

- V čísle: - Zemětřesení v Japonsku a jeho dopady na infrastrukturu s koncentrací na jadernou energetiku
- Jaderná energetika má v Indii zelenou
  - Atomové koncerny zmrazily příslibené dotace
  - Nové reaktory pro Temelín se dochladí i bez elektřiny
  - Velká Británie zakládá Zelenou investiční banku
  - Konec elektrického věku?
  - Jaderná energetika chce obstát i v extrémně nepříznivých podmínkách
  - Evropa otestuje svou jadernou energetiku
  - Výběr zahraničních zpráv
  - Co vyšlo na web stránkách ČNS

## Zemětřesení v Japonsku a jeho dopady na infrastrukturu s koncentrací na jadernou energetiku

### Úvod

Na základě současných poznatků *zemětřesení jsou krátkodobé pohyby zemského povrchu vyvolané náhlým uvolněním mechanické energie nahromaděné v zemském nitru*. Zpravidla se vyskytují náhle. Silné otřesy se vyskytují jen zřídka a značně nepravidelně, což znamená, že je nelze předvídat. Trvají několik sekund až desítek sekund. Silné otřesy mají předtřesy (otřesy před hlavním, tj. největším otřesem) a dotřesy (otřesy následující po hlavním otřesu). Dotřesy u velmi silných zemětřesení trvají měsíce až roky. Silné zemětřesení zpravidla postihuje rozsáhlá území, přičemž dopady zemětřesení, která působí škody na chráněných zájmech lidí, se mohou omezit jen na nejbližší okolí epicentra nebo mohou postihnout velkou oblast, v závislosti na velikosti a hloubce ohniska zemětřesení. Při velkém zemětřesení je zničeno velké procento objektů, dochází ke vzniku povodní, požárů a sesuvů. Může dojít a také zpravidla dochází k poruchám a selháním technologických celků včetně chemických a jaderných zařízení v blízkosti ohniska zemětřesení. Významné doprovodné jevy jsou sesuvy, protržení přehrad, ztekucení podloží, jakmile jsou v území technologie s nebezpečnými látkami, tak doprovodné jevy jsou: požáry, exploze a kontaminace složek životního prostředí. Mnoho lidí je zabito, zraněno, ztraceno a velký počet lidí přichází o domovy. Je nebezpečí vzniku epidemií následkem znečištěné pitné vody a neodklížených mrtvých těl. Obyvatelstvo zpravidla zůstává na místě, silniční, železniční a letecká doprava je přerušena, což je příčinou potíží při poskytování pomoci obětem, zásobování a při obnově. Úroda zůstává prakticky nepoškozena.

Velikost zemětřesení se měří pomocí: intenzity I (12 stupňové stupnice jsou MSK-64, MCS, MM; japonská 7 stupňová je JMA); magnituda M (hodnoty dosahují až 9; novináři používají označení Richtera stupnice); energie E (specificky energie nesené seismickými vlnami Es); posunutí, rychlost a zrychlení (nejčastěji se používá zrychlení, které se srovnává s gravitačním zrychlením – např. 0.1 g, 4 g atd.); a ohniskových parametrů, kterými jsou seismický moment (N.m), stress drop (MPa), rozměr ohniska (m), posunutí po zlomu (m). Ze seismického momentu se počítá tzv. momentové magnitudo  $M_w$ , které je větší než M. Současné poznání ukazuje, že pro úplnou charakteristiku zemětřesení musí být 2 veličiny; např. magnitudo a stress drop.

**Ztekucení podloží** je ztráta soudržnosti hornin podloží. Přesněji: přechod podloží z pevného do tekutého stavu zvýšením pórového tlaku vody a snížením efektivního tlaku, a následnou ztrátou pevnosti. Může se vyskytnout na povrchu, pod hladinou nebo uvnitř nepevných souvrství, většinou po větší iniciační události (zemětřesení, vibrace, působení sesuvu, pohyby podzemní vody).

**Tsunami** jsou vodní vlny vyvolané tektonickými pohyby litosférických desek, které na moři nejsou pozorovatelné, u pobřeží se však zvedne amplituda (rychlost na volném moři 700 km/hod.; vlnová délka cca 150 m). Díky velmi dlouhé vlnové délce na hlubokém moři může tsunami putovat tisíce kilometrů bez větších ztrát energie. Příchod tsunami k pobřeží se dá v poslední chvíli dobře odhadnout podle jevu, kdy před příchodem vlny voda náhle ustoupí až o stovky metrů a odhalí jindy zaplavené mořské dno. Na mělké frekvence zůstane stejná, vlnová délka se rychle sníží, naroste amplituda a

tím se vytvoří hrozné hřebeny (obrázek 1), což způsobí, že ničivost tsunami je větší než u normální záplavy. Opravdu registrovatelnou vlnu vyvolá až zemětřesení o  $M = 6.5$ . Otřesy s  $M$  větším nebo rovným 7.3 způsobí tsunami vždy. K síle tsunami přispívá i výška vodního sloupce, čím vyšší je, tím je tsunami rychlejší a ve výsledku silnější. Převážná většina vln tsunami připadá na Tichý oceán. V Evropě je nejznámější tsunami z r. 1755 při lisabonském zemětřesení; poslední bylo 16 října 1979 v Nice a při něm 23 lidí zemřelo.

Výška vlny tsunami při vstupu na pobřeží se označuje jako tzv. run-up a počítá se od střední hladiny moře v daném místě. První vlna tsunami ze série vln nebývá ale tou největší a nejsilnější. *Intervaly mezi následnými*



Obr. 1. Tsunami

*vlnami mohou být 10 až 45 minut* a vlny se navíc mohou odrážet od okolních pobřežních útvarů (poloostrov, ostrůvky) a několikrát se vracet. *Vliv na výšku a rychlost vlny tsunami na zasaženém pobřeží má vertikální i horizontální tvar pobřeží.* Platí pravidlo, že strmější břeh vlnu více vyzdvihne a méně zpomalí, ale vlna má tendenci se tříštit, naopak mírnější břeh vlnu více zpomalí delším třením, ale vlna může dojít dál do vnitrozemí. Náchylnější k větší záplavě jsou také různé sevřené zátoky a zálivy spíše než rovná pobřeží. *Škody tsunami páchá také při návratu vody zpět do moře, včetně odnesení obyvatel na volné moře.* Opět platí pravidlo, čím strmější břeh, tím rychlejší ústup vody.

Příznaky tsunami jsou: pocítené silné zemětřesení; velká množství plynu mohou bublat na vodě - moře se vaří; voda na vlnách může být neobvykle horká; voda může páchnout po shnilých vejcích (sirovodík) nebo benzínu nebo oleji; voda může bodat kůži; zvukové efekty - burácející hluk jako od tryskového letadla; nebo zvuk podobný letu helikoptéry nebo pískání; moře může ustupovat do značné vzdálenosti; a záblesk rudého světla blízko obzoru. Japonsko uskutečnilo rozsáhlý program a *postavilo na pobřeží zdi proti tsunami 4.5 m vysoké před obydlenými pobřežními oblastmi.* Postavila se vrata a kanály na přesměrování vln tsunami.

## Zemětřesení a tsunami

Dne 11. března 2011 v 14:46:23 místního času (5h46m UTC, 6h46m středoevropského času) postihlo ostrov Honšú silné zemětřesení. Jeho epicentrum leželo v moři, východně 130 km od města Sendai, tj. v Pacifickém pásu, který je charakterizován specifickými zlomovými strukturami. Parametry zemětřesení: doba trvání 6 minut;

velikost  $M = 8.9$ ,  $M_w = 9$ , (hloubka ohniska)  $h = 24$  km,  $JMA = 6$ ; zrychlení 2.99 g; 7 předtřesů 7 (4 měly  $M > 6$ ); dosud dotřesů několik tisíc (mohou trvat až 20 let), maximální dotřes (až 7.8); již bylo pocíteno 63 otřesů s  $M_w > 6.3$ . Tsunami mělo průměrnou amplitudu 10 m, maximum 38m. Dorazilo na východní pobřeží Japonska 28 minut po zemětřesení. Varovací systém na tsunami byl spuštěn.

Zemětřesení ovlivnilo rozložení hmoty v zemské kůře, vychýlilo zemskou osu a zkrátilo den o 1.8 milisekundy. Odhad délky zlomu, po které došlo k posunu zemských vrstev je 500 km, tj. jde od Iwate po Ibaraki a odhad šířky zlomového pásu je 200 km.

Dopady zemětřesení a tsunami: 14 175 nezcitlivělých; 13.778 úmrtí; zraněných 4916; odhad ekonomických ztrát činí 700 mld. USD. Nejvíce škod způsobilo tsunami. V Japonsku se jedná o největší katastrofu od 2. světové války.

## Bezpečnost jaderných elektráren vůči zemětřesení a tsunami

Na základě znalostí a zkušeností shrnutých v bezpečnostních návodech MAAE jsou principy bezpečnosti jaderných elektráren zajištěny tím, že jsou 3 kategorie objektů, infrastruktur, komponent a zařízení, přičemž položky příslušné do kategorie 1 mají odolnost vůči pohromě 10000 let; do 2 odolnost vůči pohromě 1000 let; a do 3 odolnost vůči pohromě 100 let. V komplexu jaderné elektrárny jsou bezpečnostní systémy, které jsou zálohované, mají různé principy a různé rozmístění v prostoru. Pozornost se věnuje především zajištění chlazení a energie na vlastní spotřebu za všech podmínek, tj. i těch kritických. V rámci nouzového a krizového plánování jsou připraveny scénáře odezvy, tj. jsou i scénáře, které ukazují, co dělat při vybraných nadprojektových haváriích v jaderném zařízení.

Dle údajů MAAE při sledovaném silném zemětřesení ze dne 11.3.2011 všechny čtyři jaderné elektrárny (Fukushima I, Fukushima II, Onagawa, Tokai), provozované společností Tokyo Electric Power Company's (Tepco's), které leží na východním pobřeží blízko epicentra, bez problémů odstavily po zaregistrování silného otřesu. Nejbližší epicentru jaderná elektrárna Fukushima – Dai-ichi má 6 varných reaktorů, ve třetím se používá MOX (směs izotopů plutonia a uranu) měla v době zemětřesení v provozu bloky 1 – 3.

S ohledem na zadávací podmínky všechny sledované jaderné elektrárny byly konstruovány na silné zemětřesení 7 stupňů JMA a na 10000 leté tsunami, jehož očekávaná amplituda byla 6.5 m. Z bezpečnostních důvodů byla postavena kolem předmětných jaderných elektráren zeď vyšší, a to 10m. *Předmětné tsunami ze dne 11.3.2011 mělo však amplitudu 18 m.* Dopady tsunami na sledovanou jadernou elektrárnu jsou na obrázku 2.

## Problémy jaderné elektrárny Fukushima – Dai-ichi

Během zemětřesení byly řídicí tyče automaticky zasunuty do reaktoru u všech tří běžících bloků a tím zastavily probíhající řetězové reakce. Ve stejném okamžiku bylo zastaveno napájení z rozvodné sítě, diesel generátory a pomocné systémy pro chlazení reaktorů byly

normálně nstartovány a zajistily dočasné chlazení reaktorů. V okamžiku odstavení reaktoru velikost zbytkového tepelného výkonu vydělovaného v aktivní zóně měla hodnotu okolo 7 % hodnoty nominálního tepelného výkonu reaktoru.



Obr. 2. Před a po tsunami v JE Fukushima

Úder 18 metrové vlny tsunami v místě jaderné elektrárny půl hodiny po zemětřesení způsobil porušení odvodu tepla nezbytného k dlouhodobému chlazení reaktorů. Chlazení reaktorů tak nadále záviselo na vyvažování dostupné vody v reaktorové nádobě a ostatních zásobnicích jaderné elektrárny. Pára produkovaná uvnitř reaktorové nádoby byla kondenzována v kondenzační nádobě, jejíž teplota a tlak začaly pomalu růst, a proto o několik desítek hodin později bylo rozhodnuto odpustit páru z nádoby s cílem snížení tlaku. Bohužel pára již byla smíchána s vodíkem, který se vytvořil při oxidaci přehřátého pokrytí palivových tyčí. Tento vodík, odpuštěný do horní části reaktorové budovy, explodoval po promísení se vzduchem.

Přítomnost vodíku a těkavých štěpných produktů, jako jódu a cesia, v odpouštěné páře doložila, že teploty paliva jsou takové, že může dojít k těžkému poškození pokrytí paliva v reaktorové nádobě. Proto došlo k rozhodnutí o zahájení dodávek mořské vody do reaktorů, což bylo nejzazším opatřením k chlazení reaktorů, zajištění integrity reaktorové i kontejnmentové nádoby a k zadržení radioaktivity. Procedura se zdá být úspěšnou na reaktorech 1 a 3. Ještě začátkem dubna byly obavy z úniků z hermetických prostor kontejnmentu reaktoru 2, ale nebyly potvrzeny.

Dalším zásadním následkem tsunami byla ztráta vody ze skladovacích bazénů vyhořelého paliva. Tím došlo k nedostatečnému chlazení palivových tyčí vyhořelého paliva a k jejich styku se vzduchem. To vyústilo v nahřívání vyhořelého paliva s těžkým poškozením pokrytí palivových tyčí, vyrobených ze zirkoniové slitiny, a následnému uniku části obsahu těkavých štěpných produktů do atmosféry a způsobilo vysokou úroveň radiace, která byla měřena v okolí bloku 4 (bazén). Obyvatelstvo z okolí bylo proto včas evakuováno a nezdá se, že by někdo obdržel dávku, jež by mohla způsobit zdravotní následky.

Velikost havárie postupně vzrostla z 5 na 7 stupeň mezinárodní stupnice MAAE.

### **Postup řešení na jaderné elektrárně Fukushima – Dai-ichi**

Je stále ještě předčasné hodnotit možné následky předmětné havárie. U reaktoru 1, 2 a 3 množství uniklých radioaktivních látek nadále závisí na zadržení v hermetické nádobě a doufejme, že probíhající opatření na chlazení aktivní zóny budou úspěšná s konečnou platností i díky skutečnosti, že tepelný výkon produkovaný v aktivní zóně klesá každým dnem. Výsledek rovněž závisí na schopnosti personálu znovu zaplnit a chladit nádrže obsahující vyhořelé palivo.

Jistým způsobem lze pozorovat boj o záchranu investic. Plán společnosti TEPCO je: do 3 měsíců zastavit úniky radioaktivity; do 6 měsíců bezpečně odstavit reaktory a zchladit bazény vyhořelého paliva. Japonská vláda asi nedovolí TEPCO dále provozovat jadernou elektrárnu Fukushima a bude udělán sarkofág.

### **Poučení**

Autorka se může kvalifikovaně vyjádřit jen k oblasti, ve které odborně pracuje; a tou je příprava seismických zadávacích podmínek. Návodů MAAE pro seismické hodnocení se postupně vyvíjely následovně:

- 1978 - zavedení – deterministické, nejméně příznivé, aplikace teorie extrémů
- 1992 - pravděpodobnostní hodnocení, varianty, oceňování nejistot a neurčitostí v bezpečnostní zprávě se hodnotí i odolnost kabelů
- 2008 - nejistoty, neurčitost, chování blízkých zlomů (*jsou tak zohledněny poznatky získané na jaderné elektrárně Kashizawaki Kariwa při silném zemětřesení Niigataken Chuetsu-oki (NCO), které zasáhlo elektrárnu dne 16.7.2007, kdy došlo ke ztrátě dat a ke zjištění, že i zásobníky s požární vodou musí být v I kategorii*), v bezpečnostní zprávě se proto hodnotí i odolnost IT
- 2010 - momentové magnitudo, heuristiky.

Je nutné zdůraznit, že velikost vlny tsunami, která udeřila na Japonsko, byla vyšší než velikost, která byla v projektu jaderné elektrárny předpokládána a kterou by přečkala bez následků. Proto bude úkolem seismologů a vědců studujících chování Země stanovit, zda pravděpodobnost výskytu takto extrémní události byla opravdu podceňena při projektování nebo zda tyto události jsou natolik výjimečné, že zůstatkové riziko může být nadále pokládáno za akceptovatelné. Jestliže se ukáže, že zůstatkové riziko je příliš vysoké, bude nutno upravit sestavení seismických a dalších zadávacích podmínek, tj. při hodnocení pohrom a s nimi spojených rizik vybírat řešení optimální také s ohledem na možné kritické a extrémní stavy, tj. zvažovat více nadprojektových havárií a dát jim větší váhu. To se odrazí i v dalších etapách, tj. v: projektování; výstavbě; provozu; a v požadavcích na bezpečné odstavení a bezpečnostní systémy (zvýšit na 4 x 100%).

Nutno asi připustit větší pravděpodobnost havárie s tavením aktivní zóny (LOCA) a dělat opatření již od konceptu a návrhu. K tomu již přistoupili inženýři po Černobylu; např. Rusové u všech nových projektů VVER mají od r. 1989 objekt pro zachycení roztaveného paliva z aktivní zóny (zabezpečený prostor pod základovou deskou).

*doc. RNDr. Dana Procházková, DrSc.*

## Jaderná energetika má v Indii zelenou

*Do roku 2020 v Kalpakkamu dva rychlé množivé reaktory, které „spálí“ atomový odpad*

Na 400 tisíc a až 600 tisíc megawattů odhaduje potřebnou kapacitu jaderných elektráren v Indii ředitel Bhabhova atomového výzkumného střediska (BARC) Ratan Kumar Sinha. V rozhovoru pro indický magazín Frontline potvrdil, že miliardová země počítá nadále, podobně jako další asijské země, s rozvojem jaderné energetiky.

Zdůraznil přitom, že prioritou indického nukleárního výzkumu a vývoje zůstává uzavření palivového cyklu, jež mají umožnit rychlé množivé reaktory. Do roku 2020 se v Indii vybudují čtyři taková zařízení, která dokáží „spálit“ i současný jaderný odpad z tradičních atomových elektráren. Dva rychlé bloky se postaví v Kalpakkamu ve státě Tamilnádu (dříve Madrás) na jihu subkontinentu. Na programu rychlých množivých reaktorů pracují indiští vědci čtyři desetiletí, připomněl Sinha.

Zpočátku se v nich bude „spalovat“ plutonium vzniklé v paliva při provozu lehkovodních reaktorů využívaných ve světě nejčastěji (včetně Temelína, Dukovan, Jaslovských Bohunic a Mochovců). Sinha však předpokládá, že později se přejde na thoriový cyklus. Indie je světovou jedničkou v zásobách thoria, jež má šanci stát se jaderným palivem budoucnosti, i ve výzkumu této oblasti atomové energetiky.

V současnosti se v zemi provozuje 20 reaktorových bloků o výkonu 4385 MW a pět o výkonu 3900 MW (téměř dva současné Temelíny) se staví. Plánuje se výstavba 18 reaktorů (15 700 MW) a předpokládá se dalších 40 reaktorů, uvádějí statistiky Světové nukleární asociace.

### Další informace:

Až padesát let může pokrývat veškerou tuzemskou spotřebu energie obsažená v palivu použitém během půlstoletého provozu jediného tisícimegawattového jaderného bloku temelínského typu. Současné jaderné elektrárny totiž využívají energetický potenciál z necelých pěti procent. Tzv. vyhořelé palivo, jehož v Česku přibývá zhruba přibývá za rok kolem 80 tun, tedy zhruba čtyři

krychlové metry, je tak perspektivním zdrojem energie, potvrdil někdejší ředitel Ústavu jaderného výzkumu v Řeži František Pazdera.

Jediná průmyslová elektrárna s rychlým reaktorem na světě běží v Bělojarsku na Urale spolehlivě od roku 1980. Osmisetmegawattový blok se stavěl třináct let. Do provozu se uváděl už po spuštění 350megawattové elektrárny v kazašském Aktau (Ševčenko) na kaspickém poloostrově Mangyšlak; po čtvrtstoletí výroby elektřiny a energie pro odsolování mořské vody ho postsovětský Kazachstán v roce 1999 odstavil. Nyní se v Bělojarsku staví nový osmisetmegawattový „rychlý“ blok, s jehož dokončením se počítá po roce 2012; celkové náklady dosáhnou 1,6 miliardy dolarů (1,3 miliardy eur, necelých 40 miliard Kč). Hotový je už i projekt 1600megawattové elektrárny se stejnou technologií.

Štěpnou reakci v rychlých (také množivých) reaktorech vyvolávají tzv. rychlé neutrony, takže reaktor, na rozdíl od většiny používaných typů včetně temelínských, nepotřebuje moderátor. Chladí se tekutým sodíkem. Teplo se pak přenáší do dalšího sodíkového obvodu a teprve ve třetí sérii výměníků se vyrábí pára pro pohon turbín. Při provozu vzniká mj. plutonium, které se dále využívá jako jaderné palivo (proto také množivé reaktory). Tepelná účinnost této technologie převyšuje 40 procent. Podstatně lépe se při ní využívá jaderné palivo a zároveň se produkuje nové.

V 60. a 70. letech minulého století vyvinuli čeští odborníci v čele s profesory Františkem Dubškem a Oldřichem Matalem z brněnské techniky moderní konstrukci a některé materiály potřebné pro sodíkové chlazení a parní generátory vyhřívané sodíkem. Úspěšně je otestovali na zkušebním rychlém reaktoru BOR-60 v Dimitrogradu na Uralu a poté dodali na 350megawattovou jadernou elektrárnu s rychlým reaktorem v kazašském Aktau (Ševčenko) na kaspickém poloostrově Mangyšlak.

*J.L.M.*

## Atomové koncerny zmrazily příslibené dotace

*Příspěvky do německých ekologických fondů vyschly, chybějí peníze na zateplování • RWE se soudí kvůli odstavení reaktorů, má šanci na úspěch*

Německé koncerny provozující celkem 17 jaderných bloků vyhlásily válku vládě. Média je obviňují, že nechťejí přispívat na energetický obrat nastartovaný kancléřkou Angelou Merkelovou po havárii v japonské Fukušimě. A kvůli tříměsíčnímu moratoriu na provoz nejstarších jaderných bloků čelí stát žalobě, kterou podala společnost RWE a jež má podle právníků značnou šanci na úspěch.

Loni na podzim se koncerny zavázaly odvést do státních ekologických fondů letos a napřesrok po 300 miliónech a další čtyři roky po 200 miliónech eur. Z výnosů za tehdy dojednaný a novou energetickou koncepcí potvrzený delší provoz atomových bloků chtěla

spolková vláda získat také 2,3 miliardy eur ročně v podobě daně z jaderného paliva.

Dohoda, příspěvky a výnosy z daně patří dnes minulosti. Koncerny E.on, RWE, EnBW a Vattenfall sice nadále odvádějí slíbené příspěvky, avšak pouze na blokovaný účet, potvrdil týdeník Spiegel. Do problému se tak dostal kupříkladu program sanace budov. Počítal se 436 milióny eur plus půlmiliardou z ekologických fondů dotovaných právě atomovými koncerny.

Představa ministra dopravy, stavebnictví a urbanismu Petra Ramsauera navýšit potřebné zdroje na dvojnásobek tak nevypadá příliš reálně. Zvláště když, jak poznamenal deník Handelsblatt, se už loni na podzim krátily



prostředky uvolněné letos na program Stavět a sanovat pro energetickou efektivnost. Pro příští rok bude praktikující katolík Ramsauer zřejmě žádat o dodatečné zdroje, jež se však v úsporném státním rozpočtu budou hledat jen velice obtížně.

Tříměsíční moratorium a urychlení programu likvidace jaderné energetiky (Ausstieg) místo jejího delšího využívání staví energetiky do velice obtížné situace. Například koncern EnBW produkuje více než polovinu elektřiny v jaderných blocích. Do roku 2020 by měl podíl obnovitelných zdrojů zdvojnásobit na 20 procent, což znamená investice kolem osmi miliard eur. Peníze na tyto projekty, připomněl na valné hromadě společnosti její šéf Hans-Peter Villis, získá firma prodejem minoritních podílů v hodnotě 1,8 miliardy a úsporami. Její investiční program se už kvůli dani z jaderného paliva a odvodům

do ekologických fondů omezil z původních 7,9 miliard na 5,1 miliardy eur, upozornil Handelsblatt.

#### Další informace:

Společnost RWE Power podala 1. dubna u kasselského soudního dvora proti nařízení hessenského dohlížecího úřadu z 18. března okamžitě zastavit provoz JE Biblis na tři měsíce. Blok A byl odstaven, blok B se nacházel v plánované odstávce. Podle právního názoru RWE Power neodpovídají důvody udávané spolkovou vládou § 19 Atomového zákona. Německé jaderné elektrárny plní platné bezpečnostní požadavky. Pro zastavení provozu neexistují právní předpoklady. Tímto krokem hájí RWE zájmy svých akcionářů.

Pramen: Tisková zpráva RWE

### Odstavené německé jaderné reaktory

Blok (spuštěn)	Spolková země	inst. výkon, MW	majitelé (%)	výroba 2010, TWh
Biblis A (1974)	H	1225	RWE	4,7
Biblis B (1976)	H	1300	RWE	9,7
Brunsbüttel (1976)	Š-H	806	Vattenfall (66,6) E.on (33,3)	0
Neckarwestheim 1 (1976)	B-W	840	EnBW (98,45)	1,9
Philippsburg-1 (1979)	B-W	926	EnBW	6,5
Isar-1 (1977)	B	912	E.on	6,3
Unterweser (1978)	DS	1410	E.on	10,7
Krümmel (1983)	Š-H	1346	Vattenfall (50), E.on (50)	0
Odstaveno celkem		8765		39,8
Jaderné celkem		21325		133,0
<b>Podíl odstavených v %</b>		<b>41,1</b>		<b>29,9</b>
Německá elektroenergetika		165000		488
<b>Podíl odstavených v %</b>		<b>5,3</b>		<b>8,2</b>

Pramen: MAAE, BDEW

B-W=Bádensko-Württembersko, B=Bavorsko, DS=Dolní Sasko, H=Hesensko, Š-H=Šlesvicko-Holštýnsko

### Toky elektřiny mezi Německem a zahraničím

(rok 2010, v TWh)

	Vývoz	Dovoz	Saldo
Rakousko	14,705	6,750	7,955
Švýcarsko	14,140	2,567	11,573
Česko	0,564	9,400	-8,836
Dánsko	6,471	2,707	3,764
Francie	0,795	15,126	-14,331
Lucembursko	6,159	1,361	4,798
Nizozemsko	7,392	3,002	4,390
Polsko	5,334	0,167	5,167
Švédsko	2,355	1,007	1,348
<b>Celkem</b>	<b>57,915</b>	<b>42,087</b>	<b>15,828</b>

Pramen: ENTSO-E

Zdroje: Tisková zpráva RWE: <http://www.rwe.com/web/cms/de/110504/rwe/investor-relations/nachrichten/news-ad-hoc-mitteilungen/?pmid=4006050> - tamtéž i v angličtině

Handelsblatt: [www.handelsblatt.com](http://www.handelsblatt.com), Spiegel: [www.spiegel.de](http://www.spiegel.de)

J.L.M.

### Nové reaktory pro Temelín se dochladi i bez elektřiny

Nové typy jaderných reaktorů, které by měly být použity při plánované dostavbě Jaderné elektrárny Temelín, budou vybaveny systémem, jenž dokáže chladiť aktivní zónu reaktoru i při totální ztrátě dodávek proudu

pro vlastní provoz elektrárny.

Ztráta napájení elektřinou způsobená tisíciletou vlnou tsunami byla hlavní příčinou nynějších potíží japonské jaderné elektrárny Fukušima I. Její jaderné bloky

vybudované v letech 1967 až 1973 se sice při katastrofálním zemětřesení spolehlivě a bezpečně automaticky odpojily, ale tsunami zničila elektrické vedení i záložní zdroje, takže čerpadla zajišťující dochlazování aktivní zóny reaktoru zůstala bez proudu.

Přitom tzv. pasivními bezpečnostními systémy, které fungují i bez vnějšího napájení, jsou vybaveny už nyní budované jaderné bloky. Mají je i reaktory AP-1000 z produkce amerického Westinghousu a MIR.1200 ruského Atomenergoprojektu. Oba projekty se ucházejí o zakázku na dostavbu Temelína s opcí na další tři bloky v Dukovanech a slovenských Jaslovských Bohunicích.

„Systémy pasivní bezpečnosti využívají pro dochlazování přirozenou cirkulaci,“ říká bývalý ředitel JE Temelín František Hezoučký. „U reaktoru AP-1000 pára kondenzuje na stěnách vnitřního ocelového kontejnmentu, který se z vnější strany ochlazuje vzduchem proudícím mezi ním a vnějším kontejnmentem a kondenzát se vrací do reaktoru. Kondenzaci podporuje skrápění vnitřního kontejnmentu ze zásobní nádrže umístěné v horní části kontejnmentu vnějšího. Rusové u reaktoru MIR.1200 zase kondenzují ve speciálních výměnících páru z parogenerátorů a kondenzát používají prostřednictvím části sekundárního okruhu ke stálému odvodu zbytkového tepla z aktivní zóny.“

Oba typy systémů podle Hezoučkého mohou fungovat tak dlouho, než se podaří obnovit dodávky elektřiny. Doplnění vody do výškových nádrží je možné zajistit

po třech dnech např. mobilními čerpadly z libovolného přírodního zdroje.

„Pasivní systémy fungují bez zásahu zvnějšku a na základě fyzikálních zákonů. V posledních letech se při projektování nových jaderných bloků počítá s daleko většími haváriemi. Dobře navržený a postavený systém na odvod tepla přirozeným prouděním by odolal i vlně tsunami a po jejím opadnutí by dokázal zařízení ochladit,“ dodává Dušan Kobyłka, specialista z Fakulty jaderné a fyzikálně inženýrské pražského ČVUT.

V případě dosud největších nehod v americké jaderné elektrárně Three Mile Islands v roce 1979 (stupeň 5 podle sedmistupňové stupnice Mezinárodní agentury pro atomovou energii pro hodnocení závažnosti mimořádných událostí a nehod v jaderné energetice) a v ukrajinském Černobylu v roce 1986 (stupeň 7) bylo hlavní příčinou selhání člověka. Konstrukteři jaderných elektráren proto vyvinuli systémy, které tuto hrozbu omezily prakticky na nulu dokonce i v případech, že by obsluha reaktoru úmyslně chtěla havárii vyvolat. Nynější neštěstí v Japonsku, které je zatím hodnoceno stupněm 6, ukázalo, že spíše než selhání člověka, teroristického útoku či pádu letadla je možná třeba se obávat řádění živlů. Experti se domnívají, že kdyby v elektrárně Fukušima místo 40 let starých reaktorů stály nejnovější, dokázaly by katastrofálnímu zemětřesení i ničivé tsunami odolat bez vážnějšího poškození a bez jakéhokoliv úniku radiace.

J.L.M.

## Velká Británie zakládá Zelenou investiční banku

*Vince Cable: Chystáme revoluci v energetice, dopravě a nakládání s odpady • Emise oxidu uhličitého se do roku 2025 sníží na polovinu*

Britský plán vybudovat do roku 2020 jaderné bloky o výkonu 6000 MW (tři Temelíny) přijde na 17 miliard liber, tedy na zhruba půl biliónu korun. Současně se na rozvoj přenosových sítí musí vynaložit další 4,7 miliardy liber. Jen do energetiky se při rozvoji zelené ekonomiky musí ve stejné době investovat až 200 miliard liber, uvádí se ve zprávě ministerstva pro podnikání, inovace a dovednosti, o níž informovala informační síť NucNet.

Velká Británie chce během příštích 14 let omezit veškeré emise skleníkových plynů na polovinu, uvedl při prezentaci zprávy státní tajemník Vince Cable. Je proto zapotřebí revolučním způsobem změnit energetiku, dopravu a infrastrukturu odpadového hospodářství, dodal. Jaderná energetika bude hrát klíčovou roli společně s mořskými větrnými parky, uhelnými elektrárnami vybavenými systémem separace a ukládání CO<sub>2</sub> (CCS), zdroji využívajícími energii moře a nabíjecími stanicemi pro elektromobily.

Rozvoj nové ekonomiky podpoří speciálně vytvořená Zelená investiční banka, první svého druhu na světě. Umožní alokovat zdroje do nové ekologické infrastruktury, kde je návratnost kapitálu už ze své podstaty velice dlouhá. Cable předpokládá také vznik Národního infrastrukturálního plánu a počítá s reformou trhu s elektřinou, daňovými změnami ve prospěch ochrany klimatu, zavedením podpor pro vytápění obnovitelnými zdroji a revizi odpadového hospodářství.

Další informace:

Velká Británie provozuje v současné době 19 jaderných bloků o výkonu 10 962 MW. Nejstarší běžící s 230 megawattovým reaktorem GCR (plynem chlazený a grafitem moderovaný) Oldbury-A1 byl poprvé připojen v roce 1967 doposud podle MAAE vyrobil 61 miliard kWh elektřiny. Zatím poslední Sizewell-B o výkonu 1250 MW, jediný britský s tlakovodním reaktorem, dodal do sítě 110 miliard kWh

Plánuje se výstavba čtyř bloků o výkonu 1670 MW každý, ve výhledu je dalších devět bloků o celkové kapacitě 12 tisíc MW, uvádějí statistiky Světové nukleární asociace. Pilířem britské energetiky zůstává nadále zemní plyn (47,7 % vyrobené elektřiny) následovaný uhlím (25,8 %). Jaderný proud se na energetickém mixu podílí 18 %. Na obnovitelné zdroje reprezentované v první řadě větrníky připadá 6,6 %, udává energetická společnost EDF.

Zdroje:

Zelená investiční banka:

<http://www.bis.gov.uk/assets/biscore/business-sectors/docs/u/11-917-update-design-green-investment-bank.pdf>

Světová nukleární asociace:

<http://www.world-nuclear.org/info/reactors.html>

EDF Energy:

<http://www.edfenergy.com/products-services/fuel-mix.shtml>

J.L.M.

## Konec elektrického věku?

*O české zálibě v jednoduchých řešeních a jediné pravé pravdě*



Vraťme se o devět roků zpátky, do srpna 2002. Miroslav Ševčík z Liberálního institutu si vzal kalkulačku a spočítal, že Praha vůbec nemusela skončit pod vodou. Zájemce odkazují na web institutu [www.libinst.cz](http://www.libinst.cz), kde si lze přečíst jeho článek *Povodně a základní jednoduché počty*. Ostatní, koho nezajímá metodologie, ušetřím nudného a bohužel zgruntu falešného výkladu.

Jen tolik: Pan Ševčík hledal viníka zaplavené Prahy a našel ho. Při nehodách na železnici to většinou odskáče výhybkář nebo výpravčí, za povodně jsou zodpovědlni vodohospodáři, kteří nepřipravili řádně manipulační řády (a stačilo tak málo – upouštět jen o málo více vody z nádrží vltavské kaskády!), a za havárii ve Fukušimě mohou projektanti, kteří tak nějak nepočítali s tím, že vlna tsunami může být třikrát větší, než udávají pravděpodobnostní propočty.

A kromě toho existuje ještě jeden zásadní viník: Člověk, který v honbě za blahobytem a ziskem přezírá rizika a neuvědomuje si, že jaderná energetika je „nezvládnutá“ (někteří lidé dokonce tvrdí, že „nezvládnutelná“) technologie, a proto ji kvůli Fukušimě zakažme, nejlépe na celém světě.

Tato idea, sama o sobě poněkud nesmyslná, se pak podkovává v našich zeměpisných šířkách hrozbou havárie, která by nadobro zahubila hustě osídlenou Evropu, a výpočty hodnými páně Ševčíkovými, že vyvážíme produkci celého Temelína nebo Dukovan. Na druhé straně Šumavy a Krušných hor se zase politici trumfují, zda, obrazně řečeno, skončí s atomovou energetikou za týden, nebo až za čtrnáct dní. A všem jim nadšeně tleskají jiní lobbisté, kteří cítí obrovské kšefty, když vypadne ze hry konkurent.

Pravda, tvrdí neustále, že atom hraje ve světové energetice marginální roli, ale ona čtvrtina německé nebo třetina tuzemské elektřiny je příliš lákavá na to, aby se o ni nestrhl boj. O bezpečnost německé jaderné energetiky jde až v poslední řadě – vždyť o úplném a definitivním odstavení všech reaktorů hodlá spolková vláda rozhodnout už v červnu, bez ohledu na to, jak dopadnou zátěžové testy ve druhém pololetí.

Německá solární lobby se ústy šéfa společnosti Solarworld Franze Asbecka nechala v deníku Handelsblatt slyšet, že díky raketovému růstu této branže je možno odstavit německé jaderné bloky v roce 2020 – a možná ještě dříve; navíc prý jediným neštěstím, které může tento zdroj postihnout, je zatmění Slunce. Docela vtipné, že?

Stejně optimisticky mluví uhelná lobby, jež má svého představitele v komisi kancléřky Merkelové. Šéf hornických, chemických a energetických odborů Michael Vassiliadis nedvojsmyslně prohlásil, že „přechodovou technologií“ do éry obnovitelné energetiky bude uhlí, a nabídl, že jeho branže to dokáže.

Větrná lobby se do těchto půtek příliš nezapojuje a sází spíš na vizi eurokomisaře Günthera Oettingera: V

Evropě budou na severu obří větrné farmy a na jihu neméně velké solární parky. Propojí je inteligentní síť, které dodají dostatek proudu ve správný okamžik na správné místo.

Jak prosté, že? A jakkoli se všichni bojovníci proti atomu shodují, že katastrofa ve Fukušimě – připomeňme znovu, že ji způsobilo nikoli zemětřesení, nýbrž tisíciletá, možná dokonce dvoutisíciletá vlna tsunami – bylo obrovské neštěstí, vskrytu se možná radují, že přišla jako na zavanou. Pravda, výčitky svědomí si nedělají – co na tom, že z oněch 25 tisíc mrtvých nebo pohřešovaných Japonců, které má na svědomí březnové zemětřesení a obří mořská vlna, žádný život neodnesla havárie ve Fukušimě! Co na tom, že bez přístřeší zůstaly stovky tisíc, možná milióny obyvatel, které spláchla voda?

Takový přístup má být vzorem pro Česko, radí tuzemští oponenti atomu. Stěžují si, že lidé u nás onu pravdu, kterou uzřeli a snaží se jim přiblížit, nechápou. Že stále podporují atom, protože je to tak naučil bolševik. A že jsou pro svůj „neordinární“ pohled na problém ostrakizováni, umlčováni atd. atp.

Tito věrozvěstové si nedokáží připustit, že by jejich „pravda“, jakkoli vycházející do jisté míry z reality, mohla trpět stejnou metodologickou vadou jako povodňové propočty páně Ševčíkovy. My přece nepotřebujeme tolik energie, potažmo tolik zdrojů, protože s německou pomocí jsme vytvořili program, jenž dokládá, že se u nás dá ušetřit nejméně 60 procent energie. Stačí jen zavelet, naplánovat několik pětiletok a budeme v ráji!

Za kolik? Přesnou cenu nikdo nepředložil, avšak lze dojít alespoň k hrubému odhadu. Jakkoli se vyhýbám „kalkulačkovým řešením“, přece jen jedno předložím:

Na tuzemských střeších, především však polích vyrostly solární elektrárny o celkovém výkonu více než 1800 megawattů, tedy téměř stejném jako obou temelínských reaktorů. Při ceně kolem 80 tisíc Kč za instalovaný kilowatt to představuje zhruba 150 miliard korun, podstatně více, než se vydalo za první dva bloky v Temelíně. Vzpomeňme si, jak před lety protiatomoví aktivisté poukazovali na to, že se cena Temelína vyšplhala na „neuvěřitelných“ téměř 100 miliard korun.

Zásadní rozdíl však tkví v tom, že jaderné (a uhelné) bloky dodávají elektřinu 24 hodin denně sedm dní v týdnu. Přihlédneme-li k nezbytným odstávkám, běží naplno kolem 7000 hodin ročně – kdežto solární v nejlepším případě jen tisíc hodin. Jinými slovy: zmíněných 150 miliard, které zaplatí v ceně proudu všichni spotřebitelé, přinesly výdělek bankám, jež poskytly úvěry, a provozovatelům, kteří získali výtečný způsob zhodnocení kapitálu. Ten, kdo platí, z toho nemá nic! Solární proud nepotřebuje, elektřiny je přece dost, ale přispět musí!

Nemám rád jednoduchá řešení složitých problémů – a energetická budoucnost naší civilizace představuje nadmíru komplikovanou otázku. Točí se v ní bilióny eur, o které se ucházejí různé lobby tvrdící, že pouze ten její produkt je ten jediné správný a všespasitelný. Shodnu se

se zastánci tzv. ekologické energetiky v jednom: Klíčem k udržitelné energetice není až tolik výroba. Nejsou to však ani pouze úspory. O budoucnosti civilizace založené na elektřině rozhodne, zda nalezneme způsob, jak proud skladovat.

„Slunce a vítr nám nepošílají účty!“ tvrdí s mírnou dávkou nadsázky německý ministr financí Wolfgang Schäuble, když mluví o „nezbytném útlumu atomové energetiky“. Dodejme, že neúčtují palivo, vše ostatní je třeba zaplatit. Dnes stále ještě podstatně více než za elektřinu založenou na fosilních palivech – a není to jen a dokonce ani především proto, že by se do ceny elektřiny vyrobené z uhlí, plynu nebo atomu nezahrnovaly externí dopady těžby a spalování na přírodu.

Příčiny jsou dvojího rázu: Na jedné straně vítr a sluneční záření jsou velice „řidkými“ energetickými zdroji, na druhé straně účinnost přeměny této energie příliš nepřevyšuje využití potenciálu fosilních „energetických konzerv“. Optimisté uvádějí, že fotovoltaické panely dosahují účinnosti kolem 20 procent. Zhruba stejnou nebo jen o málo větší vykazují pohonné hmoty v silniční dopravě, mírně nad 30 procent atomové a k padesáti procentům se blíží nejmodernější uhelné bloky s kombinovaným cyklem.

Je to dáno fyzikálními zákony přeměny energie – ty, kdo chyběli ve škole, odkáží na jméno Nicolas Carnot (1796-1832) a cyklus nazvaný jeho jménem. Mimochodem, kdybychom současné uhelné či jaderné elektrárny využívali pouze v teplotěnském režimu, což je samozřejmě nesmysl, dostali bychom se daleko za 80 procent.

Skladovat elektřinu ve velkém jsme se naučili zatím jen prostřednictvím přeměny proudu na kinetickou energii – tedy v přečerpávacích vodních elektrárnách. Výzkum ostatních způsobů (rozklad na vodík apod.) je zatím v plenkách. Zda strádá nedostatkem zdrojů, nevím. Jen si myslím, že kdyby se prostředky investované do bouřlivého rozvoje fotovoltaiky – Česko nikterak nezaostává za německým vzorem! – a větrných zdrojů vložily právě do výzkumu, přinesly by větší užitek.

## Jaderná energetika chce obstát i v extrémně nepříznivých podmínkách

V mnoha zemích světa a v energetických firmách se zamýšlejí nad důsledky havárie jaderné elektrárny v japonské Fukušimě vyvolané silným zemětřesením a neobvykle vysokou vlnou tsunami. I když ještě není zcela přesně objasněno, jak k havárii došlo a jaký je její skutečný rozsah, státní instituce zabývající se dozorem nad jadernými zařízeními, experti jaderného průmyslu, vědecké týmy a provozovatelé jaderných elektráren již pracují na opatřeních s cílem dále zvýšit bezpečnost jaderných reaktorů a skladů použitého jaderného paliva, a to i za extrémně nepříznivých podmínek.

Prověrky existujících jaderných elektráren a licencí udělených k jejich nové výstavbě podle takových zpřísněných podmínek se v mnoha zemích se již uskutečnily nebo právě nyní probíhají, v dalších se tyto testy uskuteční v průběhu letošního roku.

Právě tady dochází na lámání chleba:

Nabízí se jako velice jednoduché řešení vize decentralizované energetiky. Její zastánci soudí, že malé místní zdroje budou díky chytrým sítím fungovat stejně dobře jako současné centralizované velkozdroje se základním, středním a špičkovým zatížením. Ideologie o pozitivním dopadu takového systému na demokratický vývoj společnosti má zřejmě zastít sociální inženýrství jejích přívrženců, kteří zřejmě tuší, jakou revoluci by uskutečnění jejich vize vyvolalo ve fungování současné civilizace.

Možná není nejdokonalejší, možná nadměrně drancuje přírodní zdroje, možná skutečně vyvolává neúměrný růst obyvatelstva, na nějž Země není „stavěna“. Nedovedu si však představit, že někdo dobrovolně sleví ze svých nároků a že další osvícení ho budou následovat. Spoléhat pouze na tzv. obnovitelné zdroje znamená návrat do období, z něhož se lidstvo před staletími dostalo, když se naučilo využívat „energetické konzervy“ dřevo, uhlí a posléze i atom.

Tedy degrese?

Jakkoli se takové řešení jeví jako velice jednoduché, dávám přednost podstatně sofistikovanějšímu. Pracovně ho můžeme nazývat udržitelným nebo vyváženým energetickým mixem využívajícím efektivně všechny zdroje a moderní technologie. Zatímco decentralizovaná verze povede spíše ke konci elektrického věku, rozvoj současných možností a v první řadě vyřešení problému efektivního skladování elektřiny nabízí šanci dále tuto civilizaci rozvíjet.

V takovém případě bude zcela jedno, zda se při jejím získávání budeme opírat o fosilní nebo obnovitelné zdroje, které se naučíme využívat mnohem efektivněji. A nebude hrozit, že Země se změní v „cizí krajinu s ohořelými pahýly“, což může mít stejně dobře na svědomí drancování zdrojů jako, obrazně řečeno, návrat do jeskyní.

*Daneš Burket*

Zpřísnění podmínek bezpečnosti jaderných zdrojů energie se staly předmětem také květnového jednání skupiny G8. Toto sdružení nejvyspělejších států světa vyzvalo k prověření všech jaderných zdrojů energie ve světle zkušeností získaných po havárii v japonské Fukušimě a ke zpřísnění celosvětově platných standardů a testů.

Deklarace z jednání zemí skupiny G8 také uvedla, že ve spolupráci s Mezinárodní agenturou pro atomovou energii (International Atomic Energy Agency - IAEA) budou vytvořena další nová pravidla bezpečnosti pro země s vysokou pravděpodobností silných zemětřesení. Velká pozornost se bude věnovat zajištění bezpečnosti jaderných elektráren proti vulkanickým erupcím, pádům letadel, teroristickým útokům, ozbrojeným střetům v regionálních konfliktech apod.

*Zdroj: Informační servis ČNS*



## Evropa otestuje svou jadernou energetiku

Po událostech v japonské Fukušimě v letošním březnu některé evropské země přehodnotily svůj postoj k jaderné energetice, jejich podpora jádra je nicméně nadále vysoká. Mnoho zemí hodlá pokračovat s novými projekty, k nim patří i Česká republika, Slovensko, Polsko. Některé země novou výstavbu sice pozdržely, politici jsou však jádra stále nakloněni. Velká Británie a Francie hodlají na jadernou energetiku spoléhat i v budoucnu.

Opačným případem je Německo, které hodlá svoje jaderné elektrárny uzavřít do roku 2022. Dlouhodobým odporem k jaderné energetice se netají Rakousko, protijaderným náladám veřejnosti se přizpůsobila švýcarská vláda. Itálie odložila referendum o obnoveném programu výstavby jaderných elektráren na neurčito.

Elektřinu vyrobenou z jádra využívají ale i ty evropské země, které nejsou jaderné energetice přímo nakloněny a. Například Itálie v posledním období importovala více než 11 procent své roční spotřeby elektrické energie, a to hlavně z francouzských jaderných elektráren. Rakousko mělo čistý deficit okolo sedmi procent, který pokrývaly i české jaderné elektrárny.

Jaderná energetika je významná i pro španělskou ekonomiku, čtvrtou největší v EU. Jaderné elektrárny tu vyrábějí pětinu spotřebované elektřiny. Tyto zdroje ve Španělsku obstály i při květnovém zemětřesení, které bylo

největší za posledních 50 let.

Evropská unie dosáhla v květnu politické dohody o zátěžových testech jaderných elektráren v Evropě. Mají se týkat všech 143 jaderných bloků. Začnou nejpozději v červnu, konečné výsledky by měly být v dubnu příštího roku. Součástí testů budou i zkoušky odolnosti reaktorů vůči útokům teroristů a vlivům přírodních katastrof. Jaderné elektrárny mají obstát při takových hrozbách, jako jsou lesní požáry a velké dopravní nehody v jejich okolí, nebo při ztrátě připojení k elektrické síti.

Některé země již uskutečnily prověrky všech svých jaderných elektráren s cílem dále snížit rizika možné havárie. Například britský jaderný dozor podrobně prověřil všechny vlivy včetně silného zemětřesení a vln tsunami a uvedl, že britské jaderné elektrárny jsou naprosto bezpečné. Britská vláda v květnu tohoto roku uvedla, že plány na stavbu nových jaderných elektráren mohou pokračovat a všechny jaderné elektrárny mohou vyrábět elektřinu i nadále.

Také švýcarský dozor uvedl, že všech pět švýcarských jaderných elektráren je provozně bezpečných. Švýcarská vláda se ale rozhodla doporučit parlamentu, aby byl jejich provoz v příštích letech postupně ukončen. Podle švýcarských energetických společností by se tak tato země mohla stát závislá na dodávkách elektřiny ze zahraničí.

**Údaje o reaktorech v evropských zemích, které provozují jadernou energetiku (země EU, Švýcarsko a východní Evropa)**

Země	Výroba elektřiny z jádra v roce 2009		Provozní schopné reaktory k 1. dubnu 2011		Reaktory ve výstavbě k 1. dubnu 2011		Připravované reaktory k 1. dubnu 2011		Navrhované reaktory k 1. dubnu 2011	
	mld kWh	%	počet	MWe net	počet	MWe gross	počet	MWe gross	počet	MWe gross
Belgie	45	51,7	7	5943	0	0	0	0	0	0
Bulharsko	14,2	235,9	2	1906	0	0	2	1900	0	0
Česká republika	25,7	33,8	6	3722	0	0	2	2400	1	1200
Finsko	22,6	32,9	4	2721	1	1700	0	0	2	3000
Francie	391,7	75,2	58	63130	1	1720	1	1720	1	1100
Německo	127,7	26,1	17	20339	0	0	0	0	0	0
Maďarsko	14,3	43	4	1880	0	0	0	0	2	2200
Nizozemsko	4	3,7	1	485	0	0	0	0	1	1000
Rumunsko	10,8	20,6	2	1310	0	0	2	1310	1	655
Rusko	152,8	17,8	32	23084	10	8960	14	16000	30	28000
Slovensko	13,1	53,5	4	1816	2	880	0	0	1	1200
Slovinsko	5,5	37,9	1	696	0	0	0	0	1	1000
Španělsko	50,6	17,5	8	7448	0	0	0	0	0	0
Švédsko	50	34,7	10	9399	0	0	0	0	0	0
Švýcarsko	26,3	39,5	5	3552	0	0	0	0	3	4000
Ukrajina	77,9	48,6	15	13168	0	0	2	1900	20	22800
Velká Británie	62,9	17,9	19	10962	0	0	4	6680	9	12000
<b>Evropa</b>	<b>1095,1</b>	<b>46,5</b>	<b>195</b>	<b>171561</b>	<b>14</b>	<b>13260</b>	<b>27</b>	<b>31910</b>	<b>72</b>	<b>78155</b>

Zdroj: WNA

### Odstavení vybraných německých JE

Kancléřka Angela Merkelová rozhodla o odstavení některých JE v zemi jako reakci na události v JE Fukushima Daiichi v Japonsku. V konečném důsledku to znamená, že Německo nyní dováží elektřinu ze sousedních zemí Francie a České republiky. V současnosti se jedná o cca 50 GWh denně, říká asociace energetického a vodního průmyslu BDEW, a to ze zemí, které vyrábí elektřinu z jaderných elektráren (Francie z cca 80 %). Dovoz elektřiny z Francie se zdvojnásobil v druhé polovině března 2011, říká BDEW. Německo byla tradičně zemí, která vyvážela elektrickou energii, hlavně do Holandska a Švýcarska, ale tento vývoz byl v současnosti prakticky zastaven. P. Merkelová po událostech na JE Fukushima rozhodla o odstavení jaderných bloků v Německu, které byly vyrobené před rokem 1980 (jednalo se o sedm reaktorů) na dobu tří měsíců na bezpečnostní revizi a další dva bloky byly toho času v plánované odstávce. Takže celkem chybí v síti 9 ze 17 normálně provozovaných jaderných výrobních bloků. Dále bylo uvaleno tříměsíční moratorium na současné vládní rozhodnutí ohledně možného prodloužení životnosti německých JE.

### Prohlášení generálního ředitele MAAE

Generální ředitel MAAE p. Yukiya Amano prohlásil, že ve stínu události v JE Fukushima-Daiichi v Japonsku celosvětově vznikla potřeba posílit bezpečnost jaderných elektráren takovým způsobem, aby se riziko vzniku události významně snížila. P. Amano vydal toto prohlášení na konferenci zástupců 72 zemí, které se sešly ve Vídni na téma Konvence jaderné bezpečnosti (Convention on Nuclear Safety), která diskutovala národní zprávy k jaderné bezpečnosti, kterou musí každá země předložit. Přestože krize v Japonsku není ještě zcela vyřešena, tak je nutné již začít výměnu informací ohledně zkušeností a poučení, které nám události v Japonsku poskytují. Tyto události jsou takového charakteru, že jaderný průmysl nemůže zaujmout postoj, „nic se neděje“ („business as usual“). Pan Amano řekl, že „Striktní dodržování pevných mezinárodních standardů bezpečnosti a transparentnosti v dobrých i zlých časech je zásadní pro obnovení a udržování důvěry veřejnosti v jadernou energetiku“. Jakmile to situace dovolí, tak MAAE vyšle do Japonska tým expertů, aby podrobně ocenil aspekty této události, nejlépe formou peer review. Dále p. Amano řekl, že MAAE svolá konferenci na jadernou bezpečnost v termínu 20.-24. června 2011. Bude se zabývat bezpečnostními politikami a technickými záležitostmi, včetně zvýšení ochrany JE proti současnému působení několika rizik, připravenosti na dlouhodobé black-outy, zvýšení úrovně havarijního elektrického napájení a ochrany jaderného paliva v havarijních podmínkách.

### Prohlášení předsedy WANO

Předseda WANO TC, p. Jong-shin Kim, současně CEO společnosti Korea Hydro and Nuclear Power, vydal

6.4.2011 prohlášení, že WANO a Korea je připravena poskytnout Japonsku potřebnou expertní i materiálovou pomoc na řešení situace v JE Fukushima Daiichi. Představitelé WANO a KHNP se mají setkat v Tokyu s vrcholným managementem TEPCO a se zástupci Japan Nuclear Technology Institute, aby prodiskutovali podrobnosti spolupráce mezi Koreou a Japonskem. Tato návštěva navazuje na dopis, který předseda WANO TC již poslal po zemětřesení 11.3.2011, kde WANO nabídlo svoji plnou podporu při restaurování provozu této jaderné elektrárny tam kde to bude možné, případně její uvedení do stabilního klidového stavu.

### Další zemětřesení v Japonsku

Další velké zemětřesení zasáhlo severovýchodní pobřeží Japonska o síle 7,4 magnitudy ve Čty, 7.4.2011 23:30 hod japonského času. Zemětřesení vyvolalo vyřazení některých linek elektrické sítě a proto na JE Higashidori a přepracovatelském závodě na JP Rokkasho najely DG jako náhrada za ztrátu vnějšího napájení. Chlazení reaktorů 1.- 3. RB v JE Fukushima Daiichi pomocnými čerpadly bylo zachováno a toto zemětřesení nemělo na stav elektrárny žádný vliv. Po zemětřesení nedošlo k velkým vlnám tsunami a proto bylo varování před tímto rizikem posléze odvoláno. Na JE Onagawa došlo ke ztrátě dvou ze tří standardních linek vnějšího napájení. Týkalo se to tří reaktorových bloků, které jsou od 11.3.2011 odstaveny v chladném režimu. Chladicí systémy těchto bloků zůstaly v provozu po startu dieselgenerátorových stanic. Na ostatních JE nemělo zemětřesení vliv na stav technologických systémů bloků.

### Revize hodnocení poškození jaderného paliva JE Fukushima

Společnost TEPCO, provozovatel poškozené JE Fukushima-Daiichi vlnou tsunami, provedla revizi hodnocení poškození jaderného paliva v blocích 1-3 této elektrárny. Dne 27.4.2011 vydala společnost TEPCO nové odhady, poté co jaderný dozor NISA (Nuclear and Industrial Safety Agency) požadoval ověření správnosti původních hodnot z 15.03.2011. Na bloku č. 1 snížila očekávané poškození z původního odhadu 70 % na 55 %. Procenta vyjadřují počet palivových kazet s poškozením pokrytí palivových proutků. Výpočty jsou založeny na úrovni radioaktivity ve vodní a suché části primárního kontejmentu („wet well“ a „dry well“). Naopak pro bloky 2 a 3 zvýšila hodnoty poškození paliva z 5 % na 35 % (2. RB) a na 30 % (3. RB).

### Exelon kupuje energetickou Skupinu Constellation Energy

Společnost Exelon, největší provozovatel JE a jedna z největších energetik v USA, kupuje energetickou Skupinu Constellation Energy za cenu cca 7,9 miliard USD (5,3 miliard EUR). Nově vzniklá společnost si ponechá jméno Exelon a její výrobní kapacita v jádře bude 19 000 MWe. Společnost Exelon Nuclear vlastní asi 20 % všech jaderných elektráren v USA (17 reaktorových bloků na 10

lokality: Braidwood, Byron, Clinton, Dresden, LaSalle, Limerick, Oyster Creek, Peach Bottom, Quad Cities a Three Mile Island v Pensylvánii, Illinois a New Jersey). Jejich výrobní kapacitu tvoří z 93 % jaderné elektrárny. Společnost Constellation Energy Nuclear Group (CENG) je společným podnikem Constellation Energy a EDF Group a provozuje 5 reaktorových bloků v lokalitách Calvert Cliffs, R.E. Ginna a Nine Mile Point.

### **Nové napájení pro JE Fukushima**

Na JE Fukushima-Daiichi byla dne 26.4.2011 dokončena oprava vysoko napěťového napájení elektrárny a jeho propojení s vnější sítí. Elektrárna je propojena se sítí třemi vnějšími linkami (vždy 2 bloky na jeden zdroj), ale nové napájení zajišťuje vzájemné propojování vývodů v případě ztráty některého ze zdrojů. Během prací na rozvodnách byla JE postupně odpojována od vnější sítě a elektrické napájení technologických systémů, jež chladí reaktory, zajišťovaly DG.

### **Nové hodnocení nakládání s použitým jaderným palivem v USA**

Japonská krize vyvolala nové hodnocení „nakládání s použitým jaderným palivem“ – říká studie MIT (Massachusetts Institute of Technology). Studie byla vydána dne 26.4.2011 a říká, že události ve JE Fukushima-Daiichi staví prioritu nakládání s použitým JP na čelné místo a mohou znamenat zvýšení nákladů na nové JE. Fakt, že při událostech ve Fukushima hrálo uskladnění použitého JP v budovách reaktorů významnou roli, dokazuje důležitost a urgentnost se zabývat touto otázkou. Tato záležitost se stává ještě aktuálnější v USA, kde roste množství těchto odpadů v lokalitách stávajících JE (a není dořešena otázka konečného úložiště). MIT silně doporučuje vybudování regionálních meziskladů použitého JP, kde by bylo pod lepší kontrolou než v jednotlivých současných lokalitách JE. Autoři upozorňují na dva další možné následky událostí ve Fukushima: náklady na nové JE se patrně zvýší z důvodu ošetření těchto rizik a dále podpora veřejnosti stavbě nových JE (která v USA roste) se pravděpodobně zastaví nebo bude dočasně stagnovat. „Jedním z důležitých aspektů, které mohou ovlivnit veřejné mínění vzhledem k pokračování rozvoje jaderné energetiky je stanovení jasné politiky nakládání s použitým JP“, říká se ve zprávě. Zpráva MIT je na adrese:

<http://web.mit.edu/mitei/research/studies/nuclear-fuel-cycle.shtml>

### **Posílení standardů JB a Kultury bezpečnosti**

Pan Yukiya Amano, generální ředitel MAAE, vystoupil na jednání speciálního výboru OECD (Organisation for Economic Cooperation and Development) v Paříži a volal po značném posílení standardů JB a Kultury bezpečnosti tak, aby byla vždy zajištěna jejich priorita. Důvěra světové veřejnosti v jádro je po Fukushima značně otřesena, a proto je třeba intenzivně pracovat na zvyšování bezpečnosti JE a zajištění transparentnosti radiačních rizik. Sedm týdnů po vlně tsunami je situace na JE Fukushima stále vážná. Nejdůležitější je nyní bezpečnostní stabilizace této JE. Představitelé TEPCO nedávno představili veřejnosti mapu

k dosažení tohoto cíle, která má trvat nejméně 1 rok. Provozovatelé JE na celém světě nyní provádějí řadu opatření a analýz jak využít zkušeností z této elektrárny. Agentura MAAE pořádá v termínu 20.-24.06.2011 ministerskou konferenci k události na JE Fukushima v Japonsku, kde se budou řešit otázky bezpečnostní politiky JE, technické záležitosti a odolnosti JE proti působení několika rizik současně, připravenost na black-outy, havarijní napájení a ochrana použitého JP v havarijních podmínkách. Na konferenci plánuje MAAE promítat video ze zahájení mise OSART na EDU (pozn. autora).

### **Národní skupina rychlého nasazení ve Francii**

Společnost EDF plánuje zřídit národní skupinu rychlého nasazení (Task Force) pro rychlou reakci na případné události na francouzských JE. Společnost EDF předkládá jadernému dozoru (ASN) návrh programu bezpečnostních opatření pro jejich JE, které vyvolala Fukushima. Tato skupina má být vybavena mobilními prostředky pro havarijní dodávku elektřiny a vody, speciálními transportními prostředky a příslušnými lidskými zdroji, které mohou být mobilizovány během 24-48 hodin. Další plánovaná opatření zahrnují hodnocení technických a lidských prostředků, které jsou nyní k dispozici pro řešení havarijních situací, a dále plánují provést hloubkovou revizi projektů stávajících JE společnosti EDF.

### **Termín pro kritéria na stress testy**

Evropské komise říká, že nestanovila žádný konečný termín pro kritéria na „stress testy“ jaderných elektráren v EU v rámci hodnocení bezpečnosti jako reakce na události ve Fukushima. Nicméně komisař pro energetiku p. Gunther Oettinger by chtěl ještě zařadit do těchto testů také pokrytí rizik, vyplývajících z možnosti teroristických útoků na jaderná zařízení. Mluvčí komisaře pro energetiku paní Marlene Holznerová řekla v úterý novinářům, že Evropský koncil a evropské národní jaderné dozory se musí na těchto záležitostech nejprve dohodnout. Komisař Oettinger trvá na zařazení hodnocení odolnosti jaderných zařízení v EU proti teroristickým útokům do současného hodnocení elektráren, ale tento požadavek naráží na fakt, že pokud budou následné zprávy zveřejněny, tak se to dotýká zájmů národní bezpečnosti a s tím nebudou členské státy souhlasit. Tyto „zátěžové testy“ mají být provedeny na všech jaderných elektrárnách v EU v podobě ohodnocení jejich bezpečnostních hranic z pohledu extrémních vnějších rizik, po zkušenostech z událostí, které postihly japonskou Fukushimu. Generální shromáždění regulátorů ENSREG bude zahrnovat představitele 27 národních jaderných dozorů. Francouzský jaderný dozor se již v Po minulý týden vyjádřil, že jejich testy nebudou obsahovat řešení teroristických rizik. Mluvčí Holznerová dále řekla, že: „Zátěžové testy jsou dobrovolné, ale členské země podepsali deklaraci na Evropském koncilu dne 23.-24. března 2011, že provedou toto hodnocení a ty zařízení, která neprojdou těmito testy budou buď odstavena nebo zajistí, že mohou vydržet přírodní katastrofy“.

*Zdroj: Výběr zahraničních zpráv, Zbyněk Grunda*

## Co vyšlo na web stránkách ČNS od vydání posledního čísla Zpravodaje

Japan Atomic Industrial Forum	Link týdne
Hodnota akcií ČEZ, a. s.	Úvodní strana
Letecký pohled na JE Fukušima	Obrázek týdne
Británie na rozdíl od Německa nemění plány s jadernou energetikou	Úvodní strana
Sluneční elektrárny, stav k 1.4.2011	Graf týdne
Proč musíme dostavět Temelín!	Úvodní strana
Zemětřesení v Japonsku a jeho dopady na infrastrukturu, zejména jadernou energetiku	Úvodní strana
Jsme pro věcnou a odbornou diskusi o dalším rozvoji jaderné energetiky	Úvodní strana
Výběr zpráv ze sítě NucNet - 20. týden 2011	Úvodní strana
Japan Atomic Industrial Forum	Link týdne
Hodnota akcií ČEZ, a. s.	Úvodní strana
Tsunami a JE Fukushima	Obrázek týdne
Zemětřesení v Japonsku a jeho dopady na infrastrukturu s koncentrací na jadernou energetiku	Úvodní strana
Zdravotní rizika vyjádřená počtem úmrtí na TWh pro energetické zdroje	Graf týdne
Jaderná energetika má v Indii zelenou	Úvodní strana
Zpravodaj č. 02/2011	Zpravodaj
Právě vyšel Zpravodaj ČNS 02/2011	Úvodní strana
Výběr zpráv ze sítě NucNet - 21. týden 2011	Úvodní strana
Japan Atomic Industrial Forum	Link týdne
Hodnota akcií ČEZ, a. s.	Úvodní strana
Letecký pohled na JE Fukušima	Obrázek týdne
Velká Británie zakládá Zelenou investiční banku	Úvodní strana
Vliv JE na emise CO <sub>2</sub> ve Finsku	Graf týdne
Konec elektrického věku?	Úvodní strana
Právě vyšel info WIN 03/2011	Úvodní strana
Příčinou výbuchů vodíku na Fukušimě mohla být modernizace ventilačního potrubí z roku 1999	Úvodní strana
Výběr zpráv ze sítě NucNet - 22. týden 2011	Úvodní strana
Japan Atomic Industrial Forum	Link týdne
Hodnota akcií ČEZ, a. s.	Úvodní strana
Letecký pohled na JE Fukušima	Obrázek týdne
Za německý Ausstieg zaplatíme všichni	Úvodní strana
Radiation Dose Chart	Graf týdne
Stanovisko HK ČR k současnému vývoji energetiky v Německu	Úvodní strana
Klaus v Hamburku: Stop jaderné energii je populismus	Úvodní strana
Katastrofální "jaderné" rozhodnutí Merkelové	Úvodní strana
Výběr zpráv ze sítě NucNet - 23. týden 2011	Úvodní strana
Japan Atomic Industrial Forum	Link týdne
Hodnota akcií ČEZ, a. s.	Úvodní strana
Letecký pohled na JE Fukušima	Obrázek týdne
Zrušíme všechna rizika?	Úvodní strana
Sluneční elektrárny, stav k 1.6.2011	Graf týdne
Energetika jako internet	Úvodní strana
Nuclear to remain a significant part of EU's energy mix by 2050	Úvodní strana
Bulharsko zrenovuje své jaderné reaktory	Úvodní strana
Výběr zpráv ze sítě NucNet - 24. týden 2011	Úvodní strana
Japan Atomic Industrial Forum	Link týdne
Hodnota akcií ČEZ, a. s.	Úvodní strana
Letecký pohled na JE Fukušima	Obrázek týdne
Budoucnost patří plynu. Avšak kterému?	Úvodní strana
Střední hodnota zdravotního rizika spojeného s využíváním různých energetických zdrojů	Graf týdne
The Fukushima challenge: Shaping a sound response	Úvodní strana
Uranium Stocks Basing As Fukushima Proves Nuclear Is Here To Stay	Úvodní strana
Mise ocenila bezpečnost Dukovan	Úvodní strana
Výběr zpráv ze sítě NucNet - 25. týden 2011	Úvodní strana
Japan Atomic Industrial Forum	Link týdne
Hodnota akcií ČEZ, a. s.	Úvodní strana
Letecký pohled na JE Fukušima	Obrázek týdne
Elektrinu od ČEZ nikdo nebude chtít	Úvodní strana
Number of Reactors under Construction Worldwide	Graf týdne
Jaderná energetika chce obstát i v extrémně nepříznivých podmínkách	Úvodní strana
Evropa otestuje svou jadernou energetiku	Úvodní strana
Westinghouse newsletter 6/2011	Úvodní strana

[www.csvts.cz/cns](http://www.csvts.cz/cns)