

Simulace provozu JE s bloky VVER 1000 a ABWR.

Jiří Terš, Gymnázium Botičská, Zakarumit.Z@seznam.cz
Pavel Polcer, Gymnázium Křenová, polcerpavel@seznam.cz

Abstrakt:

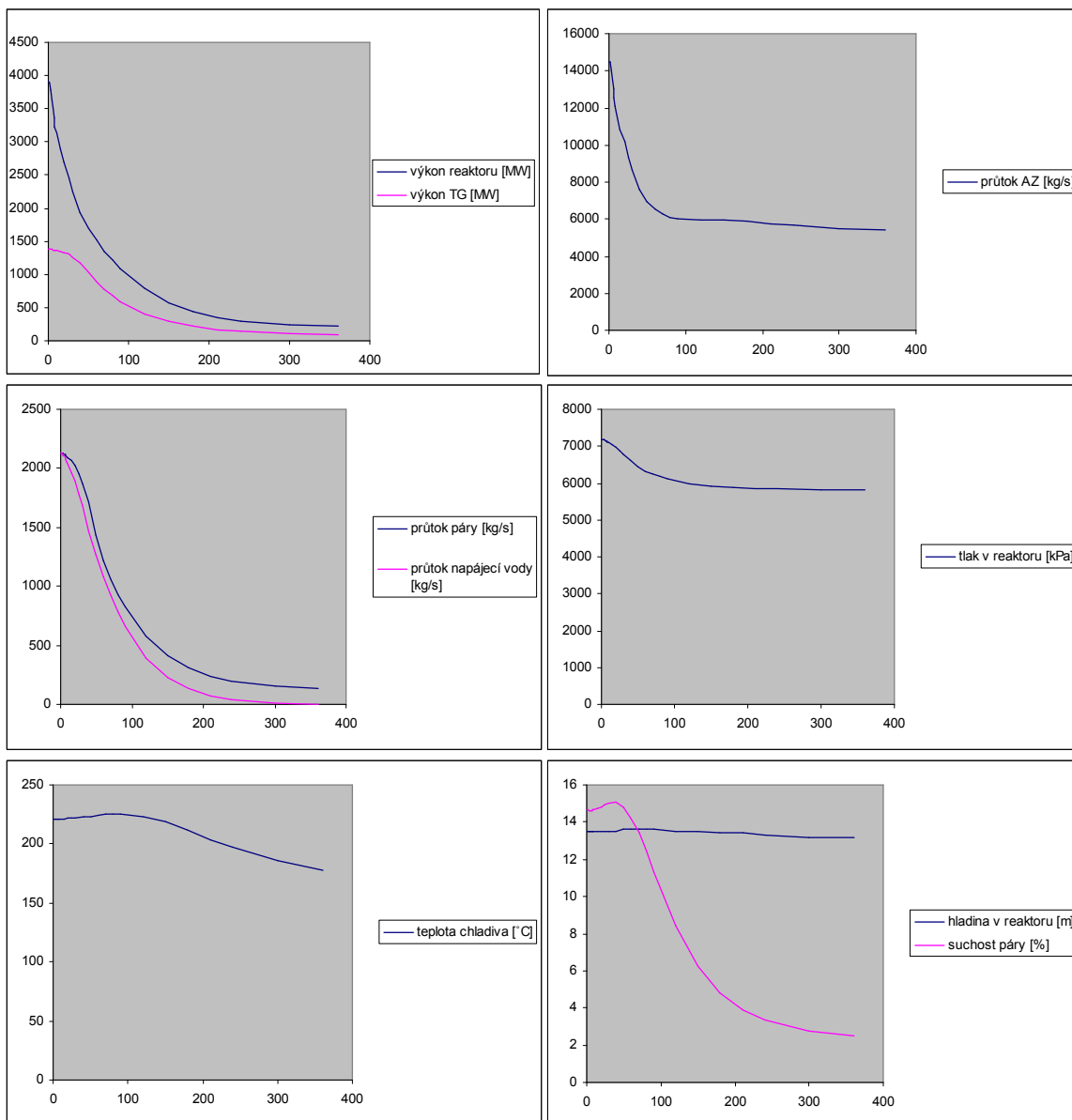
Naším cílem bylo seznámit se s problematikou jaderných elektráren především typu ABWR (Advanced Boiling Water Reactor) a vyzkoušet simulace některých jejich stavů. Pro naše potřeby jsme měli k dispozici software "IAEA Generic Boiling Water Reactor Simulator".

1 Úvod

Vzhledem k narůstající důležitosti jaderné energetiky ve světě jsme se rozhodli věnovat právě tomuto tématu. Vrcholem našeho snažení bylo sestrojít grafy závislosti různých proměnných veličin při provozu reaktoru v závislosti na čase a zjistit, jak se mění.

2 Blok ABWR

- Blok tzv. Pokročilého varného vodního reaktoru má samozřejmě velké množství provozních charakteristik. Vyjmenoval bych z nich několik nejdůležitějších, jako je třeba výkon turbogenerátoru (1300 MW), tepelný výkon jádra (téměř 4 GW), z toho plynoucí účinnost okolo 33,1%, průměrný průtok páry 2122 kg/s a napájecí vody 2118 kg/s. Průtok aktivní zónou je výrazně vyšší, protože je zde celkem 10 cirkulačních čerpadel, která promíchávají vodu v reaktoru a zvyšují (nebo při vypnutí naopak snižují reaktivitu) a dosahuje tak hodnoty okolo 14502 kg/s. Tlak v reaktoru se pohybuje okolo 7,07 Mpa, teplota syté páry je tedy 286,5 stupně Celsia. Reaktory tohoto typu obsahují standardně 159 tun paliva obohaceného na 3-4%. V aktivní zóně je celkem 92 palivových tyčí v obalech ze slitiny Zirkonia.
- K regulaci výkonu se zde využívá několika systémů. Při krátkodobých změnách výkonu se používají regulační tyče a nebo změna rychlosti cirkulace vody v aktivní zóně. Pokud jde o dlouhodobou regulaci výkonu, používá se kyselina boritá, která se přidává do napájecí vody.
- Turbogenerátor obsahuje 1 vysokotlaký stupeň a 3 nízkotlaké a dosahuje otáček 1800/s. Aby se zvýšila účinnost, obsahuje systém také celkem 3x4 nízkotlaké ohříváky a 2x2 vysokotlaké ohříváky.
- Soustředili jsme se především na změny veličin při havarijním odstavení reaktoru, kdy dojde k okamžitému vstřelení havarijních tyčí do aktivní zóny. Naše výsledky jsou shrnuty v následujících grafech, bylo zaznamenáno celkem 25 údajů 9 různých veličin v závislosti na čase.



3 Shrnutí

Jak je vidět, některé veličiny klesají poměrně rychle, jiné pomaleji. Například výkon jádra klesá velmi rychle, naopak výkon turbogenerátoru pozvolněji. Ke snížení průtoku vody aktivní zónou a snížení tlaku v reaktoru dochází poměrně rychle a k dalším větším změnám v čas již nedochází. Teplota chladiva a suchost páry nejprve lehce stoupá a potom začíná klesat.

Poděkování

Děkujeme tímto Ing. Dušanu Kobylkovi Ph.D. za velmi kvalitní zaškolení do problematiky, Katedře jaderných reaktorů za možnost využití jejich softwaru a výpočetní techniky pro

zpracování a Fakultě jaderné a fyzikálně inženýrské za možnost dostat se k tomuto tématu takto blízko.

Reference:

- [1] KOBYLKA DUŠAN *Simulace provozních stavů jaderných elektráren-ABWR (PowerPoint)*
- [2] KOBYLKA DUŠAN *Jaderné elektrárny (PowerPoint)*