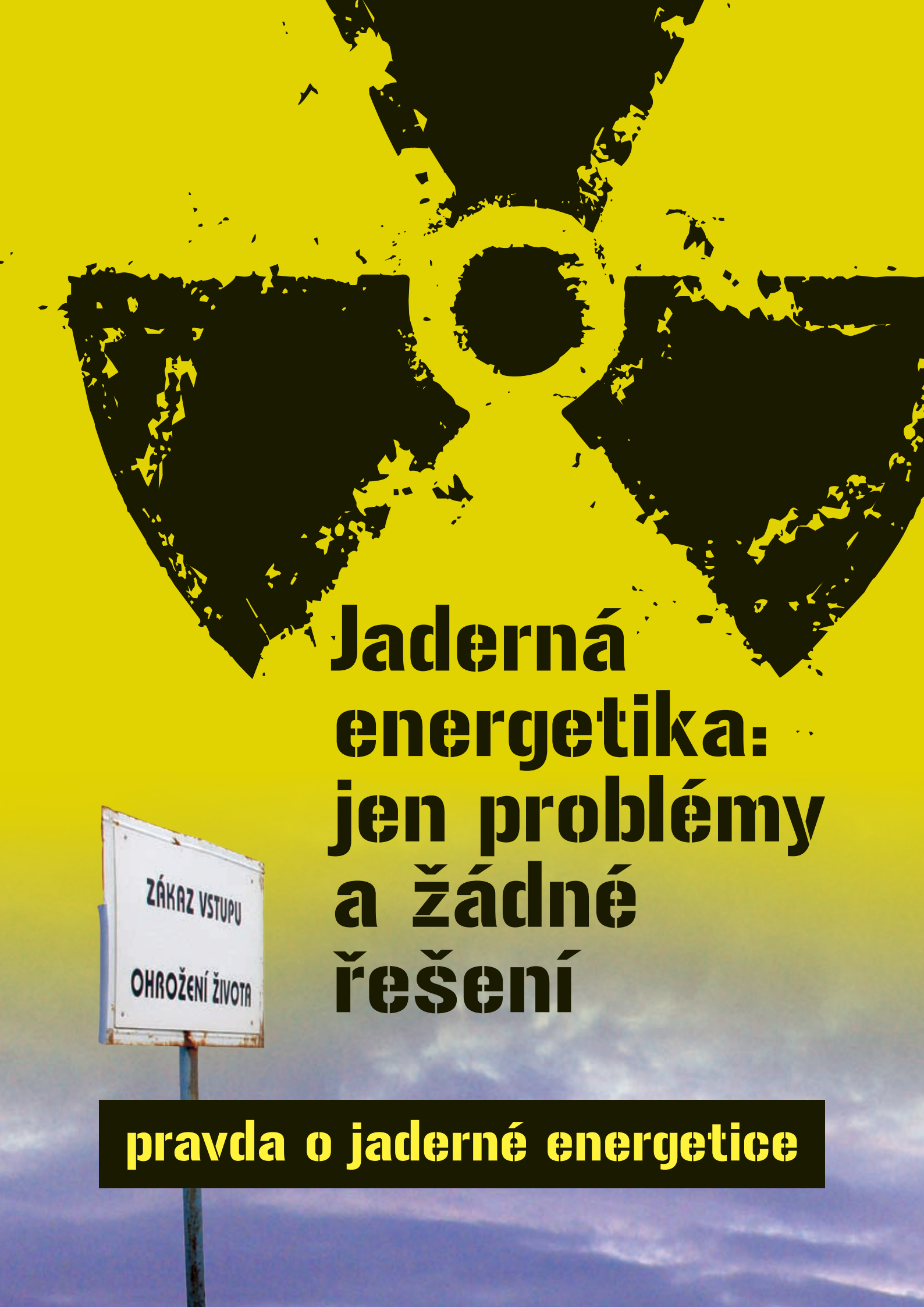




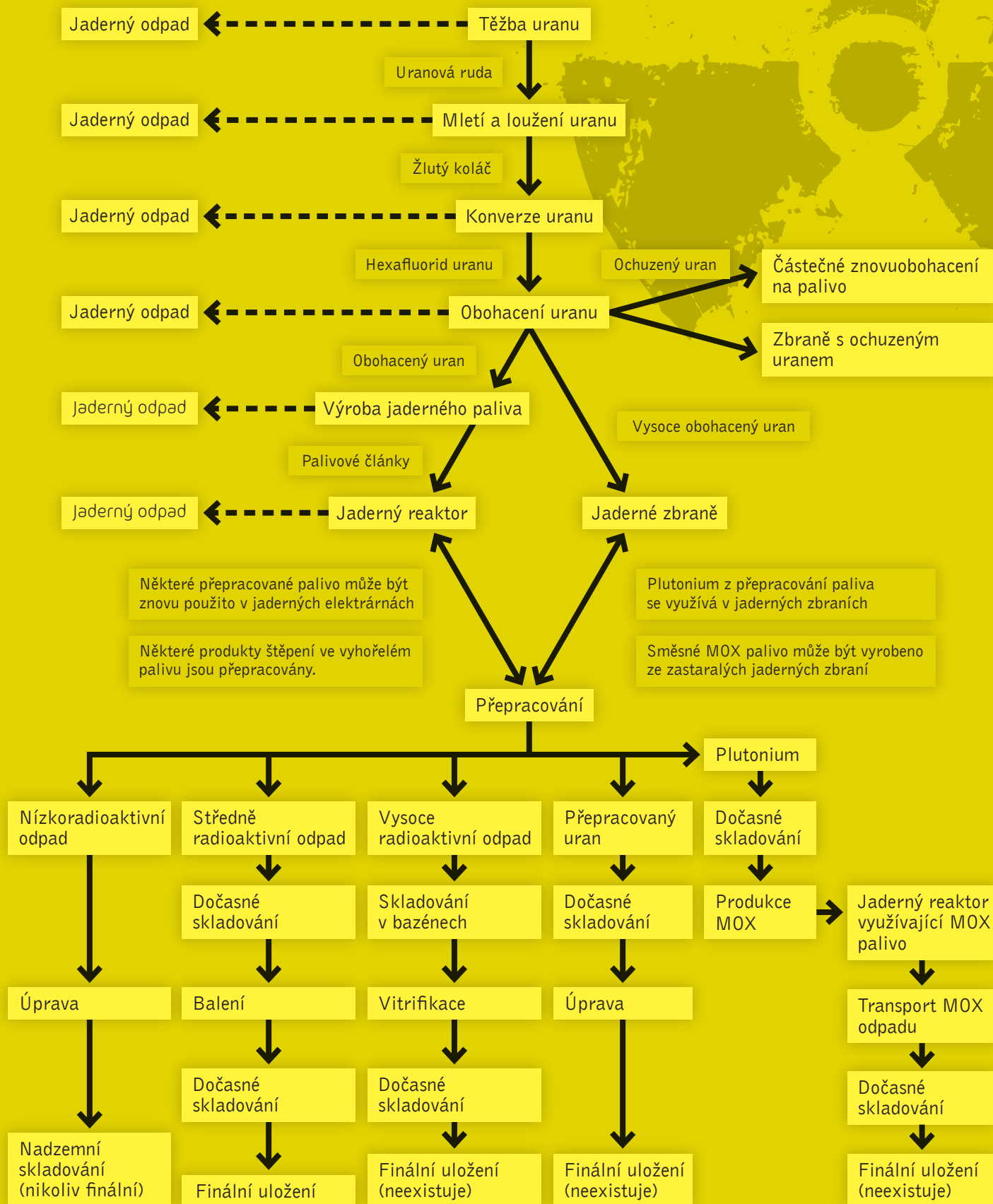
Jaderná energetika: jen problémy a žádné řešení



pravda o jaderné energetice

Jaderný palivový cyklus

Jaderný palivový cyklus (od těžby uranu po ukládání odpadu) je nejsložitější ze všech energetických systémů¹.
Poznámka: každá šipka ve schématu znamená dopravu radioaktivního materiálu.



Jaderná energetika: jen problémy a žádné řešení

Jaderná energetika je vydávána za nejlepší možné řešení energetických potřeb světa. Nukleární průmysl přesvědčuje zejména sám sebe o „renesanci“ tohoto odvětví. Nynější vládnoucí elity v České republice pak nepochybují, že je to právě stavba nových reaktorů, které nám mají zabezpečit dostatek energie ve 21. století. Podíváme-li se na fakta, vidíme skutečnost naprosto opačnou a řadu problémů, které převyšují možné přínosy.

Dnes fungujících 442 atomových reaktorů pokrývá se svými 370 GW elektrického výkonu zhruba 14 % světové výroby elektřiny a podílí se jen 2,5 % na zajišťování světových energetických potřeb². Průměrné stáří reaktorů přesahuje 25 let a v dohledné době tedy budou odstavované výkony vyšší, než případně nově budované³.

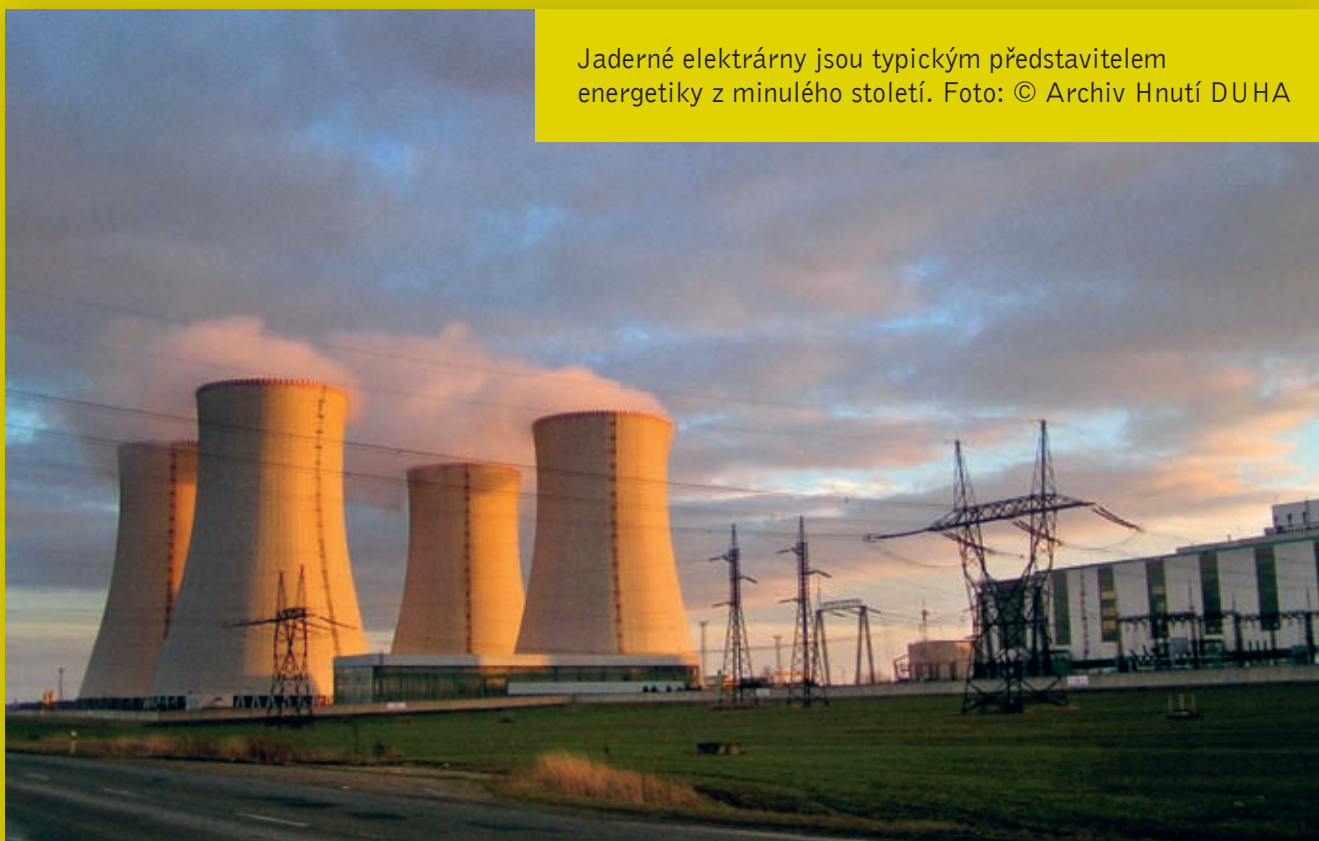
Zkušenosti z více než padesáti let provozu ukázaly obrovské dopady těžby a zpracování uranu, přepracování paliva a konečně i řady havárií v jaderných provozech na životní prostředí a zdraví lidí. Horizont lidského chápání přesahuje doposud nevyřešený problém vznikajícího vysoceradioaktivního odpadu. Celý jaderný palivový cyklus pak představuje riziko zneužití k výrobě nukleárních zbraní. Jaderná energetika vyžaduje také enormní investice a nedaří se jí bez silných státních intervencí. Moody's uvá-

dí, že atomové reaktory jsou dvakrát dražší než nové uhelné elektrárny a třikrát nákladnější než paroplynový cyklus⁴. Cena větrných turbín je ještě nižší.

Ale je tu další podstatný problém. Různé typy elektráren vyžadují různě koncipované elektrické sítě. Mezi decentralizovanou kombinací desítek tisíc obnovitelných zdrojů a velkými jadernými reaktory je přitom podstatný rozdíl. Podmínkou vysokého využití obnovitelných zdrojů v elektroenergetické soustavě je, aby bylo možné pružně přizpůsobovat potřeby sítě aktuální výrobě. Naopak jaderné elektrárny potřebují stabilní odbyt, protože vyrábějí stále stejné množství elektřiny. Operativně měnit jejich výkon je technicky velmi obtížné a ekonomicky nerentabilní. Rozhodnutí o stavbě nových reaktorů tedy znamená volbu centralizované energetiky a posílení vlivu velkých elektrárenských firem na celé století.

Alternativní scénáře energetiky bez jaderných elektráren existují a v řadě zemí jsou i prakticky naplňovány. V České republice jde např. o studii Chytrá energie⁵. Z ní vyplývá, že i v roce 2050 můžeme mít dostatek potřebné energie, pokud využijeme u nás enormní potenciál úspor, zvýšení energetické efektivity a dostupné obnovitelné zdroje energie.

Jaderné elektrárny jsou typickým představitelem energetiky z minulého století. Foto: © Archiv Hnutí DUHA



Jaderná energetika se neobejde bez špinavé těžby uranu

Propagátoři jaderné energetiky obvykle zdůrazňují, že je naprosto čistým zdrojem elektřiny. Přitom ani běžný provoz jaderné elektrárny se neobejde bez dopadů na životní prostředí a pokud se podíváme na samotný počátek jaderného palivového cyklu – na těžbu a zpracování uranové rudy, uvidíme v plné nahotě špinavou realitu.

Uran obvykle netvoří souvislá ložiska jako jiné kovy. V horninách je většinou rozptýlen, uranové minerály jsou buď samy sloučeninami těžkých kovů a uranu nebo je provázejí. Minimální kovnatosti hlubinně těžných ložisek se pohybují kolem 0,1% čistého uranu. Prakticky to znamená, že z 1 tuny vytěžené uranové rudy získáme přibližně 1 kg uranu. Ložiska s koncentracemi nad 1 % uranu se vyskytují jenom výjimečně, a to ještě v množstvích nejvýše několika tisíc tun. Například v našem končícím uranovém dole v Rožné je koncentrace uranu v hornině menší než 0,2 %⁶.

Uranové rudy obsahují kromě uranu samotného i jiné radioaktivní látky z jeho rozpadové řady. Z důvodů nízkého obsahu uranu v rudě navazuje na těžbu nákladné zpracování za účelem jeho zkoncentrování. Značné množství balastní hlušiny se musí oddělit od vlastní rudy. Typické pro provoz těžby a zpracovávání uranu jsou tedy velké haldy odvalů, hlušiny a kalů po chemickém zpracování, v nichž se nacházejí zbytky uranu a další radioaktivní látky z rozpadové řady uranu, zejména thorium a radium.

Haldy i odkaliště ohrožují obyvatele a životní prostředí dlouhou dobu i po ukončení hornické činnosti z důvodů uvolňování radonu a průsaků radioaktivních a toxických složek do spodních vod. Odvaly

dolů v oblasti Schlema/Aue v Sasku mají objem 47 miliónů m³ a pokrývají plochu 343 ha. Darmstadtský Ůko-Institut tam vypočítal riziko onemocnění rakovinou plic během celého života na 20–60 případů na 1 000 obyvatel. Protože radon se větrem šíří rychle, musí se vzít v úvahu i riziko obyvatel v širším okolí: Ůko-Institut počítá s výskytem dalších 6 případů rakoviny plic ročně v okruhu 400 km⁷.

Na našem území je přibližně 200 lokalit postižených vlivem průzkumu a těžby uranových rud. Při hornickém způsobu těžby tu vzniklo 38 velkých hlušinových odvalů (Jáchymovsko, Tachovsko, Příbramsko, Stráž pod Ralskem, Dolní Rožínka atd.) o celkovém objemu 43 miliónů m³ na ploše 2 460 tisíc m². V otevřených odkalištích je u nás deponováno na 47 miliónů tun radioaktivních kalů⁸.

Americkým úřadem pro ochranu životního prostředí EPA bylo stanoveno dodatečné riziko onemocnění rakovinou plic pro obyvatele v blízkosti otevřené deponie kalů s plochou 80 ha (obě odkaliště v Dolní Rožínce mají celkem 90 ha) na 2 případy na 100 obyvatel⁹.

V okolí Stráže pod Ralskem došlo vedle toho při tzv. hydrochemické těžbě uranu k největším kontaminacím podzemních pitných vod v české historii. Do podzemí zde bylo vtlačeno více než 4 mil. tun kyseliny sírové a dalších chemických látek. Kyselý uranový výluh byl poté čerpán na povrch, uran z něj chemicky separován a loužicí medium se zpětně vtlačelo pod zem. Dnes plocha kontaminace dosahuje 24 km². Náklady na sanaci chemické těžby přijdou státní rozpočet každoročně na 2 miliardy korun a potvrzují nejméně do roku 2030.

Na 14 odvalech po uranové těžbě na Příbramsku je 1,6 milionu kubíků zářící hlušiny uvolňující radon. O přetěžení kvůli zbytkovému uranu se zajímají nejen české firmy. Foto: © Václav Vašků





Odkaliště K1 v Rožné s plochou více než 60 ha zadržuje na 13 milionů tun kalů. Foto: © Václav Vašků

Jaderné reaktory celého světa spotřebují ročně okolo 65 tisíc tun uranu. V posledních letech pokrývá těžba zhruba 40 tisíc tun a zbytek pochází z tzv. druhotných zdrojů – vysoce obohaceného uranu z demontovaných jaderných hlavic, ze zásob a z přepracování vyhořelého jaderného paliva. Avšak druhotných zdrojů postupně ubývá a vzhledem k dlouhým dobám nutným pro otvírání nových uranových dolů, které by je mohly nahradit, lze očekávat růst napětí mezi potřebami a zdroji. Roční kapacita těžby stávajících ložisek činí pouze cca 55 tisíc tun za rok².

České jaderné elektrárny jsou zcela závislé na dovážení jaderného paliva a tuzemská produkce uranu je menší, než spotřeba. Současné bloky v Temelíně a Dukovanech potřebují ekvivalent 610 tun uranu ročně, což končí těžba v Rožné nedokáže pokrýt. Dovoz jaderného paliva již dnes zvyšuje naši dovozní energetickou závislost o více

než 50 procent. K podzemním zásobám uranu na Liberecku (115 tis. tun) se bez obnovení chemické těžby, která by znamenala závažné poškození životního prostředí, nelze dostat.

Pokud uvažujeme o známých světových zásobách 4,6 mil. tun uranu (které jsou podle některých zdrojů velmi nadhodnocené²) těžitelných za ceny do 130 USD/kg, a přičteme i druhotné zdroje, zjistíme, že jaderná energetika zde naráží na limity dalšího rozvoje. Při zachování současné spotřeby by uran nestačil na více jak 60 let provozu dnešních typů reaktorů.

Zprovoznění rychlých množivých reaktorů, které by teoreticky snížily těžbu přírodního uranu se zatím i přes desítky let výzkumu a štědré finanční dotace odsouvá daleko do budoucnosti. Vysoké náklady, nízká úroveň bezpečnosti a neefektivní provoz vyvolávají pochybnosti, zda budou dotaženy do komerčně využitelné fáze.

Jaderná energetika produkuje nebezpečný odpad

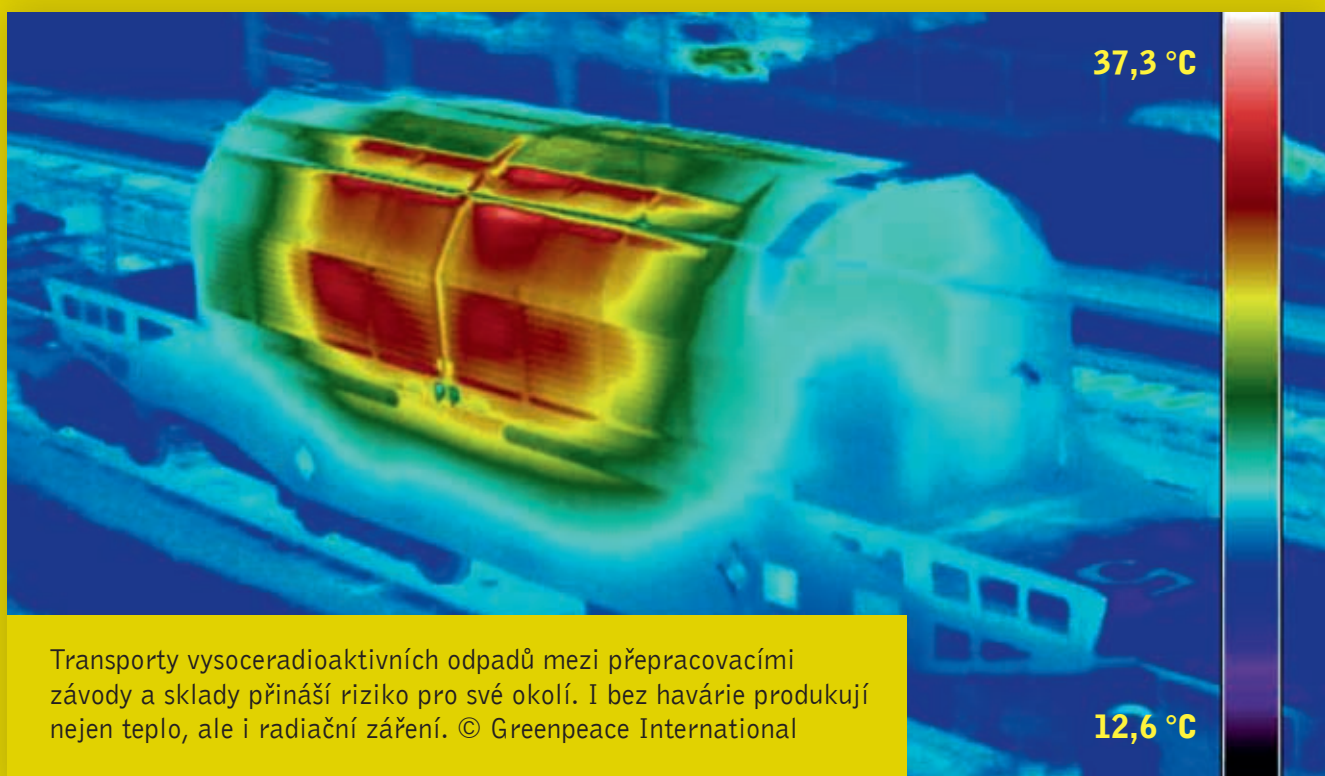
Vyhořelé palivo z jaderných reaktorů patří mezi nejnebezpečnější materiály vůbec. Jeho radioaktivita po vyjmutí z reaktoru je tak vysoká, že člověk, který by se s ním náhodou dostal do kontaktu, obdrží smrtelnou dávku ozáření během několika sekund. Proto je potřeba vysoce radioaktivní odpad dokonale izolovat po milion let. Tato perspektiva se vymyká lidské zkušenosti. Pro ilustraci: před pouhými 30 000 lety vůbec neexistoval Lamanšský průliv a současnou Varšavu či Berlín pokrývaly jeden až dva kilometry polárního ledovce.

Česká vláda i další státy prosazují uložení odpadu do zemských hlubin. Žádné podobné zařízení na světě ovšem zatím není v provozu. Místo pro úložiště musí splňovat řadu kritérií: rozsáhlý masiv horniny neporušené prasklinami a štěrbinami, kde je vyloučeno zemětřesení a která zabezpečí odvod tepla. Musí zaručit stabilitu po celou dobu, kdy radioaktivní odpad bude nebezpečný. Musí také vyloučit průniky podzemní vody do úložiště, protože postupná koroze by poškodila kontejnery s odpadem. Proudění podzemních vod by pak mohlo vynést radioaktivní a toxické látky na povrch nebo kontaminovat zdroje pitné vody.

Nebezpečí pro okolní prostředí představují možné nehody během přepravy vyhořelého jaderného paliva. V průběhu 21. století budou po celém světě vypraveny desítky tisíc takových transportů,

přičemž vzdálenosti od elektrárny k úložišti mohou dosahovat i několika tisíc kilometrů. V politicky nestabilním světě nelze zanedbávat také riziko pokusu o úmyslné poškození transportu. Americké ministerstvo energetiky odhaduje, že vážná nehoda by vedla ke kontaminaci území o ploše sta čtverečních kilometrů a základní asanace by trvala déle než rok¹⁰. Teroristické skupiny se rovněž mohou pokusit o krádež a zneužití přepravovaného materiálu.

Někteří odborníci proto směřují k jiným variantám. Při přepracování se separuje uran a plutonium z odpadu pro jejich opětovné využití jako součástí směsného paliva pro lehkovodní reaktory. Z hlediska bezpečnosti jde o velmi komplikovaný proces. Během složité chemické procedury vznikají velké objemy radioaktivních odpadů, často v kapalném skupenství. Jejich celková radiační aktivita je sice nižší, ale izolace je naopak náročnější, než u nedotčeného vyhořelého paliva. Také odpady z přepracování s nízkou radioaktivitou vyžadují velkou pozornost – jejich dlouhodobé vypouštění do okolí ohrožuje životní prostředí. V oblastech, kde se nacházejí přepracovací závody, byl u místních obyvatel zaznamenán častější výskyt leukémie. Dnešní metody přepracování neumí vyhořelé palivo účinně likvidovat; navíc v žádném případě neodstraní nutnost vybudovat hlubinné úložiště pro vysoce radioaktivní odpady.



Transporty vysoceradioaktivních odpadů mezi přepracovacími závody a sklady přináší riziko pro své okolí. I bez havárie produkují nejen teplo, ale i radiační záření. © Greenpeace International



Hlubinné úložiště pro vyhořelé jaderné palivo nechtějí mít za humny obyvatelé žádné z vytipovaných obcí. Foto: © Jiří Jiráček

Často zmiňovanou alternativou hlubinných úložišť vyhořelého paliva je tzv. transmutace. Již dnes známou nevýhodou je opět vysoká produkce vedlejších radioaktivních odpadů. Transmutace problém odpadu pouze omezuje. Náklady i samotné uvedení do komerčního provozu zůstávají velkou neznámou. Paradoxně jde o řešení podstatně dražší než hlubinné úložiště, protože transmutace úložiště nenahrazuje – vyžaduje jej pro zbytkový odpad.

Reaktory tzv. čtvrté generace budou v provozu nejdříve v polovině století. Za hlavní výhodu se považuje vyřešení problému radioaktivních odpadů pomocí uzavřeného palivového cyklu s přepracováním vyhořelého paliva k získání plutonia. Nadále však budou vznikat vysoce radioaktivní odpady s nutností uložení po dobu nejméně tisíce let. Studie americké MIT (prestižní univerzita)

došla k závěru, že palivové náklady pro uzavřený cyklus, při započítání skladování a ukládání odpadu, budou $4,5 \times$ vyšší než v případě otevřeného cyklu s hlubinným úložištěm¹¹. Proto není realistické očekávat, že se podaří vyvinout reaktor, který zároveň vyřeší problémy vysokých nákladů, bezpečného uložení odpadu a rizika vojenského zneužití.

Dukovany a Temelín vyrobí během svého plánovaného provozu přibližně 4 000 tun vyhořelého jaderného paliva. Česká republika tedy musí problém vyřešit tak jako tak. Zatím ale nepokročila ani při vyhledávání místa pro hlubinné úložiště. Díky neústupnosti ministerstva průmyslu ve vztahu k obcím jsou dnes průzkumné práce zablokovány prakticky ve všech lokalitách, které vytipovali geologové. Další zvyšování množství radioaktivního odpadu bude jen velkou komplikací.

Jaderná energetika přináší riziko

Havárie na jaderných zařízeních se netýkají jen minulosti. Ani se nevyskytují pouze u starých reaktorů černobylského typu, který hořel v roce 1986, kdy se mrak radioaktivity rozšířil přes půl Evropy. Nehody se stávají u všech typů jaderných elektráren po celém světě.

Po katastrofě v Černobylu byla Mezinárodní agenturou pro atomovou energii (MAAE) zavedena Mezinárodní stupnice jaderných událostí (INES), aby byly okamžitě dostupné informace v případě jaderné nehody. Stupnice INES má sedm úrovní značících stupeň závažnosti události. Od zavedení této škály se událo mnoho incidentů ohodnocených jako úroveň 3 nebo 4, které ukazují na závažnou havárii. V mnoha případech vedly technologické nedostatky, nedbalá kultura bezpečnosti, špatný úsudek na základě stresujících podmínek práce, ale i naivní víra ve vysoce citlivé technologie k řetězu událostí, které jen čirou náhodou neskončily velkou katastrofou s únikem radiace a dopadem na zdraví lidí a životní prostředí. Komercializace výroby elektřiny zvýšila riziko, protože majitelé elektráren tlačí na vyšší produkci na úkor bezpečnosti. Popíšeme nyní tři evropské události, všechny klasifikované úrovní 3 na stupnici INES.

Na jaře 2003 byl jeden ze čtyř reaktorů VVER 440-213 v maďarské jaderné elektrárně Paks odstaven za účelem pravidelné údržby a výměny paliva. Části palivových článků měly být čištěny novým systémem pronajatým od Framatome ANP (společný podnik francouzské ArevaNP a německého Siemens). V jednom momentu v průběhu této operace unikl z reaktoru radioaktivní plyn, který byl chybně detekován jako plyn z čistění systému. To způsobilo nedostatečné chlazení 30 vysoce radioaktivních palivových článků uvnitř systému. Chladicí voda v nádrži čištění se

dostala do varu, vyvařila se a následně při ohřátí až na 1 200 stupňů Celsia se celá nádrž zhroutila jako z porcelánu. Obsluha ve snaze zabránit katastrofě pustila proud studené vody přes palivové články. Podle reaktorových fyziků mohlo při tomto dojít k nekontrolované řetězové reakci. Radioaktivní plyn proudil do reaktorového sálu, z nějž operátoři v panice uprchli. Plyn byl později nefiltrovaně odsát během 14hodinového plného výkonu ventilátoru, aby se operátoři mohli vrátit do sálu. Havárie byla původně klasifikována na úrovni 2 stupnice INES („incident“), ale později překlasifikována na úroveň 3 („vážený incident“). Maďarská agentura pro atomovou energii zpočátku nad tímto zvýšením váhala, protože se bála, že takové hodnocení by mohlo způsobit obavy veřejnosti.

V dubnu 2005 byl zjištěn únik v přepracovacím závodě THORP v Sellafieldu ve Velké Británii. Byl způsoben prasklým potrubím v místě, kde ústí do jedné ze dvou nádrží. Podle provozovatele závodu od července 2004 do dubna 2005 uniklo 83 m³ rozpuštěného jaderného paliva a kyseliny dusičné včetně plutonia. Přepracování závod THORP byl otevřen v roce 1994 s předpokládanou dobou provozu nejméně 25 let. THORP má smlouvy na přepracování vyhořelého paliva z Velké Británie, Japonska, Německa, Švýcarska, Švédska, Španělska, Itálie a Nizozemska, které je dováženo loděmi a vlaky. THORP ale tyto smlouvy neplní. Do dubna 2005 stihl přepracovat pouze 5 729 tun paliva ze 7 000.

Oprava v závodě THORP zahrnuje překlenutí poškozeného potrubí a souvisejících nádrží. Pro neschopnost fyzicky zkontrolovat druhý systém z důvodu nebezpečně vysoké úrovně radiace nebude možné zaručit, že zvolené alternativní řešení je bezpečné a vhodné k použití.



Řada jaderných reaktorů, jako je britský plynem chlazený v Hartlepool s technologií z 60. let minulého století, již dávno nesplňují dnešní požadavky na jadernou bezpečnost. Přesto jsou dále udržovány v provozu.

Foto: © <http://www.freefoto.com> / Ian Britton

Jaderná elektrárna v Jaslovských Bohunicích byla již řízeně odstavena. Sousední zhavarovaný reaktor A-1 je opomíjeným pomníkem našeho jaderného průmyslu. Foto: © Greenpeace / Igor Polakovič



V červenci 2006 došlo během opravy zabezpečovacího zařízení jaderného reaktoru Forsmark-1 ve Švédsku ke zkratu. V dřívějších dobách bylo standardním preventivním opatřením odstavit jaderný reaktor v průběhu takových oprav. Nyní, kdy provozatelé jaderných elektráren soupeří na trhu, znamená každé odstavení reaktoru ztrátu produkce a tedy příjmů. Zkrat vedl k výpadku elektřiny v řídicí místnosti jaderného reaktoru. Automatické systémy odstavení reaktoru nefungovaly. Navíc se nepodařilo nastartovat nouzové napájecí dieselagregáty, protože byly zapojeny přes zkratovanou linku. Po celých 23 minut si nikdo v řídicí místnosti nemohl být jist, co se děje v reaktoru. Bylo přijato rozhod-

nutí o evakuaci všech pracovníků, kteří nebyli absolutně nutní na pracovišti. Avšak žádná evakuace se nekonala – z toho prostého důvodu, že systém pro její vyhlášení byl také bez proudu. Nakonec se podařilo manuálně připojit nouzové dieselagregáty. Podle bývalého šéfa bezpečnosti ve Forsmark, byl reaktor blízko vážné havárie, která mohla vést až k jeho roztavení a jen čistou náhodou se tak nestalo. Podle něj je bezpečnostní kultura ve švédském jaderném průmyslu špatná a mnoho jaderných elektráren již nemá plně kompetentní personál. Až příliš často pracují metodou pokus – omyl. Interní zpráva o bezpečnosti na Forsmark, jež byla získána investigativními novináři, tento názor podporuje¹.

Jaderná energetika je spojena s jaderným zbrojením

Jaderná energetika je přímo spjata s vývojem jaderných zbraní. Nepochybně významným limitem rozvoje jaderné energetiky je problém jejího globálního zabezpečení proti vojenskému či teroristickému zneužití. Úvahy o renesanci jaderné energetiky a navyšování množství reaktorů by vyžadovaly rozšíření atomových technologií do zemí a regionů, kde se dnes atomová energie nevyužívá. Přitom řada zemí, které by mohly čistě energeticky zdůvodňovat rozvoj svého jaderného programu, patří k politicky nestabilním. Mezinárodní společenství sice vytvořilo mechanismy, jejichž cílem je bránit vojenskému zneužití, praxe ovšem ukazuje jejich omezenou účinnost.

Příkladem může být úspěšný vývoj jaderných zbraní v Indii a Pákistánu, který byl v obou případech propojen s programem rozvoje jaderné energetiky. Otec pákistánské jaderné pumy Abdul Kádír Chán ukradl dokumentaci potřebnou k vybudování technologie na obohacování uranu nizozemské firmě Urenco. Vedle práce pro pákistánskou armádu ovšem také nabízel vědomosti a technologie dalším zemím – Íránu, Libyi či Severní Koreji¹². Dnes je to Irán, jež v souladu se Smlouvou o nešíření jaderných zbraní (Non-Proliferation Treaty), která podporuje země vyvíjející nukleární kapacity pro civilní účely, budu-

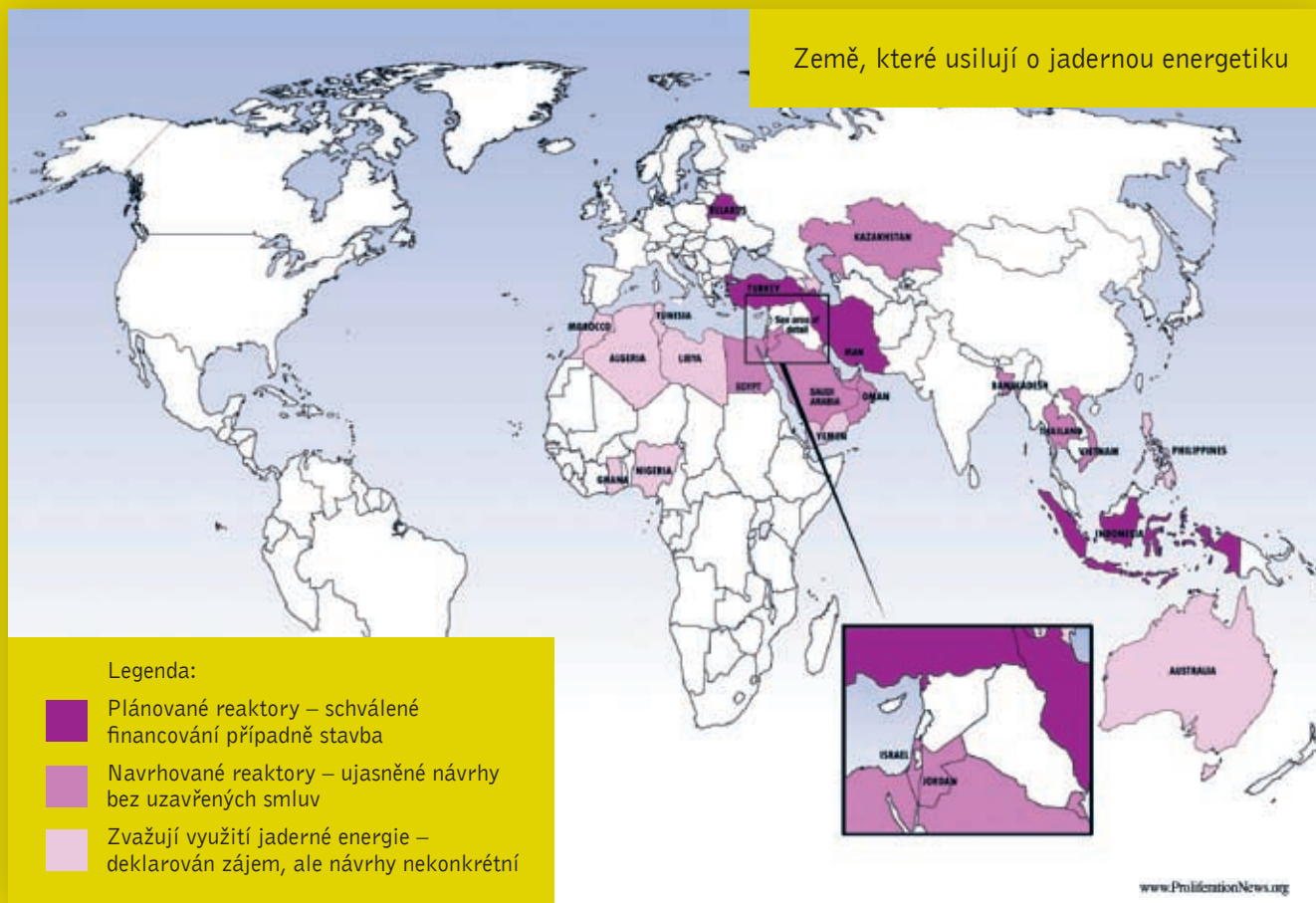
je svůj vlastní jaderný program. V podstatě již dokončil první jaderný reaktor v Búšehru a další jaderná zařízení. Státům či organizovaným skupinám, usilujícím o získání jaderné zbraně, se v případě rozvoje jaderné energetiky v nových regionech otevrou nové možnosti. Opatření, která by vojenskému zneužití jaderné energetiky opravdu zabránila, zatím mezinárodní společenství k dispozici nemá.

Výroba energie v jaderných elektrárnách sama o sobě nepomůže zemi, která je provozuje, získat materiál potřebný k sestrojení nukleární nálože. Rizikové jsou ovšem technologie, které s atomovou energetikou bezprostředně souvisejí – obohacování uranu a přepracování vyhořelého paliva. S jejich použitím lze získávat štěpitelný materiál k vojenským či teroristickým účelům. Zmínit je ale nutné i riziko zneužití radioaktivního materiálu z reaktoru k výrobě tzv. „špinavé“ bomby, která by mohla zamořit rozsáhlé oblasti.

Obohacování uranu je duální proces: je možné jej použít k výrobě nízkoobohaceného uranu pro jaderné reaktory anebo vyrobit vysoceobohacený uran pro atomové zbraně. Tak jako v Íránu, jsou závody na obohacení uranu v Brazílii, Číně, Francii, Německu, Japonsku, Holandsku, Rusku, ve Spojeném království a v USA.

Přepracování vyhořelého jaderného paliva zvyšuje riziko zneužití radioaktivního materiálu pro výrobu jaderných zbraní anebo teroristy. Foto: © Greenpeace / Ivan Coleman





Zabezpečení plutonia ve vyhořelém jaderném palivu z reaktoru je poměrně jednoduché. Články jsou tak horké a radioaktivní, že tím zajišťují vlastní bezpečnost před zneužitím. Jakmile je však plutonium z vyhořelého paliva odstraněno, stává se ochrana již zcela jinou záležitostí. Rizikové proto jsou přepracovací závody. V závodě THORP v Sellafieldu ve Velké Británii v roce 1999 zmizelo 24,9 kg plutonia, v roce 2001 to bylo 5,6 kg plutonia a v roce 2005 nemohlo být vyúčtováno více než 30 kg plutonia. Podle provozovatele byla uvedená čísla odhady a není nutno se znepokojovat nad bezpečností. Jestliže 6 kg plutonia stačí na výrobu jednoduché jaderné bomby, je postrádané plutonium využitelné pro výrobu až deseti jaderných bomb. Komerční přepracovací závody provozují v současnosti Francie, Velká Británie, Rusko, Indie, Japonsko a Čína. Spojené státy svoje přepracovací závody odstavily v sedmdesátých

letech právě z důvodů zamezení šíření jaderných zbraní¹³.

Mezinárodní atomová agentura vede databázi obchodování s radioaktivními materiály s cílem omezit černý trh se štěpitelným materiálem i se zařízeními potřebnými k výrobě jaderné nálože. Databáze obsahuje na sto mimořádných událostí týkajících se krádeže nebo ztráty jaderných nebo jiných radioaktivních materiálů. V asi 75 % případů nebyly ztracené nebo odcizené materiály nalezeny.

Bezpečnostní experti soudí, že nelze snižovat riziko šíření atomových zbraní a zároveň zvyšovat zisk z vývozu civilních jaderných technologií¹⁴. Současné mezinárodní mechanismy ustanovené k zamezení šíření atomových zbraní se ukázaly jako nedostačující, zejména pokud jde o eliminaci obchodu s nebezpečným materiálem a technologiemi. Návrhy na jejich změnu požadují vedle zefektivnění kontrol také regulaci obhacování a přepracování jaderného paliva.

Jaderná energetika neochrání před změnou klimatu

Jaderná energetika je svými prosazovateli označována jako bezemisní zdroj, který by měl být podporován při předcházení globální změně klimatu. Výhodou jaderných reaktorů je skutečně to, že nevypouštějí příliš CO_2 během svého provozu. Jenže je nutné se podívat na celý jaderný palivový cyklus (viz str. 2). Ten zahrnuje těžbu a zpracování uranové rudy, obohacování uranu, výrobu paliva a dále pak činnosti, které jsou potřebné ke zpracování a ukládání jaderného odpadu. Protože se jedná o složité procesy s vysoce nebezpečnými radioaktivními materiály, je zapotřebí spousta zařízení a vybavení (např. robotů k demolicí vyřazené elektrárny).

Kromě toho v oceli, betonu a dalších materiálech potřebných pro výstavbu jaderné elektrárny a souvisejících zařízení jsou rovněž schovány emise skleníkových plynů.

Jak je to skutečně s bezemisností jádra, odhalí analýza dopadů celého životního cyklu různých způsobů výroby energie. Mezinárodní studie provádějící takové srovnání spočítaly pro jadernou energii emise skleníkových plynů v rozmezí mezi 30 až 120 gramy CO_2 na vyrobenou kWh elektřiny¹⁵. S tím jak klesá obsah uranu v rudnině, rostou emise skleníkových plynů související s jeho zpracováním. Takže do budoucna se bude tento parametr zhoršovat.

Globální změny klimatu ohrožují také provoz reaktorů, které potřebují dostatečné množství chladicí vody. Posilování závislosti na jaderné energetice i takto znamená zhoršování energetické bezpečnosti. Foto: © Greenpeace / Juraj Rizman





Těžba a úprava uranu jako tato v Dolní Rožínce notně přispívá k emisní stopě jaderné energetiky. Foto: © Václav Vašků

Představte si, že jsme začali stavět nové jaderné elektrárny, protože vypouštějí méně CO_2 , než elektrárny uhelné. Ke snížení emisí budeme potřebovat mnohem více elektráren, než činí současný celosvětový počet 442 reaktorů, na které připadá 14 % výroby elektrické energie. Současně v následujících dvaceti letech bude mnoho z těchto reaktorů uzavřeno z důvodu jejich životnosti nebo technických problémů. V optimistickém scénáři, který předpokládá životnost 40 let pro stávající zařízení, bychom museli vybudovat osmdesát nových reaktorů během deseti let, abychom udrželi množství „jaderné“ elektřiny na současné úrovni. Za dvacet let bychom potřebovali dalších 200 nových reaktorů. V průměru trvá stavba jaderné elektrárny nejméně deset let. Takže i kdybychom začali stavět hned zítra a podařilo se nám postavit neuvěřitelných 280 nových reaktorů během dvaceti následujících let, budeme stále pouze doplňovat odstavované jaderné kapacity, aniž bychom nahradili jedinou uhelnou elektrárnu. Kromě toho jsme utratili absurdně ohromné

množství peněz, aniž jsme reálně přispěli k řešení problému změny klimatu. Navíc jsme si přidělali mnoho nových ekologických a bezpečnostních problémů.

Se scénářem představujícím jaderné elektrárny jako součást řešení změny klimatu přišla v roce 2008 Mezinárodní energetická agentura. Ve něm předpokládá vskutku masivní expanzi jaderné energetiky: do roku 2050 by se zvýšila výroba energie v jaderných elektrárnách téměř čtyřnásobně. To by prakticky znamenalo postavit a spustit v průběhu příštích čtyřiceti let 1 300 velkých nukleárních reaktorů. Tedy každý rok uvést do provozu nereálných 32 nových reaktorů o výkonu 1 000 MW! I při tomto fantastickém scénáři by ale byl příspěvek jaderné energetiky ke snížení emisí oxidu uhlíku z energetiky pouhých 6 %¹⁶.

Jak vidno, jaderná energetika není tím zázračným řešením problému plýtvání fosilními palivy. Mnohem levněji můžeme zajistit dodávky energie a předcházet změně klimatu investicemi do úspor energie a obnovitelných zdrojů energie.

Jaderná energetika je extrémně drahá

Velmi sporným bodem ve využívání jaderné energetiky je její schopnost obstát v tržním prostředí. Samy energetické společnosti proto váhají se stavbou nových jaderných elektráren bez garancí ceny a zajištěného odbytu elektrické energie. Bez různých forem státních subvencí (např. výhodné půjčky, daňové úlevy atd.) nemá jaderná energetika v tržním prostředí šanci.

Jde především o růst nákladů během výstavby, technologické problémy, těžkopádný politický a regulační dozor, zabezpečení zařízení proti teroristům, vysoké náklady na likvidaci elektráren a ukládání vyhořelého jaderného paliva. Jako konkrétní příklady zvýhodňování jaderných elektráren v České republice lze uvést např. omezenou odpovědnost za škody způsobené případnou havárií na 8 miliard korun či rozhodnutí o použití několika miliard korun ze státního rozpočtu na nákup ruského jaderného paliva do státních hmotných rezerv na zajištění 18měsíčního provozu jaderných elektráren Temelín a Dukovany.

V tendru na stavbu nového reaktoru v Temelíně je francouzsko-německé konsorcium Areva, americký Westinghouse a ruský Atomstrojexport.

Podívejme se nyní na jejich nabídku z hlediska ceny, případně praktických zkušeností.

První projekt výstavby evropského tlakovodního reaktoru EPR (1700 MW) ve finském Olkiluotu se dostal do vážných problémů v důsledku podhodnocených nákladů a nízké kvality jednotlivých komponent i stavebních prací. Reaktor měl být podle původního harmonogramu spuštěn v roce 2009, v současné době Areva uvádí jako termín konec roku 2013. Firma podepsala s finským investorem TVO smlouvu o dodávce na klíč za 3 miliardy eur. V důsledku technických problémů a průtahů se však výstavba prodražila na 5,6 miliardy eur. Ztráta z finského projektu má výrazné negativní dopady na hospodaření společnosti. Areva dokonce pohrozila TVO zmrazením některých prací, pokud investor nepřistoupí na dodatek smlouvy, který by firmu jistil před dalším prohloubením ztráty¹⁷.

S podobnými problémy se potýká i stavba druhého evropského reaktoru ve francouzském Flamanville, kde se výstavba protáhne nejméně o dva roky¹⁸. Po zkušenostech s probíhajícími projekty odhaduje Areva investiční náklady reaktoru EPR pro Temelín na 4,5 miliardy eur (108 miliard korun).



Stavba evropského tlakovodního reaktoru EPR ve finském Olkiluotu měla být ukázkou „renesance“ jaderné energetiky. Jenže se nic nezměnilo: stále výrazně dráže a výrazně později. Foto: © Greenpeace / Nick Cobbing

Dostavba jaderné elektrárny v Temelíně názorně ukázala, jak mnoho se liší původní předpoklady o ceně atomových technologií od skutečnosti. Foto: Lenka Pužmanová



Finský i francouzský projekt společnosti Areva provázejí velké problémy spojené s nízkou kvalitou stavby. Dodavatel ve finském Olkiluotu použil při betonování základové desky normě nevyhovující beton s velkou porézností. Dodatečně proto musel aplikovat speciální nepropustné povrchové vrstvy. Další problémy se týkají řady subdodávek: špatné svary na tlakové nádobě reaktoru, nevhodný materiál potrubí primárního okruhu, chybně svařená ocelová vložka kontejnmentu. Kvalitně zpracované svary mají přitom výjimečný dopad na pevnost stavby a spolehlivost i odolnost elektrárny. Loni dokonce na stavbě reaktorové haly propukl požár a poškodil její stěnu¹⁹.

Rovněž stavbu reaktoru EPR ve Francii provázejí nedostatky v kvalitě provedení práce. Inspekce úřadu pro jadernou bezpečnost (ASN) v roce 2009 odhalila chyby v betonáži základové desky, nedodržování předpisů, odklon od schváleného projektu, špatnou úroveň kontroly i neschopnost učinit včasnou nápravu problémů. V roce 2008 dokonce ASN nařídil zastavení stavebních prací²⁰.

Dalším účastníkem tendru je společnost Westinghouse, která pravděpodobně nabídne tlakovodní reaktor třetí generace (AP-1000 o výkonu 1120 MW). První dva reaktory tohoto typu začala firma stavět v Číně na konci roku 2008. Odhady nákladů na výstavbu tohoto reaktoru se ve Spojených státech pohybují v počtu od 90 do 100 miliard korun³.

Se starším typem reaktoru (AES 92 s výkonem 1 000 MW) vyhrál Atomstrojexport výběrové řízení na dostavbu dvou bloků v bulharské elektrárně Belene. Investorem je v tomto případě bulharská vláda. Jako strategického partnera si vybrala německý koncern RWE. Po nástupu nové bulharské vlády ovšem není jisté, zda se projekt uskuteční. Podle analýzy, kterou si nechalo zpracovat tamní ministerstvo energetiky, přijde výstavba reaktorů na víc než 4 miliardy eur (96 miliard korun), s nimiž se počítalo při výběrovém řízení.

Konzultační firma Parsons and Deloitte odhadla celkové náklady dokonce na 8,2 až 9,7 miliard eur (cca 200 miliard korun). Vláda chtěla situaci vyřešit prodejem státního podílu soukromým investorům²¹. V říjnu 2009 ovšem od projektu z ekonomických důvodů odstoupil koncern RWE²². Vláda poté odmítla nabídku ruské půjčky výměnou za předání vlastnického podílu Atomstrojexportu. Zahájení výstavby nyní závisí na tom, zda bulharská vláda najde investora a přijatelný model financování²³.

V létě předložily energetické firmy EDF a RWE nabídku britské vládě, která uvažuje o nových reaktorech. Podle britského ministra energetiky Charlese Hendryho by jeden blok vyšel minimálně na 7,3 miliard euro, tedy 175 miliard korun²⁴.

Prameny

1. WISE – World Information Service on Energy: Nuclear power: only problems, no solutions, Amsterdam 2007
2. Michael Dittmar: The Future of Nuclear Energy: Facts and Fiction, 2009
3. Mycle Schneider, Steve Thomas, Antony Froggatt a Doug Koplo: The World Nuclear Industry Status Report 2009, Paříž 2009
4. Moody's Investors Association: New nuclear generating capacity: Potenciál credit implication for U.S. investor owned utilities, Brusel 2009
5. Hnutí DUHA, Greenpeace, Veronica, Calla a Centrum pro dopravu a energetiku: Chytrá energie, www.chytraenergie.info, duben 2010
6. Ministerstvo průmyslu a obchodu: Informace o stavu ekonomické výhodnosti těžby uranu na dole Rožná, srpen 2010
7. Küppers Ch. et al.: Umwelt-, Sicherheits-, Entsorgungs- und Akzeptanzaspekte der Kernenergienutzung, Öko-Institut, Darmstadt, 1989
8. DIAMO s.p.: Těžba a možnosti těžby uranu v České republice, 1998
9. U.S. Environmental Protection Agency: Environmental Analysis of the Uranium Fuel Cycle, Part I, Fuel Supply, Washington D.C., 1973
10. State of Nevada – Nuclear Waste Project Office: Transportation of Spent Nuclear Fuel and High-Level Radioactive Waste to a Repository, Nevada, USA, 1999
11. M. Bunn, S. Fetter, J.P. Holdren, B. van der Zwaan: The Economics of Reprocessing vs. Direct Disposal of Spent Nuclear Fuel, J.F. Kennedy School of Government, Harvard University, 2003
12. David Albright, Mark Hibbs: Pakistan's bomb: Out of the closet, Bulletin of the Atomic Scientists, vol. 48, no. 06, 1992
13. Processing of Nuclear Wastes, World Nuclear Association, www.worldnuclear.org/info/inf69.htm, 8. 1. 2004
14. Nassauer O.: Jaderná energetika a šíření jaderných zbraní, Heinrich Böll Stiftung, Praha 2005
15. Uwe R. Fritche, Sui-San Lim: Comparison of greenhouse-gas emissions and abatement cost of nuclear and alternative energy options from a life-cycle perspective, Oko-Institute 2006
16. International Energy Agency: Energy Technology Perspectives, OECD, 2008
17. Provisions on Finnish reactor wreck Areva profits, Financial Times, 1. září 2009
18. <http://www.bloomberg.com/news/2010-07-06/edf-s-epr-reactor-at-flamanville-is-delayed-by-24-monthsle-figaro-says.html>
19. Polanecký Karel, Sedlák Martin: Příliš drahý atom, Hnutí DUHA, červenec 2010
20. www.nirs.org/nukerelapse/calvert/flam3factsheet2008june.pdf
21. Belene nuke cost could spiral over EUR 10bn, Dnevnik, 24. srpna 2009
22. RWE quits Bulgaria's nuclear project due to funding, Reuters, 28. října 2009
23. Bulgaria halts nuclear plant construction, UPI, 7. dubna 2010
24. EDF and RWE May Spend \$9.3 Billion Per New Nuclear Plant in U.K., Bloomberg, 25. 8. 2010

Calla – Sdružení pro záchranu prostředí je jihočeské občanské sdružení, které se zabývá ochranou životního prostředí. Prosazuje trvale udržitelnou energetiku s důrazem na obnovitelné zdroje energie. Účastní se rozhodovacích procesů s potenciálním vlivem na životní prostředí, věnuje se ochraně přírodovědně cenných pískoven a podpoře přírodě blízkých způsobů obnovy na těžbou narušených místech. Zajišťuje přednášky, semináře či výstavy, vydává informační materiály a měsíčník Dáblík. Calla jako člen jihočeské krajské sítě environmentálních center Krasec a Sítě ekologických poraden STEP vede ekoporadenství.

Calla – Sdružení pro záchranu prostředí

Fráni Šrámka 35, 370 04 České Budějovice
tel: 384 971 930, 387 310 166, 387 311 381
fax: 384 971 939
e-mail: calla@calla.cz
internet: www.calla.cz
číslo účtu: 3202800544/0600



© Calla – Sdružení pro záchranu prostředí

České Budějovice 2010 • Autor textu: Edvard Sequens •
Fotografie: archiv sdružení Calla a uvedení autoři •
Grafická úprava: Lenka Pužmanová •
Tisk: Tiskárna PROTISK s. r. o. České Budějovice •
Náklad: 5000 ks • Vytisknuto na recyklovaném papíře
ISBN: 978-80-87267-11-0