

# SLABINY UCHAZEČŮ O VÝSTAVBU NOVÝCH REAKTORŮ V ČR

PŘEHLED GLOBÁLNÍHO TRHU PRO MODERNÍ TYPY JADERNÝCH ELEKTRÁREN

REAKTOR	DESTINACE	TYP	START	ZPOŽDĚNÍ	POZNÁMKA
OLKILUOTO	FIN	EPR	2009	2018	ZDRAŽENO
FLAMANVILLE	FRA	EPR	2012	2019	ZDRAŽENO
TAISHAN 1	CHN	EPR	2014	2017	ZDRAŽENO
SANMEN 1	CHN	AP1000	2013	2018	ZDRAŽENO
HAIYANG 1	CHN	AP1000	2014	2018	ZDRAŽENO
SUMMER 2, 3	USA	AP1000	2018	—	ZRUŠENO
VOGTLE 3	USA	AP1000	2016	2022	ZPOŽDĚNO
LENINGRAD 2-1	RUS	AES-2006	2013	2018	ZPOŽDĚNO
NOVOVORONEZH 2-2	RUS	AES-2006	2014	2019	ZPOŽDĚNO
OSTRAVETS 1	BLR	AES-2006	2018	2019	ZPOŽDĚNO
BARAKAH 1	ARE	APR1400	2017	2018	ZDRAŽENO

## Obsah

	Úvodní shrnutí	1
	Hlavní typy moderních jaderných reaktorů	3
1	Westinghouse AP1000	3
1.1	Historie	3
1.2	Dosavadní zkušenosti	4
1.3	Vládní podpora	5
2	Areva EPR	5
2.1	Historie	5
2.2	Dosavadní zkušenosti	5
2.3	Vládní podpora	8
3	Rosatom AES-2006	8
3.1	Historie	8
3.2	Dosavadní zkušenosti	10
3.3	Vládní podpora	11
4	KEPCO APR1400	12
4.1	Historie	12
4.2	Dosavadní zkušenosti	13
4.3	Vládní podpora	13
5	CGN Hualong One	13
5.1	Historie	13
5.2	Dosavadní zkušenosti	14
5.3	Vládní podpora	14
6	Areva NP/Mitsubishi Atmea One	15
7	Ostatní typy	15
	Závěrečné shrnutí	16

Tuto publikaci společně vydávají:  
Aliance pro energetickou soběstačnost  
Calla – Sdružení pro záchranu prostředí  
Heinrich-Böll-Stiftung e.V., kancelář v Praze

Autor: Prof. Stephen Thomas (UK)  
Překlad: Karel Polanecký  
Editace: Martin Sedlák, Edvard Sequens  
Grafická úprava: Zdeněk Tuka  
První vydání, září 2017

Objednávky a stahování:

Aliance pro energetickou soběstačnost | [info@alies.cz](mailto:info@alies.cz) | [www.alies.cz](http://www.alies.cz)  
Calla – Sdružení pro záchranu prostředí | [calla@calla.cz](mailto:calla@calla.cz) | [www.calla.cz](http://www.calla.cz)  
Heinrich-Böll-Stiftung e.V., kancelář v Praze | Opatovická 28, 110 00 Praha 1 | [cz.boell.org](http://cz.boell.org)

Názory v této publikaci vyjadřují stanovisko autora a nemusí se nevyhnutelně shodovat s názory vydavatelů.

Dílo je zveřejněno pod licencí Creative Commons CC BY-NC-SA.  
Je povoleno šířit dílo, pokud je uveden autor díla, a to pouze k nekomerčním účelům a při zachování stávající licence.

ISBN: 978-80-906270-8-6



# ÚVODNÍ SHRNU TÍ

Publikace „Přehled globálního trhu pro moderní typy jaderných elektráren: slabiny uchazečů o výstavbu nových reaktorů“ se soustředí na dodavatele technologií, kteří deklarují, že jsou schopni vyhovět aktuálním požadavkům jaderných dozorů v Evropě a ve Spojených státech amerických. Nabízejí typy reaktorů, které bývají často označovány jako generace III+. Výběr dodavatelů je zaměřen především na ty, kteří se mohou ucházet o dodávku zařízení pro výstavbu nových bloků jaderných elektráren v České republice (viz Tabulka 1). Vypsání tendru na výstavbu jednoho nebo dvou nových reaktorů v jaderné elektrárně Dukovany se očekává v průběhu roku 2018. Dosud svůj zájem vyjádřilo šest dodavatelů.

Lze očekávat, že Česká republika stanoví pro účastníky tendru dvě podmínky. Prvním očekávaným kritériem bude schopnost dodavatele předložit referenční projekt, tedy reaktor stejného typu provozovaný v zahraničí. Druhým možným kritériem bude instalovaný výkon nového bloku (nebo bloků), který bude muset odpovídat kapacitě české přenosové soustavy. Právě maximální velikost výkonu může znamenat významnou překážku pro některé potenciální dodavatele.<sup>1</sup>

Z aktuálního přehledu vyplývá, že uvedené podmínky by splnily jen reaktory AES-2006 (dodávaný Rosatomem) a patrně také AP1000 (dodávaný společností Westinghouse). Reaktor Atmea One konsorcia Areva/Mitsubishi Heavy Industries (MHI) se dosud nikde na světě nestaví a žádná smlouva na jeho dodávku není před podpisem. Reaktory EPR (s výkonem přes 1600 MW) a pravděpodobně

i APR1400 firmy KEPCO mají příliš vysoký výkon. První reaktor CGN Hualong One bude dokončen za čtyři až pět let.

Výběrové řízení ovlivní také skutečnost, že Westinghouse a fakticky i Areva jsou v bankrotu. Šance reaktorů EPR, AP1000 a Atmea One se tím pádem výrazně snižují. V následujícím přehledu věnujeme pozornost především zkušenostem s výstavbou jednotlivých typů a odhadům stavebních nákladů. Zaměříme se také na finanční možnosti dodavatelů a ochotu vlád jejich domovských zemí poskytovat výrobcům jaderných technologií finanční podporu.

V Číně fungují tři vzájemně nezávislé dodavatelé jaderných reaktorů, ale podle státní politiky si nekonkurují na stejném exportním trhu. Česká republika spadá do oblasti pokrývané společností China General Nuclear (CGN) s typem reaktoru Hualong One. Dalším dvěma dodavateli, China National Nuclear Corporation (CNNC) a State Nuclear Power Technology Corporation (SNPTC), se proto podrobně nevěnujeme.

Faktorem, který může výstavbu nových reaktorů ovlivnit, je také odlišný přístup státních regulačních orgánů. Úřady jaderného dozoru ve Spojených státech (Nuclear Regulatory Commission – NRC) a ve Velké Británii (Office of Nuclear Regulation – ONR) provádějí komplexní posouzení reaktorů třetí generace. Posuzují celý konstrukční koncept reaktoru před zahájením výstavby prvního bloku daného typu. Proces trvá zhruba pět let

---

1 Nuclear Intelligence Weekly 'Prague Mulls Newbuild, Ends Uranium Output', 5. května 2017, strana 5.

a na jeho konci koncept reaktoru získá certifikát (ve Spojených státech Design Certificate, ve Velké Británii Design Acceptance Confirmation), který umožní zrychlený povolovací proces pro všechny reaktory stejného typu po dobu patnácti let v USA a deseti let ve Velké Británii. Certifikát se vztahuje jen na prověřovaný typ reaktoru bez konstrukčních úprav. V případě, že k nim výrobce přistoupí, musí upravený reaktor projít procesem opakovaně.

Ostatní státy stále preferují systém, ve kterém je každý stavěný reaktor posuzován jaderným dozorem individuálně. Celkový koncept bývá v principu posouzen před zahájením výstavby, ale konkrétní konstrukční prvky se posuzují až v jejím průběhu. Po dokončení stavby probíhá

celkové bezpečnostní posouzení. Tento systém sice umožňuje konstrukční úpravy jednoho typu reaktoru, ale každý projekt vyžaduje podrobné posouzení. S tím je spojeno riziko, že některé prvky nesplní požadavky jaderného dozoru, což vede ke zpoždění výstavby v důsledku řešení problému.

Rozdíl obou přístupů lze ilustrovat na kontrolním a řídicím systému reaktoru EPR. Finský a francouzský jaderný dozor vznesl k tomuto systému připomínky v roce 2009, tedy v průběhu výstavby reaktorů Olkiluoto a Flamanville, což v obou případech vedlo ke zpoždění výstavby. Naproti tomu ve Velké Británii řeší ONR stejný problém v rámci komplexního posouzení před zahájením výstavby Hinkley Point.

**Tabulka 1** Dosavadní zkušenosti s reaktory generace III+

	Komplexní posouzení jaderného dozoru	Počet reaktorů ve výstavbě	Počet reaktorů v provozu	První reaktor spuštěn	Výkon [MW]	Stavěn v zemích
<b>Westinghouse AP1000</b>	USA 2011, Velká Británie 2017	8		2017 / 18	1200	Čína, USA
<b>Areva EPR</b>	Velká Británie 2012	4		2018	1600	Finsko, Francie, Čína
<b>Rosatom AES-2006</b>	Rusko	5	1	2017	1200	Rusko, Bělorusko
<b>KEPCO APR1400</b>	Korea	6	1	2016	1400	Korea, SAE
<b>Areva / MHI Atmea One</b>	-	-	-	-	1100	-
<b>CGN Hualong One</b>	-	4	-	2021 / 22	1200	Čína

Zdroj: Prof. Stephen Thomas



# HLAVNÍ TYPY MODERNÍCH JADERNÝCH REAKTORŮ

Tato kapitola představuje základní informace o typech reaktorů, které se mohou potenciálně ucházet o dodávku pro nové jaderné bloky v České republice. Uvedené reaktory vychází z účastníků předchozího, vládou zrušeného tendru pro jadernou elektrárnu Temelín. Jde o AP1000 dodávaný společností Westinghouse, EPR firmy Areva a AES-2006 společnosti Rosatom. V posledních dvou letech byly zahájeny práce na výstavbě prvních čínských reaktorů Hualong One. Reaktory APR1400 jsou rozestavěny v Jižní Koreji a Spojených arabských emirátech. Jde však o verzi, která nesplňuje požadavky jaderných dozorů v Evropě a ve Spojených státech. Konstrukce reaktoru se proto upravuje a v roce 2015 zahájil americký jaderný dozor proces jeho komplexního posouzení. Reaktor typu Atmea One si zatím žádný ze světových investorů neobjednal a neprošel ani posouzením žádného jaderného dozoru. Česká vláda jej ovšem jako variantu nadále zvažuje.

## 1 WESTINGHOUSE AP1000

### 1.1 Historie

Westinghouse je historicky nejvýznamnějším dodavatelem jaderných reaktorů, ale většina jeho projektů byla zahájena v sedmdesátých letech minulého století. První objednávky na moderní typ reaktoru AP1000 přišly v roce 2007, posledním předchozím projektem byl britský reaktor Sizewell B objednaný v roce 1987.

Reaktorovou divizi Westinghouse koupila v roce 1999 za 1,1 miliardy dolarů britská státní společnost BNFL, která ovšem o tři roky později zbankrotovala. Jadernou divizi Westinghouse poté v roce 2006 odkoupil japonský koncern Toshiba (90 % akcií za 5,4 miliardy dolarů). Sídlo jaderné divize Westinghouse se nadále nachází ve Spojených státech, ale již dvacet let nemá americké vlastníky. Po vyhlášení bankrotu v roce 2017 má jaderná divize Westinghouse dvě možnosti budoucího fungování: útlum v oblasti výstavby nových reaktorů nebo odkoupení novým vlastníkem.

Reaktor AP1000 vychází z konstrukce menšího reaktoru Westinghouse AP600, který firma z ekonomických důvodů na trhu nenabízí. Reaktor AP1000 prošel komplexním posouzením amerického jaderného dozoru mezi lety 2002 a 2006. Po dodatečných úpravách získal aktualizovaný certifikát o komplexním posouzení v roce 2011.<sup>2</sup>

V prosinci 2006 Čína objednala dodávku čtyř reaktorů AP1000 ve verzi roku 2006 (před dodatečnými úpravami). Očekávání dovozu většího počtu reaktorů, který měla zprostředkovat čínská společnost SPI, nebylo naplněno. Výstavba čtyř reaktorů byla v roce 2013 zahájena ve Spojených státech, v elektrárnách Vogtle a Summer. V současnosti Westinghouse nemá na svůj reaktor žádnou další objednávku.

Ve Velké Británii předložil Westinghouse koncept reaktoru AP1000 ke komplexnímu posouzení v roce 2007.

2 Issued Design Certification - Advanced Passive 1000 (AP1000), <https://www.nrc.gov/reactors/new-reactors/design-cert/ap1000.html> (ověřeno 26. dubna 2017)

# Společnost Westinghouse vyhodnotila ztrátu plynoucí z uzavřených smluv na 6,1 miliardy dolarů a vyhlásila bankrot

Proces byl v roce 2011 na tři roky přerušen, neboť nikdo z britských zákazníků neměl o reaktor zájem. V roce 2017 bylo komplexní posouzení dokončeno<sup>3</sup> a Westinghouse předpokládal objednávky na tři reaktory. Finanční kolaps Westinghouse s sebou ovšem nese riziko, že investoři od záměru objednat reaktory AP1000 ustoupí. Mimo to se Westinghouse účastnil tendru pro nové reaktory do jaderné elektrárny Temelín. Jak již bylo uvedeno, výběrové řízení bylo zrušeno. Žádné další objednávky se pro reaktor nerýsují.

## 1.2 Dosavadní zkušenosti

Výstavba čtyř reaktorů AP1000 v Číně byla zahájena v letech 2009 a 2010 s plánovaným spuštěním mezi lety 2013 a 2015. Stavbu zbrzdily technické problémy,

především s kvalitou hlavních chladicích čerpadel reaktorů. Čerpadla byla dodána do Číny poprvé v roce 2011, ale kvůli závadám klíčových částí musela být odeslána k úpravám zpět do Spojených států. Předepsanými zkouškami prošla čerpadla až na konci roku 2015. Spuštění reaktorů je očekáváno v roce 2017, případně o rok později. Čínská státní společnost SNPTC, která na stavbách zastupuje zájem investora, deklaruje, že výstavba všech reaktorů je v natolik pokročilé fázi, že jejich dokončení nezávisí na ekonomickém přežití Westinghouse. Oficiální vyjádření o překročení plánovaného rozpočtu nejsou k dispozici, neoficiální odhady hovoří o částce 1,5 miliard dolarů na jeden reaktor.<sup>4</sup> Není vyloučeno, že spuštění reaktorů bude opět odloženo, podle zpráv z března 2017 se na stavbě elektrárny Sanmen vyskytly další blíže nespecifikované technické problémy. Případná

**Tabulka 2** Dosavadní zkušenosti s výstavbou reaktoru AP1000

Název bloku	Začátek výstavby	Původní / aktuální termín dokončení	Původní / aktuální odhad nákladů [miliardy USD]
Sanmen 1	2009	2013/2017–18	+1.5
Sanmen 2	2009	2014/2018	+1.5
Haiyang 1	2009	2014/2017–18	+1.5
Haiyang 2	2010	2015/2018	+1.5
Summer 2	2013	2016/zrušeno	5.2/7–12,5
Summer 3	2013	2018/zrušeno	5.2/7–12,5
Vogtle 3	2013	2016/2022	6.65/9,2
Vogtle 4	2013	2018/2023	6.65/9,2

Zdroj: Prof. Stephen Thomas

<sup>3</sup> Design Acceptance Confirmation (DAC), <http://www.onr.org.uk/new-reactors/ap1000/idac-isoda.htm> (ověřeno 26. dubna 2017)

<sup>4</sup> Nuclear Intelligence Weekly 'China: Soothing Nerves After Westinghouse Bankruptcy', 31. března 2017, strana 5-6.

další výstavba reaktoru AP1000 (nebo jeho upravené čínské verze CAP1400) přichází v Číně v úvahu až po získání provozních zkušeností.

V případě projektů AP1000 v amerických státech Georgia a Jižní Karolína se první problémy objevily krátce po zahájení výstavby. V roce 2015 podali investoři projektů stížnost na Westinghouse a jeho dodavatele kvůli nedodržení termínů a plánovaného rozpočtu. V říjnu 2015 se Westinghouse pokusil problémy vyřešit ovládnutím hlavního dodavatele, firmy Stone & Webster, a uzavřením nových smluv na dokončení elektráren za pevnou částku.<sup>5</sup> O rok později společnost Westinghouse vyhodnotila ztrátu plynoucí z uzavřených smluv na 6,1 miliardy dolarů a vyhlásila bankrot. Významnou překážkou záchranu Westinghouse je riziko, že ztráty plynoucí z uzavřených smluv mohou být ještě vyšší. Zpoždění výstavby je aktuálně odhadováno na čtyři roky a rozpočty byly překročeny zhruba o 40 %.

V červenci 2017 se vlastníci projektu elektrárny Summer rozhodli výstavbu reaktorů zastavit a projekt ukončit. Zástupci investorů krátce před rozhodnutím o ukončení výstavby odhadli, že celková cena dvou reaktorů by mohla dosáhnout 25 miliard dolarů, tedy dvojnásobek původního odhadu.<sup>6</sup> V případě výstavby reaktorů v elektrárně Vogtle se podle informací ze srpna 2017 očekává, že projekt bude dokončen. Roli Westinghouse jako smluvního partnera má převzít společnost Georgia Power. Podle uzavřené dohody má Westinghouse nadále zprostředkovávat služby spojené se zajišťováním dodávek a procesu licencování a poskytnout know-how potřebné k dokončení projektu.<sup>7</sup>

Cestou k záchraně Westinghouse má být prodej většiny podílu kontrolovaného Toshiba jinému vlastníkovi. Nejpravděpodobnějšími potenciálními kupci jsou čínská společnost SPI a korejská KEPCO. O tom, zda nabídka reaktoru AP1000 zůstane na světovém trhu, rozhodnou dva faktory. Úspěšné nalezení kupce pro Westinghouse a jeho ochota nadále dodávat nové reaktory. Není vyloučeno, že nový vlastník firmu zaměří výhradně na provoz, údržbu a vyřazování stávajících reaktorů.

### 1.3 Vládní podpora

Vládní podporu komplikuje skutečnost, že Westinghouse je vlastněn japonskou společností, ale sídlí ve Spojených státech. Ze strany americké vlády nelze očekávat podporu exportu reaktorů AP1000. Japonská vláda vyjádřila ochotu k podpoře vývozu jaderných technologií<sup>8</sup>, například reaktoru ABWR konsorcia Hitachi-GE do Velké Británie. Není ovšem pravděpodobné, že by Westinghouse nadále vlastnili Japonci. Případná vládní podpora bude záviset na tom, kdo bude novým vlastníkem.

## 2 AREVA EPR

### 2.1 Historie

Reaktor EPR původně vznikl jako společný záměr firem Framatome a Siemens, jejichž cílem bylo vyvinout koncept reaktoru, který by mohl být licencován a stavěn ve všech evropských zemích – zkratka EPR pochází z původního názvu European Pressurised Reactor. Koncept obsahuje prvky z konstrukce posledních typů reaktorů obou společností – N4 Framatomu a Konvoi v případě společnosti Siemens. Čtyři reaktory typu N4 měly poměrně dlouhou dobu výstavby (mezi 12 a 15 lety) a jejich spolehlivost nevynikala z průměru. Naproti tomu spolehlivost tří reaktorů Konvoi byla hodnocena jako velmi dobrá a doba jejich výstavby se pohybovala kolem šesti let. To je sice déle, než bylo projektováno pro reaktory generace III+, ale v celkovém porovnání běžné délky výstavby jaderných elektráren jde o poměrně dobrý výsledek. V roce 2002 bylo konsorcium transformováno na divizi nově zformované francouzským státem ovládané jaderné společnosti Areva (divize byla pojmenována Areva NP, Siemens v ní vlastnil 34 %, Areva zbývajících 66 %). Siemens svoje aktivity v divizi ukončil v roce 2010, od té doby je plně ve vlastnictví Arevy.

### 2.2 Dosavadní zkušenosti

Výstavba prvního reaktoru EPR ve finském Olkiluotu byla zahájena v roce 2005, druhý blok stejného typu

5 Nuclear Intelligence Weekly 'Analysis: Behind the US AP1000 Cost Escalations', 24. února 2017, strana 3.

6 Brad Plumer: U.S. Nuclear Comeback Stalls as Two Reactors Are Abandoned, <https://www.nytimes.com/2017/07/31/climate/nuclear-power-project-canceled-in-south-carolina.html> (ověřeno 1. srpna 2017)

7 Peter Maloney: Southern Nuclear to oversee Vogtle construction, replacing Westinghouse, <http://www.utilitydive.com/news/southern-nuclear-to-oversee-vogtle-construction-replacing-westinghouse/448179/> (ověřeno 1. srpna 2017)

8 Nuclear Intelligence Weekly 'Export Financing Focused in UK', 27. ledna 2017, strana 5.

se začal stavět ve francouzském Flamanville v roce 2007. Následovalo zahájení výstavby dvou reaktorů v čínském Tchaj-šanu v letech 2009 a 2010. V roce 2012 získal reaktor EPR certifikát DAC britského jaderného dozoru a konsorcium pod vedením EDF připravuje výstavbu dvou bloků v elektrárně Hinkley Point za cenu 19,6 miliard liber, která má být zahájena v roce 2019.

Všechny rozestavěné reaktory EPR se potýkají s významným prodlužováním harmonogramu výstavby a překračováním rozpočtu (v případech, kde jsou ekonomické údaje o projektech zveřejňovány), viz Tabulka 3. Ovšem na rozdíl od reaktoru AP1000 jsou problémy většinou spojeny s kvalitou prací přímo na stavbě, ať už jde o nízkou kvalitu betonových konstrukcí, nevyhovující svary či materiálové vady oceli – tedy typické problémy, kterými trpěly reaktory předchozích generací. Také tato skutečnost vyplývá z konceptu reaktoru EPR, který není zcela nový, ale jde spíše o vylepšenou verzi dřívějších konstrukčních typů.

### Ekonomický pád Arevy

Technické potíže reaktoru EPR byly provázány s finančními problémy a nedostatky v oblasti řízení jakosti, kvůli kterým se Areva v průběhu roku 2015 dostala do vážné krize. V březnu 2015 vykážala Areva ztrátu v pátém roce za sebou, tentokrát šlo o 4,8 miliard eur. Po zveřejnění výše ztráty bylo zřejmé, že Areva nemůže dále fungovat bez výrazné pomoci francouzské vlády. Plán záchrany

Arevy, jak jej schválila francouzská vláda, je komplexním souborem řady kroků. Základním rysem je však rozdělení společnosti na dvě části: v jedné zůstanou aktivity související s různými částmi palivového cyklu jaderných elektráren (těžba a zpracování uranu, nakládání s jaderným palivem) a do druhé bude vyčleněna výstavba reaktorů.

V dubnu 2017 pokračila záchrana Arevy do fáze, v níž byla vytvořena nová společnost sdružující aktivity spojené s palivovým cyklem předběžně nazvaná New Areva. Zároveň se ukazuje, že záchrana reaktorové části bude podstatně složitější, především v důsledku rizik popsanych v dalších odstavcích. Podle plánu francouzské vlády má 75 % akcií nové společnosti nazvané New NP koupit státní elektrárenská firma EDF za 2,1 miliardy eur a zbývající menšinový podíl bude nabídnut třetí straně.<sup>9</sup> V červenci 2017 oznámila svůj zájem o 19,5 % podíl v New NP japonská Mitsubishi Heavy Industries.<sup>10</sup> Úspěch plánu na převzetí většinového podílu v reaktorové divizi Arevy ze strany EDF bude záviset především na vyřešení problémů s řízením jakosti a vyřešení smluvních závazků Arevy z minulých let.

### Tříkrát předražený finský projekt Olkiluoto

Rozsah historických závazků reaktorové divize Arevy je ovšem natolik velký, že záchranný program nakonec nebude možné uskutečnit. Významnou zátěží je téměř trojnásobné překročení rozpočtu výstavby reaktoru EPR

**Tabulka 3** Dosavadní zkušenosti s výstavbou reaktoru EPR

Název bloku	Začátek výstavby	Původní / aktuální termín dokončení	Původní/aktuální odhad nákladů [miliardy eur]
Olkiluoto	2005	2009/2018	3/8,5
Flamanville	2007	2012/2019	3.3/10,5 <sup>11</sup>
Tchaj-šan 1	2009	2014/2017	?
Tchaj-šan 2	2010	2014/2018	?

Zdroj: Prof. Stephen Thomas

9 Phil Serafino: Bouygues Gets \$1.8 Billion Hinkley Nuclear Plant Contract, <https://www.edf.fr/en/the-edf-group/dedicated-sections/journalists/all-press-releases/rachat-areva-va> (ověřeno 5. dubna 2017)

10 Tisková zpráva EDF: EDF and AREVA sign binding agreements for the sale of AREVA NP's activities, <https://www.mhi.com/news/story/1707312072.html> (ověřeno 1. srpna 2017)

11 Tisková zpráva Mitsubishi Heavy Industries: Formal Agreements Reached with French Utility (EDF) and the AREVA Group toward Investment in New NP of France, <https://www.bloomberg.com/news/articles/2017-01-11/bouygues-gets-1-8-billion-hinkley-point-nuclear-plant-contract> (ověřeno 21. března 2017)



# Významnou zátěží je téměř trojnásobné překročení rozpočtu výstavby reaktoru EPR ve finském Olkiluotu

ve finském Olkiluotu. Areva uzavřela smlouvu na fixní cenu ve výši 3 miliard eur, ale podle posledních odhadů dosáhnou reálné náklady minimálně 8,5 miliard eur.<sup>12</sup> Areva dlouhodobě zpochybňuje svoji odpovědnost za všechna navýšení rozpočtu, celý arbitrážní spor s finským odběratelem aktuálně řeší Mezinárodní obchodní komora (ICC). Konečné rozhodnutí patrně nepadne v blízké době, ale Areva musí počítat s tím, že bude muset uhradit částku kolem 5 miliard eur. Předběžné vyjádření ICC vyznívalo ve prospěch finského odběratele, společnosti TVO.<sup>13</sup> Francouzská vláda přislíbila, že v závislosti na výsledku arbitráže požadovanou částku uhradí z rozpočtových prostředků. Projekt tak nebude formálně dokončovat nástupnická organizace jaderné divize Arevy pojmenovaná New NP, ale speciální podpůrná společnost Areva SA, která bude kompletně vlastněna francouzskou vládou.

## Vady ve výrobě reaktorových nádob

V dubnu 2015 oznámil francouzský jaderný dozor Autorité Sûreté Nucléaire (ASN), že části reaktorových nádob pro reaktory ve Flamanville a Tchaj-šanu, které byly vyrobeny v kovárně Creusot vlastněné Arevou, nevyhovují požadavkům na koncentraci uhlíku v oceli.<sup>14</sup> Tlaková nádoba reaktoru má klíčový význam z pohledu jaderné bezpečnosti, její porušení za provozu by mělo dalekosáhlé následky. Od doby, kdy byl problém zveřejněn, se Areva pokouší přesvědčit jaderný dozor ASN, že inkriminované části tlakových nádob jsou dostatečně

dimenzovány a materiálová vada jejich bezpečnost neohrožuje.<sup>15</sup> ASN dosud hodnocení celého případu neuzavřel.

Součástí s materiálovými vadami byly v rozestavěných blocích instalovány již před několika lety, nejsou jednoduše dostupné a opravitelné nebo nahraditelné. V případě, že je jaderný dozor vyhodnotí jako nevyhovující, hrozí ukončení projektů Flamanville a Tchaj-šan. To by znamenalo velký problém pro Arevu, která by byla přímo odpovědná za ztráty způsobené investorům a nevyhnula by se placení kompenzací. V červnu 2017 byl zveřejněn předběžný posudek ASN, podle něhož dostane reaktor ve Flamanville povolení k zahájení provozu, ovšem za podmínky důsledného monitoringu materiálových změn. Druhou podmínkou je požadavek na výměnu víka tlakové nádoby v roce 2024.<sup>16</sup>

## Historické zakrývání chyb

V důsledku uvedeného problému požádal jaderný dozor Arevu, aby prověřila dokumentaci vývozků vyrobených v závodě Creusot v posledních deseti letech. Areva našla řadu vážných pochybení a rozšířila přezkum dále do historie, až do roku 1965. Do přezkumu byly zařazeny také další dva výrobní závody - Jeumont a Saint-Marcel.<sup>17</sup> V květnu 2017 nebylo známo, že by přezkum dokumentace vedl k identifikaci problémů v závodech Jeumont a Saint-Marcel. Naopak kontrola 9000 dokumentů v závodě Creusot vedla k nálezům čtyř stovek případů

- 
- 12 Finland's TVO says gets favourable decision in nuclear power plant dispute, <http://uk.reuters.com/article/uk-tvo-areva-olkiluoto-arbitration-idUKKBN1350UA> (ověřeno 22. března 2017)
- 13 Agentura France Presse 'Finland's TVO claims partial win in Areva nuclear dispute', 20. července 2017
- 14 Tisková zpráva ASN: Flamanville EPR reactor vessel manufacturing anomalies, <http://www.french-nuclear-safety.fr/Information/News-releases/Flamanville-EPR-reactor-vessel-manufacturing-anomalies> (ověřeno 22. března 2017)
- 15 Tisková zpráva Arevy: Flamanville EPR: Advancement of Reactor Vessel Testing Programme, <http://www.areva.com/EN/news-10753/flamanville-epr-advancement-of-reactor-vessel-testing-programme.html> (ověřeno 22. března 2017)
- 16 EDF confirms Flamanville EPR start-up schedule, <http://www.world-nuclear-news.org/NN-EDF-confirms-Flamanville-EPR-start-up-schedule-1207174.html> (ověřeno 13. července 2017)
- 17 Tisková zpráva Arevy: Quality Audit at the Le Creusot Plant: End of May Status Update, <http://www.areva.com/EN/news-10777/quality-audit-at-the-le-creusot-plant-end-of-may-status-update.html> (ověřeno 22. března 2017)

materiálových vad u klíčových součástí, jako jsou tlakové nádoby reaktorů, parogenerátory a potrubí primárního okruhu. Součásti byly kryty falšovanou dokumentací. Vadné díly nebyly instalovány pouze ve francouzských elektrárnách, ale také vyvezeny a prodány zákazníkům ve Velké Británii, Spojených státech, Číně, Japonsku a Švýcarsku. Francouzská prokuratura aktuálně zvažuje vnesení obžaloby a zahájení trestního řízení proti Arevě.<sup>18</sup>

Prezident jaderného dozoru ASN, Pierre-Franck Chevet v říjnu 2016 uvedl, že složka s dokumenty o vadných výrobcích Arevy bude narůstat. Odhadl, že jeho úřad bude na kontrolách v závodech Arevy pracovat jeden až dva roky. Prezident ASN Chevet nepochybuje, že budou objeveny další případy technické dokumentace dokazující chybný výrobní postup. Stejně očekávání potvrdil také prezident Arevy Bernard Fontana.<sup>19</sup> V březnu 2017 Areva uvedla, že zatím žádný ze zákazníků nepodal kvůli dodávkám vadných dílů reklamační stížnost.<sup>20</sup> Podle vyjádření Arevy je však patrné, že ona reklamace očekává. Pokud by byly reklamace podány a vedly by k požadavkům na výměnu velkých součástí, bude se muset Areva vypořádat s dalšími vícenáklady.

Z vyjádření jaderného dozoru z března 2017 vyplývá, že podle šetření z posledních měsíců není kovárenský závod Creusot vybaven technikou požadovanou pro výrobu součástí jaderných reaktorů.<sup>21</sup> Používané nástroje nebyly určeny k výrobě tak rozměrných součástí. Rovněž úroveň řízení provozu neodpovídala požadavkům na výrobu součástí pro jadernou energetiku. Aktuálně není pravděpodobné, že by závod Creusot mohl po tomto hodnocení pokračovat v provozu.

Do poloviny roku 2018 nelze věrohodně odhadnout, zda bude záchrana podniku Areva NP proveditelná.<sup>22</sup> Bude záležet na tom, nakolik je francouzská vláda připravena pokrýt historické závazky podniku. Potřebná částka

přitom bude známa až po skončení šetření v případech vadných reaktorových tlakových nádob a falšovaných dokumentů kryjících nevyhovující výrobní postupy. Ani v případě, že bude možné reaktorovou divizi zachránit a podle plánu francouzské vlády ji převezme EDF, není jisté, zda bude nadále nabízet reaktor EPR na světovém trhu. Vzhledem k negativním zkušenostem s reaktorem EPR nelze vyloučit, že EDF využije reaktorovou divizi především pro účely údržby a servisu pro 58 reaktorů, které provozuje ve Francii.

## 2.3 Vládní podpora

Francouzská vláda sice poskytuje svému jadernému průmyslu velmi silnou podporu, což potvrzuje také úsilí o záchranu Arevy, ale v případě reaktoru EPR poskytla garanci pouze pro půjčku na reaktor ve finském Olkiluotu v roce 2004. Navíc šlo o garanci ve výši 600 milionů eur, což by pro podporu dalších projektů při současných cenách zdaleka nestačilo. Francouzská vláda neposkytla ani garance pro úvěr na výstavbu dvou reaktorů EPR v britské elektrárně Hinkley Point. Lze předpokládat, že i v případě úspěšné záchrany Arevy nebude francouzská vláda ochotna riskovat další peníze daňových poplatníků na podporu riskantního projektu, jako je Hinkley Point.

## 3 ROSATOM AES-2006

### 3.1 Historie

V roce 2005 byly všechny složky ruského jaderného průmyslu sloučeny v jednu novou společnost, která se od roku 2007 jmenuje Rosatom. O tom, že tuto operaci osobně zaštil prezident Vladimir Putin, svědčí skutečnost, že do čela společnosti jmenoval svého klíčového spojence Sergeje Kirijenka, třebaže do té doby v jaderném průmyslu nepracoval.

- 
- 18 Veřejná informace ASN: Falsification of materials analysis reports: ASN is collaborating with the ongoing judicial inquiry, <http://www.french-nuclear-safety.fr/Inspections/Supervision-of-the-epr-reactor/Anomaly-affecting-the-Flamanville-EPR-reactor-vessel/Falsification-of-materials-analysis-reports-ASN-is-collaborating-with-the-ongoing-judicial-inquiry> (ověřeno 22. března 2017)
- 19 European Power Daily 'Further Areva review likely to find irregularities', 27. října 2016.
- 20 Geert De Clercq: French group Areva's 2016 loss narrows, received no claims over Creusot foundry, <http://uk.reuters.com/article/us-areva-results-idUKKBN1683HO> (ověřeno 22. března 2017)
- 21 Geert De Clercq: Areva factory ill-equipped to make nuclear parts - French watchdog, <http://uk.reuters.com/article/uk-areva-safety-creusot-idUKKBN16N1SL> (ověřeno 22. března 2017)
- 22 EDF a Areva se shodly, že EDF převezme reaktorovou divizi Areva NP za následujících podmínek: ASN vydá příznivé stanovisko k výsledkům testů primárního okruhu u reaktoru Flamanville 3; audity v závodech Creusot, Saint-Marcel a Jeumont budou uspokojivě dokončeny; úřady pro hospodářskou soutěž budou s převzetím souhlasit. Tisková zpráva Arevy: EDF and AREVA sign binding agreements for the sale of AREVA NP's activities, <http://www.aveva.com/EN/news-10873/edf-and-areva-sign-binding-agreements-for-the-sale-of-areva-np-s-activities.html> (ověřeno 11. května 2017)

V roce 2006 představil Rosatom koncept tlakovodního reaktoru AES-2006, u kterého deklaruje splnění požadavků na reaktory generace III+ včetně zachytu taveniny pro případ tavení aktivní zóny, pasivní bezpečnosti a odolnosti proti pádu letadla. Vzápětí byly čtyři reaktory tohoto typu objednány pro ruské elektrárny s očekáváním, že další objednávky budou v Rusku přibývat tempem tří kusů za rok. Oproti těmto předpokladům byl do roku 2017 pro ruský trh objednan jen jeden další reaktor AES-2006 (a dva reaktory staršího typu) a to pro elektrárnu v kaliningradské enklávě u Baltského moře. Jeho výstavba byla zastavena rok po svém zahájení v důsledku zhoršení vyhlídek na možný vývoz elektřiny a obnovení výstavby se neplánuje. V současné době Rosatom očekává z domácího trhu osm objednávek do roku 2025. Není ovšem jisté, kolik z nich bude nakonec předloženo.

Podobně jako u předchozích typů vypracovaly konstrukční kanceláře Rosatomu v Moskvě a Sankt Petěrburgu každá svou verzi reaktoru AES-2006. Rozdíly nejsou zanedbatelné. Moskevská kancelář, jejímž předchodím

produktem byl reaktor AES-92, využila pro svoji verzi AES-2006 konstrukci reaktoru V-392M. Kancelář v Sankt Petěrburgu, která projektovala reaktor AES-91, využila pro svoji verzi AES-2006 konstrukci reaktoru V-491. V roce 2010 oznámil Rosatom, že moskevská kancelář připravila nový koncept s názvem VVER-TOI, který by měl v nabídkách nahradit AES-2006. V případě VVER-TOI slibuje Rosatom snížení nákladů o 20 % a dobu výstavby 40 měsíců. Rosatom deklaruje, že objednávky na tento typ by mohl začít přijímat během dvou let, ale žádná konkrétní se zatím nerýsuje.

Ve zrušeném tendru na výstavbu nových bloků jaderné elektrárny Temelín v České republice nabízel Rosatom speciální verzi reaktoru pro české podmínky s názvem MIR 1200. Šlo o verzi AES-2006 kanceláře v Sankt Petěrburgu upravenou dceřinými společnostmi Rosatomu – Atomstrojexportem, Gidropressem a Škodou JS. Rosatom deklaroval, že MIR 1200 plní specifika českého tendru, která jsou postavena na evropských požadavcích, ale v některých ohledech představují vyšší nároky.<sup>23</sup> Nakolik významné jsou rozdíly mezi MIR 1200

**Tabulka 4** Poslední odhady nákladů na vývozní projekty reaktoru AES-2006

Země	Projekt	Odhad nákladů na jeden reaktor [miliardy USD]	Datum odhadu
Indie	Kodankulam 3, 4	3	10/16
Turecko	Akkuyu 1-4	5,5	10/14
Egypt	Dabaa	6,5	5/16
Bangladéš	Rooppur 1, 2	6,6	12/15
Maďarsko	Paks	6,7(€6.25)	6/14
Finsko	Hanhikivi	7–7.5 (€6.5–7)	8/15
Vietnam	Ninh Thuan 1, 2	9	10/16

Zdroje:

Indie <http://www.thehindu.com/news/national/modi-putin-to-inaugurate-kknpps-unit-3-4-civil-works/article9218690.ece>

Vietnam <http://www.dw.com/en/vietnam-ditches-nuclear-power-plans/a-36338419>

Finsko <http://www.fennovoima.fi/uutiset/uutiset/vastaus-greenpeace-avoimeen-kirjeeseen>

Bangladéš Nucleonics Week 'Bangladesh, Russia initial contract for construction of Rooppur', 17. prosince 2015

Turecko <http://www.hurriyetdailynews.com/construction-of-first-turkeys-nuclear-plant-to-begin-next-spring-in-akkuyu.aspx?PageID=238&NID=72824&NewsCatID=348>

Egypt Rusdata 'Moscow, Cairo to ink \$26bn nuclear plant construction deal in Q1 2016', 30. prosince 2015

Maďarsko Nucleonics Week 'Hungary approves Eur10 billion Russian funding for new Paks units', 26. června 2014

23 Informační list Rosatom Overseas: The VVER Today,

<http://www.rosatom.ru/upload/iblock/0be/0be1220af25741375138ecd1afb18743.pdf>, strana 20 (ověřeno 13. července 2017)

a standardním AES-2006 ve verzi kanceláře v Sankt Petěrburgu, nelze z otevřených zdrojů zjistit.

Rosatom získal mezi lety 2010 a 2017 řadu zahraničních zakázek na výstavbu reaktoru AES-2006. Celkem jde o 25 bloků v Bělorusku, Indii, Turecku, Bangladéši, Vietnamu, Finsku, Maďarsku a Egyptě. Tyto zakázky se přiřadily k zahraničním projektům využívajícím starší typy reaktorů (šest bloků AES-91 a AES-92 v Číně, Íránu a Jordánsku). Výstavba však byla dosud zahájena pouze v případě dvou reaktorů, a to po jednom v Číně a Bělorusku. Projekt ve Vietnamu byl zrušen a nejistá je budoucnost projektu v Jordánsku. Klíčovým faktorem úspěchu při získávání uvedených zakázek jsou přísliby Rosatomu, že dokáže zohlednit lokální požadavky.<sup>24</sup> Náklady na zahraniční projekty Rosatomu jsou v přepočtu na jednotku instalovaného výkonu podobné jako u reaktorů EPR a AP1000 (viz Tabulka 4).

Reálné možnosti dodavatelského řetězce Rosatomu splnit požadavky vysokého počtu projektů se posuzují obtížně. Pochybnosti vzbuzuje fakt, že v minulých deseti letech Rosatom zahájil výstavbu deseti reaktorů, ale realizace rozjednaných zakázek by vyžadovala zahájení výstavby u pěti reaktorů ročně. Důležité poznatky o kvalitě exportních projektů Rosatomu bude možné získat ve Finsku při přípravě výstavby reaktoru Hanhikivi (AES-2006 konstrukční kanceláře v Sankt Petěrburgu). Zahájení

výstavby je plánováno na rok 2018. Finský jaderný dozor STUK, který patří k respektovaným transparentním úřadům, prověřuje závody Rosatomu, zda jsou schopny plnit požadované standardy.

V roce 2015 provedli pracovníci STUK inspekci ve třech závodech Rosatomu: OKB Hidropress (závod specializovaný na konstrukci primárního okruhu), RAOS (dodavatel reaktoru) a Atomprojekt (provádí hlavní konstrukční práce u reaktoru). Zpráva inspektorů STUK<sup>25</sup> konstatuje nález nedostatků ve všech třech závodech, zejména v personálním zajištění a v nízkém počtu expertů. V případě závodu RAOS finští inspektoři podotýkají, že stále shledávají problémy v systému řízení, třebaže vedení již před rokem přislíbilo jejich nápravu. V roce 2017 STUK uvedl, že postup budování týmů projektového managementu je pomalejší, než se očekávalo, což způsobilo zpoždění předložení harmonogramu výstavby reaktoru Hanhikivi o devět měsíců.<sup>26</sup> Důvodem je nedostatek kapacity na straně Rosatomu.

### 3.2 Dosavadní zkušenosti

Čtyři reaktory AES-2006 stavěné v Rusku mají průměrnou dobu výstavby kolem devíti let – viz Tabulka 5. O důvodech zpoždění oproti původnímu harmonogramu není dostatek informací. Ruská auditorská komora ve zprávě z ledna 2015 zdůvodňuje zpoždění nedostatkem

**Tabulka 5** Dosavadní zkušenosti s výstavbou reaktoru AES-2006

Název bloku	Začátek výstavby	Původní termín dokončení	Aktuální termín dokončení
Leningrad 2-1	10/2008	2013	2018
Leningrad 2-2	4/2010	2015	2020
Novovoronež 2-1	6/2008	2013	1/17
Novovoronež 2-2	7/2009	2014	2019
Ostrovec 1	11/2013	2018 <sup>32</sup>	2019
Ostrovec 2	4/2014	2020	2021

Zdroj: Prof. Stephen Thomas

24 Paul Burkhardt: South Africa Signs Agreement With Russia for Nuclear Power, <https://www.bloomberg.com/news/articles/2014-09-22/russia-south-africa-sign-agreement-for-nuclear-power-plants> (ověřeno 11. května 2017)

25 Tisková zpráva STUK: Uusien hankkeiden valvonta tammikuu-huhtikuu 2017, <http://www.stuk.fi/stuk-valvoo/ydinturvallisuus/stukin-kolmannesvuosiraportointi/uusien-hankkeiden-valvonta> (ověřeno 17. října 2016)

26 Nuclear Intelligence Weekly 'Finland: Dearth of Qualified Personnel Stalls Hanhikivi', 24. února 2017, strana 6.

financí.<sup>27</sup> Existují jen kusé informace o nedostatečné kvalitě práce, použitých materiálů a korupci při sjednávání dodávek. Například v červenci 2011 se zborčila ocelová výztuž před betonováním stěny kontejnmentu na staveništi elektrárny Leningrad. Ocelové konstrukce o hmotnosti 1 200 tun musely být rozebrány, aby bylo možné výztuž opětovně smontovat.<sup>28</sup> V únoru 2012 obvinila federální prokuratura dceřinou společností Rosatomu ZiO Podolsk, která je dodavatelem bloků Leningrad 2 a Novovoronež 2, z levného nákupu nekvalitních surovin a jejich následného účtování za vyšší cenu.<sup>29</sup>

V červenci 2016 během manipulace s tlakovou nádobou reaktoru v běloruské elektrárně Ostrovec došlo k jejímu uvolnění a pádu z výšky čtyř metrů. Rosatom sice deklaroval, že tlaková nádoba nebyla poškozena, ale přistoupil na její výměnu.<sup>30</sup> Dokončení elektrárny je zpožděno nejméně o jeden rok.<sup>31</sup>

Zkušenosti s provozem bloku Novovoronež 2-1 od října 2016, kdy dosáhl plného výkonu, nevzbuzují velký optimismus, neboť již došlo ke dvěma závažným výpadkům. Po dvou týdnech provozu na plný výkon došlo k poruše statoru generátoru, který musel být vyměněn. K poruše došlo v nejaderné části bloku, ale rozhodně nebyla banální. Vyměňovaný stator patří k největším součástem celého bloku, váží 454 tun. Dva měsíce po dokončení opravy došlo k poruše jednoho ze čtyř oběhových čerpadel, což si vyžádalo snížení výkonu bloku na 60 % projektované hodnoty po dobu oprav.<sup>33</sup> Zkušenosti s technickými problémy v prvních měsících po spuštění odpovídají podobné praxi v případě reaktoru Kudankulam 1 v Indii dodaného Rosatomem. V prvních dvou letech kompletního komerčního provozu (2015 a 2016) dosáhl reaktor ročního využití na úrovni 40 a 71 %.

### 3.3 Vládní podpora

Klíčovou otázkou všech exportních zakázek Rosatomu je možnost Ruské federace zajistit financování projektu a dostatečnou kapacitu dodavatelského řetězce do té míry, aby bylo možné významnou část odsouhlasených projektů skutečně postavit. Součástí všech objednávek je, aby značnou část financí zajistily ruské zdroje.

Model financování je pro většinu projektů podobný, pro výstavbu bloků v Bangladéši, Maďarsku, Egyptě a Bělorusku jej shrnuje Tabulka 6. Model je postaven na ruské půjčce ve výši 5 až 6 miliard dolarů na jeden reaktor, která má pokrýt 80 % očekávaných nákladů. Splácení půjčky začne deset let po uzavření smlouvy bez ohledu na to, zda bude reaktor v provozu.

V případě, že by všechny reaktory, jejichž objednávky má Rosatom rozjednané, měly podobné náklady, muselo by Rusko uvolnit na jejich financování více než 150 miliard eur během příštích deseti let. Nízká cena ropy a mezinárodní sankce kvůli anexi Krymu ovšem ruskou ekonomiku značně oslabují. Například ruská státní rozvojová banka Vněšekonobank (VEB), která byla vybrána pro poskytnutí úvěru na projekt v maďarském Paksi a již půjčila peníze na běloruský Ostrovec, se v prosinci 2015 dostala do finančních potíží, které si vyžádaly záchranný balík ve výši 16 miliard dolarů.<sup>34</sup> Existují rovněž pochybnosti o podmínkách ruských úvěrů, které se v budoucnu mohou ukázat jako problematické.<sup>35</sup> Například Maďarsko začne splácet půjčku na reaktor v Paksi v roce 2026 bez ohledu na to, zda již bude první reaktor dokončen.<sup>36</sup>

27 Nuclear Intelligence Weekly 'Auditor Report Illuminates Rosatom's Financial Challenges', 23. ledna 2015

28 Andrej Ožarovskij: Corruption: A new Russian Fukushima in the making? September 27, 2011. <http://bellona.org/news/russian-human-rights-issues/access-to-information/2011-09-corruption-a-new-russian-fukushima-in-the-making> (ověřeno 27. února 2015)

29 Charles Digges: Bellona 'Rosatom-owned company accused of selling shoddy equipment to reactors at home and abroad, pocketing profits', February 28, 2012. <http://bellona.org/news/nuclear-issues/nuclear-russia/2012-02-rosatom-owned-company-accused-of-selling-shoddy-equipment-to-reactors-at-home-and-abroad-pocketing-profits> (ověřeno 27. února 2015)

30 Nucleonics Week 'Rosatom says Belarus vessel undamaged in incident', 11. srpna 2016

31 Russia installs RPV at Belarus plant, <http://www.world-nuclear-news.org/NN-Russia-installs-RPV-at-Belarus-plant-03041701.html> (ověřeno 6. dubna 2017)

32 Nuclear Intelligence Weekly 'Fast-Tracking Newbuild With First Concrete Pour', 8. listopadu 2013.

33 Nuclear Intelligence Weekly 'Russia's Newest PWR Grapples With Large Equipment Failures', 14. července 2017.

34 Channel News Asia 'Putin removes head of VEB state development bank as crisis bites', 18. února 2016.

35 Charles Digges: Is Rosatom selling debt and dependence to its overseas customers?, <http://bellona.org/news/nuclear-issues/2017-05-is-rosatom-selling-debt-and-dependence-to-its-overseas-customers> (ověřeno 11. května 2017)

36 Informační list Energiaklubu: Is it really the deal of the century?, <http://www.energiaklub.hu/en/news/is-it-really-the-deal-of-the-century-3816> (ověřeno 11. května 2017)



**Tabulka 6** Údaje o financování exportních projektů Rosatomu

Země / projekt	Rok uzavření smlouvy	Výše půjčky na jeden reaktor [miliardy USD]	Úroková sazba [%]	Začátek splácení	Doba splácení [roky]
Bělorusko / Ostrovec	2013	5	Není známa	Není znám	25
Bangladéš / Rooppur	2016	5,7	Libor+1,5	2026	28
Maďarsko / Paks	2014	5	3,95	2026	21
Egypt	2016	6,25	3,0	2029	22

Zdroje:

Bělorusko Nucleonics Week 'Russia and Belarus to speed up Ostrovets plant construction', 7. února 2013

Bangladéš Nucleonics Week 'Bangladesh, Russia initial contract for construction of Rooppur', 17. prosince 2015

Maďarsko Nucleonics Week 'Hungary approves Eur10 billion Russian funding for new Paks units', 26. června 2014

Egypt The News 'Russia to lend Egypt \$25 billion for nuclear power plant', 20. května 2016.

<http://www.thenews.com.pk/print/121204-Russia-to-lend-Egypt-25-billion-for-nuclear-power-plant#> (ověřeno 20. května 2016)

V případě projektů připravovaných v Turecku, Finsku a Jordánsku se smlouvy poněkud liší, neboť Rosatom a jeho partneři jsou jejich částečnými vlastníky. V Turecku byla uzavřena smlouva o fixní výkupní ceně elektřiny na úrovni 123,5 USD/MWh s tím, že Rosatom bude vlastnit 51 % projektu a turečtí investoři pokryjí 49 %. V roce 2014 byl zveřejněn odhad, že z předpokládaných nákladů stavby ve výši 22 miliard USD pokryje 4 miliardy ruský státní rozpočet a 50 až 70 % případně na ruské a turecké investory.<sup>37</sup> Hledání tureckých investorů je jednou z hlavních příčin šestiletého odkladu zahájení výstavby oproti původnímu plánu. Místo roku 2012 se dnes počítá s rokem 2018.

Ve finském projektu vlastní Rosatom podíl 34 %, zbytek pokrývají finské subjekty. Podíl Rosatomu na investici ve výši 2,4 miliardy USD pokryje ruský suverénní fond s názvem National Welfare Fund.<sup>38</sup> Hlavní investor projektu, kterým je společnost Fennovoima, odhadoval v roce 2014 náklady projektu na 4 až 6 miliard eur,<sup>39</sup> ale v roce 2015 byl odhad navýšen na 6,5 až 7 miliard eur.<sup>40</sup> Také v tomto případě bylo obtížné najít finské investory, někteří z nich pak pravděpodobně od projektu ustoupí ještě před zahájením stavebních prací.

Plán jordánského projektu počítá s podobným modelem BOO (Build-Own-Operate) jako v Turecku. Podíl Rosatomu by přitom činil 49 %, zbytek připadne jordánské vládě. Jordánský projekt se ovšem potýká s nedostatkem investičních prostředků a o jeho uskutečnění panují v roce 2017 vážné pochybnosti.

## 4 KEPCO APR1400

### 4.1 Historie

Koncept reaktoru APR1400 (Advance Power Reactor 1400) jihokorejské společnosti KEPCO (Korean Electric Power Company) vychází z konstrukce bloku System 80+, na nějž firma získala licenci od americké Combustion Engineering v současné době ovládané společností Westinghouse. Koncept reaktoru System 80+ získal certifikát jaderného dozoru v USA v roce 1997, ale na trhu nebyl nabízen. KEPCO předložilo žádost o certifikaci své verze americkému jadernému dozoru NRC v prosinci 2014, ale v dubnu 2017 nebyly dostupné informace o chystaných zakázkách na americkém trhu.

37 Nucleonics Week 'Turkey's Akkuyu nuclear project affected by ruble fall: minister', 29. ledna 2015.

38 Nucleonics Week 'Hanhikivi funding not affected by economic crisis: Rosatom exec', 4. června 2015.

39 Nucleonics Week 'Fennovoima signs agreements with Rosatom for reactor, investment', 2. ledna 2014.

40 Fennovoima: Vastaus Greenpeacen avoimeen kirjeeseen,

<http://www.fennovoima.fi/uutiset/uutiset/vastaus-greenpeacen-avoimeen-kirjeeseen> (ověřeno 26. října 2016)

Jeden reaktor APR1400 je provozován v Jižní Koreji, tři další jsou zde rozestavěny. V roce 2010 zvítězila firma KEPCO v tendru na dodávku čtyř reaktorů ve Spojených arabských emirátech. Vítězná nabídka byla velmi nízká, na úrovni 3600 USD/kW, tedy o 30 % nižší než druhá nejlevnější nabídka od Arevy na dodávku reaktorů EPR. Generální ředitelka Arevy Anne Lauvergeon se velmi kriticky vyjádřila o bezpečnostní úrovni APR1400, když jej přirovnala k automobilu bez airbagu a bezpečnostních pásů.<sup>41</sup> KEPCO připouští, že reaktor není vybaven drahými bezpečnostními prvky, například dvojitým kontejnmentem pro ochranu před pádem letadla nebo jímku pro zachyt taveniny, které jaderné dozory v Evropě vyžadují.

#### 4.2 Dosavadní zkušenosti

Výstavba prvních dvou reaktorů APR1400 byla opožděna v důsledku odhalení rozsáhlé falzifikace dokumentů o kontrole kvality, která se týkala více než 2000 součástí.<sup>42</sup> Výstavbu reaktorů APR1400 nelze jednoduše srovnávat s ostatními typy reaktorů. Ve formě, v jaké byl dosud stavěn, nesplňuje kritéria pro reaktory generace III+. S výstavbou verze, která by vyhověla požadavkům amerického a evropských jaderných dozorů, dosud KEPCO zkušenosti nemá.

#### 4.3 Vládní podpora

Komplikací pro vývoz reaktorů APR1400 je skutečnost, že do budoucna nelze počítat s podobnou podporou korejské vlády, jaké se jim dostalo v případě projektu ve Spojených arabských emirátech. V prezidentských volbách v květnu 2017 se všech sedm kandidátů včetně vítězného Moon Jae-ina z Korejské demokratické strany shodlo na ukončení výstavby jaderných reaktorů v zemi.<sup>43</sup>

V červnu 2017 ukončila korejská vláda přípravné práce na plánovaných reaktorech Šin Kori 5 a 6.<sup>44</sup> Za této situace je nutné pochybovat o tom, že korejská vláda bude podporovat vývoz reaktorů.

#### Tabulka 7

Dosavadní zkušenosti s výstavbou reaktoru APR1400

Název bloku	Začátek výstavby	Uvedení do komerčního provozu
Šin Kori 3 (Korea)	10/08	12/16
Šin Kori 4 (Korea)	08/09	-
Šin Hanul 1 (Korea)	07/12	-
Šin Hanul 2 (Korea)	06/13	
Barakah 1 (SAE)	07/12	2018 <sup>45</sup>
Barakah 2 (SAE)	04/13	
Barakah 3 (SAE)	09/14	
Barakah 4 (SAE)	07/15	

Zdroj: <https://www.iaea.org/PRIS/CountryStatistics/CountryDetails.aspx?current=JP> (ověřeno 20. března 2017).

## 5 CGN HUALONG ONE

### 5.1 Historie

Čínský plán expanze jaderné energetiky přišel ve srovnání s Ruskem později. Program masivní výstavby reaktorů byl zveřejněn v roce 2008. V Číně pracují tři dodavatelé jaderných reaktorů: China National Nuclear Corporation (CNNC) se vyvinula ze závodů, v nichž v šedesátých letech probíhal čínský vojenský jaderný program; China General Nuclear (CGN) byla založena v roce 1994 a čerpá ze zkušeností čínských partnerů projektu elektrárny Ta-ja Bay s dovezenými francouzskými reaktory; a State Nuclear Power Technology Corporation (SNPTC), která byla založena v roce 2007 jako čínský partner pro výstavbu reaktorů AP1000 objednaných u společnosti Westinghouse.

41 Nucleonics Week 'No core catcher, double containment for UAE reactors, South Koreans say', 22. dubna 2010.

42 Indictments for South Korea forgery scandal, [http://www.world-nuclear-news.org/RS-Indictments\\_for\\_South\\_Korea\\_forgery\\_scandal-1010137.html](http://www.world-nuclear-news.org/RS-Indictments_for_South_Korea_forgery_scandal-1010137.html) (ověřeno 5. dubna 2017)

43 Nuclear Intelligence Weekly 'South Korean Presidential Candidates Sign Nuclear Phase-out Pledge', 24. března 2017, strana 1.

44 Nuclear Intelligence Weekly 'Weekly Round-up', 30. června 2017, strana 1.

45 Completed Barakah 1 awaits permission to load fuel, <http://www.world-nuclear-news.org/NN-Completed-Barakah-1-awaits-permission-to-load-fuel-0505171.html> (ověřeno 11. května 2017)

# Zprávy o možných objednávkách reaktoru Atmea One z Brazílie, Argentiny, Jordánska, Finska ani Francie se nepotvrdily

Mezi lety 2008 a 2010 byla v Číně zahájena výstavba 25 reaktorů. Čtyři z nich byly dovezené AP1000 a dva rovněž dovezené EPR (projekty jsou zmíněny v předchozím textu). Další dva byly tlakovodní reaktory čínské konstrukce s výkonem 650 MW, ale zbývajících 17 bloků využilo starší koncept reaktoru M-310, který byl stavěn v Ta-ja Bay a CGN a CNNC na něj zakoupily licenci (jejich verze nese označení CNP-1000). Po havárii ve Fukušimě došlo ke zpomalení čínského programu, když výstavba rozestavěných bloků byla opožděna oproti harmonogramu. Mezi lety 2011 a 2016 byla zahájena výstavba třinácti reaktorů. Aktuálně nejsou patrné signály obnovení tempa zahajování nových projektů z konce první dekády. Zmíněných třináct reaktorů z posledních let je rozděleno mezi pět technologických typů: tři reaktory CNP-1000, dva AES-91 dovezené z Ruska, čtyři ACPR-1000 dodávané CGN a čtyři Hualong One (dva dodávané CGN a dva CNNC).

CGN a CNNC začaly vyrábět vlastní verze pokročilých reaktorů po roce 2008. Reaktory ACPR-1000 a ACP-1000 vycházejí spíše z konceptu M310 než z EPR. Výstavba čtyř reaktorů ACPR-1000 byla zahájena v Číně, dva bloky ACP-1000 jsou rozestavěny v Pákistánu.<sup>46</sup> V roce 2013 požádala čínská vláda CGN a CNNC, aby sjednotily koncepci pokročilých reaktorů a vyvinuly unifikovanou verzi s názvem Hualong One. V Číně již byla zahájena výstavba čtyř reaktorů s označením Hualong One, ale v roce 2017 je zřejmé, že koncepty se nadále liší, existují dvě verze Hualong One, jedna dodávaná CGN a druhá CNNC. Není jisté, zda se tyto dvě varianty reaktoru podaří unifikovat.<sup>47</sup>

Verze Hualong One dodávaná CGN byla navržena pro projekt rozšíření elektrárny Bradwell ve Velké Británii.

Proces získávání certifikátu DAC od britského jaderného dozoru byl zahájen v lednu 2017<sup>48</sup> a pravděpodobně nebude dokončen dříve než v roce 2022. Reaktor Hualong One tedy nebude v Británii zprovozněn před rokem 2030.

## 5.2 Dosavadní zkušenosti

Do června 2017 jsou s výstavbou reaktoru Hualong One minimální zkušenosti. Výstavba verze CNNC byla zahájena před dvěma lety, výstavba verze CGN před rokem a půl – viz Tabulka 8.

**Tabulka 8** Dosavadní zkušenosti s výstavbou reaktoru Hualong One

Název bloku	Verze	Zahájení výstavby
Fuqing 5	CNNC	5/15
Fuqing 6	CNNC	12/15
Fangchenggang 3	CGN	12/15
Fangchenggang 4	CGN	12/16

Zdroj: <https://www.iaea.org/PRIS/CountryStatistics/CountryDetails.aspx?current=CN> (ověřeno 26. dubna 2017)

## 5.3 Vládní podpora

Čína disponuje dodavatelským řetězcem, který by dokázal vyrobit významné množství reaktorů pro vývoz. Čínské banky China Development Bank (CDB) a Export & Import Bank of China podporují státní společnosti. CDB navíc nabízí levné půjčky na mezivládní projekty,

46 Pákistán objednal od CNNC šest reaktorů již v roce 1993, čtyři čínské tlakovodní reaktory o výkonu 300 MW a dva reaktory typu ACP-1000.

47 Nuclear Intelligence Weekly 'China: The Impact of Hualong-One Standardization', 28. dubna 2017, strana 5.

48 Generic Design Assessment UK HPR1000: <http://www.onr.org.uk/new-reactors/uk-hpr1000/index.htm> (ověřeno 11. května, 2017)

například na rozvoj jaderných programů v Argentíně nebo Alžírsku. CDB poskytla také půjčku společnosti CGN na její podíl v projektu britské jaderné elektrárny Hinkley Point, který má činit 33,5 %. Další čínská banka Industrial and Commercial Bank of China nabídla půjčku ve výši 10 miliard eur na podporu jaderného projektu CGN v Rumunsku. Navzdory možnostem svého dodavatelského řetězce a vládní podpoře ovšem zatím čínské firmy zahraniční zakázku pro reaktor Hualong One nezískaly.

## 6 AREVA NP/MITSUBISHI ATMEA ONE

V roce 2007 byla zahájena spolupráce mezi společnostmi Mitsubishi Heavy Industries (MHI) a Areva NP, jejímž výsledkem bylo konsorcium Atmea SAS s padesátiprocentním podílem obou společností. Konsorcium nabízí tlakovodní reaktor Atmea One s výkonem 1100 MW. Zprávy o možných objednávkách reaktoru Atmea One z Brazílie, Argentiny, Jordánska, Finska ani Francie se nepotvrdily. Do pokročilejší fáze postoupila pouze jednání o dodávce čtyř reaktorů do Turecka. V roce 2013 informovala MHI společně s japonskou obchodní společností Itochu, francouzskou energetickou formou ENGIE (dříve GDF Suez) a tureckou EUAS o jednáních o výstavbě čtyř reaktorů Atmea One v lokalitě Sinop s předpokládaným spuštěním v roce 2023.<sup>49</sup> V roce 2015 byla zpochybněna účast společnosti Itochu a v roce 2016 vedení ENGIE oznámilo, že nové jaderné projekty nejsou jeho prioritou. Turecká vláda ovšem podobně jako česká požaduje vedle zakázek pro místní průmysl také prověřený koncept reaktoru.<sup>50</sup>

Francouzský jaderný dozor ASN provedl posouzení konceptu Atmea One v roce 2011. Základní koncept reaktoru byl schválen, nešlo ovšem o komplexní posouzení prováděné britským nebo americkým jaderným dozorem. Případný návrh na výstavbu reaktoru ve Francii by také vyžadoval podrobné posouzení konceptu.<sup>51</sup>

Finanční kolaps společnosti Areva NP znamená pro koncept reaktoru Atmea One další nejistotu. MHI v červenci 2017 oznámila, že zakoupí podíl 19,5 % ve firmě New NP, nástupnické organizaci reaktorové divize Arevy, kterou má většinově ovládat EDF.<sup>52</sup> Vzhledem k padesátiprocentnímu podílu MHI v konsorciu Atmea SAS, by podíl MHI v New NP znamenal ovládnutí většiny v Atmea SAS z jeho strany.

Reaktor Atmea One nebude s velkou pravděpodobností v příštích letech nikde postaven a zatím neprošel detailním posouzením žádného zkušeného jaderného dozoru. Jediná zakázka, která by mohla vést ke konkrétnímu projektu, plánovaná turecká elektrárna Sinop, je v současné době vážně zpochybněna. Stejně jako Česká republika požaduje Turecko dodávku reaktorů ověřené konstrukce, finanční podporu ze strany dodavatele a vysoké zapojení lokálního průmyslu. Těmto požadavkům Atmea One nevyhovuje.

## 7 OSTATNÍ TYPY

Všechny typy reaktorů zvažované v České republice jsou tlakovodní, proto v přehledu není uveden reaktor Hitachi-GE ABWR.

Reaktor CAP1400 čínské společnosti SNPTC je zvětšenou verzí reaktoru AP1000 s výkonem kolem 1500 MW. Navzdory informacím z posledních dvou let, že výstavba prvního bloku s tímto reaktorem bude v Číně zahájena, se tak do června 2017 nestalo. Čínský jaderný dozor také ještě nedokončil schvalování konceptu. Potenciální objednávka z Turecka, která byla v jednání v roce 2014, nevedla ke konkrétnímu projektu.<sup>53</sup> Reaktor CAP1400 proto není aktuálně dostupnou variantou.

49 Nucleonics Week 'Turkey taps Japanese-led consortium to build Atmea1 units', 9. května 2013.

50 Nuclear Intelligence Weekly 'Akkuyu's Prospects Pull Past Sinop', 22. července 2016.

51 Nucleonics Week 'ASN approves safety features of Atmea1 basic design', 9. února 2012.

52 Tisková zpráva Mitsubishi Heavy Industries: Formal Agreements Reached with French Utility (EDF) and the AREVA Group toward Investment in New NP of France, <https://www.mhi.com/news/story/1707312072.html> (ověřeno 1. srpna, 2017)

53 Nuclear Intelligence Weekly 'Akkuyu's Prospects Pull Past Sinop', 22. července 2016.

# ZÁVĚREČNÉ SHRNUTÍ

Ze šesti světových jaderných dodavatelů, kteří mají zájem o zakázku v České republice, může pouze Rosatom nabídnout reaktor s referencí o provozu a zároveň s výkonem přiměřeným potřebám české energetické soustavy. Zkušenosti s výstavbou Rosatomem nabízeného reaktoru AES-2006 ovšem nejsou dobré. Došlo zde k vážným technickým problémům, což se promítá také do potíží při provozu reaktoru.

Podobně zkušenosti se objevují také u reaktorů EPR francouzské Arevy a AP1000 společnosti Westinghouse. V případě všech tří typů reaktorů, u nichž jsou větší zkušenosti s výstavbou, se vyskytly vážné problémy vedoucí k významnému opoždění projektu.

Reaktor AP1000 společnosti Westinghouse může splnit kritérium referenčního projektu, podaří-li se dokončit jeden z reaktorů stavěných v Číně, k čemuž by mělo dojít v roce 2018. Bylo by ovšem vysoce riskantní svěřit rozsáhlou zakázku firmě, která vyhlásila bankrot, což Westinghouse učinil na jaře 2017. Velmi nejistou budoucnost má rovněž Areva jako dodavatel reaktoru EPR.

Zkušenosti s výstavbou čínského reaktoru Hualong One jsou dosud minimální, neboť výstavba u prvního bloku byla zahájena před dvěma lety. Reaktor APR1400 korejské společnosti KEPCO ještě nebyl stavěn ve verzi, která by vyhověla požadavkům evropských jaderných dozorů. Konsorcium MHI/Areva NP dosud na reaktor Atmea One nemá žádnou objednávku.

Česká republika má dlouhodobou zkušenost se spoluprací s ruským jaderným průmyslem a příslib zapojení českých podniků, které mají s jadernými projekty značné zkušenosti, dává nabídce Rosatomu výhodu. Je ovšem třeba brát v úvahu pochybnosti o kvalitě dodávek a kapacitě Rosatomu dodat potřebné součásti pro všechny rozjednané projekty. Rovněž omezené možnosti Ruska zajistit potřebné financování a především problematické zkušenosti s výstavbou reaktoru AES-2006 ukazují, že případná sázka na Rosatom se nemusí vyplatit.





**Profesor Stephen Thomas** přednáší problematiku energetických koncepcí na University of Greenwich, kde je zároveň od roku 2001 vedoucím energetického výzkumu. V období mezi lety 1979 a 2000 pracoval v Programu energetické politiky na University of Sussex. V roce 2001 pracoval 10 měsíců jako hostující výzkumník v Programu energetického plánování na Federální univerzitě v Rio de Janeiru.

V roce 1997 pracoval jako člen týmu vytvořeného Evropskou bankou pro obnovu a rozvoj za účelem posouzení ekonomické náročnosti návrhů náhrady jaderné elektrárny v Černobylu. Byl rovněž členem mezinárodního panelu, který zřídilo Ministerstvo energetiky Republiky Jižní Afrika za účelem zpracování studie o technické proveditelnosti a ekonomické životaschopnosti nového typu jaderného reaktoru PBMR. Pracoval také v nezávislém týmu angažovaném brazilskou společností Eletronuclear kvůli posouzení ekonomiky dostavby jaderné elektrárny Angra dos Reis 3. Průběžně publikuje k tématu ekonomiky jaderné energetiky, jeho práce je možné najít na univerzitním webu: <http://www.gre.ac.uk/business/study/ibe/staff/steve-thomas>



[stephen.thomas@gre.ac.uk](mailto:stephen.thomas@gre.ac.uk)