

## Atomový reaktor do každé rodiny Nebo aspoň města



**Už je čas, aby se atomové elektrárny dostaly z jednorázových megaprojektů do fáze sériové výroby. Už je čas pro modulární atomové reaktory.**

Když přišel Henry Ford se sériovou výrobou automobilů, dokázal stlačit jejich cenu a zpřístupnit je tak širšímu okruhu zákazníků. Z luxusu se stal předmět denní potřeby. Atomové reaktory se dnes vyrábějí podobně jako auta před Fordem, ale už se blýská na lepší časy. Kdo a kdy otevře první výrobní linku na malé atomové reaktory?

### Atomový reaktor, úžasný zdroj

Dnešní atomový reaktor je velký, drahý, složitý a bodový zdroj elektrické energie a tepla. Přesto se jedná o nejefektivnější způsob výroby elektrické energie, jaký známe. Systém má svá „ale“ a je v něm co vylepšovat; jak po technické, tak po ekonomické stránce.

Především ekonomická návratnost stavby velké atomové elektrárny je nejasnou otázkou, protože se do celého procesu pletou politické zájmy a různé ideologie. A také se už stalo pravidlem, že každá stavba atomové elektrárny se prodlužuje a prodražuje.

Další nevýhodou je, že se jedná o velmi silný a přitom bodový energetický zdroj. To znamená další náklady na přenos elektrické energie a poměrně omezené využití produkovaného a v podstatě odpadního tepla. S přenosem navíc rostou ztráty a jenom málokdo bydlí rád poblíž stožárů vysokého napětí. Kromě toho velký atomový reaktor je poměrně nepružný zdroj, který se nehodí pro vykrývání špiček spotřeby, spíše je stavěný na provoz se stálým výkonem.



Postavit elektrárnu nemusí trvat deset let a nemusí zabrat plochu celého města

Atomový reaktor do každé rodiny. Nebo aspoň města.

Při stavbě atomové elektrárny narůstá cena i kvůli tomu, že se jedná v podstatě o kusovou výrobu na místě zakázky. Odborníci, zkušení dělníci, stroje, přípravky... to vše se musí dopravit na místo stavby a tam použít. Nicméně i tak je atomová elektrárna ziskový podnik, i při započtení nákladů na uskladnění vyhořelého paliva a následnou demontáž zařízení po ukončení jeho životnosti. Jak tedy snížit riziko při investici do atomové energie?

## Hledá se Henry Ford atomové energetiky

Na prvním místě je snížení nákladů na stavbu. Pokud by někdo dokázal sériově produkovat atomové reaktory na výrobní lince, ty potom dovézt a instalovat blízko místa spotřeby, získal by před svými konkurenty velmi podstatnou výhodu. Navíc by menší reaktor mohl být i lépe regulovatelný a dal by se použít pro vykrývání energetických špiček. Umístění poblíž místa spotřeby sníží náklady na přenos a zvýší možnosti využití odpadního tepla. Malý, sériově vyráběný, snadno regulovatelný reaktor by mohl být prostředkem pro rozvoj tzv. chytré sítě, charakteristické decentralizací výroby. Kde ale takový reaktor vzít?

Ve skutečnosti je na světě v provozu několik desítek, možná i stovek podobných zařízení. Již dlouhá léta slouží na palubách ponorek, letadlových lodí, ledoborců a možná v budoucnu i obřích tankerů. Jenže u vojáků se tolik nedbá na ekonomičnost provozu (kolik stojí instalovaný kilowatt) a ani nejsou tak přísné bezpečnostní normy, jaké jsou vyžadována u komerčních elektráren. Asi těžko někdo zpracovává studii o dopadu provozu atomového reaktoru útočné ponorky na životní prostředí...

Myšlenka mít v portfoliu výrobků reaktor, vyráběný ve velkých sériích za nízkou cenu likvidující konkurenci, určitě poletuje v hlavě nejednomu manažerovi velkých korporací. Určitě o něm přemýšlejí ve firmách, jako je Westinghouse, Toshiba, Babcock & Wilcox (ti poslední právě vyrábějí reaktory pro americké námořnictvo).

Pozadu nezůstávají ani věhlasné laboratoře, jako je například Los Alamos National Laboratory. Dříve tam vyvíjeli atomové bomby, viz projekt Manhattan, dnes pracují na malém reaktoru Hyperion. Do podobného výzkumu se zapojila i Jihoafrická republika se svým reaktorem Pebble Bed Modular. Ten byl odvozen z původně německé technologie, ale vývoj byl v roce 2010 kvůli nedostatku financí ukončen.

## Malý reaktor nebo atomová baterie?

Favorité na vítězství v soutěži *Malý modulární reaktor roku* budou zřejmě mezi Toshiba 4S, Hyperionem nebo reaktorem mPower. Mají řadu společných znaků. Kromě toho, že se plánuje jejich sériová výroba a tudíž mají malé rozměry, aby se vešly na jeden nebo dva železniční vagóny, jedná se o reaktory s pasívní bezpečností.

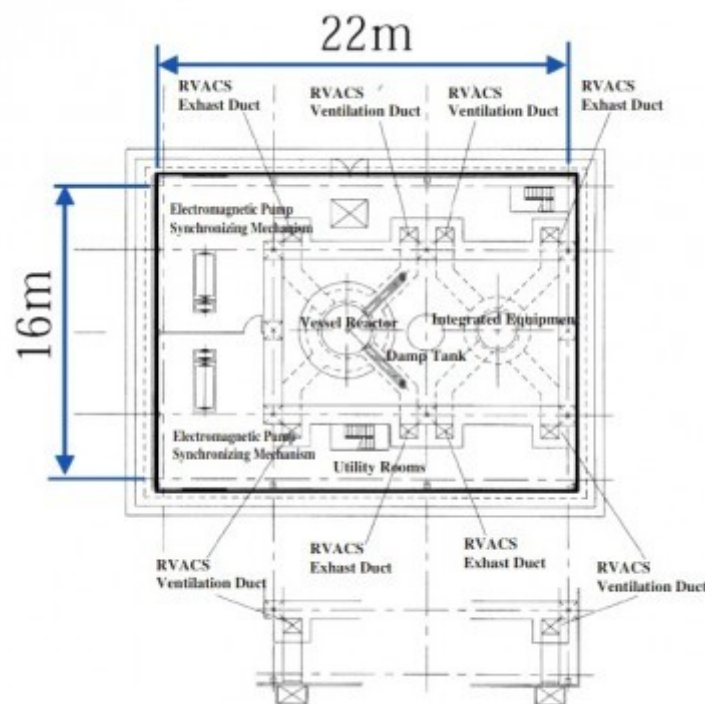
Atomový reaktor do každé rodiny. Nebo aspoň města.

To znamená, že pokud dojde k neočekávané události, zemětřesení, jiné živelné katastrofě či sabotáži, reaktor se zastaví a i nadále se obejde bez připojení na vnější zdroj. Na rozdíl od reaktorů v neblaze proslavené fukušimské elektrárně nepotřebuje pro chlazení odstaveného reaktoru žádné vnější napájení.

Dalším společným prvkem je umístění reaktorů pod zemí a napojení na běžný agregát pro výrobu elektrické energie. Samozřejmě je možné spojit více reaktorů v jedné elektrárně. Dále se ale reaktory podstatně liší, ať už je to v typu konstrukce, použitém palivu či výkonu.

### Toshiba 4S: zkusíme ho na Aljašce

Projekt Toshiby vzniká ve spolupráci s firmami Westinghouse a Central Research Institute of Electric Power Industry. Sami tvůrci označují tento reaktor jako atomovou baterii, protože má na jednu náplň paliva běžet až třicet let. Má se jednat o rychlý reaktor, chlazený sodíkem, palivové tyče mají být ze slitiny uranu, zirkonia a plutonia. 4S v názvu reaktoru znamená Super Safe, Small and Simple.

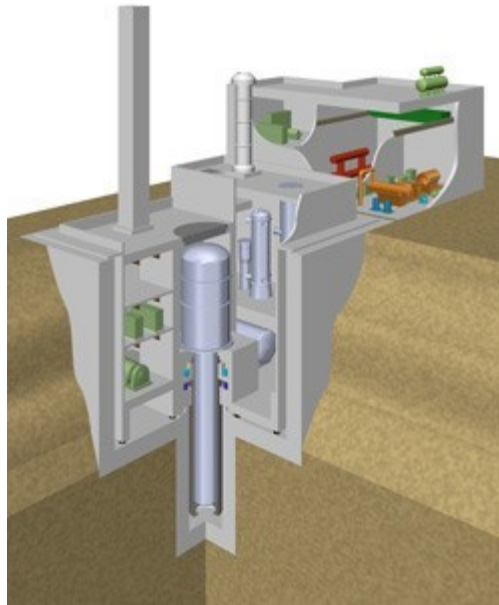


Zakopané části reaktoru 4S stačí prostor o rozměrech 22 × 16 m

Výkon reaktoru se liší v závislosti na směsích použitých pro palivové tyče. Nejsilnější má mít 130 MW tepelného výkonu a produkovat 50 MW elektrického výkonu. Existují i plány pro verzi L-4S, která má být chlazená směsí olova a bizmutu.

Atomový reaktor do každé rodiny. Nebo aspoň města.

Toshiba pokročila nejdál ve faktické realizaci projektu. S reaktory 4S počítá nově budovaná elektrárna města Galena na Aljašce. Toto město je totálně izolováno od zdrojů elektrické energie, a proto musí spoléhat pouze samo na sebe. V současnosti je od amerického úřadu pro atomovou energii schválena konstrukce reaktoru a v druhém čtvrtletí tohoto roku má být zahájeno schvalování plánů elektrárny. Termín začátku stavby ale zatím nebyl určen.



Samotný reaktor je ukrytý pod povrchem, navazuje na něj agregát vyrábějící elektrickou energii

Toshiba plánuje rozjet sériovou produkci tohoto reaktoru v roce 2014. Odhady nákladů jsou okolo 2 500 dolarů za instalovaný kilowatt a výrobní cena by měla být 5–7 centů za kWh.

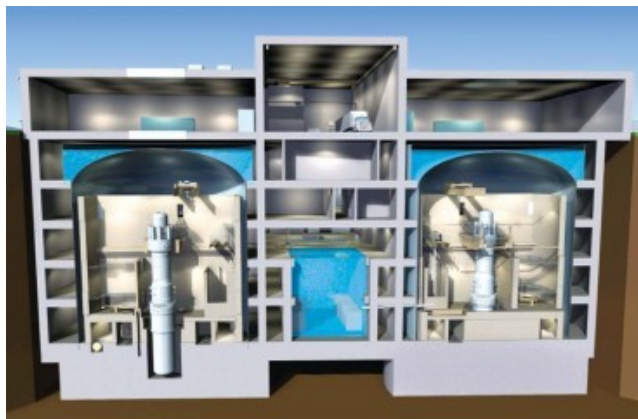
- [Popis 4S na webu amerického regulátora](#)
- [Plány 4S \(PDF\)](#)
- [Prezentace Toshiba](#)

## Reaktor mPower: osvědčil se nám v ponorkách

Reaktor mPower od Babcock & Wilcox je projektován pro výkon od 125 MW. Tato firma má dlouholeté zkušenosti s výrobou a provozem malých reaktorů na vojenských plavidlech, což je jistě nezanedbatelná výhoda.

mPower má být lehkovodní reaktor pokročilé konstrukce s integrovaným generátorem páry na klasické palivo (5% obohacený uran). To bude potřeba vyměnit zhruba každé čtyři roky. V současnosti prochází tento reaktor schvalovacím řízením amerického úřadu pro atomovou energii.

Atomový reaktor do každé rodiny. Nebo aspoň města.



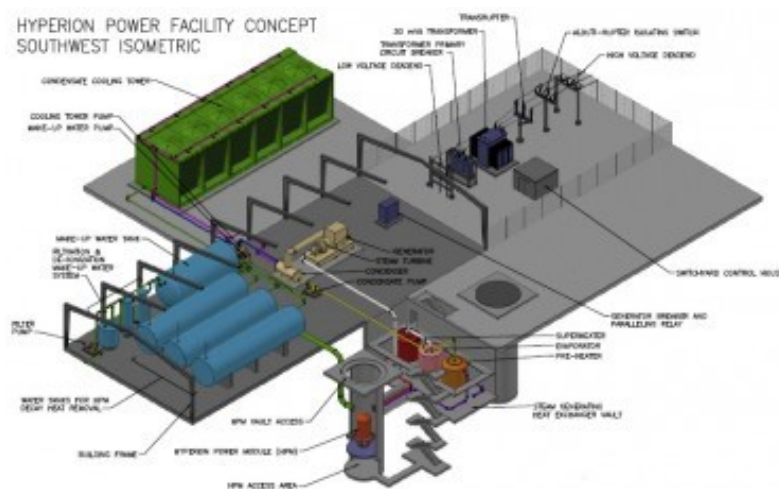
U reaktorů mPower se také počítá s umístěním pod zemí

Babcock & Wilcox počítá s nasazením šesti těchto reaktorů v elektrárně Clinch River ve státě Tennessee. Probíhá certifikační proces, který by mohl být uzavřen do konce tohoto roku, sériová produkce je plánována pro rok 2014. Odhad nákladů pro dvojici těchto reaktorů je pod 6 000 dolary za instalovaný kilowatt.

- [Web projektu](#)
- [Popis mPower na webu amerického regulátora](#)
- [Brožura o mPower \(PDF\)](#)

## Hyperion: byli jsme na začátku atomového věku

Reaktor Hyperion z Los Alamos National Laboratory je opět rychlý typ s podzemní reaktorovou nádobou, chlazení obstarává směs olova a bismutu. Předpokládaný elektrický výkon je 25 MW, tepelný kolem 70 MW. Palivem má být 20% obohacený uran, firma plánuje stavbu prototypu v roce 2015. Projekt není tak daleko jako dva předchozí reaktory.



Struktura elektrárny s reaktorem Hyperion

Atomový reaktor do každé rodiny. Nebo aspoň města.

- [Web projektu](#)
- [Popis Hyperionu na webu amerického regulátora](#)

## TerraPower: nukleární Bill Gates má vizi a peníze

Do nukleárního byznysu vstoupil také Bill Gates. Založil společnost TerraPower, která se věnuje vývoji modulárních reaktorů. Bill nemá hluboko do trezoru, proto není primárním cílem této společnosti generování zisku, ale naopak vývoj nového typu reaktorů s tzv. postupnou vlnou. Mohly by využívat neobohacené palivo.

TerraPower navázal spolupráci s Toshiba, zřejmě hodlá využít celou řadu konstrukčních prvků z kompaktního reaktoru 4S. Společnost též velmi úzce spolupracuje s Indií, která je zřejmě světovým leaderem ve vývoji technologie tzv. thoriového cyklu.

- [Web projektu](#)
- [Podívejte se na přednášku Billa Gatese věnovanou energii. Obsahuje české titulky.](#)

## Další malé reaktorky

Kromě výše uvedených reaktorů existuje několik desítek dalších projektů v různém stádiu rozpracovanosti. Zájemci najdou podrobný seznam na webu [World Nuclear](#).

Všem těmto projektům je společná jedna věc – přes velká očekávání se jejich realizace neustále zpožďuje. Jednak je to protiatomovou náladou, která brzdí investice do této oblasti. Také technologicky se ale pohybujeme na hraně našich možností a u atomových reaktorů samozřejmě platí „desetkrát měř, pak ještě dvakrát a až nakonec řízni“.

Ale není třeba házet flintu do žita. Z celé plejády projektů se nakonec vyloupne několik opravdu životaschopných, které se dostanou do sériové výroby. A i kdyby ne, celá řada technologií vyvíjených pro tyto projekty jistě najde uplatnění v klasických reaktorech a samozřejmě i mimo obor atomové energetiky.

A nejde jenom o energii. Například teplota chladicího média u reaktorů Hyperion a 4S je dostatečně vysoká na to, aby docházelo k disociaci vody. Takže takový reaktor může sloužit jako zdroj vodíku pro plánovanou vodíkovou ekonomiku. Anebo pohánět odsolovací zařízení; vždyť velká část lidstva trpí nedostatkem kvalitní pitné vody.

Atomový reaktor do každé rodiny. Nebo aspoň města.

## **Literatura:**

**[1]** TŮMA, Martin. Atomový reaktor do každé rodiny. Nebo aspoň města. *VTM, E15: Věda* [online]. [cit. 2014-02-16]. Dostupné z: <http://vtm.e15.cz/modularni-atomove-reaktory>