

Simulace provozu JE typu ABWR

H. Šumšalová*, O. Folwarczny**

*Masarykovo gymnázium, Jičínská 528, Příbor

** Wichterlovo gymnázium, Čs. Exilu 669/16, Ostrava

*hana.sum@seznam.cz

**ondra821@gmail.com

Abstrakt:

V průběhu miniprojektu jsme se seznámili s reaktorem typu ABWR. Také jsme vyzkoušeli řízení JE při různých provozních podmínkách a havarijních stavech. V článku bude podrobněji popsán úplný výpadek napájení vlastní spotřeby.

1 Úvod

Lidstvo se bez elektrické energie neobejde. Tu nám mohou poskytovat mimo jiné i jaderné elektrárny. Jak je těžké jejich ovládání, a jaké riziko představují pro lidstvo?

Varný reaktor ABWR spadá pod generaci III+ od firem GE Hitachi Nuclear Energy a Toshiba. V Japonsku jsou v provozu 2 reaktory, 4 ve výstavbě. Hlavním rozdílem mezi tlakovodními reaktory využívanými v ČR je, že k varu chladiva dochází přímo v aktivní zóně a tato pára proudí přímo na turbínu. Tato elektrárna má pak pouze jeden okruh (kromě chladícího). Tato práce se zaměřuje na provoz a bezpečnost elektrárny ABWR v případě poruchy. Vše jsme ověřovali za pomoci počítačového simulátoru. Náš úkol byl vyzkoušet ovládání jaderné elektrárny a zvládat různé poruchy na počítačovém simulátoru.

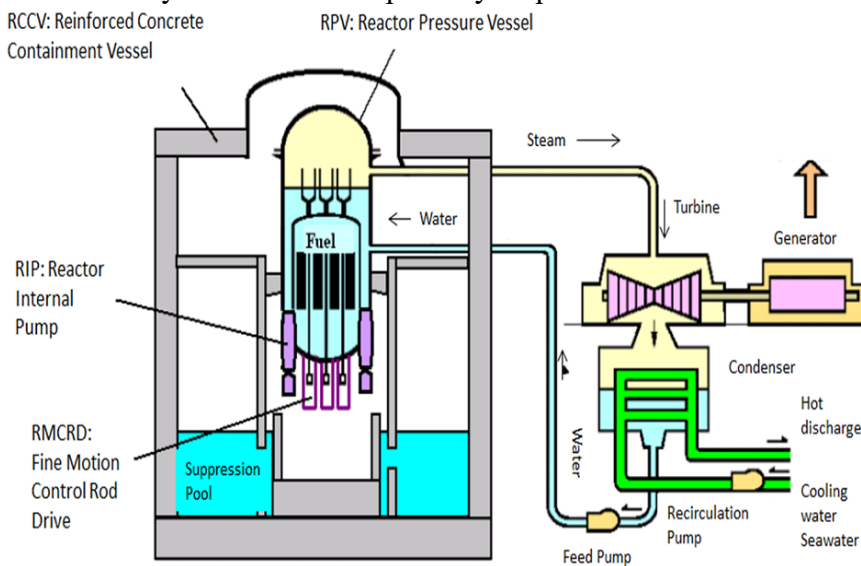


Schéma jaderné elektrárny [1]

2 Reaktor ABWR

Do reaktoru je přiváděna napájecí voda směs, která se dohřívá na teplotu sytosti a poté vypařuje, tato voda (parovodní směs o výstupní suchosti 15%) slouží zároveň jako moderátor. Pára se shromažďuje v horní části reaktoru. Nad aktivní zónou je udržována hladina, jejíž výšku je nutné sledovat. Při nízké hladině může dojít k přehřívání paliva reaktoru a naopak při vysoké klesá kvalita páry. Pára posléze proudí potrubím přímo na turbínu. Pára po expanzi se dostává do kondenzátoru a kondenzát se poté přes regenerační ohříváky a čerpadla zpět do reaktoru (viz obr. 1). Tím se uzavírá cirkulace parovodní směsi. Ze spodní části reaktoru se zasouvají regulační tyče, které se v případě havárie vstřelí do reaktoru a zastaví štěpnou řetězovou reakci.

Výhody a nevýhody

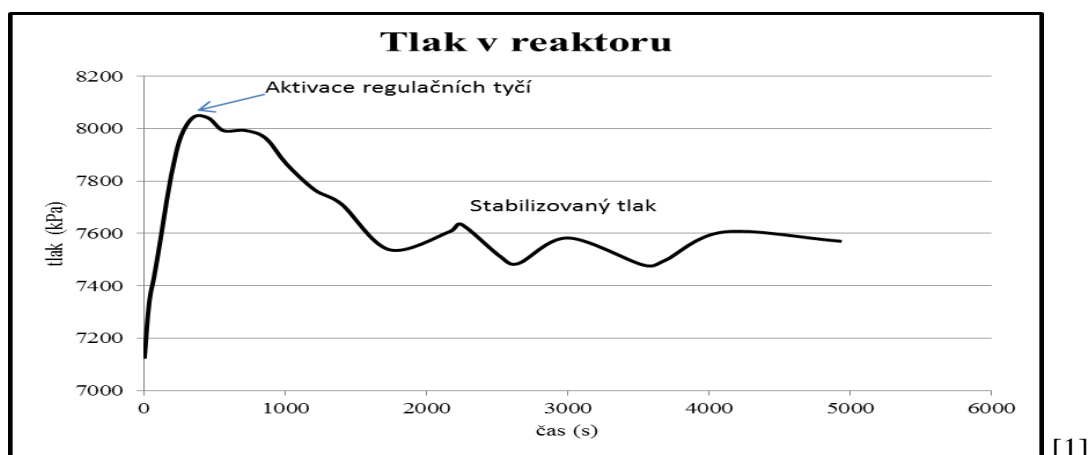
Výše již bylo zmíněno, že se jedná o jednookruhový typ elektrárny. S touto skutečností souvisí jednodušší technologická a ekonomická výstavba. S výkonem 1,4 GWe se řadí mezi velmi výkonné. Generace III+ disponuje vysokou bezpečností.

Mezi nevýhody patří zanášení systému radioaktivitou, která se uvolňuje z aktivní zóny. Z tohoto důvodu je nutné odstínit větší část zařízení, aby nedocházelo k ozáření zaměstnanců.

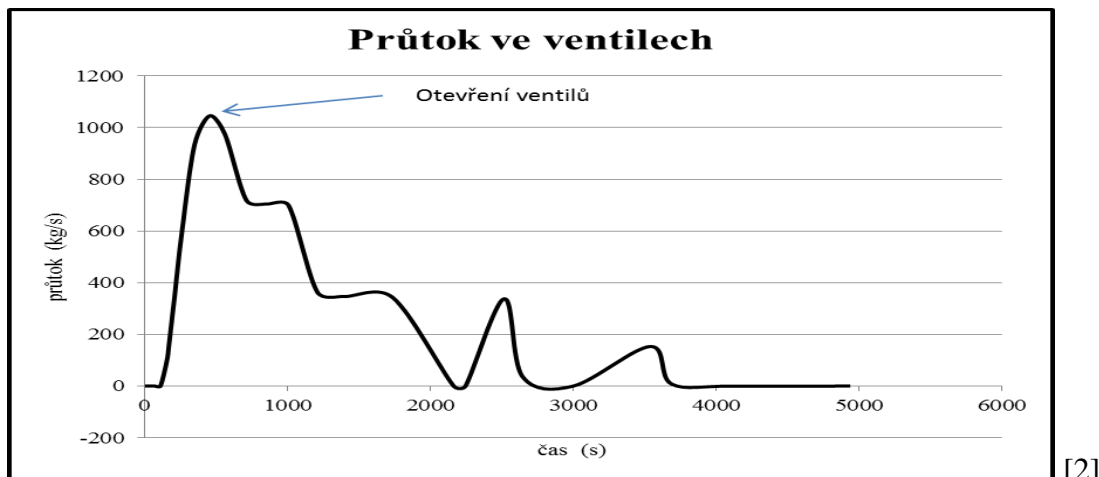
4 Simulátor ABWR

Tento program simuluje provoz bloku ABWR. Zároveň simuluje chování při případných haváriích. Simulátor obsahuje nespočet kontrolky a 9 ovládacích panelů, na kterých je možno sledovat jiné části elektrárny. Při cvičení byly řešeny havarijní situace: odstavení reaktoru, výpadek turbogenerátoru, cirkulačních čerpadel, porušení parního kolektoru.

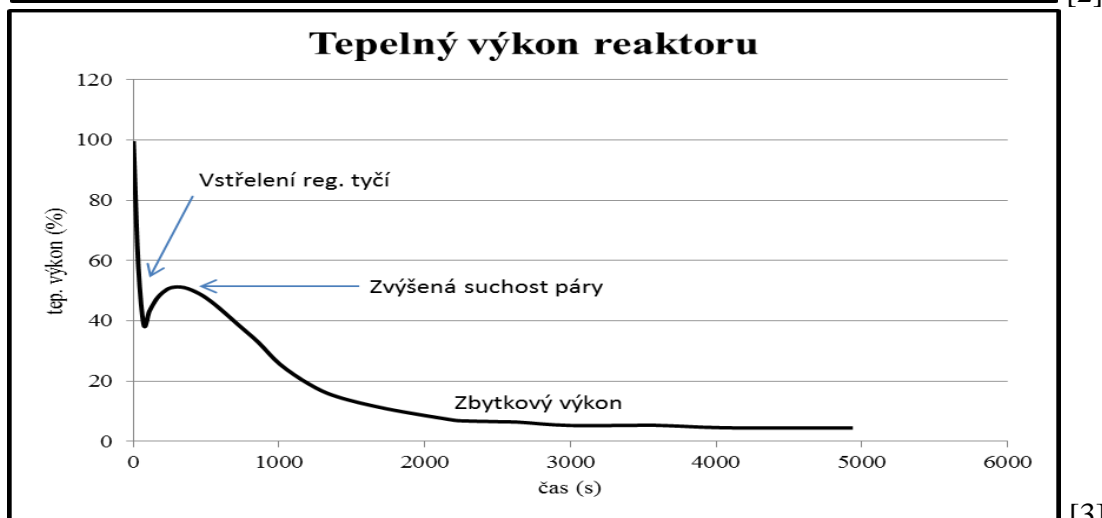
Při simulaci výpadku napájení vlastní spotřeby elektrárny (ztráta rozvodu el. energie na elektrárně) jsou systémy schopny automaticky uchránit elektrárnu před dalším poškozením a únikem radiace. V tomto případě se odstaví turbogenerátor, cirkulační a napájecí čerpadla, chladicí okruh (poté musí být uzavřeno přepouštění páry do kondenzátoru). Kvůli nárůstu tlaku po odstavení turbíny dojde k odstavení reaktoru. Tlak v reaktoru dále stoupá, kvůli zbytkovému vákonu. Z důvodu nefunkčnosti chladicího okruhu se otevírají ventily systému automatického potlačení tlaku, které odvádí páru na kondenzaci do chladících bazénů v kontejmentu. Tímto je udržen tlak reaktoru v zadaném rozmezí [1]. Průtok ve ventilech závisí na velikosti tlaku v reaktoru [2]. Přestože je štěpná reakce po chvilce zastavena po vstřelení absorbčních tyčí je možno pozorovat zbytkový tepelný výkon [3].



[1]



[2]



[3]

3 Shrnutí

Ovládání skutečné JE za klasického provozu je relativně snadné, většinu práce odvádí samotný řídicí systém. Pro havarijní situace je systém navržen tak, aby se havarijní situace dále nezhoršovala a stav stabilizoval. Samovolný stabilizující se průběh situace omezuje možnost chybného lidského zásahu. Reaktor byl automaticky odstaven a zbývající tepelný výkon byl odváděn do bezpečnostních chladících bazénů v kontejnmentu.

4 Poděkování

Tímto bychom chtěli poděkovat vedoucímu miniprojektu panu Ing. Kobylkovi, Ph.D. za vysvětlení a pomoci při našich experimentech. Dále patří naše díky všem, kteří umožnili bezproblémový průběh akce Týden vědy. Také všem účastníkům za vytvoření přátelské atmosféry. Děkujeme.

Reference:

- [1] schéma JE- Page not found - 404 - GOV.UK. *Welcome to GOV.UK* [online]. Copyright © Crown copyright [cit. 19.06.2018]. Dostupné z: <https://www.gov.uk/government/consultati>
- ABWR Pokročilé varné reaktory. *Atominfo* [online]. 2016 [cit. 2018-06-19]. Dostupné z: <http://atominfo.cz/2016/10/abwr-pokrocile-varne-reaktory/>
- SUK, Pavel a . ABWR Pokročilé varné reaktory. *Blog.idnes* [online]. 2016 [cit. 2018-06-19]. Dostupné z: <https://pavelsuk.blog.idnes.cz/blog.aspx?c=561807>
- Design reaktoru ABWR společnosti Hitachi-GE byl schválen pro použití ve Spojeném království. *Blog.idnes* [online]. 2017 [cit. 2018-06-19]. Dostupné z: <http://atominfo.cz/2017/12/design-reaktoru-abwr-spolecnosti-hitachi-ge-byl-schvalen-pro-pouziti-ve-spojenem-kralovstvi/>
- Příspěvatelé Wikipedie, *Varný reaktor* [online], Wikipedie: Otevřená encyklopedie, c2016, Datum poslední revize 17. 06. 2016, 00:22 UTC, [citováno 19. 06. 2018] <https://cs.wikipedia.org/w/index.php?title=Varn%C3%BD_reaktor&oldid=13841622>