

Umíme v Česku postavit SMR?

Pojmem „malé modulární reaktory“ (SMR – small modular reactors) označuje Mezinárodní agentura pro atomovou energii (IAEA) reaktory s výkonem do 300 MW, které lze stavebnicově vyrobit a následně zkompletovat na místě určení. Mohou fungovat samostatně i jako modulové součásti větších komplexů, kdy je výkon flexibilně navyšován až na požadovanou úroveň. U některých se počítá s fungováním v podzemí, a tak mohou být umístěny i v blízkosti obydlených oblastí.



Aleš John (autor článku) v rámci přednášky na konferenci Malé jaderné reaktory (11. 2. 2016, Praha)

VYUŽITÍ SMR

Malé modulární reaktory mohou sloužit jako flexibilní alternativa ke klasickým jaderným elektrárnám. Škála jejich využití je poměrně široká: mohou zajistit výrobu vodíku, zkapalňování uhlí, odsolování mořské a podzemní vody v pouštních a hornatých krajích, či zásobování teplem v místech, kde se nachází permafrost. Výhodou tohoto typu reaktoru je možnost postavit jej i v odlehlých, izolovaných či řídké osídlených oblastech s nedostatečně robustní infrastrukturou a přenosovou sítí. Hodí se také do rozvojových zemí, kde je poptávka po elektřině značná, ale chybí potřebný kapitál a know-how k výstavbě klasických jaderných zdrojů.

VÝHODY SMR

Předností malých reaktorů je především výrazně nižší cena v souvislosti s méně komplikovanou výstavbou. Ekonomičnost SMR tak představuje větší jistotu pro investory. Na rozdíl od stavby velkých reaktorů, u nichž se obrovské součástky vyrábějí kusově, čímž dochází k prodlevám ve výstavbě, a tudíž k prodražení zakázky, představuje výstavba SMR menší riziko. Přitom jsou bezpečnostní a technické parametry malých reaktorů v podstatě srovnatelné s moderními reaktory 3. a vyšší generace. SMR představují jednu z cest, jak snížit emise CO₂, jsou tedy z hlediska udržitelného rozvoje perspektivní alternativou ke klasickým jaderným zdrojům. Mohou tak významně zasáhnout do budoucího rozvoje jaderné energetiky ve světě.

VÝVOJ SMR VE SVĚTĚ

Při výzkumu a vývoji SMR mohou vědci využít desítky let provozních informací z reaktorů

používaných v ponorkách, letadlových lodích či ledoborcích. V posledních letech je možné vysledovat ve vývoji nových jaderných energetických reaktorů ve světě několik zřetelných trendů.

- Jaderné reaktory druhé generace, které jsou v současnosti v provozu, prochází postupnou inovací v souladu s postupným zvyšováním požadavků na jadernou bezpečnost a s rozvojem vědy a techniky.
- Nové jaderné reaktory třetí generace a generace III+ jsou již ve výstavbě v několika zemích a lze očekávat, že postupně budou nahrazovat stávající reaktory druhé generace.
- Probíhají výzkumné a vývojové práce na reaktorech čtvrté generace, které by měly díky důrazu na dlouhodobou udržitelnost v oblasti zásobování energií, minimalizaci jaderných a radioaktivních odpadů, zlepšenou ekonomikou provozu, bezpečností a ochranou před zneužitím jaderných materiálů představovat zásadní změnu ve vývoji jaderných energetických reaktorů.

PODPORA SMR VE VELKÉ BRITÁNII A USA

Velká Británie představila minulý rok ambiciózní plán pro jadernou inovaci. Cílem ministra financí George Osborna je udělat z Británie globálního leadera v oblasti inovativních nukleárních technologií. Do roku 2020 britská vláda na tento program vynaloží okolo 250 miliónů liber. Malé modulární reaktory v něm budou hrát klíčovou úlohu – Británie chce být jednou z prvních zemí, která vývoj SMR dovede do fáze výstavby. Tato nízkouhlíková energie představuje nižší počáteční investiční náklady ve srovnání s velkými konvenčními jadernými reaktory.

Pro USA je jaderná energie důležitou součástí rozmanitého energetického portfolia.

Ministerstvo pro energetiku (DOE) se zavázalo podporovat domácí jaderný průmysl – ať už rozmístováním bezpečných velkých jaderných reaktorů, a to ve Spojených státech i po celém světě, tak hledáním inovativních technologií. V současné době ministerstvo vyhlásilo nové granty, jejichž cílem je podpořit certifikaci konstrukce a licencování malých modulárních reaktorů. USA podporují SMR i z toho důvodu, že usilují o postupné zavedení nízkouhlíkové energetiky. Koncem roku 2016 by ministerstvo mělo mít k dispozici technickou analýzu slabých míst fungování jaderných elektráren v oblastech zajímavých pro SMR. Nové postřehy mají za cíl objasnit počet zaměstnanců potřebných k provozu zařízení a definovat další výzkumnou

Reaktor	Kapacita	Firma
CNP-300	300 MW	CNNC, Pákistan, Čína
PHWR-220	220 MW	NPCIL, Indie
EGP-6	11 MW	Bilibino, Sibiř

SMR v provozu

Reaktor	Kapacita	Firma
KLT-40S	35 MW	OKBM, Rusko
CAREM	27 MW	CNEA & INVAP, Argentina
HTR-PM, HTR-200	2x105 MW	INET, CNEC & Huaneng, Čína

SMR ve výstavbě

Reaktor	Kapacita	Firma
VBER-300	300 MW	OKBM, Rusko
NuScale	50 MW	NuScale Power + Fluor, USA
Westinghouse SMR	225 MW	Westinghouse, USA
mPower	180 MW	Babcock & Wilcox + Bechtel, USA
SMR-160	160 MW	Holtec, USA
ACP100	100 MW	NPIC/CNNC, Čína
SMART	100 MW	KAERI, Jižní Korea
Prism	311 MW	GE-Hitachi, USA
BREST	300 MW	RDPE, Rusko
SVBR-100	100 MW	AKME-engineering, Rusko

Malé reaktory (od 25 MWe), pokročilý vývoj, uvedení do provozu v blízké době



KOTLE - KONDENZÁTORY - PŘEHŘÍVÁKY - VÝMĚNÍKY - TLAKOVÉ NÁDOBY
TRUBKOVNICE - PŘEPÁŽKY - HADOVITÉ SYSTÉMY - U-TRUBKY - TRUBKOVÉ SVAZKY
POTRUBNÍ SYSTÉMY - PAROVODY - HORKOVODY - KOMORY - PARNÍ UZLY
ŽEBROVANÉ TRUBKY - PODÉLNĚ (PARSFIN) - NAVÍJENÉ - EXTRUDOVANÉ
STROJNÍ POLOTOVARY A DÍLY - HŘÍDELE - VÁLCE - NÁŘADÍ - VÝKOVKY



design, výroba, realizace, opravy, rekonstrukce

v odvětvích

energetika, jaderná energetika
chemie
petrochemie
strojírenství
automobilový průmysl

EN ISO 9001 : 2008
EN ISO 14001 : 2004
PED 97/23/EC
EN 12952
EN 13480
FN 3804



Reaktor	Kapacita	Firma
EM2	240 MW	General Atomics, USA
VK-300	300 MW	RDIPE, Rusko
AHWR-300 LEU	300 MW	BARC, Indie
CAP150	150 MW	SNERDI, Čína
ACPR100	140 MW	CGN, Čína
PBMR	165 MW	PBMR, Jižní Afrika
SC-HTGR (Antares)	250 MW	Areva, Francie
Xe-100	48 MW	X-energy, USA
Gen4 module	25 MW	Gen4 (Hyperion), USA
Moltex SSR	c 60 MW	Moltex, Velká Británie
IMR	350 MW	Mitsubishi heavy Ind, Japonsko
TMSR-SF	100 MW	SINAP, Čína
PB-FHR	100 MW	UC Berkeley, USA
Integral MSR	32, 120, 288 MW	Terrestrial Energy, Kanada
Thorcon MSR	250 MW	Martingale, USA
Leadir-PS100	36 MW	Northern Nuclear, Kanada

Malé reaktory (od 25 MWe) v rané fázi vývoje

a vývojovou práci potřebnou pro vývoj SMR technologie. Jeden z amerických projektů SMR, NuScale, plánuje koncem letošního roku požádat regulační úřad NRC o certifikaci designu. Následně pak chce nejpozději v roce 2018 podat kombinovanou žádost o výstavbu a provoz prvního reaktoru.

PERSPEKTIVA SMR V ČESKÉ REPUBLICĚ

V České republice v nejbližších letech rozmach malých modulárních reaktorů nelze očekávat. Výroba elektřiny převyšuje poptávku, země má robustní přenosovou soustavu, jsme napojeni na evropské sítě, takže můžeme energii vyvážet i dovážet dle potřeby. Hlavní potenciál SMR pro Česko tedy tkví především v možnosti udržet pracně získané jaderné know-how. Státní energetická koncepce sice počítá s výstavbou dalších jaderných bloků, ale ta se rozběhne nejdříve za 10 až 15 let. Řada firem z oblasti jaderného inženýrství, chemického cyklu, strojírenství, systémech řízení apod., ale i výzkumu, si však nemůže dovolit tak dlouho čekat. Malé reaktory skýtají příležitost, jak české know-how uplatnit a zachovat do doby, až jej

budeme sami potřebovat. Vzhledem k turbulencím ve světě energetiky je ale možné, že SMR najdou uplatnění v České republice dříve, než si nyní představujeme. Kde všude by se mohly objevit?

NÁHRADA UHELNÝCH ELEKTRÁREN

V květnu 2015 oznámil ČEZ u příležitosti pařížské konference o emisích, že do roku 2050 z jeho výrobního portfolia zmizí všechny elektrárny na fosilní paliva, čímž se stane společností s nulovými emisemi. V současné době vyrábí ČEZ přes 60 % elektřiny z jádra. V celorepublikovém kontextu tvoří podíl jádra cca 35 %, zatímco uhlí (hnědé i černé) 47 % výroby elektřiny. Přístup ČEZ je v souladu s kroky největších světových ekonomik sdružených v G7 – také ty loni slíbily, že do konce století zcela vypustí uhlí z energetického mixu.

Podle výsledků tříleté studie ÚJV Řež a Fakulty jaderné a fyzikálně inženýrské ČVUT je náhrada uhelných elektráren malými reaktory technicky i ekonomicky uskutečnitelná. Autoři studie vycházeli z velmi konzervativních cen (megawatthodina elektřiny za 800 korun a teplo 250 Kč za gigajoule), přesto došli k návratnosti investice v rozmezí 12 až 15 let. Životnost reaktorů činí cca 40 let.

VYUŽITÍ V TEPLÁRENSTVÍ

Stejně jako uhelné a plynové elektrárny, i ty jaderné mohou sloužit současně k výrobě elektřiny i tepla (tzv. kogenerace). V řadě zemí tímto způsobem reaktory zásobují okolní obce a města, např. v Maďarsku, Rusku, Švýcarsku či na Slovensku. Ve Švédsku v letech 1964 až 1974 zásobovala předměstí Stockholmu přímo jaderná teplárna Agesta (tepelný výkon 80 MW). Ani v Česku není myšlenka využít jaderné reaktory primárně k výrobě tepla nijak nová. Již v roce 1979 vznikla na tehdejší ministerstvu průmyslu studie výstavby jaderné teplárny na Ostravsku, koncem 80. let se uvažovalo o jaderných teplárnách u Plzně. Nakonec se však z ekonomických i politických důvodů rozvíjely jen teplárny využívající fosilní paliva.

Současná situace, kdy postupně zásoby uhlí docházejí a navíc se minimalizují škodlivé emise, opět myšlenku využití jádra v teplárenství nahrává. Poměrně nedávno řešila budoucnost zásobování teplem např. Plzeň, ale také Liberec a Jablonec. Ve svých dlouhodobých plánech tato města vážně počítají i s variantou jaderné teplárny. Výhodou SMR je, že mohou být nainstalovány do stávající vybudované infrastruktury, popř. pro větší bezpečnost

do 20 metrů pod zemí. Jednou za pět až deset let by proběhla výměna paliva. V případě zvýšení spotřeby lze reaktorové moduly přikoupit a paralelně připojit.

Dnes teplárny, elektrárny, závodní energetiky a plynové kotelny zásobují teplem asi 1,6 milionu českých domácností. Zhruba 55 procent tepla pro tuzemské byty se v teplárnách vyrábí z uhlí (přičemž na hnědé uhlí připadá necelých 50 %), třetina ze zemního plynu, zbytek pokrývá biomasa a druhotné zdroje energie (např. odpady, topné oleje apod.).

LOKÁLNÍ PRŮMYSLOVÉ ZDROJE

Velké průmyslové areály a energeticky náročné výrobní jednotky (hutě, železárny, sklárny, rafinérie, textilky apod.) často z ekonomických, bezpečnostních i technických důvodů využívají vlastní energetické zdroje. Reaktory SMR mohou plnohodnotně tyto lokální zdroje nahradit nejen v oblasti výroby elektřiny, ale také tepla. Zkušenosti s dodávkami průmyslového tepla má řada světových jaderných elektráren. Kanadská JE Bruce např. zásobuje závod na výrobu těžké vody, švýcarská JE Gosgen výrobu lepenky, Ruská JE Bilibino zase vyhřívá obrovské skleníky na zeleninu a květiny. Německá JE Stade v letech 1984 až 2003 dodávala páru do továrny na rafinaci soli. Po ukončení provozu elektrárny postupně utlumil výrobu i solivar. Ruský rychlý reaktor BN-350 na pobřeží Kaspického moře dodával v letech 1973-1998 elektřinu a páru do místního odsolovacího zařízení.

SOUČÁST CHYTRÉ SÍTĚ (SMART GRIDS)

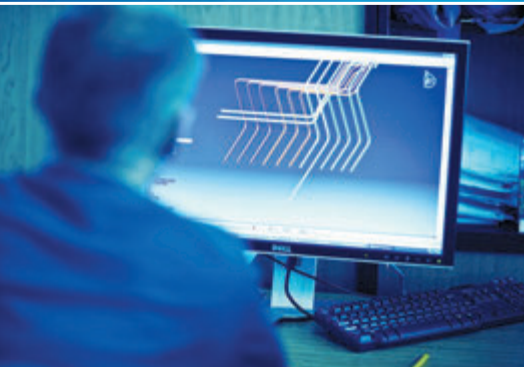
Vize budoucí energetiky počítá s odklonem od současné koncepce velkých zdrojů. Místo nich bude fungovat řada malých decentralizovaných jednotek, firmy i jednotlivé domácnosti budou dle potřeby fungovat jako spotřebitelé i jako dodavatelé energie. Zároveň dojde k rozvoji tzv. chytrých sítí (smart grids), které budou neustále monitorovat každou událost v síti a pružně na ni reagovat. Počítá se s velkým podílem obnovitelných zdrojů (především solární jednotky), což bude klást poměrně velké nároky na stabilitu sítě. Různé výkyvy budou vyrovnávat záložní zdroje s možností rychlého najetí – nyní tuto funkci plní např. přečerpávací vodní a plynové elektrárny. V budoucnu by je mohly doplnit i reaktory SMR. Oproti velkým reaktorům mají variabilnější výkon a rychlejší start. Navíc je možné mít jich v pozoru několik modulů a zapínat je postupně dle aktuální situace.

Aleš John, EventEra, s.r.o.

Do we know how to build an SMR in the Czech Republic?

The International Atomic Energy Agency (IAEA) uses the term (SMR) or “small modular reactors” to describe reactors with a capacity of up to 300 MW that can be produced as modules and subsequently assembled at the destination site. They can function separately and as modular components for bigger complexes when the capacity can be flexibly increased to the required level. It is planned that some will function underground and can therefore be installed close to inhabited areas.

ses tlmače



Riešenia, technológie a dodávky pre klasickú a jadrovú energetiku

- ! Projekty kotlov a kotolní pre elektrárne, teplárne a spaľovne
- ! Rekonštrukcie, modernizácie, ekologizácie kotlov a kotolní
- ! Kondenzátory, tepelné výmenníky a potrubia
- ! Zariadenia pre jadrovú energetiku
- ! Zariadenia pre chemický, petrochemický, plynárenský a hutnícky priemysel
- ! Zariadenia pre vodnú energetiku



- ! Inžiniering, výroba, montáž, uvádzanie do prevádzky
- ! Viac ako 60 rokov v energetike
- ! Referencie v 55 štátoch

SLOVENSKÉ ENERGETICKÉ STROJÁRNE a.s.
Továrenská 210, 935 28 Tlmače, Slovensko

www.ses.sk