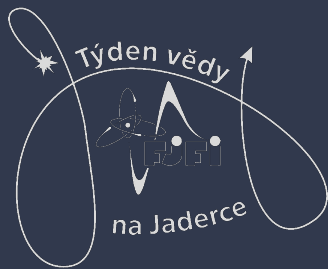


Simulace provozu JE typu VVER-440



V. Böhmová a V. Dirluhian
Katedra jaderných reaktorů JFI ČVUT

Obsah

- JE typu VVER-440
- Primární a sekundární
okruh elektrárny
- Simulované scénáře

Cíle

- seznámit se s provozem JE typu VVER-440
- práce na simulátoru
 - pozorovat chování JE při různých scénářích
- analýza vybraného scénáře

JE typu VVER-440

VVER 440 je tlakovodní jaderný reaktor II. generace sovětského návrhu, využívající lehkou vodu jako chladivo a moderátor. Je určen pro výrobu elektřiny a instalován např. v JE Dukovany nebo slovenských Mochovcích a Jaslovských Bohunicích.

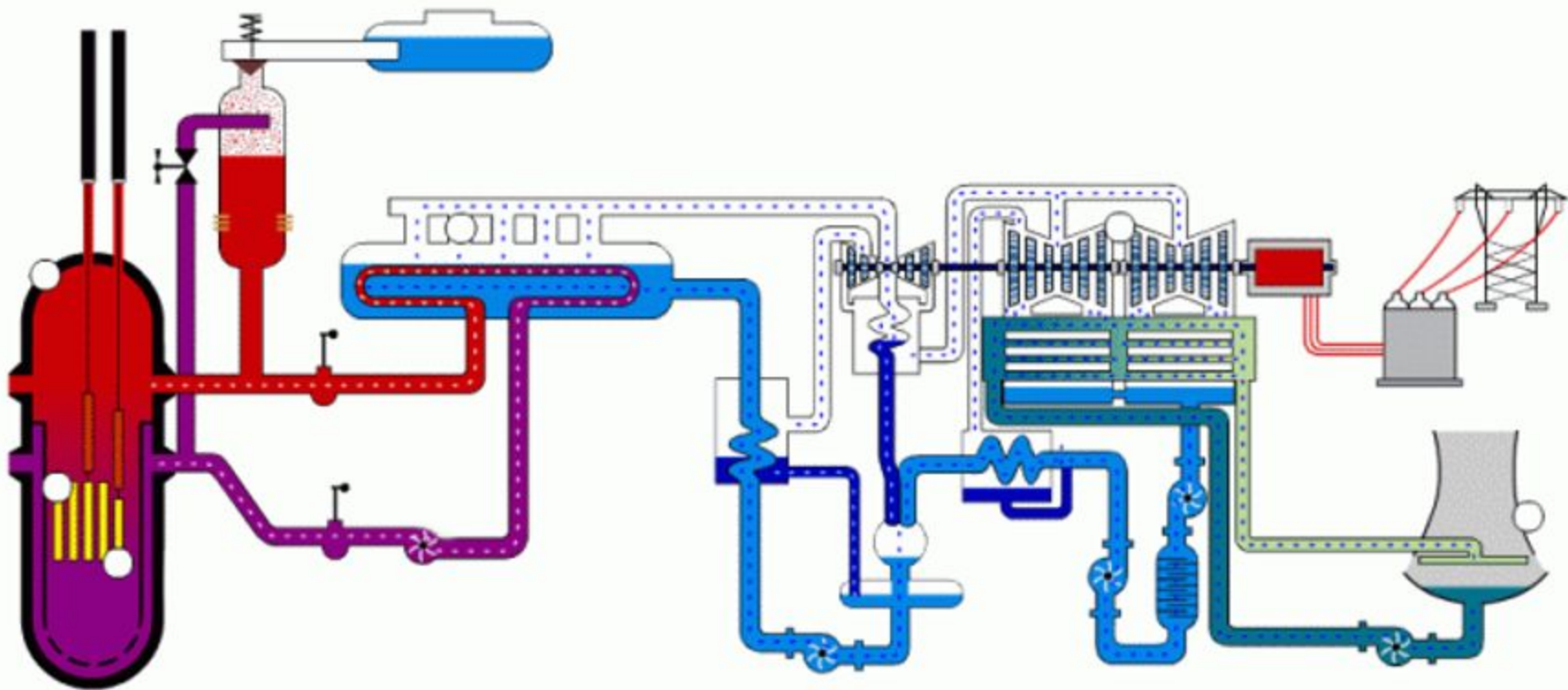
Primární okruh

- Reaktorová – aktivní zóna
- 6 cirkulačních smyček, každá obsahuje:
 - Hlavní cirkulační čerpadlo (HCČ)
 - Parogenerátor
 - Potrubí (horká a studená větve)
- Tlakový kompenzátor – udržuje konstantní tlak (~12,3 MPa)

Sekundarní okruh

- Parogenerátory
- Parní turbína a generátor
- Kondenzátor
- Napájecí čerpadla
- Odvod páry, odlučovače, ohříváky, pojistné a regulační ventily

Přehled JE typu VVER 440



Parametry

Typ reaktoru: Tlakovodní (VVER)

Elektrický výkon: ~440 MWe (hrubý), ~408 MWe (čistý)

Tepelný výkon: 1375 MWt

Počet smyček: 6 cirkulačních smyček (každá s čerpadlem a parogenerátorem)

Chladivo a moderátor: demineralizovaná lehká voda (H_2O)

Palivo: Obohacený oxid uraničitý (UO_2 , ~3,6 % U^{235})

Tlak primárního okruhu: ~12,5 MPa

Teplota primárního okruhu: vstup: ~265 °C, výstup: ~297 °C

Priklady JE s reaktorem VVER- 440

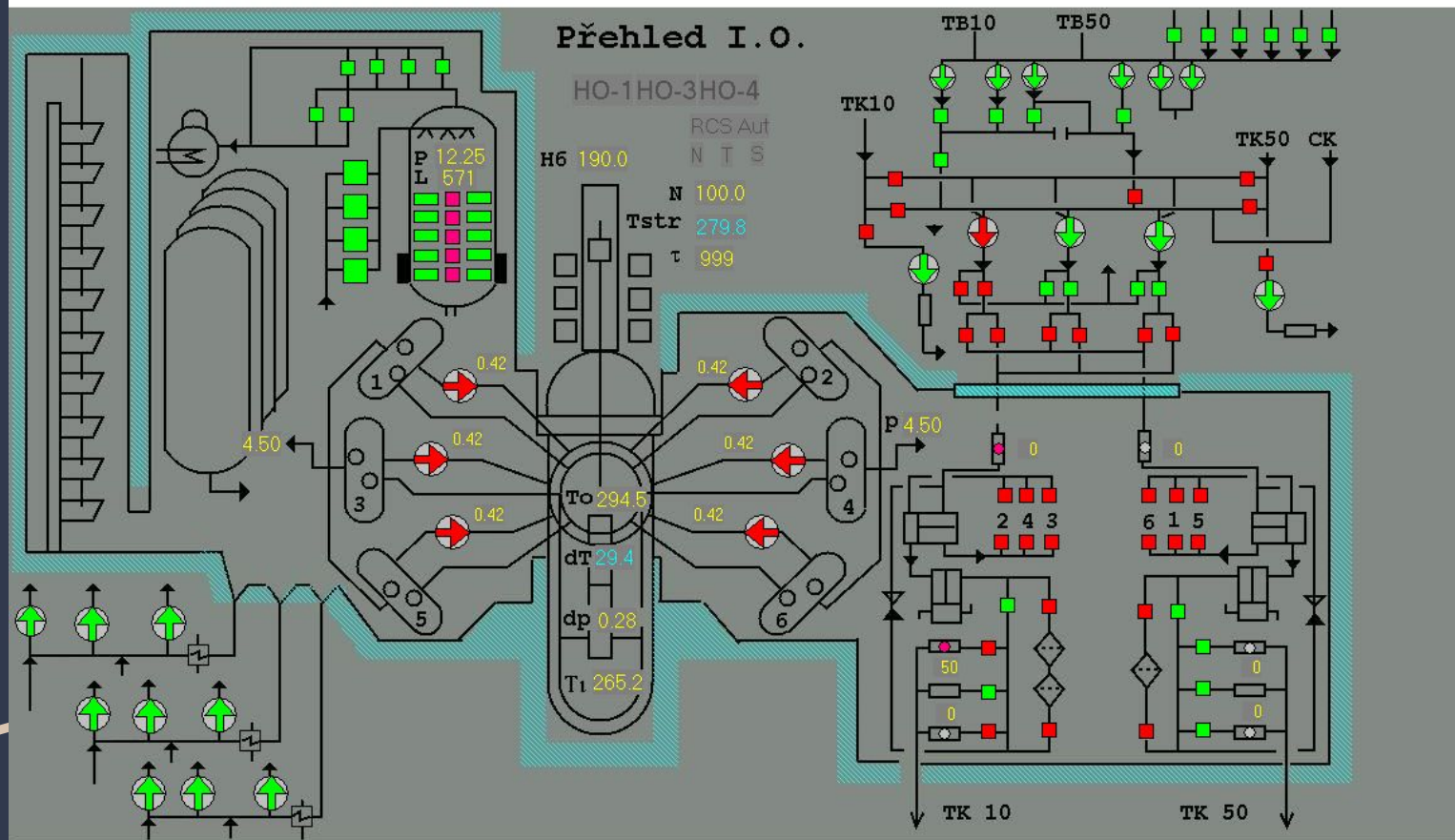
- Jaderná elektrárna Dukovany (EDU)
- Jaderná elektrárna Mochovce (EMO)
- Jaderná elektrárna Paks (Paks)
- Jaderná elektrárna Loviisa (Loviisa)

Simulátor

- SPVS EDU (VUJE, a.s.)
- Simulátor slouží k výuce a výcviku operátorů
- Umožňuje ovládání primárního a sekundárního okruhu elektrárny

Přehled I.O. v simulátoru

1: Přehled I.O. ve%kos: 1156x664



Simulace výpadku 2/6 hlavních cirkulačních čerpadel

1. výpadek 2. a 5. čerpadla
2. spuštění HO-3 a HO-4
3. snížení výkonu turbín a reaktoru
4. zasunutí 6H HRK
5. zpětný průtok ve smyčkách
6. snížení výkonu reaktoru na polovinu

Výkon TG1

216.92 MW 4628.2 MW/hod

Výkon reaktora v HL

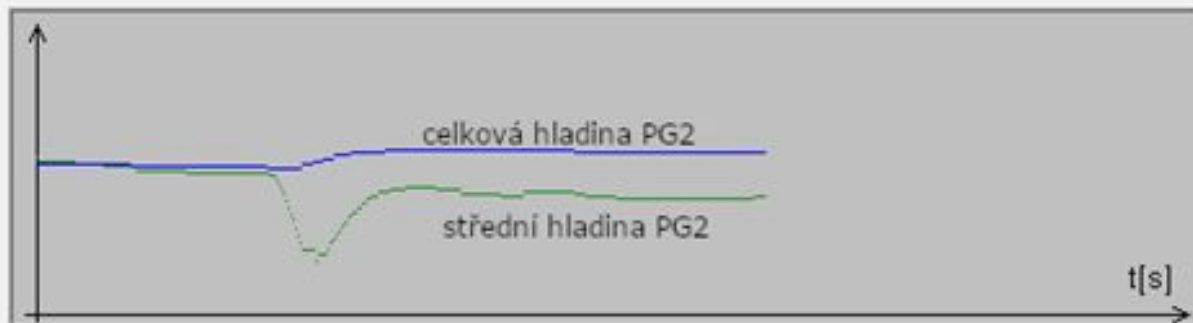
101.3 % -1856.7 %/hod

Středna hladina PG2

3.8931 cm -935.51 cm/hod

Celková hladina PG2

190 cm -1218.2 cm/hod



Simulace výpadku 6/6 hlavních cirkulačních čerpadel

1. vypadne 1., 2. a 5. čerpadlo
2. spuštění HO-3 a HO-4
3. zasunutí 6H HRK
4. nastane výpadek zbylých 3 čerpadel
5. spuštění HO-1
6. výkon reaktoru se sníží o polovinu
7. odstavení obou turbín a reaktoru

Výkon reaktora v HL ■ Široký

2.5694 % -2910 %/hod Úzky

Výška 6.skupiny HRK ■ Široký

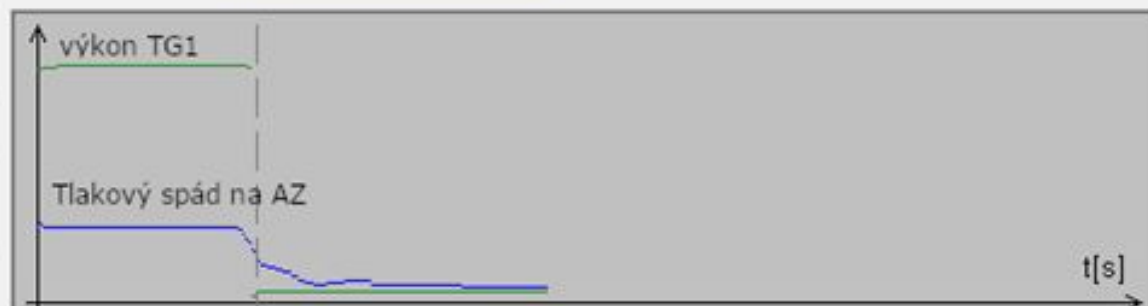
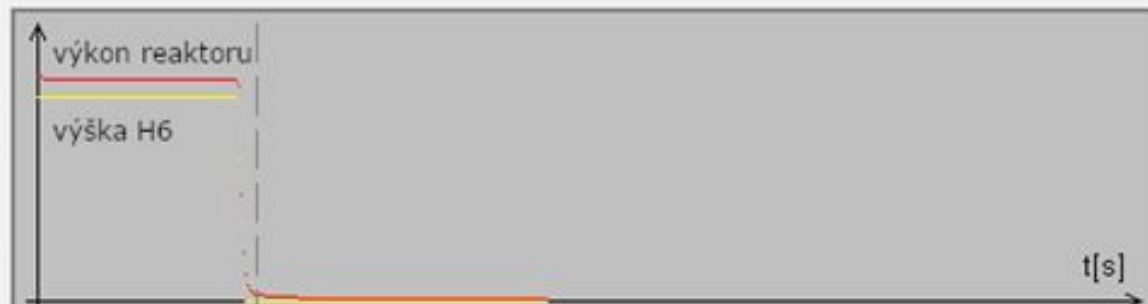
0 cm 0 cm/hod Úzky

Výkon TG1 ■ Široký

0 MW -1.0008e+05 MW/t Úzky

Tlakový spád na AZ ■ Široký

0.18456 MPa -45.22 MPa/hod Úzky



Shrnutí

Elektrárna je vybavena automatickými bezpečnostními systémy, které zajišťují bezpečný provoz i při výpadku čerpadel. Simulace ukazují, že systém reaguje snížením výkonu a odstavením turbín, čímž zabrání nehodám.

Děkujeme za pozornost

Zdroje

Bárta, M. (2008). Rozbor měření teplot a tlaků na hlavních cirkulačních smyčkách VVER-440. *Bakalářská práce*. Praha: KJR FJFI ČVUT.

Kobylka, D. (2025). Prezentace projektu týdne vědy. Praha.

Sborník JM EDU. (2024). ČEZ, a.s.

SPVS EDU. (nedatováno). VUJE, a.s.

<https://www.nenerede.com.tr/ilan/hacettepe-universitesi-nukleer-bilimler-enstitusu-2/>