PowerOPTI

Monitorovací a optimalizační systém výkonu JE

Jaderná elektrárna průběžně generuje velké množství provozních dat. Důležitým cílem je jejich validace, správná interpretace a využití pro řízení, diagnostiku a optimalizaci.

ÚČEL

Zvýšení dodávky výkonu do sítě, supervize dosaženého stavu a diagnostika zdraví zařízení.

FUNKCE

- Včasné **odhalení skrytých závad a zhoršení výkonnosti**, hodnocení dlouhodobých trendů výkonnosti kritických zařízení – turbína, kondenzátor, výměník, chladicí věž
- **Zvýšení dodávky výkonu do sítě** optimalizací průtoku chladicí vody kondenzátorem
- **Hledání rezerv** a ztracených MW
- **Přesný on-line výpočet tepelného výkonu reaktoru**, snížení nejistoty určení hodnoty ve srovnání se současným stavem

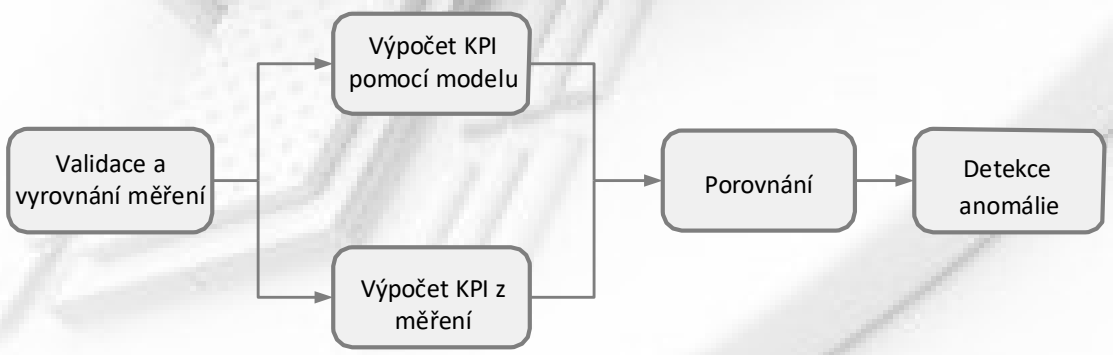
KLÍČOVÉ KOMPONENTY

(1) **On-line robustní validace a vyrovnání měření** pomocí matematického modelu založeného na zákonech zachování hmoty a energie:

- Detekce, identifikace a eliminace hrubých chyb měření
- Zpřesnění naměřených hodnot
- Přesný dopočet neměřených veličin a **KPI** (**klíčový ukazatel výkonnosti pro zařízení / proces**); výkon reaktoru, průtok chladicí vody, účinnost turbíny, účinnost výměníku

(2) **On-line diagnostika zdraví zařízení a optimalizace tepelného cyklu** pomocí vysoce přesných empirických modelů (digitálních dvojčat). Porovnání aktuálního stavu s předpokládaným stavem (modelem) pro dané podmínky provozu:

- Turbína
- Kondenzátor, výměník
- Chladicí věž, chladicí okruh



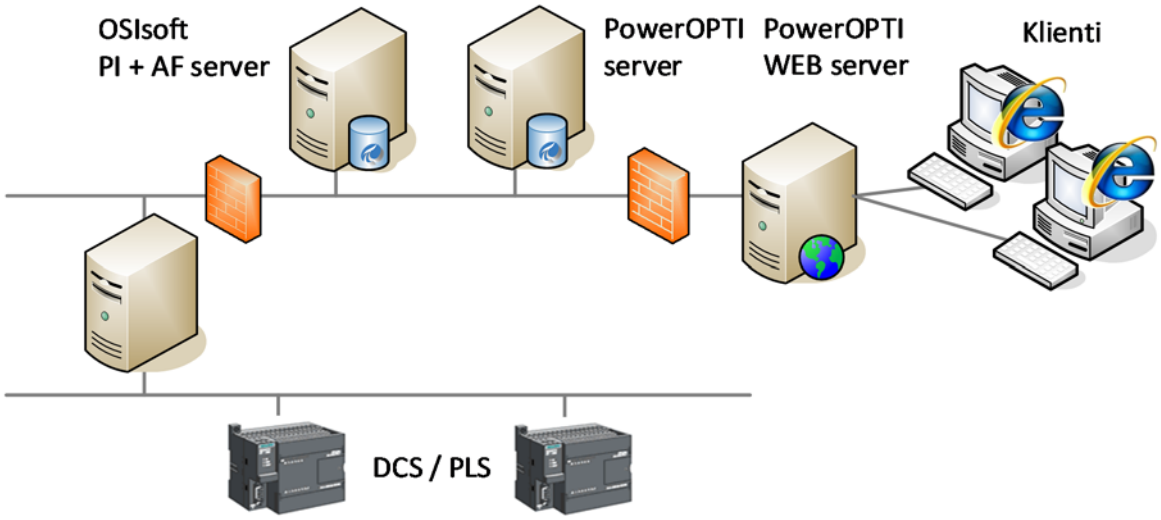
Přesnost empirických modelů vs. ztráty výkonu schopnost detekce závady = včasné řešení ztrát

Zařízení	Zahájení detekce závady	Spolehlivá detekce závady	Ztráta na výkonu
Kondenzátor	↑ 0,1 kPa	↑ 0,2 kPa	↑0,5 kPa ↓ ztráta 5 MW / 1000 MW turbína
Turbína	↑ 1,0 MW	↑ 2,0 MW	= detekce ztráty
Chladicí věž	↑ 0,2 °C	↑ 0, 4 °C	↑1, 0 °C ↓ ztráta 3 MW / 1000 MW turbína

HLAVNÍ VÝHODY

(1) Důvěra v naměřené hodnoty
• Detekce, identifikace a eliminace chyb měření • Zvýšení přesnosti naměřených hodnot, hodnoty veličin jsou ve vzájemném souladu
(2) Hluboký vhled do technologického procesu a zdraví zařízení
• Výpočet hodnot neměřených veličin a KPI • Odhalení neobvyklých stavů a skrytých, doposud nevyužitých informací
(3) Supervize & diagnostika zařízení
• On-line vyhodnocení zdraví zařízení, včasná detekce závad • Supervize výkonnosti procesu a hledání ztracených MW, podpora prediktivní údržby
(4) Optimalizace technologického procesu & predikce
• Zvýšení elektrického výkonu dodávaného do sítě 1 až 2 MW pro 1000 MW blok / dvojblok • Přesné plánování dodávky elektrického výkonu

Příklad struktury využívající komponenty OSIsoft



NASAZENÍ – HLAVNÍ ČINNOSTI

- Vytvoření validačního modelu; detekce, identifikace a eliminace hrubých chyb měření
- Vytvoření diagnostických modelů; včasná detekce závad zařízení, hodnocení trendů degradace
- Zkušební provoz; hledání ztracených MW
- Optimalizace studeného konce turbíny; zvýšení elektrického výkonu dodávaného do sítě

PŘÍPADOVÝ PROJEKT JE S REAKTORY VVER (2 000 MWe) 2015 – 2017

Optimalizace průtoku chladicí vody do kondenzátoru turbíny; výkon TG - příkon čerpadel	Zvýšení výkonu dodaného do sítě o 2 MW Zvýšení výnosu o 9MCZK/1 rok
Včasná detekce závad kondenzátoru turbíny	Eliminace snížení výkonu o 1,5 MW Eliminace ztráty 3MCZK/3 měsíce
Vyhodnocení degradace výplně chladicích věží	Eliminace snížení výkonu o 3,5 MW Eliminace ztráty 14MCZK/1 rok

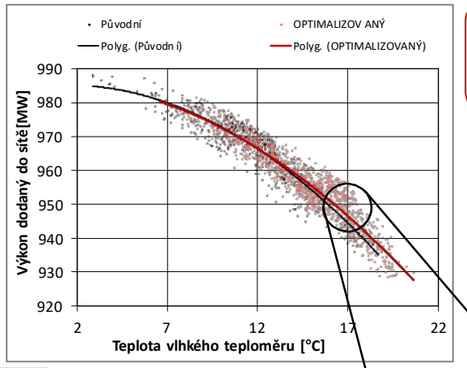
Kontakty
Vladislav Koutník, ředitel technického rozvoje, T +420 602 546 823, E vkoutnik@ic-energo.eu
Jiří Pliska, manažer projektů, T +420 602 723 934, E jpliska@ic-energo.eu

Přesný výpočet výkonu Reaktoru
- Využití měření průtoku a teploty napájecí vody
- Validace čidel primárního okruhu
- Eliminace vlivu stratifikace teplot v horkých smyčkách

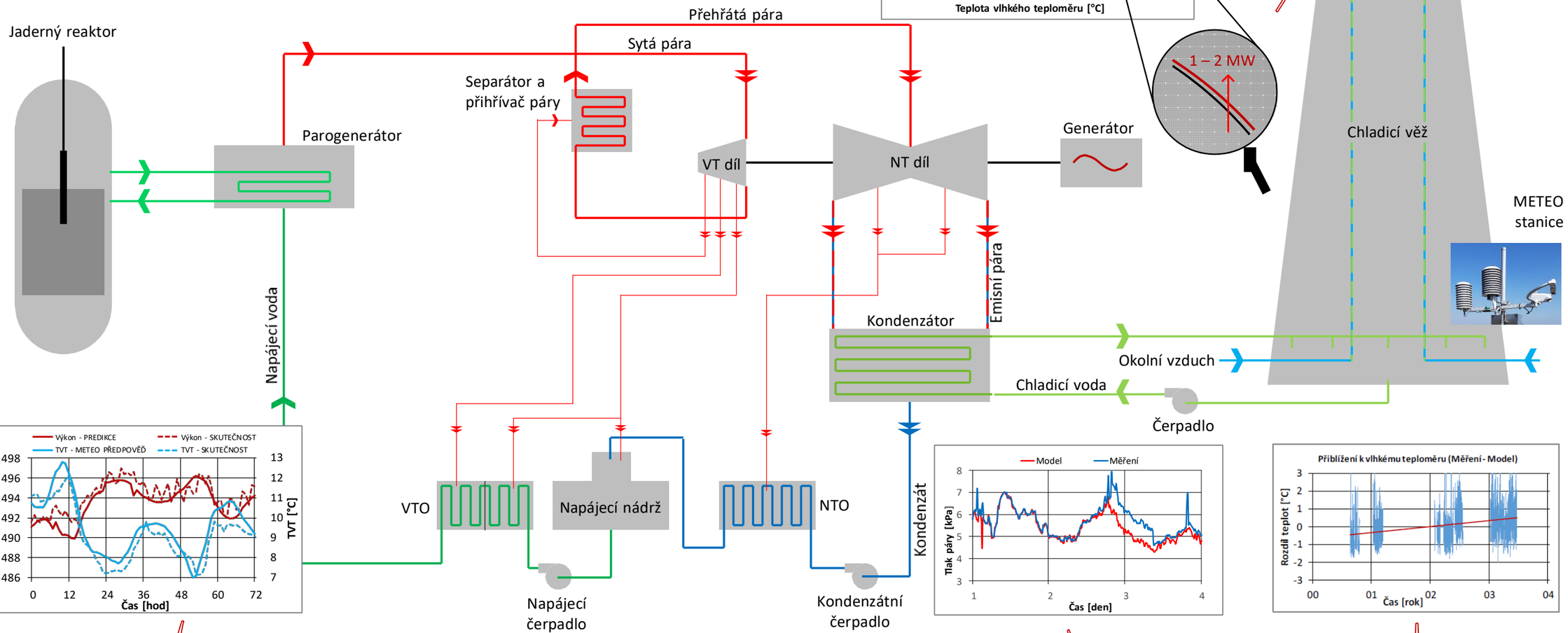
Přesnost výpočtu 0.5 %

On-line Diagnostika Turbíny
- Včasný alarm, testování po servisu
- Přisávání vzduchu, zanesení výměníků, ...
- Výpočet neměřených veličin a parametrů

Přesnost 2,0 MW (1,0 MW)



Optimalizace studeného konce turbíny /
Optimalizace průtoku chladicí vody
Zvýšení výkonu 1000 MW bloku ↑ 1 MW (2 MW)



On-line Supervize & Diagnostika Bloku
- Přesná predikce výkonu bloku
- Hledání "ztracených" MW
- Zvýšení účinnosti

Přesnost predikce 1000 MW bloku 2,0 (1,0) MW

On-line Diagnostika Kondenzátoru
- Včasný alarm
- Přisávání vzduchu, zanesení

Přesnost 0,2 kPa (0,1 kPa)

Off-line Diagnostika Chladicí věže
- Zanesení a poškození výplně
- Plánování údržby

Přesnost 0,4 °C (0,2 °C)