

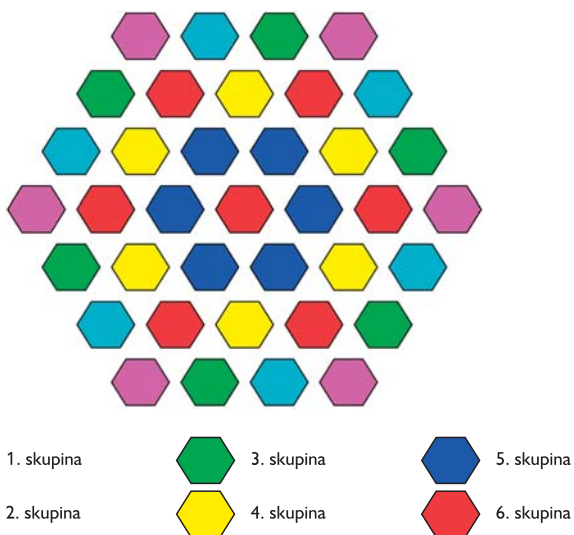
# Modernizácia systémov ochrany a riadenia jadrového reaktora

V rámci modernizácie jadrovej elektrárne V2 v Jaslovských Bohuniciach sa modernizujú aj systémy patriace do skupiny SORR (Systém ochrany a riadenia reaktora). SORR slúži na ochranu a riadenie akčných členov reaktora – pohony kaziet HRK v bežných i havarijných stavoch. Systém HRK zabezpečuje riadenie výkonu, kompenzáciu reaktivity a odstavenie reaktora riadiacimi kazetami. Kazety HRK majú funkcie havarijné, riadiace a kompenzačné. Pohyb týchto kaziet umožňujú elektromechanické zariadenia – pohony kaziet HRK. Každá kazeta má svoj vlastný pohon. Na reaktore sa nachádza 37 pohonov. Kazety sú rozdelené do šiestich skupín. Každá skupina má v aktívnej zóne reaktora pohony rozdelené rovnomerne do tvaru šesťuholníka (obr. 1).

Systém RCS (Reactor Control System) je jedným zo skupiny systémov SORR. Jeho úlohou je regulácia výkonu reaktora v energeticky využiteľných medziach – energopásmach. Systém (regulátor) RCS pracuje v troch základných režimoch – „N“, „T“, „S“. V režime „N“ (režim stabilizácie výkonu reaktora) je regulovaný výkon reaktora na základe žiadanej a skutočnej hodnoty neutrónového toku redundancie 1,2,3 všetkých ionizačných komôr energopásmu. V režime „T“ (režim stabilizácie tlaku v HPK – hlavný parný kolektor – zmenou výkonu reaktora) je regulovaný výkon reaktora prostredníctvom regulácie tlaku v HPK, ktorý sa formuje výberom z troch signálov tlaku v každom polkolektore. V režime „S“ (strážny režim) je výkon reaktora stabilizovaný pôsobením teplotných koeficientov.

Regulátor reaktora je trojkanalový. Výstupným akčným signálom regulátora sú povel na pohyb kaziet pracovnej skupiny HRK dole alebo hore po výbere 2z3, čo znamená, že povel je vydaný len vtedy, ak ho vydajú minimálne dva kanály regulátora súčasne. Systém RCS reguluje výkon reaktora pohybom kaziet HRK 6. skupiny.

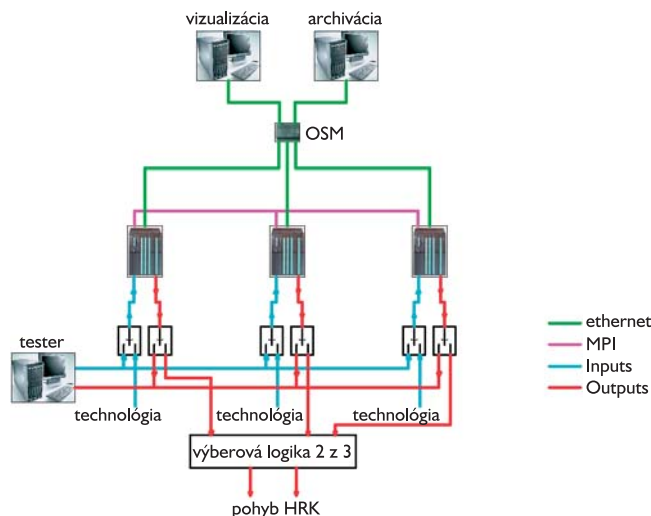
Riadiacimi jednotkami kanálov regulátora sú PLC SIMATIC S7-400. Osadené sú procesorovou jednotkou CPU 414-2DP, komunikačným procesorom pre Industrial Ethernet a kartami na pripojenie vstupných a výstupných signálov. Každý kanál je napájaný zo samostatného systému zálohovaného napájania elektrárne. Jednotlivé kanály sú navzájom synchronizované cez zbernicu MPI, ktorá slúži na výmenu údajov potrebných na koordinované riadenie jednotlivých kanálov regulátora. Merania vstupujúce do algoritmu regulátora sú snímané viacnásobne



Obr.1

a spracúvané v regulátore tak, aby ich výpadok nezastavil regulačný proces. Regulátor pracuje s periódou vzorkovania 50 ms.

Súčasťou regulátora sú aj výkonné PC stanice (vizualizačná, archivačná stanica a tester) na monitorovanie činnosti kanálov regulátora, nastavovanie ich parametrov a tiež na archiváciu vybraných veličín (obr. 2). Prepojenie vizualizačného a archivačného počítača so sieťou Industrial Ethernet je zabezpečené na strane PC sieťovou kartou Siemens Industrial Ethernet CP 1613.



Obr.2 Topológia siete

Pre vizualizačnú stanicu je použitý softvérový produkt kategórie SCADA/HMI (Supervisory Control and Data Acquisition/Human-Machine Interface) InTouch v.9.5 od firmy Wonderware, ktorý umožňuje v reálnom čase sledovať a reagovať na priebehy operácií prostredníctvom názorného grafického znázornenia. Aplikácia InTouch je prevádzkovaná na operačnom systéme Windows XP. Vizualizačná stanica umožňuje monitorovanie činnosti kanálov regulátora a nastavovanie vybraných parametrov regulátora. V jednotlivých vizualizačných schémach sú zobrazované hodnoty vstupných a výstupných signálov, vnútorné stavy a hodnoty algoritmu regulátora a autodiagnostické signály regulátora. Systém popri monitorovaní a zbere dát obsahuje aj alarmový systém. Z výpisu alarmov možno identifikovať prípadnú poruchu, ako aj späťne analyzovať všetky úkony spolu s časmi vzniku (logujú sa zásahy operátora do systému, napr. zmeny parametrov regulátora). Zmena zásadných parametrov regulátora je podmienená určitou úrovňou používateľských práv.

Systém RCS poskytuje autodiagnostiku na detekciu jeho interných porúch (napr. poruchy CPU, MPI rozhrania, I/O kariet regulátora), ktoré sú v prípade ich vzniku zaznamenané riadiacim systémom, signalizované na vizualizačnej stanici a ukladané do archivačného systému.

Prezentácia vybraných parametrov regulátora je možná aj v grafickej podobe, v grafoch a tabulkách. Túto prezentáciu umožňuje sw nástroj Active Factory (tiež od firmy Wonderware). Wonderware ActiveFactory je sada klientských aplikácií, ktorá umožňuje dáta uložené v historizačnej procesnej databáze Wonderware Historian meniť na informácie v podobe časových grafov (trendov) alebo reportov a sprístupňuje ich prostredníctvom kancelárskych aplikácií z rodiny Microsoft Office (MS Excel, Word ai.).



Obr.3

Archivácia vybraných parametrov regulátora (vybrané vstupné a výstupné signály, vnútorné stavy regulátora a poruchové stavy riadiaceho systému) je zabezpečená nástrojom Wonderware Historian (pôvodný názov IndustrialSQL Server) od firmy Wonderware, pracujúcim pod OS Windows Server 2003. Wonderware Historian je vysokovýkonná relačná databáza pracujúca v reálnom čase; jej súčasťou je Microsoft

SQL Server, ktorého výkonné dotazovacie relačné jadro poskytuje otvorený univerzálny prístup k uloženým dátam. Archivácia sa vykonáva v súlade s periódou vzorkovania regulátora.

Príslušenstvom regulátora je i tester (samostatný počítač s I/O kartami – analógovými a binárnymi vstupmi a výstupmi). Testovací sw beží pod OS Windows XP; umožňuje preverenie funkcie každého kanála regulátora samostatne, ako aj ich vzájomnú súčinnosť simuláciou všetkých analógových a binárných vstupov regulátora. Simulátor sa pripája na vstupy a výstupy analógových a binárných kariet riadiaceho systému. Jeho pripojenie spôsobuje elektronické odpojenie reálnych vstupov a výstupov regulátora a tým umožňuje simulovať správanie systému v rôznych prevádzkových stavoch.

Uvedené SW a HW riešenie prináša výrazné skvalitnenie obsluhy, diagnostiky a riadenia výkonu reaktora, postavené na kvalitnej hardvérovej platforme (PLC – Simatic S7, Siemens, PC-intel a HP server), ako aj na softvérových produktoch od firmy Wonderware (InTouch, ActiveFactory, Wonderware Historian). Riešenie je založené na overených a otvorených svetových štandardoch s možným jednoduchým rozšírením a s otvorenou možnosťou komunikácie s inými systémami.

SW vybavenie, výrobu a dodávku regulátora výkonu reaktora (obr. 3) zabezpečovala spoločnosť PPA Energo, s.r.o.



**PPA CONTROLL, a.s.**  
**PPA Energo, s.r.o.**

**Ing. Iveta Cícerová**  
**Ing. Peter Horka**  
<http://www.ppa.sk>

1