Meranie na reaktore VVER 440

Automatická ochrana reaktora - SORR

Breaker
RPS (RTS, ESFAS)

Regulátor výkonu reaktora

ARM
RCS Reactor control system

Regulátor výkonu turbíny

TVER turbínový elektronický regulátor
EHS Elektronicko-hydraulický regulačný systém

Doc. Ing. Róbert Hinca, PhD.

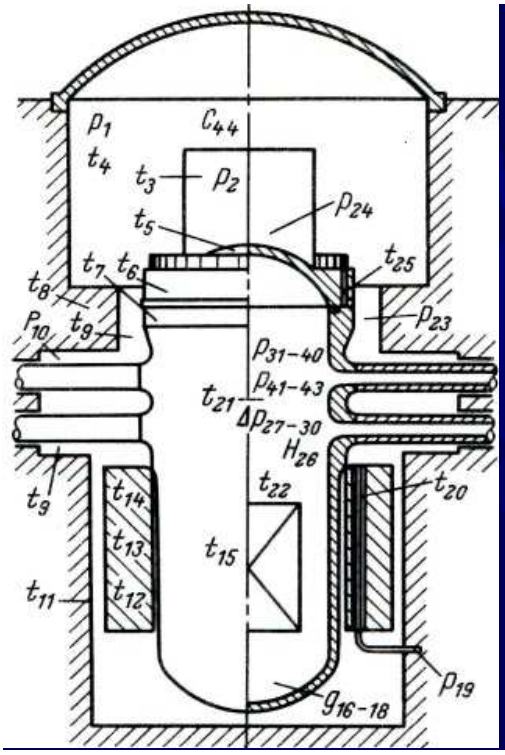
Základné systémy ochrany a riadenia reaktora a bloku

SORR - systém ochrany a riadenia reaktora

AKNT	- aparatúra pre kontrolu neutrónového toku
RPS	- systém ochrany reaktora (protection)
RTS	- systém rýchleho odstavenia reaktora (trip)
RLS	- limitačný systém, systém obmedzenia výkonu (limitation)
RCS	- systém regulácie výkonu reaktora (control)
ZSB	- zabezpečovací systém bloku
ESFAS	- Engineered Safety Feature Actuation System
	- systém pre spúšťanie technických prostriedkov pre zabezpečenie bezpečnosti
PV	- podpäťové vypínanie
ASV	- automatika sekčných vypínačov
APS	- automatika postupného spúšťania

Základné merania na reaktore VVER 440

1. Kontrola technologických parametrov
2. Kontrola stavu konštrukčných prvkov
3. Kontrola stavu nosných, deliacich konštrukcií a prostredia okolo reaktora



Označenie	Ukazovateľ	Počet meraní
p1	Podtlak vzduchu pod vekom (Pa)	1
p2	Kontrola priesaku tesnenia puzdier SORR (MPa)	1
	Teplota (°C):	
t3	povrchu puzdier pohonov SORR	37
t4	vzduchu pod vekom	1
t5	povrchu veka reaktora	2
t6	prítlačného prstenca	4
t7	príruby nádoby reaktora	1
t8	betónovej konzoly	3
t9	vzduchu na výstupe zo šachty	2
t11	betónu v šachte	3
t12-14	betónu suchého tienenia	9
t15	povrchu nádoby	6
t20	v kanáloch ionizačných komôr	3
t22	chladiva na výstupe z kaziet	216
t25	zavrtávacie skrutky	3
t21	Stredná teplota chladivá na výstupe z reaktora (°C)	6
p19	Tlak dusíka v kolektore kanálov IK (MPa)	1
p31-40	Tlak v primárnom okruhu (MPa)	10
p41-43	Tlak v 1. okruhu v režime dochladzovania (MPa)	3
p23	Kontrola tesnosti hlavnej upchávky (MPa)	2
p24	Kontrola tesnosti vývodov kontroly teplôt (MPa)	12
p27-30	Tlaková strata v reaktore (MPa)	4
p10	Podtlak v šachte (Pa)	1
H26	Hladina vody v reaktore (mm)	2
g16-18	Obsah kyseliny boritej v reaktore (g. kg^{-1})	3
C44	Koncentrácia vodíka pod vekom (%)	1

Označenie	Ukazovateľ	Hodnota	Počet meraní
p1	Podtlak vzduchu pod vekom **(Pa)**	200	1
p2	Kontrola priesaku prírubového tesnenia puzdier SORR (MPa)	0	1
t3	**Teplota** povrchu puzdier pohonov SORR **(°C)**	100	37
t4	vzduchu pod vekom	70	1
t5	povrchu veka	280	2
t6	prítlačného prstenca	280	4
t7	príruby nádoby reaktora	280	1
t8	betónovej konzoly	75	3
t9	vzduchu na výstupe zo šachty	45	2
t11	betónu v šachte	70	3
t12-14	betónu suchého tienenia	115	9
t15	povrchu nádoby	280	6
t20	v kanáloch ionizačných komôr	50	3
t22	chladiva na výstupe z kaziet	300	216
t25	zavrtávacie skrutky	280	3
t21	Stredná teplota chladivá na výstupe z reaktora (°C)	300	6
p19	**Tlak** dusíka v kolektore kanálov ionizačných komôr (MPa)	0,05	1
p31-40	Tlak v primárnom okruhu (MPa)	12,25	10
p41-43	Tlak v 1. okruhu v režime dochladzovania (MPa)	1	3
p23	Kontrola tesnosti hlavnej upchávky (MPa)	0	2
p24	Kontrola tesnosti vývodov kontroly teplôt (MPa)	0	12
p27-30	Tlaková strata v reaktore (MPa)	0,23	4
p10	Podtlak v šachte (Pa)	200	1
H26	Hladina vody v reaktore (mm)	1 900	2
g16-18	Obsah kyseliny boritej v reaktore (g. kg^{-1})	0-16	3
C44	Koncentrácia vodíka pod vekom (%)	4	1

Opis meraní na reaktore

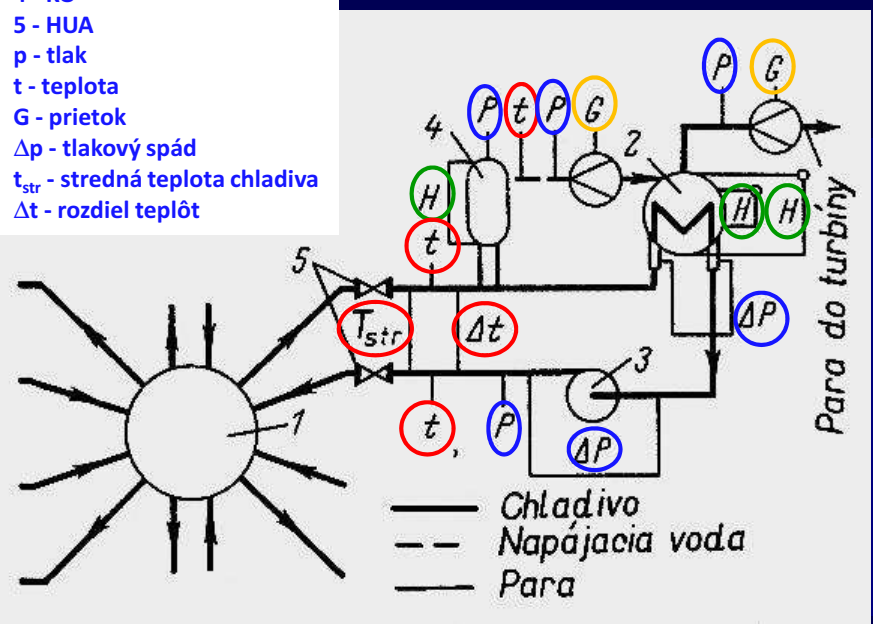
1. Do prvej skupiny meraní patria najmä **režimové parametre**: tlak a teplota chladiva, koncentrácia kyseliny boritej, hladina vody (pri napĺňaní), tlaková strata v reaktore...
   - Priemerná **teplota chladiva** sa meria nad aktívnou zónou.
   - Meranie teploty chladiva **na výstupe z kaziet** sa využíva v systéme InCore meraní.
   - **Tlaková strata** v reaktore sa meria pre trvalú kontrolu stavu aktívnej zóny reaktora. Hydraulický odpor reaktora je charakterizovaný tlakovým rozdielom a meria sa rozdielovými manometrami.
   - **Koncentrácia kyseliny boritej** v odluhovej vode reaktora sa meria na udržanie jej potrebnej koncentrácie v primárnom okruhu.

Opis meraní na reaktore

2. Do druhej skupiny - **kontrola stavu konštrukčných prvkov**, patria najmä kontrola teploty vlastného telesa **TNR**, reaktora, prítlačného prstenca, **príruby** a iných uzlov, čo má veľký význam najmä počas ohrevu reaktora pri spúšťaní, pretože od rýchlosti ohrevu masívnych častí reaktora závisí životnosť a spoľahlivosť jeho prevádzky.
3. Do tretej skupiny meraní - **kontrola prostredia okolo reaktora**, patrí kontrola teploty betónovej ochrany, ktorá je deliacou a nosnou konštrukciou reaktora, pretože pevnosť betónu do určitej miery závisí od teploty. Betón sa zohrieva prenosom tepla z nádoby reaktora, pôsobením neutrónového žiarenia a žiarenia γ. **V šachte sa kontroluje teplota a tlak vzduchu**, podľa čoho možno hodnotiť tesnosť nádoby, pretože ak by sa v šachte objavila para, teplota a tlak (podtlak) v šachte sa budú líšiť proti normálnemu stavu.

Technologická kontrola na slučke PO

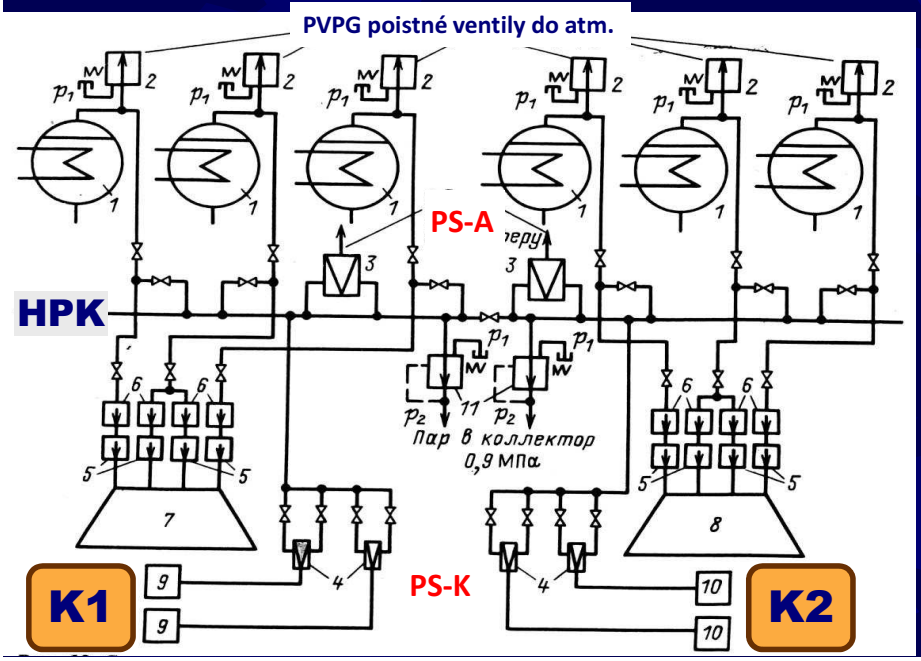
1 - reaktor
2 - PG
3 - HCČ
4 - KO
5 - HUA
p - tlak
t - teplota
G - prietok
Δp - tlakový spád
t_{str} - stredná teplota chladiva
Δt - rozdiel teplôt



Meranie na **HCČ** identifikujú normálnu prevádzku a využívajú sa v ochranách čerpadiel:

- teplota vinutia statora,
- chladiaceho vzduchu ložísk,
- hladina a tlak oleja v puzdrách motora,
- teplota v podpernom ložisku,
- teplota, tlak a množstvo organizovaných únikov...

Schéma parovodov VVER 440



1 – PG

2 – Poistné ventily PG

3 – PS-A prepúšťacia stanica do atmosféry

4 – PS-K prepúšťacia stanica do kondenzátora

5 – Uzatváracie ventily

6 – Regulačné ventily

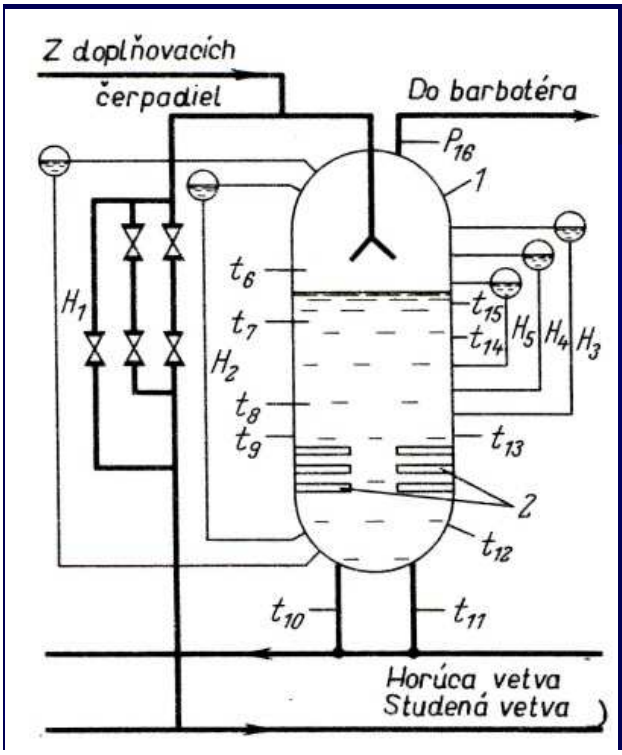
7 – Turbína TG1

8 – Turbína TG2

9 – Kondenzátor K1

10 – Kondenzátor K2

11 – PS-VS prepúšťacia stanica pary na vlastnú spotrebu



Merania na KO

1 - nádoba KO
2 - ohrievaky
p - tlak
t - teplota
H - hladina

Kontrola systémov havarijného chladenia aktívnej zóny reaktora

- Kontrola systémov havarijného chladenia aktívnej zóny reaktora obsahuje nasledujúce uzly:
  - nádrže kyseliny boritej,
  - hydroakumulátory
  - čerpadlá havarijného vstreku bóru,
  - čerpadlá havarijného dochladzovania,
  - sprchovacie čerpadlá a
  - chladiče.
- Podľa charakteru príslušného zariadenia a technologickej schémy v havarijnom systéme sa kontrolujú **hladiny** v nádržiach borových roztokov a v hydroakumulátoroch, spotreba roztokov dodávaných do reaktora a do spŕch, **tlak** v hydroakumulátoroch pred a za čerpadlami, **teplota** vody pred a za chladičmi.
- Kontrolovať však treba aj **koncentráciu kyseliny boritej** v nádržiach, hydroakumulátoroch a v hlavných potrubiach, ktoré dopravujú roztok do reaktora.

Kontrola netesností primárneho okruhu

- Dôležité miesto v kontrole reaktorového zariadenia má kontrola netesností v primárnom okruhu, čo sa kontroluje priamym **zisťovaním vlhkosti alebo aktivity v priestoroch HZ** špeciálnymi prístrojmi systému **LBB (leak before break)** alebo pomocou viacerých nepriamych ukazovateľov.
- **Netesnosť primárneho okruhu možno zistiť:**
  - podľa klesania hladiny v kompenzátore objemu,
  - podľa deficitu prietokov doplňovacej vody a organizovaných únikov,
  - kontrolou tesnení oddeliteľných spojov zariadenia primárneho okruhu,
  - podľa teploty a tlaku v hermetických boxoch a v ochrannej obálke,
  - podľa objavenia vody v dolných kótach hermetických boxov a ochrannej obálky,
  - podľa koncentrácie rádioaktívnych plynov a aerosólov v hermetických boxoch a v ochrannej obálke,
  - podľa aktivity chladivá sekundárneho okruhu medziokruhu, technickej vody a pod. (za chladičmi prietokom chladivá primárneho okruhu).
- V každom konkrétnom prípade sa zvolí vhodná metóda kontroly tesnosti. Celkový stav tesnosti okruhu chladiva sa hodnotí podľa súhrnu viacerých ukazovateľov.

Meranie výstupnej teploty palivových kaziet

- Systém merania VTPK je určený na monitorovanie teploty v reaktore v časti na výstupe z palivových kaziet a meranie teplôt v zmiešavacej komore reaktora počas prevádzky bloku.
- Meranie teplôt na výstupe z palivových kaziet a meranie teplôt v zmiešavacej komore nad AZ reaktora využíva **termoelektrické snímače teploty (TST)** s vonkajším priemerom f = 4 mm, umiestnené **v suchých kanáloch BOR**.
- Signály z TST sú vyvedené cez **združovacie krabice** na hlavách TK, v ktorých sú umiestnené odporové snímače teploty (OST) pre meranie teploty na ich svorkovniciach. Merané údaje z OST sú využívané pre kompenzáciu teploty porovnávacích koncov termoelektrických snímačov teploty.

Systém merania VTPK pozostáva z:

- 210 termoelektrických meracích reťazcov s TST **typ K (chromel-alumel)** pre meranie teplôt na výstupe z palivových kaziet, pričom 186 jednoduchých TST využíva len **SVRK**, 12 dvojitých (využíva SVRK a šumová diagnostika), ďalších 12 dvojitých (využíva **SVRK a PAMS**).
- 6 termoelektrických meracích reťazcov s TST typ K (chromel-alumel) pre meranie teplôt v zmiešavacej komore nad AZ reaktora, pričom 4 jednoduché TST využíva len **SVRK** a dva dvojité TST využíva **SVRK a PAMS**.
- 24 meracích reťazcov s OST Pt 100 pre meranie teploty porovnávacích koncov TST.

Systém merania výstupnej teploty z aktívnej zóny VTAZ

- Systém merania VTAZ je určený na monitorovanie teploty nových meracích reťazcov pre špeciálny merací systém merania teplôt na výstupe z AZ reaktora s výstupom do **PAMS (post accident monitoring system).**
- Cieľom je umožniť operatívnemu personálu monitorovať stav aktívnej zóny reaktora počas havárie typu **LOCA** a po nej za účelom uvedenia technológie bloku JE do bezpečného a stabilizovaného stavu.

Meranie výstupnej teploty AZ reaktora (VTAZ)

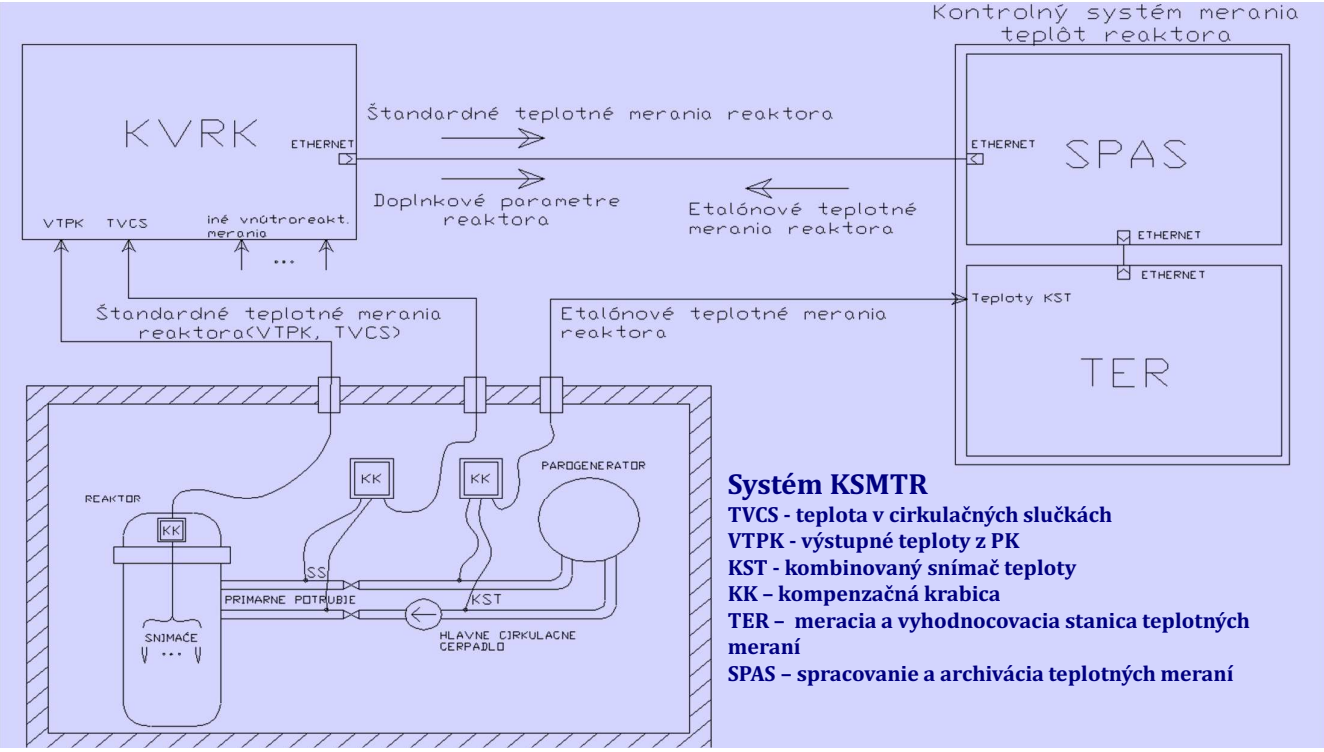
- 14 meracích obvodov s TST typ K pre meranie VTAZ reaktora. Pre tieto meracie obvody sú pre PAMS použité TST č. 1 z dvojitých TST inštalovaných vo vybraných suchých kanáloch BOR
- Teplotný údaj z VTAZ je vizualizovaný na zapisovačoch v BD na paneloch B38 a B39 a v ND panel DNG1.3.
- Komponenty meracích obvodov pre meranie VTAZ majú životnosť 20 rokov s výnimkou dvojitých TST, ktorých životnosť je 5 rokov

KSMTR - kontrolný systém merania teplôt reaktora

- KSMTR využíva na meranie **kombinovaný snímač teploty (KST)** typ KST-1/2xPt100-3xCHA, ktorý pozostáva z 2 ks OT Pt 100 a 3 ks TČ – typ K umiestnených v puzdre (v stonke) s konektorom.

Celkovo KSMTR obsahuje:

- **24 meracích obvodov z OT** pre meranie teplôt v cirkulačných slučkách reaktora,
- **12 meracích obvodov z TC** pre meranie teplôt v cirkulačných slučkách reaktora,
- **6 meracích obvodov s OT** pre meranie teploty porovnávacích koncov TC.



Systém KSMTR

TVCS - teplota v cirkulačných slučkách
VTPK - výstupné teploty z PK
KST - kombinovaný snímač teploty
KK – kompenzačná krabica
TER – meracia a vyhodnocovacia stanica teplotných meraní
SPAS – spracovanie a archivácia teplotných meraní

TVCS teplota v cirkulačných slučkách

- Systém merania TVCS je určený na monitorovanie teploty v horúcich a studených vetvách cirkulačných slučiek reaktora počas prevádzky
- OST a TST sú umiestnené v jímkach na horúcich a studených vetvách cirkulačných slučiek reaktora na **ich neoddeliteľnej časti**.
- Výstupy TST sú pripojené do združovacej krabice kompenzačným vedením. Združovacia krabica vykonáva funkciu kompenzácie porovnávacieho TST konca vytvorením izotermického prostredia a meraním jeho teploty prostredníctvom OST v KK.

Zloženie TVCS

- 36 meracích reťazcov s TST typ K pre meranie teplôt v cirkulačných slučkách reaktora
- 12 meracích reťazcov s OST typ Pt 100 pre meranie teplôt v cirkulačných slučkách reaktora
- 12 meracích reťazcov s OST Pt 100 pre meranie teploty porovnávacích koncov TST.

- Uvedené reťazce sú súčasťou technologického počítačového systému (TPS) bloku JE.

THRK systém merania teploty púzdier HRK

- 37 meracích reťazcov s OST typ Pt 100 pre meranie teploty vývodov puzdier HRK
- Merané hodnoty sú vizualizované na monitoroch technologického počítačového systému (TPS) .

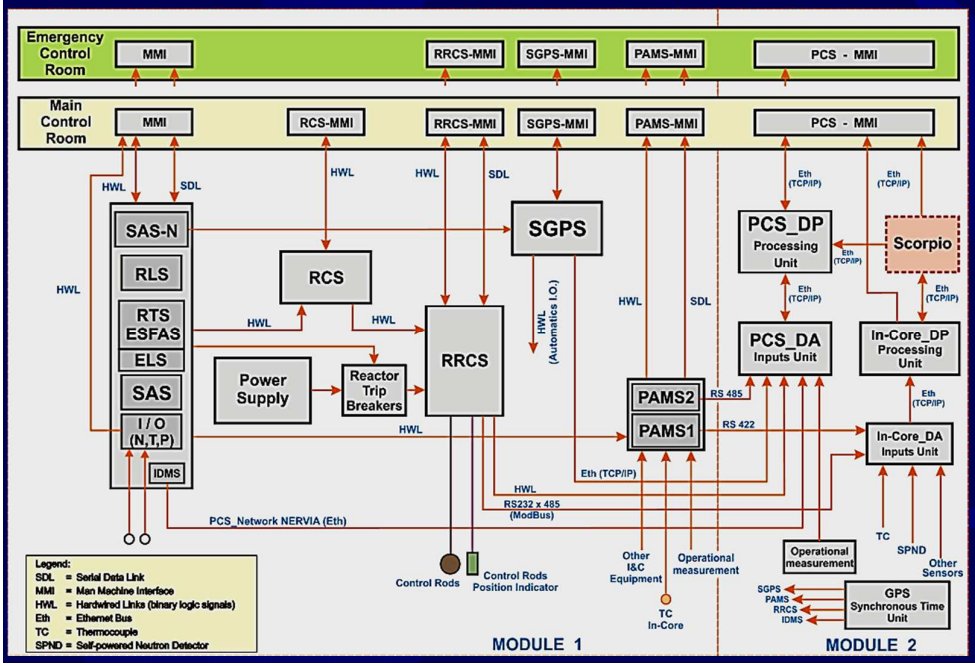
Základné systémy ochrany a riadenia reaktora a bloku

SORR - systém ochrany a riadenia reaktora

AKNT - aparatúra pre kontrolu neutrónového toku
RPS - systém ochrany reaktora (protection)
RTS - systém rýchleho odstavenia reaktora (trip)
RLS - limitačný systém, systém obmedzenia výkonu (limitation)
RCS - systém regulácie výkonu reaktora (control)

ZSB - zabezpečovací systém bloku
ESFAS - Engineered Safety Feature Actuation System
- systém pre spúšťanie technických prostriedkov pre zabezpečenie bezpečnosti
PV - podpäťové vypínanie
ASV - automatika sekčných vypínačov
APS - automatika postupného spúšťania

Schéma riadiacich a bezpečnostných systémov VVER 440 (EDU, EBO)



MMI – Man Machine Interface
PCS – Computer information system
PAMS – Post Accident monitoring system
RCS – Reactor Control System
RRCS – Reactor Rod Control System (SORR)
SGPS – Steam Generetor protection system
SAS – Support Action System (TO PG)
RLS – Reactor Limitation System
RTS – Reactor Trip System
ELS – Emergency Load Sequencer (APS)
ESFAS – Engineered Safety Feature Actuation System

REGULÁCIA VÝKONU BLOKU JE

Hlavné blokové regulátory RCS a TVER

Zabezpečovanie systémových služieb prenosovej sústavy

- **Primárna regulácia výkonu (PRV)** Súbor technických prostriedkov a opatrení **autonómne** zabezpečujúci rýchlu zmenu výkonu blokov ako reakciu na zmenu **frekvencie ES** (rádovo v sekundách).
- **Sekundárna regulácia výkonu (SRV)** Centralizovaná systémová služba PS udržujúca **saldo ES SR a frekvenciu v ES** na zadaných hodnotách. Zadaná hodnota výkonu je zadávaná **z dispečingu prenosovej sústavy**. Ak je TG pripravená poskytovať SRV, operátor navolí ponuku tlačidlom „Ponuka SRV ZAP“.
- **Terciárna regulácia výkonu (TRV)** Centrálna koordinovaná systémová služba, ktorej cieľom je podporovať udržiavanie potrebnej zálohy pre sekundárnu reguláciu výkonu.

Histogram prevádzky s reguláciou

1. blok EMO - rok 2005

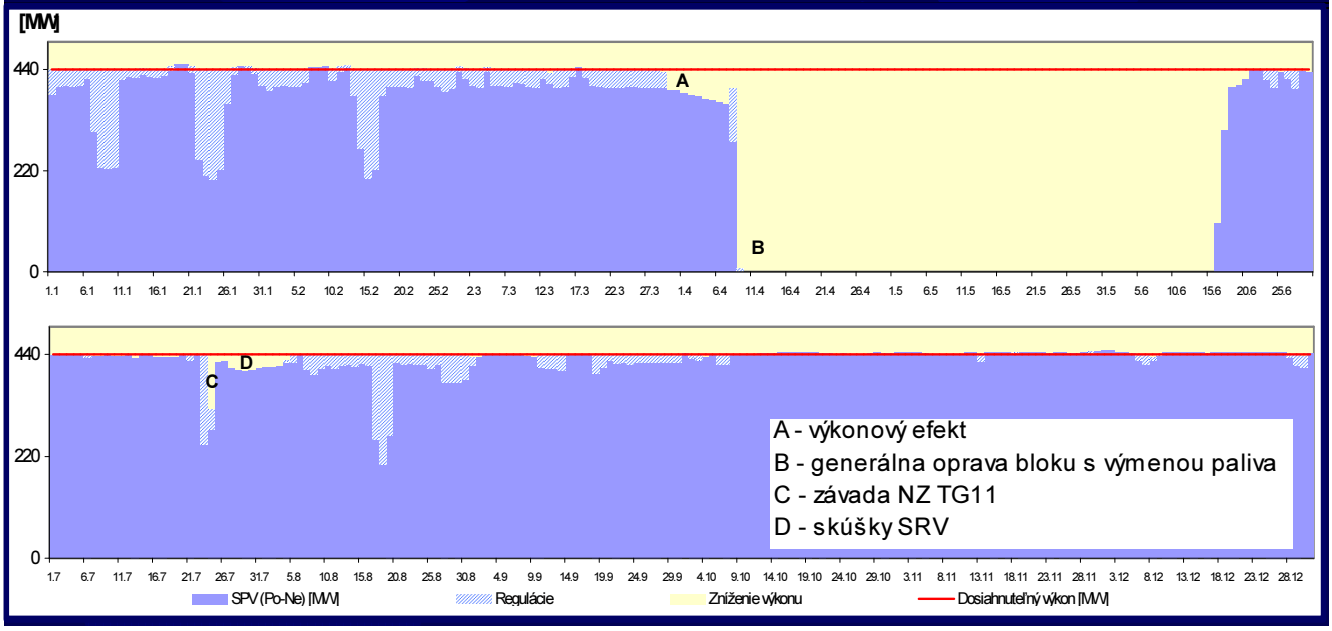


Schéma regulácie bloku podľa požiadaviek regulátora a s korekciou frekvencie siete - SRV

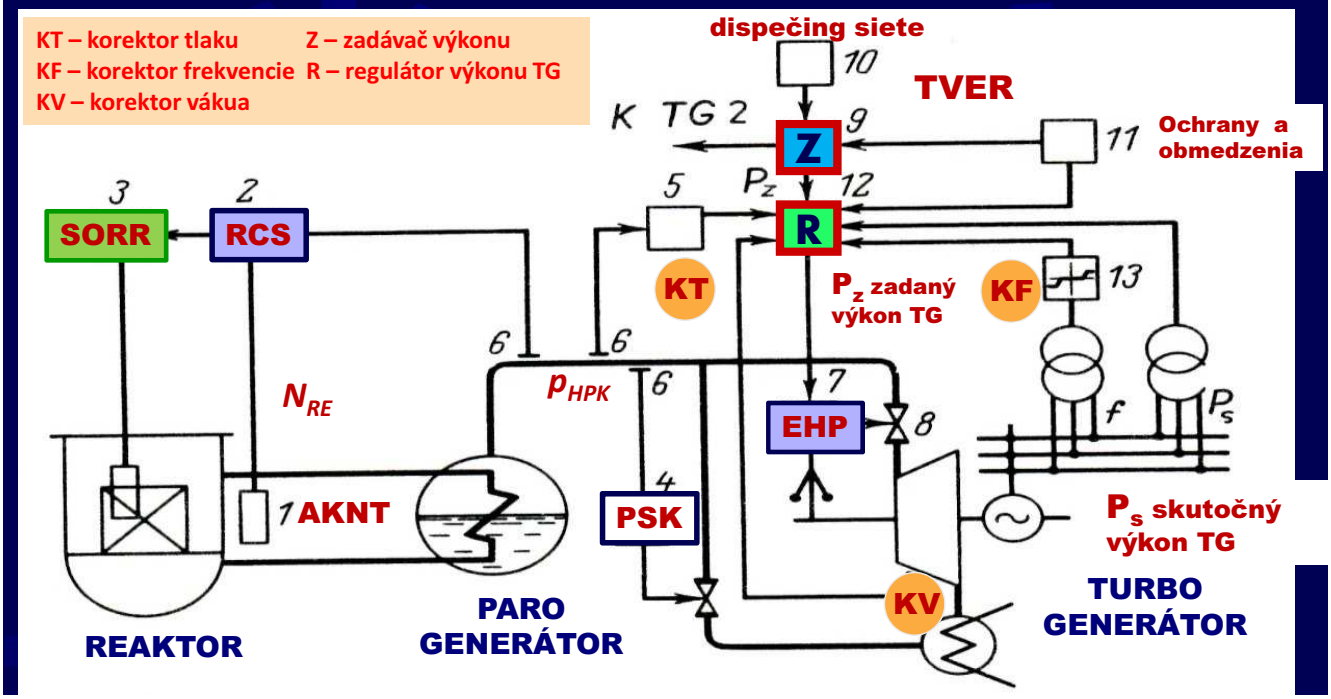


Schéma regulácie bloku

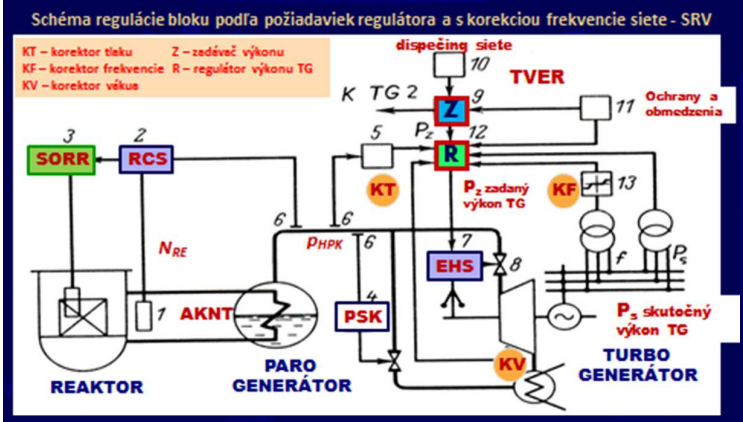


Schéma umožňuje:
PRV a SRV - rýchlou zmenou výkonu v rozmedzí ±5% N_{nom} rýchlosťou 20%/min.
TRV - v rámci denného zaťaženia v rozmedzí 50÷100% N_{nom} rýchlosťou 2%/min.

Základný prevádzkový program je p_{HPK}=const.
Regulátor výkonu RCS je v režime S resp. T.

Zadaný výkon TG p_Z sa zadáva v bloku 9 (Z), ktorý dostáva zadanie od dispečera prenosovej sústavy 10, berie do úvahy obmedzenia výkonu bloku 11.

Regulátor výkonu TG 12 (R) porovnáva skutočný výkon p_S so zadaným a koriguje výkon podľa korektora frekvencie KF 13. Riadiaci signál prechádza na elektro-hydraulický systém EHS ovládania ventilov TG.

POPIS A CHARAKTRISTIKA RCS

- Zariadenie automatického regulátora výkonu reaktora RCS je určené na reguláciu výkonu reaktora a jeho udržiavanie na zadanej úrovni.
- RCS reguluje výkon reaktora **podľa neutrónového toku** a **podľa tlaku pary v HPK**.
- Výkon reaktora ovplyvňuje povelmi na premiestňovanie kaziet HRK iniciovaním riadiacich signálov pre schému ovládania pohonov HRK.
- Potrebná spoľahlivosť regulátora je dosiahnutá **použitím troch identických kanálov**, výstupným akčným signálom regulátora sú povely na pohyb kaziet pracovnej skupiny HRK dole alebo hore po výbere 2 z 3.

Režimy RCS

- **režim "Ručné ovládanie HRK"** je regulátor odpojený z automatickej regulácie
- **režim "N"** - RCS udržuje **výkon reaktora** na úrovni, ktorá bola pri prepnutí do režimu "N" s necitlivosťou **±2%**.
- **režim "T"** - RCS zmenou výkonu reaktora udržuje stabilný **tlak pary v HPK** s necitlivosťou **± 50 kPa** na zadanej úrovni. V tomto režime si zadávač tlaku "pamätá" zadanú hodnotu tlaku v HPK a zadávač výkonu sleduje aktuálnu hodnotu neutrónového výkonu.
- **režim "S"** - RCS len **sleduje**, či nedošlo k stúpnutiu **tlaku pary v HPK o 220 kPa** nad zadanú hodnotu. Ak áno, RCS sa automaticky prepne do režimu "T" a zreguluje tlak v HPK. Zadávač tlaku si "pamätá" zadanú hodnotu a zadávač výkonu sleduje aktuálnu hodnotu neutrónového výkonu.

Signály RCS

- Zákaz vyťahovania kaziet HRK - „**Zákaz Hore**“, ak je signál :
  - tlak v PO > 13 MPa,
  - „Blokovanie HRK“
  - interný signál N_{RE} > 100% Nnom,
  - „N_{RE}>N_{dov}“ (medza AO1-8% zo systému Ex-core)
  - perióda „T < 80s“ (binárny signál zo systému Ex-core).
- „Zákaz Hore“ pôsobí v každom režime regulátora.
- Zákaz zasúvania kaziet HRK – „**Zákaz Dolu**“, ak je signál:
  - tlak v PO < 11,8 MPa.
- **Signál AO3** ruší „Povolenie N“ aj „Povolenie T“ a tým blokuje povely na riadenie HRK regulátorom.

Konštrukcia RCS (EBO)

Konštrukčne je RCS zložený z modulárneho PLC systému **Simatic S7 – 400**, realizovaný ako trojkanálový.

Každý kanál pozostáva z nasledujúcich komponentov:

procesorová jednotka CPU	414-2DP
komunikačný modul pre industrial ethernet (2x)	CP443-1
karta pre analógové vstupy AI (U,I)	SM431
karta pre digitálne vstupy DI 24V	SM421
karta pre digitálne výstupy DO 24V	SM422
karta pre analógové výstupy AO (U,I)	SM432
zdroj 230V AC/ 24V DC	PS405 10A
1x komunikačný prepínač	OSM TP62
1x optočleny	PLC-OSP-24DC/300DC/1

SIMATIC PC-based Controllers

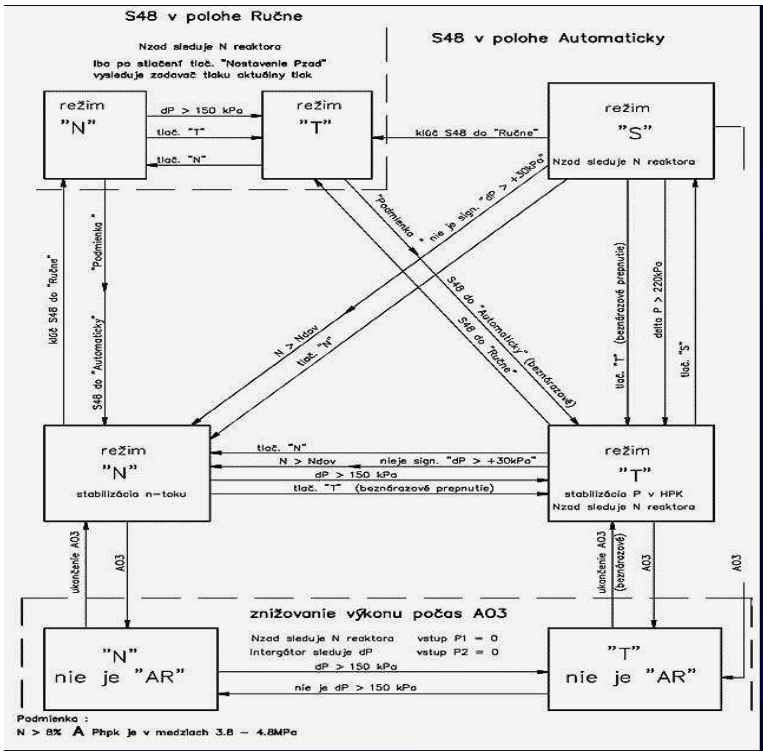
- Control, operator control and monitoring
- Technological tasks
- Data acquisition and archiving
- Link to PC hardware and software
- Integration of C/C++/C# programs
- Data exchange via OPC
- Fail-safe control

Procesorová jednotka Simatic S7-400

CPU	CPU 412-1	CPU 412-2	CPU 412-2 PN	CPU 414-2	CPU 414-3	CPU 414-3 PN/DP	CPU 414F-3 PN/DP
Dimensions (mm)	25 x 290 x 219				50 x 290 x 219		
Slots	1				2		
Order No. group: 6ES7	412-1XJ.	412-2XJ.	412-2EK.	414-2XK.	414-3XM.	414-3EM.	414-3FM.
Firmware	V5	V5	V6	V5	V5	V6	V6
Work memory							
Integrated	288 KB	512 KB	1 MB	1 MB	2.8 MB	4 MB	
Instructions	48 K	84 K	170 K	170 K	460 K	680 K	
For program	144 KB	256 KB	512 KB	512 KB	1.4 MB	2 MB	
For data	144 KB	256 KB	512 KB	512 KB	1.4 MB	2 MB	
Processing times							
Bit operation	0.075 µs			0.045 µs			
Word operation	0.075 µs			0.045 µs			
Fixed-point operation	0.075 µs			0.045 µs			
Floating-point operation	0.225 µs			0.135 µs			
Bit memories, timers, counters							
Bit memory	4 KB			8 KB			
S7 timers/counters	2 048 / 2 048			2 048 / 2 048			
IEC timers/counters	● *)			● *)			
Address ranges							
I/O	4 KB / 4 KB			8 KB / 8 KB			
I/O process image	4 KB / 4 KB			8 KB / 8 KB			
Digital channels	32 768 / 32 768			65 536 / 65 536			
Analog channels	2 048 / 2 048			4 096 / 4 096			
DP interfaces							
Number of DP interfaces	1 (MPI/DP)	1	1 (MPI/DP)	1	2	1	
Number of DP slaves	32	64	32	96	96 each	125 each	
Plug-in interface modules					1 x DP	1 x DP	
PN interfaces							
Number of PN interfaces			1 (2 ports)			1 (2 ports)	
PROFINET IO			●			●	
PROFINET with IRT			●			●	
PROFINET CBA			●			●	
TCP/IP			●			●	
UDP			●			●	
ISO-on-TCP (RFC 1006)			●			●	
Web server			●			●	
Data set gateway	●			●			

SIMATIC S7-400 CPU 414-2 CPU

- RAM 1 MB
- MPI/PROFIBUS DP-Master-Interface
- additional PROFIBUS DP-Interface
- Memory Card slot



Stavový diagram režimov RCS

Blokády RCS

- Zákaz manuálneho prepnutia do automatickej regulácie ak:
  - **výkon reaktora je menší ako 8%**
  - **pretlak v HPK nie je v medziach 3,8 ÷ 4,8 MPa.**
- V automatickom režime „T" **blokuje** zapnutie ľubovoľného regulátora turbogenerátora (TVER) do režimu **regulácie tlaku v HPK** turbínou.
- Je **blokovaný režim sekundárnej regulácie frekvencie** v zariadení TVER, ak nie je RCS v automatickom režime **„T"**.
- Je **blokovaný režim primárnej regulácie frekvencie** v zariadení TVER, ak nie je RCS v automatickom režime **„S"**.

Signalizácia RCS na BD

H10 TEST TEST RCS	H15 rezerva	H18 rezerva	H2 ↑ HRK Hore	H1 ↓ HRK Dolu	H22 rezerva	H21 rezerva	H5 ~~↓~~ zákaz dolu	H4 ~~↑~~ zákaz hore
H11 rezerva	H16 rezerva	H19 rezerva	H23 rezerva	H24 rezerva	H14 N<8% N_{RE}<8%	H13 rezerva	H25 AR automatický režim	H26 N režim N
H12 rezerva	H17 N_{nom}	H20 rezerva	H7 $P<P_z$ nižší tlak v HPK	H6 $P>P_z$ vyšší tlak v HPK	H9 rezerva	H8 rezerva	H27 T režim T	H28 S režim S

Väzba RCS na SORR

- **RCS** pôsobí do schémy **ovládania HRK** prostredníctvom signálov na riadenie HRK, „**HRK hore**“, „**HRK dolu**“ z každého kanálu RCS. V PGU4 je urobený výber 2/3. Výstupné signály sú v príslušnom smere blokované, ak pôsobí „Zákaz hore“, „Zákaz dolu“, alebo nie je automatický režim „N“, alebo „T“.
- Funkciu RCS ovplyvňujú signály **AO-3 a „Blokovanie HRK“.** Počas pôsobenia signálu „Blokovanie HRK“ je ovládacou časťou RCS generovaný signál "**Zákaz hore**", ktorý bráni kanálom RCS dvíhať kazety HRK.
- Signál **AO-3** ruší „Povolenie N“ aj „Povolenie T“ a tým **blokuje** povely na riadenie **HRK** regulátorom. RCS sa počas AO-3 automaticky prepne do režimu "N" ak je dP<150kPa, alebo do „T“ ak je dp>150kPa.

Väzba RCS a AKNT

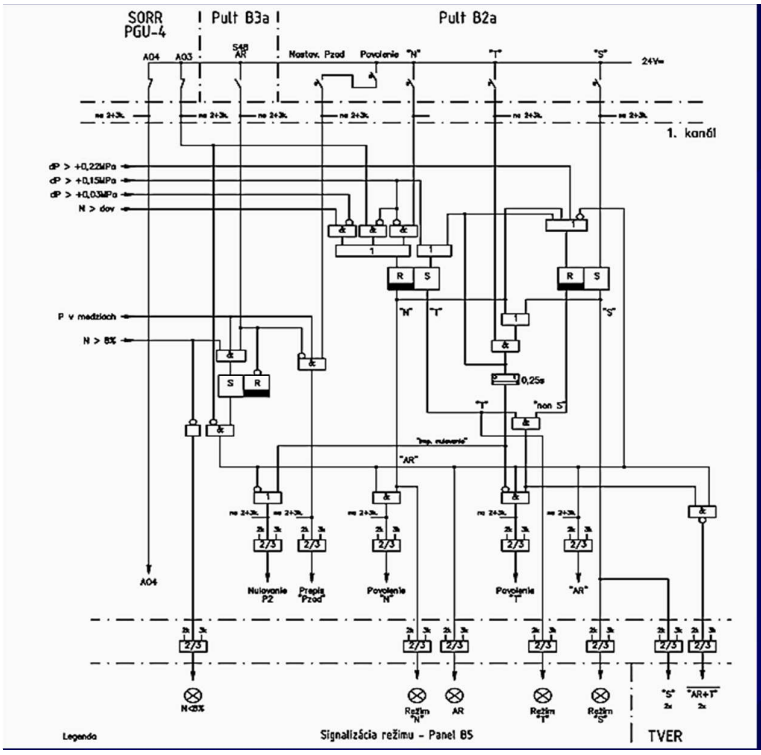
- Z **AKNT do RCS** vstupujú analógové signály 4 ÷ 20 mA zodpovedajúce úrovni n-toku v energetickom pásme 0 - 125% N_{nom} .
- Do každého kanálu RCS prichádzajú **tri** signály **neutrónového výkonu** (tri z príslušnej redundancie systému N-toku).
- Ďalej do každého kanálu RCS vstupujú tri **binárne signály periódy** T<80s **a výkonu** N_{RE}>Ndov(AO1-8%) z príslušnej redundancie N-toku. Signály spôsobujú blokovanie zvyšovania výkonu **„Zákaz hore“**

Väzba RCS a TVER

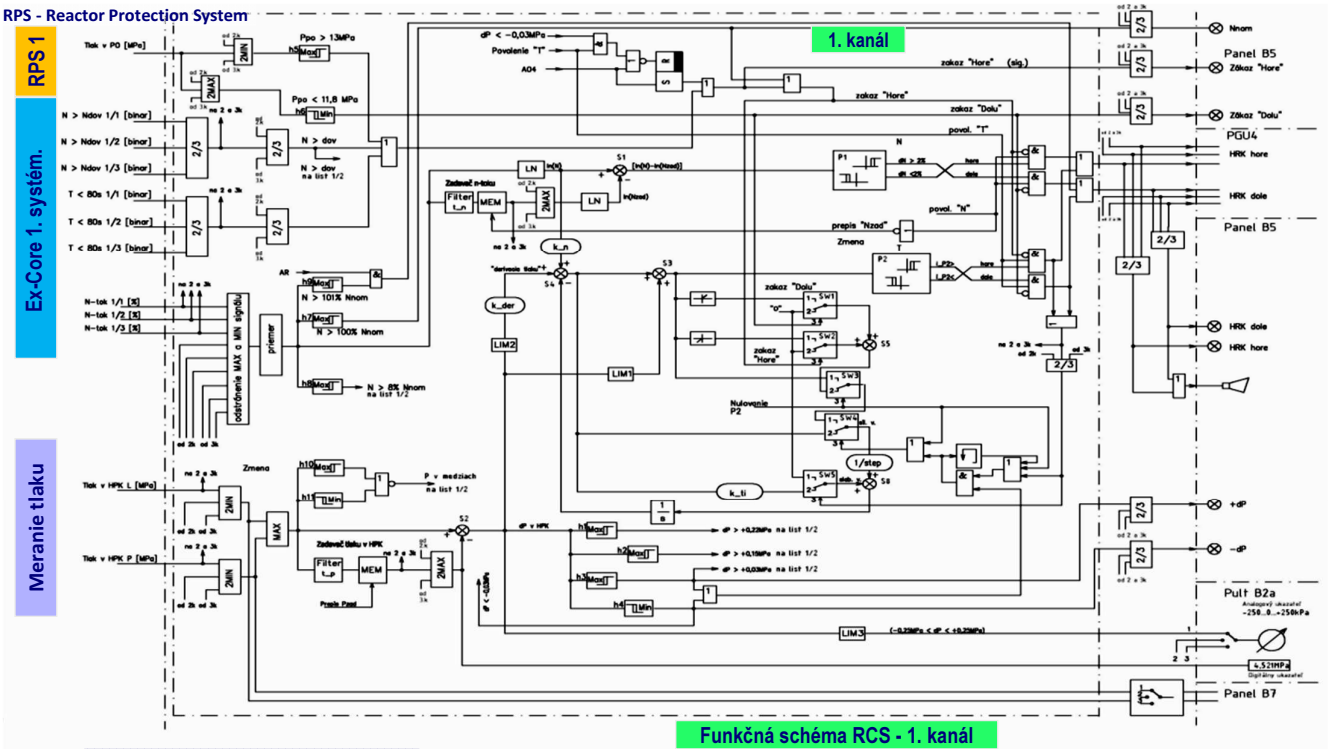
- Do **TVER** je vyvedená informácia o režime **RCS**. Hardvérovo z RCS po výbere 2/3 prichádza do TVER logický signál o navolenom režime v RCS, „**S**“ a „**AR+T**“ pre TG31.
- Softvérovo (po komunikačnej linke) sú pre **TVER** odovzdávané informácie z každého kanálu RCS o hodnote aktuálneho **tlaku HPK**, odchýlke tlaku HPK **dp**, zadanej hodnote tlaku HPK $\mathbf{p_{zad}}$, o **poruche** „čidla“ tlaku HPK, automatický režim „**T**“ a režim „**S**“.

Spolupráca RCS a TVER

Režim bloku	Režim RCS	Režim regulátora TG1	Režim regulátora TG2
Ustálená prevádzka bez korekcie frekvencie siete	S	N + kor.p_{HPK} "-" a KV	N+ kor.p_{HPK} "-" a KV
Ustálená prevádzka s korekciou frekvencie (PRV)	S	N + kor.f.	N + kor.f.
Ustálená prevádzka s diaľkovým zadávaním výkonu (SRV)	T	N+SRV	N+SRV
Stabilizácia novej výkonovej hladiny	N	N + kor.p_{HPK} "-" a KV	N + kor.p_{HPK} "-" a KV
Zmena výkonu bloku	T	N + trend + $N_{cieľ}$	N + trend + $N_{cieľ}$



Funkčná schéma RCS
Riadenie režimov



RCS – Režim „N“

Regulovanou veličinou v režime „N“ je signál **neutrónového toku**, ktorý je privedený zo systému **AKNT** redundancie 1, 2, 3 zo všetkých ionizačných komôr energopásma.

Zo signálov N_{RE} sa odstránia najnižší a najvyšší signál, z ostatných signálov je spravený priemer. Výsledný signál N_{RE} je spracovaný v logaritmátore a po odčítaní zadanej hodnoty v súčtovom člene S1 a príslušnom zosilnení koeficientom vstupuje regulačná odchýlka N_{RE} do prahového člena. Pri prekročení nastavenej **hladiny spínania ±2%** sa v prahovom člene P1 formuje binárny signál prekročenia necitlivosti ±2% aktuálnej hodnoty N_{RE} (dN>+2% resp. dN<-2%).

Výstupné signály prahového člena postupujú do výberu 2/3 a riadia pohyb kaziet HRK. Výstupné signály v príslušnom smere sú blokované, ak pôsobí „Zákaz Hore“, „Zákaz Dolu“ alebo nie je automatický režim „N“.

Ak nie je RCS v automatickom režime „N“, sleduje zadávač výkonu aktuálnu hodnotu logaritmu N_{RE}, filtrovanú s časovou konštantou 0,25s. Pri prepnutí do automatického režimu „N“ sa sledovanie zastaví na dosiahnutej hodnote a regulátor v režime „N“ stabilizuje výkon reaktora na aktuálnej hodnote s teoretickou necitlivosťou ±2% aktuálneho výkonu.

RCS – Režim „T“ a „S“

Regulovanou veličinou v režime „T“ je **tlak v HPK**, ktorý sa formuje výberom 2MIN z troch signálov tlaku v každom polkolektore. Výsledné signály tlaku v polkolektoroch postupujú na výber MAX. Odčítaním zadanej hodnoty tlaku v súčtovom člene S2 sa formuje signál regulačnej odchýlky tlaku „dP v HPK“.

Signál **dP** postupuje cez limiter -0,2 ÷ +0,5MPa na súčtový člen S3, kde sa porovnáva s dynamicky spracovávaným signálom logaritmu N_{RE} upraveným koeficientom k_n. Výsledný signál sa mení v prahovom člene P2 na binárny **signál dP> a dP<.**

Výstupné signály prahového člena P2 postupujú do výberu 2/3 a riadia pohyb kaziet HRK.

Výstupné signály sú príslušnom smere blokované, ak pôsobí „Zákaz Hore“, „Zákaz Dolu“ alebo nie je automatický režim „T“.

RCS – Režim „T“ a „S“

Proporcionálne - integračný charakter regulácie tlaku v HPK je zabezpečený „slabou väzbou“ s časovou konštantou integrácie T_i „Derivačný“ charakter regulátora zabezpečuje signál odchýlky dP, ktorý sa po obmedzení limiterom na – 0,1 ÷ +0,5 MPa a zosilnení koeficientom k_d pričíta na súčtovom člene S4 k signálu logaritmu N_{RE}. Výstupný signál je po úprave vo funkčnom prevodníku privedený ako dynamická spätná väzba na súčtový člen S3.

Obmedzenie zápornej odchýlky tlaku limituje nežiaduce zvýšenie výkonu reaktora pri náhlom poklese tlaku v HPK (odozva výkonu reaktora na zmenu tlaku v HPK je pri poklese tlaku väčšia ako pri zvýšení tlaku v HPK).

Ak je (signál dP v medziach ±30kPa **A** nie je povel na pohyb kaziet HRK **A** nie je povel „Nulovanie P2“), je signál dynamickej spätnej väzby nulovaný „silnou väzbou“ a prípadné zmeny reaktivity nevyvolajú povel na pohyb kaziet HRK.

Regulátor tlaku – Režim „T“ a „S“

Beznárazové ukončenie stavu „Zákazu Hore“ pri zvyšovaní výkonu, alebo „Zákazu Dolu“ pri znižovaní výkonu je v slučke dynamickej spätnej väzby zabezpečené väzbou z výstupu súčtového člena S3 cez príslušný aktivovaný **limiter** na vstup integrátora.

Výstup súčtového člena S3 je počas trvania stavu „Zákaz Hore(Dolu)“ a regulačnej odchýlke tlaku zápornej (kladnej) nulový. Po ukončení zákazu Hore(Dolu) tak nedôjde pri spomenutej regulačnej odchýlke tlaku ku skokovej zmene výkonu reaktora.

Obdobným spôsobom je zabezpečené väzbou z výstupu súčtového člena S3 signálom „Nulovanie P2“ beznárazové prepnutie regulátora do regulácie tlaku pri manuálnom prepnutí do režimu „T“ alebo automatickom prepnutí po ukončení AO3. Výstup súčtového člena S3 je počas trvania povelu „Nulovanie P2“ nulový. Po ukončení zákazu signálu „Nulovanie P2“ tak nedôjde pri prítomnosti regulačnej odchýlky tlaku ku skokovej zmene výkonu reaktora.

Prepnutím do režimu „T“ aktivuje sa výstup regulátora tlaku, ktorý stabilizuje tlak v HPK na zadanej hodnote s necitlivosťou ± 50kPa.

Regulátor tlaku – Režim „T“ a „S“

Pre obmedzenie zvýšenia výkonu reaktora pri náhlom znížení tlaku v HPK (napr. otvorenie PSK) je **záporná regulačná odchýlka tlaku obmedzená** na –200kPa, signál derivácie tlaku na –100kPa.

V režime „S“ má regulátor zablokovaný výstup na riadenie regulačnej skupiny HRK, reguláciu reaktora zabezpečujú teplotné väzby. Regulátor sa automaticky prepne do režimu "T" pri prekročení nastavenej hodnoty odchýlky tlaku v HPK.

Zníženie neutrónového výkonu o nastavenú hodnotu pri prekročení N_{RE} > 101% Nnom

K zníženiu neutrónového výkonu o nastavenú hodnotu príde vo všetkých **automatických režimoch** RCS pri prekročení N_{RE} nad 101% Nnom.

Nastavená hodnota je:

Začiatok ťahania $N_{RE} \geq$ **101% Nnom**

Koniec ťahania $N_{RE} \leq$ **100% Nnom**

Po skončení ťahania RCS naďalej zostane v režime v akom bol pred potiahnutím smerom DOLU. Správanie sa tejto funkcie je nasledovné:

Ručný režim:

V ručnom režime RCS sleduje aktuálny výkon reaktora (N_{RE}) a po prekročení 101% Nnom si túto udalosť pamätá až do momentu než sa výkonom v ručnom režime nezíde pod úroveň 100%.

AK sa raz dosiahla úroveň 101% A nezišlo sa v ručnom režime pod 100%, v RCS naďalej trvá podmienka pre zadanie pohybu, POTOM po prepnutí do automatického režimu RCS ihneď zadáva pohyb dolu až po dosiahnutie $N_{RE} \leq$ 100% Nnom.

Limity a podmienky prevádzky RCS

- Zariadenie RCS je povolené zapnúť do automatického režimu pri výkone **10 ÷ 100% N_{nom}**.
- Regulátor nie je prevádzkyschopný a **musí sa vypnúť kľúčom** S 48 z automatického režimu **pri poruche** dvoch z troch jeho kanálov.
- Regulátor je prevádzkyschopný a je povolená jeho práca aj pri jednom odpojenom (vadnom) kanáli. Opravu vadného kanálu je nutné zahájiť okamžite po zistení závady.
- V prechodovom procese bloku JE sa zakazuje vykonávať prepis zadanej hodnoty tlaku regulátora RCS.
- Pri práci RCS v režime T sa nedoporučujú ručné manipulácie na sekundárnom okruhu, ktoré vedú k rýchlej zmene tlaku v HPK. Pokiaľ sú ručné zásahy (ručné ovládanie výkonu TG, alebo PSK) potrebné, je nutné vykonávať ich opatrne - robiť len mierne zmeny. OSO musí v takom prípade upozorniť OR na nutnosť sledovať prácu RCS.

Blokády regulátora RCS

Podmienka prepnutia RCS do režimu automatickej regulácie

V regulátore sa formuje zákaz manuálneho prepnutia do automatickej regulácie ak:

- výkon reaktora je menší ako 8%
- pretlak v HPK nie je v medziach 3,8 ÷ 4,8 MPa.

Blokáda režimu regulácie tlaku v regulátoroch TG

Regulátor **RCS v automatickom režime „T"** blokuje zapnutie ľubovoľného regulátora turbogenerátora (TVER) do režimu regulácie **tlaku v HPK** turbínou.

Blokáda režimu sekundárnej regulácie v regulátoroch TG

Je blokovaný režim sekundárnej regulácie frekvencie v zariadení TVER, ak nie je RCS v automatickom režime „T".

Blokáda režimu primárnej regulácie v regulátoroch TG

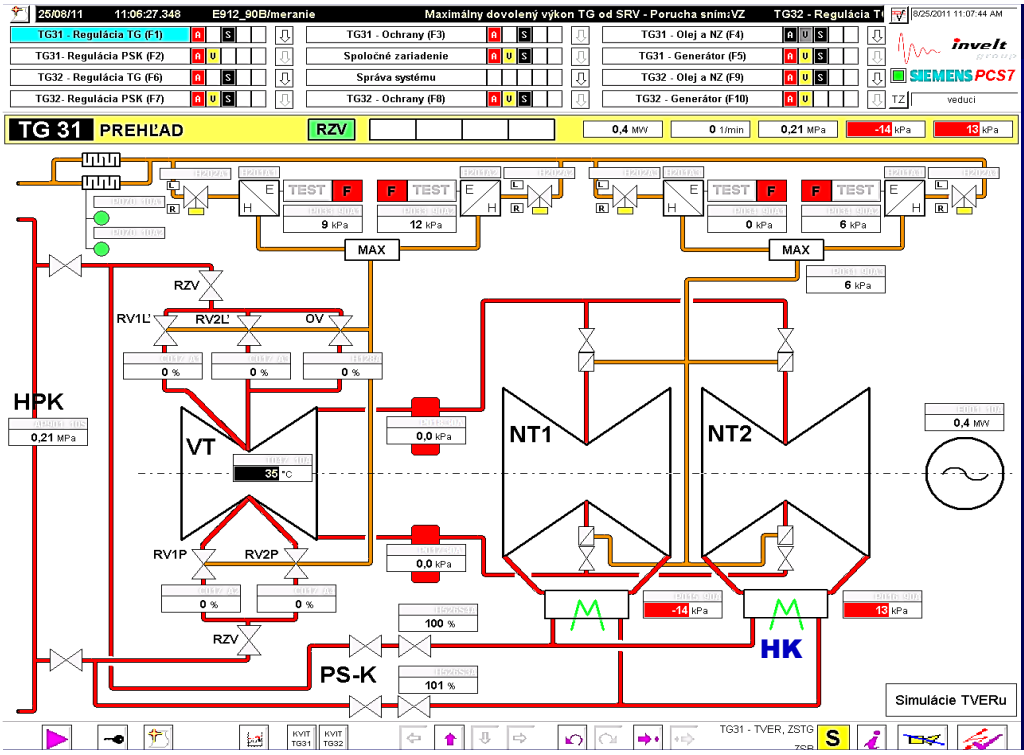
Je blokovaný režim primárnej regulácie frekvencie v zariadení TVER, ak nie je RCS v automatickom režime „S".

TVER - turbínový výkonový elektronický regulátor

- **Riadiaci systém bloku** (jeden blok zahrňuje 2 TG každý po 250MW) je postavený na procesorovom riadiacom systéme **Simatic PCS7** firmy Siemens.
- Riadiaci systém zahrňuje logické riadenie a technologické ochrany 2ks TG (nahradzuje pôvodný systém DIAMO-K) a nové regulátory turbín (TVER).
- Z hľadiska hardwaru systém zahrňuje samostatné procesorové stanice pre jednotlivé celky (regulátory turbín + logické riadenie, ochrany TG + ochrany bloku).
- Nad týmito stanicami sú operátorské stanice na báze PC s vizualizačným softwarom. Každému TG patrí operátorské pracovisko s dvoma monitormi na ktorých môžu byť - podľa voľby operátora - zobrazené rôzne obrazovky (snímky).

Modifikovaný riadiaci systém TVER-03 zaisťuje

- meranie a reguláciu **otáčok** TG
- reguláciu elektrického **výkonu** (včítane primárnej a sekundárnej regulácie)
- reguláciu **tlaku** pred turbínou
- obmedzovaciu reguláciu a **korektory** vyplývajúce z konštrukcie turbíny
- ostrovnú prevádzku v miestnych podmienkach
- ručné ovládanie regulačných a záchytných **ventilov** turbíny
- ukazovanie teplotného **namáhania rotora** turbíny
- reguláciu tlaku v HPK pomocou **PSK**
- obmedzenie výkonu TG podľa požiadaviek **ZSB** (MEDZA 1,2,3)



RZV – rýchlozáverný ventil

OV – obtokový ventil

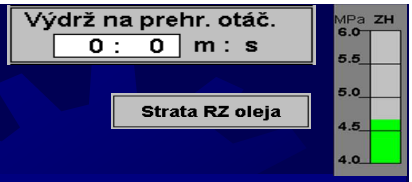
EHP – elektrohydraulický prevodník

ROV – režim ručného ovládania ventilov

Ovládacie prvky.
Základné rozdelenie obrazovky

- Riadiaci systém TG **je ovládaný pomocou monitorov, klávesnice a polohovacieho zariadenia (tracball).** Na obrazovke je zobrazený vždy jeden snímok časti technológie.
- Celá obrazovka má nasledujúce časti:
  1. horná lišta (prehľadová plocha s voľbami jednotlivých snímkov a ďalšími informáciami, ktoré operátorovi uľahčujú prácu s vizualizačným systémom)
  2. informačná lišta
  3. vlastný snímok (pracovná plocha)
  4. spodná lišta (tlačidlová lišta s ikonami).
- Pri prepínaní snímkov sa mení iba vlastný snímok, spodná a horná lišta zostávajú takmer rovnaké.

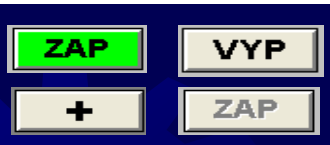
Aktívne prvky slúžiace iba pre vizualizáciu



Tieto zobrazovacie polia podávajú operátorovi informáciu o aktuálnom stave príslušnej veličiny. Dôležité veličiny sa z dôvodu väčšej prehľadnosti zobrazujú **pomocou stĺpcových grafov**, kde aktuálna hodnota analógovej veličiny je zobrazená výškou zeleného stĺpca. Ďalším zobrazovacím poľom je pole pre zobrazenie binárneho signálu. V prípade, že dôjde napr. k strate RZ oleja, pozadie prvku sa podfarbí nasledovne:

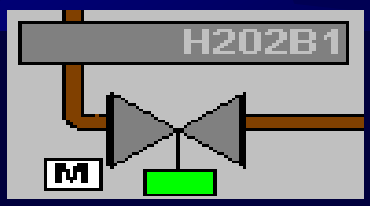
- **Zelená** - znamená informáciu o **normálnom** prevádzkovom stave
- **Žltá** - znamená **výstrahu** alebo **upozornenie**, pričom adekvátne reaguje riadiaci systém.
- **Červená** - znamená prekročenie parametrov, ktoré môže mať za následok **odstavenie** TG. Väčšinou sa jedná o stráženie minimálnych, maximálnych hladín, teplôt a pod.
- ak je pole **preškrtané mriežkou**, znamená to, že meranie má zlú kvalitu

Aktívne tlačidlá



- Tlačidlá **slúžia k priamemu ovládaniu technológie**.
- Ak je pozadie tlačidla **šedé a text tlačidla je čierny**, znamená to, že kliknutím na tlačidlo môžeme vykonať akciu (napr. zapnutie korektora vákua). Po stlačení tlačidla zostane pozadie šedé v prípade, že sa akcia nevykonala z dôvodu nesplnenia nejakých podmienok.
- Ak ide o akciu podobnú **zapnutiu** korektora vákua alebo ponuky SRV, potom pozadie tlačidla zmení farbu na **zelenú** súhlasne s technologickým stavom.
- V prípade, že existujú jednoznačné podmienky na blokovanie tlačidla, potom je farba písma tlačidla zmenená na šedú. Presunutím kurzora myši nad toto tlačidlo nebude tiež zobrazený symbol, ktorý je charakteristický pre prvky, nad ktorými možno vykonať nejakú akciu.

Aktívne prvky
slúžiace pre zobrazenie a ovládanie



U pohonov sú signalizované stavy:

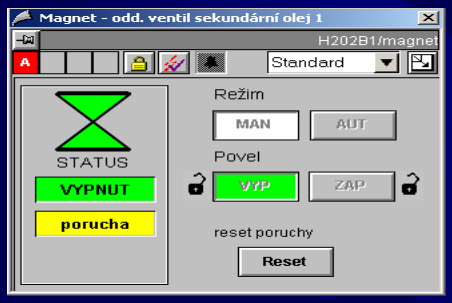
- **medzipoloha** – šedá farba
- **zatvorené** – zelená farba
- **otvorené** – červená farba
- **porucha** – modrá farba

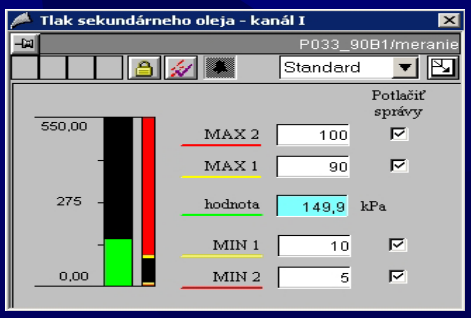
Pole v ľavom dolnom rohu signalizuje režim pohonu.

„**M**“ pre **manuálny** režim a „**A**“ pre **automatický** režim.

Kliknutím na takýto prvok **vyskočí ovládacie okno**.

Ovládacie okno k aktívnemu prvku

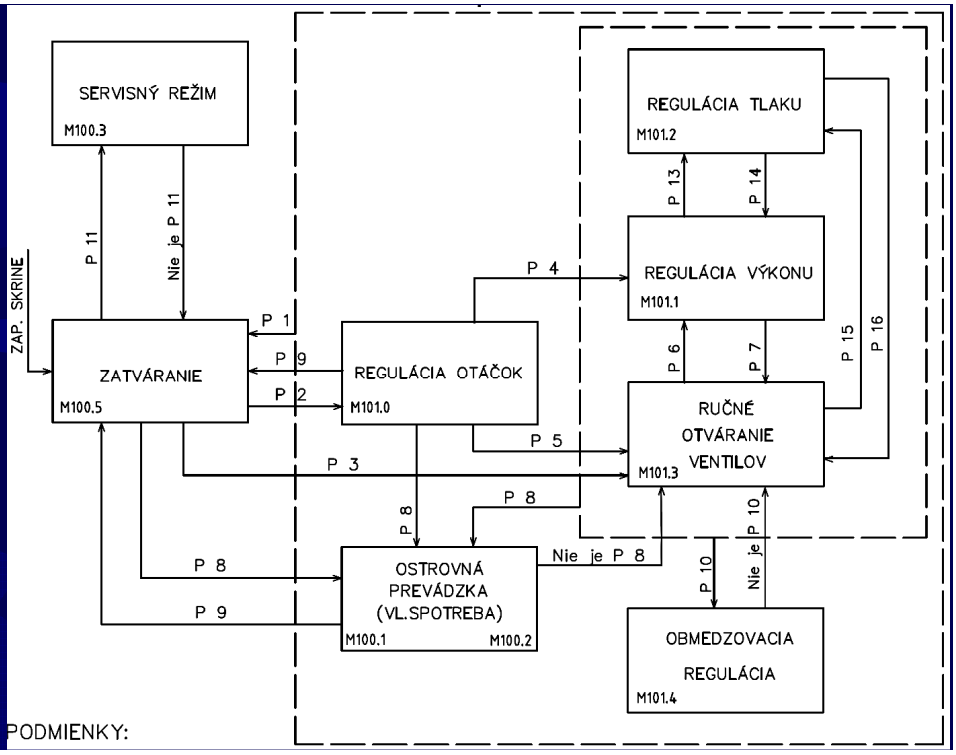


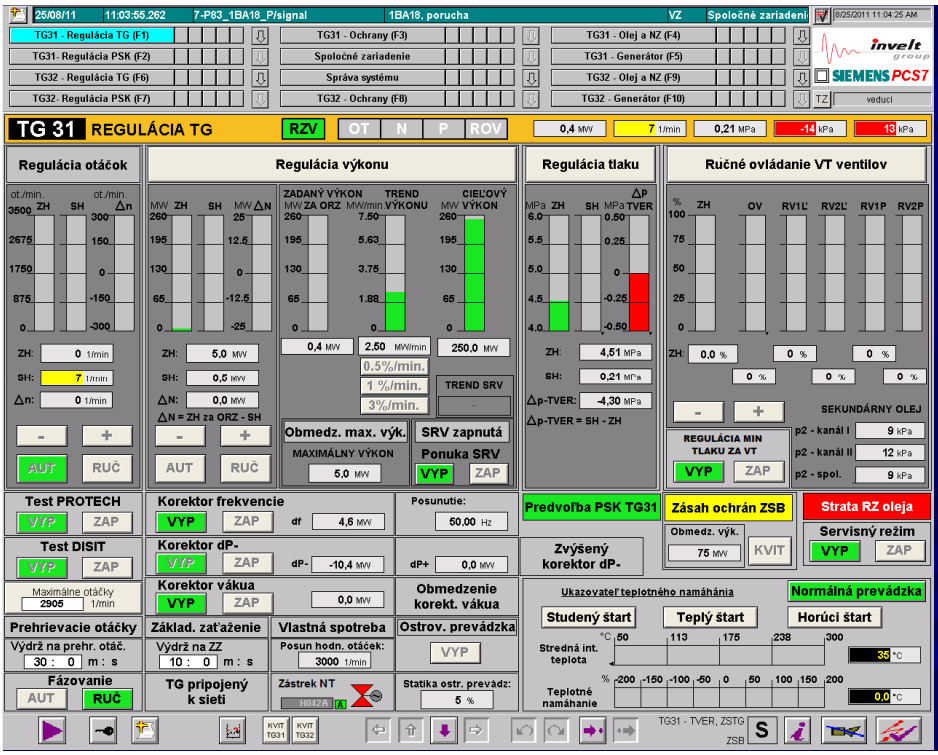


Režimy regulátora TVER-03

Vybrané podmienky prepnutia režimov:

P1 – odfázované, zásah ZSTG,
P2 – nie je zásah ZSTG, je tlak oleja, RZ otvorený, aktivovaný EHP, otáčkomer OK
P3 – pripojenie TG k sieti
P4 - pripojenie TG k sieti, čidlo výkonu OK
P5 - pripojenie TG k sieti, porucha čidla výkonu
P6 – regulátor výkonu vysledovaný
P7 - tlačidlo ROV, prekročenie medzí, porucha čidla výkonu, AO3
P8 – ostrovná prevádzka
P9 – výpadok otáčkomera, zatvorené RZV
P10 – stav obmedzovacia regulácia
P11 – stav servisný režim
P13 – tlačidlo reg. tlaku a RCS nie je v T ...
P14 – tlačidlo reg. výkonu ...
P15 – tlačidlo reg. tlaku a RCS nie je v T...
P16 – tlačidlo ROV, alebo prekročenie medze, zásah ZSB, alebo RCS v T





Regulácia otáčok

Podmienkou pre prevádzku v režime regulácie otáčok je splnenie týchto podmienok :

- je rychlozáverný olej (zasmeknuté) a nie sú zatvorené RZV
- nie je nafázované
- nie je porucha merania otáčok

Pre skúšanie funkcie ochrán od nadmerných otáčok slúži režim „Test DISIT“ a „Test PROTECH“. Max. otáčky zobrazujú max. od posledného nulovania.

Regulácia výkonu

zadanú hodnotu výkonu nastavovať :

a) ručne tlačidlami „+, -„
b) ručne zadaním čísla z numerickej klávesnice do poľa „ZH“ výkonu
c) automaticky zadaním cieľového výkonu a príslušného trendu
d) automaticky zadávaním žiadaného výkonu diaľkovo pri SRV
e) sledovaním základného zaťaženia po nafázovaní

Regulácia tlaku PS-K

Prepúštacie stanice je vhodné používať len v prechodových stavoch (nábeh, výpadok TG a p.)

Ručné ovládanie VT ventilov TG

môžeme priamo ovládať VT ventily rýchlosťou 1%/s v celom rozsahu 0-100% otvorenia.

Nábeh na otáčky a fázovanie

- Po zasmeknutí olejového systému a otvorení RZ ventilov prejde riadiaci systém do **regulácie otáčok**, zadaná hodnota otáčok je vysledovaná na skutočnú (napr. pri zachytávaní stroja na otáčkach).
- **Regulácia otáčok** je uskutočňovaná prostredníctvom VT regulačných ventilov, NT klapky sú v pevnej väzbe s RV. Tlačidlom + je možno zvyšovať zadanú hodnotu otáčok ručne (alebo zadať číselne).
- Ak je odchýlka otáčok <100 ot/min, možno tlačidlom po stlačení tlačidla „AUT“ automaticky nabehnúť na prehrievacie otáčky 1300 ot/min predpísaným trendom 600 ot/min/min. Automatické nabiehanie možno kedykoľvek prerušiť stlačením tlačidla „RUČ“.
- Po ukončení prestávky na prehrev je možné kliknutím na tlačidlo AUT pokračovať v nábehu, **cieľová zadaná hodnota** sa automaticky nastaví na 2995 ot/min a otáčky sa zvyšujú trendom 600 ot/min/min.
- Ak chceme TG nafázovať, klikneme na tlačidlo **FÁZOVÁNIE AUT**. Tým sa navolí režim „Fázovací automat“, kde ovládanie otáčok preberá fázovací automat pre synchronizáciu TG so sieťou

Regulácia výkonu

Ak je regulátor výkonu aktívny, možno zadanú hodnotu výkonu nastavovať :

a) ručne tlačidlami „+, -„

b) ručne zadaním čísla z numerickej klávesnice do poľa „ZH“ výkonu (zadaná hodnota)

c) automaticky zadaním cieľového výkonu a príslušného trendu

d) automaticky zadávaním žiadaného výkonu diaľkovo pri SRV

e) sledovaním základného zaťaženia po nafázovaní

Nastavenie trendu výkonu

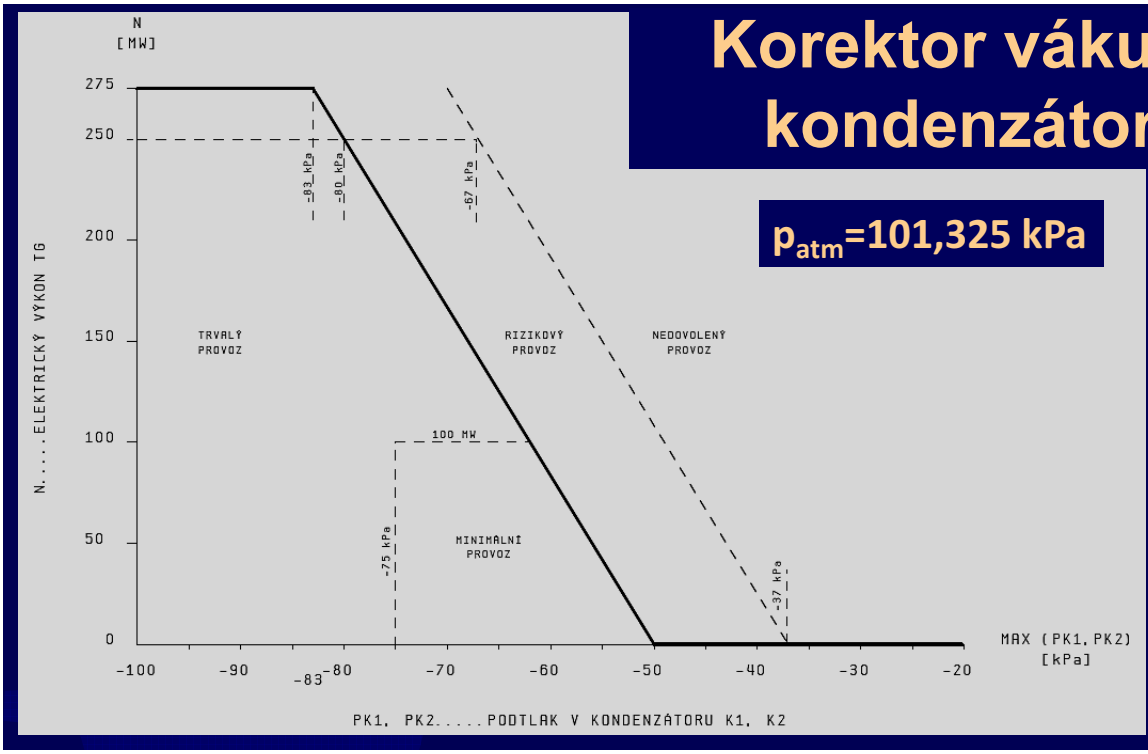
Trend výkonu je nastavitelný v rozsahu 0,0 MW/min – 7,5 MW/min po krokoch 0,1 MW/min - pre rýchlejšie nastavenie je možno zadať prednastavenú hodnotu 0,5%, 1% alebo 3% priamo tlačidlami pod stĺpcom trendu výkonu.

Korektory zadaného výkonu

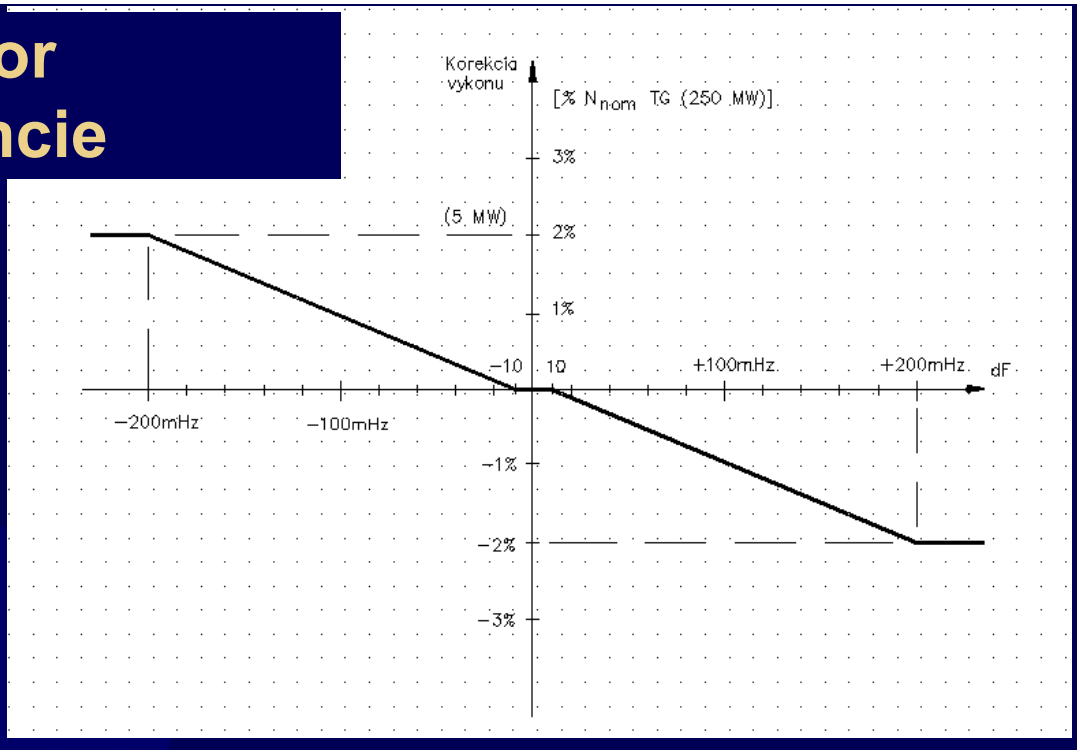
- **Korektor frekvencie** - operátor ho môže z pultu iba zapínať a vypínať a nastaviť žiadanú frekvenciu.
- **Korektor tlaku v HPK** - upravuje zadaný výkon podľa regulačnej odchýlky tlaku v HPK, ktorá je privedená z RCS. Korektor tlaku má kladnú a zápornú vetvu (+dp, -dp). Korektor tlaku +dp pracuje iba pri kladnej odchýlke tlaku. Jeho výstupný signál sa pripočíta k zadanému výkonu. Korektor však pôsobí až po prekročení necitlivosti +0,22 MPa. Korektor tlaku -dp pracuje pri záporných odchýlkach tlaku. Do funkcie ho zapína buď operátor ručne stlačením tlač. "kor.-dp ZAP", alebo sa zapína automaticky pri odchýlke tlaku dp < -0,22 MPa. Pri AO 3 sa pripája "zvýšený korektor -dp".
- **Korektor vákua** - Obmedzuje zadanú hodnotu výkonu pri stúpnutí tlaku v kondenzátoroch TG podľa charakteristiky danej výrobcom TG. Pracuje iba v režime regulácie výkonu. Výstupným signálom korektora je signál povoleného výkonu TG v závislosti na tlaku v HK.

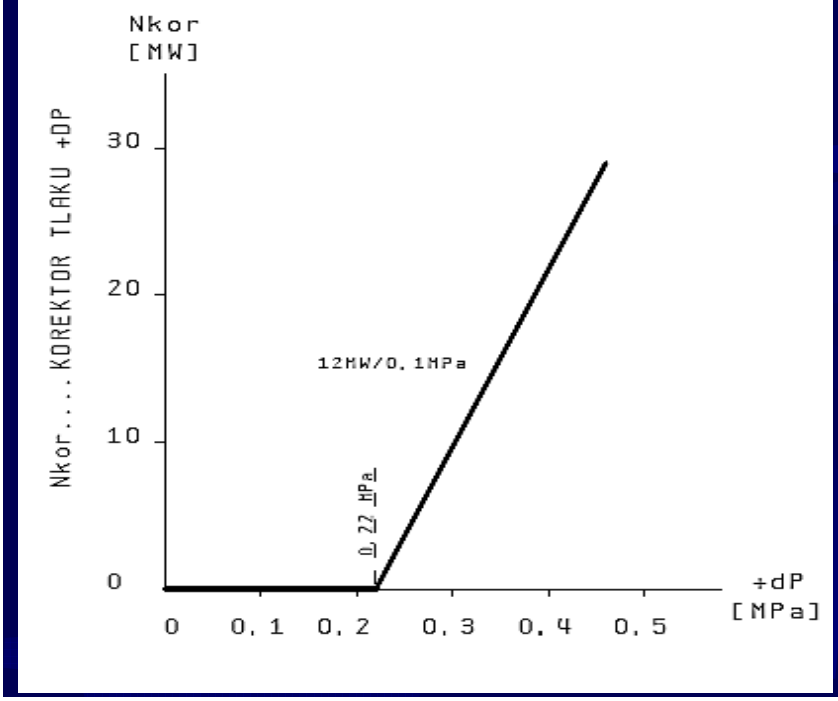
Korektor vákua v kondenzátore

p_{atm}=101,325 kPa

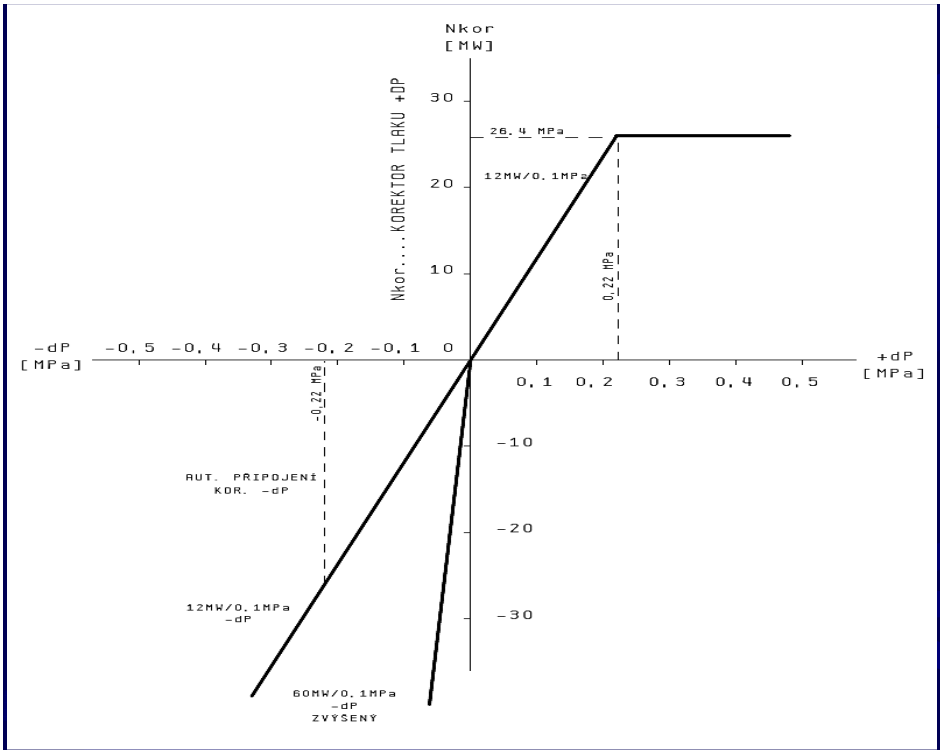


Korektor frekvencie





Korektor tlaku v HPK plus



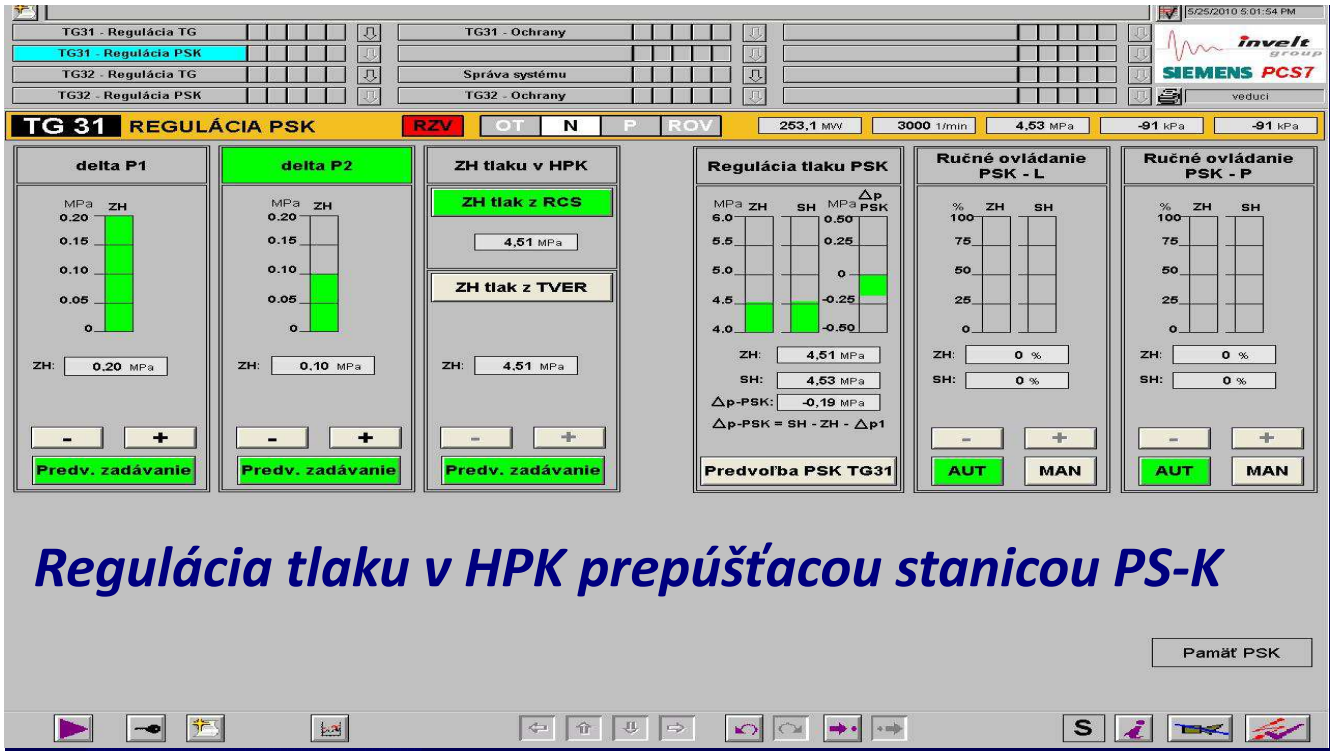
Korektor tlaku v HPK mínus

Regulácia tlaku v HPK turbínou

- **Tlak v HPK** sa dá regulovať z TVER buď turbínou - pomocou **regulačných ventilov** turbíny, alebo prepúšťacou stanicou do kondenzátora (**PS-K**). Regulácia tlaku PS-K je stratová, preto je vhodnejšie použiť na reguláciu tlaku turbínu a prepúštacie stanice používať jen v prechodových stavoch (nábeh, výpadok TG a pod.)
- Zadaná hodnota tlaku môže byť buď prebratá z RCS, alebo zadávaná v TVER – toto si OSO volí na obrazovke „regulácia tlaku“. Zadanú hodnotu tlaku možno zadať z TVER v rozsahu 4,00 - 4,80 MPa po kroku 0,01 MPa, zadaná hodnota sa mení pevným trendom 1%/s z rozsahu.
- Ak je regulátor tlaku mimo funkciu, zadaná hodnota v TVER sleduje skutočnú hodnotu tlaku.
- Ak v priebehu regulácie tlaku bude regulačná odchýlka tlaku > 0,4 MPa, automaticky sa prechádza do ručného režimu ovládania ROV (ručné ovládanie ventilov).
- Do režimu ROV alebo „regulácia výkonu“ je možné prejsť stlačením príslušného okna regulácie.

Ručné ovládanie ventilov TG

- Pri predvolbe ručného ovládania ventilov môžeme priamo ovládať VT ventily (a cez pevnú väzbu i NT klapiek) rýchlosťou 1%/s v celom rozsahu 0-100% otvorenia. Toto otvorenie sa vzťahuje na menovitý rozsah tlaku sekundárneho oleja.
- Výstup z regulátoru TVER 03 (ZH) je na paneli ROV v %, tlaky sekundárneho oleja za EHP v kP, príslušné hodnoty otvorenia sú zobrazované v okne ROV stĺpcovými grafmi i číselnou hodnotou v % (pre regulačné ventily (RV) i obtokový ventil (OV)).



Regulácia tlaku v HPK prepúšťacou stanicou PS-K

Spolupráca RCS a TVER

Režim bloku	Režim RCS	Režim regulátora TG1	Režim regulátora TG2
Ustálená prevádzka bez korekcie frekvencie siete	S	N + kor“-“ a KV	N+ kor“-“ a KV
Ustálená prevádzka s korekciou frekvencie (PRV)	S	N + kor.f.	N + kor.f.
Ustálená prevádzka s diaľkovým zadávaním výkonu (SRV)	T	N+SRV	N+SRV
Stabilizácia novej výkonovej hladiny	N	N + kor“-“ a KV	N + kor“-“ a KV
Zmena výkonu bloku	T	N + trend + $N_{cieľ}$	N + trend + $N_{cieľ}$

Malá modernizácia I&C