



## Energetická bezpečnost – možnosti a rizika (2)

V první části seriálu jsme se věnovali globálním rizikům druhé dekady 21. století, které je možné rozdělit do tří klastrů - klastr ekonomické nerovnováhy, klastr nelegální ekonomiky a klastr voda-potraviny-energie. V druhém pokračování se budeme zabývat tématem energetické bezpečnosti ve vztahu k různým realitám dnešního světa.

### Energetická bezpečnost a jaderná energetika

Již první polovina roku 2011 dosvědčila, že uvedené expertní odhady globálních rizik nejsou pesimistickým pohledem škarohlídů, ale naprosto odrážejí reálnou situaci. Následky zemětřesení 11. března 2011 a následné vlny tsunami v Japonsku měly podle prvních předběžných odhadů dosáhnout škody 200 až 300 miliard USD. Pravděpodobně srovnatelnou ekonomickou ztrátu (až 245 miliard USD) budou Podle Japan Center for Economic Research tvořit náklady na vyčištění zničené elektrárny Fukušima a jejího okolí. Pro srovnání uvedme, že se jedná o hodnotu, která se rovná 3,6 násobku státního rozpočtu ČR.

Současným problémem dalšího rozvoje jaderné energetiky není ani tak odpor veřejnosti jako odpor investorů. V současné době, podle mínění bank, může být v liberálně tržním demokratickém prostředí jaderná elektrárna stěžejí financována formou korporátního či projektového financování. Pro banky by sice byla přijatelná forma kombinovaného financování s využitím státní podpory, ale tady je neopominutelný problém, že výstavba jaderné elektrárny trvá déle než 3 až 4 volební období. Při současné politické kultuře je riziko, že se nová vládní garnitura může od rozhodnutí té předchozí distancovat, značně. Patrně tedy bez ohledu na Fukušimu bude výstavba nových jaderných bloků pokračovat spíše jen v zemích s centralizovanějším řízením státu (Čína, Indie, Rusko, Korea).

U žádných jiných způsobů výroby elektřiny není takový rozdíl nákladů na její vybudování, nákladů na její vyřazení z provozu a nákladů na vyčištění po případné havárii, jako u jaderné elektrárny. Riziko jaderné havárie nelze komerčně pojistit a vede případné investory k ještě větší opatrnosti. Podle World Nuclear Association činí tzv. overnight (tj. bez nákladů na financování) pořizovací cena 3000 USD/kW. Overnight náklady na vyřazení z provozu činí cca 15 %, tj. 450 USD/kW. Náklady na vyřazení 4 bloků jaderné elektrárny Fukušima a vyčištění jejího okolí po havárii odhaduje Japan Center for Economic Research ve výši 70 až 245 miliard USD. Po přepočtení těchto nákladů na instalovaný výkon činí tento ukazatel 24831 až 87127 USD/kW. Jinými slovy, na základě zkušeností z havárie JE Fukušima, jsou náklady na likvidaci havarované JE 8 až 30 krát vyšší než její pořízení.

Odpovědnost provozovatelů JE za případnou havárii je omezená a nad stanovený rámec ji přebírá stát, na jehož území je jaderná elektrárna umístěna. Rozhodnutí o budoucnosti jaderné energetiky proto bude vždy politikum. Jaderné elektrárny jsou dimenzovány na projektovou havárii – nejhorší možný případ shody náhod, která se má předpokládat. Nadprojektová havárie je událost, která jde za hranici našich předpokladů. Otázka zní: Může nastat nadprojektová havárie s unikem radionuklidů? Odpověď zní: ano – její pravděpodobnost je sice velmi nízká, ale vždy > 0. Přes všechny bezpečnostní systémy bude vždy zůstat zbytkové riziko. To, zda jsme ochotni zbytkové riziko akceptovat, je a bude bezesporu politickým rozhodnutím, odpověď tedy nelze spočítat. Politické rozhodnutí je rozhodnutí o tom, zda jsme jako společnost, provozovatel, vláda ochotni nést riziko nadprojektové havárie, nebo chceme (s vědomím rizika) věřit, že příští nadprojektová havárie již není možná.

Havárie v americké atomové elektrárně Three Mile Island (TMI) 28. března 1979, která vedla k částečnému roztavení jaderného reaktoru, začala v podstatě banální poruchou. Následovala série chyb obsluhy, která (i díky některým technickým nedostatkům) vedla k zamoření provozní budovy elektrárny, k unikům radioaktivní do životního prostředí a k roztavení části aktivní zóny reaktoru. V důsledku toho byly přijaty přísnější bezpečnostní předpisy a regulace, což následně zvýšilo náklady na stavbu a provoz jaderných elektráren.

V jaderné elektrárně v Černobylu bylo 26. dubna 1986, při plánovaném odstavení reaktoru číslo 4 pro pravidelnou údržbu, rozhodnuto využít této příležitosti k otestování schopnosti turbogenerátoru vyrábět elektřinu k napájení bezpečnostních systémů reaktoru v případě současného výpadku energie z elektrárny i vnějších zdrojů elektrické energie. Cílem je udržení chodu chladících čerpadel po dobu 50 sekund, než naskočí diesलगregáty. K těmto zkouškám mělo původně dojít ještě před spuštěním reaktoru, ale politický tlak na rychlé uvedení elektrárny do provozu zapříčinil, že byla řada těchto provozních testů odložena. Samotný experiment, který nakonec přímo způsobil jadernou havárii, byl označen jako čistě elektrotechnická záležitost, která neměla mít žádný význam z hlediska jaderné bezpečnosti. Jaderná havárie tak byla do značné míry způsobena selháním lidského faktoru a profesními chybami,

kteřích se dopustil provozní personál, protože nerespektoval bezpečnostní omezení a předpisy. Operátoři se dopustili šesti závažných chyb, které postupně překonaly bezpečnostní bariéry. Došlo pak ke dvěma explozím, které rozmetaly část aktivní zóny jaderného reaktoru, včetně paliva a hořícího grafitu. Ten byl z reaktoru vyvržen do areálu jaderné elektrárny a důsledkem bylo masivní radioaktivní zamoření nejen bezprostředního, ale i vzdálenějšího okolí. Havárie a její dopady jsou stále předmětem zkoumání. Černobyl ukázal, že otázky jaderné bezpečnosti přesahují hranice států, a vedl k dalšímu zpřísnění bezpečnostních předpisů. Pozornost se zaměřila jak na technická vylepšení projektu, tak i na omezení rizika selhání lidského činitele.

Podobná souhra nešťastných událostí jako v Three Mile Islands a Černobylu vedla i k jaderné havárii v japonské elektrárně Fukušima. Přestože japonské jaderné elektrárny jsou vybaveny západní technologií a jsou odolné proti zemětřesení a vybaveny zábranami proti tsunami, velikost přírodní pohromy 11. března 2011 překonala projektové parametry (bezpečnostní bariéry) a způsobila u 64 % ze 14 jaderných bloků v postižené oblasti vážnou nehodu či havárii.

Vlastní vyčištění elektrárny včetně odstranění poškozených palivových tyčí může podle odhadu odborníků trvat 50 až 100 let. V každém případě lze však již dnes říci, že havárie v JE Fukušima povede ke zvýšení bezpečnostních požadavků na výstavbu a provoz JE. Trh zvyšování jaderné bezpečnosti znovu poroste, tak jak tomu bylo po haváriích v Three Mile Island a Černobylu.

V reakci na havárii ve Fukušimě se očekává, že budou prověřena, a v některých případech i přehodnocena, projektová řešení připravovaných i stávajících jaderných elektráren. Bude se patrně jednat o tyto oblasti:

- revize adekvátnosti záložních systémů a jejich redundancí (dieselgenerátory, zdroje chladící vody) a to nejen pro chlazení reaktoru, ale i pro chlazení vyhořelého paliva;
- přehodnocení použití přepracovaného paliva typu MOX v běžných typech reaktorů;
- modernizace a zlepšení bezpečnostních systémů proti poruchám, které mohou být zavlečeny z vnějšího okolí elektrárny;
- zesílení odolnosti proti zemětřesení;
- revize umístění dieselgenerátorů z hlediska možného zatopení vodou;
- prověření odolnosti elektrárny proti extrémním vodním a sněhovým srážkám;
- prověření odolnosti elektrárny proti orkánům o síle 200 km/hod apod.

Havárie ve Fukušimě může vést k přijetí mezinárodních standardů pro rozvoj jaderné energetiky. Poptávka na trhu jaderných technologií pak bude záviset na vývoji globálního řízení jaderné bezpečnosti. Očekává se, že se oživí poptávka spíše po modernizaci jaderných elektráren, a tedy trh pro výrobce potrubí, čerpadel a elektrických systémů, než pro výrobce jaderných reaktorů. Havárie ve Fukušimě výrazně zbrzdila nástup jaderné renesance v demokratických zemích a některé země (Německo, Itálie, Švýcarsko, ...) potvrdily svou energetickou budoucnost bez výroby elektřiny v jaderných elektrárnách.

V samotném Japonsku vedla situace k tomu, že byly postupně odstaveny všechny jaderné elektrárny a v současné době se vrátily do provozu pouze dva z původních 54 provozovaných bloků. To se samozřejmě odrazilo na globálních tocích energie, kdy Japonsko výrazně zvýšilo import zkapalněného zemního plynu LNG. Naštěstí se to krylo s uvolněním předpokládaných exportů LNG do USA, ke kterému v důsledku rozvoje těžby břidlicového plynu nedošlo. USA by se mohly dokonce v blízké době stát exportérem LNG, pokud by to americká administrativa povolila, tj. pokud by to neohrozilo příliš energetickou bezpečnost USA.

## Energetická bezpečnost a „Arabské jaro“

Události v arabském světě a zásahy globálního vládnutí v Libyjském konfliktu rovněž signalizují věrohodnost zprávy The World Economic Forum Risk report 2011, i když zatím (naštěstí) nepřeferosty do geopolitického konfliktu. „Arabské jaro“ nazývané též

„Jasmínová revoluce“ je revoluční vlna, která začala 18. prosince 2010 a svrhla režimy v Tunisu a Egyptě, vyvolala občanskou válku v Libyi, vedla k občanskému povstání v Bahrajnu, Sýrii a Jemenu, k velkým protestům došlo v Alžírsku, Iráku, Jordánu, Maroku a Ománu a k menším protestům i v dalších zemích. Podle některých spekulací však byla jasmínová revoluce předeheurou k obsazení Libye. Libye měla totiž do vzniku nepokojů 2x větší HDP na obyvatele než Alžírsko a Egypt a 2,5x větší než Tunisko. Její obsazení je také spojováno s energetickou bezpečností Západu.

Libye, která je z větší části pokryta pouští a neúrodnou půdou, získala samostatnost v roce 1951. Koncem padesátých let 20. století zde však byla objevena velká ložiska ropy a Libye se stala strategicky významnou zemí. Od revolučního převratu roku 1969 vládl zemi plukovník Muammar Kaddáfí. Jeho revoluce byla založena na myšlence odtržení země od okolního světa. Svou vládu založil na silné síti rodinných a kmenových společenství podporovaných výnosy z ropy. Libye má největší zásoby ropy ze zemí v Africe a deváté největší zásoby ve světě. Přitom většina území je ještě neprozkoumána kvůli dřívějším dlouholetým sankcím a očekávané zásoby tak budou patrně ještě mnohem větší. Libye je považována za vysoce atraktivní ropnou oblast nejen kvůli velmi nízkým nákladům na těžbu (na některých ropných polích 1 USD/barel), ale i kvůli blízkosti k Evropskému trhu, nezávislosti dopravy na Suezském průplavu a snižování závislosti na ropě z Perského zálivu. Logicky proto při vojenských akcích proti Kaddáfímu hrály prim evropské státy, především Francie a Itálie. K tomuto silovému řešení přispěla skutečnost, že plukovník Kaddáfí byl osobností, která se Západem nespolečně tak, jako většina vládců zemí Perského zálivu. Naopak – na 64. zasedání Valného shromáždění OSN v září 2009 ve svém dlouhém projevu podrobil západ tvrdé kritice a fakticky jej obvinil z rasismu a terorismu. Je však pozoruhodné, že rezoluci č. 1973 Rady bezpečnosti OSN, která umožnila zahájení vojenských akcí v Libyi, nepodpořilo kromě zemí BRIC (Brazílie, Rusko, Indie a Čína) také Německo.

## Literatura

- [1] Global Risks 2012, Seventh Edition, Insight Report, World Economic Forum, 2012
- [2] LLOYD'S, LLOYD'S 3600 Risk Insight, Climate Change and Security: Risks and Opportunities for Business, IISS
- [3] The JOE 2010, Joint Operating Environment, United States Joint Forces Command, Ready for today, Preparing for tomorrow, 2010
- [4] Tielstudie 1: PEAK OIL, Sicherheitspolitische Implikationen knapper Ressourcen, Streitkräfte, Fähigkeiten und Technologie im 21. Jahrhundert Umweltdimensionen von Sicherheit, Zentrum für Transformation der Bundeswehr, Dezernat Zukunftsanalyse, www.zentrum-transformation.bundeswehr.de
- [5] Transport energy futures: long-term oil supply trends and projections, Report 117, Bitre, Australian Government, Department of Infrastructure, Transport, Regional Development and Local Government, Bureau of Infrastructure, Transport and Regional Economics, 2011
- [6] The future of Food and Farming: Challenges and choices for global sustainability, Government Office for Science, Foresight, 2011
- [7] Kennedy, P., Svět v 21. Století, Chmurné vyhlídky i vkládané naděje (Preparing for the Twenty-First Century), ISBN 80-7106-114-X, 1996

*Pokračování v dalším čísle.*

Ing. Ivan Beneš

Ing. Jana Caletková, PhD.

AF-CITYPLAN spol. s r.o.  
Jana.Caletkova@afconsult.com