

Rizika a přínosy jaderné energetiky

Ing. Dana Drábová, předsedkyně,
Státní úřad pro jadernou bezpečnost

ÚVOD

Společensko-ekonomické prostředí ovlivňující ty, kteří rozhodují o budoucím směřování států se postupně vyvíjí od priorit zaměřených prakticky výhradně na ukazatele ekonomického růstu k širšímu kontextu zahrnujícímu ve stále větší míře cíle udržitelného rozvoje. Dostupnost energie je klíčovým faktorem prosperity, ekonomického a společenského rozvoje včetně postupného zmírňování chudoby a v neposlední řadě i ochrany životního prostředí a kvality života obecně.

Existuje nepřeberná řada studií a analýz publikovaných v posledních desetiletích mezinárodními i národními institucemi, které se zabývají hodnocením širokého spektra aspektů jednotlivých energetických systémů. Tyto studie se zabývají nejen externími náklady různých variant, ale je v nich možno nalézt i detailní rozbor specifikých rysů, jako například riziko havárií nebo širší ekonomické vlivy. Hodnocení je většinou založeno na sadě ukazatelů, které kvalitativní i kvantitativní porovnání různých variant energetického mixu usnadňují. Dnes už je běžné vycházet z tzv. analýzy životního cyklu, což je přístup zohledňující náročnost na zajištění zdrojů, dopady na zdraví a životní prostředí nejen při stavbě, provozu a likvidaci vlastních elektráren, ale i zátěže a náklady spojené s celým energetickým řetězcem včetně geologického průzkumu, těžby a úpravy surovin, výroby paliva, dopravy a nakládání s odpady.

Dříve, než popíšeme vybrané ukazatele životního cyklu jaderných elektráren a porovnáme je s jinými zdroji, stojí možná zato si připomenout koncentraci energie obsažené v uranu:

Štěpením uranu se produkuje zhruba třímilionkrát více tepelné energie na jednotku hmotnosti než spálením fosilních paliv. Rozštěpením 1 kg ²³⁵U se uvolní zhruba 25 GWh tepla.

Jaderná elektrárna s instalovaným výkonem 1000 MW a faktorem využitelnosti 91 % (8 000 hodin za rok na plném výkonu) s účinností 30 % vyrobí 27 TWh tepla ročně, potřebuje tedy přibližně jednu tunu ²³⁵U.

Uvážíme-li přítomnost dalších štěpných

Tvůrci energetické politiky by měli mít k dispozici jako podklad pro své rozhodování zevrubné analýzy možných variant, které vyhodnotí jak veškerá rizika, tak přínosy z pohledu nejen ekonomického, ale zahrnou i vlivy na životní prostředí a hlediska společenská. Pod čarou je však jasné, že rozhodnutí budou ovlivněna kompromisy odrážejícími osobní nebo skupinové preference a subjektivní posouzení důležitosti jednotlivých ukazatelů. Článek má za cíl přispět k získání přehledu o souvislostech kolem využívání „jádra“ v energetice.

izotopů (²³⁹Pu, ²⁴¹Pu a ²³³U) v použitém jaderném palivu, sníží se roční množství spotřebovaného ²³⁵U na zhruba 640 kg.

To odpovídá zhruba 30 t obohaceného uranu obsahujícího 3 % ²³⁵U (palivové soubory se vyměňují po spotřebování zhruba 2/3 ²³⁵U) a zhruba 165 t přírodního uranu (0,7 % ²³⁵U, 99,3 % ²³⁸U).

Máme-li uranovou rudu obsahující 2 ‰ uranu, potřebujeme vytěžit 80 000 t rudy. Pro srovnání: uhelná elektrárna s instalovaným výkonem 1000 MW a stejným faktorem využitelnosti potřebuje zhruba 3 milióny t uhlí.

SOUČASNÝ STAV JADERNÉ ENERGETIKY

Na konci června 2007 bylo ve třiceti zemích v provozu 438 jaderných bloků s celkovým instalovaným výkonem 371 GW_e. Další 31 bloků je ve výstavbě ve třinácti zemích a představují instalovaný výkon 24 GW_e. V roce 2006 byly do sítě připojeny dva nové bloky, jeden v Číně a jeden v Indii, s instalovaným výkonem 1,5 GW_e. Ve stejném roce byla zahájena výstavba sedmi nových bloků a to v Číně, Koreji a Ruské federaci. Osm bloků bylo definitivně odstaveno, dva v Bulharsku, jeden na Slovensku a ve Španělsku a čtyři ve Velké Británii.

Historie komerčního využití jaderné energetiky sestává ze dvou odlišných období. Dvě desetiletí rychlého rozvoje s takřka exponenciálním nárůstem instalovaného výkonu byla následována dnes již skoro třiceti lety pomalejšího zvyšování výkonu s klesajícím počtem zahajovaných staveb v daném roce a řadou definitivně odstavených bloků. Došlo tak ke stagnaci či mírnému poklesu počtu provozovaných bloků. Nicméně díky stále se zlepšujícímu koeficientu způsobilosti a technickému pokroku, který umožnil zvyšování výkonu již provozovaných bloků, podíl „jaderné“ elektřiny neklesl a instalovaný výkon dosud mírně narůstá. Průměrný roční přírůstek instalovaného výkonu v posledním desetiletí byl zhruba 2,5 GW_e, což představuje 3 nové bloky.

Přestože instalovaný výkon jaderných elektráren nabyl na významu až v 70. letech minulého století, období velmi rychlého růstu nastalo již v na počátku let šedesátých a skončilo na začátku let devadesátých. Bodem obratu byl již zmíněný rok 1985 s největším počtem (33) bloků uvedených do provozu. Po roce 1990 počet bloků ročně uvedených do provozu nepřekročil číslo 10. Jaderné programy byly v řadě zemí z různých důvodů utlumeny. Výrazně negativní vliv měly havárie v elektrárnách Three Mile Island (1979) a Černobyl (1986). Dalším důvodem byla přetrvávající nízká cena fosilních paliv a relativní bezpečnost jejich dodávek.

Jaderná energetika produkuje téměř 25 % elektřiny spotřebované v průmyslových zemích sdružených v OECD, její podíl na celosvětové výrobě elektřiny se dlouhodobě pohybuje okolo 16 %. Je možná zajímavé připomenout, že tohoto podílu jaderná energetika dosáhla již v roce 1985, tedy rok před havárií v Černobylu, a od té doby se mění jen velmi málo. Jaderná energetika je vyspělým technologickým oborem, který přináší významný příspěvek ke světové výrobě elektřiny. Její rozvoj však byl daleko výraznější v průmyslových zemích než v zemích rozvojových. Celková provozní zkušenost již přesahuje 12 500 reaktorroků, téměř 90 % této doby jaderné bloky odpracovaly v zemích OECD. Jedním z indikátorů technologické zralosti je koeficient způsobilosti bloku. Jaderné elektrárny posledních deseti let docházejí koeficientu způsobilosti okolo 80 %, v letech 2004 a 2005 byl průměrný koeficient způsobilosti 84 %, což znamená, že jaderné bloky byly ročně v provozu v průměru cca 7 350 hodin.

Nenaplnily se tak předpoklady spojené s první ropnou krizí v 70. letech.

Oživení zájmu o jadernou energetiku je dáno mimo jiné vynikajícími provozními výsledky stávajících elektráren, jejich konkurenceschopností i na deregulovaném trhu a zejména vzrůstajícím zájmem politiků a veřejnosti o energetickou bezpečnost a změny klimatu. Názory na přínosy a rizika jaderné energetiky se však stále velmi různí.

EKONOMICKÉ UKAZATELE

Výrobní náklady

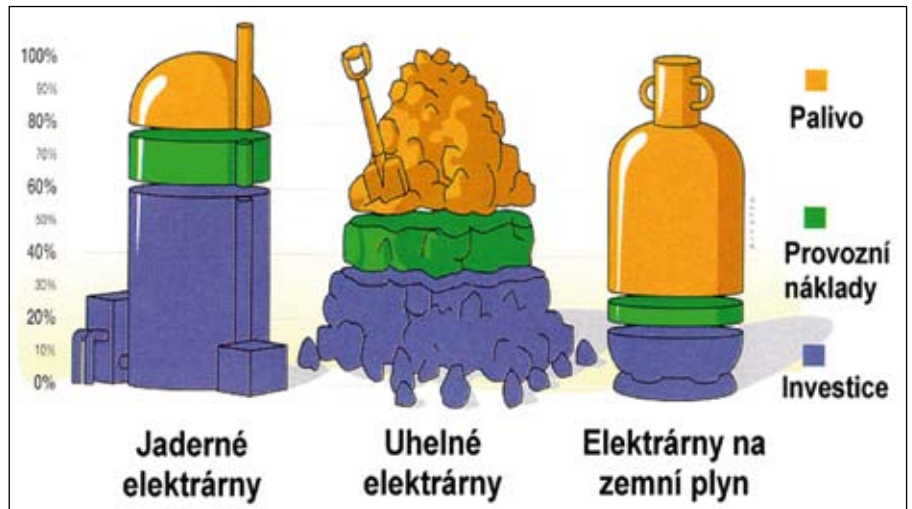
Do výrobních nákladů jsou započítávány investiční náklady, náklady na palivo, provozní náklady, náklady na údržbu a pokud je to možné, jsou též internalizovány externí náklady. Porovnání struktury výrobních nákladů pro jadernou, uhelnou a plynovou elektrárnu je ukázáno na obrázku 1. V tabulce 1 jsou shrnuty investiční náklady a předpokládaná doba výstavby různých elektráren.

Charakteristickou vlastností jaderných elektráren je dlouhá doba výstavby. Zatímco plynovou elektrárnu lze i s uvážením doby potřebné ke získání všech povolení postavit za zhruba 4 roky, uhelnou elektrárnu za 7 až 8 let, u jaderné elektrárny těžko potřebný čas snížíme pod 15 let, jen 5 až 7 let bude třeba na schvalovací proces. Investiční náklady potřebné pro stavbu jaderné elektrárny jsou vysoké, dnes se pohybují mezi okolo 2000 USD/kW_e. Investiční náklady uhelných elektráren se pohybují okolo 1000 USD/kW_e, plynové elektrárny potřebují cca 500 USD/kW_e. Palivová složka výrobních nákladů je v jaderných elektrárnách na rozdíl od elektráren uhelných a plynových velmi nízká.

Odhady průměrných výrobních nákladů z různých studií není možné jednoduše srovnávat, protože používají různé předpoklady týkající se diskontní sazby, koeficientu využitelnosti bloku a jeho ekonomické životnosti. Některé studie berou v úvahu daně a do ceny kapitálu zahrnují i tzv. rizikové prémie, zatímco jiné studie to nečiní. Ceny fosilních paliv jsou stanoveny k různému datu a odpovídají různým národním či regionálním podmínkám.

Elektrárna	Investiční náklady [USD/kW]	Doba výstavby [rok] bez schvalovacího procesu
jaderná	2000 - 2500	6 - 7
uhelná	1000 - 2000	4 - 5
plynová	500 - 900	2 - 3
větrná	1250 - 2000	1
solární	5000 - 15000	1
fotovoltaická	15000 - 25000	1

Tabulka 1: Investiční náklady a předpokládaná doba výstavby pro různé zdroje



Obrázek 1: Porovnání struktury výrobních nákladů

Jaderná energetika se vyznačuje dlouhou ekonomickou i technickou životností elektráren. U fosilních elektráren se předpokládá životnost okolo třiceti let, jaderné elektrárny jsou dnes běžně schvalovány na 60 let, u nových reaktorů se předpokládá životnost 80 let.

V tabulce 2 jsou porovnány měrné výrobní náklady pro elektrárny v USA, Německu, Velké Británii a Finsku.

Studie MIT [1] se zaměřila na potenciální nové zdroje, vzala v úvahu tři možné varianty ceny zemního plynu a rovněž tři možné varianty ceny kapitálu pro jaderné elektrárny.

Studie vypracovaná švýcarským Institu-

tem Paula Scherrera [2] poskytuje odhad výrobních nákladů v německých podmínkách a týká se provozovaných elektráren, tzn. že v případě jaderných elektráren byly investiční náklady v podstatě již odepsány. Pro obnovitelné zdroje nejsou započteny náklady na zálohování.

Odhady nákladů poskytnuté britským ministerstvem obchodu a průmyslu [3] udávají rozpětí s uvážením nejistot v budoucí technické výkonnosti a spolehlivosti jednotlivých zdrojů. Jedná se o výrobní náklady elektráren, které by byly uváděny do provozu v roce 2010, uvažovaná diskontní sazba je 10 %.

Odhad výrobních nákladů pro Finsko [4]

	USA US cent / kWh	Německo € cent / kWh	Velká Británie p / kWh	Finsko € cent / kWh
Jaderná	4,2 - 6,7	2,1	2,8 - 4,3	2,6
Uhléná	4,2	3,0 - 3,3	3,6 - 4,0	5,2
Plynová	3,8 - 5,6	3,6	2,3 - 2,4	5,2
Vodní		7,0	1,6 - 1,9	
Větrná		7,0	3,2 - 5,7	4,5
Fotovoltaická		60		
Biomasa				5,1

Tabulka 2: Měrné výrobní náklady pro různé elektrárny

vychází ze současných cen plynu na evropském trhu, uvažovaná diskontní sazba je 5 %, u obnovitelných zdrojů nejsou zahrnuty subvence a náklady na zálohování.

Vliv ceny paliva na výrobní náklady [5]

Vliv ceny paliva na výrobní náklady je důležitým faktorem z hlediska středně a dlouhodobé stability cen elektřiny, které zase přímo ovlivňují ekonomickou výkonnost státu či podniku. V tabulce 3 je uveden odhad nárůstu výrobních nákladů v případě zdvojnásobení ceny paliva. Pro jaderné elektrárny byl

Uhelná	Plynová	Jaderná		Větrná, fotovoltaická
		cena uranu	celková cena paliva	
40	75	4	15	0

Tabulka 3: Vliv zdvojnásobení ceny paliva na výrobní náklady (%)

	Energetická náročnost (bez paliva) [kWh prim / kWh _e]	Energetická návratnost [měsíc]
Černé uhlí	0,28 - 0,30	3,2 - 3,6
Hnědé uhlí	0,16 - 0,17	2,7 - 3,3
Zemní plyn	0,17	0,8
Jádro	0,07 - 0,08	2,9 - 3,4
Fotovoltaika	0,62 - 1,24	71 - 141
Vítr	0,05 - 0,15	4,6 - 13,7
Voda	0,03 - 0,05	8,2 - 13,7

Tabulka 4: Energetická náročnost různých zdrojů a energetická doba návratnosti

uvažován jednak pouze nárůst ceny uranu, jednak nárůst celkové ceny paliva. Náklady na vlastní výrobu paliva jsou však zatím daleko stabilnější než vlastní cena suroviny.

Koeficient způsobilosti zdroje

U moderních elektráren určených pro práci v základním zatížení se koeficient způsobilosti (disponibility) výrazně neliší. Uhelné, plynové a jaderné elektrárny dosahují koeficientu způsobilosti okolo 85 %, jsou tedy ročně v provozu na požadovaném výkonu cca 7500 hodin (průměrný koeficient pro jaderné elektrárny v letech 2004 a 2005 dosáhl 84 %, tzn. roční provoz na požadovaném výkonu 7 350 hod). V případě zdrojů s nespojitou dodávkou (fotovoltaické a větrné elektrárny) závisí koeficient způsobilosti především na místních podmínkách, méně už na použité technologii. Koeficient způsobilosti se pro fotovoltaické elektrárny pohybuje mezi 10 a 25 %, pro větrné elektrárny mezi 15 a 45 %. To vyžaduje velkou záložní kapacitu nebo dobře zajištěnou možnost dovozu.

Nároky na energii [6]

Výroba elektřiny vyžaduje nezanedbatelnou spotřebu energie při výstavbě elektrárny a pro elektrárny na fosilní paliva a elekt-

rárny jaderné rovněž pro zásobování palivem a zpracování odpadů. V tabulce 4 jsou uvedeny energetické nároky různých zdrojů a doba jejich energetické návratnosti. Množství primární energie potřebné na jednu vyrobenou kWh elektřiny se pro vodní, větrné a jaderné elektrárny pohybuje mezi 0,03 a 0,15 kWh. Pro elektrárny plynové a uhelné je nezbytný energetický vklad na vyrobenou kWh v rozmezí 0,16 až 0,30 kWh, to je dáno zejména energetickou náročností těžby, dopravy a zpracování paliva. Odpovídající čísla se pro dnešní fotovoltaické elektrárny pohybují mezi 0,62 a 1,24 kWh. To se také odráží v době jejich energetické návratnosti, která se pohybuje mezi šesti a dvanácti lety, a je ve srovnání s jinými zdroji bezkonkurenčně nejdelší.

Nároky na suroviny [6]

Výroba elektřiny je náročná na spotřebu surovin jako ocel, měď, hliník. Z pohledu udržitelnosti je třeba hodnotit i efektivní využívání těchto a jiných surovin. Tabulka 5 shrnuje surovinovou náročnost různých elektráren (uvedeny jsou pouze vybrané základní suroviny). Zahrnuje surovinové nároky při výstavbě, zásobování palivem a provozu. Samozřejmě se jedná jen o ilustraci nikoli o důkladnou materiálovou bilanci. Nicméně

	Ocel [kg / GWh _e]	Měď [kg / GWh _e]	Hliník [kg / GWh _e]
Černé uhlí	1750 - 2310	2	16 - 20
Hnědé uhlí	2100 - 2170	7 - 8	18 - 19
Zemní plyn	1207	3	28
Jádro	420 - 490	6 - 7	27 - 30
Fotovoltaika	3690 - 24250	210 - 510	240 - 4620
Vítr	3700 - 11140	47 - 140	32 - 95
Voda	1560 - 2680	5 - 14	4 - 11

Tabulka 5: Surovinová náročnost různých zdrojů

výsledky naznačují, že relativně malá koncentrace energie ve slunečním záření či větru má za následek značnou surovinovou náročnost. Surovinová náročnost se nutně musí odrazit ve výrobních nákladech.

VLIV NA ZDRAVÍ A ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ

Zábor půdy

V tabulce 6 je porovnávána plocha potřebná k zajištění provozu různých elektráren. Koncentrace energie ve fosilních palivech a palivu jaderném umožňuje výstavbu relativně malých elektráren se zastavěnou plochou pouze několik kilometrů čtverečních. Nízká energetická vydatnost obnovitelných zdrojů měřená územím potřebným pro výrobu jednotkového množství energie je ukázána na plochách potřebných pro výrobu 1000 MW_e s uvážením lokálních požadavků a klimatických podmínek (dostupnost slunečního svitu a větru od 15 do 45 %).

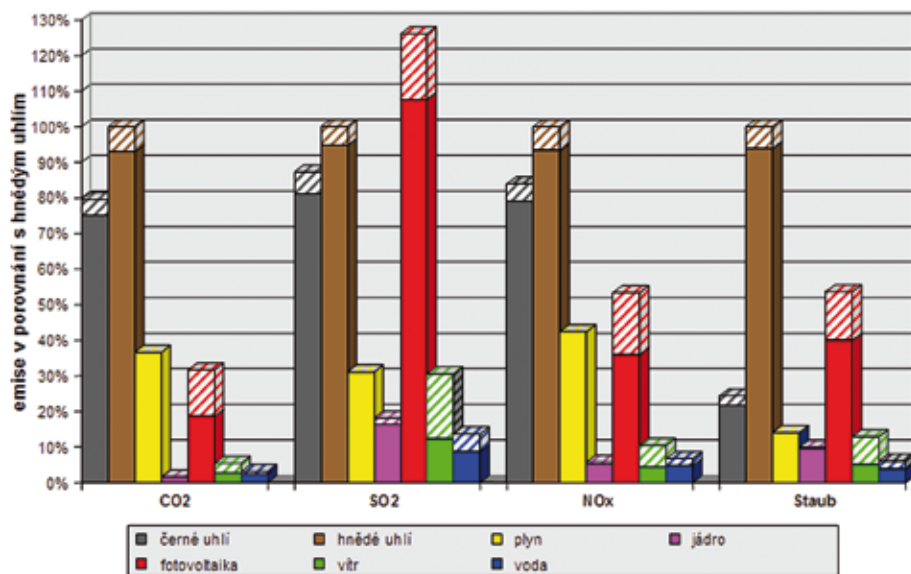
Elektrárna	Plocha [km ²]
Jaderná	0,25 - 4
Uhelná	0,85 - 1,5
Plynová	0,16 - 0,25
Fotovoltaická	20 - 50
Větrná	50 - 150
Biomasa	4000 - 6000

Tabulka 6: Zábor půdy pro elektrárny o instalovaném výkonu 1000 MW

Emise skleníkových plynů, další emise do ovzduší, odpady

Obrázek 2 porovnává emise vybraných nox pro různé elektrárny v Německu [6]. Emise skleníkových plynů jsou vzhledem ke své roli v oteplování planety a změnách klimatu ukazatelem globálního ovlivňování životního prostředí. Emise skleníkových plynů z jaderných, větrných a vodních elektráren jsou o jeden až dva řády nižší než emise z elektráren na fosilní paliva. Stejně je tomu i u emisí kysličníku siřičitého, oxidů dusíku a emisí aerosolových částic. Je třeba poznamenat, že „nepřímé“ emise během těžby surovin a výroby součástí jsou závislé na konkrétním energetickém mixu a nejsou jednoduše přenositelné na jiné země. Nicméně, vzhledem k dost obdobným podílům fosilních paliv na energetickém mixu v řadě zemí, umožňují získat základní představu pro porovnání tohoto aspektu jednotlivých způsobů výroby elektřiny.

Vzhledem k vysokým nárokům na množství paliva převyšuje množství škodlivých látek z elektráren spalujících fosilní paliva emise z jakéhokoliv jiného zdroje. Znečištění obecně závisí na míře nečistot v palivu, např. zemní plyn je čistším palivem než ropa

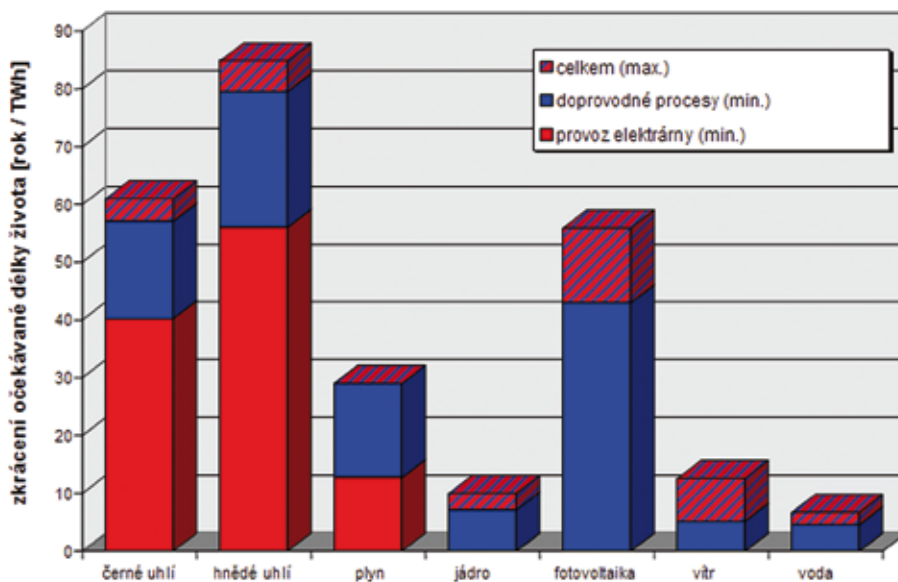


Obrázek 2: Emise vybraných polutantů z německých elektráren

a ropa je zase čistším palivem než uhlí. Elektrárna s výkonem 1000 MW_e spalující uhlí bez technologií pro redukci emisí a odpadů vyprodukuje ročně v průměru 44 000 t kyslíčnicku síry a 22 000 t kyslíčnicku dusíku, které jsou uvolněny do ovzduší. Navíc tu máme 320 000 t popílku obsahujícího 400 t těžkých kovů – arzenu, kadmia, kobaltu, olova, rtuť, niklu a vanadu. Do těchto množství nejsou zahrnuty vlivy z dalších částí palivového cyklu, tj. z těžby a dopravy.

Elektrárny spalující fosilní paliva, které jsou vybaveny moderními technologiemi pro redukci emisí a odpadů, mohou snížit plynulé emise až desetinásobně, je však třeba mít na paměti, že toto snížení je doprovázeno produkcí značného množství pevných odpadů. V závislosti na obsahu síry v palivu může snižování emisí síry v elektrárně s výkonem 1 000 MW_e vést ke vzniku 500 000 t pevných odpadů při spalování uhlí, více než 200 000 t pevných odpadů při spalování ropy a zhruba 200 000 t v procesu zbavování zemního plynu merkaptanů. Tento odpad, který obsahuje určité množství toxických látek, je ukládán na odkalištích, využíván pro zpevňování skládek a podobně. Stále častěji je však legislativně zařazován do kategorie odpadů nebezpečných.

Jaderná elektrárna s výkonem 1000 MW_e při provozu prakticky neuvolňuje do ovzduší škodlivé plyny ani jiné škodlivé látky, vyprodukuje ročně zhruba 25 t vysoce radioaktivního vyhořelého paliva a 800 t nízko a středně radioaktivních odpadů s celkovým objemem cca 300 kubických metrů. Významného snížení objemu nízkoaktivních odpadů je dosahováno zhutňováním. Pro srovnání, průmyslové činnosti vyprodukuje v EU ročně více než 10 miliónů kubických metrů pevného toxického odpadu.



Obrázek 4: Vliv normálního provozu elektráren na zdraví obyvatel

Vliv záření

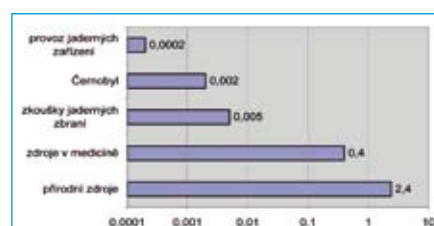
O vlivu záření se mluví prakticky pouze v souvislosti s jadernými elektrárnami, ale i provoz elektráren na fosilní paliva a geotermálních elektráren je doprovázen emisemi radioaktivních látek. Americká agentura pro životní prostředí (US EPA) odhaduje, že člověk žijící ve vzdálenosti do 80 km od uhelné elektrárny obdrží průměrnou roční dávku 0,3 μSv, zatímco člověk žijící ve vzdálenosti do 80 km od elektrárny jaderné obdrží průměrnou roční dávku 0,09 μSv. V obou případech jde o dáv-

ku tisíckrát menší než např. při rentgenovém vyšetření a více než desetitisíckrát menší, než je roční průměrná dávka z přírodního pozadí.

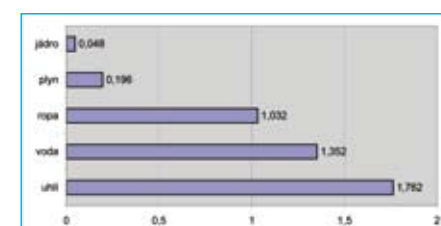
Radiologická rizika za normálního provozu jsou spojena s výpustmi radioaktivních látek do ovzduší a do vod. Tyto výpusti podléhají velmi přísné regulaci.

Na obrázku 3 je ukázáno porovnání průměrného ročního ozáření z různých zdrojů. Jde o světový průměr založený na údajích Vědeckého výboru OSN pro účinky atomového záření (UNSCEAR).

Vliv normálního provozu elektráren na zdraví obyvatel může být hodnocen pomocí úmrtnosti definované jako zkrácení očekávané délky života, tento ukazatel se vyjadřuje v měsících na GWh. Na obrázku 4 je ukázáno porovnání různých elektráren v německých podmínkách [6].



Obrázek 3: Průměrná roční ozáření z různých zdrojů



Obrázek 5: Následky vážných havárií v energetickém sektoru v letech 1969 - 2000

CO ŘÍCI ZÁVĚREM?

Řada jaderných elektráren a dalších zařízení jaderného palivového cyklu, která jsou dnes v provozu, budou s největší pravděpodobností součástí energetického mixu zhruba dalších padesát či více let. Elektrárny uvedené do provozu v posledních letech totiž mají technologickou životnost nejméně 60 let. V zemích, které jadernou energetiku provozují, má soustavně monitorování a analýza jejich bezpečnosti, technické a ekonomické výkonnosti a dalších relevantních parametrů stále větší význam. Je třeba, aby si tyto parametry udržovaly požadovanou úroveň, která odpovídá a bude odpovídat současnému stavu našeho poznání. Většina publikovaných studií naznačuje, že podíl jaderné energetiky na světové spotřebě primárních zdrojů v tomto století výrazně neporoste a pravděpodobně se bude

pohybovat okolo 10 %. I tak to však znamená nárůst instalovaného výkonu v rozmezí od čtyřnásobku do třicetinásobku současného stavu, v závislosti na konkrétním nárůstu celkové spotřeby. Bude zajímavé sledovat, zda a jak se tyto predikce budou naplňovat. V každém konkrétním případě je totiž třeba velice pečlivě zkoumat výchozí podmínky, neboť jaderná energetika není vždy a všude optimálním řešením. Analytici vyvinuli zevrubné metody pro hodnocení jednotlivých variant zásobování společností energií. Úkolem tvůrců politik a strategií je použít tyto nástroje, vyváženým způsobem vzít v úvahu vliv různých variant na všechny tři pilíře udržitelného rozvoje: ekonomický, environmentální i společenský, a učinit odpovídající kompromisy beroucí v úvahu specifické podmínky a priority té které země či regionu. Pak může mít jaderná energetika v řadě zemí svou šanci.

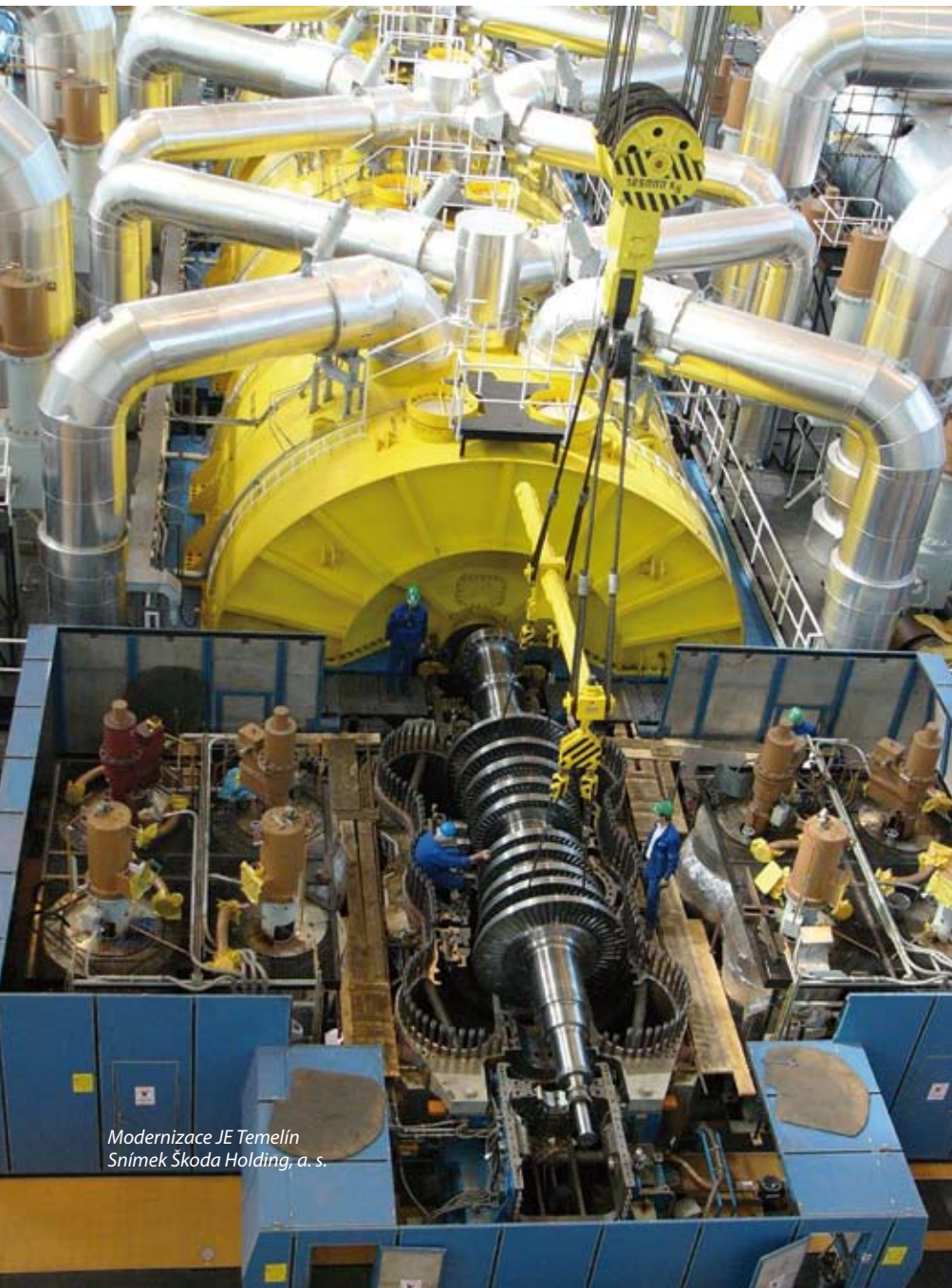
LITERATURA

- [1] The Future of Nuclear Power, Massachusetts Institute of Technology, 2003
- [2] Hirschberg, S., Dones, R., Heck, T., Burgherr, P., Bauer, C., Sustainability of Electricity Supply Technologies under German Conditions: A Comparative Evaluation, PSI Report no 04-15, Paul Scherrer Institut, Villingen, 2004
- [3] United Kingdom country report, in Projected Costs of Generating Electricity 2005 Update, OECD, Paris, 2005
- [4] Tarjanne, R., EU Policy and Carbon Emission Trading: Implications for the Energy Market, presentation at The Adam Smith Institute's Inaugural EUROPEAN NUCLEAR FORUM: Realising the potential of the nuclear renaissance, Paris, 13-14 March 2007,
- [5] Risks and Benefits of Nuclear Energy, OECD/NEA, Paris, 2007
- [6] Voss, A., LCA and External Costs in Comparative Assessment of Electricity Chains. Decision support for sustainable Electricity Provision?, in Externalities and Energy Policies: The Life Cycle Analysis Approach, OECD, Paris, 2002

O AUTORCE

Ing. Dana Drábová, PhD. ukončila v roce 1985 studium na Fakultě jaderné a fyzikálně inženýrské ČVUT, obor dozimetrie a aplikace ionizujícího záření a tamtéž v květnu 2002 ukončila postgraduální doktorandské studium v oboru jaderná fyzika. V roce 1985 nastoupila do zaměstnání v Centru hygieny záření Státního zdravotního ústavu (dříve IHE). V dubnu 1996 úspěšně absolvovala výběrové řízení a od 1.5.1996 pracovala jako ředitelka Státního ústavu radiační ochrany. Na základě rozhodnutí vlády ČR byla dne 1.11.1999 jmenována předsedkyní Státního úřadu pro jadernou bezpečnost, kde působí i v současnosti. Zúčastnila se řady expertních misí MAEA zaměřených na zlepšování dozorného rámce v oblasti radiační ochrany a jaderné bezpečnosti v rozvojových zemích (Arménie, Moldávie, Uzbekistán, Ukrajina, Jordánsko, Pákistán, Čína apod.). V letech 2002 - 04 působila jako zástupce ČR ve funkci guvernéra v Radě guvernérů MAAE, v letech 2003 - 04 zastávala funkci místopředsedkyně Rady guvernérů. V současnosti je členkou vědecké rady Vysoké školy báňské – Technické university v Ostravě, vědecké rady Ústavu jaderného výzkumu Řež a.s. a vědecké rady Centra výzkumu Řež s.r.o. Dále je zástupcem ČR ve Výboru pro bezpečnostní standardy MAAE a předsedkyní Asociace západoevropských jaderných dozorů (WENRA).

Kontakt na autorku:
dana.drabova@sujb.cz



Modernizace JE Temelín
Snímek Škoda Holding, a. s.