

## Aktuality České nukleární společnosti

REAKTOR TŘETÍ GENERACE SPOLÉHÁ NA FYZIKÁLNÍ ZÁKONY

září 2005

**Firma Westinghouse Electric Company, která mimo jiné dodala řídicí technologii do elektrárny Temelín, získala od amerického Regulačního úřadu pro jadernou energii (NRC) bezpečnostní a konstrukční osvědčení pro pokročilý reaktor AP 1000. Tím se AP 1000 stává nejbezpečnějším a nejekonomičtějším reaktorem s osvědčením od NCR na světě.**

Nový reaktor AP 1000, vývojově navazující na menší tlakovodní reaktor AP 600, dosahuje výkonu až 1 154 MWe a má životnost 60 let. Projektanti se při vývoji drželi zásady, že jednoduchost rovná se bezpečnost a ekonomičnost. Výsledkem je reaktor, jenž obsahuje o 50 % méně ventilů, o 83 % méně potrubí, o 87 % méně kontrolních kabelů a o 35 % méně čerpadel než velikostně srovnatelné konvenční reaktory. Viceprezident sekce jaderných elektráren firmy Westinghouse Jack Allen k tomu říká: „Jelikož AP 1000 obsahuje výrazně méně čerpadel, potrubí a kabelů, znamená to, že se instaluje, kontroluje a udržuje mnohem méně položek, čímž se zvyšuje bezpečnost a snižuje cena.“

Dalším výrazným bezpečnostním prvkem je systém takzvané pasivní bezpečnosti. V případě potřeby zastaví jadernou reakci jednoduché fyzikální zákony na bázi gravitační síly, kondenzace či stlačování plynu. Nejenže se reaktor tedy nemusí několikrát zálohovat mechanickými bezpečnostními zařízeními, ale díky jednoduchosti systému se snižuje i rozsah potřebného zásahu ze strany operátora.

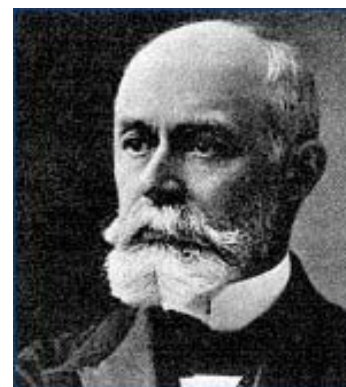
Reaktor je rozdělen na díly, které se skládají dohromady jako obrovská stavebnice. „Modulární konstrukce snižuje čas výstavby od momentu, kdy nalijete první beton, do zavážky paliva na 36 měsíců. Tím pádem i výrazně zkracujete dobu, po kterou je vázán investiční kapitál, tedy čas do začátku výroby elektřiny,“ dodává Allen. Reaktor AP 1000 se tak řadí do největší série reaktorů generace 3+.

Podle firmy Westinghouse se cena AP 1000 bude pohybovat mezi 1–1,2 tisíci dolarů na kilowatt výkonu. Investičně tedy bude reaktor na stejné úrovni jako moderní uhelné a plynové elektrárny při dnešních cenách paliva. Udělené osvědčení od NCR zvyšuje atraktivitu reaktoru pro vývoz. O AP 1000 již projevilo zájem několik společností z Evropy, Asie i Spojených Států. Prvním zákazníkem se zřejmě stane Čína.

PODIVNÁ ZÁŘE VE TMĚ

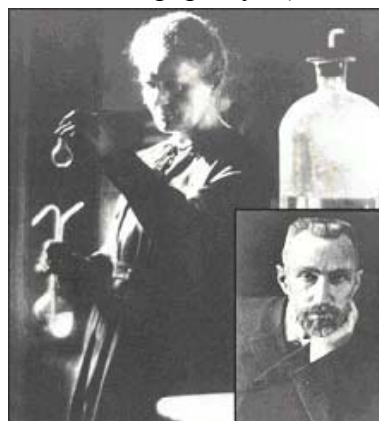
říjen 2005

S objevem **radioaktivity** je neodmyslitelně spjata jméno významného francouzského fyzika **Henriho Becquerela** (1852–1908). Jak už to u velkých objevů bývá, i k nalezení radioaktivity došlo spíše náhodně. Při studiu luminescence minerálů Becquerel zjistil, že přírodní uran vydává zvláštní, dosud neznámý druh záření. Nejprve se domníval, že se jedná o nějaký nový druh luminescence. Začátkem roku 1896 se mu však přihodila podivná věc: všiml si, že krystalky uranové soli, na které svítlo slunce, způsobují zčernání fotografické desky. Jaké bylo však jeho překvapení, když opakovanými pokusy zjistil, že na zčernání desky nemá vliv intenzita osvětlení, ale způsobuje ho samotná uranová sůl! Takové zjištění podnítilo v Becquerelovi ještě větší touhu proniknout do tohoto „nového tajemství“ přírody. Ná-



sledujícím podrobným výzkumem se mu podařilo potvrdit, že se skutečně jedná o zcela nový druh záření, které je odlišné od těch, které byly dosud známé (luminiscence, paprsky X).

Na výsledky výzkumu Becquerela navázala **Marie Curie**, aby dokázala, že vlastnosti, které se dříve připisovaly pouze uranu a jeho sloučeninám, má ještě jeden prvek – thorium. Stejně jako v případě uranu bylo jeho záření stálé a nečerpalo energii ze žádného vnějšího zdroje. Jako první použila právě Marie Curie termín „radioaktivita“, aby popsala záření vydávané uranem a později i thoriem. Trvalo dlouhou dobu, než se výsledky Becquerelových pokusů prosadily, známější byly přece jen více nedávno objevené Roentgenovy paprsky. Marie Curie však neúnavně pokračovala ve svých výzkumech, a tak se podařilo najít nový radioaktivní prvek – polonium a později radium. Právě tento poslední objevený prvek měl výjimečné vlastnosti – byl mnohem radioaktivnější a vyzařoval teplo. Brzy se začalo pracovat na možnostech jeho využití při léčbě rakoviny, a tak se začala psát historie nového oboru zvaného **radioterapie**. Roku 1903 byla udělena Nobelova cena společně H. Becquerelovi a manželům Curieovým právě za objev radioaktivity. Dalšího ocenění se H. Becquerelovi dostalo, když byla jeho jménem nazvána jednotka aktivity 1 Bq (becquerel).



Dnes již víme, že radioaktivitu lze rozdělit na **přírodní** nebo **umělou**. V přírodě se vyskytují atomy, jejichž jádra jsou nestabilní a samovolně se přeměňují na jádra jiných prvků za vzniku neviditelného ionizujícího (radioaktivního) záření. Tento proces je označován jako přírodní radioaktivita. Pokud dojde k ozáření stabilních jader, např. v jaderném reaktoru, můžou se taková jádra proměnit v radioaktivní. V takovém případě mluvíme o umělé radioaktivitě.

### NOBELOVA CENA ZA MÍR PATŘÍ IAEA

---

říjen 2005

Letošní udělování Nobelovy ceny za mír přineslo velké překvapení. Norský Nobelův výbor se tentokrát rozhodl ocenit činnost **Mezinárodní agentury pro atomovou energii** (IAEA, v češtině se používá rovněž zkratka MAAE) spolu s jejím ředitelem **Muhamedem El Baradejem**. Komise je ocenila za snahu chránit jadernou energii před vojenským zneužitím a za zajišťování podmínek pro její bezpečné mírové použití.

Mezinárodní agentura IAEA byla založena roku 1957 a v současné době sídlí ve Vídni. Další kanceláře má rozesety po celém světě – v Ženevě, v New Yorku, v Torontu a také v Tokiu. IAEA vystupuje jako nezávislá, vědecká a mezivládní organizace, slouží ke spolupráci mezi členskými státy v otázce jádra. Zaměřuje se na využívání jaderného výzkumu a technologií k mírovým účelům. Podporuje zdokonalování jaderné bezpečnosti nejen ve smyslu nezneužití jaderné energie, ale také v otázce ochrany lidského zdraví. Do povědomí veřejnosti se IAEA dostala v souvislosti s plánovaným útokem USA na Irák. Tehdy agentura IAEA kritizovala záměr prezidenta George Bushe zaútočit na Irák. Vyvracela jeho argumenty s tím, že existence zbraní hromadného ničení není prokázána. Jak se bohužel ukázalo později, agentura měla pravdu, ve zničeném Iráku se nepodařilo Američanům najít dostatečný důkaz o tom, že by zde zbraně hromadného ničení byly.

Vedle agentury IAEA byl oceněn také Dr. Mohamed El Baradei, výkonný ředitel agentury. Tento 63letý Egyptan začal svou kariéru v roce 1964 v Egyptských diplomatických službách, později jako profesor vyučoval mezinárodní právo na New Yoor University School of Law.



Během svého života měl mnoho příležitostí se blíže seznámit s fungováním mezinárodních organizací, konkrétně v oblasti mezinárodního míru, bezpečnosti a uplatňování mezinárodního práva. Je autorem řady článků a publikací o mezinárodním právu, kontrole zbraní a mírovém využívání jaderné energie. Nobelovu cenu si podle komise zasloužil tím, že neústupně prosazoval program o světovém nešíření jaderných zbraní a podpoře mírového využití jádra.

Organizace IAEA v čele s El Baradeiem má velký význam právě v této době, kdy celosvětové snahy o válečné odzbrojování uvízly na „mrtvém bodě“, a šíří se stále větší nebezpečí, že by jaderné zbraně mohly použít teroristické skupiny.

Nobelova cena je nejvyšší ocenění udělované každoročně již od roku 1901 za zásadní vědecký výzkum, technické objevy nebo jiný přínos lidské společnosti. Ceny jsou předávány v pěti kategoriích: fyzika, chemie, lékařství, literatura a cena za mír. Zvláštní skupinu pak tvoří cena za ekonomii. Nobelova cena za mír je však jednou z nejkontroverznějších. Poté, co komise představí své rozhodnutí, rozpoutá se obvykle bouře dohadů a sporů o tom, zda jsou zásluhy oceněných dostatečné. Z historie lze vzpomenout případ z roku 1994, kdy ocenění měl získat palestinský politik a vůdce Jásir Arafat. Tehdy se situace vyhrotila až do té míry, že na protest odstoupila část Nobelovy komise.

---

### JADERNÁ ENERGIE DOSTÁVÁ V EVROPĚ ZELENOU

---

listopad 2005

**Řada evropských politiků se v poslední době stále častěji vyjadřuje k otázce využívání jaderné energie. K dalšímu rozvoji jádra směřují stále silněji významné evropské země jako Francie a Velká Británie. Svědčí o tom právě hlasy předních politiků z obou zemí.**

Francouzský ministr financí Jean-François Copé se vyjádřil pro deník Wall Street Journal, že rozvoj jaderné energie přinesl jejich zemi řadu výhod. Zdůraznil, že největším přínosem jádra je jeho bezpečnost, stálé ceny nabízené energie a nezávislost na dodávkách energie z ciziny, kterou Francie tímto získala. Jaderná energie nyní tvoří 78 % veškeré energetické produkce v této zemi.

Podporu jaderné energii vyjádřil také anglický premiér Tony Blair, který na tiskové konferenci 11. října řekl, že členové skupiny G8 by měli vzájemně spolupracovat na dalším zdokonalování technologií, které jim umožní přizpůsobit se rostoucím energetickým požadavkům. Podle jeho slov by to znamenalo zaměřit se na všechny dosažitelné prostředky, mezi které patří jaderná energie. „Diskuze kolem jaderné energie by měly být vedeny bez předsudků, téma jaderné politiky se začíná dostávat stále více do popředí v politice nejen u nás, ale také v dalších zemích,“ vyzdvihl význam jádra ve Velké Británii Tony Blair. Celých 19 % vyrobené elektrické energie zde připadá právě na jadernou energii.

Alternativní energie, kam jádro také patří, začíná být sice populárnější, stále však nemá jednoduchou pozici. K tomu, aby mohla energie z alternativních zdrojů bez jaderné energie pokrýt významnější část celkové energetické produkce ve Velké Británii, musely by státní dotace do roku 2010 přesáhnout částku 6,5 miliardy liber. I kdyby bylo možné tohoto cíle dosáhnout, produkci emisí by se tak podařilo snížit pouze o 2 %. Britská vláda musí nyní urychleně přehodnotit stávající energetickou politiku a do konce roku 2006 vypracovat plán, jak pokrýt vysoké energetické nároky a přitom splnit zpřísnující se ekologická kritéria. Podle Blaira by vládní rozhodnutí mělo počítat s větším budoucím využitím jaderné energie, čímž otevřel možnost, že by nové plány britské energetiky zahrnovaly také výstavbu nových jaderných elektráren. Vážnost energetické situace ve Velké Británii ještě potvrzuje skutečnost, že řada stávajících jaderných elektráren je zastaralá a měla by být v provozu do roku 2015.

Další člen britské vlády, stínový ministr energetiky Bernard Jenkin, nedávno veřejně prohlásil, že by vláda konečně měla přestat „demonizovat“ jadernou energetiku, a přijmout sku-

tečnost, že hraje důležitou roli v zajištění bezpečné energie. Zároveň jako člen Konzervativní strany kritizoval Blaira za to, že konečné rozhodnutí o tom, kam bude britská ekonomika směřovat, chce vláda provést do konce roku 2006. Časovou prodlevu využila vláda podle něho k tomu, aby se vyhnula případným protestům, které by mohlo rozhodnutí o podpoře jaderné energie vyvolat. Dále je podle něho nutné pochopit veřejné obavy z jaderné energie a přesvědčit občany o jejích přednostech, nebo vyvrátit pochyby tam, kde jsou neopodstatněné.

### JADERNÝ COMEBACK V NĚMECKU?

---

listopad 2005

**Vítězství pravicové koalice CDU-CSU v německých volbách znovu otevírá citlivou otázku využívání jaderné energie. Křesťanští demokraté avizovali již dlouho před volbami, že v případě úspěchu budou tlačit na změnu zákona příkazujícího uzavření jaderných elektráren do 15 let. Nucená spolupráce s SPD ale může návrat jádra na scénu německé energetiky zpomalit.**

Bývalý středo-levicový kabinet Gerharda Schrödera prosadil na nátlak menšího koaličního partnera Strany zelených zákon, podle něhož musí všech 17 jaderných elektráren ukončit provoz do roku 2020. Jaderná energie přitom tvoří asi 30 % německé elektrické energie, tedy druhou největší část po uhlí (50 %). CDU v čele s novou kancléřkou Angelou Merkelovou, která v letech 1994 až 1998 vykonávala funkci ministryně pro životní prostředí, považuje zákon za málo flexibilní a ráda by jej přepracovala.

Ve světle německých závazků z Kjótského protokolu dává Křesťanským demokratům za pravdu řada institucí. Specialistka na energetiku z Německého institutu pro ekonomický výzkum DIW Berlin Claudia Kemfertová považuje za společensky přijatelné prodloužit fungování jaderných elektráren, pokud splní přísné bezpečnostní kritéria: „*Nemluvíme přece o nových elektrárnách. Delší životnost nám ale pomůže překlenout časový příkop, než plně nastoupí nové technologie, například čisté uhelné elektrárny.*“ Také Federace německého průmyslu BDI by ráda odstoupení od jaderné energie posunula alespoň o dalších deset let.

Nová vláda ale bude mít ztíženou pozici pro vyjednávání. Po těsném vítězství „obětovala“ CDU kvůli kancléřství osm ministerstev druhé SPD, mezi nimi i resort životního prostředí. Pravděpodobný budoucí ministr Sigma Gabriel se zatím k otázce oživení jaderné energetiky staví velmi rezervovaně. A to i přesto, že rostoucí cena zemního plynu nutí většinu populace přemýšlet o tom, zda je vhodné opustit jadernou možnost. V Německu se cena elektřiny zvedla za poslední tři roky o 38 % a další zdražování je pravděpodobné. CDU ještě před volbami oznámila, že začne snižovat vládní podporu obnovitelných zdrojů, která deformuje trh s elektřinou. Národní obchodní komora DIHK dokonce apeluje na politiky, aby přehodnotili vedoucí úlohu Německa v implementaci kjótských závazků. Podle komory povede rigorózní snižování emisí CO<sub>2</sub> spojené s rostoucími cenami elektřiny ke konkurenčnímu znevýhodnění německých podniků. Energeticky náročná výroba, například hliníkárný a chemický průmysl, už se začala přesouvat do zahraničí.

Do roku 2020 bude v Německu potřeba asi 20 000 MWe jako náhrada za dosluhující uhelné elektrárny. Pokud by jaderné elektrárny byly opravdu odstaveny, požadavek se zdvojnásobí. V každém případě ale bude nutné dokončit průzkumy v solném dole Gorleben, o němž se uvažuje jako o budoucím možném úložišti radioaktivních odpadů. Krajská vláda Dolního Saska, v jehož katastru důl leží, je myšlenka nakloněna.

#### **Německý energetický mix:**

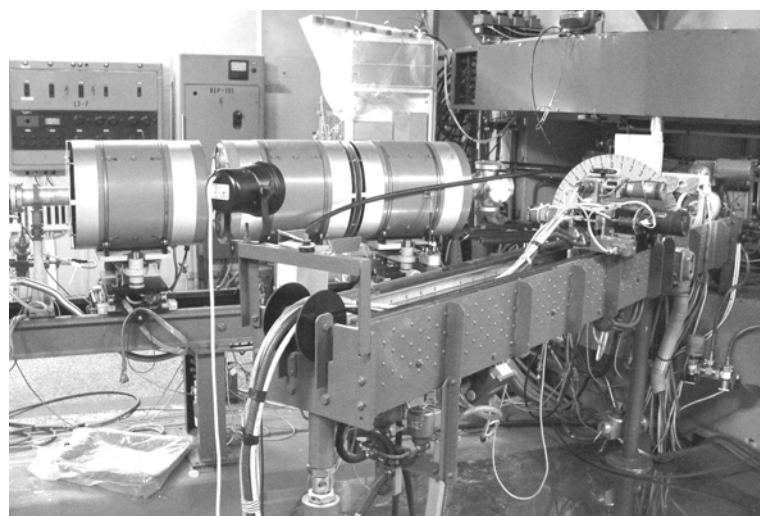
Uhlí (černé, hnědé): 50,2 %; jádro: 30,1 %; obnovitelné zdroje: 10 %; zemní plyn: 8,5 %

Více jak 250 návštěvníků z řad studentů a další veřejnosti během dvou dnů využilo příležitosti k prohlídce Ústavu jaderného výzkumu, a.s. a Ústavu jaderné fyziky Akademie věd ČR v Řeži. Největší zájem patřil dvěma výzkumným jaderným reaktorům, cyklotronu a van de Graafovu urychlovači. Dny otevřených dveří byly uspořádány v rámci Týdne vědy, který právě skončil.

*„Lidé se nejvíce bojí toho, co neznají a nevidí. Ve dnech otevřených dveří si mohou všichni, kdo mají zájem, prohlédnout naše výzkumná zařízení a seznámit se tak s experimenty v jaderné fyzice, s jadernou energií, s technologií výroby a také s jejím dalším využitím. Jaderná energie v naší zemi zastupuje 40 % celkové vyráběné energie a představuje téměř jedinou reálnou možnost do budoucna,“*

vysvětlil význam pořádaných exkurzí ve výzkumném komplexu v Řeži vědecký tajemník Ústavu jaderné fyziky AV ČR, Jaroslav Dittrich.

Ústav jaderné fyziky AV ČR má v současné době šest vědeckých oddělení a oddělení urychlovačů. První vědecké oddělení se zabývá teoretickou fyzikou, mimo jiné výpočty struktury hyperjader. Druhým je oddělení jaderné spektroskopie, jehož hlavním programem je výzkum srážek těžkých jader na velkých urychlovačích, elektronová spektroskopie a jaderné analytické metody. Další oblastí je neutronová fyzika, zde se studuje difrakce neutronů na pevných látkách. Dosažené výsledky nacházejí praktické využití v materiálovém výzkumu, například pro zjištění pevnosti materiálu kloubních náhrad. Oddělení využívá ke svým pokusům výzkumný jaderný reaktor LVR-15, který spravuje Ústav jaderného výzkumu Řež, a.s.



**Cyklotron Ústavu jaderné fyziky v Řeži**



**Letecký snímek Ústavu jaderného výzkumu v Řeži**

Tento reaktor patří vedle dalšího podobného v Budapešti k unikátním evropským zařízením. Skupina složená z pracovníků obou ústavů zde pracuje na medicínské akreditaci převratné metody léčby nádorů pomocí tzv. neutronové záchytové terapie. Další vědecká oddělení Ústavu jaderné fyziky AV ČR se věnují jaderným reakcím a problematice dozimetrie ionizujícího záření.

Poslední oblast výzkumu je zaměřena na vývoj a samotnou výrobu radiofarmak pomocí cyklotronu, který je největším za-

řízením zdejšího ústavu. Radiofarmaka představují skupinu speciálních léků na bázi radioaktivních chemických sloučenin, které nachází uplatnění při léčbě nádorových onemocnění. Výzkum na urychlovači by mohl přinést značný přínos také v oblasti nakládání s radioaktivním odpadem. Řízenými transmutacemi by mohly radioaktivní látky s dlouhou dobou rozpadu přejít na izotopy s kratší dobou. Jaderná fúze možná pomůže v blízké budoucnosti částečně vyřešit problém radioaktivity a všech potenciálních rizik, které s sebou nese jaderný materiál používaný dnes jako palivo v jaderných elektrárnách.

Vědečtí pracovníci se významně podílejí na výzkumných projektech společně s vědeckými týmy z více než 100 institucí po celém světě, například ve Spojených státech amerických, v Německu apod. Probíhá také spolupráce se švýcarským CERNem, což je evropská organizace pro jaderný výzkum, největší světové fyzikální centrum, jehož členem je Česká republika. Významný je také mezinárodní projekt KATRIN v Karlsruhe, jehož cílem je zjistit s dosud nedosaženou přesností hmotnost neutrina.

Ústav jaderného výzkumu Řež a.s. spolu s Ústavem jaderné fyziky AV ČR patří k nejvýznamnějším organizacím, které výzkumem a technickým vybavením přispívají k rozvoji využití jádra jako zdroje čisté a dostupné energie.

### JADERNÁ ENERGIE V MAĎARSKU JDE KUPŘEDU

---

listopad 2005

**Maďarští zákonodárci podpořili návrh na výstavbu státního skladu pro nízko a středně radioaktivní odpad. Zároveň bylo odsouhlaseno prodloužení provozní licence jaderné elektrárny Paks.**

Při listopadovém zasedání parlamentu se poslanci usnesli v poměru 339 hlasů ku 4 na zahájení přípravných prací na vybudování skladu pro nízko a středně radioaktivní odpad v obci Bataapati, která leží asi 60 km od hranic s Chorvatskem. Jedná se o odpad, který vzniká v nemocnicích, při výzkumech nebo výuce. Plánovaný sklad by měl nahradit nedostatečné kapacity stávajícího zařízení v Püspökszilágy.

Ohledně výstavby nového úložiště proběhlo v letošním červnu v obci Bataapati veřejné referendum. Kladně se vyjádřilo 91 % místních obyvatel. Veřejnému hlasování předcházela důkladná geologická průzkum, který provedla Maďarská geologická inspekce. Kapacita úložiště se předpokládá okolo 40 000 m<sup>3</sup> odpadu. Náklady byly dosud vyčísleny v hodnotě 100 milionů eur. Plány počítají se zahájením provozu skladu již v roce 2008.

Maďarsko dosud nemá trvalé úložiště použitého paliva a vysoce radioaktivního odpadu. Od roku 1994 je v platnosti smlouva s Ruskem o tom, že se o tento odpad postará ruská strana, ale zároveň bude pro Maďarsko dodávat nové palivo. V Jaderné elektrárně Paks byl koncem roku 2004 zahájen provoz meziskladu použitého paliva, které zde může být uloženo po dobu 50 let.

Další z kroků maďarské vlády k zajištění trvalého zdroje spolehlivé energie do budoucna je také podpora výroby jaderné energie. Byla prodloužena funkční doba jaderné elektrárny Paks, která tak bude v provozu do roku 2037. Tato jediná maďarská jaderná elektrárna, s výkonem 1 760 MWe ze čtyř reaktorů typu VVER 440, dodává 40 % z celkové domácí energetické produkce.

Maďarsko patří mezi země s významným zastoupením jaderného průmyslu. Z tohoto důvodu spolupracuje vláda a Maďarský úřad pro jadernou energii s řadou mezinárodních organizací na zajištění bezpečné produkce elektřiny a nakládání s jaderným odpadem. Právě jaderná problematika patřila k hlavním bodům jednání mezi představiteli vlády a generálním ředitelem IAEA, El Baradejem, při jeho říjnové návštěvě v Budapešti. Maďarsko při této příležitosti vyjádřilo činnosti IAEA svoji podporu a zavázalo se i nadále využívat jádro ve smyslu zvyšování celosvětové jaderné bezpečnosti.

## ČÍM NAKRMIT ČÍNSKÉHO DRAKA?

---

prosinec 2005

**Čína se za posledních patnáct let změnila z výrobce hraček a levného oblečení ve světovou ekonomickou supervelmoc. Aby se dobře rozjetý stroj nezaseknul, musí Čína masivně investovat do energetického sektoru. V současnosti nemá v Číně až 100 miliónů lidí k dispozici elektřinu.**

Měsíc a půl před koncem roku kohouta oznámila Čína zásadní revizi svého hrubého domácího produktu. Téměř dvacetiprocentní odhadovaný nárůst zemi katapultuje ze sedmého na čtvrté místo největší ekonomiky světa, před Velkou Británií a Francií. Čína letos sklízela úspěchy i na dalších frontách: například poslala do vesmíru první kosmonauty a podruhé za sebou vystřídala USA na první příčce světového exportéra informačních a telekomunikačních technologií.

Dravý ekonomický rozvoj ale klade vysoké nároky na energetiku – poptávka po elektřině roste v průměru o 15 % ročně. Pokud si chce Čína současné tempo růstu udržet, bude muset každých deset let zdvojnásobit výrobní zdroje elektřiny. Kromě tradičních fosilních paliv, jako je uhlí a ropa, se proto Čína aktivně angažuje ve výzkumu, vývoji a výstavbě jaderných elektráren a obnovitelných zdrojů energie, především vodních a větrných. Následující přehled shrnuje, jaké energetické překážky čekají čínského draka v blízké budoucnosti.

### **Uhlí a ropa**

Nejdůležitějším primárním zdrojem je v Číně uhlí: vyrábí se z něj téměř tři čtvrtiny energie. Čína je zároveň největším světovým producentem i spotřebitelem uhlí, 40 % železniční kapacity v zemi je používáno pouze na přepravu miliardy tun uhlí ročně. Čínský důlní průmysl také drží smutný rekord v počtu úmrtí horníků: v roce 2004 jich v práci zemřelo na 6 000! Hlavním důvodem jsou výbuchy metanu. Důl Sihe v severní Číně jako první začal metan, agresivní skleníkový plyn uvolněný dolováním, zachytávat a využívat v nedaleké plynové elektrárně. Peníze na projekt, který má kromě zvýšení bezpečnosti horníků také snížit znečištění ovzduší, poskytla formou půjčky Světová banka.

Dalším důležitým zdrojem energie je ropa. Po USA a Japonsku zaujímá Čína třetí místo v její spotřebě – přestože je významným světovým nalezištěm, musí již dnes až třetinu ropy dovážet. Ropa je důležitá nejen pro průmysl. V čínských metropolích již tradiční kola zcela vytlačily automobily a počet aut neustále roste, ročně téměř o pětinu. Ekonomové se obávají, že další nárůst poptávky po ropě ze strany Číny by mohl cenu suroviny neúměrně zvyšovat.

### **Jaderná energie**

Přestože celkový podíl jaderné energie je pouze kolem dvou procent, patří Čína společně s Indií mezi asijské jaderné draky – od roku 2002 vybuďovala šest jaderných elektráren a v příštích 15 letech jich plánuje postavit pětikrát tolik. Do roku 2050 chce mít na 150 reaktorů (pro srovnání, dnes mají nejvíce reaktorů – 103 – Spojené státy). Výstavba jaderných zařízení se uskutečňuje ve dvou rovinách. Na straně jedné, aby uspokojila naléhavou poptávku po energii, importovala nejdříve Čína komerční reaktory z Ruska, Francie a Kanady, proto se na jejím území nachází několik různých technologických typů. Rozšiřování současných zařízení bude tyto typy samozřejmě respektovat, elektrárny budované na „zelené louce“ by ale již měly být jednoho druhu. Takový záměr je samozřejmě atraktivní pro zahraniční investory – budovat několik reaktorů stejného typu je levnější. Na straně druhé investuje Čína do výzkumu a vývoje vlastní jaderné technologie, založené na německém principu vysokoteplotního oblázkového reaktoru chlazeného heliem (HTR). V roce 2003 byl do sítě zapojen prototyp s výkonem 10 MW, první běžný 200MW reaktor by se měl začít stavět v roce 2007. Výhodou těchto menších reaktorů je jejich stavební modul – mohou se snadno připojovat další zdroje, podle toho, jak roste spotřeba energie v lokalitě.

### Obnovitelné zdroje

V současnosti se 18 % energie vyrobí z vodních zdrojů. Dvě právě budované přehrady (Tři soutěsky a Žlutá řeka) by měly podíl ještě o něco zvýšit. Obě veledíla se setkala s odporem ekologů, politických aktivistů a archeologů – kvůli Třem soutěskám bylo přesídleno více než milion lidí a voda zaplaví vzácná archeologická naleziště. Vláda ale kromě splavnosti a zamezení pravidelných záplav vypichuje především výrobu elektřiny ve vodních elektrárnách (bez emisí). Rostoucí znečištění (16 z 20 nejvíce znečištěných měst na světě je v Číně) vedlo také koncem letošního února čínské představitelky ke schválení zákona o obnovitelných zdrojích. Čína má vhodné podmínky pro výstavbu větrných elektráren, a to na pobřeží i ve vnitrozemí. Experti odhadují potenciální využití výkonu větru 500–1000 GW, výstavba větrných parků je ale zatím pomalá. Od nového zákona odborníci očekávají významný nárůst energie z větrných elektráren.

### V JAPONSKU VEDE JÁDRO

---

prosinec 2005

**Minulý týden Japonsko uskutečnilo tři další kroky v podpoře jaderné energetiky. Do komerčního provozu byl uveden v pořadí čtvrtý a co do výkonu největší reaktor společnosti Tohoku a zároveň byl po důkladných opravách spuštěn 3. blok elektrárny Mihama. Začala výstavba skladu použitého paliva.**

Japonská energetická společnost Tohoku minulý týden spustila první blok své jaderné elektrárny Higoshidori na jihovýchodě ostrova Honšú. Stavba elektrárny Higoshidori začala v roce 1998. Po zkušebním provozu a závěrečných testech byl tento varný reaktor o výkonu 1 100 MW spuštěn. Jedná se o vůbec první reaktor, který byl od ledna letošního roku uveden v Japonsku do komerčního provozu. Konstrukce byla navržena tak, aby budova elektrárny byla dostatečně odolná vůči zemětřesení, s kterým je třeba v Japonsku počítat. Především byly vyztuženy speciálními ocelovými rámy budovy, kde se nachází reaktor a turbíny.

V oblasti Aomori, kde leží elektrárna, byla v listopadu zahájena výstavba zařízení k ukládání vysoce radioaktivních látek. Jedná se o mezisklad použitého paliva z japonských jaderných elektráren. Funkční bude od roku 2010 a jeho kapacita se odhaduje až na 5 tisíc tun. Do roku 2050 by mělo být postaveno trvalé úložiště jaderného paliva, dosud však není potvrzena jeho lokalita.

Japonská vláda nedávno podpořila návrh na opětovné spuštění 3. reaktoru jaderné elektrárny Mihama, která leží v regionu Fukui na západním pobřeží ostrova Honšú. Elektrárna disponuje třemi reaktory o celkovém výkonu 1 570 MW. Agentura pro bezpečnost jaderného průmyslu odsouhlasila pokračování činnosti 3. reaktoru o výkonu 780 MW. Blok byl odstaven v roce 2004 v důsledku nehody způsobené protržením trubky v sekundárním nejaderném okruhu. Vlastník jaderné elektrárny, společnost Kansai Electric, zavedla přísnější bezpečnostní opatření a zdvojnásobila svoje investice na údržbu a řízení sekundárního systému ve všech svých elektrárnách.

Japonsko má omezené zásoby nerostného bohatství a proto dováží 80 % energie. Největší podíl z celkové energetické spotřeby zaujímá ropa (49,4 %); v porovnání s ostatními zeměmi vykazuje Japonsko nejvyšší objem dovezené ropy hned po USA.

Na pokrytí energetických nároků se dále podílí uhlí (19,1 %), zemní plyn (13,1 %), jaderná energie (12,6 %) a energie z dalších zdrojů pak tvoří 5,8 %. Vláda podporuje rozvoj jaderné energetiky, neboť v ní vidí řešení, jak účinně snížit množství skleníkových plynů. Podle svého dlouhodobého energetického plánu chce Japonsko do roku 2011 zvýšit podíl elektřiny z jádra na 30 %. Tohoto cíle chce dosáhnout výstavbou dalších elektráren o celkovém výkonu 17,5 GW. V souvislosti s nedostatkem vlastních přírodních zdrojů prosazuje japonská vláda získávání uranu a plutonia přepracováním z vyhořelého paliva. V budoucnosti počítá Japonsko s využitím speciálního paliva MOX, které vzniká přepracováním již použitého jaderného paliva. Japonsko provozuje nyní 56 jaderných reaktorů a je třetím největším producentem energie z jaderných elektráren na světě vedle Francie a USA.



**Přehled japonských jaderných elektráren:**

Název:	Výkon:	Typ reaktorů:	Provozovatel:
Fugen	4 268 MW	kombinovaný reaktor (HWLWR)	Power Reactor&Nuclear Co.
Fukushima Daiichi	4 546 MW	varný reaktor (BWR)	Tokyo Electric Power Co.
Fukushima Daini	4 268 MW	varný reaktor (BWR)	Tokyo Electric Power Co.
Genkai	3 312 MW	tlakovodní reaktor (PWR)	Kyushu Electric Power Co.
Hamaoka	3 469 MW	varný reaktor (BWR)	Cubu Electric Power Co.
Higashidori	1 100 MW	varný reaktor (BWR)	Tohoku Electric Power Co.
Ikata	1 922 MW	tlakovodní reaktor (PWR)	Shikoku Electric Power Co.
Kashiwazaki	7 965 MW	varný reaktor (BWR)	Tokyo Electric Power Co.
Mihama	1 570 MW	tlakovodní reaktor (PWR)	Kansai Electric Power Co.
Monju	280 MW	rychlý reaktor (LMFBR)	PowerReactor&Nuclear Co.
Ohi	4 494 MW	tlakovodní reaktor (PWR)	Kansai Electric Power Co.
Onagawa	1 293 MW	varný reaktor (BWR)	Tohoku Electric Power Co.
Sendai	1 692 MW	tlakovodní reaktor (PWR)	Kyushu Electric Power Co.
Shika	513 MW	varný reaktor (BWR)	Hokuriku Elect. Power Co.
Shimane	4 780 MW	varný reaktor (BWR)	Chogoku Elect. Power Co.
Takahama	3 220 MW	tlakovodní reaktor (PWR)	Kansai Electric Power Co.
Tokai	159 MW	varný reaktor (BWR)	Japan Atomic Power Co.
	1 056 MW	chlazený plynem (GCR)	
Tomari	1 100 MW	tlakovodní reaktor (PWR)	Hokkaido Elect. Power Co.
Tsuruga	341 MW	varný reaktor (BWR)	Japan Atomic Power Co.
	1 115 MW	tlakovodní reaktor (PWR)	

**JADERNÉ ELEKTRÁRNY SE BUDOU STAVĚT PO CELÉM SVĚTĚ**

prosinec 2005

**Podle Světové nukleární asociace (WNA) by se mělo postavit do roku 2030 až 400 nových jaderných reaktorů. Celosvětově se tak zvýší podíl jaderné energie na pokrytí energetických potřeb ze současných 9 % na 16 %. Výzkum veřejného mínění, zveřejněný minulý týden Mezinárodní agenturou pro jadernou energii (IAEA), potvrzuje, že lidé podporují prodloužení doby životnosti jaderných elektráren.**

Společnost GlobeScan Incorporated v rámci zadaného výzkumu pro WNA oslovila celkem přes 18 000 respondentů z 18 zemí světa, jako například Japonsko, USA, Francie, Německo nebo Velká Británie. Bylo zjištěno, že celkem 28 % dotázaných považuje jadernou energii za bezpečnou a podporuje výstavbu dalších jaderných zařízení, zatímco dalších 34 % lidí si přeje, aby se nové elektrárny nestavěly, ale zároveň souhlasí s pokračováním činnosti stávajících zařízení. Celkově lze říci, že pro podporu již existujících jaderných zařízení se vyslovilo 62 % osob. Nejvíce příznivců jaderné energie má v současnosti Jižní Korea, a to 86 %, z čehož 52 % se vyjádřilo pro stavbu nových elektráren a 34 % obyvatel bylo pro využití stávajících zařízení. V USA podporuje jádro 69 % dotázaných, z nichž 29 % se domnívá, že by měla být prodloužena činnost již fungujících elektráren. Pro 40 % Američanů je jaderná energie bezpečná a uvítali by možnost výstavby dalších jaderných zařízení.

Dotazovaným byla také položena otázka, zda by se měla jaderná energie více využívat, neboť nepřispívá ke zvyšování globálního oteplení. Kladně se vyjádřilo 38 % osob, opačný názor zastávalo 47 % lidí. Neméně zajímavé výsledky přinesla otázka, v jaké oblasti by se jaderná energie měla více využívat: 39 % respondentů zdůraznilo medicínské použití jádra; na dalším místě s 26 % byla výroba elektřiny z tohoto zdroje.

Řada zemí volí jadernou energii jako relativně levný zdroj elektřiny – uvádí zpráva „Nová ekonomika jaderné energie“, kterou vypracovali nezávislí experti pro Světovou nukleární asociaci (WNA). Celkový výkon jaderných zařízení se podle odhadů zvýší o 150 GW.

Rozvoj jaderné energetiky podporuje řada faktorů, především pak levnější provoz novodobých jaderných zařízení. Podle studie budou náklady i v budoucnu stále klesat, neboť se používají standardizované typy reaktorů, zkracuje se doba výstavby elektráren a zvyšuje se výrobní kapacita i životnost jaderného zařízení. „*Jaderná energie je stále více využívána, protože s sebou přináší celou řadu výhod oproti fosilním palivům. Při výrobě této energie nevznikají téměř žádné skleníkové plyny, a proto nezatěžuje tolik životní prostředí; navíc představuje cenově stabilní zdroj energie,*“ vysvětlil současnou situaci generální ředitel Světové nukleární asociace John Ritch.

---

### RUSKO UVEDE DO PROVOZU NEJMODERNĚJŠÍ RYCHLÝ REAKTOR

---

leden 2006

**Nový jaderný reaktor „pokročilý“ generace s označením BN-800 bude do roku 2010 uveden do komerčního provozu v ruské elektrárně Bělojarsk. Prohlásil to Sergej Kirijenko, ředitel státní agentury pro jadernou energii ROSATOM. Podle vyjádření ruského prezidenta, Vladimíra Putina, stojí Rusko na prahu nové doby, kdy musí dojít k výraznému zrychlení vývoje jaderné energetiky.**

Reaktor BN-800 má nahradit svého předchůdce, reaktor BN-600, který je dosud největším rychlým reaktorem na světě sloužícím ke komerčním účelům. BN-600 s výkonem 560 MWe dodává ročně do sítě okolo 4 000 milionů MWh. Vyšším výkonem (1 200 MWe) disponoval pouze francouzský reaktor Superphenix, který byl v roce 1999 odstaven.

Projekt rychlého reaktoru BN-800 začal již v roce 1985. Od možnosti průmyslového využití ho doposud dělila velká překážka – finance. V červnu minulého roku však vyzvali představitelé ruského parlamentu vládu, aby podpořila program výstavby reaktoru BN-800. Sergej Kirijenko uvedl, že vláda chce přidělit 1 miliardu rublů (38 milionů dolarů) ze státního rozpočtu právě na výstavbu rychlého reaktoru BN-800. „Příspěvek“ ruské vlády na dokončení tohoto projektu Kirijenko komentoval slovy: „je to více než dříve, ale méně než je potřeba“. Celkové náklady se totiž podle odhadů mohou vyšplhat až na několiknásobek vládního příspěvku.

Pokročilé typy reaktorů 3. generace a v budoucnu také 4. generace jsou dalším stupněm ve vývoji jaderného průmyslu. Podle usnesení mezinárodního fóra IV. generace (GIF) dojde v rozmezí let 2010–2030 k výraznému zdokonalení šesti typů reaktorů – jedná se o rychlý reaktor chlazený plynem, rychlý reaktor chlazený tekutým sodíkem, rychlý reaktor chlazený tekutým olovem, reaktor chlazený tekutou solí, vysokoteplotní reaktor chlazený vodou a vysokoteplotní reaktor chlazený heliem. Všechny reaktory musí splňovat nejen bezpečnostní nároky, ale také ekonomická hlediska spojená s výstavbou elektrárny i s jejím dalším provozem. GIF představuje sdružení deseti zemí s významným jaderným programem. Rusko do jejich výčtu sice nepatří, přesto spolupracuje s touto organizací především v oblasti výzkumu na reaktorech chlazených tekutým sodíkem, ve které je právě Rusko nejdále. Vedle GIF působí v této oblasti také Mezinárodní projekt novodobých jaderných reaktorů a palivových cyklů (INPRO), který zajišťuje Mezinárodní asociace pro jadernou energii. Cílem INPRO je podpořit bezpečné, udržitelné a ekonomicky dostupné využití jaderných technologií v souvislosti s energetickými nároky 21. století. V současné době má 22 členů včetně Ruska. INPRO uvádí jako případovou studii zdokonalení jaderné technologie právě ruský rychlý reaktor BN-800.

Rychlý množivý reaktor BN-800 patří do kategorie pokročilých reaktorů chlazených sodíkem. Reaktor BN-800 bude disponovat 880 MWe; v porovnání s původním reaktorem BN-600 dojde ke zvýšení výkonu o 320 MWe. BN-800 dále nabízí výrazné vylepšení oproti současnému typu reaktoru BN-600: došlo ke zdokonalení sekundárního jaderného okruhu a používá se

v něm kvalitnější materiál. Výraznou předností reaktoru BN-800 je také možnost použití více druhů paliv. Reaktor bude uzpůsoben „spálit“ za rok až dvě tuny plutonia získaného z vojenských zbraní. Nový ruský reaktor by měl přinést zlepšení také v oblasti finanční návratnosti nákladů. Podle odhadů budou výdaje na jeho výstavbu jen o 15 % vyšší než u konstrukce běžného tlakovodního reaktoru (VVER). Reaktor BN-800 by měl využívat uzavřeného palivového cyklu, který zahrnuje přepracování vyhořelého paliva a opětovné využití takto získaného uranu při přípravě nového paliva. Vysoce radioaktivní odpad, jenž nelze dále zpracovat, se vitrifikuje. Program uzavřeného palivového cyklu tak odpovídá celosvětovým požadavkům na hospodárné využívání přírodních zdrojů uranu.

## V ROCE 2005 PŘIBYLY VE SVĚTĚ NOVÉ REAKTORY

únor 2006

**Podle Světové asociace pro atomovou energii (WNA) je v současné době po celém světě v provozu celkem 443 reaktorů, které disponují výkonem okolo 370 000 MWe. Elektřina vyrobená z jádra zastupuje 16 % průměrné světové produkce a nadále lze počítat s jejím nárůstem.**

Do sítě byly podle WNA v uplynulém roce připojeny 2 nové reaktory – japonský Higashidori (1 067 MWe) a indický Tarapur (490 MWe). Po delší přestávce začal do sítě opět dodávat energii jeden kanadský reaktor (Pickering – 515 MWe). Naopak k uzavření jaderných zařízení došlo ve dvou případech – jednalo se o německý Obrigheim (340 MWe) a švédský Barsebäck (602 MWe). Celkem tak došlo k navýšení instalovaného výkonu v jaderných elektrárnách o 1 130 MWe.

Během minulého roku byla zahájena výstavba nových reaktorů ve Finsku (Olkiluoto – 1 600 MWe) a v Pákistánu (Chasma – 300 MWe). K lednu 2006 tak bylo na celém světě ve výstavbě 24 jaderných bloků, které mají disponovat výkonem téměř 19 000 MWe. Kromě toho v současnosti probíhají konkrétní přípravy k vybudování dalších 41 jaderných bloků po celém světě. Nejvíce jich má být vystavěno v Japonsku (celkem 12 reaktorů, například Kamino-seki – 1 373 MWe, Tsurugi – 1 538 MWe) a v Číně (celkem 9 reaktorů, např. Lingao – 2 000 MWe, Qinshan – 1 300 MWe).

Výhledově se počítá s rozšířením jaderných zařízení o dalších 113 nových reaktorů. Největší podpora výstavby nových jaderných elektráren je zaznamenána v Asii. Konkrétně se plánuje výstavba 48 reaktorů v Jižní Africe a v Indii, 19 reaktorů by měla dále postavit Čína, 13 USA a 8 reaktorů by mělo v budoucnu získat Rusko. Zbýlých 25 bloků je rozděleno například mezi Francii, Indonésii nebo Turecko.

### Přehled změn týkajících se jaderných reaktorů ve světě v roce 2005

Stav	Stát	Reaktor	Typ	Výkon (MWe)
připojen k síti	Japonsko	Higashidori	varný (BWR)	1 067
připojen k síti	Indie	Tarapur	těžkovodní reaktor (PHWR)	490
připojen k síti (opětovné spuštění)	Kanada	Pickering	těžkovodní reaktor (PHWR)	515
komerční provoz	Japonsko	Shika	zdokonalený varný (ABWR)	1 358
komerční provoz	Japonsko	Hamaoka	zdokonalený varný (ABWR)	1 380
komerční provoz	Jižní Korea	Ulchin	tlakovodní (PWR)	960
uzavřen	Německo	Obrigheim	tlakovodní (PWR)	340
uzavřen	Švédsko	Barsebäck	varný (BWR)	602

**S otázkami podobného typu se setkávám ve své praxi poměrně dlouho a nezdá se mi, že by jich ubývalo. Spíše naopak. Rozhodl jsem se proto, že se pokusím čtenáři trochu osvětlit, co že vlastně chemie na jaderné elektrárně pohledává, jakou má roli a v čem je užitečná.**

Na začátek jen malé připomenutí. Jaderné štěpení probíhá v těsných palivových tyčích umístěných v reaktoru. Jejich kovový povrch se ohřívá teplem vznikajícím při štěpení jaderného paliva uvnitř tyčí a své teplo pak předává vodě. Ta potom v tepelném výměníku, zvaném parogenerátor ohřívá zevnitř tisíce trubek, z jejichž vnějšího povrchu přestupuje teplo do vody a přeměňuje ji v páru. Dále je to již v principu stejné jako v každé jiné, tepelné elektrárně. Pára točí turbínou, kondenzuje a z kondenzovaná se vrací zpět do parogenerátoru. Kondenzace páry probíhá v kondenzátoru, který je z druhé strany chlazen chladicí vodou, která se dále chladí například v chladicích věžích. Tolik tedy ve zkratce. Co je tomuto přenosu a přeměně energie společné? Je to použití vody. Voda tady pracuje jako přenašeč energie v primárním okruhu (rusky se voda v primárním okruhu nazývá mile „teplonositel“), v sekundárním okruhu točí turbínou a v chladicích okruzích odvádí odpadní teplo pryč z výroby, tak jak to vyžadují přírodní zákony formulované ve druhé větě termodynamické. Žádná magie.

Voda je zvláštní tekutina. Díky tvaru své molekuly má značně atypické chování. Rozpustí kde co, je to médium, které je nesmírně „životafilní“ a má dobré termodynamické vlastnosti. Z toho plynou pro jadernou elektrárnu jisté výhody a jisté nevýhody.

#### **Výhody:**

Voda je schopna převést značné množství tepla, je levná, není nebezpečná pro životní prostředí. Slouží i jako zpomalovač neutronů, nutných pro štěpení uranu.

#### **Nevýhody:**

Nelze ji použít nad teplotu 374 °C, kdy již neexistuje v kapalně formě. Je korozně agresivní a každé zařízení se v ní rozpouští. Některé velmi málo, některé velmi rychle. Jakmile vzniknou v podmínkách používání vody jen trochu příznivé podmínky pro existenci života, můžeme si být jisti, že se tam život objeví a zkomplikuje nám život náš.

#### **Co tedy chemici na JE dělají? Zabývají se především vodou.**

- Upravují vodu tak, aby její vlastnosti v různých technologických systémech byly v souladu s materiály použitými pro konstrukci zařízení. Zařízení nesmí zreznout dřívě, než doslouží. 40–60 let provozu je ta doba, po kterou by mělo hlavní zařízení sloužit bez velkých oprav! Bez nadsázky se dá říci, že chemický režim pracovních médií výrazně spolurozhoduje o životnosti elektrárny a ve velké míře i o nákladech na její údržbu.
- Chemici řídí složení pracovních roztoků tak, aby jejich úprava a používání neprodukovala mnoho odpadů, zejména radioaktivních odpadů.
- Protože v primárním okruhu voda proudí aktivní zónou, místem, kde probíhá štěpení, místem o extrémní radiaci, a protože voda je vynikajícím rozpouštědlem, může sem transportovat i rozpuštěné mikronečistoty, které se v aktivní zóně mohou přeměnit na některé velmi „nepříjemné“ radionuklidy. Ty pak způsobují známá omezení v přístupu k zařízení, zejména při jeho údržbě. V tomto případě je cílem chemiků zajistit maximální čistotu vody v primárním okruhu a nepřipustit sebemenší znečištění vody dobře se aktivujícími prvky.
- Chemie na jaderné elektrárně má i významnou diagnostickou úlohu. Jak je známo, jsou štěpným, radiotoxickým produktům, vznikajícím při dělení jader uranu, postaveny do cesty bariéry zamezující jejich průniku do životního prostředí. Těmito bariérami jsou zejména pokrytí palivových tablet, primární okruh jako celek a kontejnment. V elektrárně však existuje i mnoho dalších rozhraní, bariér, tepelných výměníků, jejichž absolutní těs-

nost je nutná. Zde je chemie jedinečná v tom, že může odhalit již velmi malé netěsnosti na základě chemických a radiochemických rozborů médií na obou stranách monitorované bariéry. Jednoduše se vybere to, co je na jedné straně hojně a nemůže být na druhé straně bariéry, co je dobře stanovitelné a pak se již „jen“ sleduje, zda-li se tento indikátor objeví tam, kde být nemá. Tato metoda také dovoluje kvantifikaci případného problému. To znamená, že nám umožňuje spočítat, kolik vody by z jednoho okruhu prolínalo do okruhu druhého v případě nějaké netěsnosti.

- Proudí-li kapalně médium zařízením, stává se nosičem informace o stavu tohoto zařízení. Například v sobě nese více či méně korozních zplodin. Měřením koncentrace a složení těchto zplodin hodnotíme průběh koroze zařízení. U velkých elektrických transformátorů se ve složení jejich pracovní náplně objevuje informace o stavu celého zařízení. U točivých strojů mazaných olejem je možno na základě analýzy olejů určit stav třecí plochy a můžeme s velkým předstihem stanovit, zda-li je stroj na cestě k zadření, či nikoliv.
- Chemie má také co do činění s účinností elektrárny. Špatné složení chladicí vody může způsobit zarůstání výměníků tepla různými organizmy. Jsou známé patálie s bakteriemi, řasami, ale i s vyššími organizmy, jako jsou například šneci, kteří ucoupou chladicí okruh a odstaví tak elektrárnu z provozu. Snažíme se o to, aby voda svým základním složením nepodporovala růst organismů. V nouzi přistupujeme k používání různých biocidů, což se nám nelíbí, ale díky někdy nevhodné kvalitě vod v našich řekách nám nezbyvá než v nutných případech přijmout i toto řešení. Pak je naším úkolem omezit tento způsob ošetřování vody na nezbytné minimum.

### **Jaké máme nástroje pro naši práci?**

- Podíváme-li se na technologii jaderné elektrárny podrobněji, zjistíme, že jde v podstatě o jednu velkou úpravnu vody. Vyrábíme demineralizovanou vodu, která se svojí kvalitou blíží chemicky čisté vodě. Tato voda se doplňuje do systémů jaderné elektrárny, ve kterých se dále upravuje dávkováním korekčních chemikálií, případně se dále přečišťuje. Nadbilanční vody se také čistí. Vrací se do technologie, případně se vypouští do řeky jako čistá voda, někdy daleko čistší, než byla když byla ještě vodou říční. Nejhojněji se na jaderné elektrárně používají iontovýmenné technologie, odparky, filtry všeho druhu, biologické čistírny. Co je bezesporu chemickou továrnou, je technologie zpracování radioaktivních odpadů. K chemii vody zde přistupuje i chemie cementu, bitumenu, technologie srážení, odstředování a dokonce mohou být používány i sklářské technologie.
- Zvláštní kapitolou je analytická chemie aplikovaná pro potřeby jaderné elektrárny. Abychom mohli řídit provoz technologií jaderné elektrárny, zajišťovat požadovanou kvalitu výpustí elektrárny do životního prostředí, mít pod kontrolou radiační situaci, korozi a degradaci zařízení, potřebujeme mít k dispozici dokonalou analytickou chemii včetně automatického technologického měření jakosti provozních médií. Je to kapitola sama pro sebe a na dlouhé popisování. Ve zkratce řečeno. Dnešní laboratoř jaderné elektrárny se zabývá zejména analýzou vody, stopovou analýzou, gamaspektrometrickou analýzou atd. Má specifikum v tom, že musí zpracovávat radioaktivní vzorky, vzorky plynů, pevných látek, kapalin včetně ropných produktů. Některé vzorky mají speciální složení, takže nelze použít standardních metod k analýze a musíme si vypracovávat svoje zvláštní postupy. Laboratoř se zabývá i speciálními biologickými rozbory.

V tomto nástroji úlohy chemie na jaderné elektrárně není možno jít do podrobností a jako autor mám problém s tím, co zmínit a co přejít bez komentáře. Proto jsem se rozhodl na závěr uvést pár chemicko-technicko-biologických zajímavostí jen tak, jako pár střípků do mozaiky:

### **Chladicí okruh JE Temelín coby čistírna odpadních vod:**

Každého upoutá pohled na chladicí věže elektrárny. Co se ale děje uvnitř? Věže slouží k chlazení vody z kondenzátorů turbín. Mimoto se tam ale dějí i jiné věci. Chladicí věž je ve spodní části doslova napěchována plastovými výplněmi, které zajišťují rovnoměrné rozdělení proudu vody po průřezu věží. Na površích těchto výplní se po nějaké době provozu vytvoří biologické blána, která začne pracovat jako biologický filtr vody. Ve věži je zahájen proces čištění vody. Odbourávají se organické nečistoty, probíhá likvidace amoniaku. Jde v podstatě o technologii biofiltrace užívané v čistírenství i ve vodárenství. Rozdíl je pouze v tom, že na jaderné elektrárně je tato technologie provozována s jiným hydraulickým a jiným látkovým zatížením. V případě Jaderné elektrárny Temelín to znamená, že vracíme do Vltavy méně organických nečistot, než jsme z ní odebrali.

### **Chladicí okruhy technické vody – producent exotických řas.**

Na Jaderné elektrárně Temelín jsou k dispozici chladicí bazény, chladicí tzv. technickou vodu. Jde v podstatě o umělé otevřené vodní nádrže, obsahující vždy teplou vodu. V těchto nádržích se provádí korekce chemického režimu dávkováním inhibitorů koroze a dalších činidel. Po uvedení elektrárny do provozu se nám však v těchto bazénech objevily v poměrně velkém množství zelené organizmy. Byli jsme nuceni se tímto problémem zabývat a na pomoc jsme si pozvali odborníky z AV ČR z Botanického ústavu v Třeboni. Všichni byli překvapeni. To, co se nám množí v technické vodě, je exotický organismus, teprve nedávno v rybníkách u Paříže objevená řasa. Její zvláštnost spočívá v tom, že obsahuje kapičku oleje, která ji udržuje u hladiny vody, na slunci. Je teorie, která říká, že tento typ řas stál u zrodu ropných ložisek. A tak je tu problém biologicko-technologicko-chemický. Technologii Jaderné elektrárny Temelín tyto planktonní řasy zřejmě nevadí a tak se snažíme odpovědět na otázku, zda-li je řasa trachydiskus naším nepřítelem, kterého je nutno hubit, či je naším spojencem potlačujícím korozi, kterého je třeba hýčkat? Kdo má k tomuto problému na jaderné elektrárně nejbližší? Samozřejmě chemici. A tak se tím zabýváme.

### **Analytická chemie – jak se ve vodě rozpouští nerezové oceli?**

Co se dostane do aktivní zóny reaktoru a co má schopnost se aktivovat na radioaktivní neklid, to se tam aktivuje. Dříve, nebo později. Tak vznikají v primárním okruhu jaderné elektrárny tzv. aktivované korozní produkty, které jsou hlavním problémem radiační ochrany při odstávkách. Jde o aktivované atomy z konstrukčních materiálů primárního okruhu. Ty se dostávají do aktivní zóny tím, že se nerezová ocel po atomech rozpouští a rozpuštěné atomy pak na jiném místě s jinou teplotou vykristalizují. Abychom poznali, jak tento proces běží na Jaderné elektrárně Temelín, musíme být schopni analyzovat tato stopová množství rozpuštěné nerezové oceli. Stanovujeme tedy nanogramy Ni, Cr a dalších kovů v primární vodě. Ano, všechno je ve vodě rozpustné, i austenitická ocel.

### **Kouzlo titanu.**

Toto by byl příběh téměř historický. Tady chemie velmi efektivně a úspěšně zasáhla do projektu jaderné elektrárny. Po dlouhých debatách ve fázi projektu Jaderné elektrárny Temelín se nakonec udělalo moudré rozhodnutí a kondenzátory turbín se na Jaderné elektrárně Temelín vybavily titanovými trubkami. Tato materiálová změna má dalekosáhlé důsledky. Jako kouzlem bylo najednou možno úplně změnit koncepci chemického režimu sekundárního okruhu. Umožnilo to zvýšit alkalitu vody sekundárního okruhu tak, že do té doby strašák, erozní koroze okruhu, zcela zmizel. Čistota vody okruhu se řádově zlepšila, životnost konstrukcí parovodů se nyní odhaduje na stovky let a parogenerátory jsou nyní čisté jak pračka v reklamě na calgon.

Občas své kolegy elektrikáře, strojaře a další profese dráždím konstatováním, že jaderná elektrárna je chemická továrna. I když to na první pohled zní divně, myslím, že nebudu daleko od pravdy.

GLOBALNÍ JADERNÉ PARTNERSTVÍ POD TAKTOVKOU AMERIKY

---

únor 2006

**Vláda prezidenta George Bushe představila plán na vytvoření globálního jaderného partnerství (GNEP). Významným spojencem v jeho realizaci by mělo být Rusko. Bývalí protivníci ve studenovělečném jaderném zbrojení chtějí nyní vzájemnou spoluprací zajistit, aby se v nestabilních zemích jaderné elektrárny nestaly zástěrkou pro výrobu nebezpečných zbraní.**

S nápadem na globální jaderné partnerství přišly Spojené státy již před dvěma lety, když se objevily první obavy z iránského programu na obohacování uranu. Mezinárodní agentura pro atomovou energii (MAAE) projekt uvítala. Podle plánu se Amerika a Rusko stanou hlavními dodavateli reaktorového paliva ostatním zemím a zároveň odběrateli použitého paliva. Tímto způsobem by se například dalo předejít nutnosti obohatit uran před použitím v elektrárnách, čímž argumentuje Írán. Odebráním použitého paliva by zase obě jaderné mocnosti zabránily tomu, aby se bez dozoru přepracovalo na nebezpečné plutonium. Země, které chtějí využívat bezemisní jadernou energii místo spalování fosilních paliv, by si palivo do reaktorů vlastně pronajímaly, čímž by jim odpadly značné investice do palivového cyklu. Amerika a Rusko tedy počítají, že jejich nabídka bude pro ostatní země finančně zajímavá. Do iniciativy chtějí postupně pozvat i Velkou Británii, Francii, Japonsko a Čínu.

Pro Spojené Státy znamená program GNEP jadernou renezanci. Použité palivo z cizích reaktorů chtějí Američané přepracovat a zbytek uložit – bude tedy potřeba postavit přepracovací závody, podpořit výstavbu nových jaderných elektráren s tzv. rychlými reaktory schopnými využívat přepracované palivo a učinit zásadní rozhodnutí ohledně skladování nezpracovatelných zbytků. Zvláště poslední bod bude pro Bushovu administrativu těžké obhájit, neboť současné zákony nedovolují ukládat cizí jaderný odpad na americké půdě. Spojené státy opustily od přepracování použitého paliva v 70. letech, protože během procesu získané plutonium se dalo využít k výrobě jaderné bomby a navíc se v té době jevilo jako neekonomické. Technologický pokrok, rostoucí světová poptávka po energii (podle některých odhadů vzroste do roku 2050 o polovinu) a hrozba globálního oteplování ale posouvají metodu přepracování zpět do centra pozornosti. Ve Francii, Japonsku a Rusku se již běžně používá.

Projekt globálního jaderného partnerství získá na rozjezd 250 miliónů USD z federálního rozpočtu na rok 2007. Kromě scénáře na nový způsob zacházení s palivem obsahuje i vizi dodávek malých licencovaných reaktorů do rozvojových zemí. Tyto miniaturní reaktory mají generovat něco mezi 5–10 % energie klasických elektráren a budou prý dodávány na klíč. Po skončení životnosti se nebudou doplňovat novým palivem, ale celé se opět vrátí do Spojených států. Velké naděje jsou v tomto případě vkládány do výzkumu PBR reaktorů v Jižní Africe a Číně. Část peněz by také měla jít na výzkum snižování radioaktivity konečných odpadů k uložení. Kritici plánu GNEP ale poukazují na obrovské finanční požadavky jeho realizace a na dlouhou návratnost investic.

KONFERENCE JADERNÝCH KOMUNIKÁTORŮ PIME 2006 (VÍDEŇ, 12.–16. 2. 2006)

---

únor 2006

**Konference se zúčastnilo více než 170 expertů na jadernou komunikaci z celého světa. Téměř celý svět se obrací pozitivněji k jaderné energetice. Rozhodujícími argumenty je zajištění dostatku elektřiny a nebezpečí klimatických změn. V poslední době však vyvstává jeden nový problém, a to nebezpečí šíření jaderných zbraní. V komunikaci je potřeba zdůrazňovat, že z použitého paliva normálního komerčního energetického reaktoru nelze jadernou zbraň vyrobit. Plná znění prezentací naleznete na [www.pime2006.org](http://www.pime2006.org).**

**Dr. Fatih Birol**, ředitel divize ekonomických analýz Mezinárodní energetické agentury IAEA vystoupil s obsáhlým **rozborem energetické situace světa**. Varoval před následky, pokud svět nezmění energetickou politiku. IAEA udělalo prognózu vývoje při současné politice: velké zvýšení spotřeby uhlí, prudké zvyšování spotřeby plynu, dominantní postavení ropy, stagnace jádra, jen lehké a nevýznamné zvýšení obnovitelných zdrojů. Toto ovšem vůbec není tzv. trvale udržitelný rozvoj! „IAEA věří, že existuje obrovský potenciál pro rozvoj jaderné energetiky ve světě,“ řekl pan Birol. Pokud se nezvýší cena ropy, aby se vyplatilo otevřít nová ložiska, dojde ropa Saudské Arábii do 15 let, celosvětově to bude do 40 let. Ropa a plyn jsou umístěny zejména v politicky nestabilních zemích středního východu a Ruska. Strmě roste závislost EU na dovozu plynu. Stále se zvyšuje spotřeba ropy pro dopravu.

**Otázka skleníkových plynů:** Čína bude mít v roce 2030 o 30 % více CO<sub>2</sub> než všechny ostatní země dohromady, přepočteno na obyvatele to však bude stále méně než v zemích OECD! 1,4 miliardy lidí nebude mít ani v roce 2030 přístup k elektřině!

Pro výrobu elektřiny je jedinou alternativou jádro, pro dopravu biopaliva a případně nějaké nové typy paliv (vodík?) a pro domácnosti jsou jedinou cestou úspory.

**Komunikační strategie IAEA:** dodávají fakta a prognózy ministerstvům, přednášejí. Zdůrazňují, že politické rozhodnutí musí přijít ihned. Vítají rozhodnutí USA, které je logické a jediné možné (omezit závislost na ropě, rozvíjet jádro). Těžaři vědí, že ropy bude málo, tak zatím drží ceny nízko, aby vytvořili dojem, že je vše v pořádku a spotřebitelé se jim rychle nepřeorientovali na jiná paliva.

**Černobylské forum** – 80 expertů z 12 zemí světa, 6 mezinárodních organizací a vlády Ruska, Ukrajiny a Běloruska vydalo **zprávu o následcích havárie po 20 letech**. Je v podstatě totožná se zprávou vydanou před 10 lety, ale tentokrát je potvrzená i vládami dotčených zemí. Ty dosud předstíraly horší následky, aby dostávaly finanční podporu.

**Závěry lékařské:** bylo zasaženo cca 5 milionů obyvatel radiačními dávkami srovnatelnými s dávkou přírodního pozadí. 600 000 lidí se zúčastnilo likvidačních prací – ti byli zasaženi nejvíce. Z nich dodnes cca 60 umřelo na následky ozáření. Podle statistik a prognóz by maximálně v budoucnu mohlo z nich na následky ozáření (rakovina) ještě umřít cca 4 000 lidí. Uvážíme-li, že normálně kdekoliv na světě bez jakékoliv souvislosti s radiací umírá cca 25 % populace na spontánně vzniklou rakovinu, pak ony 4 000 představují jen 2–3 % oproti spontánním případům, čili vlastně nebudou ani rozpoznány v rámci přirozených fluktuací onemocnění. To je diametrální rozdíl oproti tomu, co tvrdí odpůrci atomu – že obětí Černobylu jsou statisíce. Není to pravda. Nebyly pozorovány žádné případy genetických efektů, malformací a deformit u nově narozených dětí navíc oproti nezasaženým územím kdekoliv jinde na světě. (Naopak je jich v dotčených územích méně, protože obyvatelstvu se zde po havárii dostalo lepší zdravotní péče. U zvířat a rostlin v přírodě však nějaké malformace pozorovány byly.) Bylo pozorováno zvýšení případů rakoviny štítné žlázy u dětí, která je ale z 99 % úspěšně léčitelná. Umřelo na ni 9 dětí.

**Nejhorší následky Černobylu jsou v rovině psychologické.** Lidé se museli evakuovat, ztratili domovy. Mluví se o nich jako o „obětech“. Jsou málo informováni o skutečných následcích a málo poučení, jak mají žít. Propadají proto beznaději a alkoholismu a jejich životní styl je naprosto špatný. Také zcela zbytečně a bezdůvodně bylo zabito mnoho nenarozených dětí, a to jen kvůli strachu jejich matek (zejména v západních zemích). To jsou asi nejsmutnější oběti Černobylu, protože ve skutečnosti nebyly ohroženy a potraty byly zbytečné.

**Ekonomické následky** – pro dotčené oblasti byly obrovské. Destrukce osídlených komunit, náklady na odstranění následků havárie, uzavření ostatních bloků elektrárny. Další náklady budou vynaloženy na nový kryt nad havarovaný reaktor.

**Životní prostředí** – 30 km uzavřená zóna není doporučena k bydlení, do ostatních oblastí se lidé vracejí, protože radioaktivita již poklesla natolik, že je možné provozovat zemědělství. Uzavřenou zónu osídlila divoká zvířata, která tu dnes nejsou rušena (medvědi, vlci, dravci).



Zajímavé porovnání:	$^{137}\text{Cs}$ (PBq)	Kolektivní dávka (mSv)	Ekonomický dopad	Sociální dopad	Počet přímých úmrtí	Odhad počtu následných úmrtí
Hirošima	0,2	30	velký	velký	200 000	2 000
Spad po testech jaderných zbraní	1 000	5 000	malý	žádný	neznámý	neznámý
Černobyl	85	200	velký	velký	30	4 000

**Závěr:** po 20 letech je lepší zdravotní stav obyvatel a zlepšilo se životní prostředí. Je ale horší sociální stav obyvatel. Jediná pozitivní zpráva: Černobyl pomohl ostatním jaderným elektrárnám být bezpečnějšími.

Další informace na internetu na <http://world-nuclear.org/info/chernobyl/inf07.htm> nebo na <http://www.iaea.org/NewsCenter/Focus/Chernobyl/index.shtml>.

**Bruno Combi** – zakladatel sdružení **Environmentalists for nuclear**, které má 8 000 členů v 50 zemích světa. Přednáší, píše knihy, snaží se vzdělávat veřejnost. Ve své prezentaci zdůraznil růst energetické spotřeby ve světě (v Indii spotřebuje obyvatel 10krát méně energie než Evropan, v Evropě 10krát méně než obyvatel USA!), nebezpečí skleníkového efektu (ve 20. století vzrostla teplota o 1 °C, v 21. se čeká růst o 3–10 °C). I kdybychom okamžitě zastavili vypouštění CO<sub>2</sub>, teplota poroste – proces byl nastartován.

#### Přirovnání použitelná pro komunikaci:

- 6 milionů lidí umře ročně na následky kouření. To jsou stejné následky, jako kdyby se odehrálo 400 černobylských havárií denně!
- 350 000 lidí umře ročně na následky pracovních úrazů – z toho jen 1 byl pracovníkem jaderného průmyslu.
- Při současném trendu za 25 let vzroste spotřeba energie 2krát a vypouštění CO<sub>2</sub> 4krát.
- Náhrada 1 reaktoru EPR větrnými vrtulemi by pro Francii znamenala osázet vrtulemi celé jižní pobřeží Francie a celou Korsiku po pobřeží kolem dokola.
- Při dálkovém letu letadlem obdrží člověk 50násobek radiační dávky, než kdyby zůstal na zemi.
- V Brazílii v lokalitě Guapari je přírodní pozadí cca 40 μSv za hodinu (normálně jinde je to cca 0,3). Lokalita je nabízena turistům jako „léčivé lázně“. Kdyby taková úroveň byla v jaderné elektrárně, nedostala by povolení k provozu!
- Grafické porovnání velikosti WTC v New Yorku, běžné jaderné elektrárny a letadla – odpověď na strach z teroristického útoku na jadernou elektrárnu.
- Stejná velikost rizika: vykouřit 1,4 cigarety, cestovat 6 minut kanoí, cestovat 500 km autem, žít 50 let 10 km od pracujícího reaktoru.
- V EU se produkuje ročně 40 000 m<sup>3</sup> všech radioaktivních odpadů, tj. 90 cm<sup>3</sup> na osobu, tj. 3 cm x 3 cm x 9 cm. Z toho je použitého jaderného paliva jen 1 730 tun, tj. 4 g na osobu. Toxických nejaderných odpadů se produkuje v EU 36 milionů tun na osobu.

**Hledání místa pro úložiště nízko a středně aktivních RAO ve Slovinsku** – vyhlásili, ať se hlásí lokality, které by úložiště přijaly. Slíbili 200 000 eur ročně při průzkumu a 1 milion eur při zahájení. Přihlásilo se 8 lokalit, 2 se ukázaly jako nevhodné, 2 odstoupily pro nátlak obyvatel (starostové se přihlásili bez předchozího vědomí občanů), 1 odstoupila pod nátlakem okolních lokalit. Nyní se testují tři lokality (všechny v blízkosti stávající jaderné elektrárny Krško).

**Studie londýnské King's College o vnímání rizika** – budoucnost jádra v Evropě závisí na vnímání rizik různými skupinami lidí – politiky (zabezpečení dodávky elektřiny, klimatické

změny, ekonomická hlediska), obyvateli (strach z havárie). Názor veřejnosti se do velké míry řídí výsledky výzkumů – přikloní se k většině.

Souhrn doporučení pro komunikaci: soustředit se na komunikaci v jaderných lokalitách, budovat lokální vztahy, budovat důvěru pomocí objektivitu, poctivosti, otevřenosti a kompetentnosti. Mluvit o energetickém mixu. Mluvit o jádře a jeho pozitivěch co nejvíce, nastavit srozumitelný slovník. Vzdělávat mládež. Mluvit i o jiných použitích jádra (medicína atd.), protože v laické veřejnosti existuje jen spojení jádro = zbraně = nebezpečí.

**Debata o budoucnosti jádra ve Velké Británii** – v posledních měsících jsou noviny plné debaty o jaderné energetice. Lidi to zatím nezajímá, vnímají to jako starou známou hru odpůrců a příznivců. Zajímá je zdraví, školství, peníze, ... Tradiční způsob komunikace nestačí. Lidé se ptají: Co to přinese mně osobně? Je třeba posun v postojích od „pocitů“ k „přemýšlení“. Vzdělávat, mluvit o energetickém mixu, zdůrazňovat osobní postoj toho, kdo o jádru mluví, vzbuzovat zájem a zvyšovat znalosti veřejnosti. Mluvit jejich jazykem a být hodně ofenzivní. Blair řekl, že debata musí být vedena co nejotevřeněji a že je potřeba silný hlas průmyslu.

**Prof. Helmut Bock, Atominstitut Vídeň** – stručný přehled vývoje protijaderného postoje v Rakousku. Do roku 1978 bylo Rakousko projaderné a kdyby to tak zůstalo, mělo by dnes 6 energetických reaktorů. V roce 1960 uvedli Rakušané do provozu svůj první jaderný reaktor. Byl to 10MW experimentální reaktor ve vědeckém ústavu v Seibersdorfu nedaleko Vídně, o 2 roky později další přímo ve Vídni, třetí v roce 1965 na universitě v Grazu. V roce 1980 dostavěli jadernou elektrárnu Zwentendorf. Hotovou elektrárnu těsně před zahájením provozu zmařilo politicky motivované referendum (tehdejší kancléř spojil s elektrárnou své setrvání ve funkci a opozice ho chtěla odstranit). 36 % obyvatel se ho vůbec nezúčastnilo, 31 % bylo pro spuštění a 31,5 % proti. Paradoxně to byli občané z druhého konce Rakouska, než kde elektrárna stála, celkem asi pouhých 30 000 lidí z 5 milionů oprávněných voličů. Rakousko pak muselo postavit v těsné blízkosti uzavřené jaderné elektrárny uhelnou elektrárnu, která tam dodnes kouří. Politický mindrák z tohoto zpackaného rozhodnutí nese rakouská politická reprezentace dodnes. A protože 25 let masíruje občany umělou protijadernou ideologií, dostala se do začarovaného kruhu. V Rakousku mají zákon, že nesmějí užít jaderné štěpení k výrobě elektřiny (mohli by ho však užít např. k výrobě vodíku...). Prof. Bock s paní Drábovou napsali knihu o česko rakouských jaderných vztazích, která na jaře vyšla v češtině.

**Průzkumy mínění v USA** – pro jádro 70 % a proti 24 %. Rozdíl se už asi 10 let stále zvyšuje ve prospěch jádra. V okolí jaderných elektráren dokonce 85 % lidí je pro a bylo by pro stavbu dalšího reaktoru na tomtéž místě. Elektrárny dělají ve svém okolí vzdělávací programy pro školy – nahradili tím informační centra uzavřená po 11. 9. V posledních letech se zájem studentů o jaderné obory ztrojnásobil, ale stále to nestačí.

**Exkurze do laboratoří IAEA v Seibersdorfu** – výzkum a trenink pro všechny členské země OSN. Dělají to, co si přejí členské země. Zabývají se radiačním šlechtěním plodin (rýže, fazole, banány, jablka) na vyšší výnosy a toleranci k chorobám, aby se zlepšilo zásobování rozvojových zemí potravinami. Velmi úspěšný je projekt vymýcení nemoci přenášené mouchou tsetse – pěstují ve velkém samečky mouchy, sterilizují je zářením, vypustí je do přírody, kde samečkové soutěží s existující populací, ale z jejich spojení se samičkami se nenarodí potomstvo – populace mouchy klesá, na jednom místě v Africe už byla vyhubena. Má to obrovský význam pro zdraví obyvatel. Zkoušejí tak i bojovat s komáry přenášejícími malárii. Dále provozují radioekologický monitoring životního prostředí, sledování lepšího využití hnojiv radioizotopovými metodami, dozimetrické systémy pro měření dávek v medicínském použití záření, vyvíjejí a distribuují referenční materiály pro měření radioaktivity v různých složkách prostředí, potravin apod. Jedním z nejdůležitějších úkolů je program bezpečnostních záruk za nešíření jaderných zbraní. Inspektoři IAEA přivážejí vzorky z míst podezřelých z vývoje ja-

derných zbraní a ty velmi přesně vyhodnocují. Najdou i jen stopy štěpitelných materiálů a podle izotopového složení usvědčí kohokoliv z přípravy bomby. Nepomůže uklizení prostoru, nepomůže vymalování ani čerstvá podlaha. „Jen když přijedete na místo, kde podle satelitních snímků byla veliká výrobní hala a není tam nic, jen čerstvě vyasfaltovaná plocha, tak tam nic nenajdete,“ říká pracovník Seibersdorfu. „Ale to také o něčem svědčí,“ dodává.

### INDIE DOHODLA S FRANCIÍ SPOLUPRÁCI NA ROZVOJI JADERNÉ ENERGETIKY

---

březen 2006

**Francouzský prezident Jacques Chirac na pracovní návštěvě Indie podepsal s předsedou indické vlády Manmohanem Singhem souhlas o budoucí spolupráci obou zemí. Společným cílem je nejen podpora obchodních vztahů, ale také rozvoje jaderné energie a jaderného výzkumu včetně výstavby nových jaderných elektráren na indickém území.**

„Pokud je Indie na šestém místě v celosvětovém žebříčku zemí s největší energetickou spotřebou, která neustále narůstá, ..., pak nemůže čelit současným problémům bez zvýšení podílu jaderné energie“, vysvětlil Chirac indický zájem o jádro. Obě země se zavázaly ke vzájemné pomoci v několika oblastech jaderné energetiky, jako jsou výzkum a různé možnosti aplikací jaderné energie v zemědělství, lékařství a průmyslu, nakládání s jaderným odpadem, vytváření programů radiační ochrany obyvatelstva či v neposlední řadě také zvýšení informovanosti veřejnosti o výhodách a mírovém využití jaderné energie.

Zahájení spolupráce teď stojí v cestě jediná podmínka: Indie musí získat podporu 44 členů Skupiny jaderných dodavatelů (NSG), která kontroluje trh s jadernou energií. Podle pravidel NSG totiž země sdílející jaderné technologie musí poskytnout záruky, že poskytnuté informace nebudou zneužity k výrobě jaderných zbraní. Prvním úspěšným krokem v jednání s NSG je souhlasné vyjádření premiéra Singha, aby Mezinárodní agentura pro atomovou energii vykonávala bezpečnostní dohled nad indickými jadernými zařízeními. Významnou roli jistě hraje podpora samotné Francie, jedné ze zemí s největším objemem výroby jaderné energie na světě. Dokládá to výrok francouzského prezidenta: „Naprostě chápeme energetické problémy, které musí indická vláda řešit. Jestliže nepodpoříme snahu Indie vyrábět více elektřiny právě z jádra, pak dovolíme, aby zde vyrostlo více komínů produkujících skleníkové plyny“.

Optimisticky se podle diplomatů vyvíjejí klíčová jednání mezi Indií a USA o poskytnutí jaderných technologií. Očekává se, že by konečné rozhodnutí mohlo padnout již příští měsíc, kdy na pracovní návštěvu do Dillí přiletí americký prezident George Bush. V poslední době Bush vystupuje jako velký stoupenec jádra. „Budeme také hovořit o indickém civilním jaderném programu,“ vyjádřil se Bush k předmětu setkání s premiérem Indie.

Spotřeba energie v Indii se rapidně zvýšila – od roku 1990 do roku 2002 téměř dvojnásobně. Potvrzuje se, že tento trend bude nadále pokračovat. Elektřina vyrobená z jádra pokrývá asi 3 % z celkového objemu. Více jak polovinu pak zastupuje elektřina pocházející z fosilních paliv, jejichž zásoby jsou však omezené. Problém se zdroji energie chce Indie vyřešit větším důrazem na jadernou energii. Do roku 2050 se předpokládá, že elektřina z jádra bude zastupovat až 25 %. Podle Světové asociace pro jadernou energii (WNA) je v Indii v provozu 15 malých jaderných reaktorů s celkovým výkonem okolo 3 000 MWe. Indická jaderná energetika by měla do roku 2020 disponovat výkonem 20 000 MWe, čehož chce dosáhnout vybudováním až 24 jaderných zařízení.