

Technická správa

Predprevádzková bezpečnostná správa

Kapitola 07.02.01.09 Očakávané prechodové procesy bez odstavenia reaktora (ATWS)

Stavba: Dostavba 3. a 4. blok JE Mochovce, stavenisko: Jadrová časť
Construction: 3&4 Unit NPP Mochovce Completion, site: Nuclear Island
Stavebník: Slovenské elektrárne, a.s., Bratislava, 3. a 4. blok JE Mochovce
Constructor: Slovenské elektrárne, a.s., Bratislava, 3&4 Unit NPP Mochovce

		LC						
SE Rev	Date / Dátum	IS	Supervision Outcome / Stav schválenia	Supervised by / Overil		Checked by / Kontroloval	Approved by / Schválil	
			Language / Jazyk	S	Safety Class / Bezpečnostná trieda	NO	SEC. INDEX / INDEX utajenia	Company use/P
			Submitted to Client to / Predložené odberateľovi na:	Approval / Schválenie	X	Information Only / Len na informáciu		
EPS No / Číslo EPS: PNM34365000			Revision index / Index revízie: 05		Size / Veľkosť	Activity Code / Aktivita	Type / Subtype Typ / Podtyp	Discipline / Profesia
File name / Názov súboru:			SE doc. Code / SE číslo dokumentu: PNM34361112		A4	6.01	RS	Z
 * P N M 3 4 3 6 1 1 2 0 5 *					Sheet / List	Of / z	Plant System / Systém elektrárne	Plant Unit / Blok elektrárne
					1	147		

SE Contract No. / Číslo zmluvy SE: 4600003952				VUJE Contract No. / číslo zmluvy VUJE: 1719/00/09			
Part name / Označenie časti: PNM3436111205_S_C00_V				Issued on / Vydané dňa: 04.07.2019			
Kód citlivosti ¹⁾ / Sensitivity code ¹⁾	3	Name / Meno	Organization / Organizácia	Dept. / Útvar	Date / Dátum	Signature / Podpis	
Author / Vypracoval:			• VUJE, a.s.	• 0220	• 04.07.2019	•	
Co-author / Spolupracoval:			•	•	•	•	
Checked by / Kontroloval:			• VUJE, a.s.	• 0200	• 04.07.2019	•	
			•	•	•	•	
			•	•	•	•	
			•	•	•	•	
Verified by / Overil:			• VUJE, a.s.	• 0720	• 04.07.2019	•	
Approved by / Schválil:			• VUJE, a.s.	• 1703	• 04.07.2019	•	

Tento dokument je vlastníctvom Slovenských elektrární, a.s.. Tento dokument, ako aj informácie z neho, môžu byť použité, kopírované, rozmnožované alebo zverejňované iba so súhlasom Slovenských elektrární, a.s.. Uvedené riešenie je obchodným tajomstvom VUJE, a.s..

This document is property of Slovenské elektrárne, a.s. This document as well as information it contains can only be used, copied, reproduced or published with consent of Slovenské elektrárne, a.s. The solution presented is trade secret of VUJE, a.s.

Revision record / Záznam o revízii

Identification / Identifikácia (part/page/chapter/ member/section) (časť/strana/kapitola/ článok/odstavce)	Brief description of modification / Stručná charakteristika úpravy (description of modification and manner of implementation) (popis úpravy a spôsobu zapracovanie)	Reason of modification / Dôvod úpravy (author company, number of comments or other stimulation, name of author, comment document No.) (firma autora a číslo pripomienky, resp. iný podnet, meno autora, č. dokumentu pripomienok)
• Celý dokument	• Zapracovanie pripomienok ÚJD podľa Aarhuského výboru	• V súlade s dokumentom PNM34482979
•	•	•
•	•	•
•	•	•
•	•	•
•	•	•
•	•	•
•	•	•
•	•	•
•	•	•
•	•	•

List of document part

Zoznam častí dokumentu

Por. č. No.	Názov dokumentu Document name	Ev. č. súboru časti dokumentu / File ref. No. of document part	Číslo revízie / Revision No.
1.	• Kapitola 07.02.01.09 Očakávané prechodové procesy bez odstavenia reaktora (ATWS)	• PNM3436111205_S_C00_V	• 05
2.	• Kapitola 07.02.01.09 Očakávané prechodové procesy bez odstavenia reaktora (ATWS)	• PNM3436111205_S_C01_V	• 05
3.	• Príloha č. 01	• PNM3436111205_S_P01_V	• 05
4.	• Príloha č. 02	• PNM3436111205_S_P02_V	• 05
5.	• Príloha č. 03	• PNM3436111205_S_P03_V	• 05
6.	• Príloha č. 04	• PNM3436111205_S_P04_V	• 05
7.	• Príloha č. 05	• PNM3436111205_S_P05_V	• 05
8.	• Príloha č. 06	• PNM3436111205_S_P06_V	• 05
9.	• Príloha č. 07	• PNM3436111205_S_P07_V	• 05
10.	• Príloha č. 08	• PNM3436111205_S_P08_V	• 05
11.	•	•	•

OBSAH

OBSAH	1
ZOZNAM POUŽITÝCH SKRATIEK A OZNAČENÍ	3
ÚVOD	5
7.2.1.9 Očakávané prechodové procesy bez odstavenia reaktora (ATWS)	6
7.2.1.9.1 Prechodové procesy pre udalosti s vnosom reaktivity (ATWS)	8
7.2.1.9.1.1 Charakteristika procesu	8
7.2.1.9.1.2 Použité kritériá prijateľnosti	8
7.2.1.9.1.3 Výpočtové programy a použité výpočtové modely	9
7.2.1.9.1.4 Špecifikácia analyzovaných variantov	9
7.2.1.9.1.5 Počiatočné a okrajové podmienky	9
7.2.1.9.1.6 Popis a rozbor výsledkov a vyhodnotenie kritérií prijateľnosti	11
7.2.1.9.1.6.1 Popis výsledkov variantu 1A	11
7.2.1.9.1.7 Súhrn výsledkov	11
7.2.1.9.2 Prechodové procesy s poklesom prietoku chladiva I.O. (ATWS)	12
7.2.1.9.2.1 Charakteristika procesu	12
7.2.1.9.2.2 Použité kritériá prijateľnosti	12
7.2.1.9.2.3 Výpočtové programy a použité výpočtové modely	12
7.2.1.9.2.4 Špecifikácia analyzovaných variantov	12
7.2.1.9.2.5 Počiatočné a okrajové podmienky	13
7.2.1.9.2.6 Popis a rozbor výsledkov a vyhodnotenie kritérií prijateľnosti	14
7.2.1.9.2.6.1 Popis výsledkov variantu 2A	14
7.2.1.9.2.7 Súhrn výsledkov	14
7.2.1.9.3 Prechodové procesy s nárastom množstva chladiva I.O. (ATWS)	15
7.2.1.9.3.1 Charakteristika procesu	15
7.2.1.9.3.2 Použité kritériá prijateľnosti	15
7.2.1.9.3.3 Výpočtové programy a použité výpočtové modely	15
7.2.1.9.3.4 Špecifikácia analyzovaných variantov	15
7.2.1.9.3.5 Počiatočné a okrajové podmienky	16
7.2.1.9.3.6 Popis a rozbor výsledkov a vyhodnotenie kritérií prijateľnosti	17
7.2.1.9.3.6.1 Popis výsledkov variantu 3A	17
7.2.1.9.3.7 Súhrn výsledkov	17
7.2.1.9.4 Prechodové procesy so zvýšeným odvodom tepla z I.O. sekundárnym okruhom (ATWS)	18
7.2.1.9.4.1 Charakteristika procesu	18
7.2.1.9.4.2 Použité kritériá prijateľnosti	18
7.2.1.9.4.3 Výpočtové programy a použité výpočtové modely	18
7.2.1.9.4.4 Špecifikácia analyzovaných variantov	19
7.2.1.9.4.5 Počiatočné a okrajové podmienky	19
7.2.1.9.4.6 Popis a rozbor výsledkov a vyhodnotenie kritérií prijateľnosti	21
7.2.1.9.4.6.1 Popis výsledkov variantu 4A	21
7.2.1.9.4.6.2 Popis výsledkov variantu 4B	21
7.2.1.9.4.7 Súhrn výsledkov	22
7.2.1.9.5 Prechodové procesy so zníženým odvodom tepla z I.O. sekundárnym okruhom (ATWS)	23
7.2.1.9.5.1 Charakteristika procesu	23
7.2.1.9.5.2 Použité kritériá prijateľnosti	23
7.2.1.9.5.3 Výpočtové programy a použité výpočtové modely	23
7.2.1.9.5.4 Špecifikácia analyzovaných variantov	23
7.2.1.9.5.5 Počiatočné a okrajové podmienky	24
7.2.1.9.5.6 Popis a rozbor výsledkov a vyhodnotenie kritérií prijateľnosti	26
7.2.1.9.5.6.1 Popis výsledkov variantu 5A	26
7.2.1.9.5.6.2 Popis výsledkov variantu 5B	26
7.2.1.9.5.6.3 Popis výsledkov variantu 5C	26
7.2.1.9.5.7 Súhrn výsledkov	27
LITERATÚRA	28
ZOZNAM PRÍLOH	29

ZOZNAM TABULIEK 30

ZOZNAM POUŽITÝCH SKRATIEK A OZNAČENÍ

I.O.	primárny okruh
II.O.	sekundárny okruh
AO1	signály RTS/DRTS/EXCORE, ktoré vedú k rýchlemu odstaveniu reaktora
APS	automatika postupného spúšťania
ATWS	Anticipated Transients Without Scram (očakávané prechodové procesy bez odstavenia reaktora)
AZ	aktívna zóna
DG	dieselgenerátor
DRTS	diverzitný systém automatického odstavenia reaktora
ENČ	hlavné napájacie čerpadlo
EOKO	elektrické ohrievače kompenzátora objemu
ESFAS	systém zaistenia bezpečnosti
HA	hydroakumulátor
HČČ	hlavné cirkulačné čerpadlo
HCS	hlavná cirkulačná slučka
HK	horúca kazeta
HNČ	havarijné napájacie čerpadlo
HNK	hlavný napájací kolektor
HPK	hlavný parný kolektor
HRK	havarijná, regulačná a kompenzačná kazeta
HSCHZ	havarijný systém chladenia (aktívnej) zóny
HUA	hlavná uzatváracia armatúra
HV	horúca vetva
HZ	hermetická zóna, kontajnement
HZK	horná zmiešavacia komora
IU	iniciačná udalosť
KO	kompenzátor objemu
KON	koniec kampane
LOCA	havária so stratou chladiva
NDČ	čerpadlo normálneho doplňovania do I.O.
NN	napájacia nádrž
NT	nízkotlakový

NTČ	nízkotlakové čerpadlo
NV	napájacia voda
OV KO	odľahčovací ventil kompenzátora objemu
PG	parogenerátor
PK	palivová kazeta
PP	palivový prútik
PSA	pravdepodobnostné hodnotenie bezpečnosti
PS-A	prepúšťacia stanica do atmosféry
PSK	prepúšťacia stanica do kondenzátora
PV KO	poistný ventil kompenzátora objemu
PV PG	poistný ventil parogenerátora
RCS	automatický regulátor výkonu reaktora
RČA	rýchločinná armatúra
RLS	systém obmedzenia výkonu reaktora
RTS	systém automatického odstavenia reaktora
RV	regulačný ventil
RZV	rýchlouzatvárací ventil
SA	sekčná armatúra
SD	odstavený - v súvislosti so stavom reaktora (SD shutdown)
SHNČ	superhavarijné napájacie čerpadlo
SNVS	strata napájania vlastnej spotreby (tiež aj strata vonkajších a vnútorných zdrojov el. napájania)
SV	studená vetva
TC	regulátor turbíny (turbine control)
TG	turbogenerátor
TH	termo-hydraulické (analýzy)
TNR	tlaková nádoba reaktora
VT	vysokotlakový
VTČ	vysokotlakové čerpadlo
ZAC	začiatok kampane

ÚVOD

Kapitola POSAR 7.2.1.9 je vypracovaná v súlade so súvisiacou legislatívou [II.4], [II.5], [II.6] a [II.7]. Ďalej bola vypracovaná podľa požiadaviek [II.2].

7.2.1.9 Očakávané prechodové procesy bez odstavenia reaktora (ATWS)

Správa je súčasťou (podkapitolou) kapitoly 7.2.1 „Deterministické analýzy bezpečnosti projektových havárií a vybraných nadprojektových havárií“ predprevádzkovej bezpečnostnej správy MO34. V tejto kapitole sú analyzované iniciačné udalosti patriace do skupiny „Očakávané prechodové procesy bez odstavenia reaktora (ATWS)“.

V tejto kapitole je analyzovaná odozva primárneho a sekundárneho okruhu na iniciačnú udalosť a sú tu popísané iba tie systémy, ktoré sú modelované a využívané v TH analýzach. Popis ostatných systémov, ktoré nemajú priamy vplyv na skúmané parametre, je uvedený v kapitole 7.2.0 predprevádzkovej bezpečnostnej správy.

Všetky iniciačné udalosti, klasifikované ako prechodové procesy a analyzované v kapitolách 7.2.1.2 - 7.2.1.6, boli uvažované v skupine analýz typu ATWS. Na základe výsledkov citlivostných výpočtov, iba najnepriaznivejšie iniciačné udalosti (analyzované ako ATWS) z pohľadu výsledkov plnenia kritérií prijateľnosti boli vybrané ako obáľkové varianty a sú prezentované v tejto kapitole.

V Požiadavkách na deterministické analýzy bezpečnosti JE s VVER-440/V213 [II.2] je odporúčené analyzovať nasledujúce iniciačné udalosti typu ATWS:

1. Nekontrolované vyťahovanie skupiny regulačných orgánov počas spúšťania alebo pri prevádzke na výkone – prezentovaná vo variante 1A, kap. 7.2.1.9.1
2. Strata napájacej vody – prezentovaná vo variante 5A, kap. 7.2.1.9.5
3. Strata vnútorných a vonkajších zdrojov elektrického napájania (SNVS) – prezentovaná vo variante 5B, kap. 7.2.1.9.5
4. Strata vákua v kondenzátore – prezentovaná vo variante 5C, kap. 7.2.1.9.5
5. Výpadok turbíny – obáľkovo pokrytá variantom 5C, kap. 7.2.1.9.5
6. Strata vonkajšieho elektrického zaťaženia – obáľkovo pokrytá variantom 5C, kap. 7.2.1.9.5
7. Uzatvorenie armatúr na parovodoch – obáľkovo pokrytá variantom 5C, kap. 7.2.1.9.5
8. Chybné otvorenie poistného ventilu parogenerátora, prepúšťacej stanice do atmosféry, alebo prepúšťacej stanice do kondenzátora – prezentovaná vo variante 4B, kap. 7.2.1.9.4

Iniciačná udalosť Výpadok turbíny je obáľkovo pokrytá variantom 5C, v ktorom dochádza ku zatvoreniu RZV na oboch TG. V prípade výpadku len jednej turbíny nedochádza k aktivácii signálu AO1, a preto nie je možné vyhodnotenie procesu považovať za analýzu typu ATWS.

Iniciačná udalosť Strata vonkajšieho elektrického zaťaženia je obáľkovo pokrytá variantom 5C, kedy nedochádza ku zatvoreniu RZV TG. V prípade zregulovania bloku na vlastnú spotrebu nedochádza k aktivácii signálu AO1, a preto nie je možné vyhodnotenie procesu považovať za analýzu typu ATWS.

Iniciačná udalosť Uzatvorenie armatúr na parovodoch je obáľkovo pokrytá variantom 5C, pretože pri zatvorení RZV TG dochádza k okamžitému zastaveniu odvodu pary zo všetkých PG a k prudšiemu nárastu tlaku v II.O..

V tejto kapitole sú taktiež analyzované nasledujúce iniciačné udalosti typu ATWS:

- Výpadok všetkých 6 HCČ – prezentovaná vo variante 2A, kap. 7.2.1.9.2
- Nesprávne spustenie dvoch NDČ – prezentovaná vo variante 3A, kap. 7.2.1.9.3
- Zníženie teploty napájacej vody – prezentovaná vo variante 4A, kap. 7.2.1.9.4

7.2.1.9.1 Prechodové procesy pre udalosti s vnosom reaktivity (ATWS)

7.2.1.9.1.1 Charakteristika procesu

Procesy s vnosom reaktivity pri súčasnom zlyhaní zaúčinkovania AO1 na odstavenie reaktora sú zaradené do skupiny nadprojektových havárií typu ATWS. Pre analýzy tohto typu havárií je doporučené použiť realistické postupy, s mierne konzervatívnym prístupom [II.2].

Spomedzi procesov s vnosom reaktivity je z hľadiska plnenia kritérií prijateľnosti najvýznamnejší proces neriadeného vysúvania pracovnej skupiny HRK na výkonovej hladine. Jeho základnou fyzikálnou charakteristikou je uvoľnenie kladnej reaktivity, ktoré je sprevádzané zvýšením neutrónového aj tepelného výkonu reaktora. Proti zvyšovaniu výkonu pôsobia spätné väzby reaktivity a po prekročení príslušných ochranných medzí tiež systémy ochrany reaktora. Zvýšenie výkonu má za následok zvýšenie teploty paliva ako aj zvýšenie teploty chladiva. Tieto zmeny môžu viesť k zníženiu bezpečnostných rezerv prevádzky bloku, najmä rezervy do dosiahnutia maximálnej teploty paliva a rezervy tlaku v primárnom a sekundárnom okruhu.

Cieľom analýz uvedených v tejto kapitole je overiť, že v priebehu procesu vyvolaného iniciačnou udalosťou nedôjde k narušeniu relevantných kritérií prijateľnosti stanovených pre danú kategóriu iniciačných udalostí typu ATWS.

7.2.1.9.1.2 Použité kritériá prijateľnosti

Iniciačné udalosti, analyzované v tejto kapitole, sú zaradené do kategórie nadprojektových havárií typu ATWS. Je vyhodnotené plnenie kritérií prijateľnosti relevantných pre tieto udalosti. Vzhľadom na realistický prístup analyzovania procesov typu ATWS boli použité rovnaké predpoklady pre všetky overované kritéria prijateľnosti, tzn. že sú jednotne stanovené počiatočné a okrajové podmienky. Pre analyzované iniciačné udalosti typu ATWS sú relevantné nasledujúce kritériá prijateľnosti:

Kritérium prijateľnosti DB-A1

- radiálne stredovaná entalpia paliva < limitné hodnoty pre ZAC a KON

Nesmie dôjsť k deštrukcii palivových elementov. Pokles výkonu reaktora je pri zlyhaní odstavenia reaktora prostredníctvom AO1 zabezpečený vnosom zápornej reaktivity od poklesu hustoty moderátora.

Kritérium prijateľnosti DB-A2

- maximálna teplota paliva < limitná hodnota pre palivo s Gd_2O_3

Nesmie dôjsť ani k lokálnemu taveniu paliva. Počas nárastu výkonu reaktora dochádza aj k nárastu teploty paliva, je potrebné overiť, či maximálna teplota paliva nepresahuje povolenú hodnotu.

Kritérium prijateľnosti DB-A3

- maximálna teplota pokrytia < limitná hodnota

Splnenie tohto kritéria prijateľnosti má dokumentovať zachovanie integrity pokrytia palivových prútov a krátkodobé i dlhodobé chladenie paliva. Toto kritérium v sebe zahrnuje niekoľko parametrov, ktoré zohľadňujú možné fyzikálne a chemické procesy, ohrozujúce integritu pokrytia. Tieto javy sa vyskytujú pri haváriách typu LOCA, kedy dochádza k odhaleniu AZ. V hodnotenej skupine iniciačných udalostí však

nedochádza k odhaleniu AZ a prietok chladiva cez AZ ako aj hmotnosť chladiva v AZ zabezpečujú dobrý odvod tepla z AZ. Z uvedeného vyplýva, že pre túto skupinu iniciačných udalostí bude overované len kritérium maximálnej teploty pokrytia.

Kritérium prijateľnosti DB-A4b

- tlak v I.O. < 135% projektovej hodnoty
- tlak v II.O. < 135% projektovej hodnoty

Pre procesy typu ATWS platí, že tlak v primárnom a v sekundárnom okruhu musí byť nižší ako 135% projektových hodnôt.

7.2.1.9.1.3 Výpočtové programy a použité výpočtové modely

Výpočtové analýzy danej iniciačnej udalosti sú realizované systémovým termohydraulickým výpočtovým programom RELAP5/MOD3.2.2, ktorého popis je uvedený v kapitole 7.2.1.1. Pre tento výpočtový program bol vytvorený detailný model popisujúci šesť slučiek primárneho a sekundárneho okruhu, bezpečnostné a riadiace systémy dôležité z hľadiska hodnotenia jadrovej bezpečnosti, ktorého popis je uvedený v kapitole 7.2.1.1.

7.2.1.9.1.4 Špecifikácia analyzovaných variantov

Pre overenie relevantných kritérií prijateľnosti bol analyzovaný nasledujúci variant:

Variant 1A

- iniciačná udalosť : Nekontrolované vysúvanie 6. skupiny HRK
- stav AZ: ZAC (1. kampaň)
- relevantné kritériá prijateľnosti: DB-A1, DB-A2, DB-A3 a DB-A4b

Citlivostné analýzy [III.2] preukázali, že prípad vysúvania HRK je z hľadiska plnenia kritérií prijateľnosti nepriaznivejší na začiatku kampane.

7.2.1.9.1.5 Počiatočné a okrajové podmienky

V súlade s metodikou uskutočňovania výpočtových analýz procesov typu ATWS boli aplikované realistické scenáre výpočtu, v ktorých boli počiatočné parametre a parametre popisujúce okrajové podmienky procesu nastavené na nominálne hodnoty zodpovedajúce nominálnemu tepelnému výkonu reaktora a stavu aktívnej zóny na začiatku kampane. Nepresnosti a neurčitosti meracích reťazcov neboli uvažované. V dôsledku iniciačnej udalosti nastáva zvyšovanie strednej teploty v I.O., v dôsledku čoho postupne rastie objem chladiva v I.O. a klesá obsah bóru na jednotku objemu, čo znižuje vplyv spätných väzieb a vytvára konzervatívnejšie predpoklady pre vývoj procesu z hľadiska overovaných kritérií prijateľnosti.

Začiatok 1. kampane bol zvolený na základe citlivostných analýz. V procese sa neuvažuje so SNVS, ani s jednoduchou poruchou, ani s poruchou so spoločnou príčinou.

Minimálna vodivosť v medzere palivo-pokrytie je zvolená na základe citlivostných analýz [III.2] tak, aby mala čo najväčší konzervatívny vplyv z hľadiska analyzovaného kritéria prijateľnosti DB-A2.

Vo výpočtoch kódom RELAP5 bol použitý algoritmus kinetiky využívajúci zadanie charakteristík AZ pre realistické analýzy prostredníctvom matíc (tabuliek) zmien reaktivity podľa určujúcich parametrov (TABLE4). Vo výpočtovom modeli bola priamo aplikovaná 4-dimenzionálna matica koeficientov reaktivity, ktorá reprezentuje závislosť na hustote moderátora, teplote moderátora, teplote paliva a hmotnostnej koncentrácii bóru v chladiči. Spôsob definície difúzných parametrov (koeficientov reaktivity) pre analýzy procesov kategórie ATWS (prístup so zníženou konzervatívnosťou) je popísaný v kapitole 7.2.1.1.

Tab. 7.2.1.9.1-1 Pripravenosť bezpečnostných systémov

Por. číslo	Systém	Pripravenosť	Poznámka
1	AO1	áno	
2	ESFAS	áno	
3	VTČ	áno	
4	NTČ	áno	
5	SHNČ	áno	
6	Zaistené elektrické napájanie I. kategórie	áno	
7	Zaistené elektrické napájanie II. kategórie (DG)	áno	
8	PV KO	áno	
9	PV PG	áno	
10	PS-A PG	áno	
11	RČA PG	áno	
12	RČA NV	áno	

- V analýzach procesov typu ATWS sa neuvažuje s pádom HRK do AZ po inicializácii signálu AO1, ostatné funkcie systémov, spojené s inicializáciou AO1, sú uvažované.
- Stredná doplňovacia charakteristika VT systému bola použitá v analýzach typu ATWS.

Tab. 7.2.1.9.1-2 Pripravenosť riadiacich systémov

Por. číslo	Systém	Pripravenosť	Poznámka
1	RLS	nie	
2	RCS	nie	
3	Regulátor turbíny	nie	
4	Vstreky do KO	áno	
5	EOKO	áno	
6	NDČ	áno	
7	HNČ	áno	
8	OV KO	áno	
9	RZV TG	áno	
10	HPU k TG	áno	
11	SA HPK	áno	
12	PSK	áno	

Signály AO1 a ESFAS boli v analyzovaných variantoch nastavené na nominálne hodnoty, pričom príslušná prevádzková hodnota „zodpovedá“ uvedenej hodnote v modeli RELAP.

Bezpečnostné a riadiace systémy boli v analyzovaných variantoch nastavené na nominálne hodnoty.

7.2.1.9.1.6 Popis a rozbor výsledkov a vyhodnotenie kritérií prijateľnosti

7.2.1.9.1.6.1 Popis výsledkov variantu 1A

Iniciačnou udalosťou je neriadené vysunutie pracovnej skupiny regulačných kaziet HRK6 z počiatočnej polohy do hornej koncovej polohy pracovnou rýchlosťou. Vnos kladnej reaktivity do AZ vysúvaním HRK6 spôsobuje nárast výkonu reaktora, a tým aj nárast teploty chladiva a tlaku v I.O..

Na konci analyzovaného procesu v 3600 s je generovaný výkon reaktora odvádzaný sekundárnym okruhom a parametre primárneho a sekundárneho okruhu sú stabilizované.

Napriek tomu, že činnosť obsluhy v tomto stave bloku musí byť po niekoľkých minútach od zlyhania AO1 v súlade s prevádzkovými a havarijnými predpismi, táto analýza s tým nepočíta a preukazuje, že v prípade analyzovanej udalosti je blok bezpečný viac ako 1 hodinu aj bez akéhokoľvek zásahu obsluhy.

Grafické výsledky sa nachádzajú v Prílohe 01.

7.2.1.9.1.7 Súhrn výsledkov

Vo variante 1A bola analyzovaná nadprojektová havária typu ATWS s iniciačnou udalosťou „Vnos reaktivity“. Cieľom výpočtov uvedených v tejto kapitole bolo vyhodnotiť najnepriaznivejší prípad z hľadiska overenia kritérií prijateľnosti DB-A1, DB-A2, DB-A3 a DB-A4b.

Priebeh procesu typu ATWS, vyvolaného iniciačnou udalosťou „Vnos reaktivity“, pri uvažovaní zodpovedajúcich nominálnych počiatočných podmienok s primeranou mierou konzervativizmu a nominálnom nastavení ochranných a regulačných zariadení, je bezpečne zvládnuteľný. Primeraná miera konzervativizmu je určená voľbou vodivosti v medzere palivo-pokrytie, palivovej kampane a neuvažovaním regulátorov RLS, RCS a regulátora TG. V priebehu tohto procesu, pri zadaných predpokladoch, nedôjde k porušeniu kritérií prijateľnosti pre danú kategóriu procesov.

Predložené bezpečnostné analýzy a rozbor, vykonané v súlade s doporučenými požiadavkami a metodikami, sú podkladom pre nasledovný záver:

Fyzikálne a technologické vlastnosti blokov JE MO34 spĺňajú požadované podmienky jadrovej bezpečnosti. V prípade vzniku procesu typu ATWS, v dôsledku iniciačnej udalosti „Vnos reaktivity“, nenastane porušenie kritérií prijateľnosti stanovených pre danú kategóriu procesov.

7.2.1.9.2 Prechodové procesy s poklesom prietoku chladiva I.O. (ATWS)

7.2.1.9.2.1 Charakteristika procesu

Do skupiny procesov s poklesom prietoku chladiva I.O., ktoré sú pri súčasnom zlyhaní signálov AO1 na odstavenie reaktora zaradené do skupiny nadprojektových havárií typu ATWS, patria procesy s výpadkami 4 až 6 HCČ, ktoré by v prípade vzniku takejto udalosti iniciovali vznik signálu AO1 na odstavenie reaktora. Pre analýzy tohto typu havárií je doporučené použiť realistické postupy, s mierne konzervatívnym prístupom[II.2].

Spoločným charakteristickým znakom procesov s výpadkom HCČ je pokles prietoku chladiva cez AZ. So znižujúcim sa prietokom chladiva cez AZ dochádza k zvyšovaniu ohrevu na AZ a strednej teploty chladiva v I.O..

Cieľom analýz uvedených v tejto kapitole je overiť, že v priebehu procesu vyvolaného iniciačnou udalosťou nedôjde k narušeniu relevantných kritérií prijateľnosti stanovených pre danú kategóriu iniciačných udalostí typu ATWS.

7.2.1.9.2.2 Použité kritériá prijateľnosti

Iniciačné udalosti, analyzované v tejto kapitole, sú zaradené do kategórie nadprojektových havárií typu ATWS. Je vyhodnotené plnenie kritérií prijateľnosti relevantných pre tieto udalosti. Vzhľadom na realistický prístup analyzovania procesov typu ATWS boli použité rovnaké predpoklady pre všetky overované kritériá prijateľnosti, tzn. že sú jednotne stanovené počiatkové a okrajové podmienky. Pre analyzované iniciačné udalosti sú relevantné rovnaké kritériá prijateľnosti ako vo variante 1A (7.2.1.9.1.2), tzn. DB-A1, DB-A2, DB-A3 a DB-A4b.

7.2.1.9.2.3 Výpočtové programy a použité výpočtové modely

Výpočtové analýzy danej iniciačnej udalosti sú realizované systémovým termohydraulickým výpočtovým programom RELAP5/MOD3.2.2, ktorého popis je uvedený v kapitole 7.2.1.1. Pre tento výpočtový program bol vytvorený detailný model popisujúci šesť slučiek primárneho a sekundárneho okruhu, bezpečnostné a riadiace systémy dôležité z hľadiska hodnotenia jadrovej bezpečnosti, ktorého popis je uvedený v kapitole 7.2.1.1.

7.2.1.9.2.4 Špecifikácia analyzovaných variantov

Citlivostné analýzy [III.2] preukázali, že zo skupiny iniciačných udalostí so zníženým prietokom primárneho chladiva je z hľadiska plnenia kritérií prijateľnosti najnepriaznivejší proces s výpadkom všetkých HCČ, nakoľko pri výpadku 4, resp. 5 HCČ dochádza k menej výraznej odozve bloku na pokles prietoku chladiva I.O., a tým aj k menším nárastom tlakov v I.O. aj v II.O.. Pre overenie relevantných kritérií prijateľnosti DB-A1, DB-A2, DB-A3 a DB-A4b bol analyzovaný nasledovný variant:

Variant 2A

- iniciačná udalosť : Výpadok všetkých 6 HCČ
- stav AZ: ZAC (1. kampaň)
- relevantné kritériá prijateľnosti: DB-A1, DB-A2, DB-A3 a DB-A4b

7.2.1.9.2.5 Počiatočné a okrajové podmienky

V súlade s metodikou uskutočňovania výpočtových analýz procesov typu ATWS boli aplikované realistické scenáre výpočtu, v ktorých boli počiatočné parametre a parametre popisujúce okrajové podmienky procesu nastavené na nominálne hodnoty zodpovedajúce nominálnemu tepelnému výkonu reaktora a stavu aktívnej zóny na začiatku kampane. Nepresnosti a neurčitosti meracích reťazcov neboli uvažované. V dôsledku iniciačnej udalosti nastáva zvyšovanie strednej teploty v I.O., v dôsledku čoho postupne rastie objem chladiwa v I.O. a klesá obsah bóru na jednotku objemu, čo znižuje vplyv spätných väzieb a vytvára konzervatívnejšie predpoklady pre vývoj procesu z hľadiska overovaných kritérií prijateľnosti.

Začiatok 1. kampane bol zvolený na základe citlivostných analýz. V procese sa neuvažuje so SNVS, ani s jednoduchou poruchou, ani s poruchou so spoločnou príčinou.

Minimálna vodivosť v medzere palivo-pokrytie je zvolená na základe citlivostných analýz [III.2] tak, aby mala čo najväčší konzervatívny vplyv z hľadiska analyzovaného kritéria prijateľnosti DB-A2.

Vo výpočtoch kódom RELAP5 bol použitý algoritmus kinetiky využívajúci zadanie charakteristík AZ pre realistické analýzy prostredníctvom matíc (tabuliek) zmien reaktivity podľa určujúcich parametrov (TABLE4). Vo výpočtovom modeli bola priamo aplikovaná 4-dimenzionálna matica koeficientov reaktivity, ktorá reprezentuje závislosť na hustote moderátora, teplote moderátora, teplote paliva a hmotnostnej koncentrácii bóru v chladiwe. Spôsob definície difúzných parametrov (koeficientov reaktivity) pre analýzy procesov kategórie ATWS (prístup so zníženou konzervatívnosťou) je popísaný v kapitole 7.2.1.1.

Tab. 7.2.1.9.2-1 Počiatočné hodnoty základných parametrov bloku

- rovnaké ako pre variant 1A

Tab. 7.2.1.9.2-2 Pripravenosť bezpečnostných systémov

- rovnaké ako pre variant 1A

Tab. 7.2.1.9.2-3 Pripravenosť radiacích systémov

Por. číslo	Systém	Pripravenosť	Poznámka
1	RLS	nie	
2	RCS	nie	
3	Regulátor turbíny	nie	
4	Vstreky do KO	áno	
5	EOKO	áno	
6	NDČ	áno	
7	HNČ	áno	
8	OV KO	áno	
9	RZV TG	áno	
10	HPU k TG	áno	
11	SA HPK	áno	
12	PSK	áno	

Tab. 7.2.1.9.2-4 Nastavenie signálov AO1 (RTS/DRTS/EXCORE)

- rovnaké ako pre variant 1A

Tab. 7.2.1.9.2-5 Nastavenie signálov ESFAS

- rovnaké ako pre variant 1A

Tab. 7.2.1.9.2-6 Nastavenie poistných a regulačných zariadení

- rovnaké ako pre variant 1A

7.2.1.9.2.6 Popis a rozbor výsledkov a vyhodnotenie kritérií prijateľnosti**7.2.1.9.2.6.1 Popis výsledkov variantu 2A**

Iniciačnou udalosťou procesu je súčasný výpadok všetkých HCČ s mechanickým dobehom, čo vedie k okamžitému zníženiu prietoku chladiva reaktorom. Zníženie odvodu tepla z AZ, a tým aj prestupu tepla z I.O. do II.O., spôsobuje zvyšovanie ohrevu na AZ a strednej teploty chladiva v I.O..

Na konci analyzovaného procesu v 3600 s výkon reaktora klesá a parametre primárneho a sekundárneho okruhu sú stabilizované.

Napriek tomu, že činnosť obsluhy v tomto stave bloku musí byť po niekoľkých minútach od zlyhania AO1 v súlade s prevádzkovými a havarijnými predpismi, táto analýza s tým nepočíta a preukazuje, že v prípade analyzovanej udalosti je blok bezpečný viac ako 1 hodinu aj bez akéhokoľvek zásahu obsluhy.

Grafické výsledky sa nachádzajú v Prílohe 02.

7.2.1.9.2.7 Súhrn výsledkov

Vo variante 2A bola analyzovaná nadprojektová havária typu ATWS s iniciačnou udalosťou „Pokles prietoku chladiva I.O.“. Cieľom výpočtov uvedených v tejto kapitole bolo vyhodnotiť najnepriaznivejší prípad z hľadiska overenia kritérií prijateľnosti DB-A1, DB-A2, DB-A3 a DB-A4b.

Priebeh procesu typu ATWS, vyvolaného iniciačnou udalosťou „Pokles prietoku chladiva I.O.“, pri uvažovaní zodpovedajúcich nominálnych počiatkových podmienok s primeranou mierou konzervativizmu a nominálnom nastavení ochranných a regulačných zariadení, je bezpečne zvládnuteľný. Primeraná miera konzervativizmu je určená voľbou vodivosti v medzere palivo-pokrytie, palivovej kampane a neuvažovaním regulátorov RLS, RCS a regulátora TG. V priebehu tohto procesu, pri zadaných predpokladoch, nedôjde k porušeniu kritérií prijateľnosti pre danú kategóriu procesov.

Predložené bezpečnostné analýzy a rozbor, vykonané v súlade s doporučenými požiadavkami a metodikami, sú podkladom pre nasledovný záver:

Fyzikálne a technologické vlastnosti blokov JE MO34 spĺňajú požadované podmienky jadrovej bezpečnosti. V prípade vzniku procesu typu ATWS, v dôsledku iniciačnej udalosti „Pokles prietoku chladiva I.O.“, nenastane porušenie kritérií prijateľnosti stanovených pre danú kategóriu procesov.

7.2.1.9.3 Prechodové procesy s nárastom množstva chladiva I.O. (ATWS)

7.2.1.9.3.1 Charakteristika procesu

Procesy s nárastom množstva chladiva I.O. pri súčasnom zlyhaní zaúčinkovania AO1 na odstavenie reaktora sú zaradené do skupiny nadprojektových havárií typu ATWS. Pre analýzy tohto typu havárií je doporučené použiť realistické postupy, s mierne konzervatívnym prístupom [II.2]. Iniciačnou udalosťou týchto procesov môže byť spustenie normálneho alebo havarijného doplňovania I.O., prípadne sprchovania parného priestoru KO.

Nesprávne spustenie normálneho alebo havarijného doplňovania I.O. spôsobuje nárast množstva chladiva v I.O., čoho dôsledkom je zvýšenie tlaku v I.O..

Cieľom analýz uvedených v tejto kapitole je overiť, že v priebehu procesu vyvolaného iniciačnou udalosťou nedôjde k narušeniu relevantných kritérií prijateľnosti stanovených pre danú kategóriu iniciačných udalostí typu ATWS.

7.2.1.9.3.2 Použité kritériá prijateľnosti

Iniciačné udalosti, analyzované v tejto kapitole, sú zaradené do kategórie nadprojektových havárií typu ATWS. Je vyhodnotené plnenie kritérií prijateľnosti relevantných pre tieto udalosti. Vzhľadom na realistický prístup analyzovania procesov typu ATWS boli použité rovnaké predpoklady pre všetky overované kritéria prijateľnosti, tzn. že sú jednotne stanovené počiatočné a okrajové podmienky. Pre analyzované iniciačné udalosti sú relevantné rovnaké kritériá prijateľnosti ako vo variante 1A (7.2.1.9.1.2), tzn. DB-A1, DB-A2, DB-A3 a DB-A4b.

7.2.1.9.3.3 Výpočtové programy a použité výpočtové modely

Výpočtové analýzy danej iniciačnej udalosti sú realizované systémovým termohydraulickým výpočtovým programom RELAP5/MOD3.2.2, ktorého popis je uvedený v kapitole 7.2.1.1. Pre tento výpočtový program bol vytvorený detailný model popisujúci šesť slučiek primárneho a sekundárneho okruhu, bezpečnostné a riadiace systémy dôležité z hľadiska hodnotenia jadrovej bezpečnosti, ktorého popis je uvedený v kapitole 7.2.1.1.

7.2.1.9.3.4 Špecifikácia analyzovaných variantov

Citlivostné analýzy [III.2] preukázali, že zo skupiny iniciačných udalostí s nárastom množstva primárneho chladiva je z hľadiska plnenia kritérií prijateľnosti najnepriaznivejší proces spustenia dvoch NDČ.. Pre overenie relevantných kritérií prijateľnosti DB-A1, DB-A2, DB-A3 a DB-A4b bol analyzovaný nasledovný variant:

Variant 3A

- iniciačná udalosť : Nesprávne spustenie dvoch čerpadiel normálneho doplňovania
- stav AZ: ZAC (1. kampaň)
- relevantné kritériá prijateľnosti: DB-A1, DB-A2, DB-A3 a DB-A4b

Iniciačnou udalosťou je nesprávne spustenie systému normálneho doplňovania čistého kondenzátu, pričom sa predpokladá, že neprebíha vodovýmena. V dôsledku dodávky relatívne chladnej vody, spätné väzby spôsobujú vyšší nárast výkonu reaktora a teploty paliva.

7.2.1.9.3.5 Počiatočné a okrajové podmienky

V súlade s metodikou uskutočňovania výpočtových analýz procesov typu ATWS boli aplikované realistické scenáre výpočtu, v ktorých boli počiatočné parametre a parametre popisujúce okrajové podmienky procesu nastavené na nominálne hodnoty zodpovedajúce nominálnemu tepelnému výkonu reaktora a stavu aktívnej zóny na začiatku 1. kampane. Nepresnosti a neurčitosti meracích reťazcov neboli uvažované. V dôsledku iniciačnej udalosti nastáva zvýšenie výkonu reaktora a následne aj zvyšovanie strednej teploty v I.O., v dôsledku čoho postupne rastie objem chladiva v I.O. a klesá obsah bóru na jednotku objemu, čo znižuje vplyv spätných väzieb a vytvára konzervatívnejšie predpoklady pre vývoj procesu z hľadiska overovaných kritérií prijateľnosti.

Začiatok 1. kampane bol zvolený na základe citlivostných analýz. V procese sa neuvažuje so SNVS, ani s jednoduchou poruchou, ani s poruchou so spoločnou príčinou.

Minimálna vodivosť v medzere palivo-pokrytie je zvolená na základe citlivostných analýz [III.2] tak, aby mala čo najväčší konzervatívny vplyv z hľadiska analyzovaného kritéria prijateľnosti DB-A2.

Vo výpočtoch kódom RELAP5 bol použitý algoritmus kinetiky využívajúci zadanie charakteristík AZ pre realistické analýzy prostredníctvom matíc (tabuliek) zmien reaktivity podľa určujúcich parametrov (TABLE4). Vo výpočtovom modeli bola priamo aplikovaná 4-dimenziálna matica koeficientov reaktivity, ktorá reprezentuje závislosť na hustote moderátora, teplote moderátora, teplote paliva a hmotnostnej koncentrácii bóru v chladive. Spôsob definície difúzných parametrov (koeficientov reaktivity) pre analýzy procesov kategórie ATWS (prístup so zníženou konzervatívnosťou) je popísaný v kapitole 7.2.1.1.

Tab. 7.2.1.9.3-1 Počiatočné hodnoty základných parametrov bloku

- rovnaké ako pre variant 1A

Tab. 7.2.1.9.3-2 Pripravenosť bezpečnostných systémov

- rovnaké ako pre variant 1A

Tab. 7.2.1.9.3-3 Pripravenosť riadiacich systémov

Por. číslo	Systém	Pripravenosť	Poznámka
1	RLS	nie	
2	RCS	nie	
3	Regulátor turbíny	nie	
4	Vstreky do KO	áno	
5	EOKO	áno	
6	NDČ	áno	Štart NDČ je iniciačnou udalosťou
7	HNČ	áno	
8	OV KO	áno	
9	RZV TG	áno	
10	HPU k TG	áno	
11	SA HPK	áno	
12	PSK	áno	

Tab. 7.2.1.9.3-4 Nastavenie signálov AO1 (RTS/DRTS/EXCORE)

- rovnaké ako pre variant 1A

Tab. 7.2.1.9.3-5 Nastavenie signálov ESFAS

- rovnaké ako pre variant 1A

Tab. 7.2.1.9.3-6 Nastavenie poistných a regulačných zariadení

- rovnaké ako pre variant 1A

7.2.1.9.3.6 Popis a rozbor výsledkov a vyhodnotenie kritérií prijateľnosti**7.2.1.9.3.6.1 Popis výsledkov variantu 3A**

Iniciačnou udalosťou procesu je nesprávne spustenie dvoch NDČ. Dodávkou studenej vody čerpadlami systému normálneho dopĺňovania sa do I.O. dodáva voda, čo spôsobuje prostredníctvom vplyvu spätných väzieb od hustoty moderátora najmä výrazný nárast výkonu reaktora a tlaku v I.O.

Na konci analyzovaného procesu v 3600 s je generovaný výkon reaktora ustálený na novej výkonovej hladine a parametre primárneho a sekundárneho okruhu sú stabilizované

Napriek tomu, že činnosť obsluhy v tomto stave bloku musí byť po niekoľkých minútach od zlyhania AO1 v súlade s prevádzkovými a havarijnými predpismi, táto analýza s tým nepočíta a preukazuje, že v prípade analyzovanej udalosti je blok bezpečný viac ako 1 hodinu aj bez akéhokoľvek zásahu obsluhy.

Grafické výsledky sa nachádzajú v Prílohe 03.

7.2.1.9.3.7 Súhrn výsledkov

Vo variante 3A bola analyzovaná nadprojektová havária typu ATWS s iniciačnou udalosťou „Nárast množstva chladiva I.O.“. Cieľom výpočtov uvedených v tejto kapitole bolo vyhodnotiť najnepriaznivejší prípad z hľadiska overenia kritérií prijateľnosti DB-A1, DB-A2, DB-A3 a DB-A4b.

Priebeh procesu typu ATWS, vyvolaného iniciačnou udalosťou „Nárast množstva chladiva I.O.“, pri uvažovaní zodpovedajúcich nominálnych počiatkových podmienok s primeranou mierou konzervativizmu a nominálnom nastavení ochranných a regulačných zariadení, je bezpečne zvláduteľný. Primeraná miera konzervativizmu je určená voľbou vodivosti v medzere palivo-pokrytie, palivovej kampane a neuvažovaním regulátorov RLS, RCS a regulátora TG. V priebehu tohto procesu, pri zadaných predpokladoch, nedôjde k porušeniu kritérií prijateľnosti pre danú kategóriu procesov.

Predložené bezpečnostné analýzy a rozbor, vykonané v súlade s doporučenými požiadavkami a metodikami, sú podkladom pre nasledovný záver:

Fyzikálne a technologické vlastnosti blokov JE MO34 spĺňajú požadované podmienky jadrovej bezpečnosti. V prípade vzniku procesu typu ATWS, v dôsledku iniciačnej udalosti „Nárast množstva chladiva I.O.“, nenastane porušenie kritérií prijateľnosti stanovených pre danú kategóriu procesov.

7.2.1.9.4 Prechodové procesy so zvýšeným odvodom tepla z I.O. sekundárnym okruhom (ATWS)

7.2.1.9.4.1 Charakteristika procesu

Procesy so zvýšeným odvodom tepla z I.O. sekundárnym okruhom pri súčasnom zlyhaní signálov AO1 na odstavenie reaktora sú zaradené do skupiny nadprojektových havárií typu ATWS. Pre analýzy tohto typu havárií je doporučené použiť realistické postupy, s mierne konzervatívnym prístupom [II.2].

Do skupiny procesov so zvýšeným odvodom tepla z I.O. sekundárnym okruhom, ktoré sú pri súčasnom zlyhaní signálov AO1 na odstavenie reaktora zaradené do skupiny nadprojektových havárií typu ATWS, patria procesy, ktoré sa v návode MAAE [II.3] odporúča rozdeliť na štyri skupiny podľa primárnej príčiny, ktorá vedie k poruchovému stavu:

- Pokles teploty napájacej vody do PG
- Zvýšenie prietoku NV do PG
- Zvýšenie prietoku pary cez TG
- Otvorenie ventilov na parovodoch alebo HPK

Z uvedených podskupín iniciačných udalostí sú najzávažnejšie procesy s poklesom teploty NV a procesy s otvorením ventilov na parovodoch alebo HPK.

Iniciačné udalosti procesov so zvýšeným odvodom tepla z I.O. sekundárnym okruhom spôsobujú pokles tlaku v II.O. a následne ochladzovanie I.O. a nárast výkonu reaktora.

Cieľom analýz uvedených v tejto kapitole je overiť, že v priebehu procesu vyvolaného iniciačnou udalosťou nedôjde k narušeniu relevantných kritérií prijateľnosti stanovených pre danú kategóriu iniciačných udalostí typu ATWS.

7.2.1.9.4.2 Použité kritériá prijateľnosti

Iniciačné udalosti, analyzované v tejto kapitole, sú zaradené do kategórie nadprojektových havárií typu ATWS. Je vyhodnotené plnenie kritérií prijateľnosti relevantných pre tieto udalosti. Vzhľadom na realistický prístup analyzovania procesov typu ATWS boli použité rovnaké predpoklady pre všetky overované kritéria prijateľnosti, tzn. že sú jednotne stanovené počiatočné a okrajové podmienky. Pre analyzované iniciačné udalosti sú relevantné rovnaké kritériá prijateľnosti ako vo variante 1A (7.2.1.9.1.2), tzn. DB-A1, DB-A2, DB-A3 a DB-A4b.

7.2.1.9.4.3 Výpočtové programy a použité výpočtové modely

Výpočtové analýzy danej iniciačnej udalosti sú realizované systémovým termohydraulickým výpočtovým programom RELAP5/MOD3.2.2, ktorého popis je uvedený v kapitole 7.2.1.1. Pre tento výpočtový program bol vytvorený detailný model popisujúci šesť slučiek primárneho a sekundárneho okruhu, bezpečnostné a riadiace systémy dôležité z hľadiska hodnotenia jadrovej bezpečnosti, ktorého popis je uvedený v kapitole 7.2.1.1.

7.2.1.9.4.4 Špecifikácia analyzovaných variantov

Citlivostné analýzy [III.2] preukázali, že zo skupiny iniciačných udalostí so zvýšeným odvodom tepla z I.O. sekundárnym okruhom sú z hľadiska plnenia kritérií prijateľnosti najnepriaznivejšie procesy s poklesom teploty NV a s otvorením PSK na TG1. Pre overenie relevantných kritérií prijateľnosti DB-A1, DB-A2, DB-A3 a DB-A4b boli analyzované nasledovné varianty:

Variant 4A

- iniciačná udalosť: Pokles teploty NV
- stav AZ: KON (1. kampaň)
- relevantné kritériá prijateľnosti: DB-A1, DB-A2, DB-A3 a DB-A4b

Variant 4B

- iniciačná udalosť: Otvorenie oboch PSK na TG1
- stav AZ: KON (1. kampaň)
- relevantné kritériá prijateľnosti: DB-A1, DB-A2, DB-A3 a DB-A4b

7.2.1.9.4.5 Počiatočné a okrajové podmienky

V súlade s metodikou uskutočňovania výpočtových analýz procesov typu ATWS boli aplikované realistické scenáre výpočtu, v ktorých boli počiatočné parametre a parametre popisujúce okrajové podmienky procesu nastavené na nominálne hodnoty zodpovedajúce nominálnemu tepelnému výkonu reaktora a stavu aktívnej zóny na konci kampane. Nepresnosti a neurčitosti meracích reťazcov neboli uvažované. V dôsledku iniciačnej udalosti, kedy teploty v PO klesajú a spätné väzby zvyšujú výkon, tieto sú silnejšie na konci kampane, kedy je koncentrácia bóru v chladiči nulová. To vytvára konzervatívnejšie predpoklady pre vývoj procesu z hľadiska sledovaných kritérií prijateľnosti.

Koniec 1. kampane bol zvolený na základe citlivostných analýz. V procese sa neuvažuje so SNVS, ani s jednoduchou poruchou, ani s poruchou so spoločnou príčinou.

Minimálna vodivosť v medzere palivo-pokrytie je zvolená na základe citlivostných analýz [III.2] tak, aby mala čo najväčší konzervatívny vplyv z hľadiska analyzovaného kritéria prijateľnosti DB-A2.

Vo výpočtoch kódom RELAP5 bol použitý algoritmus kinetiky využívajúci zadanie charakteristík AZ pre realistické analýzy prostredníctvom matíc (tabuliek) zmien reaktivity podľa určujúcich parametrov (TABLE4). Vo výpočtovom modeli bola priamo aplikovaná 4-dimenzionálna matica koeficientov reaktivity, ktorá reprezentuje závislosť na hustote moderátora, teplote moderátora, teplote paliva a hmotnostnej koncentrácii bóru v chladiči. Spôsob definície difúzných parametrov (koeficientov reaktivity) pre analýzy procesov kategórie ATWS (prístup so zníženou konzervatívnosťou) je popísaný v kapitole 7.2.1.1.

Tab. 7.2.1.9.4-1 Počiatočné hodnoty základných parametrov bloku

- rovnaké ako pre variant 1A, okrem: je uvažovaný koniec 1. kampane (KON)

Tab. 7.2.1.9.4-2 Pripravenosť bezpečnostných systémov

- rovnaké ako pre variant 1A

Tab. 7.2.1.9.4-3 Pripravenosť riadiacich systémov

Por. číslo	Systém	Pripravenosť	Poznámka
1	RLS	nie	
2	RCS	nie	
3	Regulátor turbíny	nie	
4	Vstreky do KO	áno	
5	EOKO	áno	
6	NDC	áno	
7	HNČ	áno	
8	OV KO	áno	
9	RZV TG	áno	
10	HPU k TG	áno	
11	SA HPK	áno	
12	PSK	áno	

Tab. 7.2.1.9.4-4 Nastavenie signálov AO1 (RTS/DRTS/EXCORE)

- rovnaké ako pre variant 1A

Tab. 7.2.1.9.4-5 Nastavenie signálov ESFAS

- rovnaké ako pre variant 1A

Tab. 7.2.1.9.4-6 Nastavenie poistných a regulačných zariadení

- rovnaké ako pre variant 1A

7.2.1.9.4.6 Popis a rozbor výsledkov a vyhodnotenie kritérií prijateľnosti

7.2.1.9.4.6.1 Popis výsledkov variantu 4A

Iniciačnou udalosťou je neočakávaný pokles teploty napájacej vody vo všetkých PG.

Zníženie teploty napájacej vody je sprevádzané poklesom tlaku v jednotlivých PG, čo vedie k zvýšenému odvodu tepla sekundárnym okruhom a pôsobením kinetických spätných väzieb začne rásť výkon reaktora.

Na konci analyzovaného procesu v 3600 s je výkon reaktora stabilizovaný na novej výkonovej hladine a celý generovaný tepelný výkon reaktora je odvádzaný sekundárnym okruhom. V priebehu procesu nedochádza k žiadnemu doplňovaniu chladiva do I.O., ani k úniku chladiva cez OV KO a teda pri analyzovanej havárii nedochádza k úniku chladiva do hermetických priestorov.

Napriek tomu, že činnosť obsluhy v tomto stave bloku musí byť po niekoľkých minútach od zlyhania AO1 v súlade s prevádzkovými a havarijnými predpismi, táto analýza s tým nepočíta a preukazuje, že v prípade analyzovanej udalosti je blok bezpečný viac ako 1 hodinu aj bez akéhokoľvek zásahu obsluhy.

Grafické výsledky sa nachádzajú v Prílohe 04.

7.2.1.9.4.6.2 Popis výsledkov variantu 4B

Iniciačnou udalosťou je neočakávané otvorenie oboch PSK na TG1. V dôsledku otvorenia PSK poklesne tlak v II.O. a zvýši sa prietok pary z PG, čo vedie k zvýšenému odvodu tepla z I.O. a poklesu tlaku a teploty v I.O.. Zníženie teploty chladiva spôsobí prostredníctvom spätných väzieb nárast výkonu reaktora, s čím je spojený aj nárast teploty paliva.

Na konci analyzovaného procesu v 3600 s je výkon reaktora stabilizovaný na novej výkonovej hladine a celý generovaný tepelný výkon reaktora je odvádzaný sekundárnym okruhom. V priebehu procesu nedochádza k žiadnemu doplňovaniu chladiva do I.O., ani k úniku chladiva cez OV KO a teda pri analyzovanej havárii nedochádza k úniku chladiva do hermetických priestorov.

Napriek tomu, že činnosť obsluhy v tomto stave bloku musí byť po niekoľkých minútach od zlyhania AO1 v súlade s prevádzkovými a havarijnými predpismi, táto analýza s tým nepočíta a preukazuje, že v prípade analyzovanej udalosti je blok bezpečný viac ako 1 hodinu aj bez akéhokoľvek zásahu obsluhy.

Grafické výsledky sa nachádzajú v Prílohe 05.

7.2.1.9.4.7 Súhrn výsledkov

Vo variantoch 4A a 4B bola analyzovaná nadprojektová havária typu ATWS s iniciačnou udalosťou „Zvýšenie odvodu tepla z I.O.“. Cieľom výpočtov uvedených v tejto kapitole bolo vyhodnotiť najnepriaznivejší prípad z hľadiska overenia kritérií prijateľnosti DB-A1, DB-A2, DB-A3 a DB-A4b.

Priebeh procesu typu ATWS, vyvolaného iniciačnou udalosťou „Zvýšenie odvodu tepla z I.O.“, pri uvažovaní zodpovedajúcich nominálnych počiatkových podmienok s primeranou mierou konzervativizmu a nominálnom nastavení ochranných a regulačných zariadení, je bezpečne zvládnuteľný. Primeraná miera konzervativizmu je určená voľbou vodivosti v medzere palivo-pokrytie, palivovej kampane a neuvažovaním regulátorov RLS, RCS a regulátora TG. V priebehu tohto procesu, pri zadaných predpokladoch, nedôjde k porušeniu kritérií prijateľnosti pre danú kategóriu procesov.

Predložené bezpečnostné analýzy a rozbor, vykonané v súlade s doporučenými požiadavkami a metodikami, sú podkladom pre nasledovný záver:

Fyzikálne a technologické vlastnosti blokov JE MO34 spĺňajú požadované podmienky jadrovej bezpečnosti. V prípade vzniku procesu typu ATWS, v dôsledku iniciačnej udalosti „Zvýšenie odvodu tepla z I.O.“, nenastane porušenie kritérií prijateľnosti stanovených pre danú kategóriu procesov.

7.2.1.9.5 Prechodové procesy so zníženým odvodom tepla z I.O. sekundárnym okruhom (ATWS)

7.2.1.9.5.1 Charakteristika procesu

Procesy so zníženým odvodom tepla z I.O. sekundárnym okruhom pri súčasnom zlyhaní signálov AO1 na odstavenie reaktora sú zaradené do skupiny nadprojektových havárií typu ATWS. Pre analýzy tohto typu havárií je doporučené použiť realistické postupy, s mierne konzervatívnym prístupom [II.2].

Do skupiny procesov so zníženým odvodom tepla z I.O. sekundárnym okruhom z dôvodu menšieho prenosu tepla v PG, ktoré sú pri súčasnom zlyhaní signálov AO1 na odstavenie reaktora zaradené do skupiny nadprojektových havárií typu ATWS, patria procesy, pri ktorých iniciačná udalosť spôsobí zníženie prietoku napájacej vody do PG. Následkom toho dochádza k poklesu množstva vody a zmenšovaniu teplovýmennej plochy v PG, nárast tlaku v II.O. spôsobí aj nárast tlaku v I.O..

K nepriamemu znížovaniu prietoku napájacej vody do PG dochádza v procesoch so zníženým prietokom pary z PG.

Cieľom analýz uvedených v tejto kapitole je overiť, že v priebehu procesu vyvolaného iniciačnou udalosťou nedôjde k narušeniu relevantných kritérií prijateľnosti stanovených pre danú kategóriu iniciačných udalostí typu ATWS.

7.2.1.9.5.2 Použité kritériá prijateľnosti

Iniciačné udalosti, analyzované v tejto kapitole, sú zaradené do kategórie nadprojektových havárií typu ATWS. Je vyhodnotené plnenie kritérií prijateľnosti relevantných pre tieto udalosti. Vzhľadom na realistický prístup analyzovania procesov typu ATWS boli použité rovnaké predpoklady pre všetky overované kritériá prijateľnosti, tzn. že sú jednotne stanovené počiatočné a okrajové podmienky. Pre analyzované iniciačné udalosti sú relevantné rovnaké kritériá prijateľnosti ako vo variante 1A (7.2.1.9.1.2), tzn. DB-A1, DB-A2, DB-A3 a DB-A4b.

7.2.1.9.5.3 Výpočtové programy a použité výpočtové modely

Výpočtové analýzy danej iniciačnej udalosti sú realizované systémovým termohydraulickým výpočtovým programom RELAP5/MOD3.2.2, ktorého popis je uvedený v kapitole 7.2.1.1. Pre tento výpočtový program bol vytvorený detailný model popisujúci šesť slučiek primárneho a sekundárneho okruhu, bezpečnostné a riadiace systémy dôležité z hľadiska hodnotenia jadrovej bezpečnosti, ktorého popis je uvedený v kapitole 7.2.1.1.

7.2.1.9.5.4 Špecifikácia analyzovaných variantov

Citlivostné analýzy [III.2] preukázali, že zo skupiny iniciačných udalostí so zníženým odvodom tepla z I.O. sekundárnym okruhom sú z hľadiska plnenia kritérií prijateľnosti najnepriaznivejšie procesy "Výpadok všetkých ENČ", "Strata napájania vlastnej spotreby" a "Strata vákua v hlavných kondenzátoroch". Pre overenie relevantných kritérií prijateľnosti DB-A1, DB-A2, DB-A3 a DB-A4b boli analyzované nasledovné varianty:

Variant 5A

- iniciačná udalosť: Výpadok všetkých ENČ
- stav AZ: ZAC (1. kampaň)

- relevantné kritériá prijateľnosti: DB-A1, DB-A2, DB-A3 a DB-A4b

Variant 5B

- iniciačná udalosť: Strata napájania vlastnej spotreby
- stav AZ: ZAC (1. kampaň)
- relevantné kritériá prijateľnosti: DB-A1, DB-A2, DB-A3 a DB-A4b

Variant 5C

- iniciačná udalosť: Strata vákua v hlavných kondenzátoroch
- stav AZ: ZAC (1. kampaň)
- relevantné kritériá prijateľnosti: DB-A1, DB-A2, DB-A3 a DB-A4b

7.2.1.9.5.5 Počiatočné a okrajové podmienky

V súlade s metodikou uskutočňovania výpočtových analýz procesov typu ATWS boli aplikované realistické scenáre výpočtu, v ktorých boli počiatočné parametre a parametre popisujúce okrajové podmienky procesu nastavené na nominálne hodnoty nominálnemu zodpovedajúce tepelnému výkonu reaktora a stavu aktívnej zóny na začiatku kampane. Nepresnosti a neurčitosti meracích reťazcov neboli uvažované. V dôsledku iniciačnej udalosti, kedy teploty v PO klesajú a spätné väzby zvyšujú výkon, tieto sú silnejšie na konci kampane, kedy je koncentrácia bóru v chladiči nulová. To vytvára konzervatívnejšie predpoklady pre vývoj procesu z hľadiska sledovaných kritérií prijateľnosti.

Začiatok 1. kampane bol zvolený na základe citlivostných analýz. V procese sa neuvažuje so SNVS, ani s jednoduchou poruchou, ani s poruchou so spoločnou príčinou.

Minimálna vodivosť v medzere palivo-pokrytie je zvolená na základe citlivostných analýz [III.2] tak, aby mala čo najväčší konzervatívny vplyv z hľadiska analyzovaného kritéria prijateľnosti DB-A2.

Vo výpočtoch kódom RELAP5 bol použitý algoritmus kinetiky využívajúci zadanie charakteristík AZ pre realistické analýzy prostredníctvom matíc (tabuliek) zmien reaktivity podľa určujúcich parametrov (TABLE4). Vo výpočtovom modeli bola priamo aplikovaná 4-dimenzionálna matica koeficientov reaktivity, ktorá reprezentuje závislosť na hustote moderátora, teplote moderátora, teplote paliva a hmotnostnej koncentrácii bóru v chladiči. Spôsob definície difúzných parametrov (koeficientov reaktivity) pre analýzy procesov kategórie ATWS (prístup so zníženou konzervatívnosťou) je popísaný v kapitole 7.2.1.1.

Tab. 7.2.1.9.5-1 Počiatočné hodnoty základných parametrov bloku

- rovnaké ako pre variant 1A

Tab. 7.2.1.9.5-2 Pripravenosť bezpečnostných systémov

- rovnaké ako pre variant 1A

Tab. 7.2.1.9.5-3 Pripravenosť riadiacich systémov

Por. číslo	Systém	Pripravenosť	Poznámka
1	RLS	nie	
2	RCS	nie	
3	Regulátor turbíny	nie	
4	Vstreky do KO	áno	
5	EOKO	áno	
6	NDČ	áno	
7	HNČ	áno	
8	OV KO	áno	
9	RZV TG	áno	
10	HPU k TG	áno	
11	SA HPK	áno	
12	PSK	áno	

Tab. 7.2.1.9.5-4 Nastavenie signálov AO1 (RTS/DRTS/EXCORE)

- rovnaké ako pre variant 1A

Tab. 7.2.1.9.5-5 Nastavenie signálov ESFAS

- rovnaké ako pre variant 1A

Tab. 7.2.1.9.5-6 Nastavenie poistných a regulačných zariadení

- rovnaké ako pre variant 1A

7.2.1.9.5.6 Popis a rozbor výsledkov a vyhodnotenie kritérií prijateľnosti

7.2.1.9.5.6.1 Popis výsledkov variantu 5A

Iničiačnou udalosťou je výpadok všetkých hlavných napájacích čerpadiel bez nábehu rezervného čerpadla. V dôsledku okamžitého prerušenia odvodu pary z PG dochádza k prudkému nárastu tlaku v II.O., následne rastie aj teplota chladiva a tlak v I.O. a vplyvom spätných väzieb dochádza k poklesu výkonu reaktora.

Na konci analyzovaného procesu v 3600 s je generovaný výkon reaktora udržiavaný na novej výkonovej hladine a parametre primárneho a sekundárneho okruhu sú stabilizované.

Napriek tomu, že činnosť obsluhy v tomto stave bloku musí byť po niekoľkých minútach od zlyhania AO1 v súlade s prevádzkovými a havarijnými predpismi, táto analýza s tým nepočíta a preukazuje, že v prípade analyzovanej udalosti je blok bezpečný viac ako 1 hodinu aj bez akéhokoľvek zásahu obsluhy.

Grafické výsledky sa nachádzajú v Prílohe 06.

7.2.1.9.5.6.2 Popis výsledkov variantu 5B

Iničiačnou udalosťou je strata napájania vlastnej spotreby, ktorá je spôsobená rozpadom vonkajšej siete. Okamžité prerušenie odvodu pary vedie k prudkému nárastu tlaku v II.O. a následne k nárastu teploty chladiva a tlaku v I.O. v dôsledku zníženia odvodu tepla z I.O. do II.O. a prostredníctvom spätných väzieb dochádza k poklesu výkonu reaktora.

Na konci analyzovaného procesu v 3600 s je generovaný výkon reaktora udržiavaný na novej výkonovej hladine a parametre primárneho a sekundárneho okruhu sú stabilizované, je udržiavaná dostatočná podkritičnosť.

Napriek tomu, že činnosť obsluhy v tomto stave bloku musí byť po niekoľkých minútach od zlyhania AO1 v súlade s prevádzkovými a havarijnými predpismi, táto analýza s tým nepočíta a preukazuje, že v prípade analyzovanej udalosti je blok bezpečný viac ako 1 hodinu aj bez akéhokoľvek zásahu obsluhy.

Grafické výsledky sa nachádzajú v Prílohe 07.

7.2.1.9.5.6.3 Popis výsledkov variantu 5C

Iničiačnou udalosťou je strata vákua v hlavných kondenzátoroch. V dôsledku okamžitého prerušenia odvodu pary z PG dochádza k prudkému nárastu tlaku v II.O., následne rastie aj teplota chladiva a tlak v I.O. v dôsledku zníženého odvodu tepla z I.O. do II.O..

Na konci analyzovaného procesu v 3600 s je generovaný výkon reaktora udržiavaný na novej výkonovej hladine a parametre primárneho a sekundárneho okruhu sú stabilizované. Po spustení jedného SHNČ je udržiavaná dostatočná podkritičnosť.

Napriek tomu, že činnosť obsluhy v tomto stave bloku musí byť po niekoľkých minútach od zlyhania AO1 v súlade s prevádzkovými a havarijnými predpismi, táto analýza preukazuje, že v prípade analyzovanej udalosti na bezpečnú prevádzku bloku viac ako 1 hodinu postačuje manuálny štart 1 SHNČ v súlade s havarijným predpisom.

Grafické výsledky sa nachádzajú v Prílohe 08.

7.2.1.9.5.7 Súhrn výsledkov

Vo variantoch 5A, 5B a 5C bola analyzovaná nadprojektová havária typu ATWS s iniciačnou udalosťou „Zníženie odvodu tepla z I.O.“. Cieľom výpočtov uvedených v tejto kapitole bolo vyhodnotiť najnepriaznivejší prípad z hľadiska overenia kritérií prijateľnosti DB-A1, DB-A2, DB-A3 a DB-A4b.

Priebeh procesu typu ATWS, vyvolaného iniciačnou udalosťou „Zníženie odvodu tepla z I.O.“, pri uvažovaní zodpovedajúcich nominálnych počiatočných podmienok s primeranou mierou konzervativizmu a nominálnom nastavení ochranných a regulačných zariadení, je bezpečne zvládnuteľný. Primeraná miera konzervativizmu je určená voľbou vodivosti v medzere palivo-pokrytie, palivovej kampane a neuvažovaním regulátorov RLS, RCS a regulátora TG. V priebehu tohto procesu, pri zadaných predpokladoch, nedôjde k porušeniu kritérií prijateľnosti pre danú kategóriu procesov.

Predložené bezpečnostné analýzy a rozbor, vykonané v súlade s doporučenými požiadavkami a metodikami, sú podkladom pre nasledovný záver:

Fyzikálne a technologické vlastnosti blokov JE MO34 spĺňajú požadované podmienky jadrovej bezpečnosti. V prípade vzniku procesu typu ATWS, v dôsledku iniciačnej udalosti „Zníženie odvodu tepla z I.O.“, nenastane porušenie kritérií prijateľnosti stanovených pre danú kategóriu procesov.

LITERATÚRA

I Zdrojové dokumenty, ktoré sú vlastníctvom SE, a.s.

- [I.1] Kapitola 07.02.00 Súhrn vstupných dát pre deterministické analýzy bezpečnosti, rev. 03, apríl 2013.

II Legislatívne dokumenty (zákony, vyhlášky, normy, dokumenty MAAE, a pod.)

- [II.1] Zbierka zákonov č. 430/2011, Vyhláška ÚJD SR o požiadavkách na jadrovú bezpečnosť.
- [II.2] J. Husárček: Požiadavky na deterministické analýzy bezpečnosti, BNS I.11.1/ 2012, ÚJD SR, Bratislava, máj 2012 (revízia vydaná v roku 2013 bola tiež vzatá do úvahy).
- [II.3] IAEA-EBP-WWER-01, Guidelines for Accident Analysis of WWER Nuclear Power Plants, MAAE, December 1995.
- [II.4] Zákon NR SR č. 541/2004 Z. z. o mierovom využívaní jadrovej energie (Atómový zákon) a o zmene a doplnení niektorých zákonov.
- [II.5] Vyhláška č. 31/2012 Z. z, ktorou sa mení a dopĺňa vyhláška ÚJD SR č. 58/2006 Z.z., ktorou sa ustanovujú podrobnosti o rozsahu, obsahu a spôsobe vyhotovovania dokumentácie jadrových zariadení potrebnej k jednotlivým rozhodnutiam.
- [II.6] J. Husárček a kol.: Rozsah a obsah bezpečnostnej správy, ÚJD SR, BNS I.1.2/2008, Bratislava, november, 2008 (revízia vydaná v roku 2014 bola tiež vzatá do úvahy).
- [II.7] Format and Content of the Safety Analysis Report for Nuclear Power Plants, IAEA Safety Standards Series No. GS-G-4.1, Vienna, 2004.

III Zdrojové dokumenty, ktoré sú spravidla vytvorené VUJE, a.s.

- [III.1] RELAP5/MOD3.2.2 CODE MANUAL, NUREG/CR-5535-Vol. I.-VII.
- [III.2] PAA-22-BSMO34-kap7-2-1-9, Interný dokument VUJE, 2013.

ZOZNAM PRÍLOH

PRÍLOHA 01	Variant 1A - Nekontrolované vysúvanie 6. skupiny HRK
PRÍLOHA 02	Variant 2A - Výpadok všetkých 6 HCČ
PRÍLOHA 03	Variant 3A - Nesprávne spustenie dvoch NDČ
PRÍLOHA 04	Variant 4A - Pokles teploty NV
PRÍLOHA 05	Variant 4B - Otvorenie oboch PSK na TG1
PRÍLOHA 06	Variant 5A - Výpadok všetkých ENČ
PRÍLOHA 07	Variant 5B - Strata napájania vlastnej spotreby
PRÍLOHA 08	Variant 5C - Strata vákua v hlavných kondenzátoroch

ZOZNAM TABULIEK

Tab. 7.2.1.9.1-1 Pripravenosť bezpečnostných systémov	10
Tab. 7.2.1.9.1-2 Pripravenosť riadiacich systémov	10
Tab. 7.2.1.9.2-1 Počiatočné hodnoty základných parametrov bloku	13
Tab. 7.2.1.9.2-2 Pripravenosť bezpečnostných systémov	13
Tab. 7.2.1.9.2-3 Pripravenosť riadiacich systémov	13
Tab. 7.2.1.9.2-4 Nastavenie signálov AO1 (RTS/DRTS/EXCORE).....	14
Tab. 7.2.1.9.2-5 Nastavenie signálov ESFAS	14
Tab. 7.2.1.9.2-6 Nastavenie poistných a regulačných zariadení	14
Tab. 7.2.1.9.3-1 Počiatočné hodnoty základných parametrov bloku	16
Tab. 7.2.1.9.3-2 Pripravenosť bezpečnostných systémov	16
Tab. 7.2.1.9.3-3 Pripravenosť riadiacich systémov	16
Tab. 7.2.1.9.3-4 Nastavenie signálov AO1 (RTS/DRTS/EXCORE).....	17
Tab. 7.2.1.9.3-5 Nastavenie signálov ESFAS	17
Tab. 7.2.1.9.3-6 Nastavenie poistných a regulačných zariadení	17
Tab. 7.2.1.9.4-1 Počiatočné hodnoty základných parametrov bloku	19
Tab. 7.2.1.9.4-2 Pripravenosť bezpečnostných systémov	19
Tab. 7.2.1.9.4-3 Pripravenosť riadiacich systémov	20
Tab. 7.2.1.9.4-4 Nastavenie signálov AO1 (RTS/DRTS/EXCORE).....	20
Tab. 7.2.1.9.4-5 Nastavenie signálov ESFAS	20
Tab. 7.2.1.9.4-6 Nastavenie poistných a regulačných zariadení	20
Tab. 7.2.1.9.5-1 Počiatočné hodnoty základných parametrov bloku	24
Tab. 7.2.1.9.5-2 Pripravenosť bezpečnostných systémov	24
Tab. 7.2.1.9.5-3 Pripravenosť riadiacich systémov	25
Tab. 7.2.1.9.5-4 Nastavenie signálov AO1 (RTS/DRTS/EXCORE).....	25
Tab. 7.2.1.9.5-5 Nastavenie signálov ESFAS	25
Tab. 7.2.1.9.5-6 Nastavenie poistných a regulačných zariadení	25

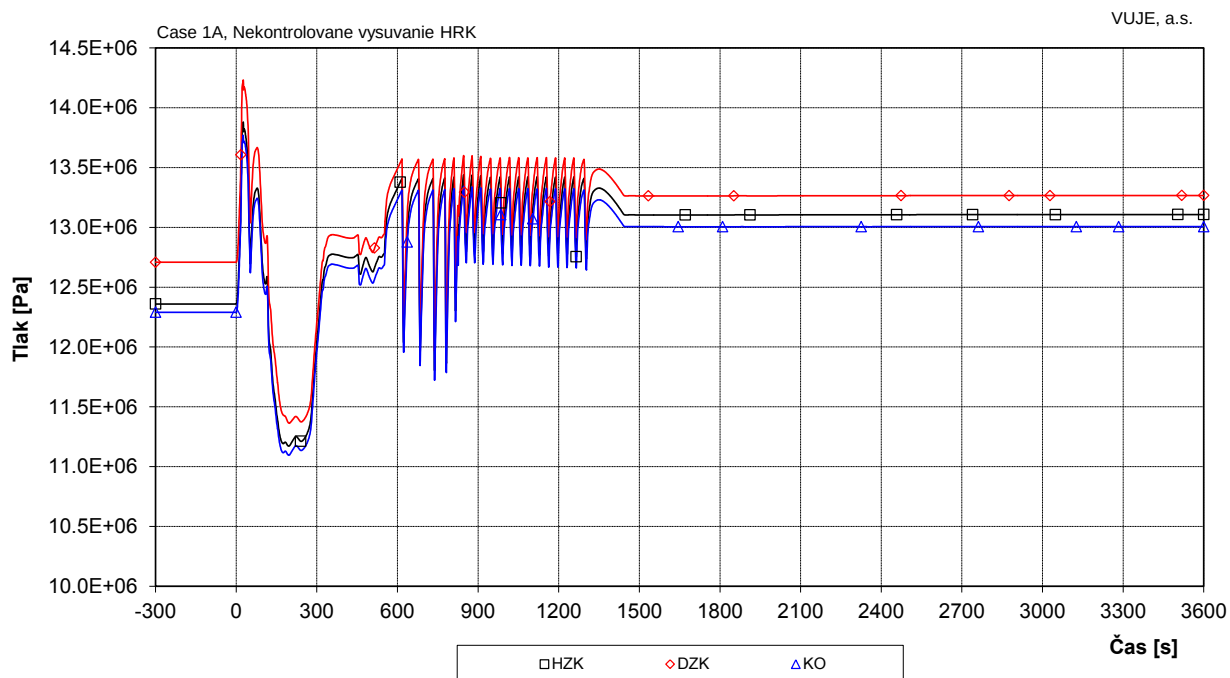
Príloha č. 01

7.2.1.9.1 Prechodové procesy pre udalosti s vnosom reaktivity (ATWS)

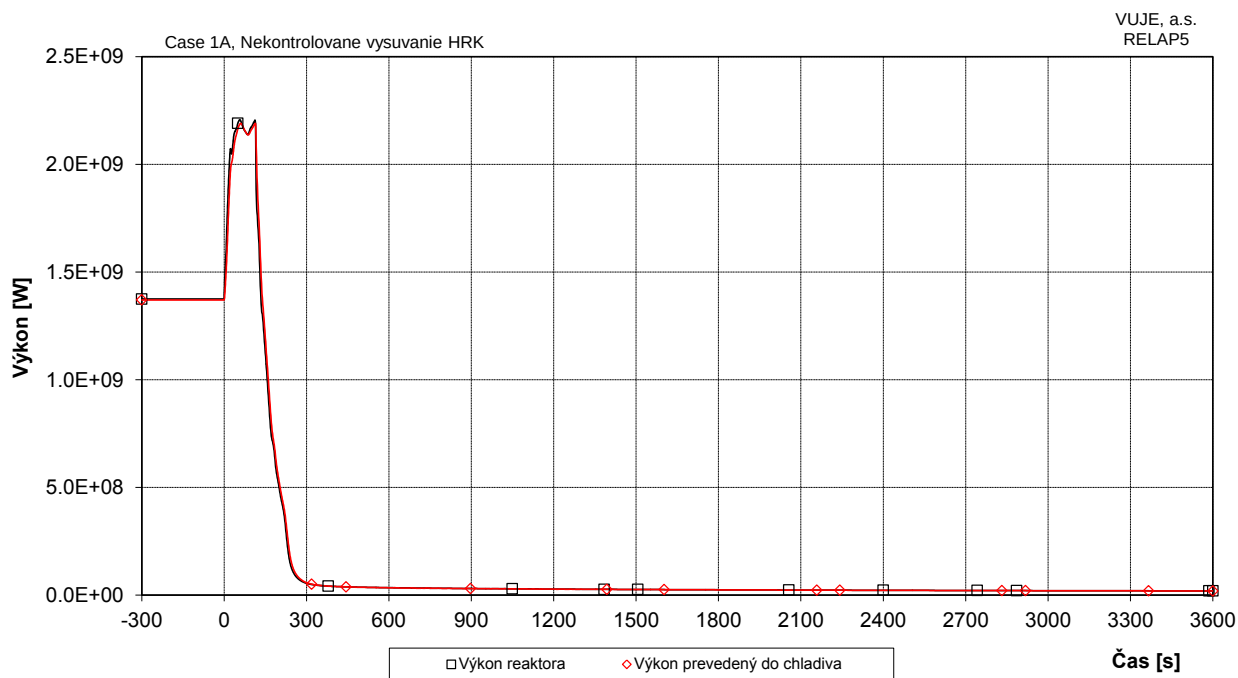
Scenár 1A Nekomrolované vysúvanie 6. skupiny HRK

ZOZNAM OBRÁZKOV

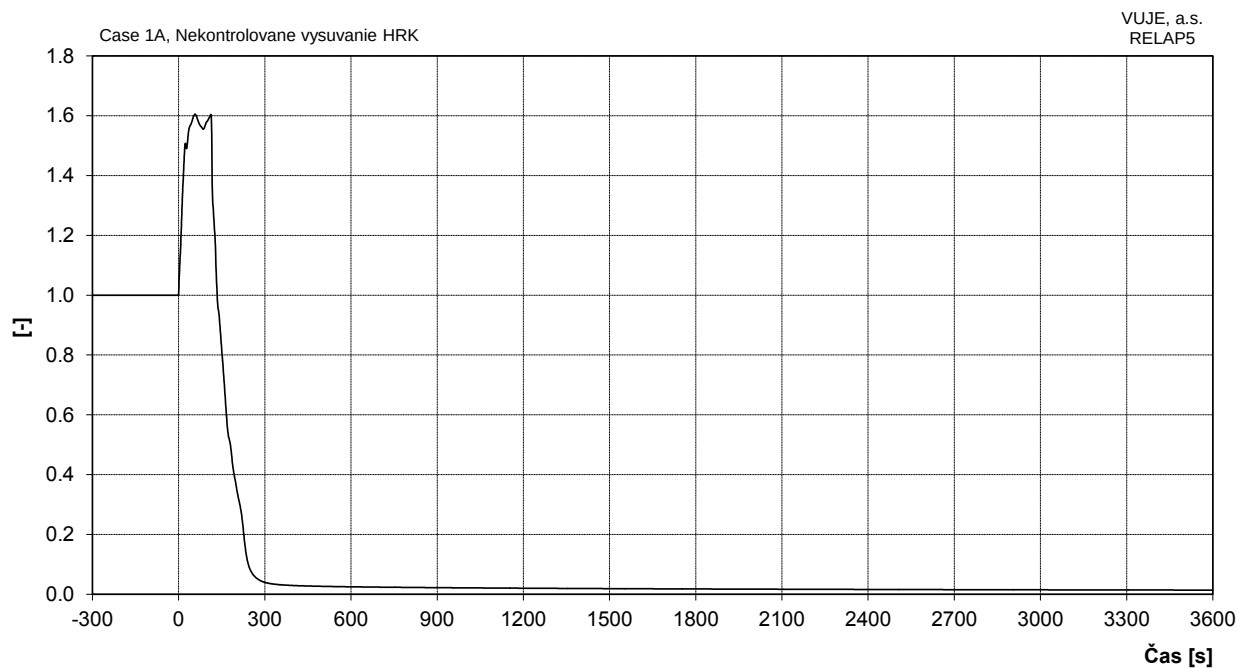
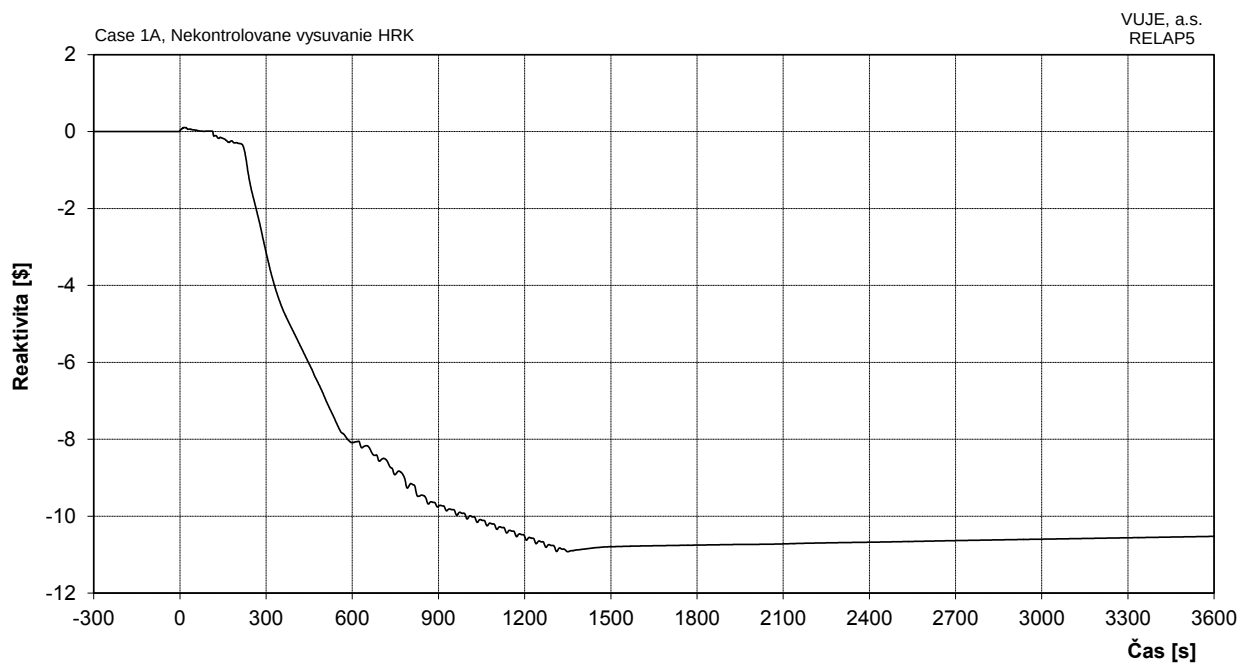
Obr. 7.2.1.9.1-1A-1:	Tlak v I.O.	2
Obr. 7.2.1.9.1-1A-2:	Výkon reaktora	2
Obr. 7.2.1.9.1-1A-3:	Pomerný výkon reaktora	3
Obr. 7.2.1.9.1-1A-4:	Celková reaktivita	3
Obr. 7.2.1.9.1-1A-5:	Teplota chladiva v TNR.....	4
Obr. 7.2.1.9.1-1A-6:	Maximálna teplota pokrytia a teplota chladiva na výstupe z AZ.....	4
Obr. 7.2.1.9.1-1A-7:	Maximálna teplota paliva	5
Obr. 7.2.1.9.1-1A-8:	Celkový výkon EOKO	5
Obr. 7.2.1.9.1-1A-9:	Podchladenie na výstupe z reaktora	6
Obr. 7.2.1.9.1-1A-10:	Celková hladina v KO	6
Obr. 7.2.1.9.1-1A-11:	Hladina chladiva v TNR	7
Obr. 7.2.1.9.1-1A-12:	Hmotnostný prietok chladiva na výstupe z TNR.....	7
Obr. 7.2.1.9.1-1A-13:	Doplňovanie do I.O.	8
Obr. 7.2.1.9.1-1A-14:	Integrál doplňovania do I.O.....	8
Obr. 7.2.1.9.1-1A-15:	Výkon PG	9
Obr. 7.2.1.9.1-1A-16:	Celkový prietok cez ventily vstreku do KO	9
Obr. 7.2.1.9.1-1A-17:	Prietok chladiva cez poistné ventily KO	10
Obr. 7.2.1.9.1-1A-18:	Integrál prietoku chladiva cez poistné ventily KO	10
Obr. 7.2.1.9.1-1A-19:	Tlak na výstupe z PG.....	11
Obr. 7.2.1.9.1-1A-20:	Tlak v HPK.....	11
Obr. 7.2.1.9.1-1A-21:	Celková hladina v PG	12
Obr. 7.2.1.9.1-1A-22:	Celkový prietok napájacej vody do PG.....	12
Obr. 7.2.1.9.1-1A-23:	Prietok napájacej vody od ENČ a HNČ.....	13
Obr. 7.2.1.9.1-1A-24:	Prietok pary cez PV1 PG	13
Obr. 7.2.1.9.1-1A-25:	Prietok pary cez PS-A na parovodoch	14
Obr. 7.2.1.9.1-1A-26:	Prietok pary cez PSK.....	14
Obr. 7.2.1.9.1-1A-27:	Prietok pary do TG.....	15
Obr. 7.2.1.9.1-1A-28:	Integrál prietoku pary cez PV1 PG.....	15
Obr. 7.2.1.9.1-1A-29:	Integrál celkového prietoku pary cez PSK a PS-A.....	16

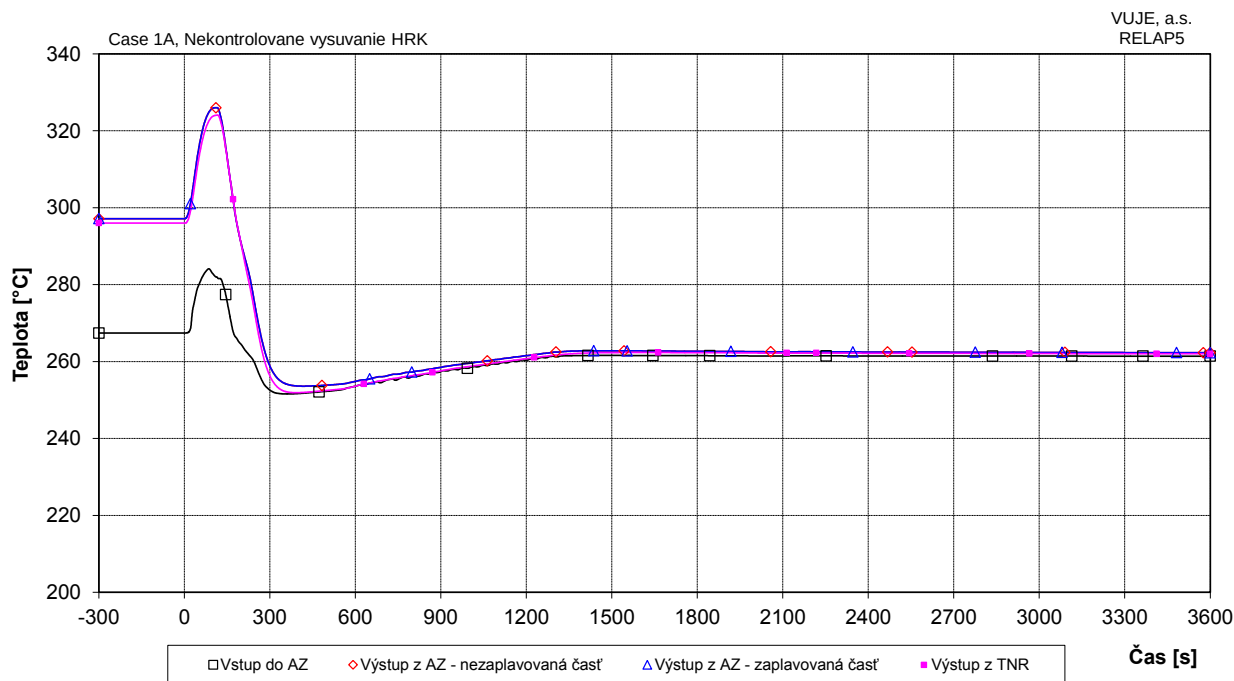


Obr. 7.2.1.9.1-1A-1: Tlak v I.O.

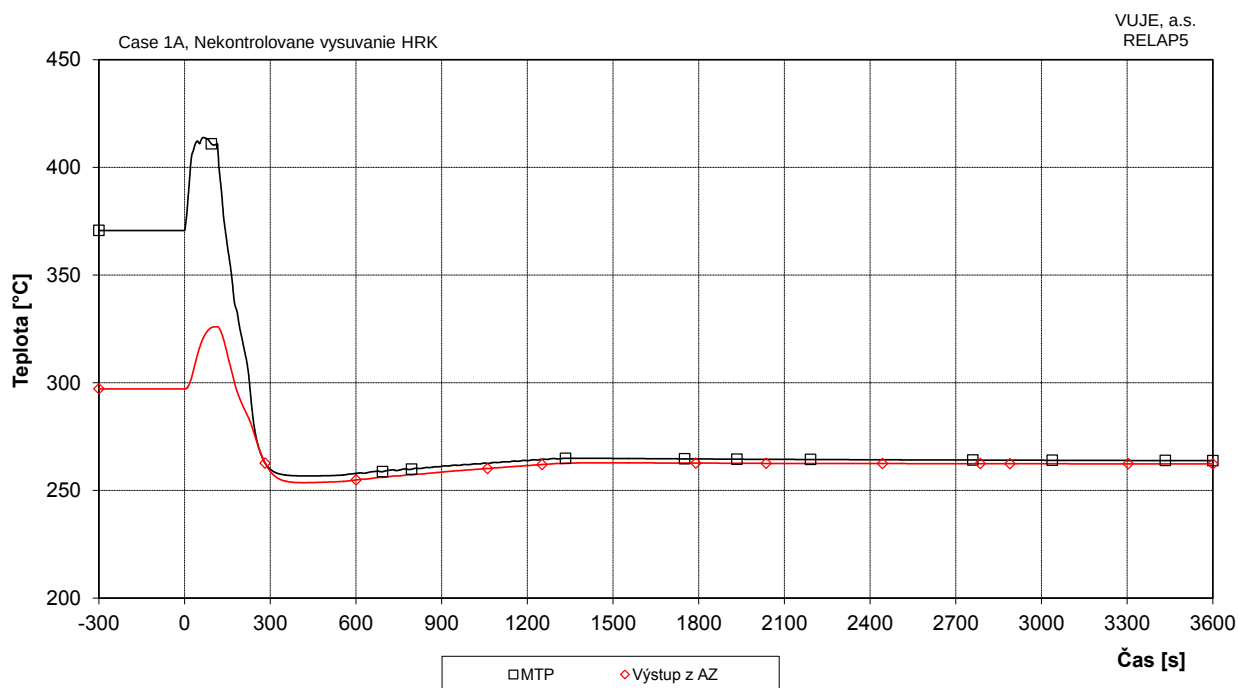


Obr. 7.2.1.9.1-1A-2: Výkon reaktora

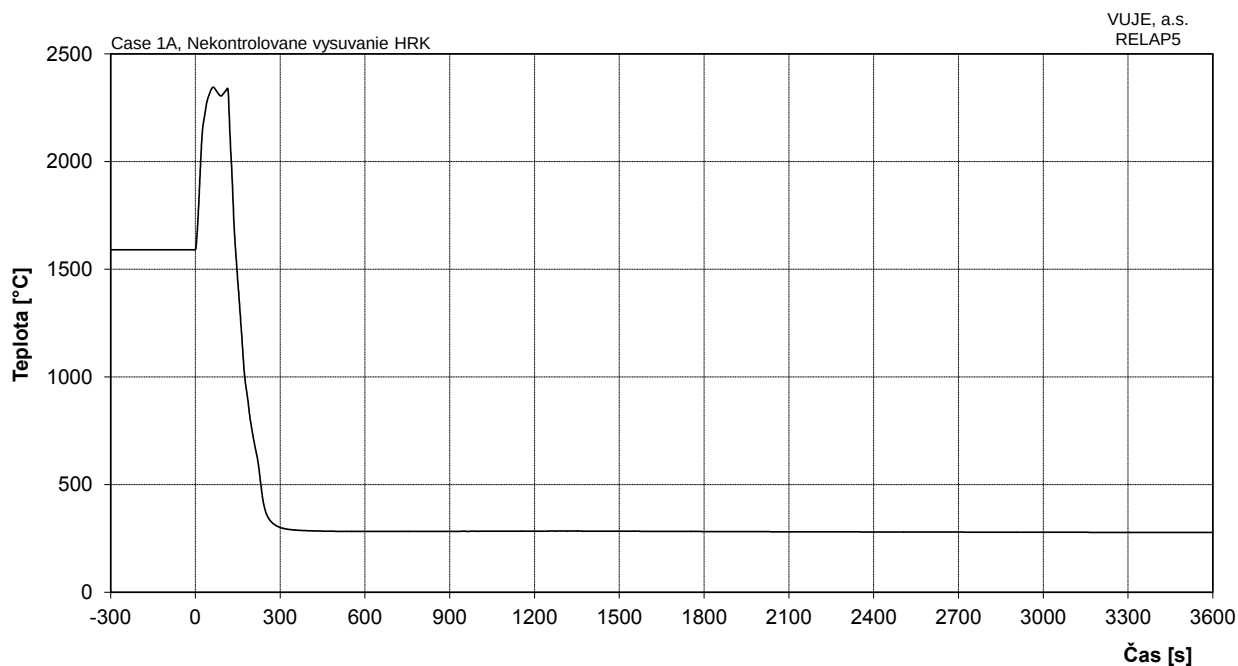
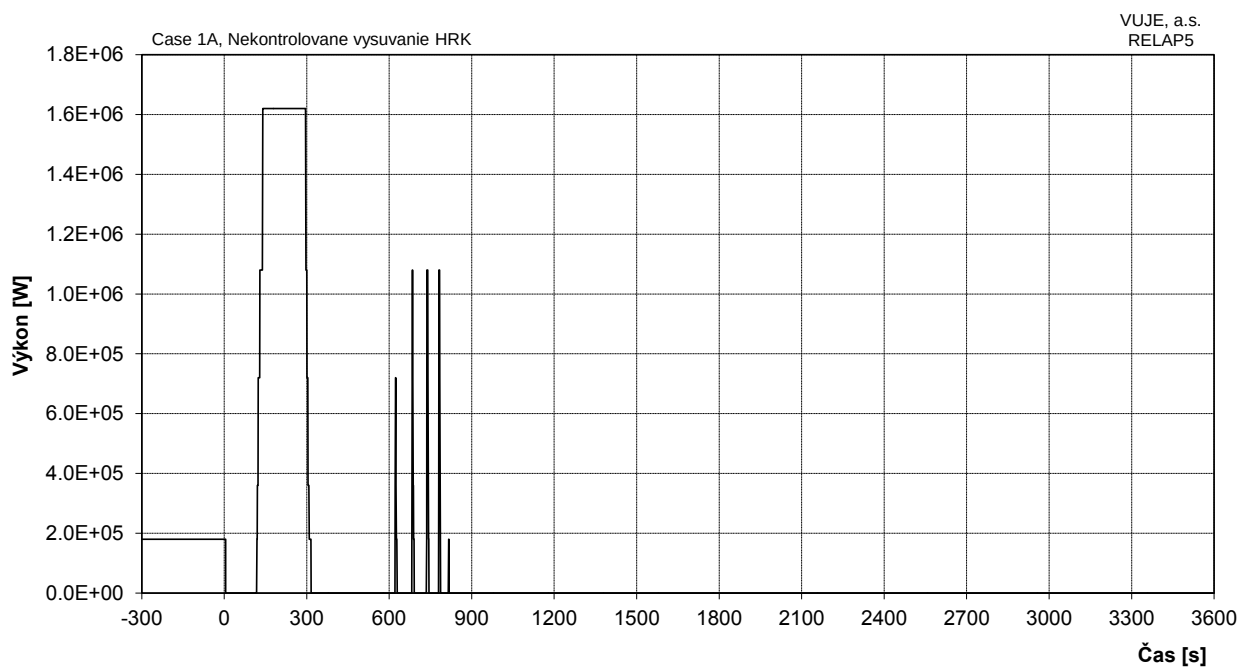
**Obr. 7.2.1.9.1-1A-3: Pomerný výkon reaktora****Obr. 7.2.1.9.1-1A-4: Celková reaktivita**

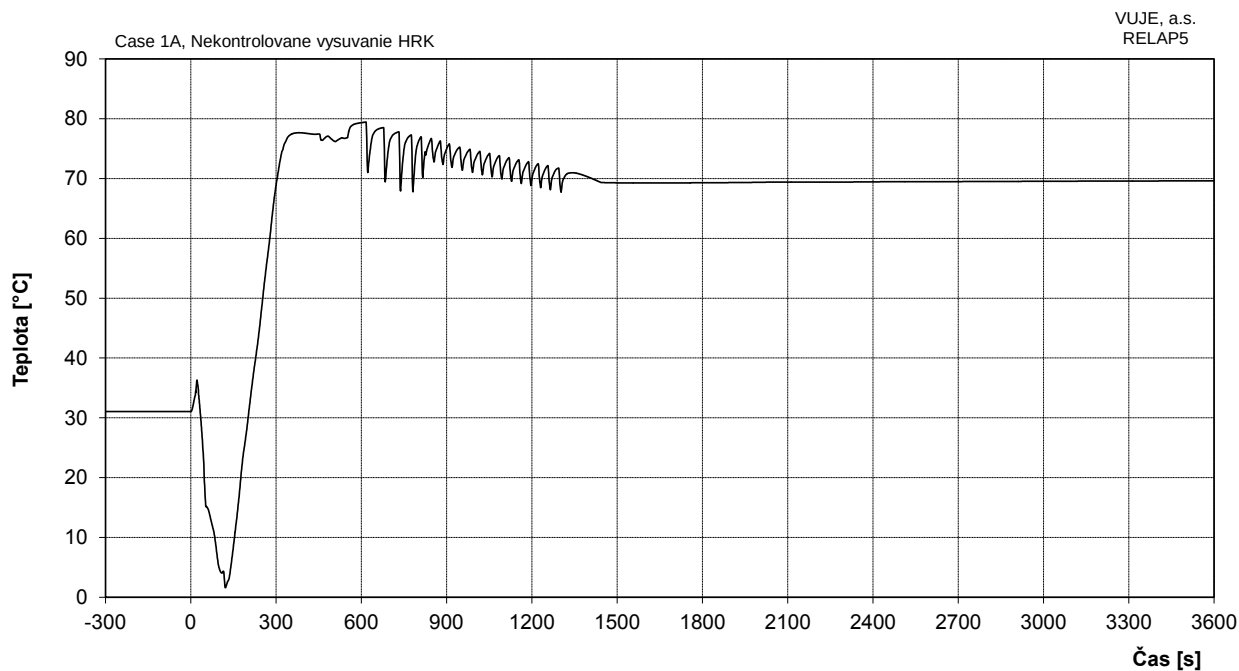
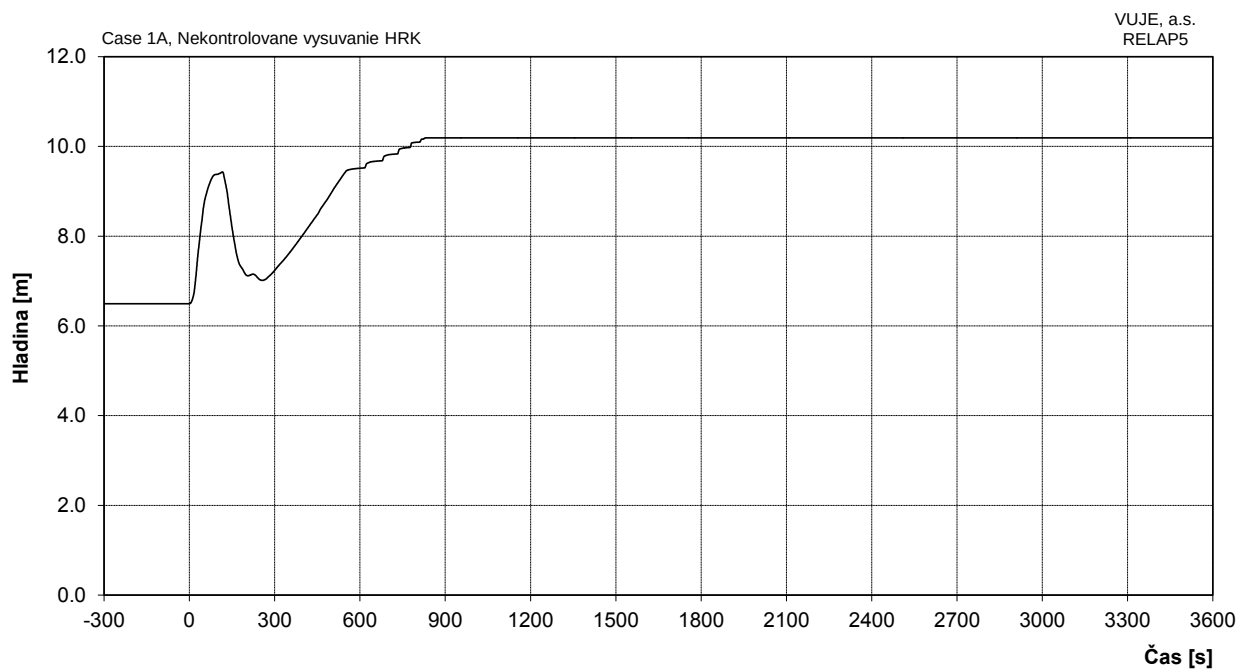


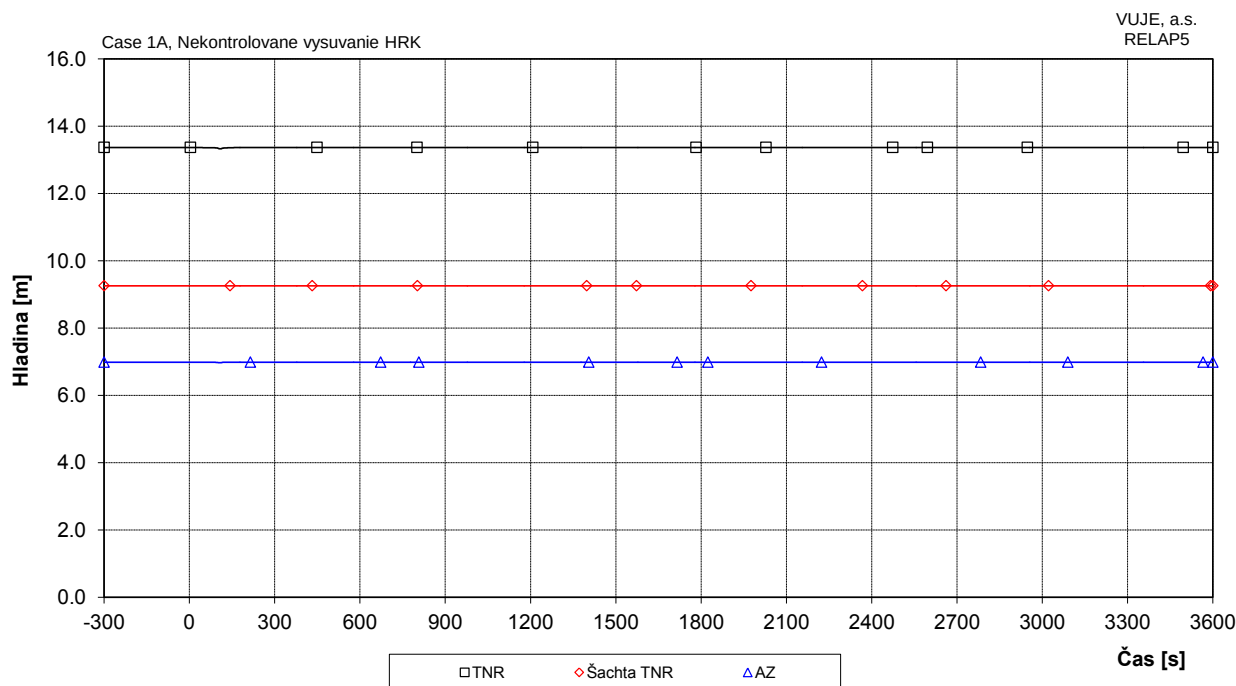
Obr. 7.2.1.9.1-1A-5: Teplota chladiva v TNR



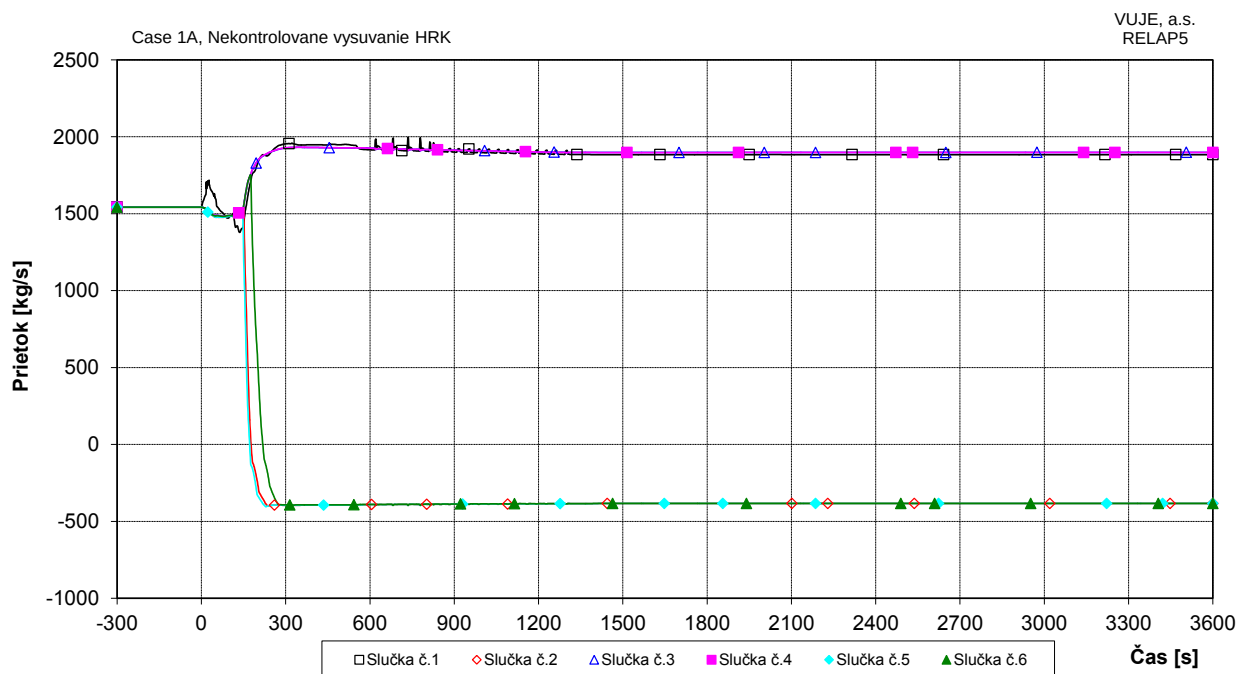
Obr. 7.2.1.9.1-1A-6: Maximálna teplota pokrytia a teplota chladiva na výstupe z AZ

**Obr. 7.2.1.9.1-1A-7: Maximálna teplota paliva****Obr. 7.2.1.9.1-1A-8: Celkový výkon EOKO**

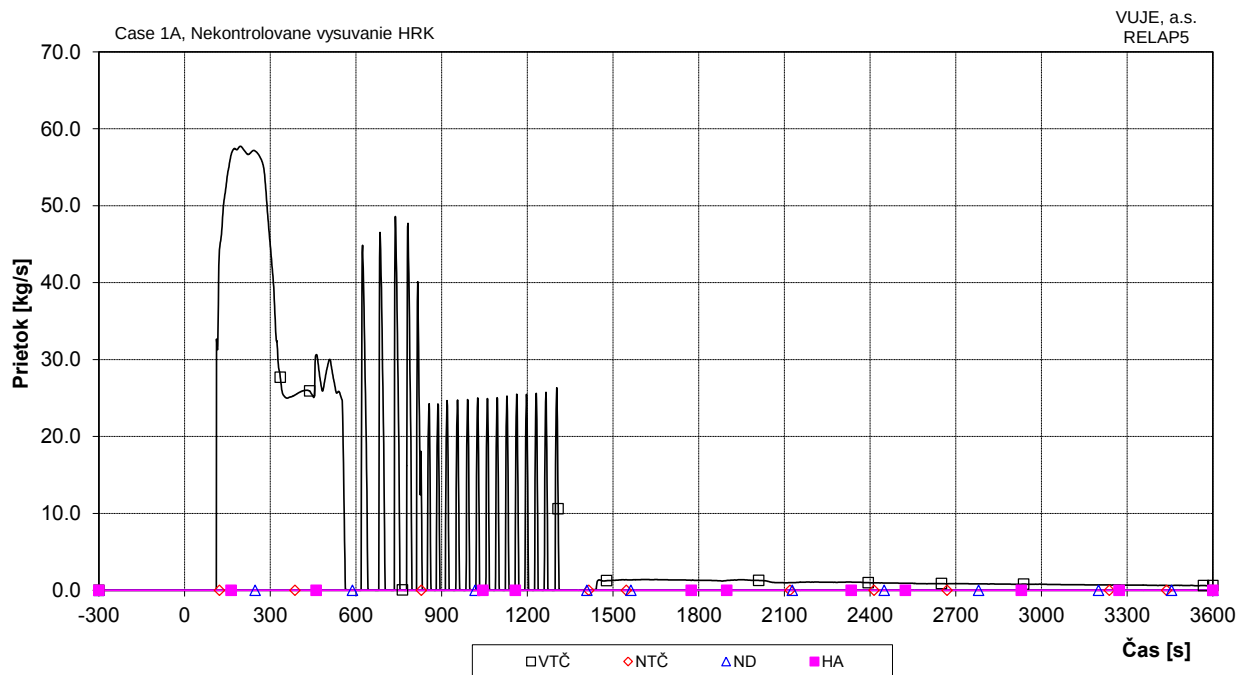
**Obr. 7.2.1.9.1-1A-9: Podchladenie na výstupe z reaktora****Obr. 7.2.1.9.1-1A-10: Celková hladina v KO**



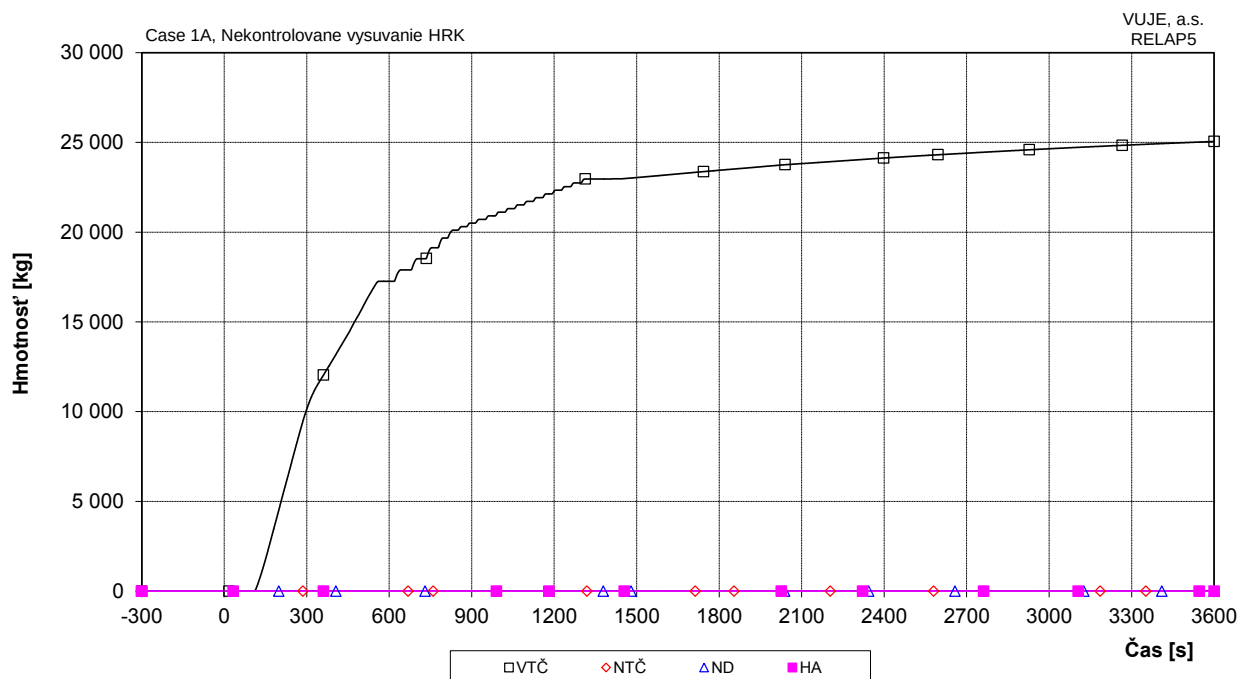
Obr. 7.2.1.9.1-1A-11: Hladina chladiva v TNR



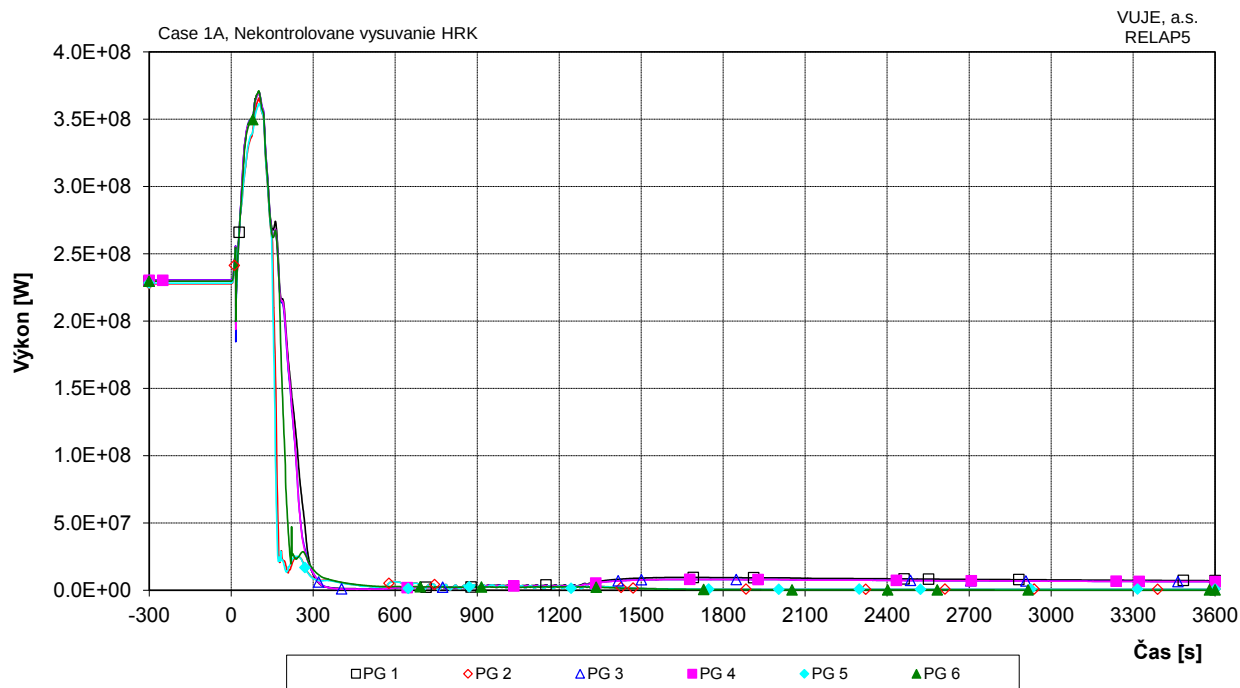
Obr. 7.2.1.9.1-1A-12: Hmotnostný prietok chladiva na výstupe z TNR



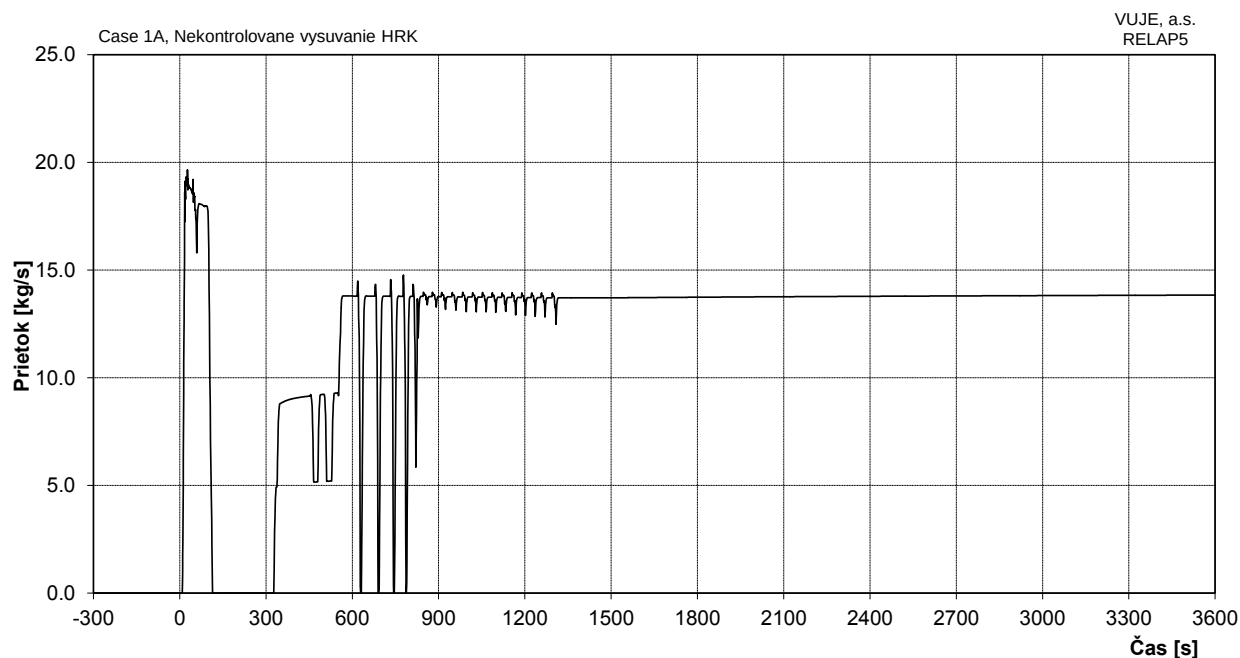
Obr. 7.2.1.9.1-1A-13: Doplnovanie do I.O.



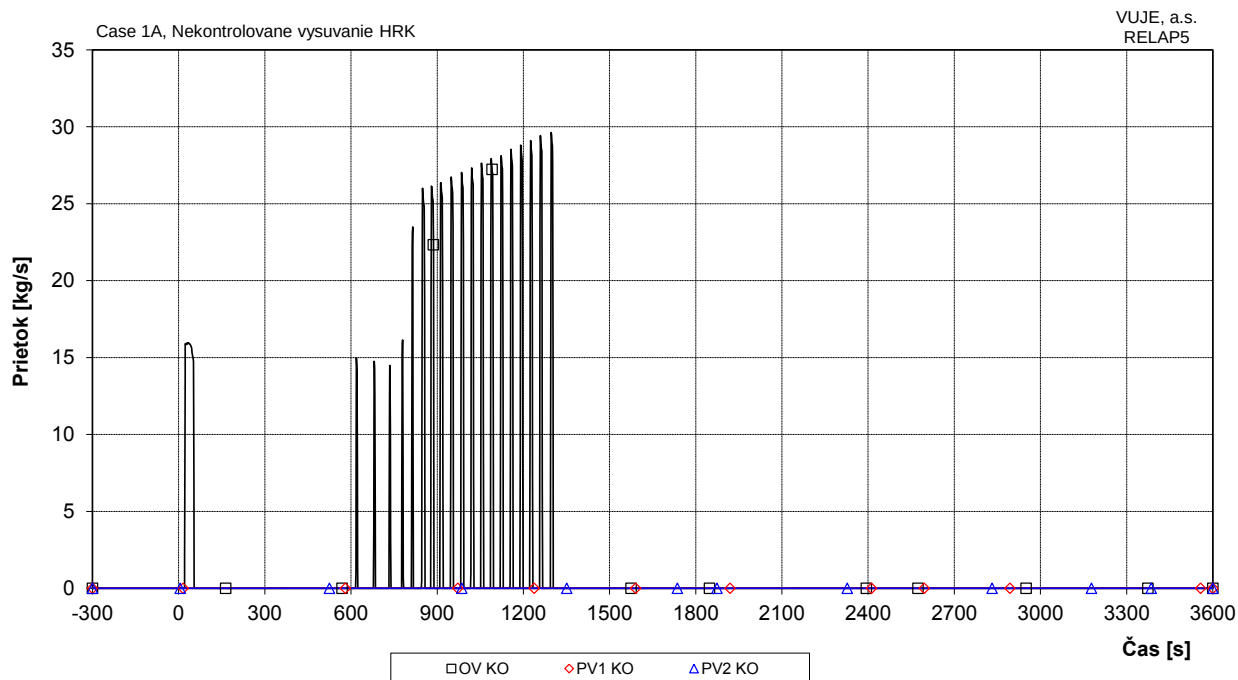
Obr. 7.2.1.9.1-1A-14: Integrál doplnovania do I.O.



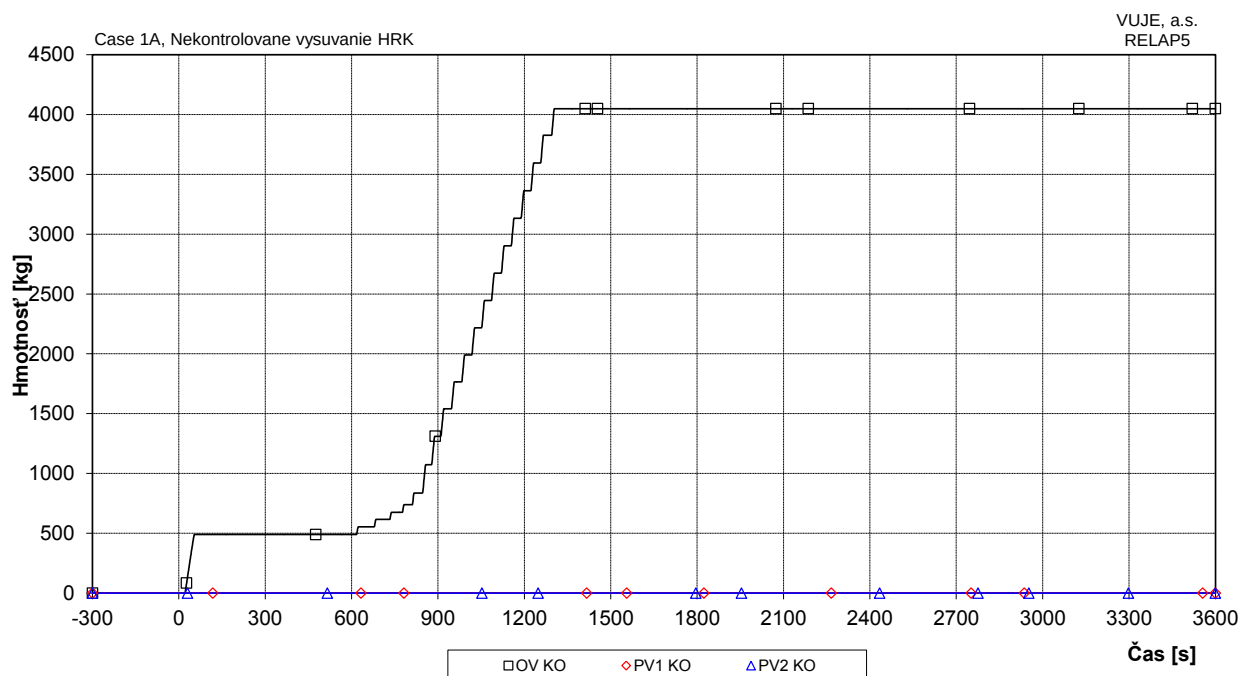
Obr. 7.2.1.9.1-1A-15: Výkon PG



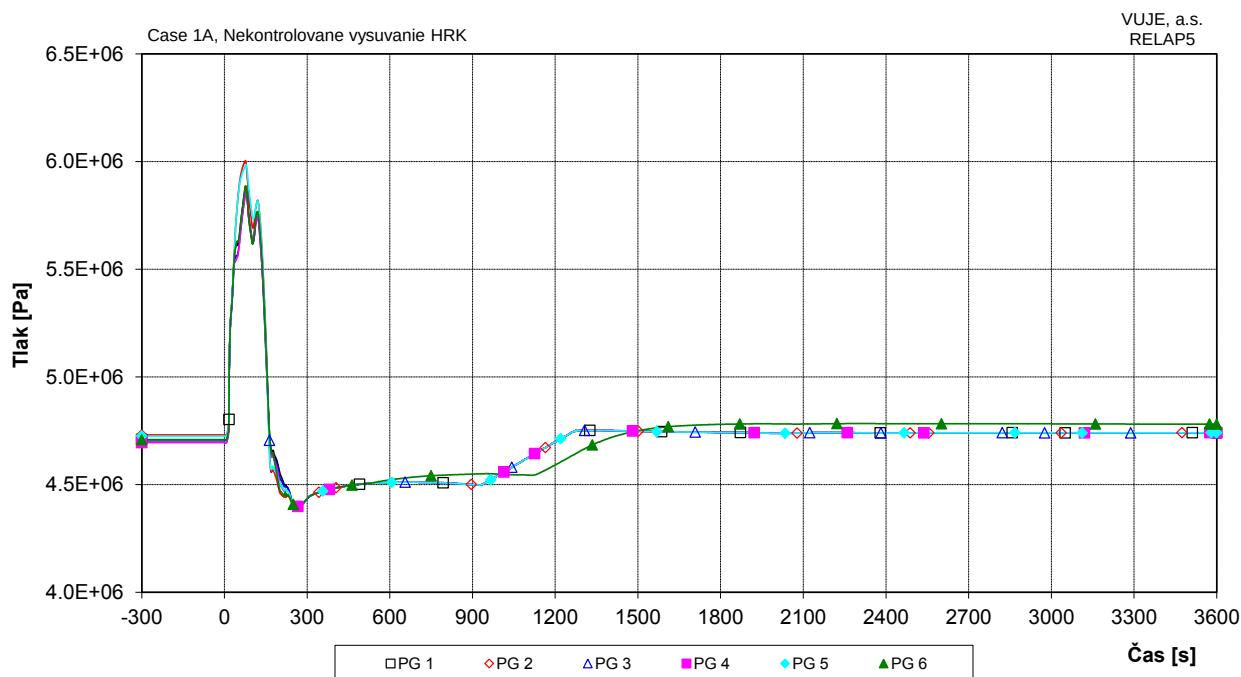
Obr. 7.2.1.9.1-1A-16: Celkový prietok cez ventily vstreku do KO



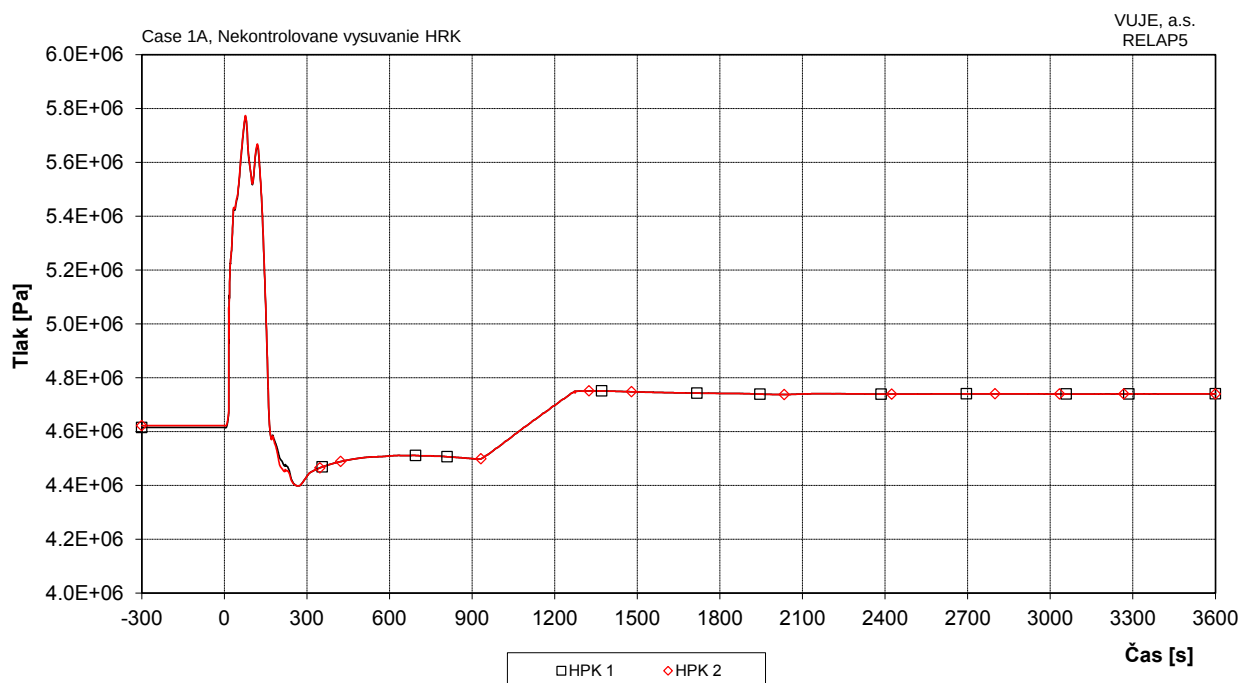
Obr. 7.2.1.9.1-1A-17: Prietok chladiva cez poistné ventily KO



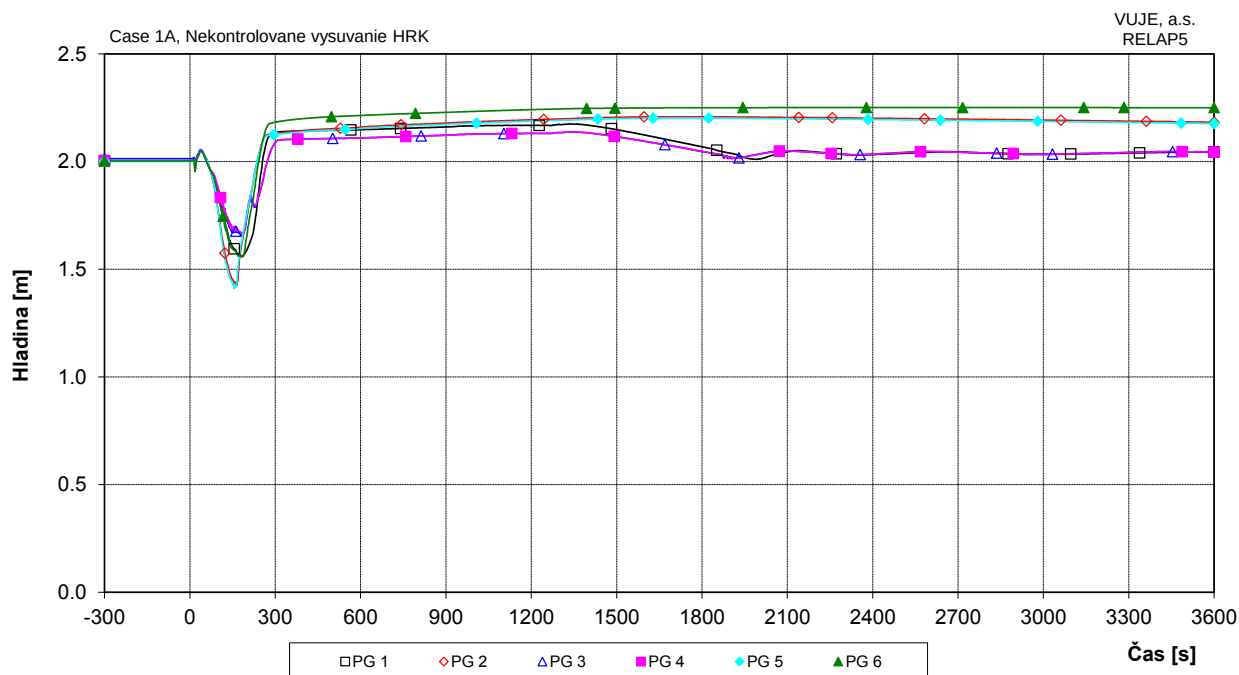
Obr. 7.2.1.9.1-1A-18: Integrál prietoku chladiva cez poistné ventily KO



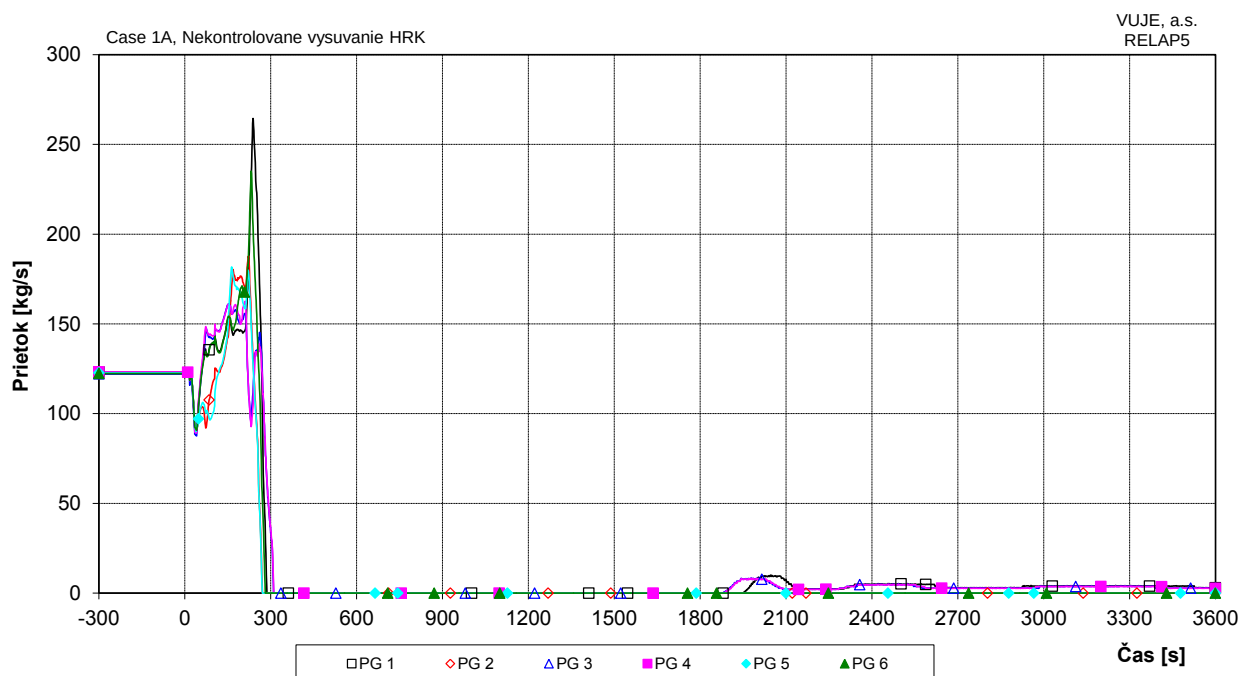
Obr. 7.2.1.9.1-1A-19: Tlak na výstupe z PG



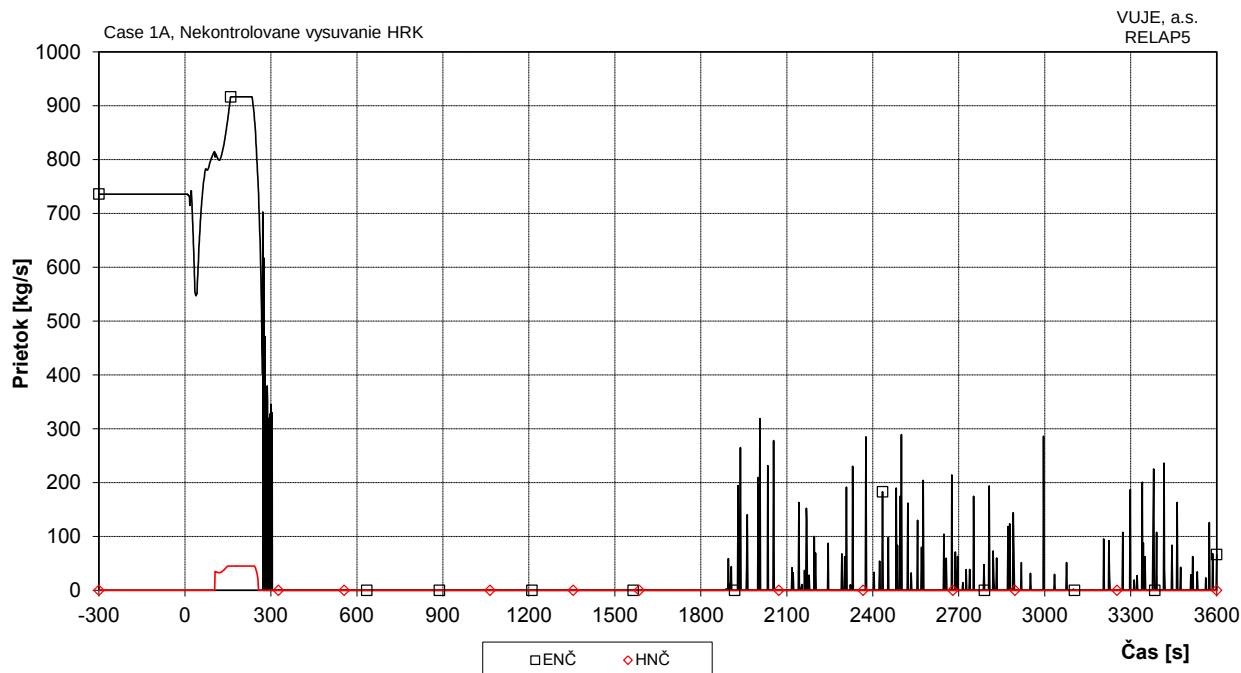
Obr. 7.2.1.9.1-1A-20: Tlak v HPK



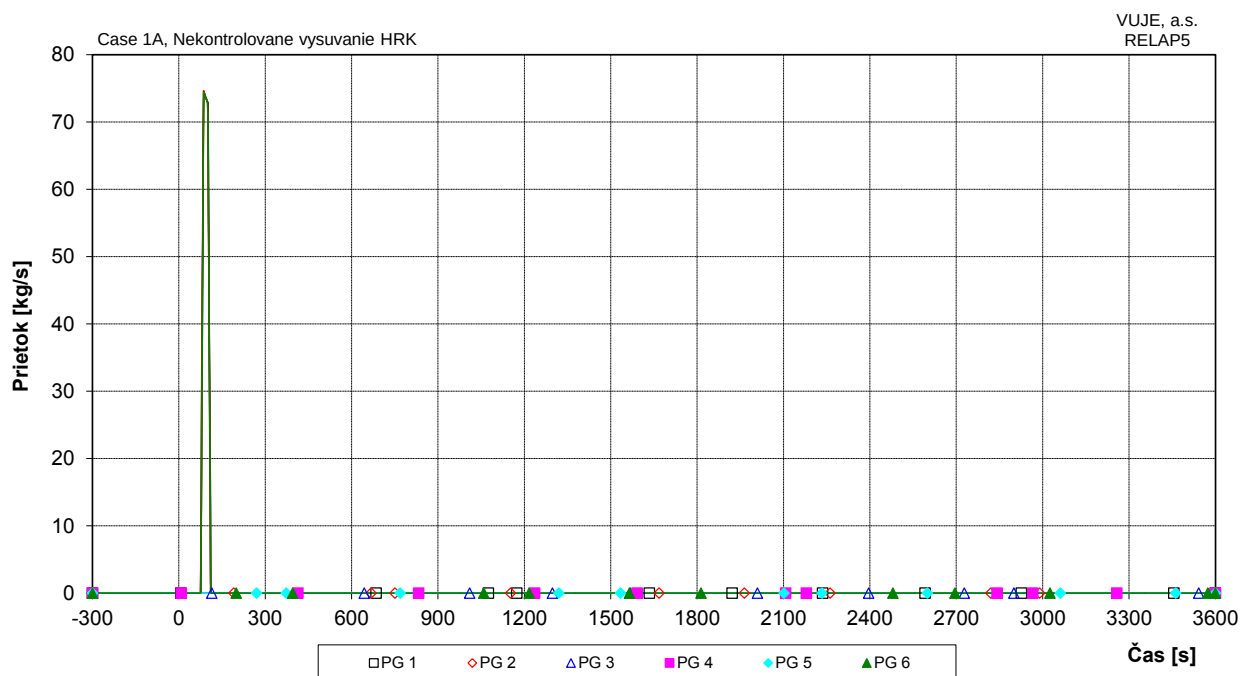
Obr. 7.2.1.9.1-1A-21: Celková hladina v PG



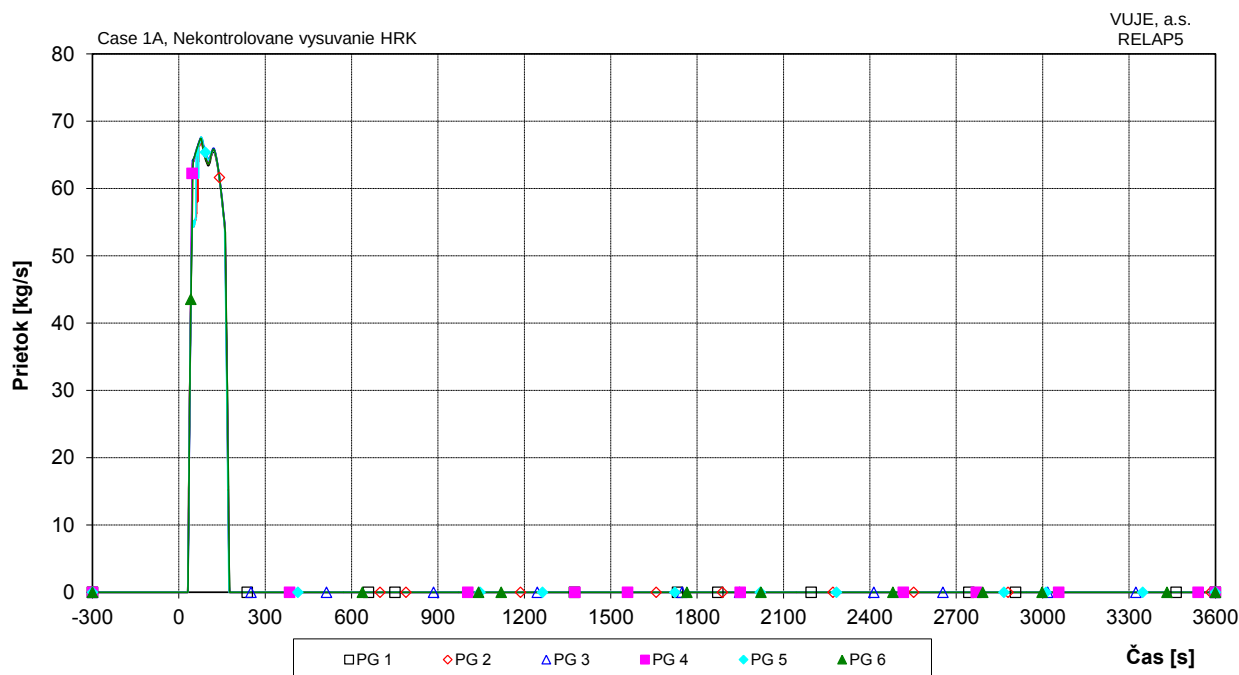
Obr. 7.2.1.9.1-1A-22: Celkový prietok napájacej vody do PG



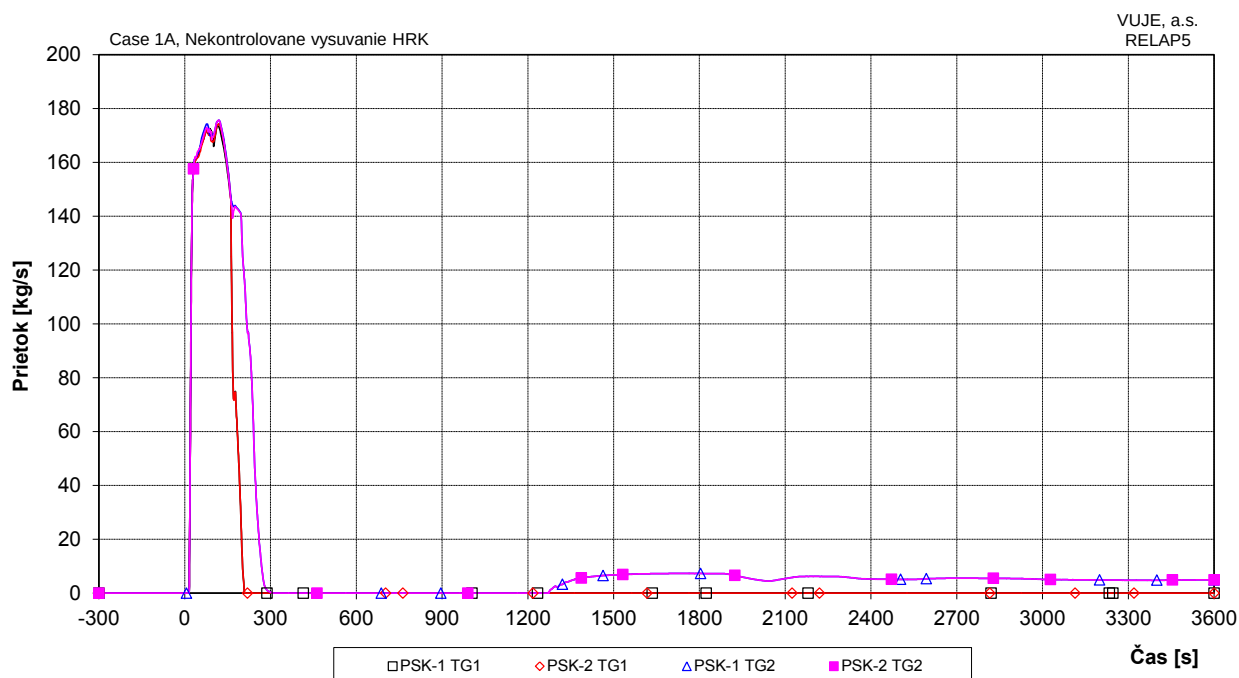
Obr. 7.2.1.9.1-1A-23: Prietok napájacej vody od ENČ a HNČ



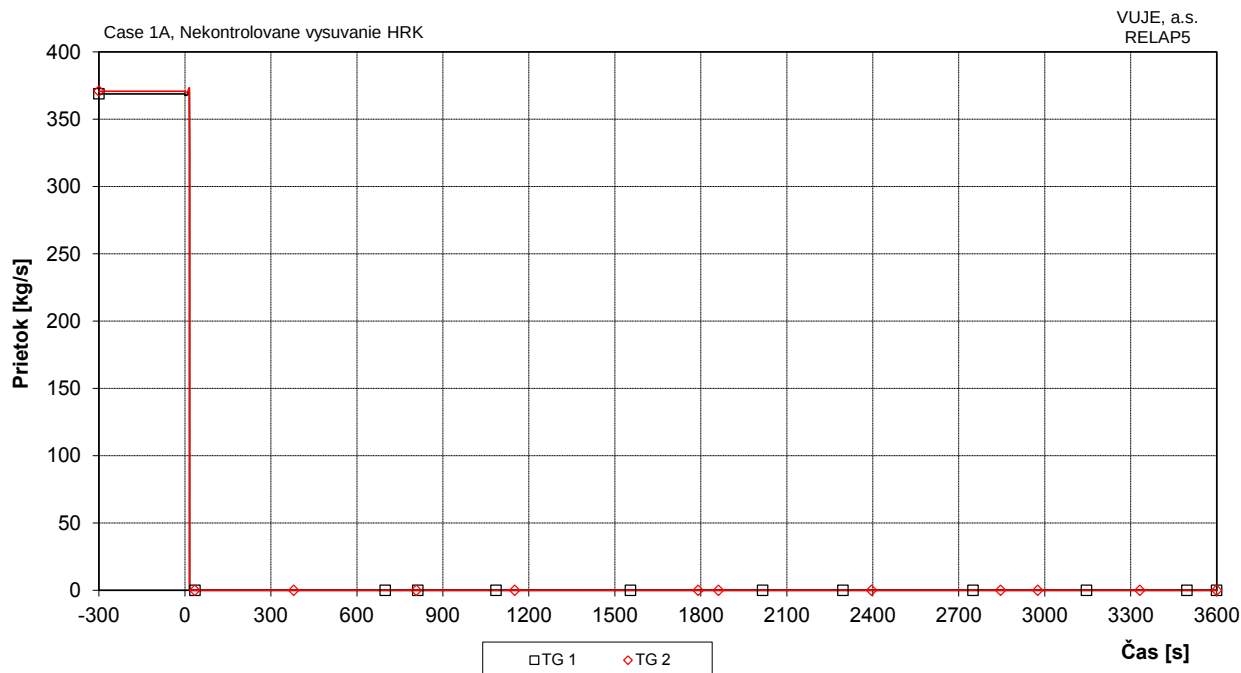
Obr. 7.2.1.9.1-1A-24: Prietok pary cez PV1 PG



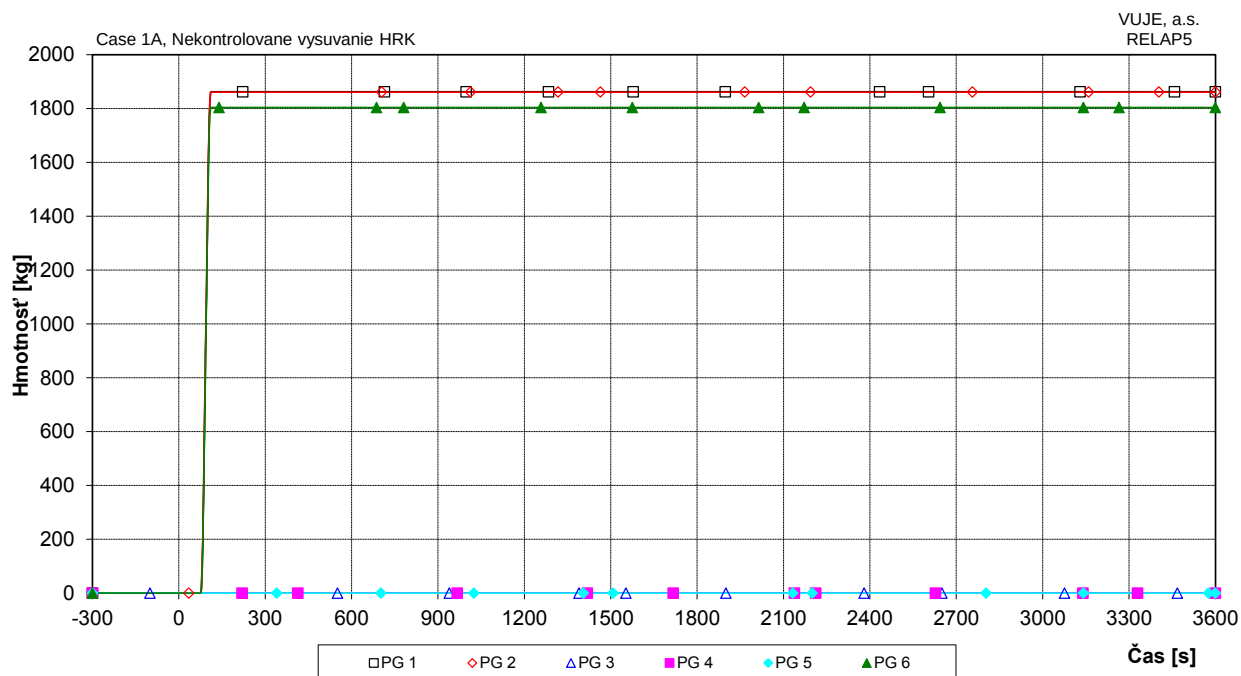
Obr. 7.2.1.9.1-1A-25: Prietok pary cez PS-A na parovodoch



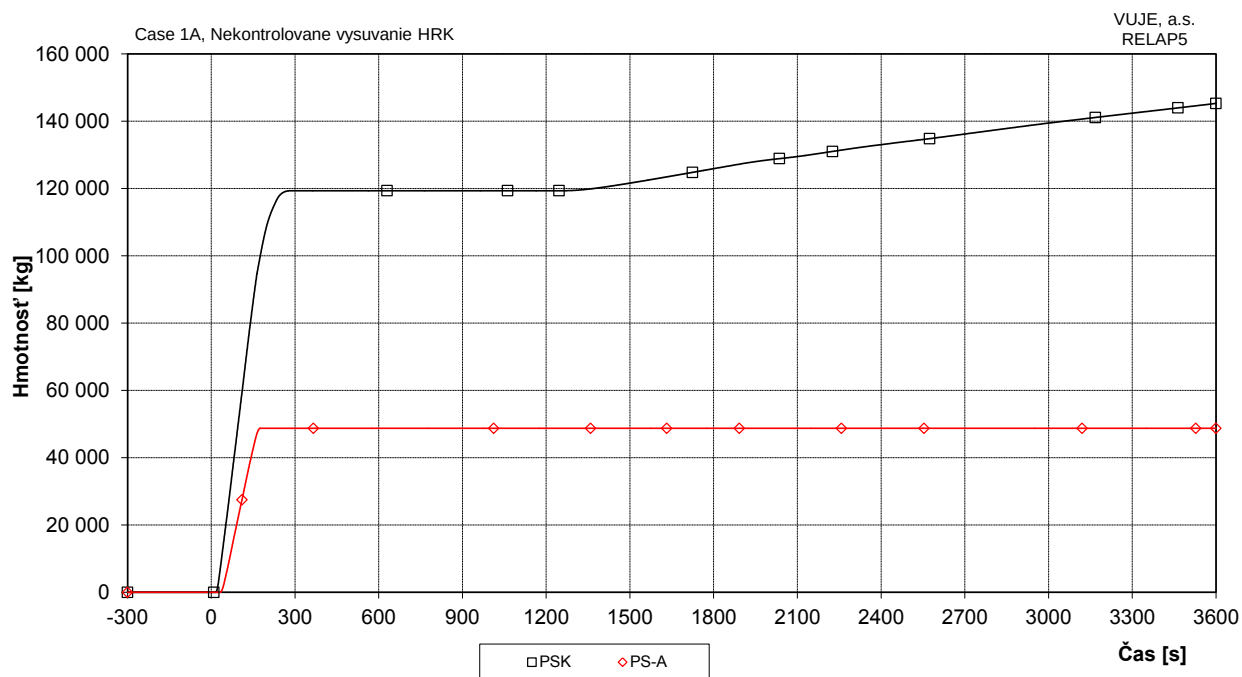
Obr. 7.2.1.9.1-1A-26: Prietok pary cez PSK



Obr. 7.2.1.9.1-1A-27: Prietok pary do TG



Obr. 7.2.1.9.1-1A-28: Integrál prietoku pary cez PV1 PG



Obr. 7.2.1.9.1-1A-29: Integrál celkového prietoku pary cez PSK a PS-A

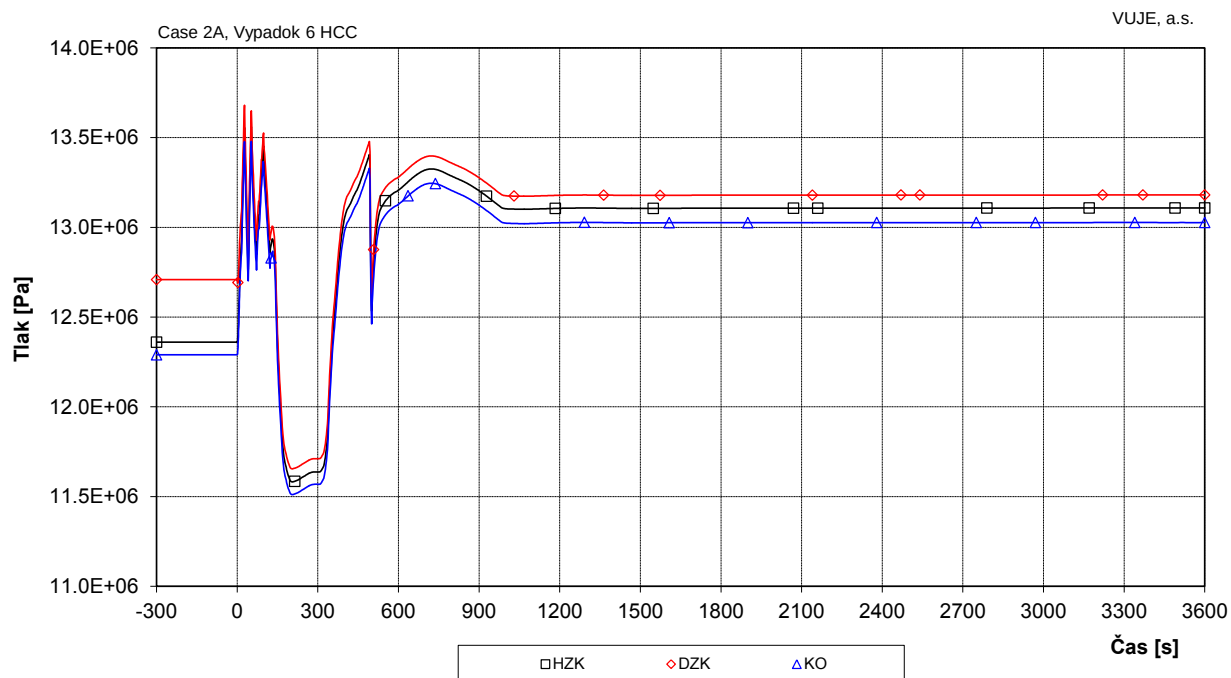
Príloha č. 02

7.2.1.9.2 Prechodové procesy s poklesom prietoku chladiva I.O. (ATWS)

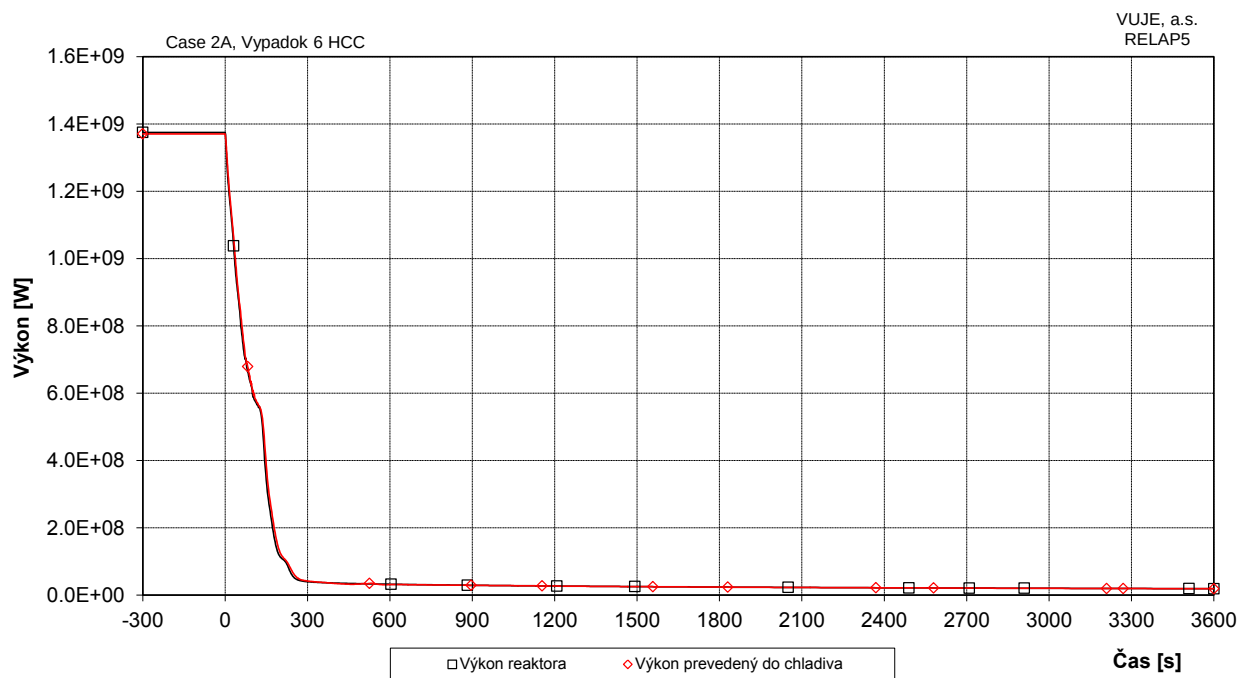
Scenár 2A Výpadok všetkých 6 HCČ

ZOZNAM OBRÁZKOV

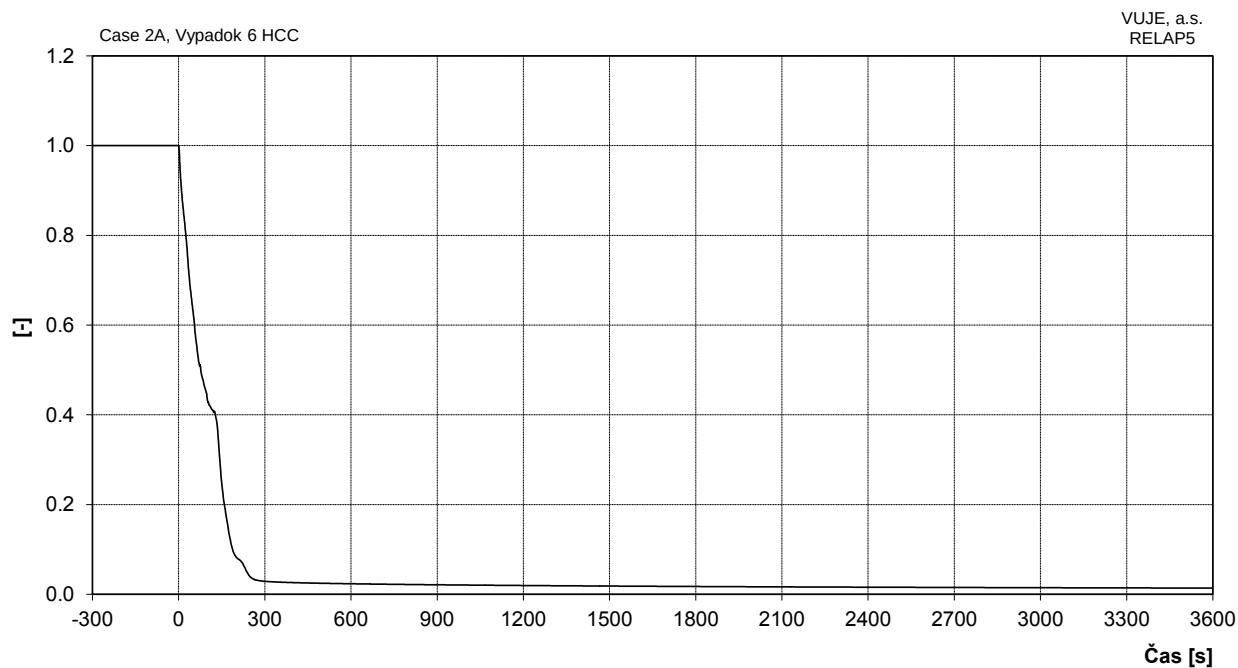
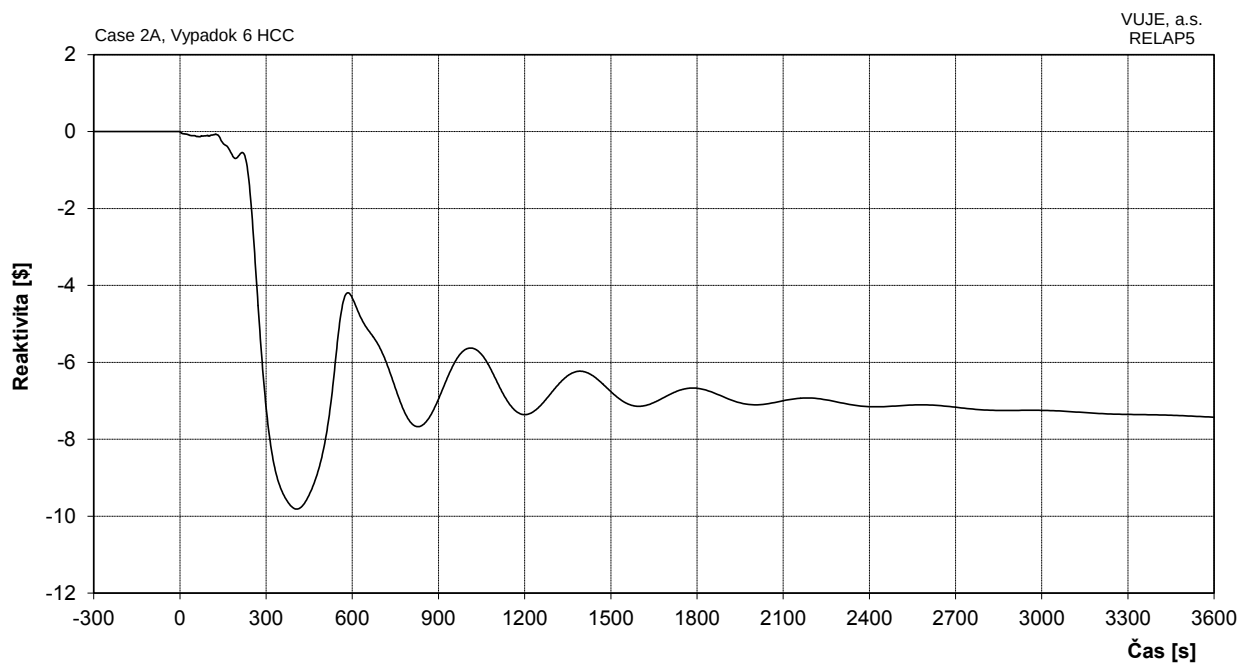
Obr. 7.2.1.9.2-2A-1:	Tlak v I.O.	2
Obr. 7.2.1.9.2-2A-2:	Výkon reaktora	2
Obr. 7.2.1.9.2-2A-3:	Pomerný výkon reaktora	3
Obr. 7.2.1.9.2-2A-4:	Celková reaktivita	3
Obr. 7.2.1.9.2-2A-5:	Teplota chladiva v TNR.....	4
Obr. 7.2.1.9.2-2A-6:	Maximálna teplota pokrytia a teplota chladiva na výstupe z AZ.....	4
Obr. 7.2.1.9.2-2A-7:	Maximálna teplota paliva	5
Obr. 7.2.1.9.2-2A-8:	Celkový výkon EOKO	5
Obr. 7.2.1.9.2-2A-9:	Podchladenie na výstupe z reaktora	6
Obr. 7.2.1.9.2-2A-10:	Celková hladina v KO	6
Obr. 7.2.1.9.2-2A-11:	Hladina chladiva v TNR	7
Obr. 7.2.1.9.2-2A-12:	Hmotnostný prietok chladiva na výstupe z TNR.....	7
Obr. 7.2.1.9.2-2A-13:	Doplňovanie do I.O.	8
Obr. 7.2.1.9.2-2A-14:	Integrál doplňovania do I.O.....	8
Obr. 7.2.1.9.2-2A-15:	Výkon PG	9
Obr. 7.2.1.9.2-2A-16:	Celkový prietok cez ventily vstreku do KO	9
Obr. 7.2.1.9.2-2A-17:	Prietok chladiva cez poistné ventily KO	10
Obr. 7.2.1.9.2-2A-18:	Integrál prietoku chladiva cez poistné ventily KO	10
Obr. 7.2.1.9.2-2A-19:	Tlak na výstupe z PG.....	11
Obr. 7.2.1.9.2-2A-20:	Tlak v HPK.....	11
Obr. 7.2.1.9.2-2A-21:	Celková hladina v PG	12
Obr. 7.2.1.9.2-2A-22:	Celkový prietok napájacej vody do PG.....	12
Obr. 7.2.1.9.2-2A-23:	Prietok napájacej vody od ENČ a HNČ.....	13
Obr. 7.2.1.9.2-2A-24:	Prietok pary cez PSK.....	13
Obr. 7.2.1.9.2-2A-25:	Prietok pary do TG.....	14
Obr. 7.2.1.9.2-2A-26:	Integrál celkového prietoku pary cez PSK a PS-A.....	14

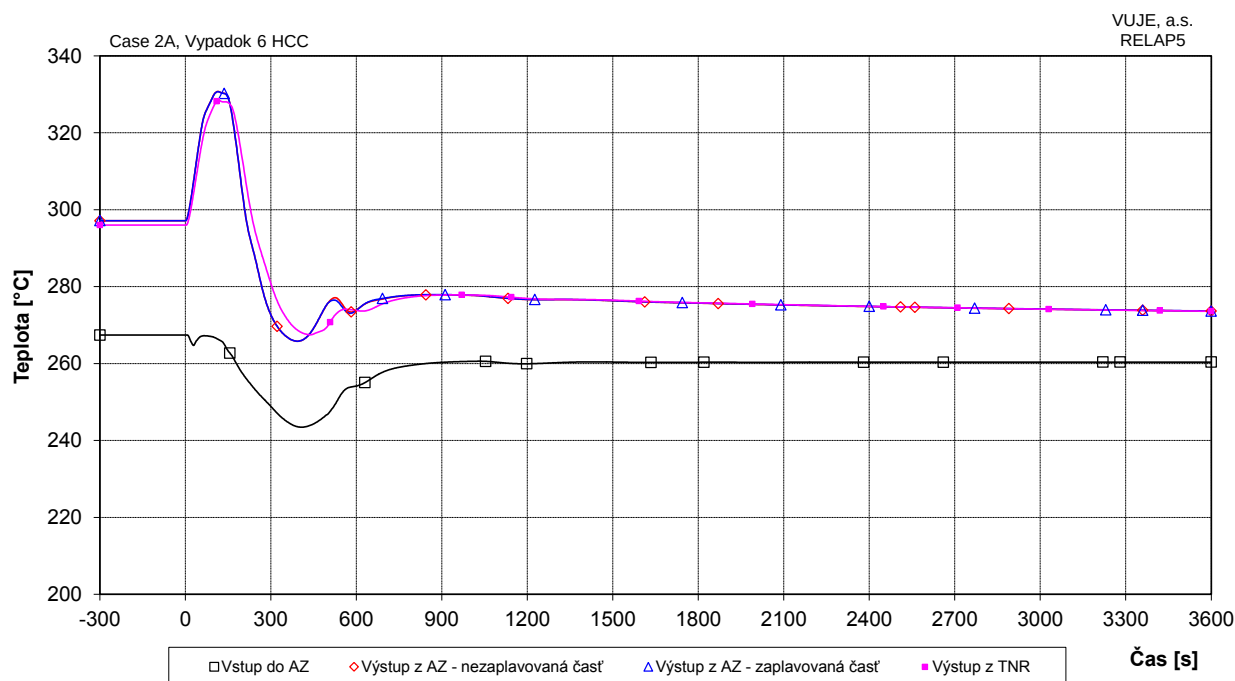


Obr. 7.2.1.9.2-A-1: Tlak v I.O.

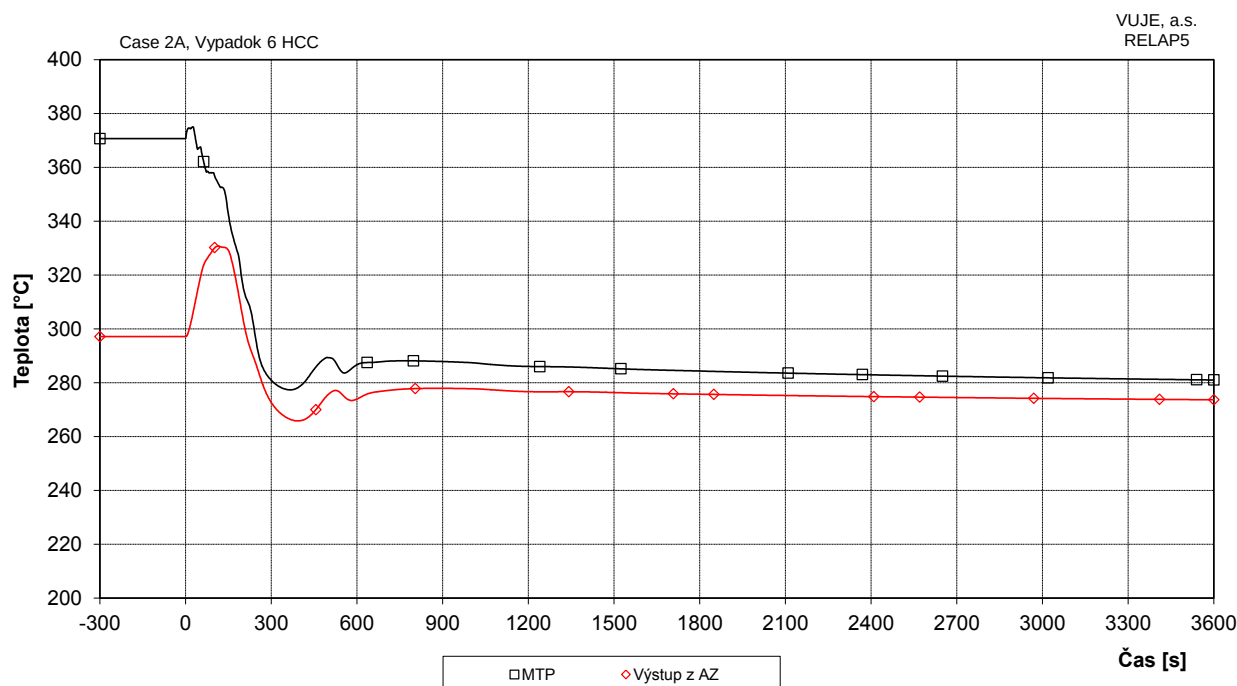


Obr. 7.2.1.9.2-A-2: Výkon reaktora

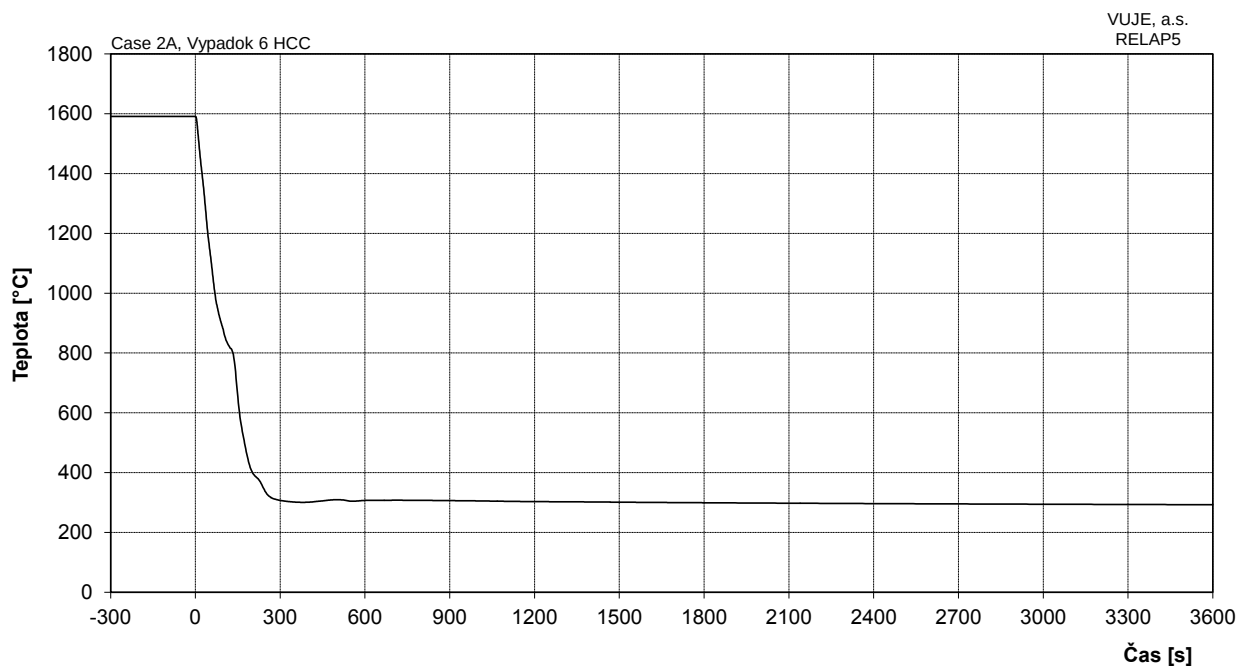
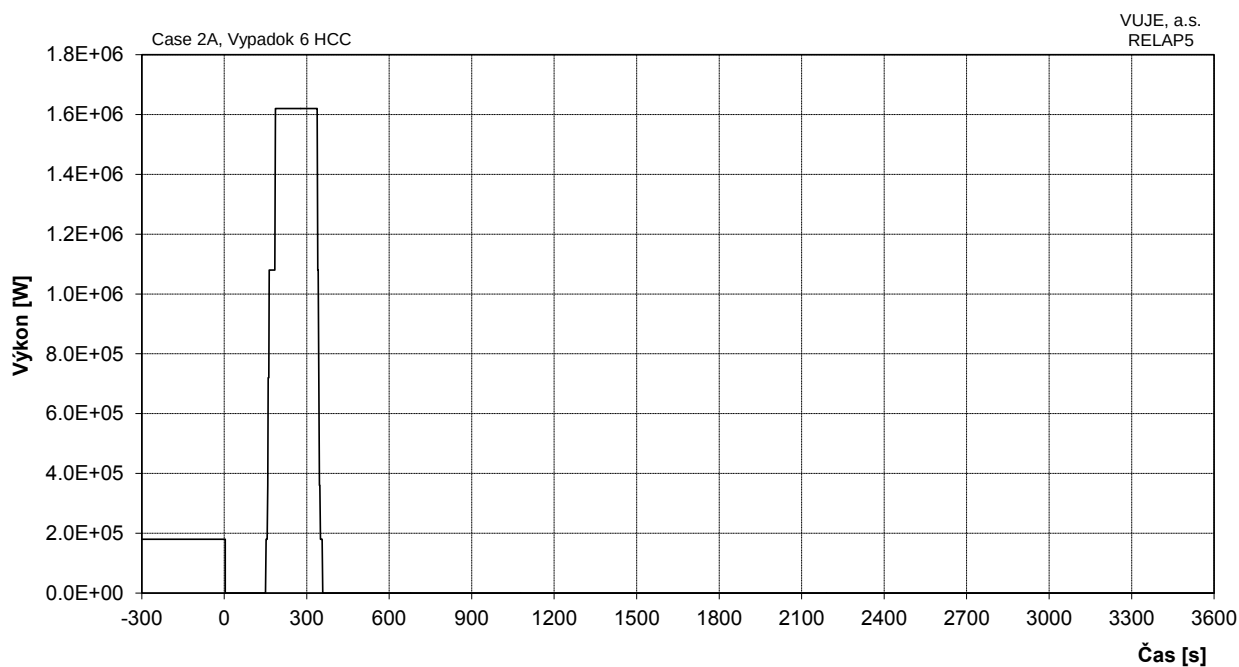
**Obr. 7.2.1.9.2-2A-3: Pomerný výkon reaktora****Obr. 7.2.1.9.2-2A-4: Celková reaktivita**

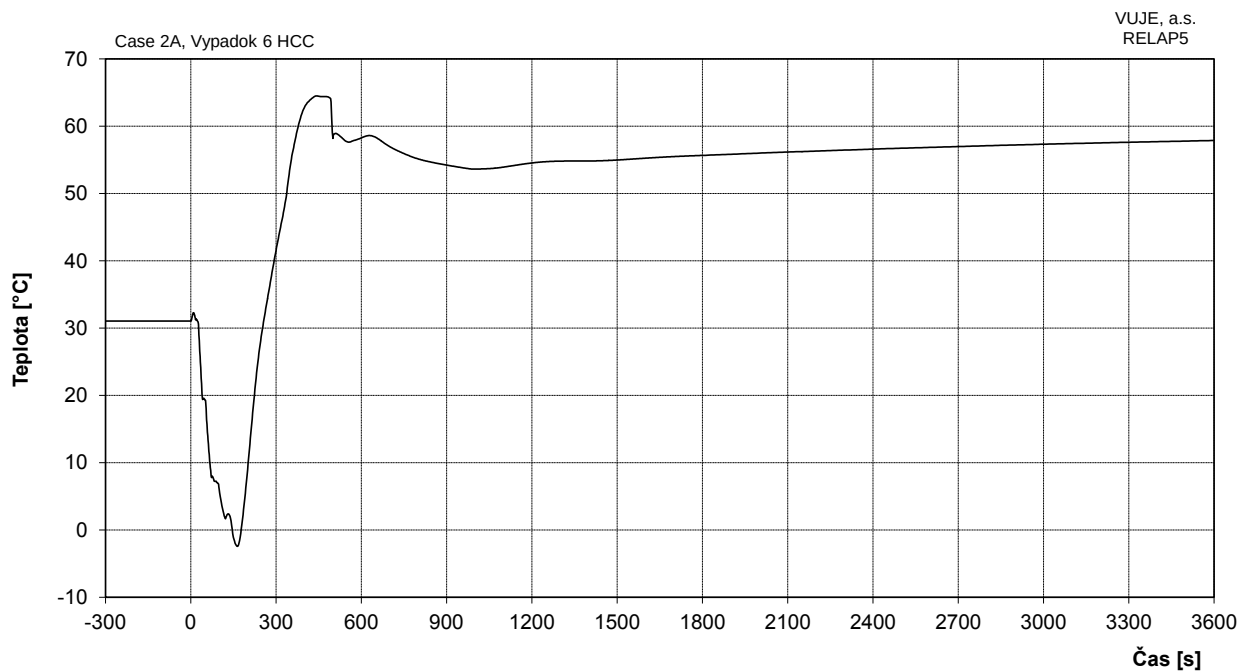
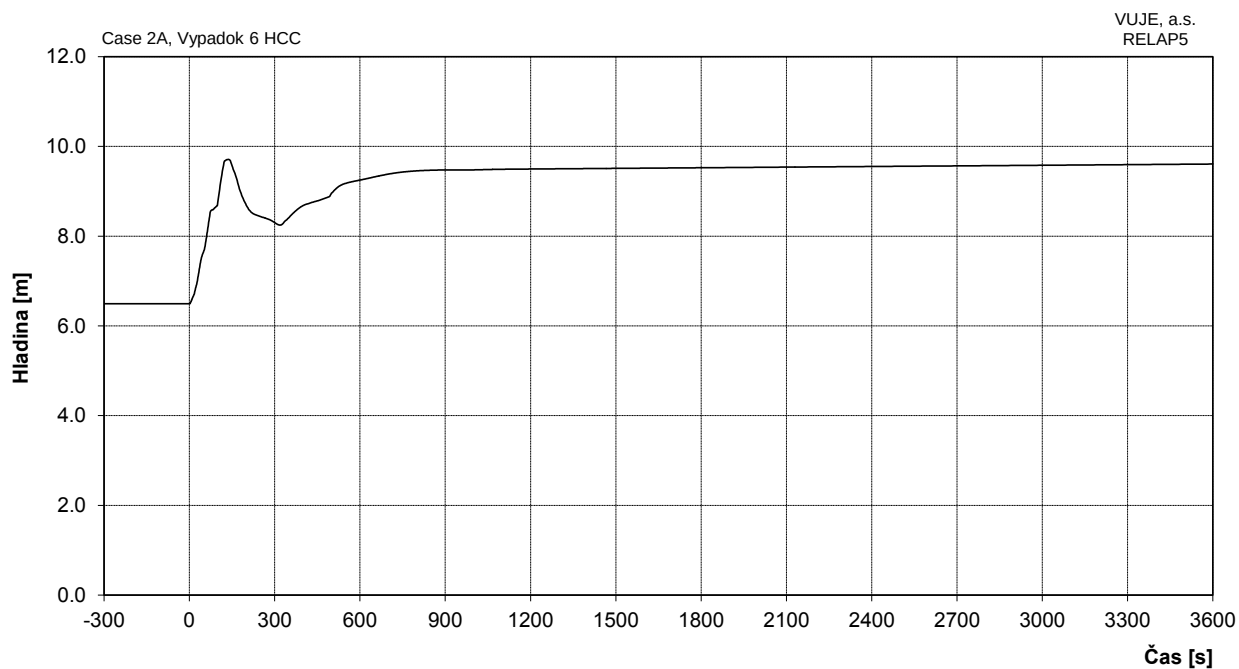


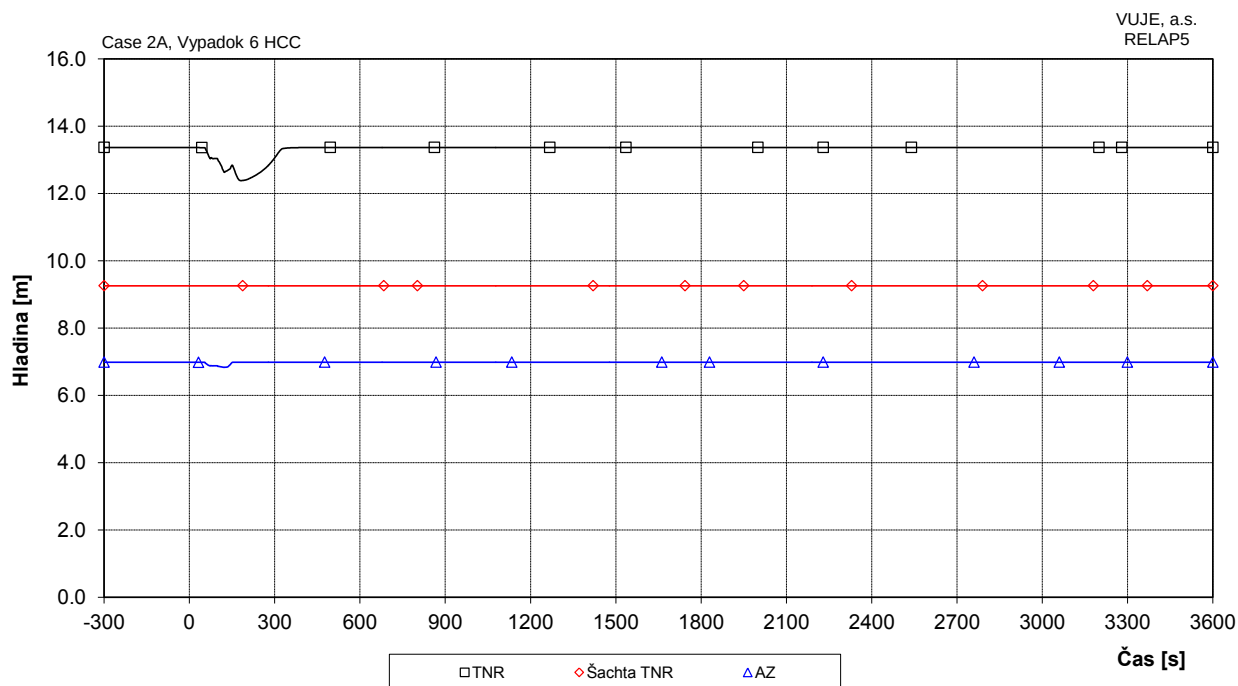
Obr. 7.2.1.9.2-2A-5: Teplota chladiva v TNR



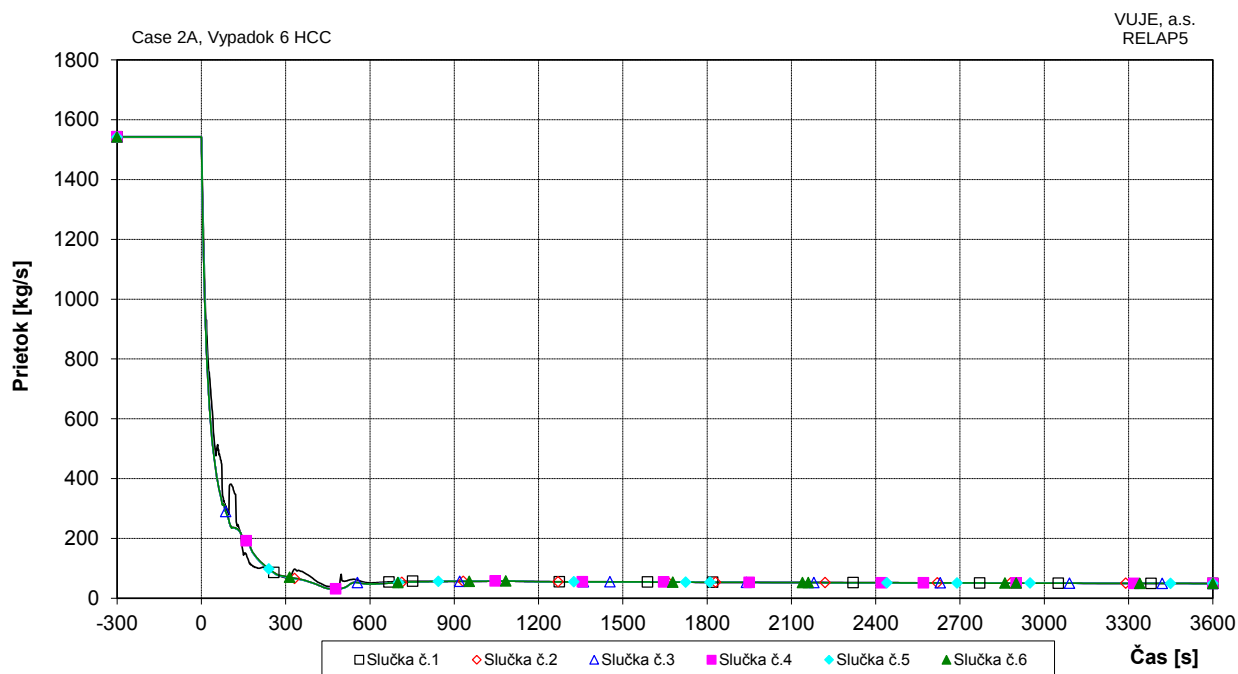
Obr. 7.2.1.9.2-2A-6: Maximálna teplota pokrytia a teplota chladiva na výstupe z AZ

**Obr. 7.2.1.9.2-2A-7: Maximálna teplota paliva****Obr. 7.2.1.9.2-2A-8: Celkový výkon EOKO**

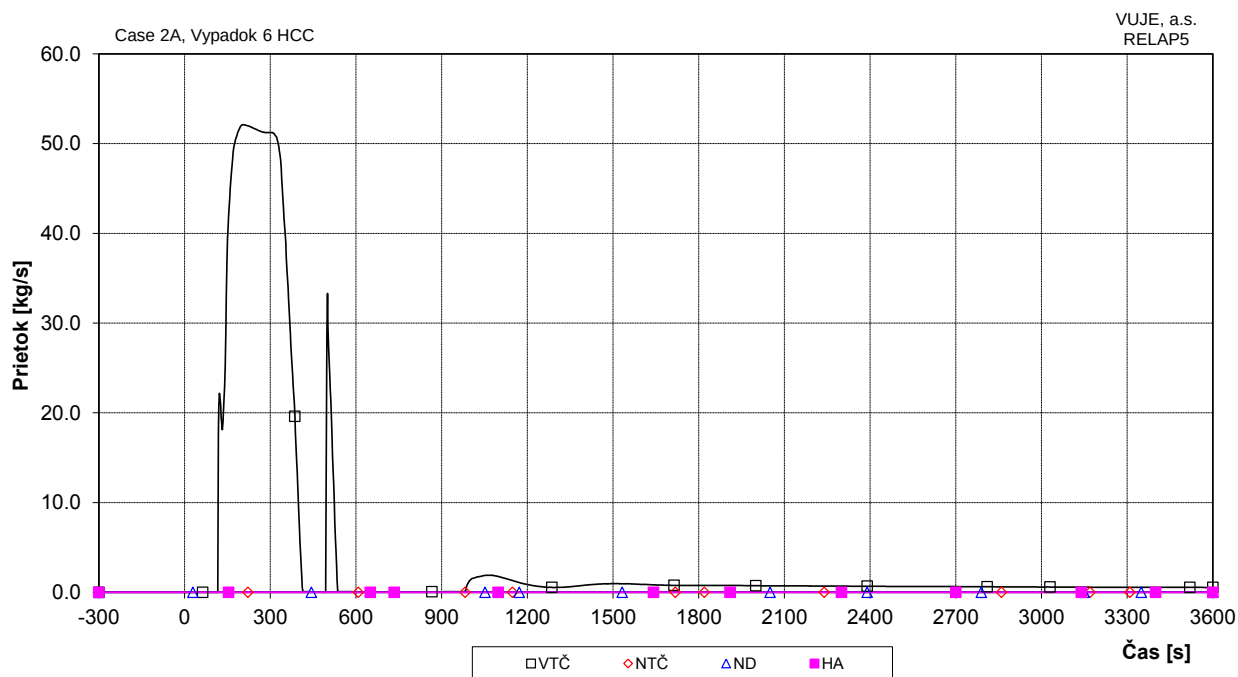
**Obr. 7.2.1.9.2-2A-9: Podchladenie na výstupe z reaktora****Obr. 7.2.1.9.2-2A-10: Celková hladina v KO**



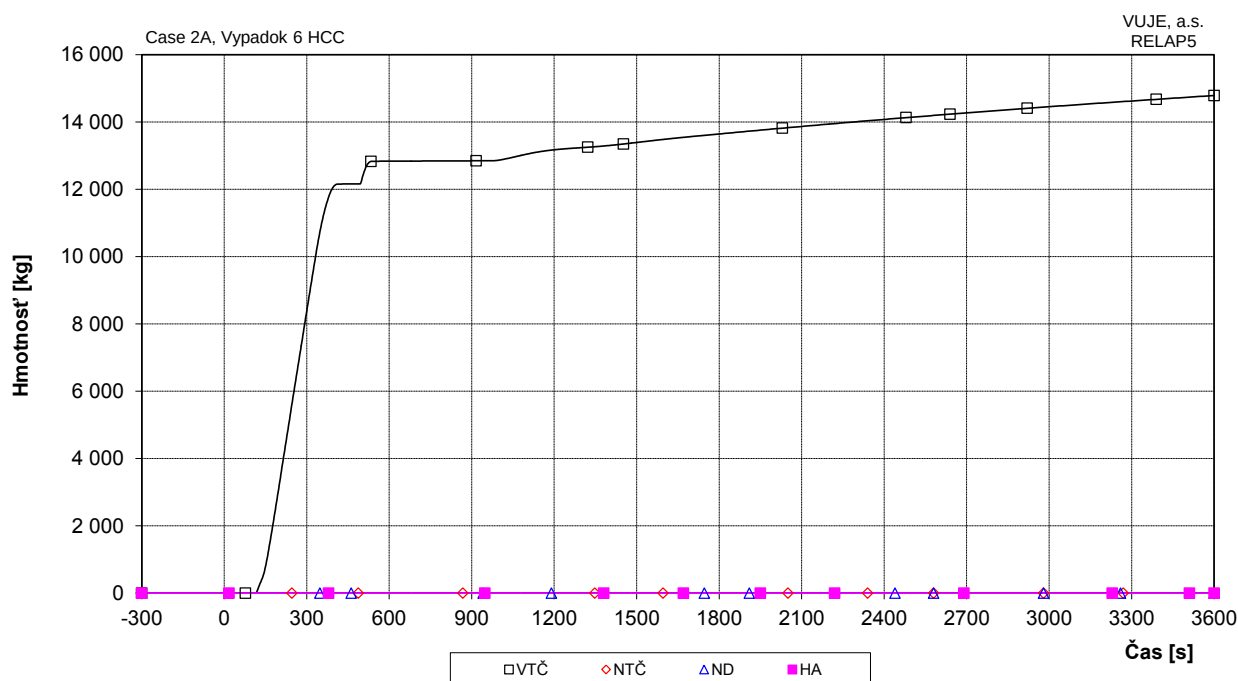
Obr. 7.2.1.9.2-2A-11: Hladina chladiva v TNR



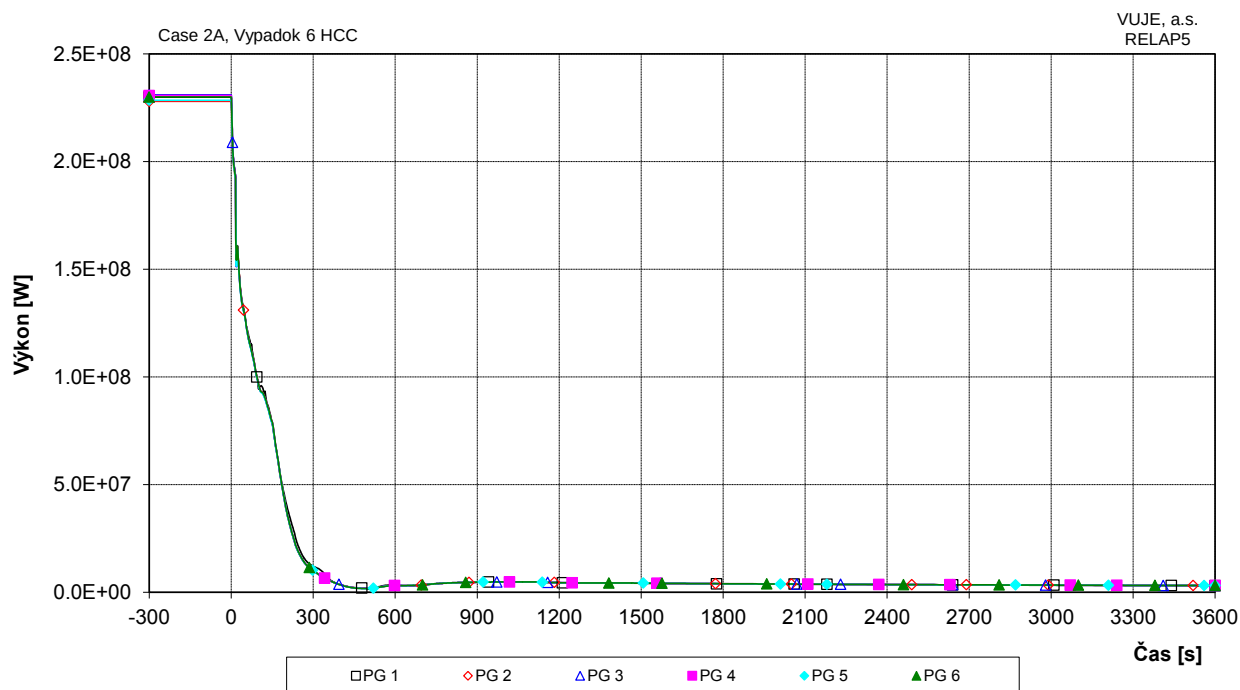
Obr. 7.2.1.9.2-2A-12: Hmotnostný prietok chladiva na výstupe z TNR



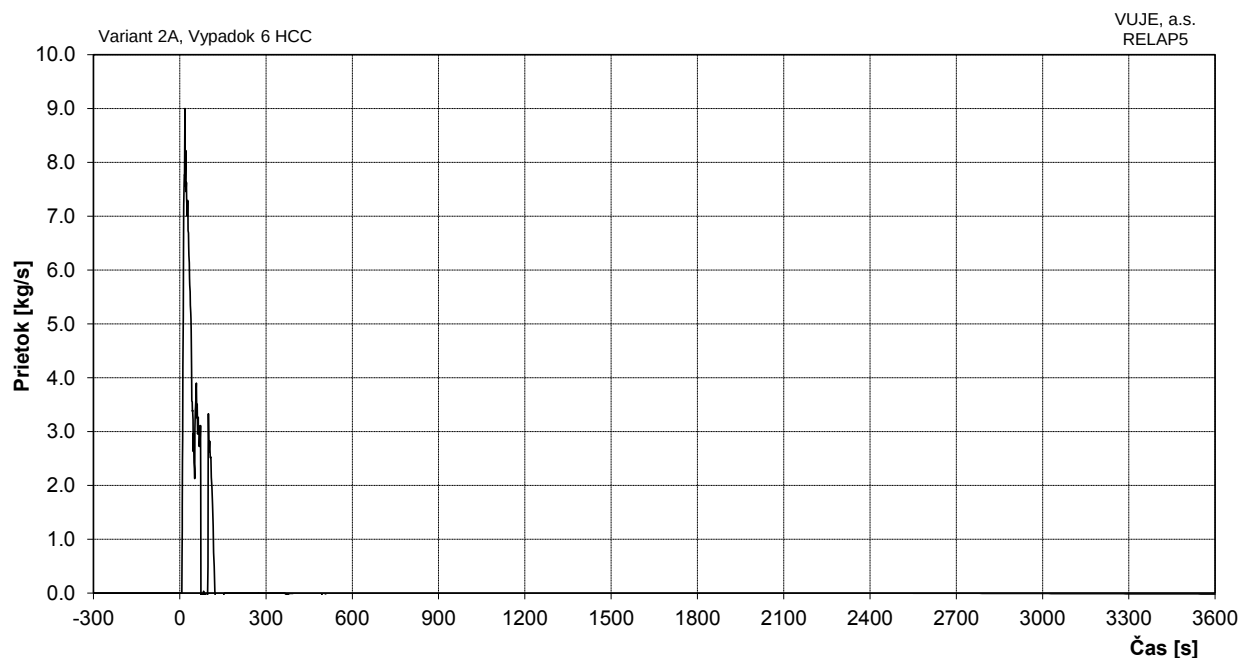
Obr. 7.2.1.9.2-2A-13: Doplnovanie do I.O.



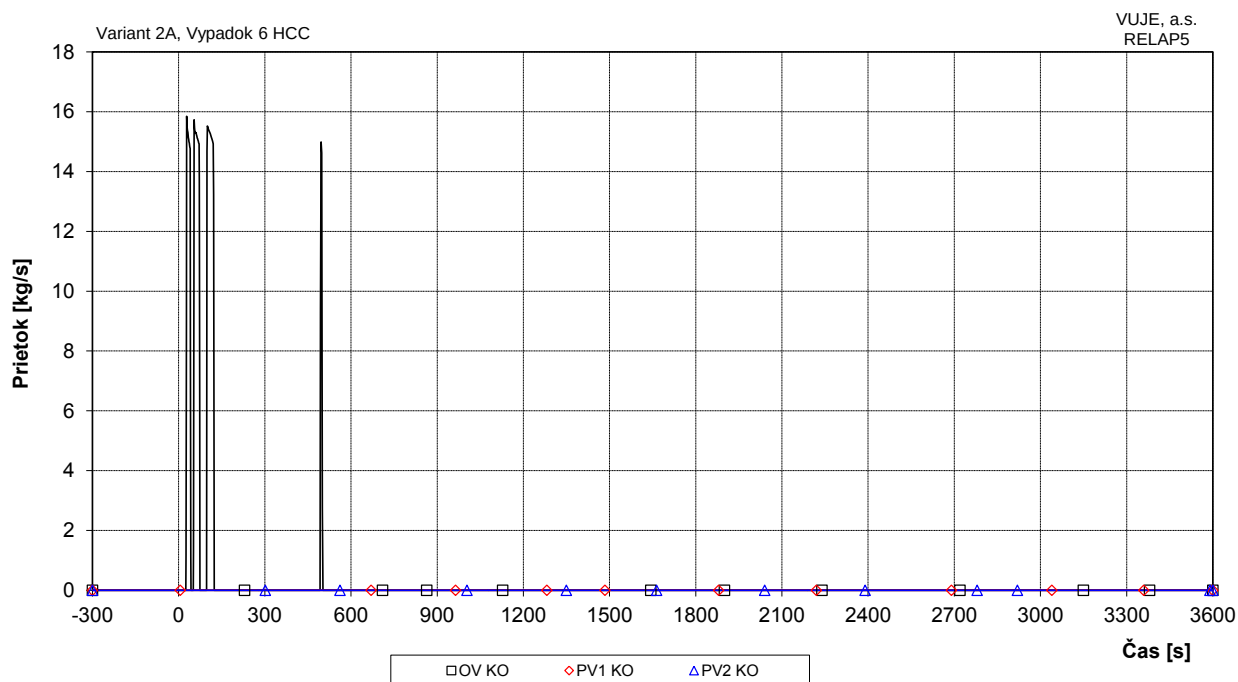
Obr. 7.2.1.9.2-2A-14: Integrál doplnovania do I.O.



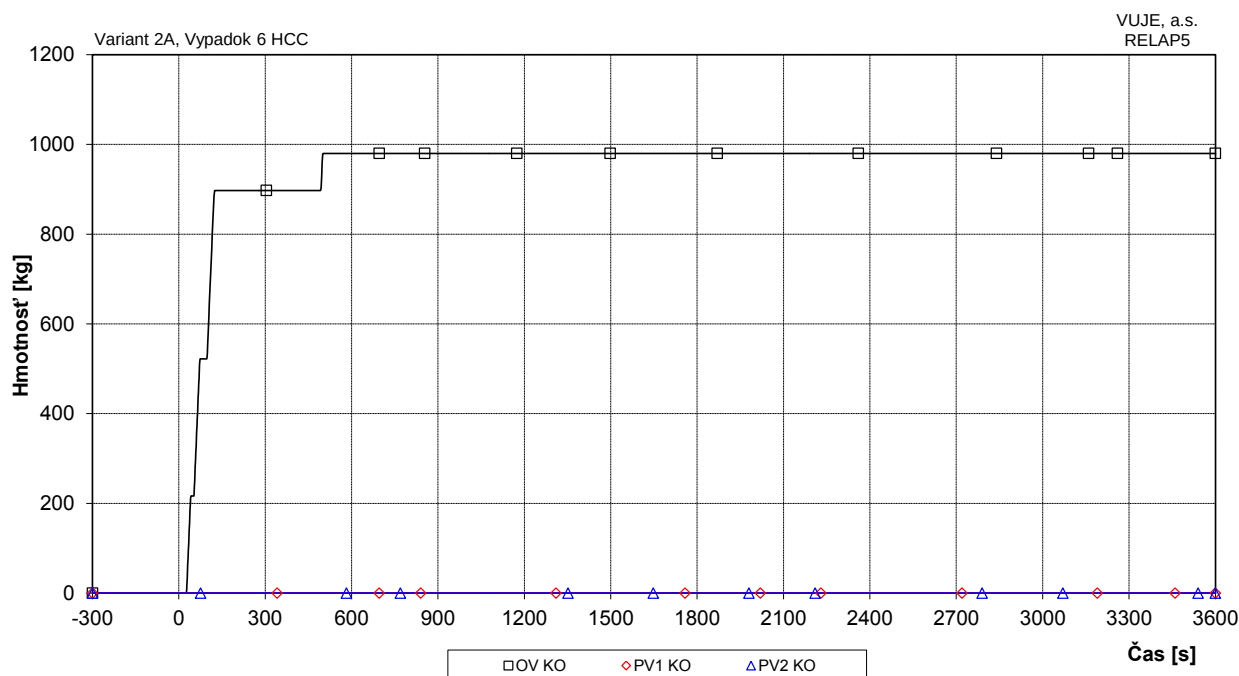
Obr. 7.2.1.9.2-2A-15: Výkon PG



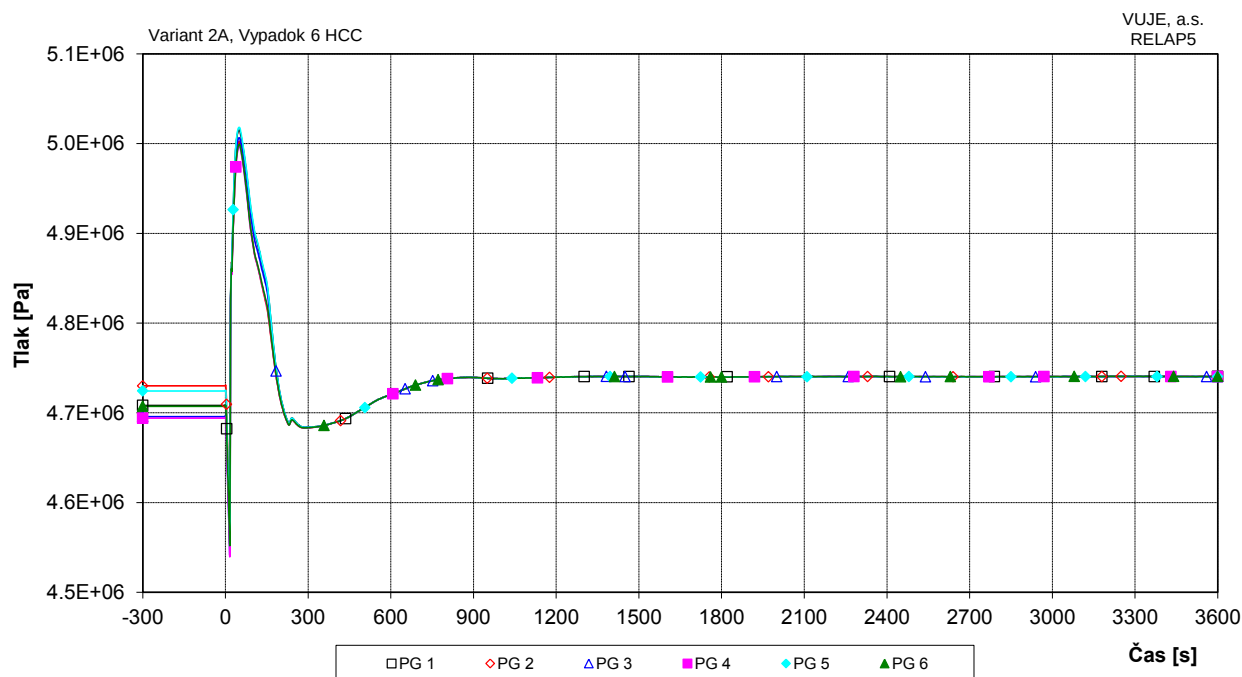
Obr. 7.2.1.9.2-2A-16: Celkový prietok cez ventily vstreku do KO



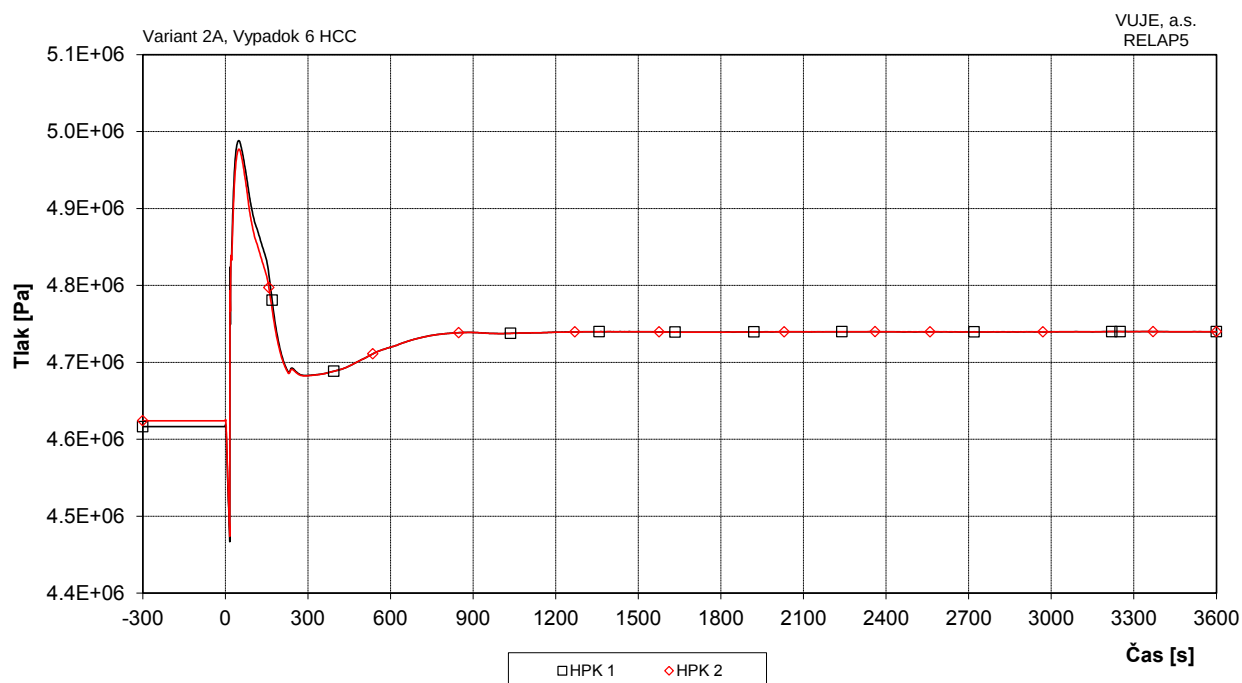
Obr. 7.2.1.9.2-2A-17: Prietok chladiva cez poistné ventily KO



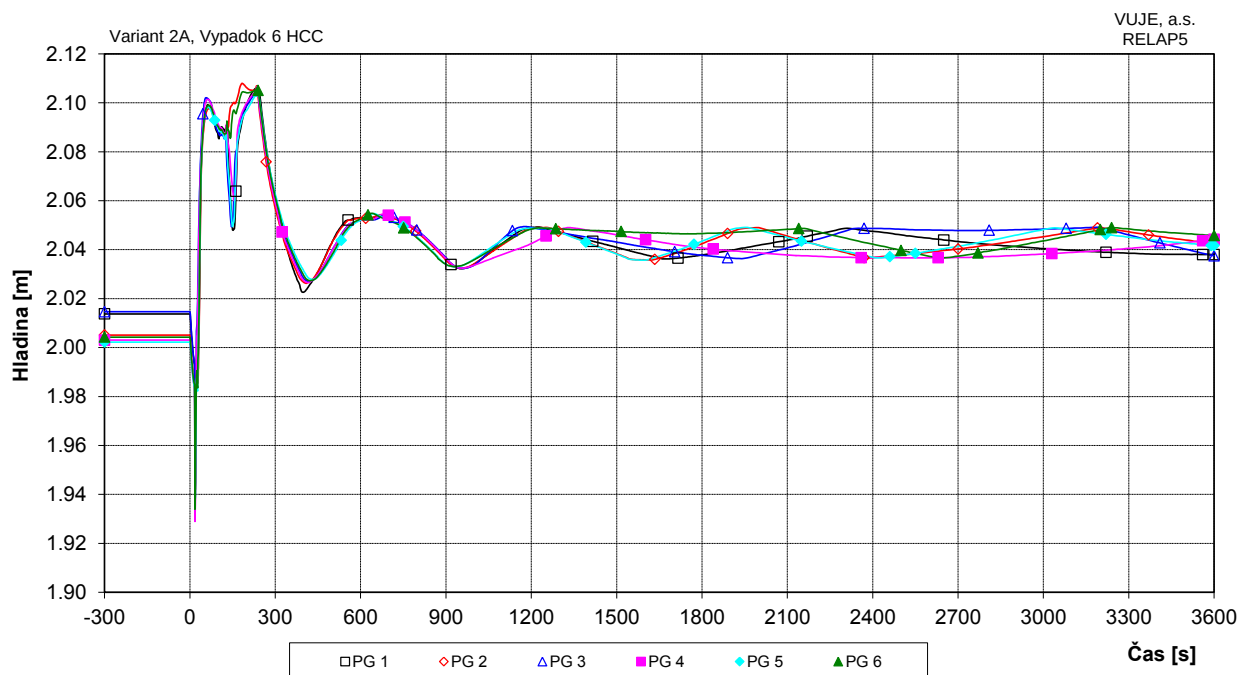
Obr. 7.2.1.9.2-2A-18: Integrál prietoku chladiva cez poistné ventily KO



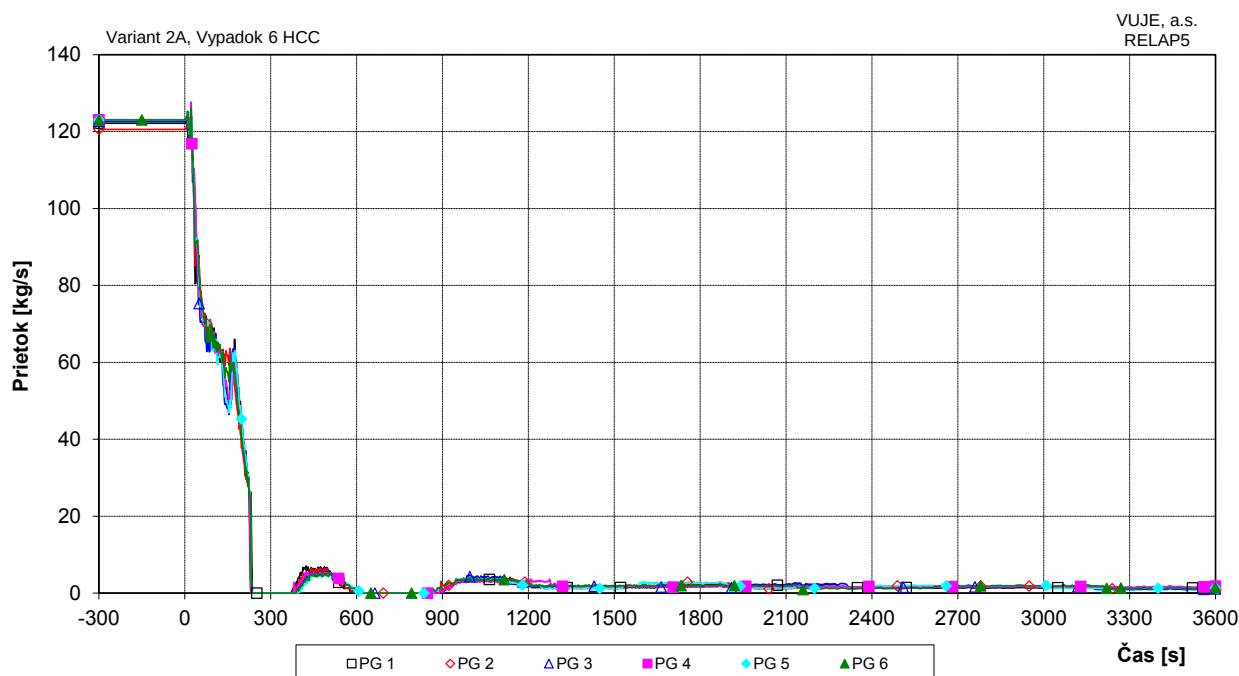
Obr. 7.2.1.9.2-2A-19: Tlak na výstupe z PG



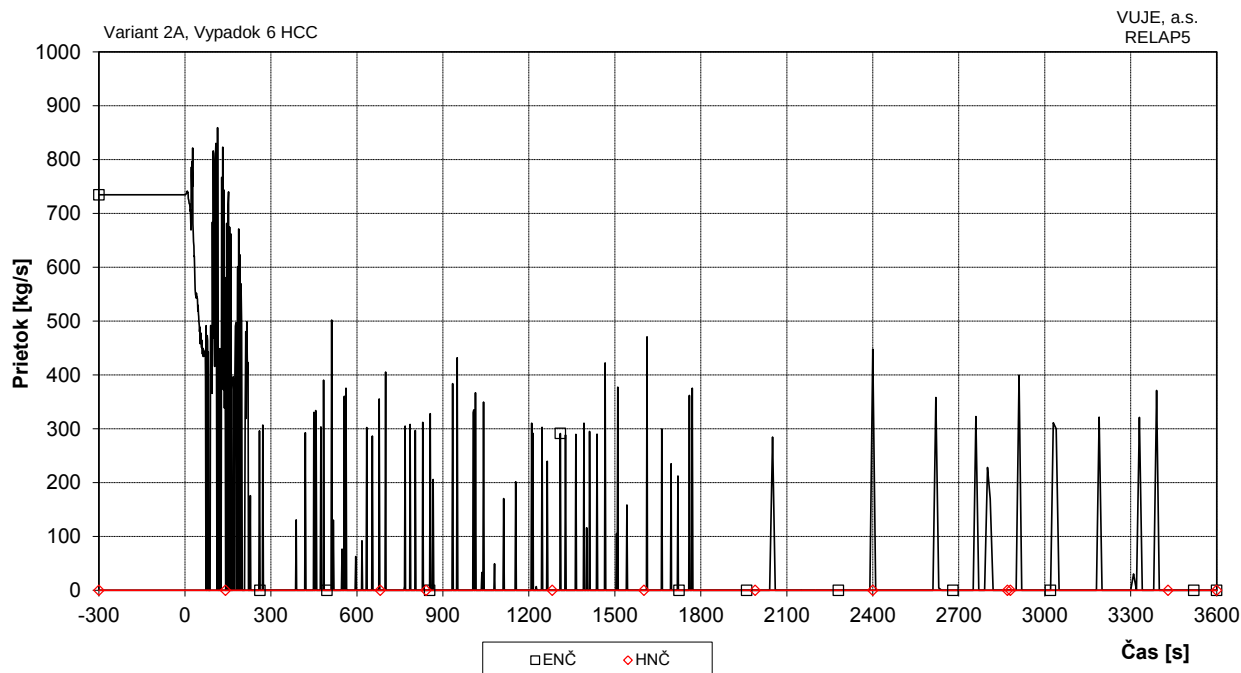
Obr. 7.2.1.9.2-2A-20: Tlak v HPK



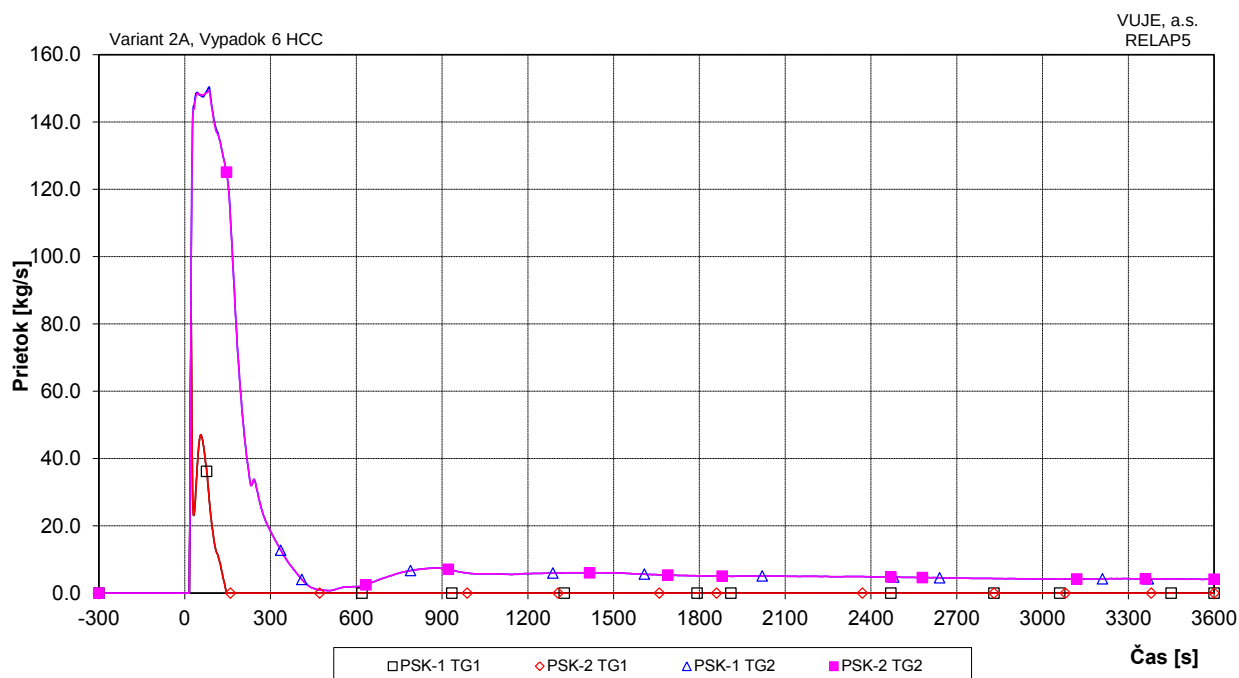
Obr. 7.2.1.9.2-2A-21: Celková hladina v PG



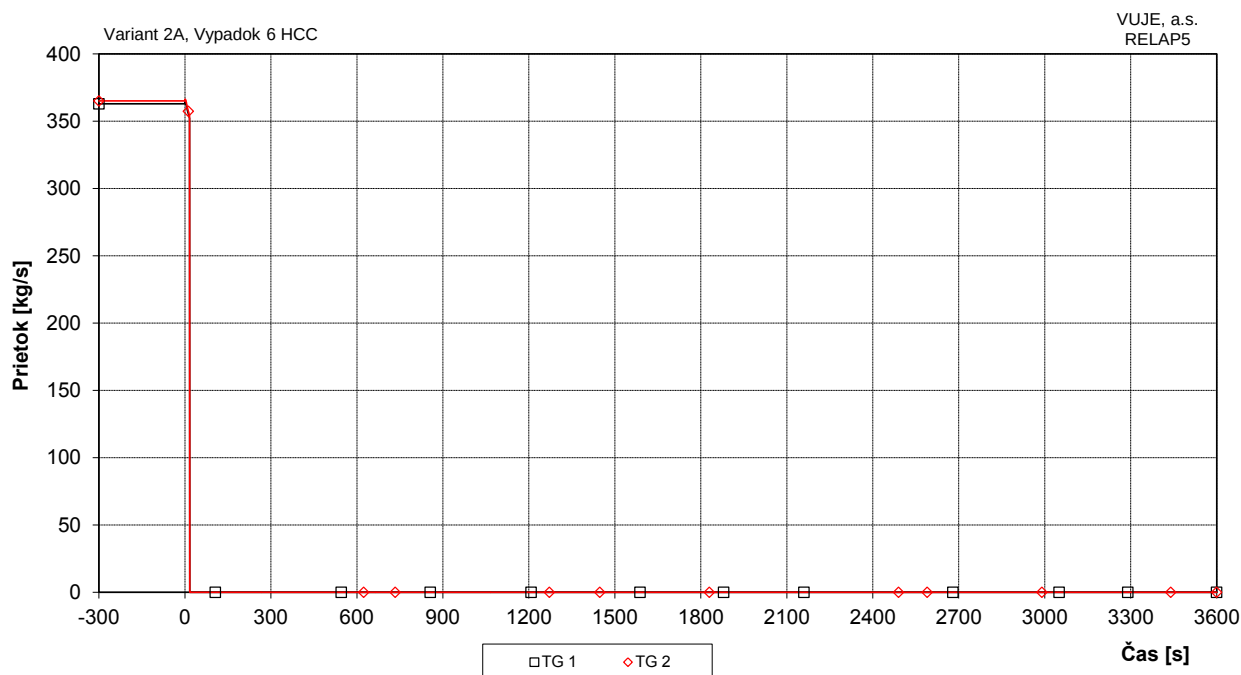
Obr. 7.2.1.9.2-2A-22: Celkový prietok napájacej vody do PG



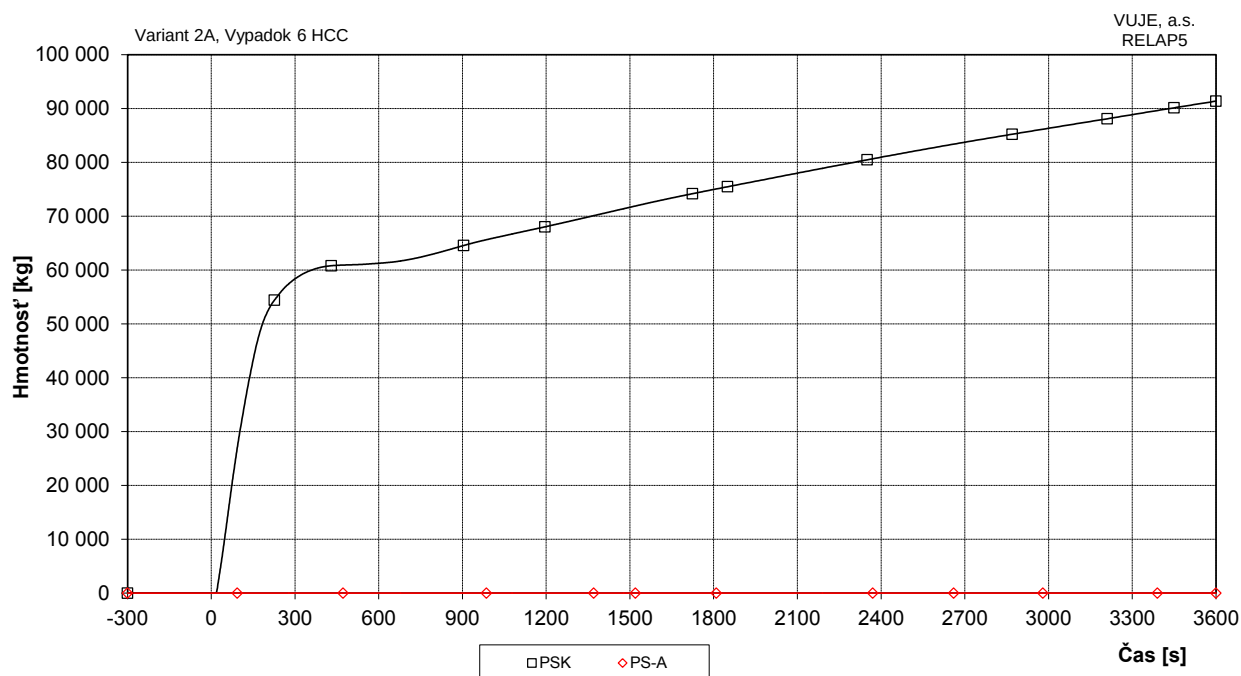
Obr. 7.2.1.9.2-2A-23: Prietok napájacej vody od ENČ a HNČ



Obr. 7.2.1.9.2-2A-24: Prietok pary cez PSK



Obr. 7.2.1.9.2-2A-25: Prietok pary do TG



Obr. 7.2.1.9.2-2A-26: Integrál celkového prietoku pary cez PSK a PS-A

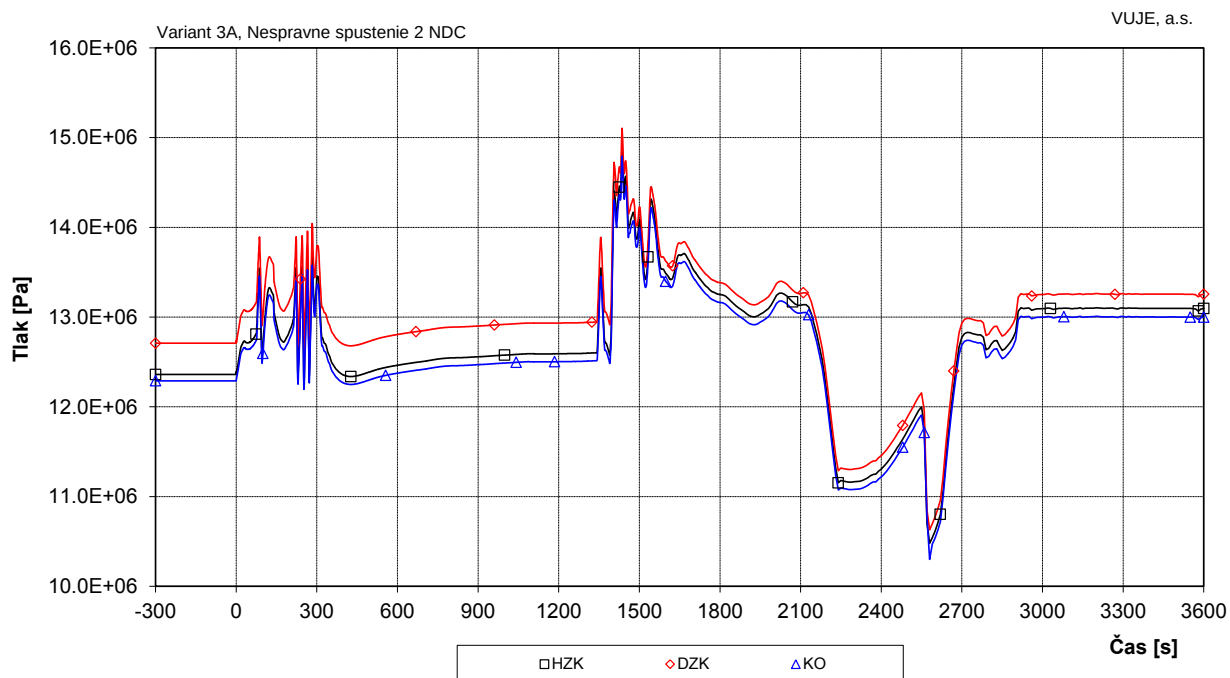
Príloha č. 03

7.2.1.9.3 Prechodové procesy s nárastom množstva chladiva I.O. (ATWS)

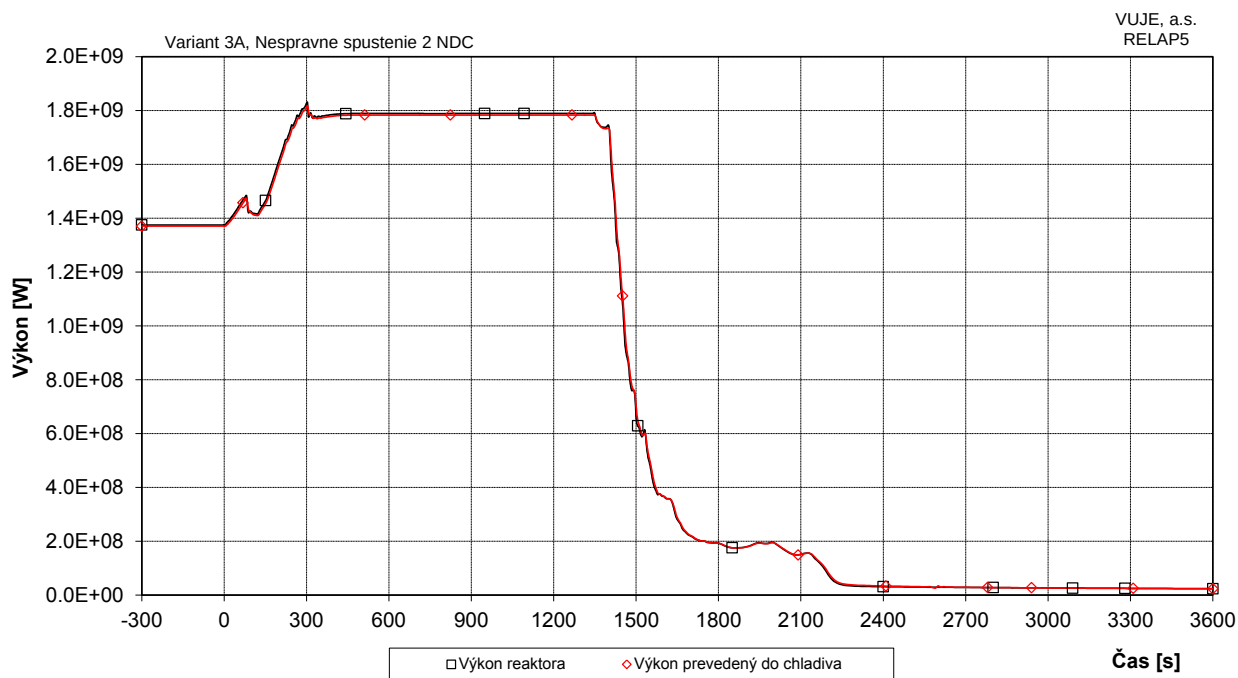
Scenár 3A Nesprávne spustenie dvoch NDČ

ZOZNAM OBRÁZKOV

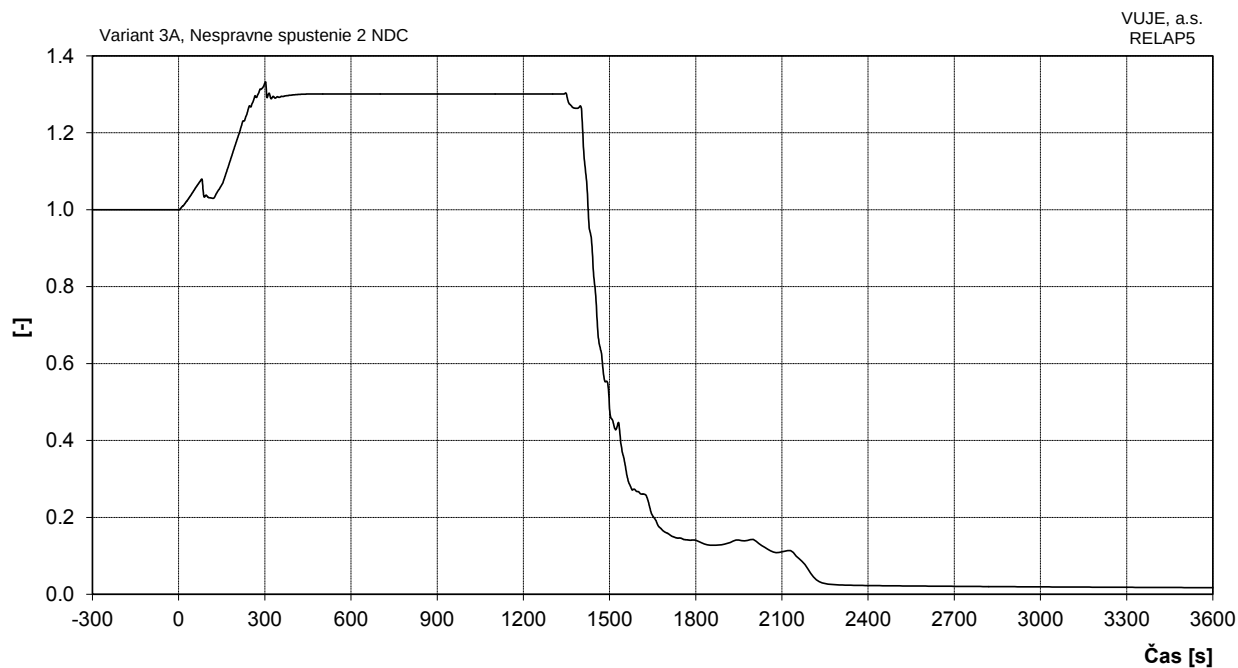
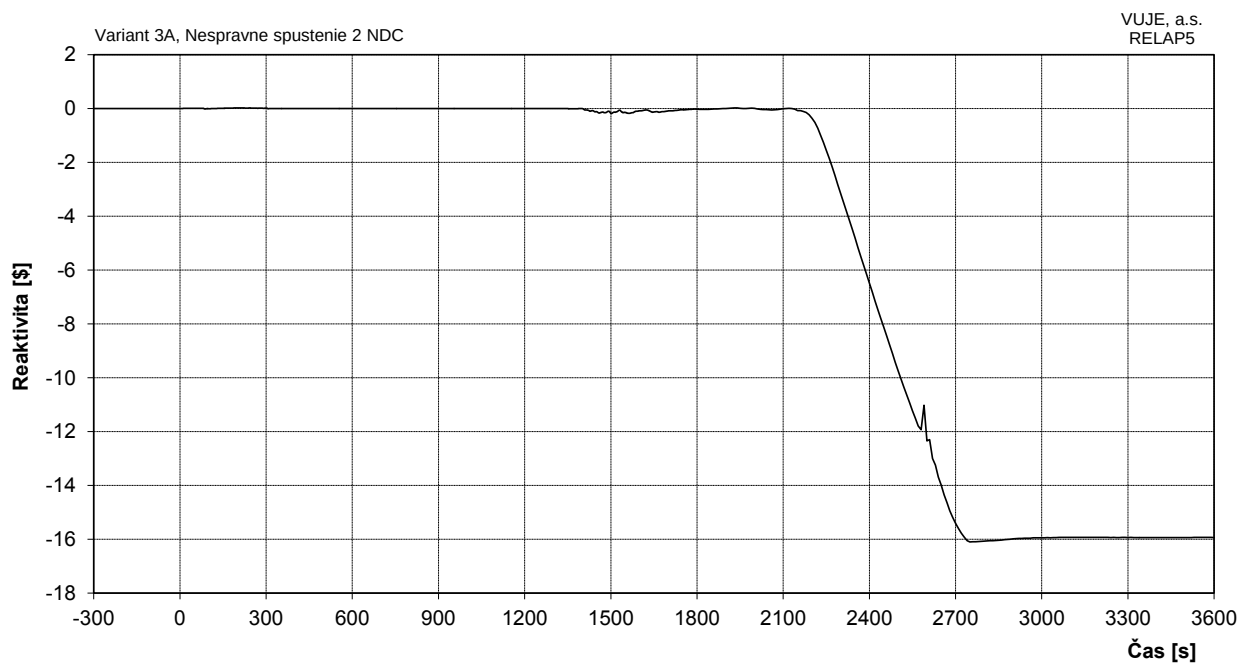
Obr. 7.2.1.9.3-3A-1:	Tlak v I.O.	2
Obr. 7.2.1.9.3-3A-2:	Výkon reaktora	2
Obr. 7.2.1.9.3-3A-3:	Pomerný výkon reaktora	3
Obr. 7.2.1.9.3-3A-4:	Celková reaktivita	3
Obr. 7.2.1.9.3-3A-5:	Teplota chladiva v TNR.....	4
Obr. 7.2.1.9.3-3A-6:	Maximálna teplota pokrytia a teplota chladiva na výstupe z AZ.....	4
Obr. 7.2.1.9.3-3A-7:	Maximálna teplota paliva	5
Obr. 7.2.1.9.3-3A-8:	Celkový výkon EOKO	5
Obr. 7.2.1.9.3-3A-9:	Podchladenie na výstupe z reaktora	6
Obr. 7.2.1.9.3-3A-10:	Celková hladina v KO	6
Obr. 7.2.1.9.3-3A-11:	Hladina chladiva v TNR	7
Obr. 7.2.1.9.3-3A-12:	Hmotnostný prietok chladiva na výstupe z TNR.....	7
Obr. 7.2.1.9.3-3A-13:	Doplňovanie do I.O.	8
Obr. 7.2.1.9.3-3A-14:	Integrál doplňovania do I.O.....	8
Obr. 7.2.1.9.3-3A-15:	Výkon PG	9
Obr. 7.2.1.9.3-3A-16:	Celkový prietok cez ventily vstreku do KO	9
Obr. 7.2.1.9.3-3A-17:	Prietok chladiva cez poistné ventily KO	10
Obr. 7.2.1.9.3-3A-18:	Integrál prietoku chladiva cez poistné ventily KO	10
Obr. 7.2.1.9.3-3A-19:	Tlak na výstupe z PG.....	11
Obr. 7.2.1.9.3-3A-20:	Tlak v HPK.....	11
Obr. 7.2.1.9.3-3A-21:	Celková hladina v PG	12
Obr. 7.2.1.9.3-3A-22:	Celkový prietok napájacej vody do PG.....	12
Obr. 7.2.1.9.3-3A-23:	Prietok napájacej vody od ENČ a HNČ.....	13
Obr. 7.2.1.9.3-3A-24:	Prietok pary cez PS-A na parovodoch	13
Obr. 7.2.1.9.3-3A-25:	Prietok pary cez PSK.....	14
Obr. 7.2.1.9.3-3A-26:	Prietok pary do TG.....	14
Obr. 7.2.1.9.3-3A-27:	Integrál celkového prietoku pary cez PSK a PS-A.....	15

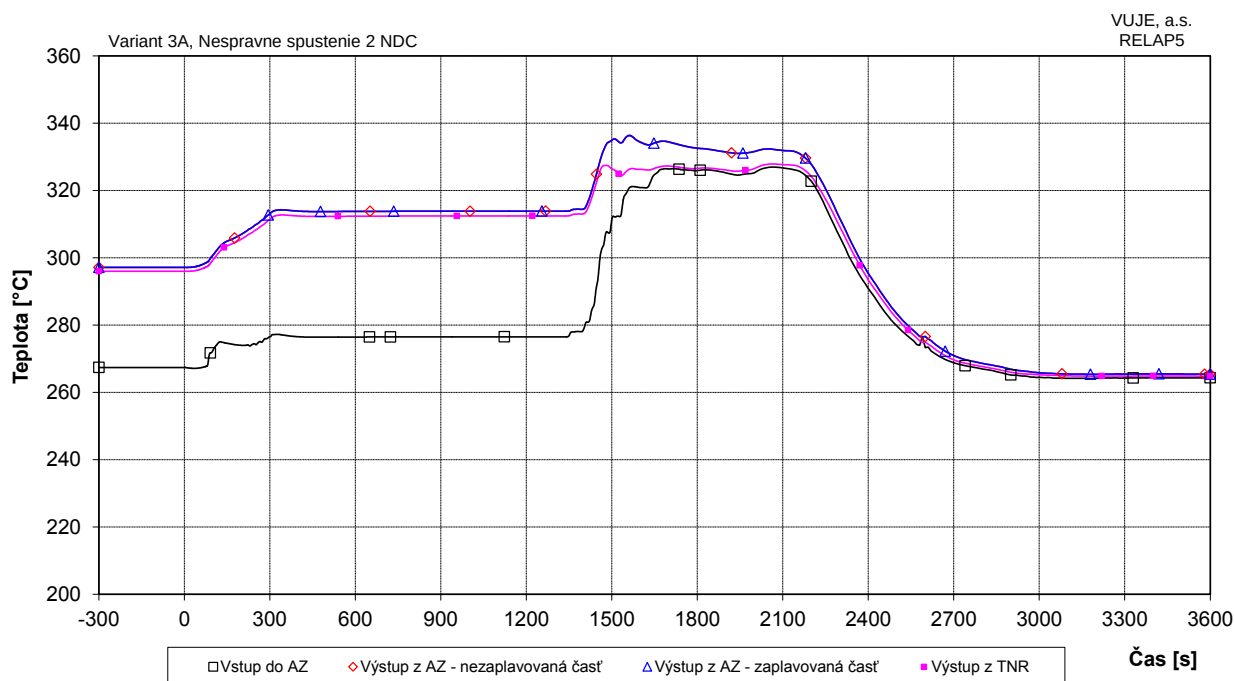


Obr. 7.2.1.9.3-3A-1: Tlak v I.O.

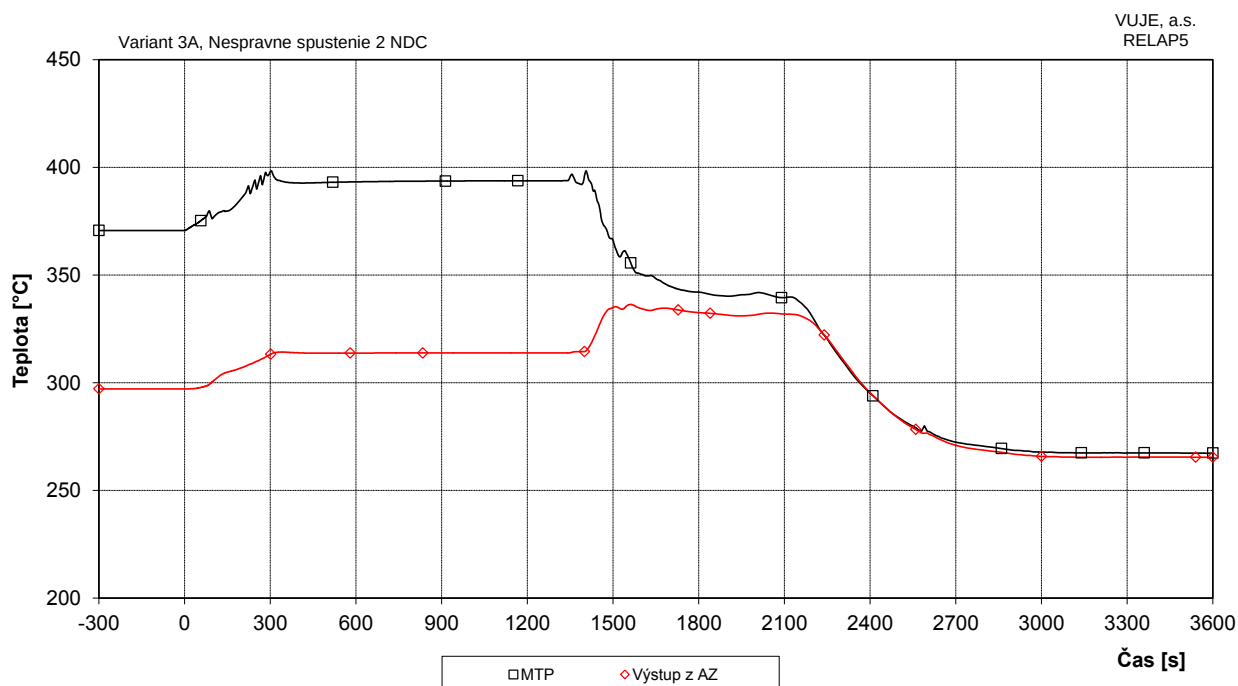


Obr. 7.2.1.9.3-3A-2: Výkon reaktora

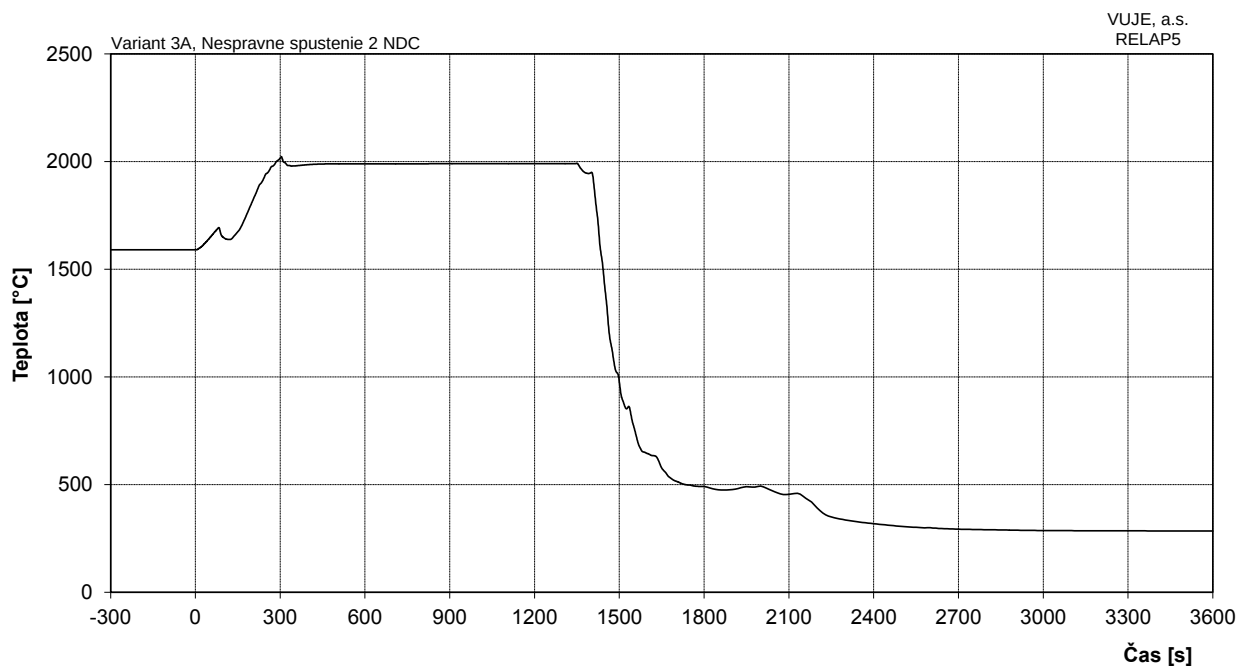
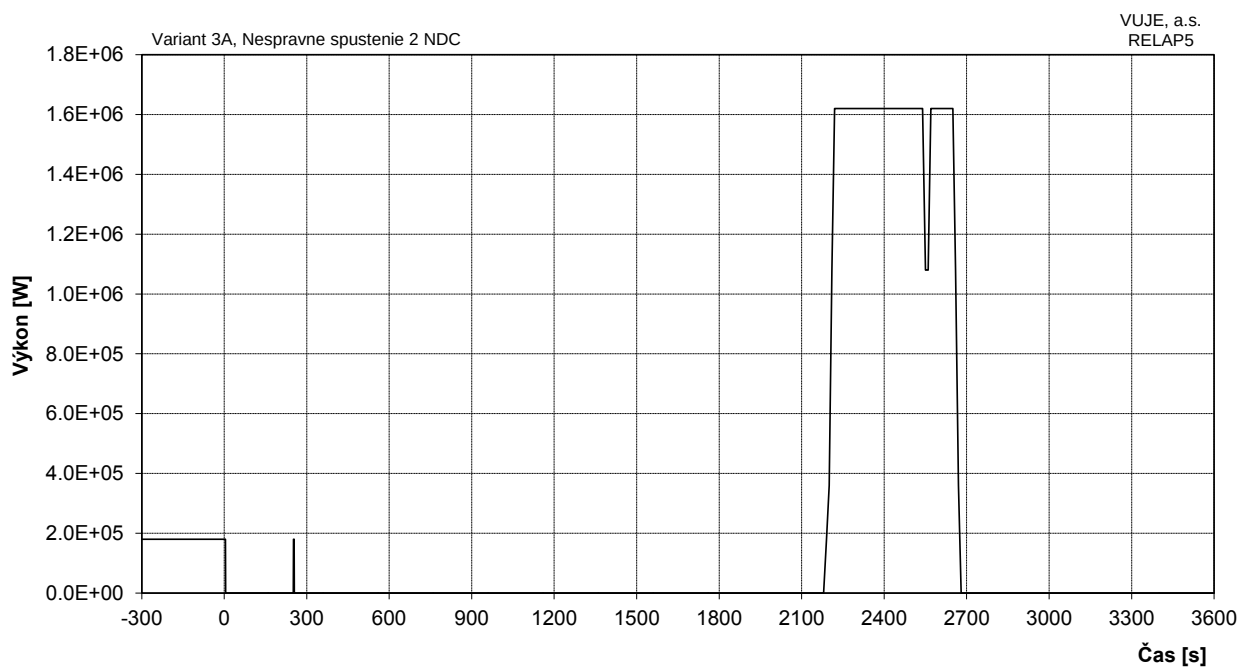
**Obr. 7.2.1.9.3-3A-3: Pomerný výkon reaktora****Obr. 7.2.1.9.3-3A-4: Celková reaktivita**

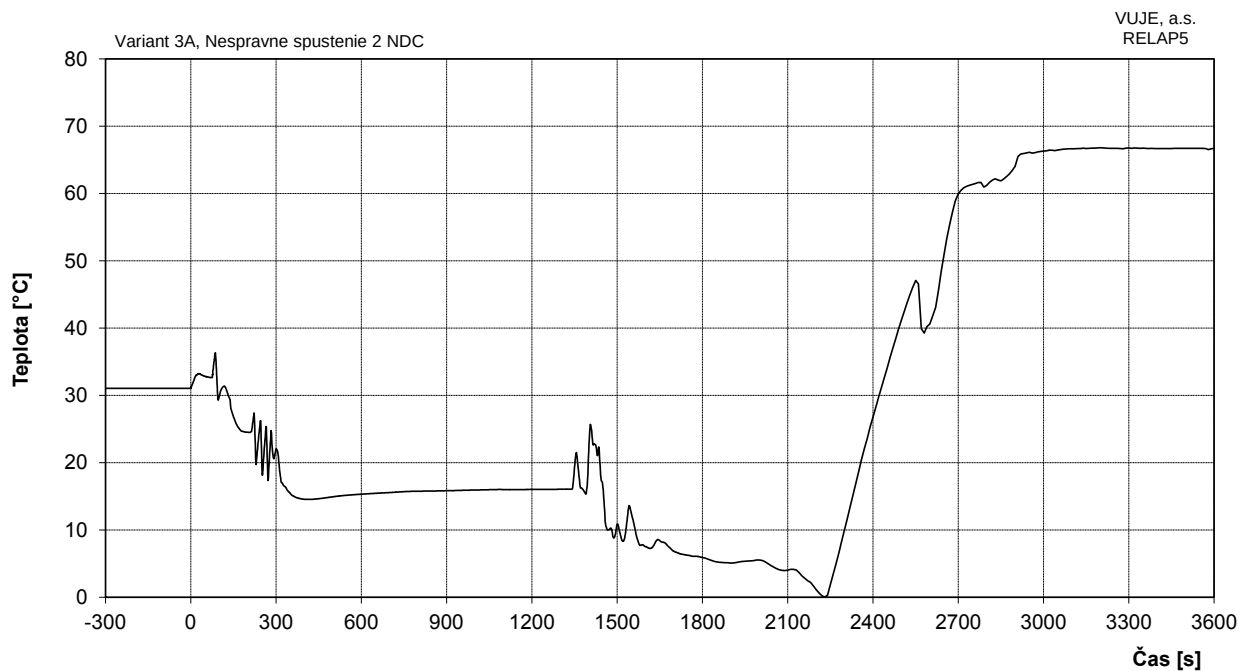
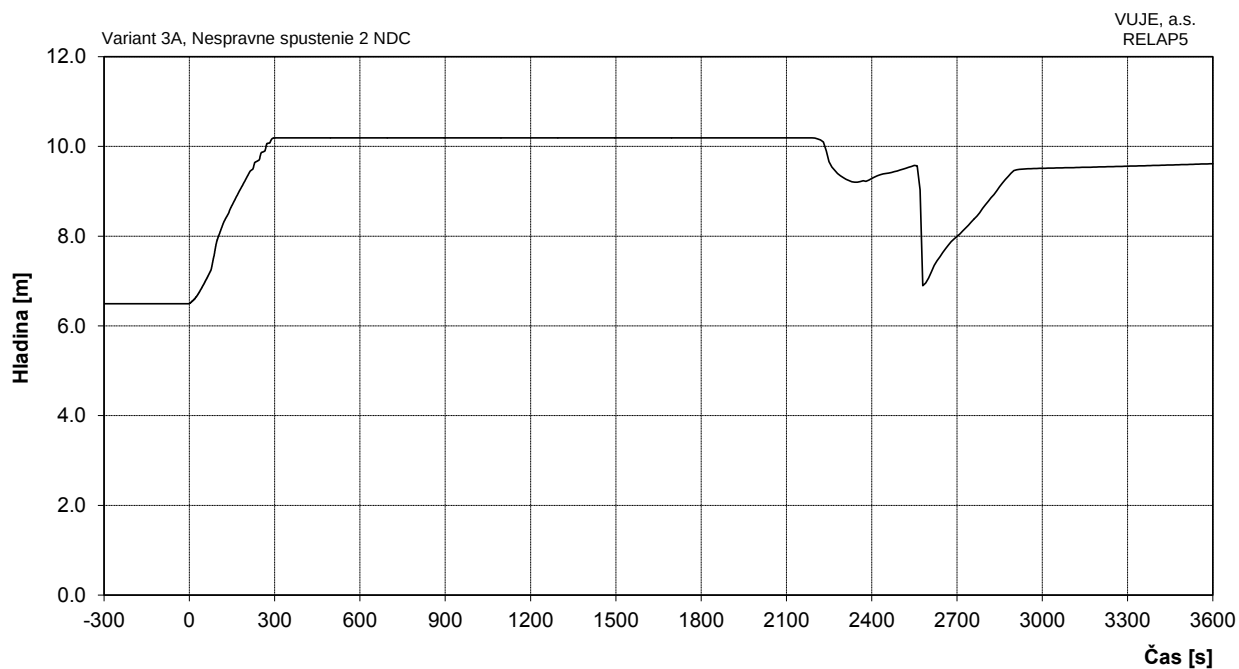


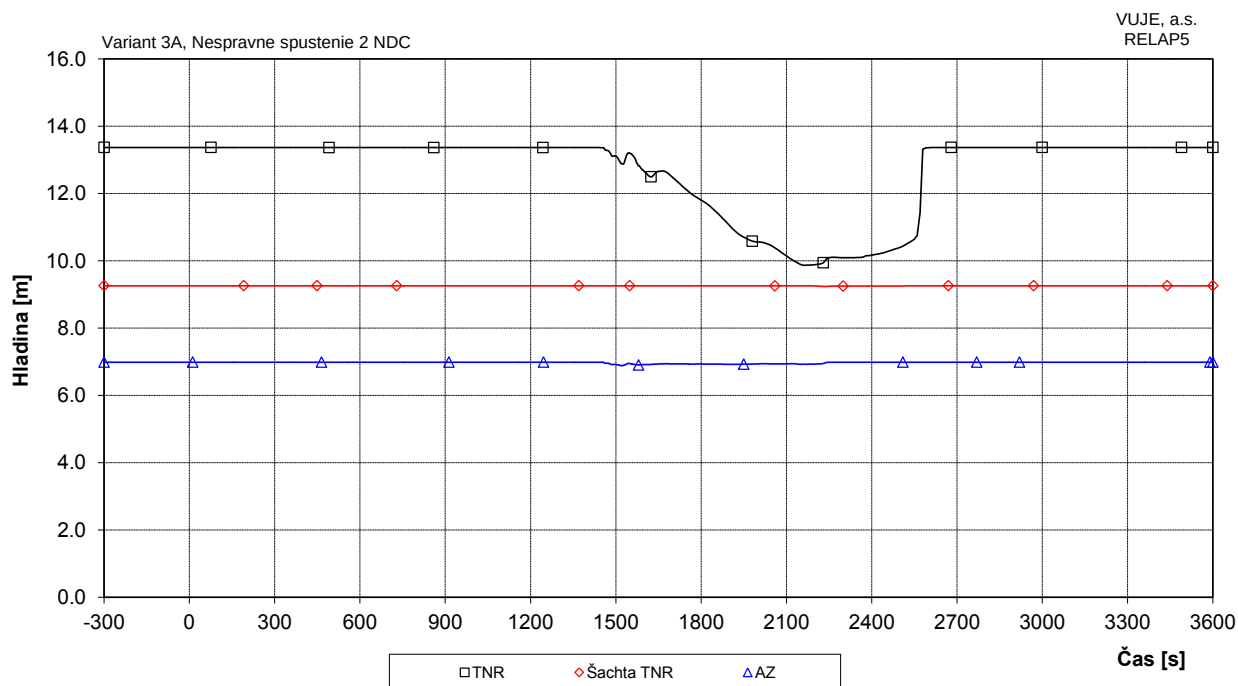
Obr. 7.2.1.9.3-3A-5: Teplota chladiva v TNR



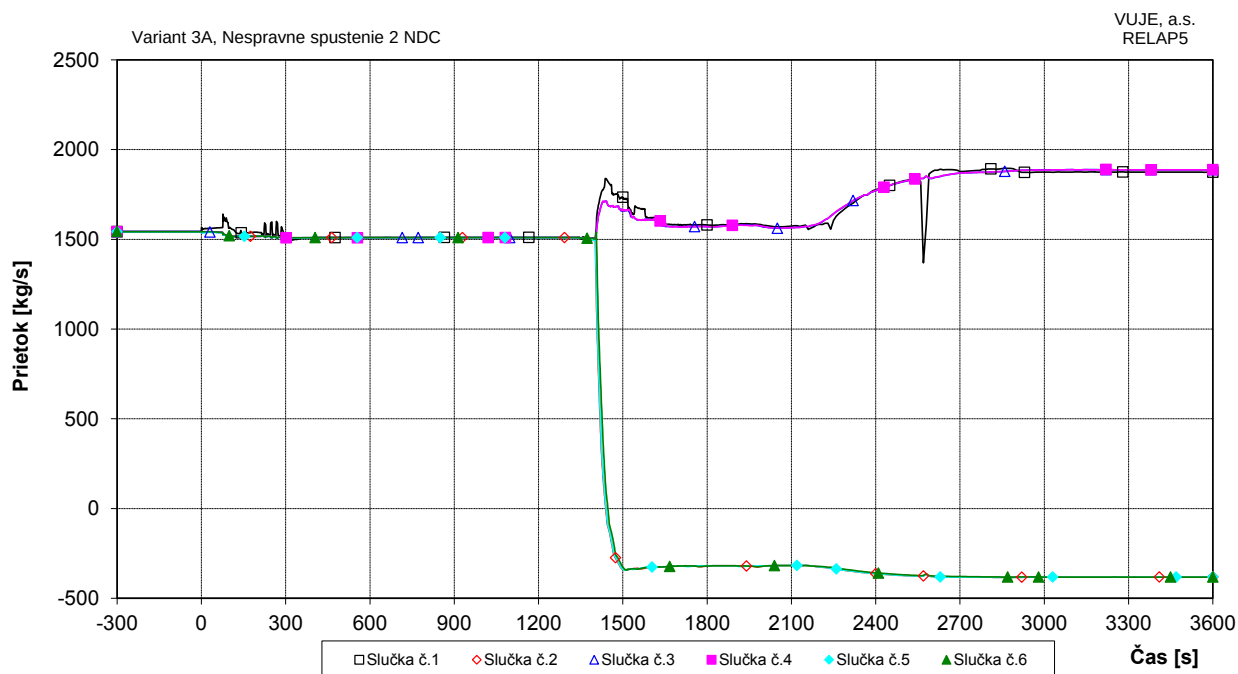
Obr. 7.2.1.9.3-3A-6: Maximálna teplota pokrytia a teplota chladiva na výstupe z AZ

**Obr. 7.2.1.9.3-3A-7: Maximálna teplota paliva****Obr. 7.2.1.9.3-3A-8: Celkový výkon EOKO**

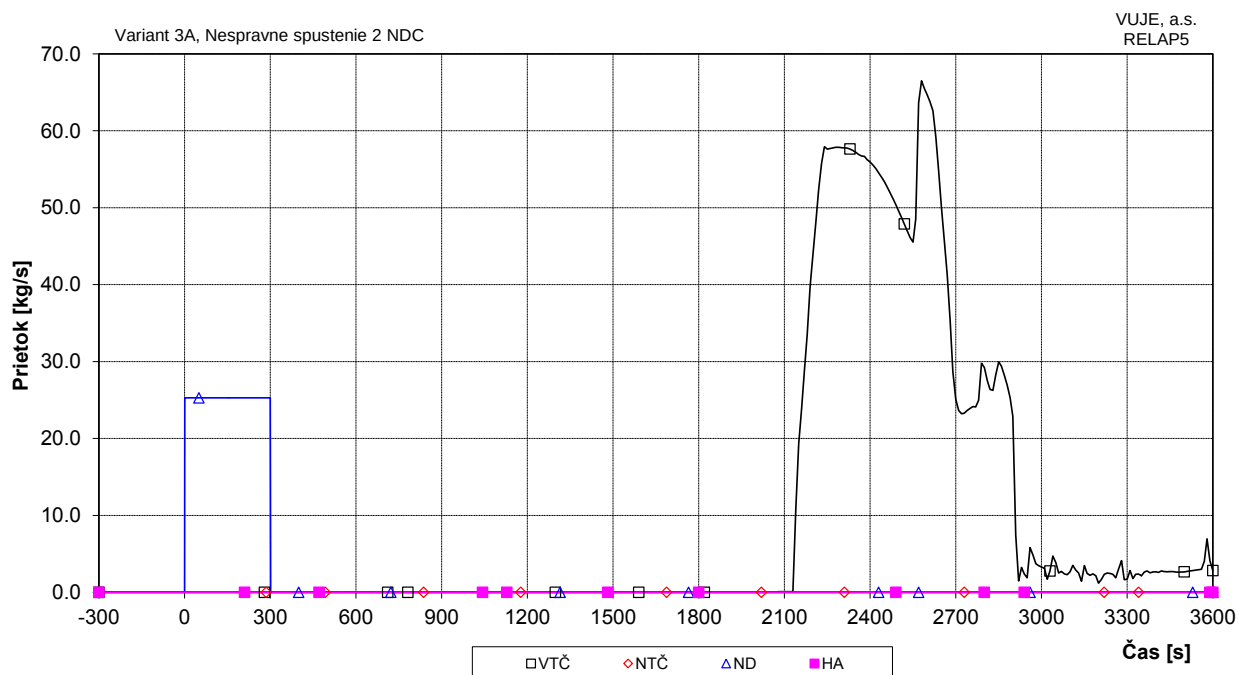
**Obr. 7.2.1.9.3-3A-9: Podchladenie na výstupe z reaktora****Obr. 7.2.1.9.3-3A-10: Celková hladina v KO**



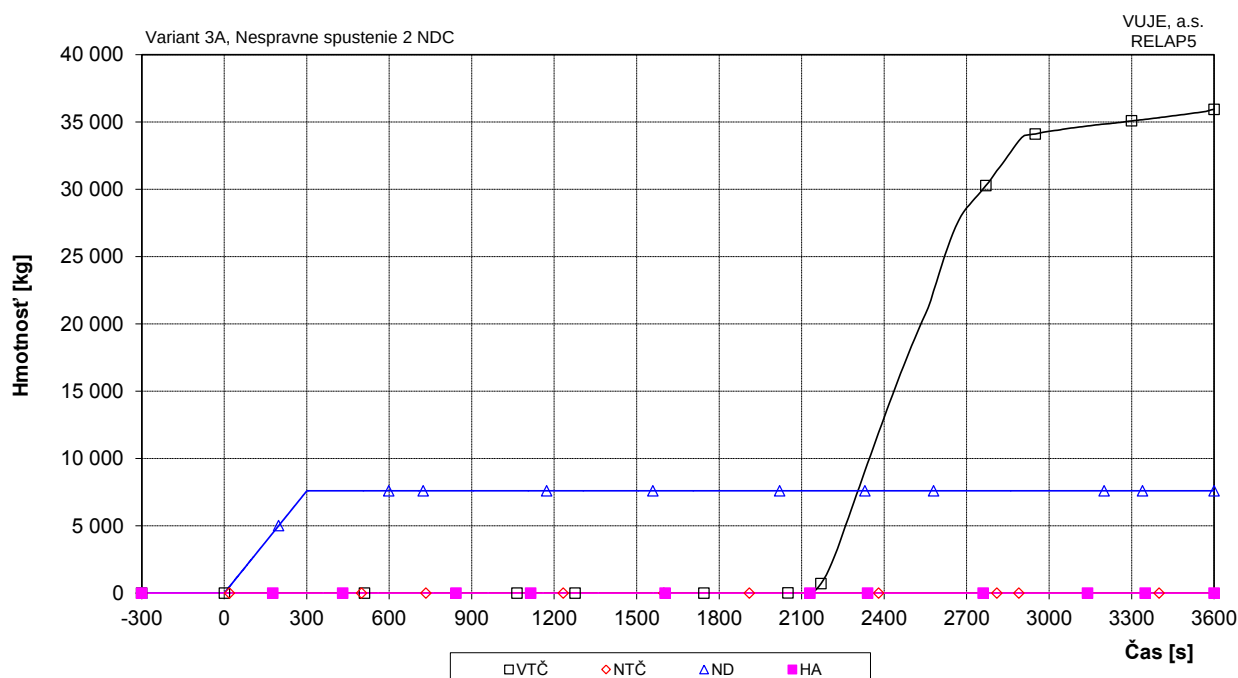
Obr. 7.2.1.9.3-3A-11: Hladina chladiva v TNR



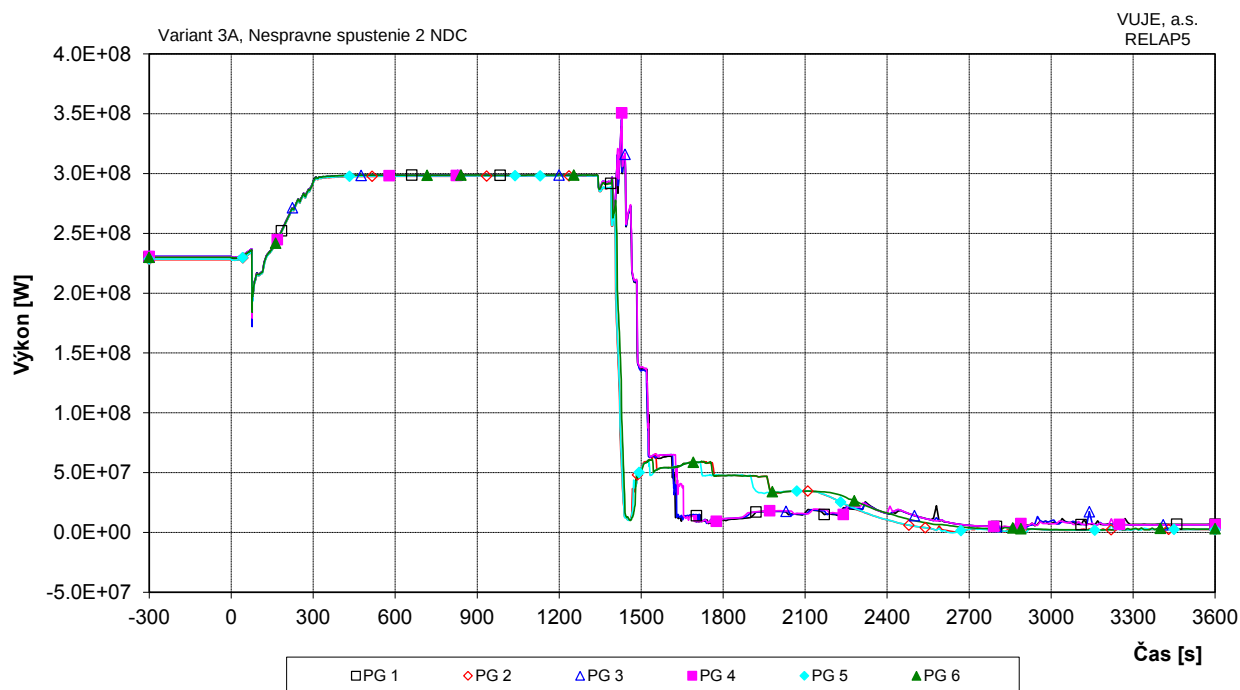
Obr. 7.2.1.9.3-3A-12: Hmotnostný prietok chladiva na výstupe z TNR



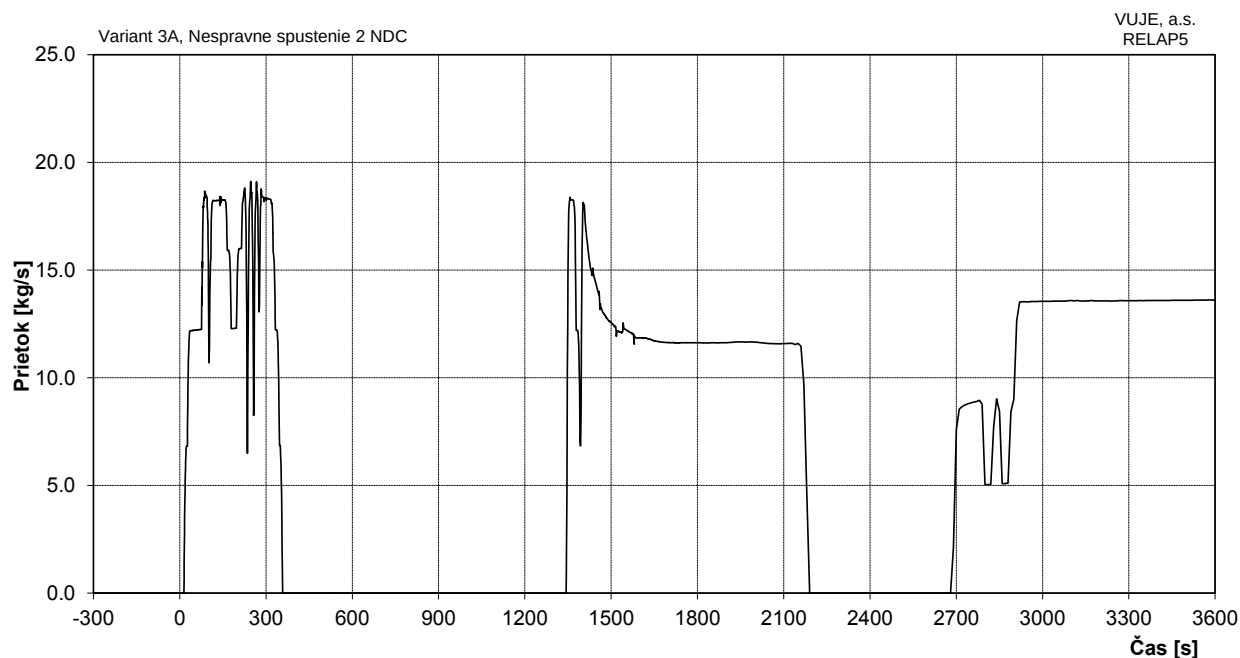
Obr. 7.2.1.9.3-3A-13: Doplnovanie do I.O.



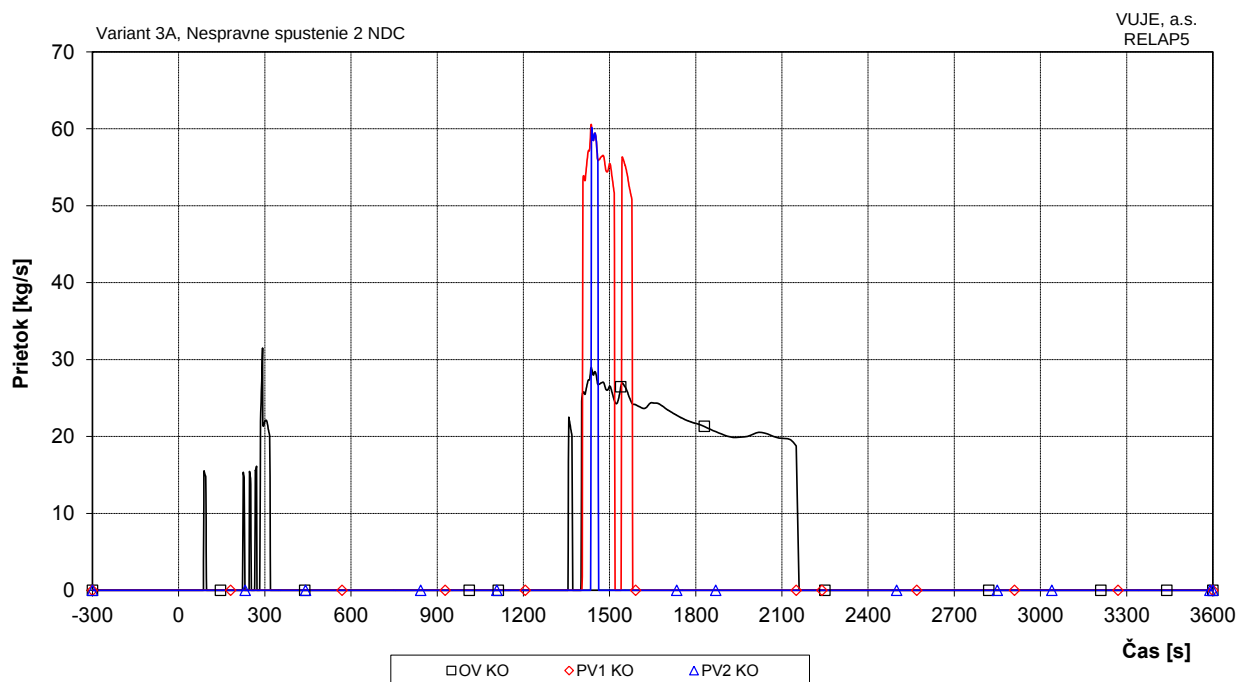
Obr. 7.2.1.9.3-3A-14: Integrál doplnovania do I.O.



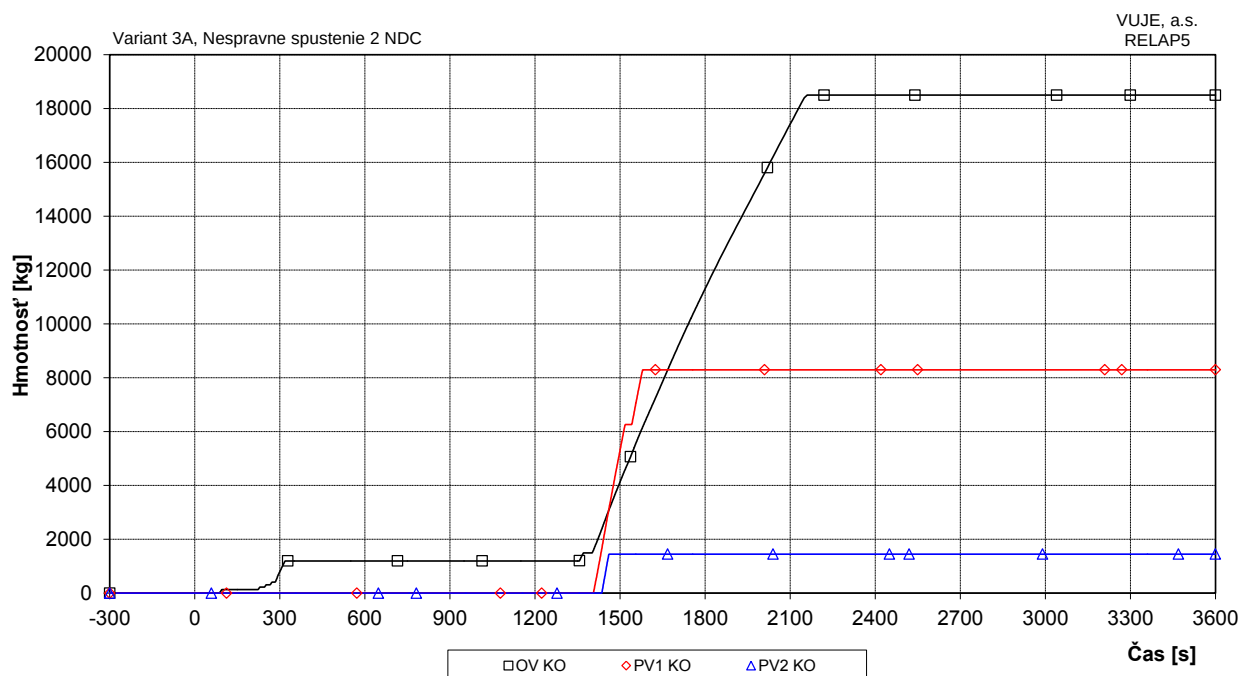
Obr. 7.2.1.9.3-3A-15: Výkon PG



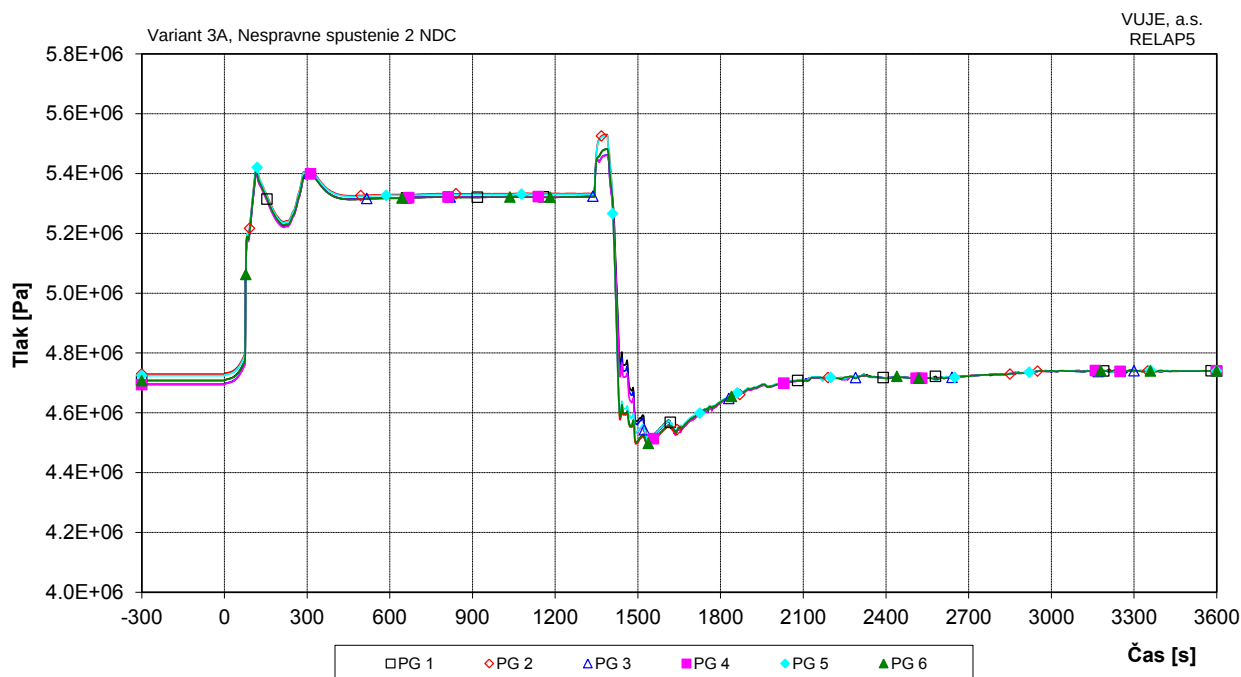
Obr. 7.2.1.9.3-3A-16: Celkový prietok cez ventily vstreku do KO



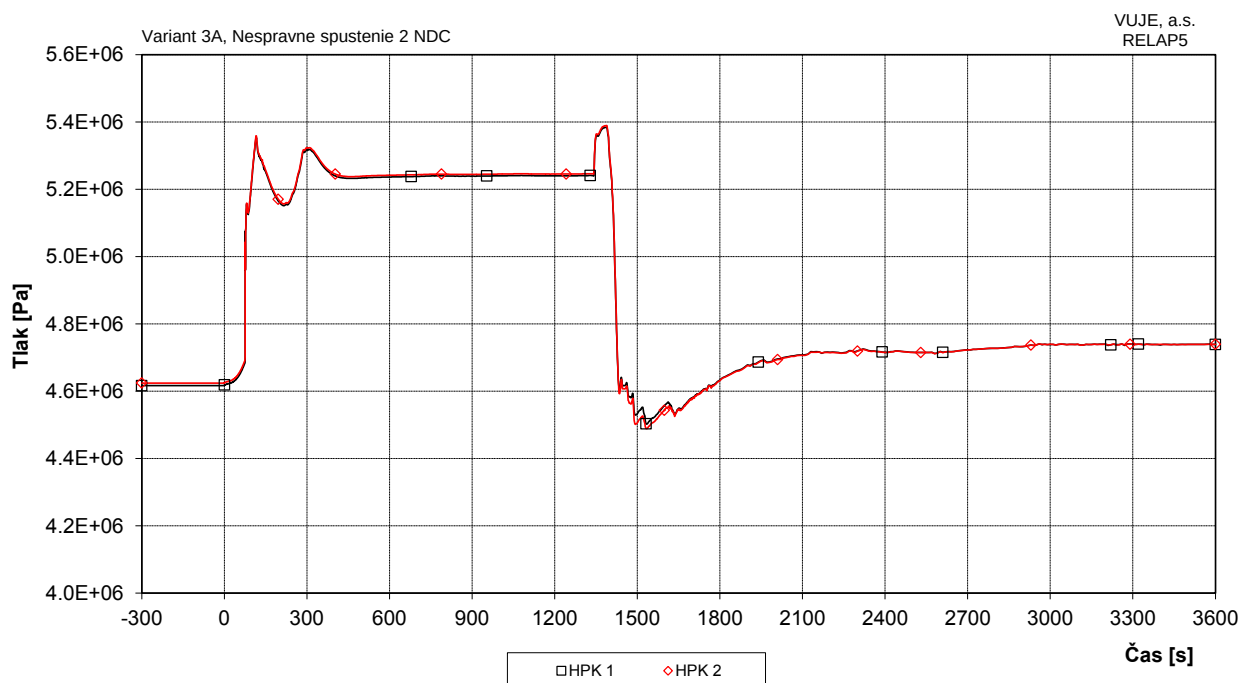
Obr. 7.2.1.9.3-3A-17: Prietok chladiva cez poistné ventily KO



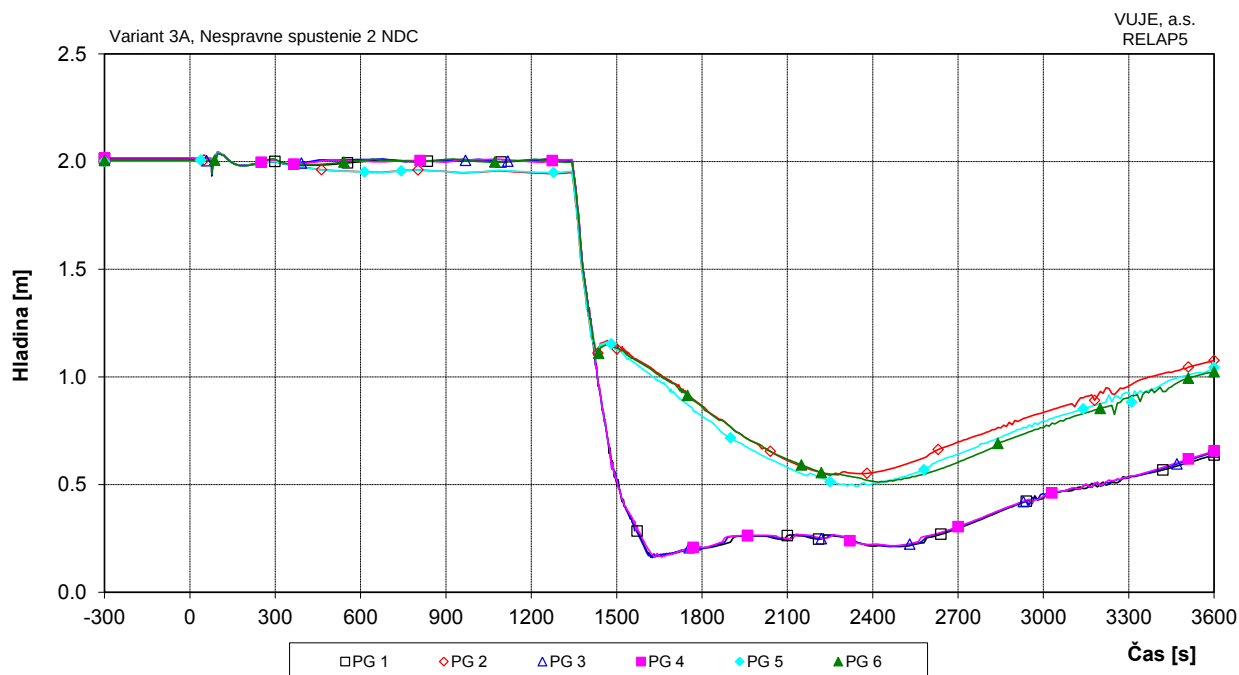
Obr. 7.2.1.9.3-3A-18: Integrál prietoku chladiva cez poistné ventily KO



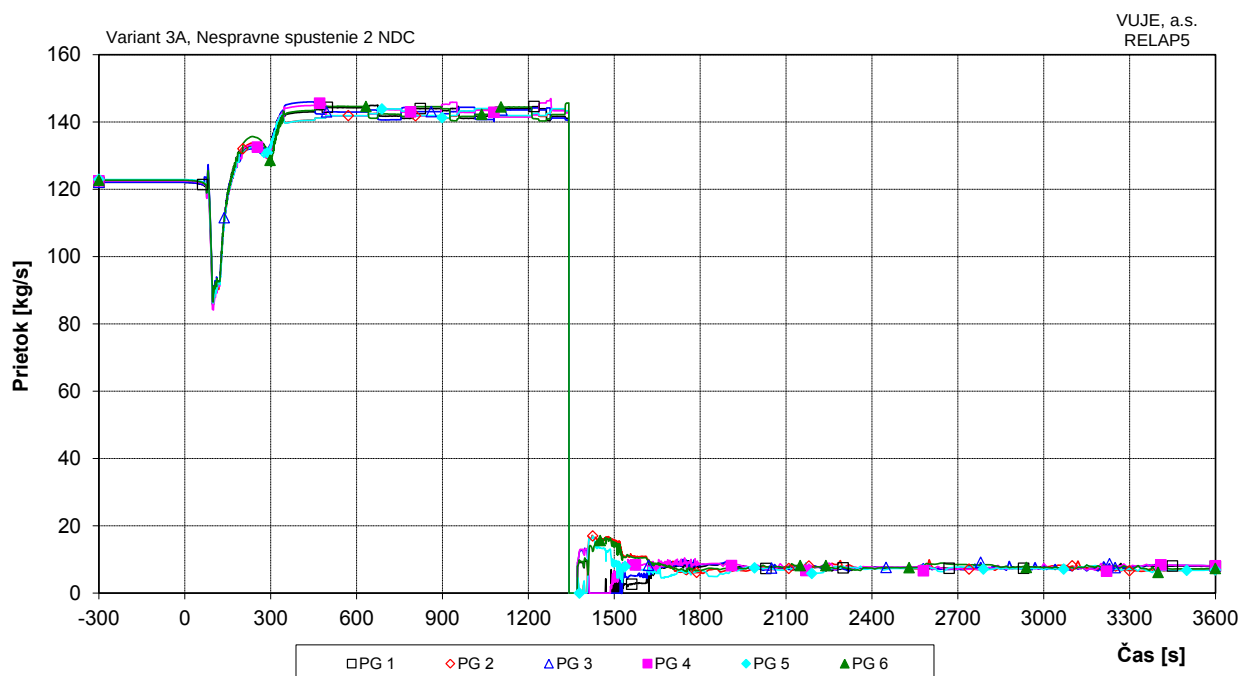
Obr. 7.2.1.9.3-3A-19: Tlak na výstupe z PG



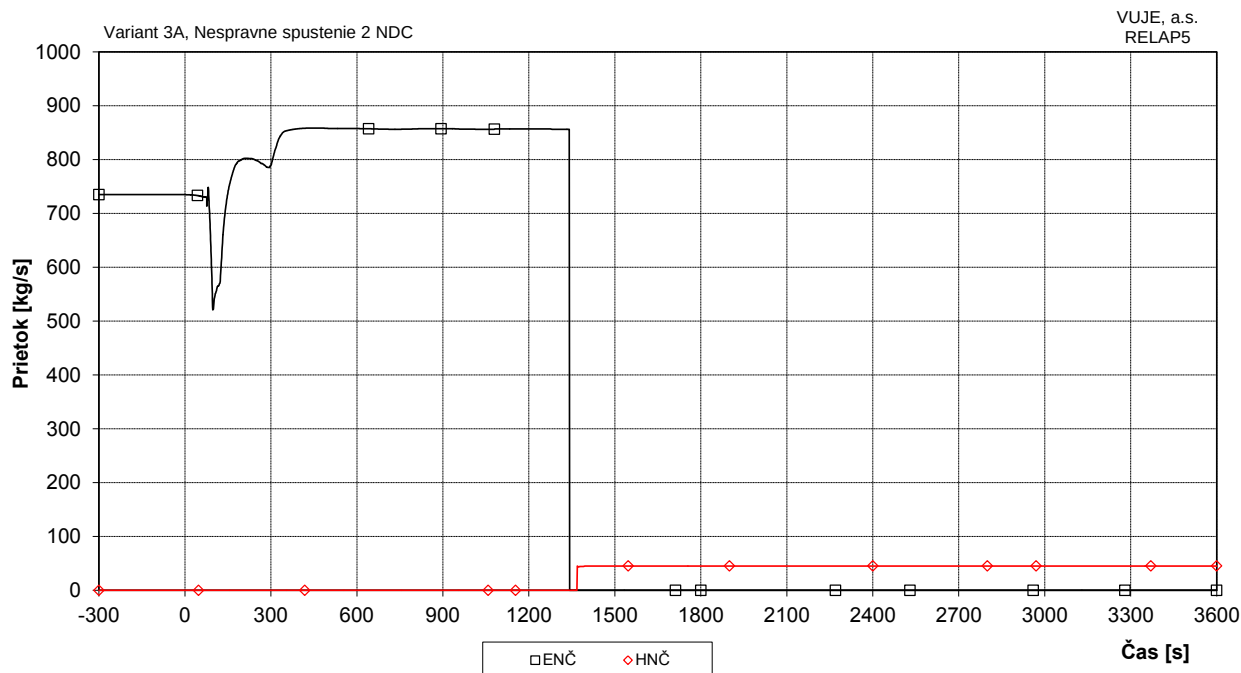
Obr. 7.2.1.9.3-3A-20: Tlak v HPK



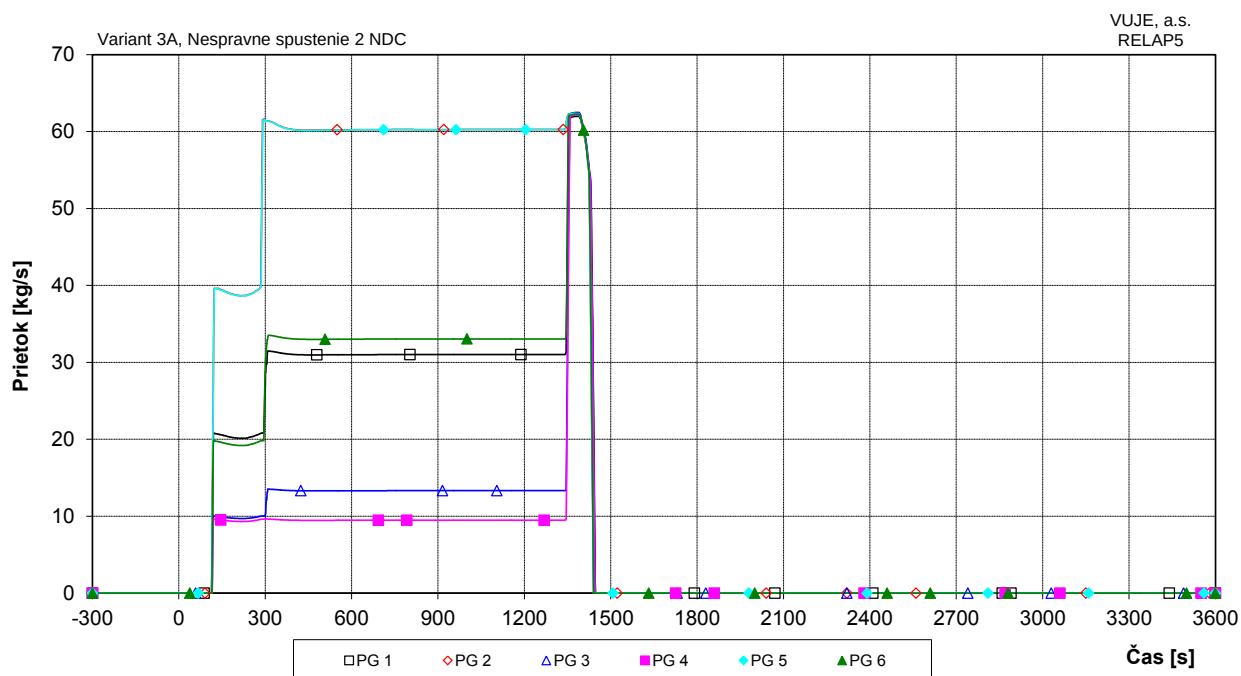
Obr. 7.2.1.9.3-3A-21: Celková hladina v PG



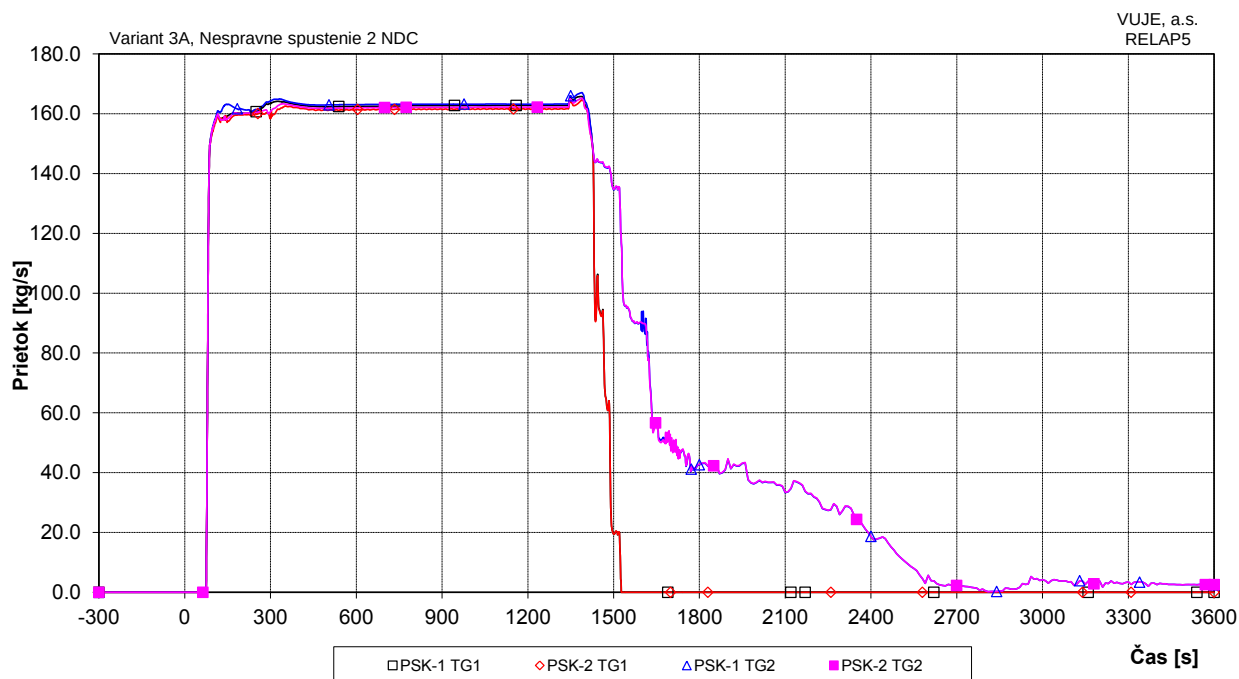
Obr. 7.2.1.9.3-3A-22: Celkový prietok napájacej vody do PG



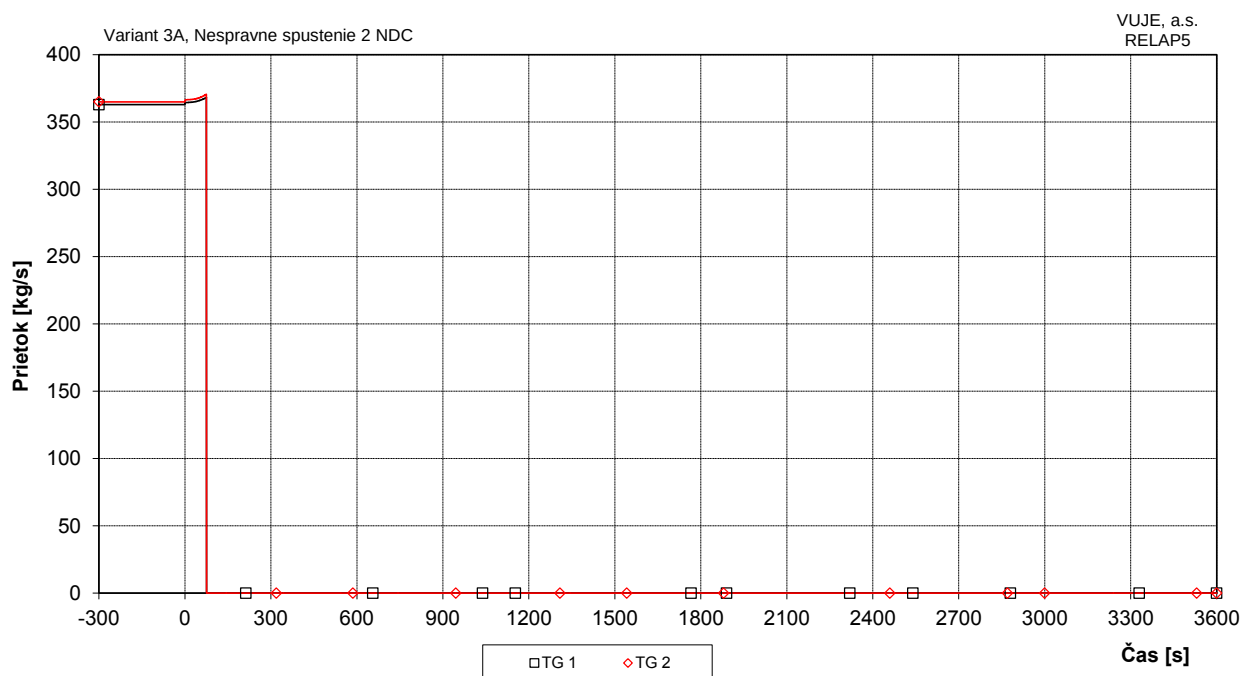
Obr. 7.2.1.9.3-3A-23: Prietok napájacej vody od ENČ a HNČ



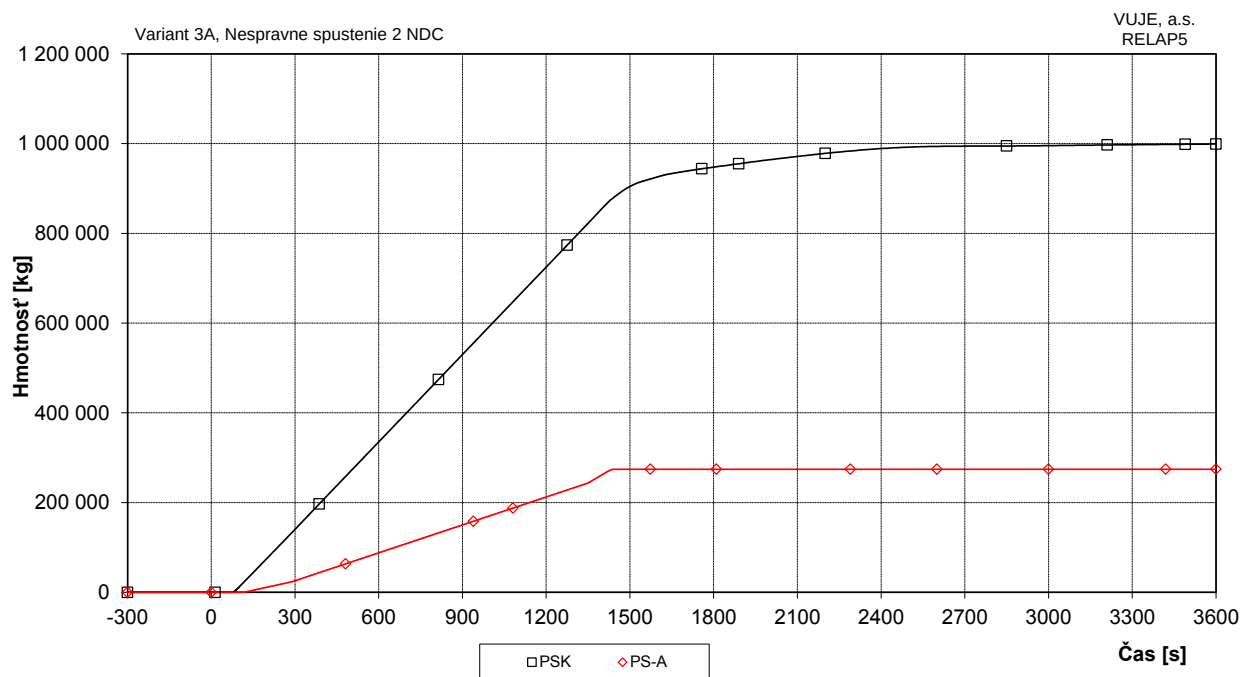
Obr. 7.2.1.9.3-3A-24: Prietok pary cez PS-A na parovodoch



Obr. 7.2.1.9.3-3A-25: Prietok pary cez PSK



Obr. 7.2.1.9.3-3A-26: Prietok pary do TG

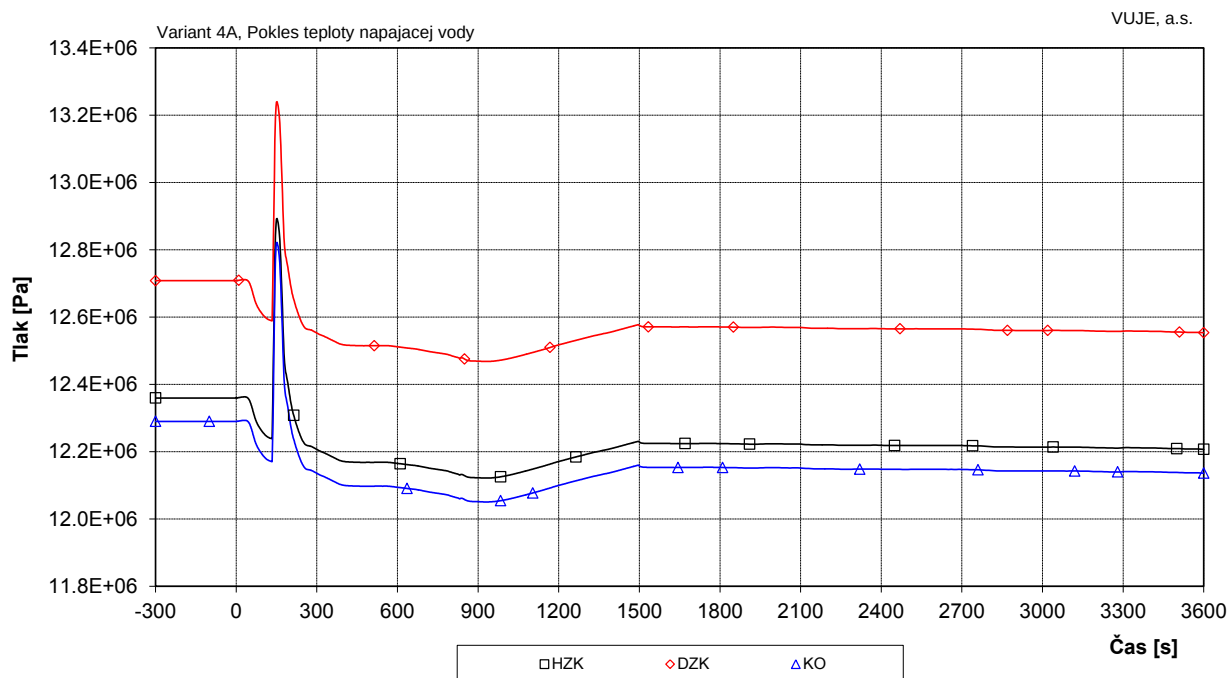


Obr. 7.2.1.9.3-3A-27: Integrál celkového prietoku pary cez PSK a PS-A

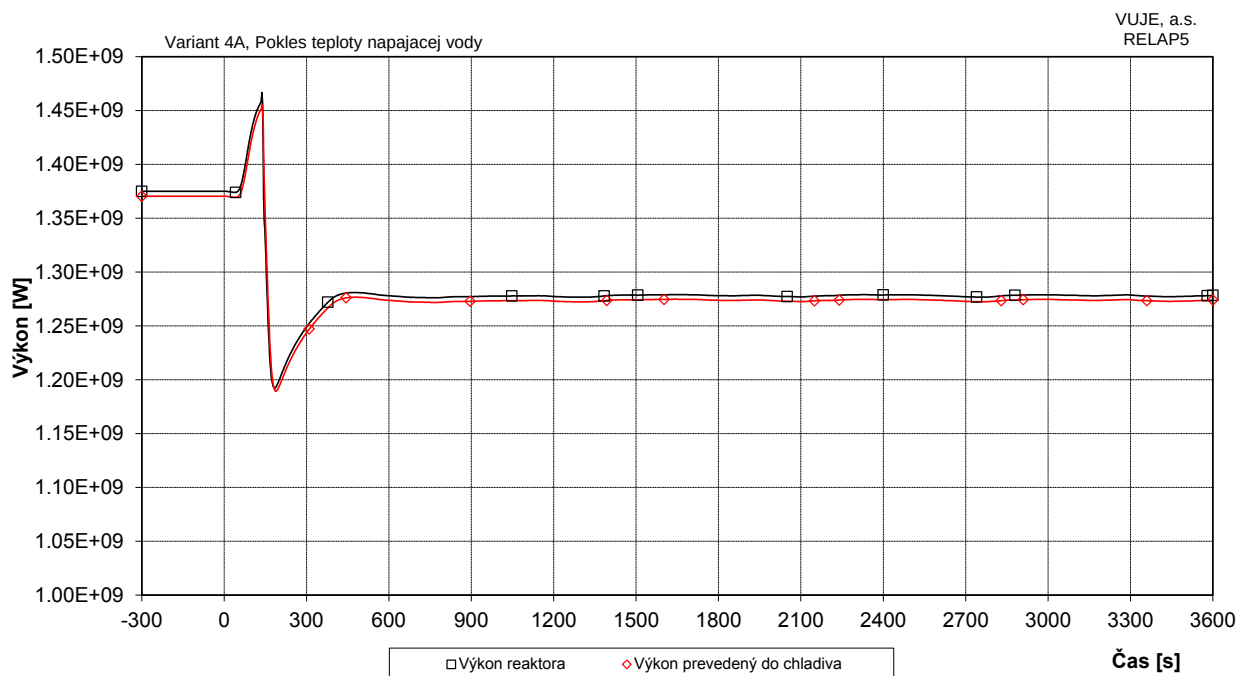
Príloha č. 04

**7.2.1.9.4 Prechodové procesy so zvýšeným odvodom tepla z I.O.
sekundárnym okruhom (ATWS)**
Scenár 4A Pokles teploty NV
ZOZNAM OBRÁZKOV

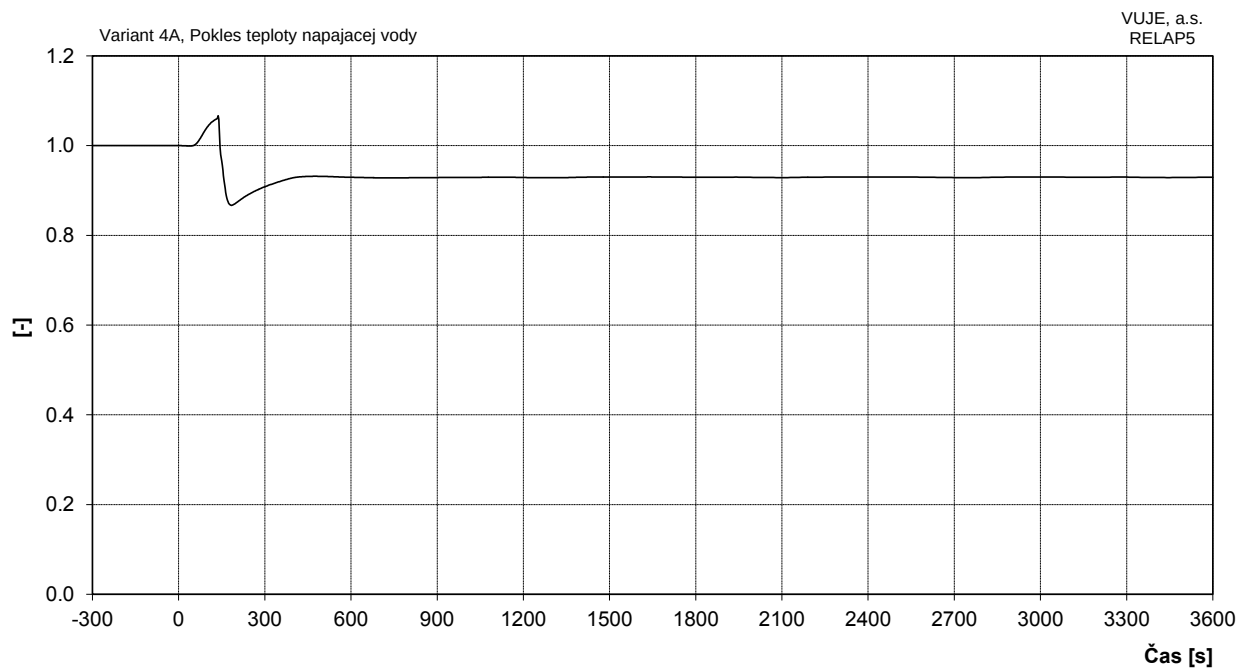
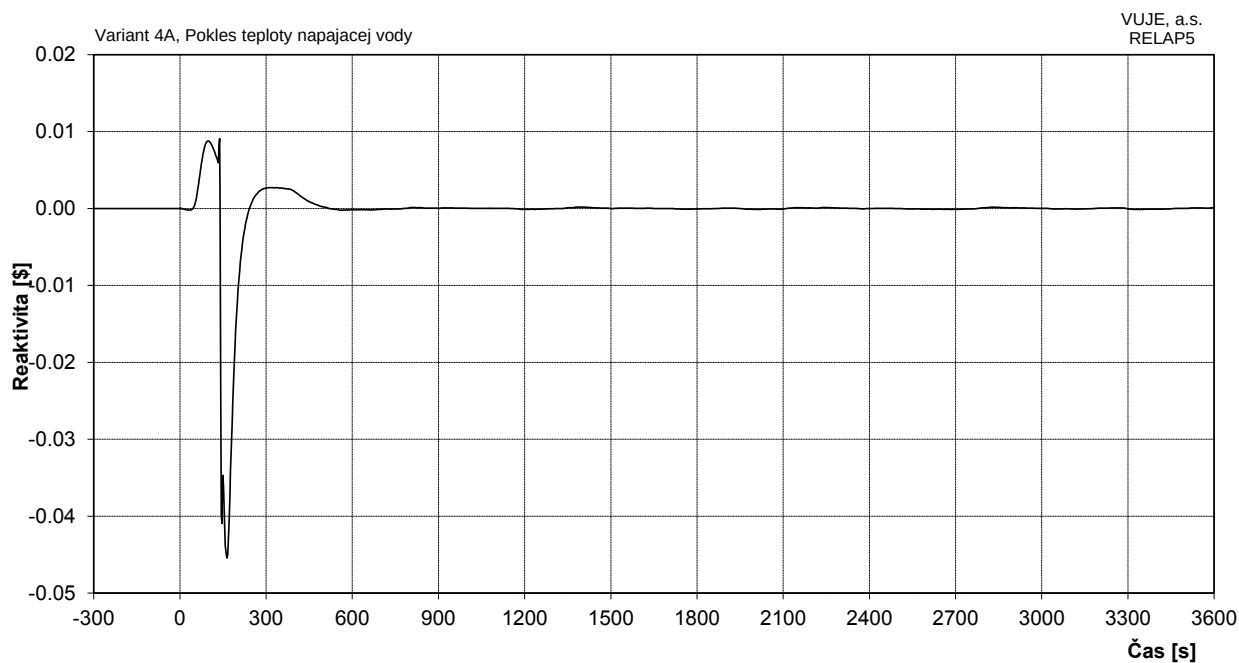
Obr. 7.2.1.9.4-4A-1:	Tlak v I.O.	2
Obr. 7.2.1.9.4-4A-2:	Výkon reaktora	2
Obr. 7.2.1.9.4-4A-3:	Pomerný výkon reaktora	3
Obr. 7.2.1.9.4-4A-4:	Celková reaktivita	3
Obr. 7.2.1.9.4-4A-5:	Teplota chladiva v TNR.....	4
Obr. 7.2.1.9.4-4A-6:	Maximálna teplota pokrytia a teplota chladiva na výstupe z AZ.....	4
Obr. 7.2.1.9.4-4A-7:	Maximálna teplota paliva	5
Obr. 7.2.1.9.4-4A-8:	Celkový výkon EOKO	5
Obr. 7.2.1.9.4-4A-9:	Podchladenie na výstupe z reaktora	6
Obr. 7.2.1.9.4-4A-10:	Celková hladina v KO	6
Obr. 7.2.1.9.4-4A-11:	Hladina chladiva v TNR	7
Obr. 7.2.1.9.4-4A-12:	Hmotnostný prietok chladiva na výstupe z TNR.....	7
Obr. 7.2.1.9.4-4A-13:	Výkon PG	8
Obr. 7.2.1.9.4-4A-14:	Celkový prietok cez ventily vstreku do KO	8
Obr. 7.2.1.9.4-4A-15:	Tlak na výstupe z PG.....	9
Obr. 7.2.1.9.4-4A-16:	Tlak v HPK.....	9
Obr. 7.2.1.9.4-4A-17:	Celková hladina v PG	10
Obr. 7.2.1.9.4-4A-18:	Celkový prietok napájacej vody do PG.....	10
Obr. 7.2.1.9.4-4A-19:	Prietok napájacej vody od ENČ a HNČ.....	11
Obr. 7.2.1.9.4-4A-20:	Prietok pary cez PSK.....	11
Obr. 7.2.1.9.4-4A-21:	Prietok pary do TG.....	12
Obr. 7.2.1.9.4-4A-22:	Integrál celkového prietoku pary cez PSK a PS-A.....	12

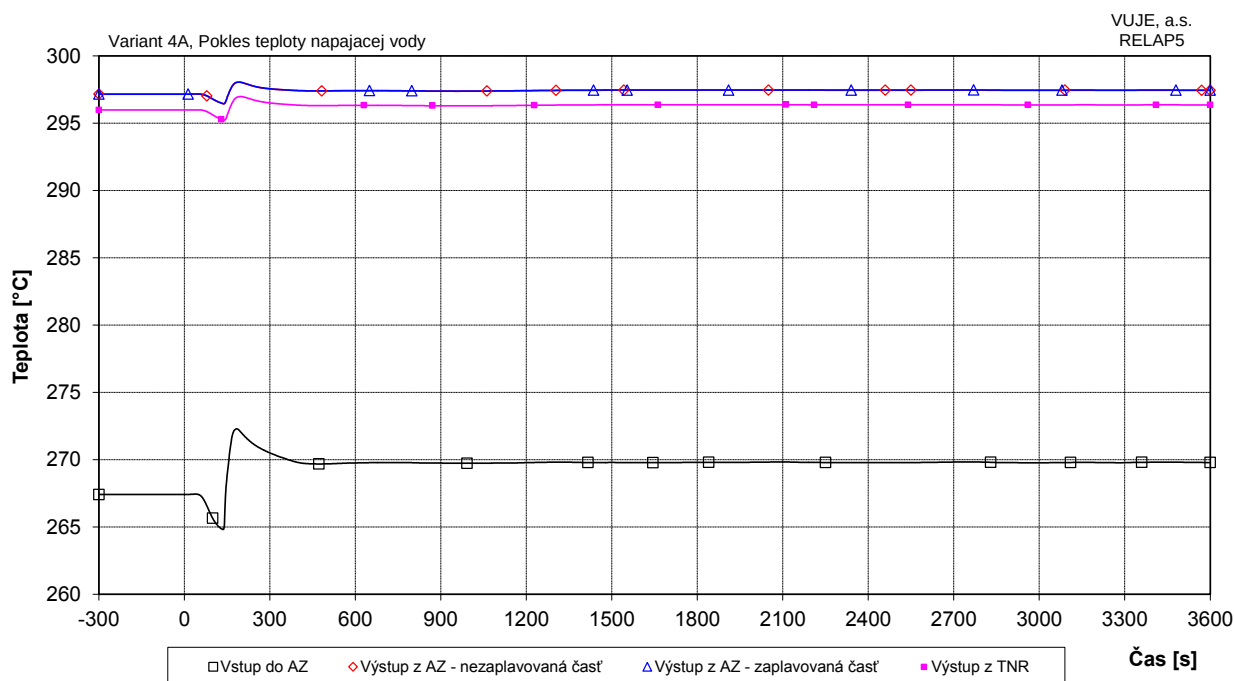


Obr. 7.2.1.9.4-4A-1: Tlak v I.O.

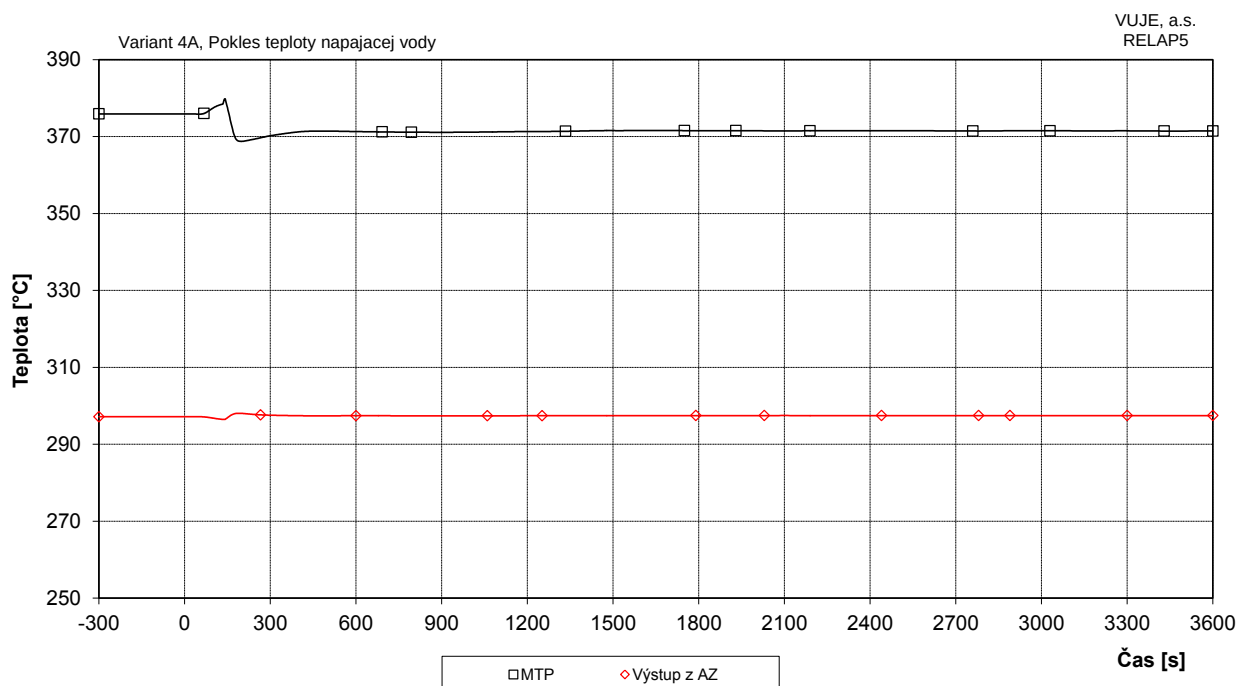


Obr. 7.2.1.9.4-4A-2: Výkon reaktora

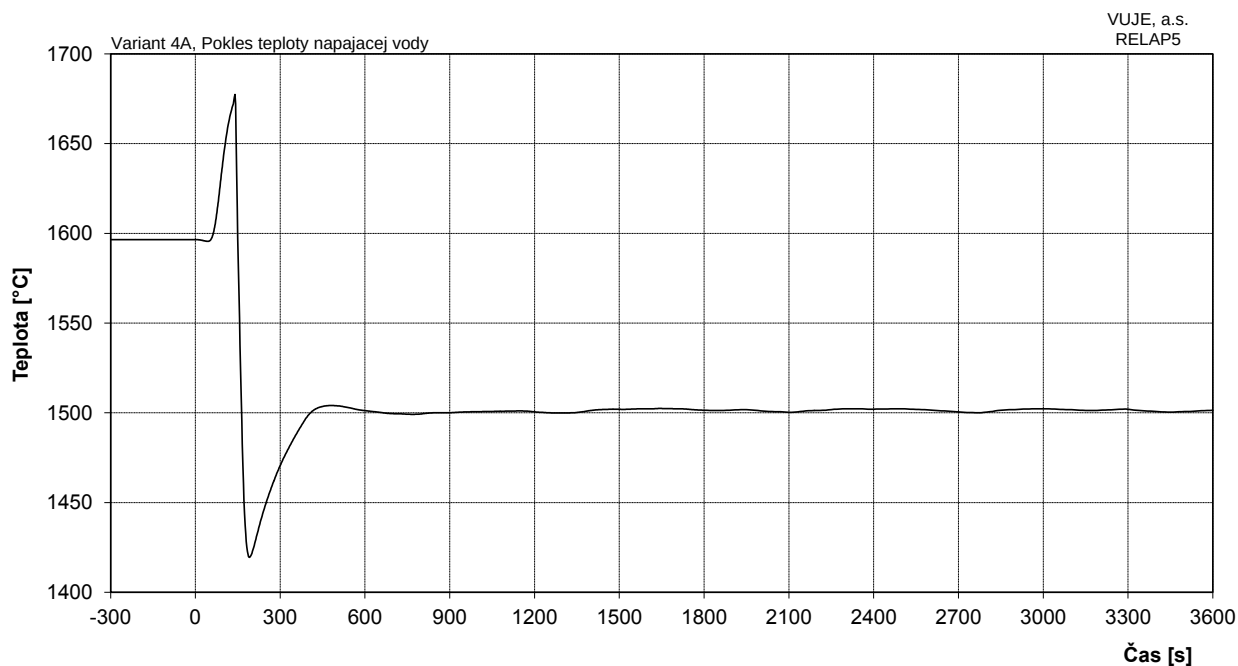
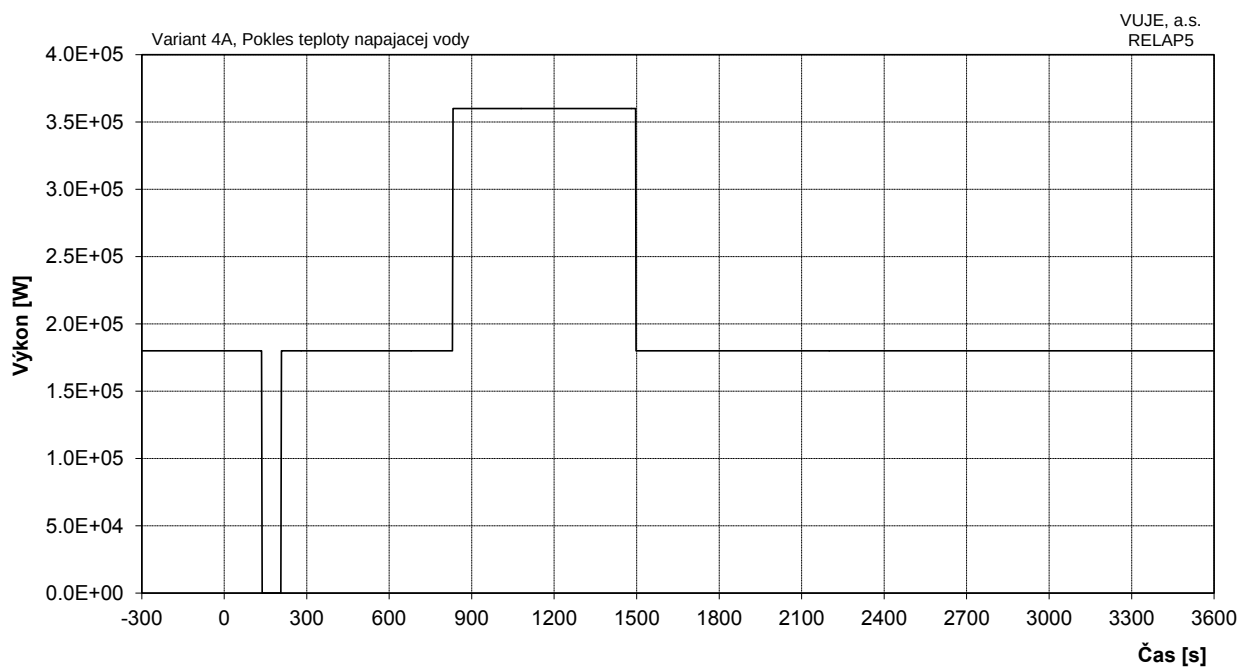
**Obr. 7.2.1.9.4-4A-3: Pomerný výkon reaktora****Obr. 7.2.1.9.4-4A-4: Celková reaktivita**

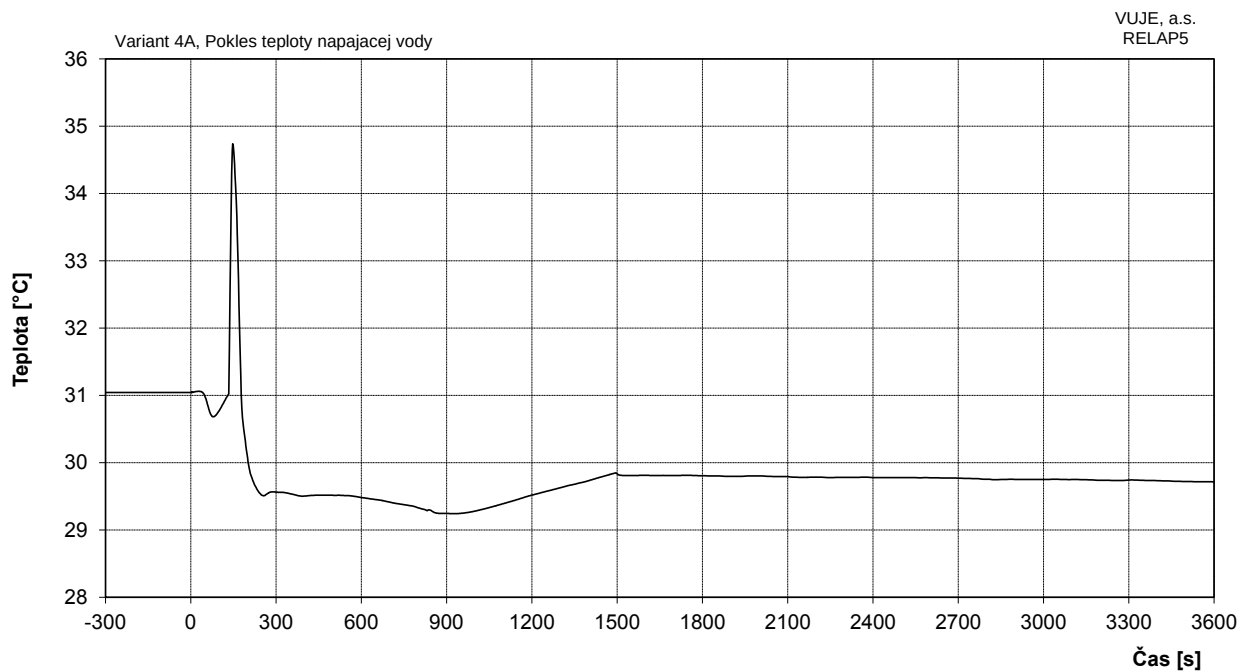
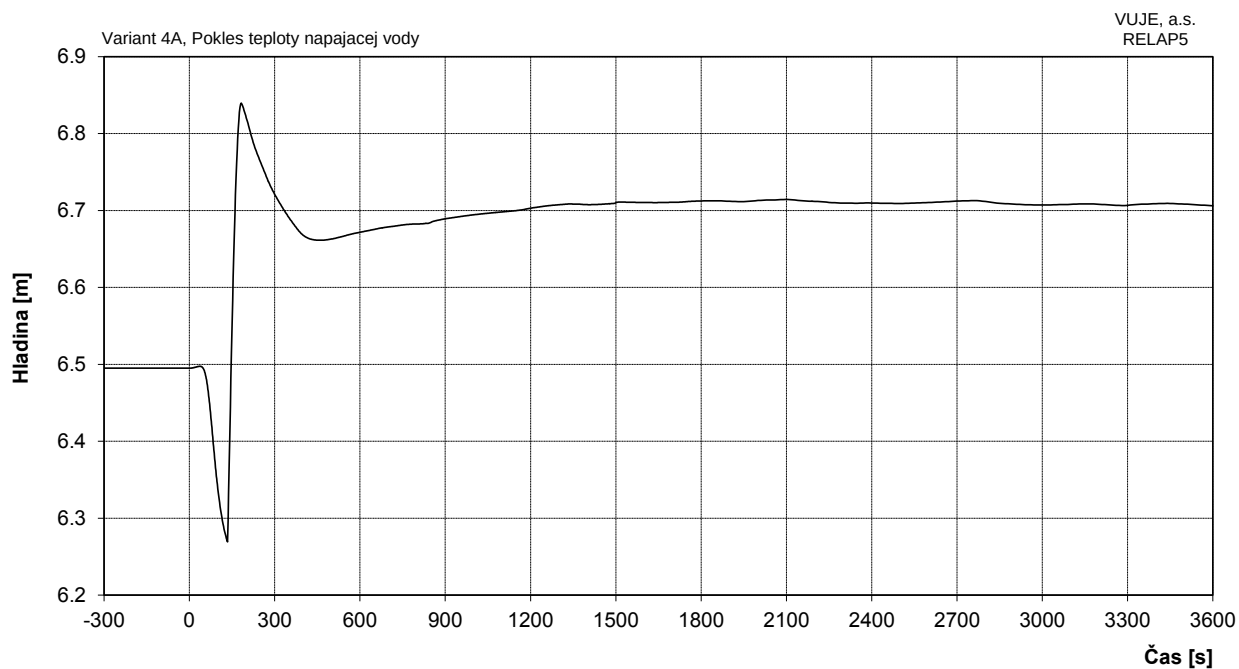


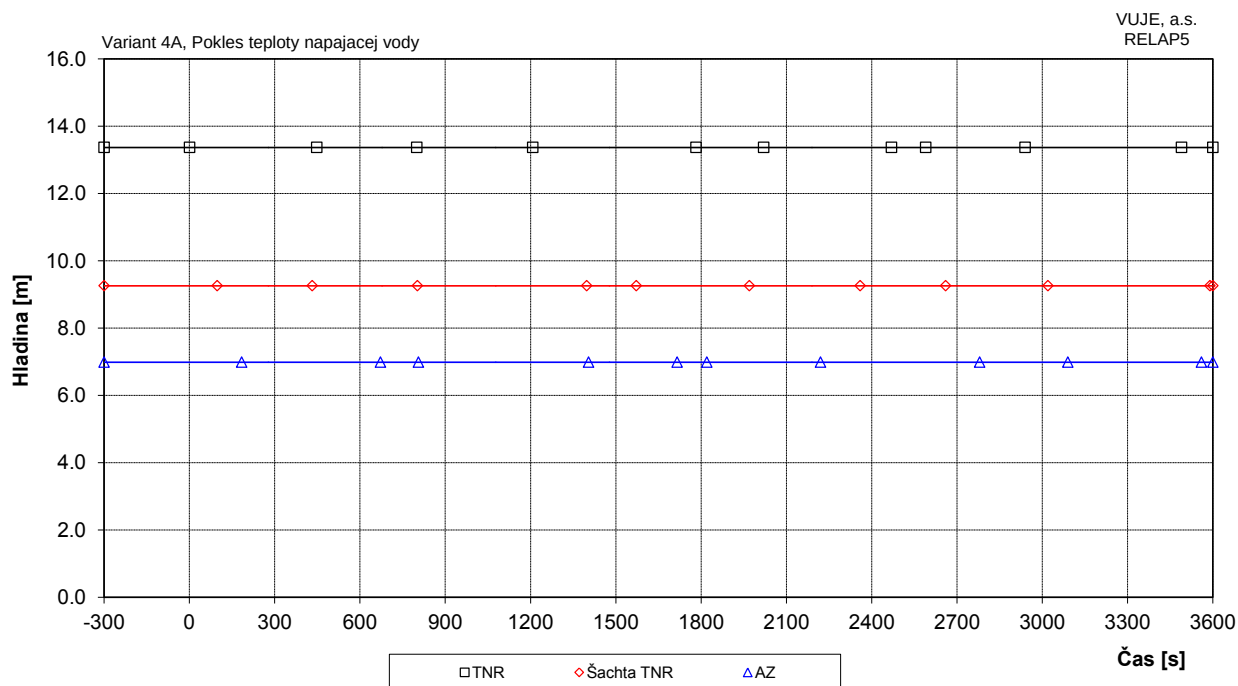
Obr. 7.2.1.9.4-4A-5: Teplota chladiva v TNR



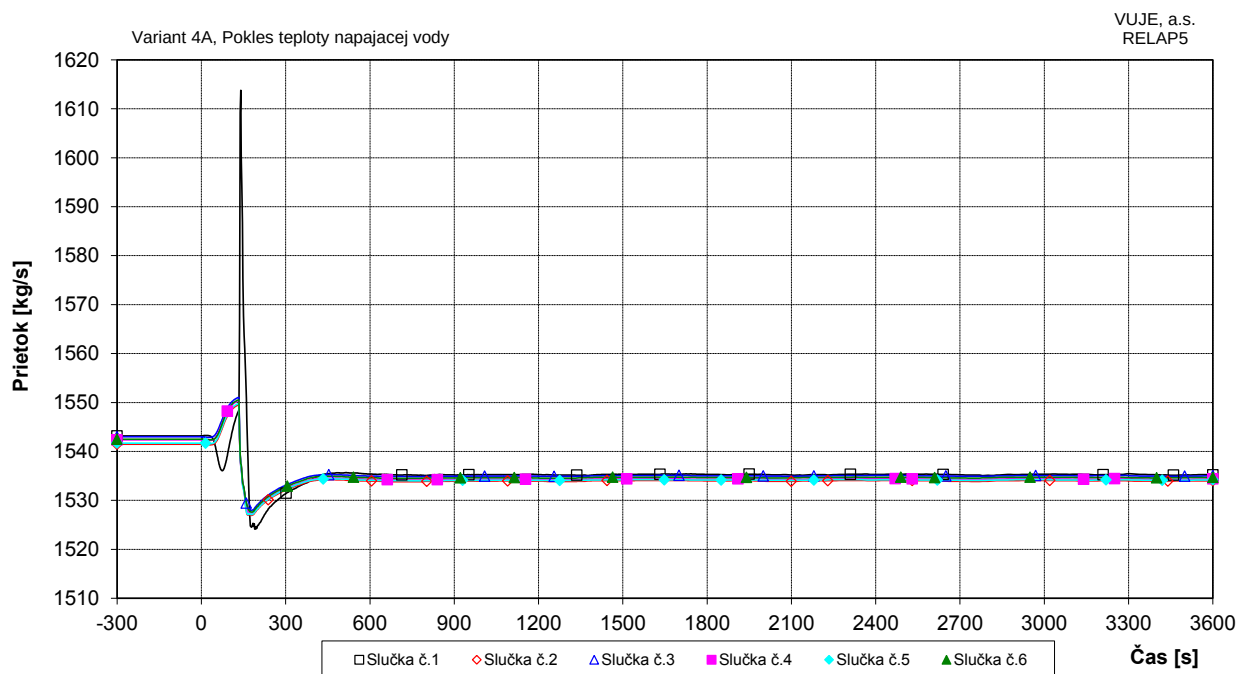
Obr. 7.2.1.9.4-4A-6: Maximálna teplota pokrytia a teplota chladiva na výstupe z AZ

**Obr. 7.2.1.9.4-4A-7: Maximálna teplota paliva****Obr. 7.2.1.9.4-4A-8: Celkový výkon EOKO**

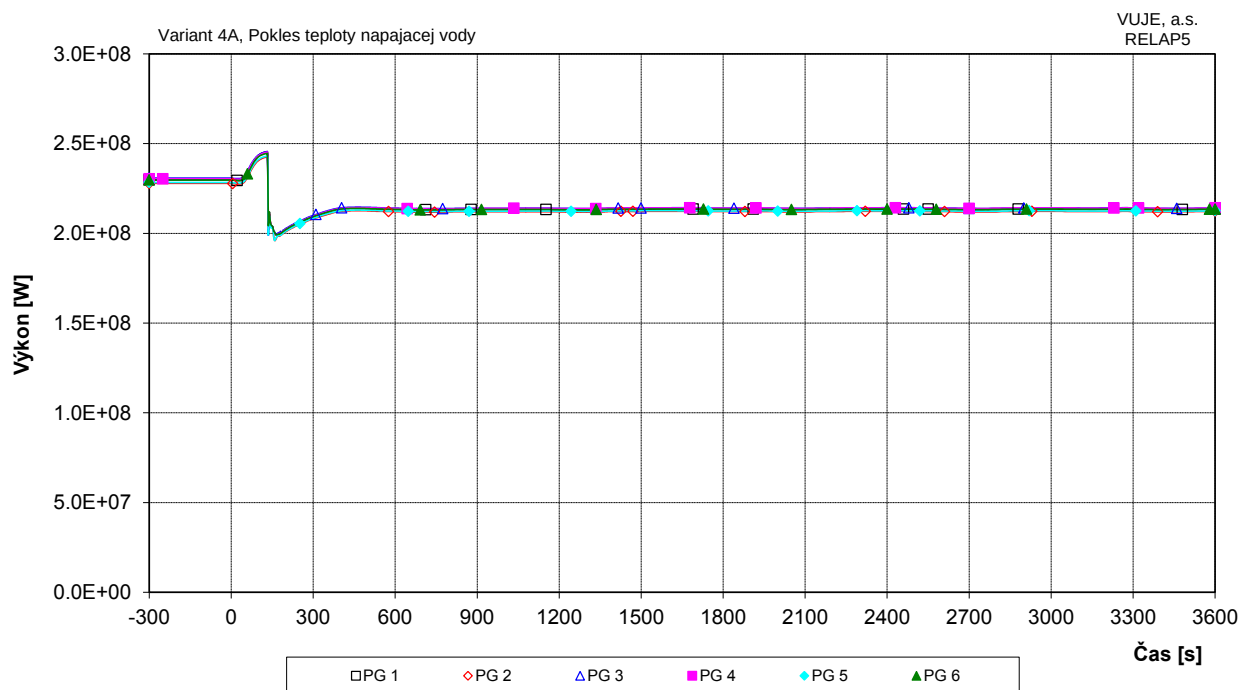
**Obr. 7.2.1.9.4-4A-9: Podchladenie na výstupe z reaktora****Obr. 7.2.1.9.4-4A-10: Celková hladina v KO**



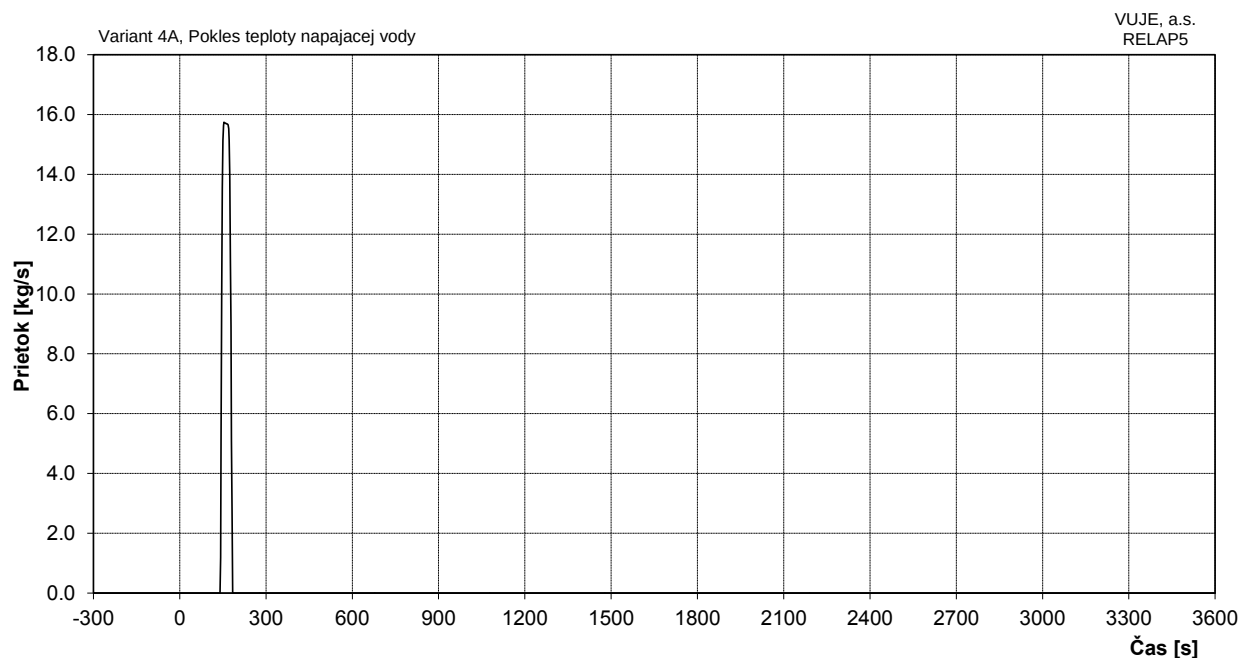
Obr. 7.2.1.9.4-4A-11: Hladina chladiva v TNR



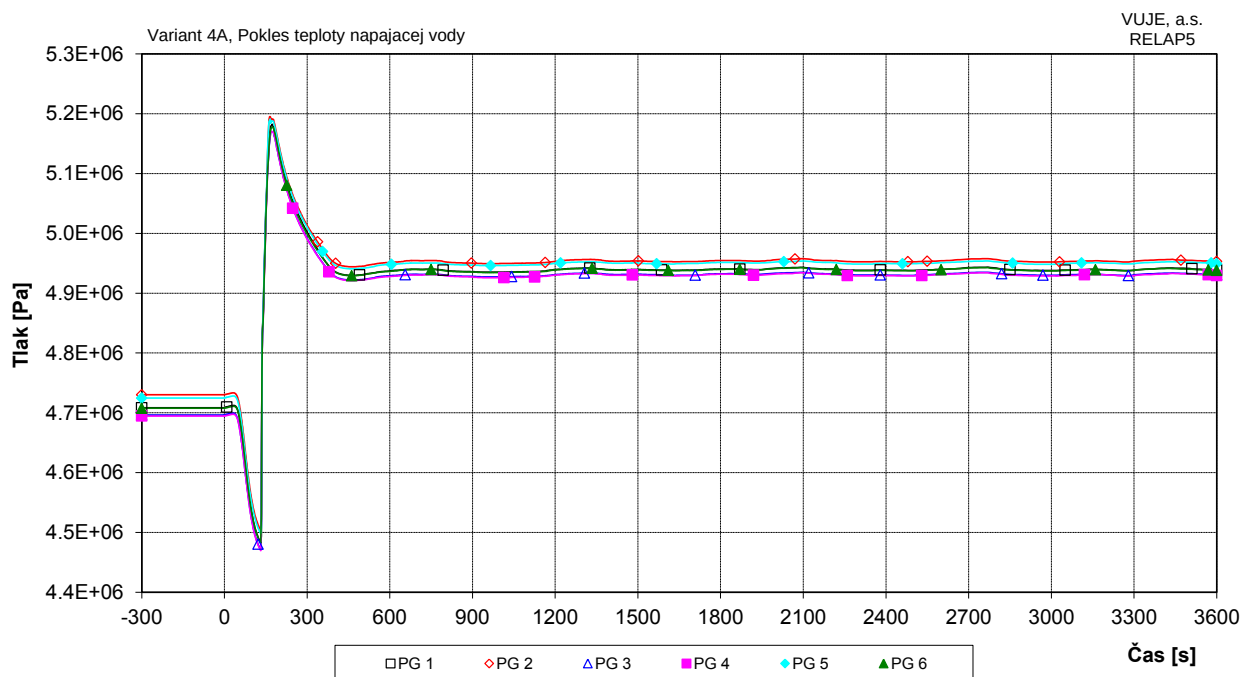
Obr. 7.2.1.9.4-4A-12: Hmotnostný prietok chladiva na výstupe z TNR



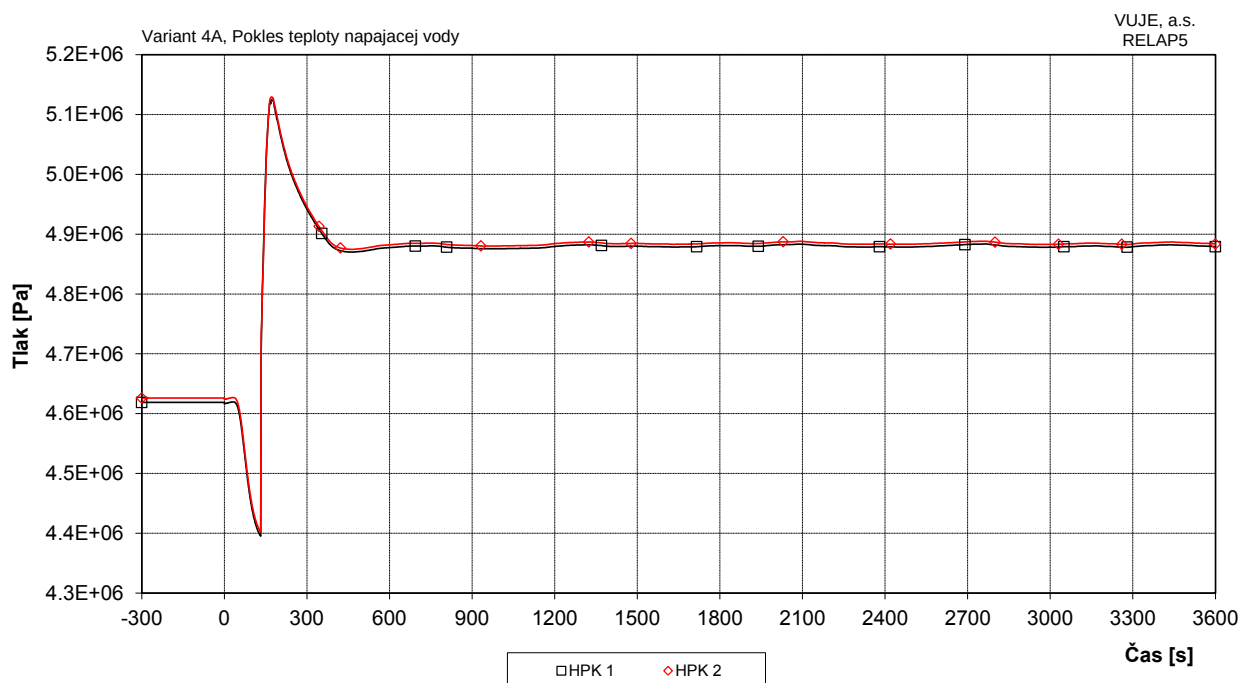
Obr. 7.2.1.9.4-4A-13: Výkon PG



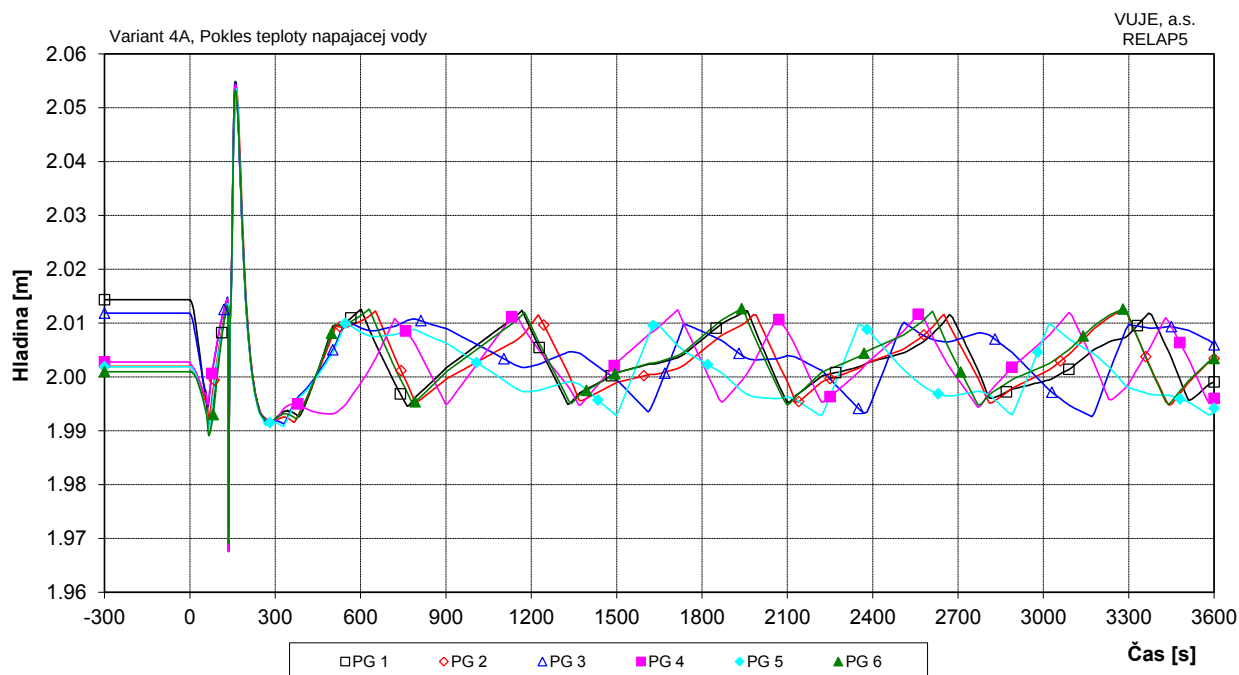
Obr. 7.2.1.9.4-4A-14: Celkový prietok cez ventily vstreku do KO



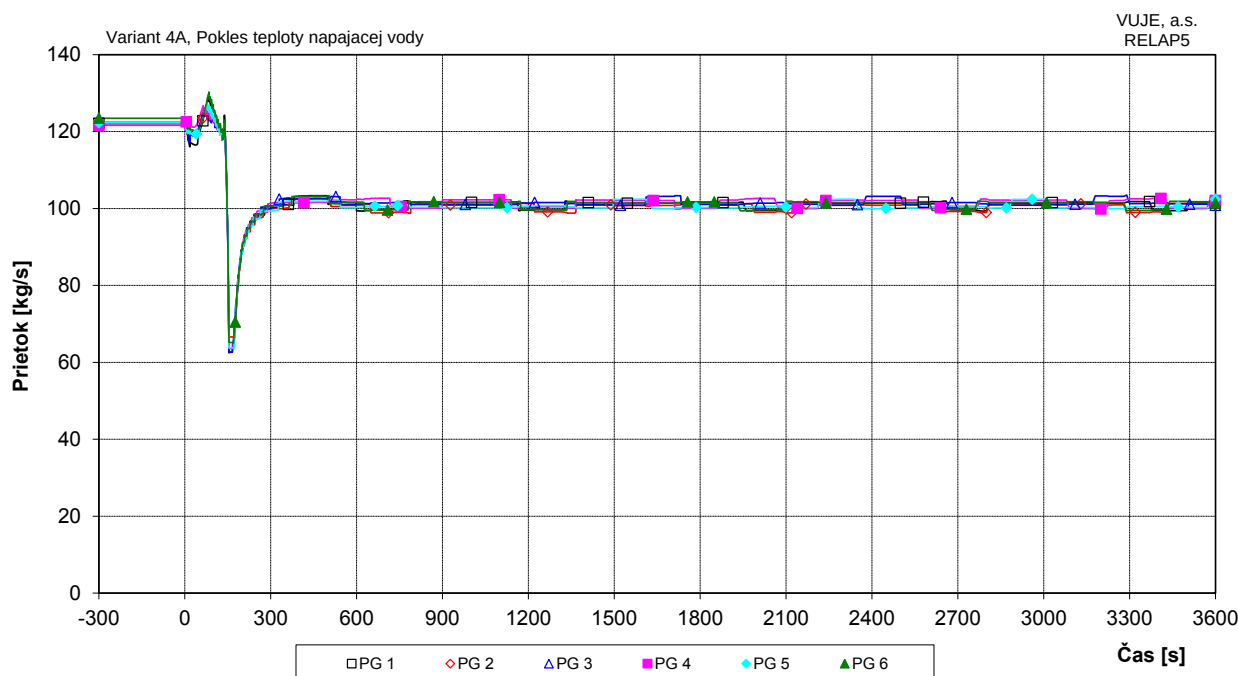
Obr. 7.2.1.9.4-4A-15: Tlak na výstupe z PG



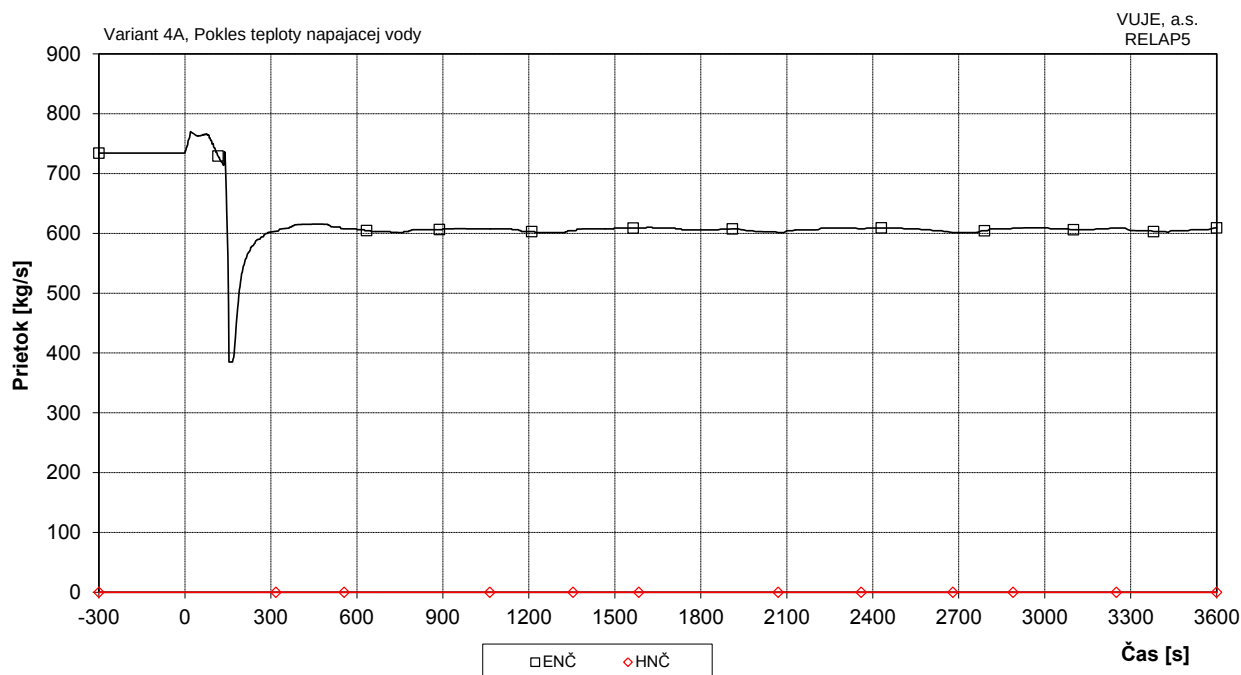
Obr. 7.2.1.9.4-4A-16: Tlak v HPK



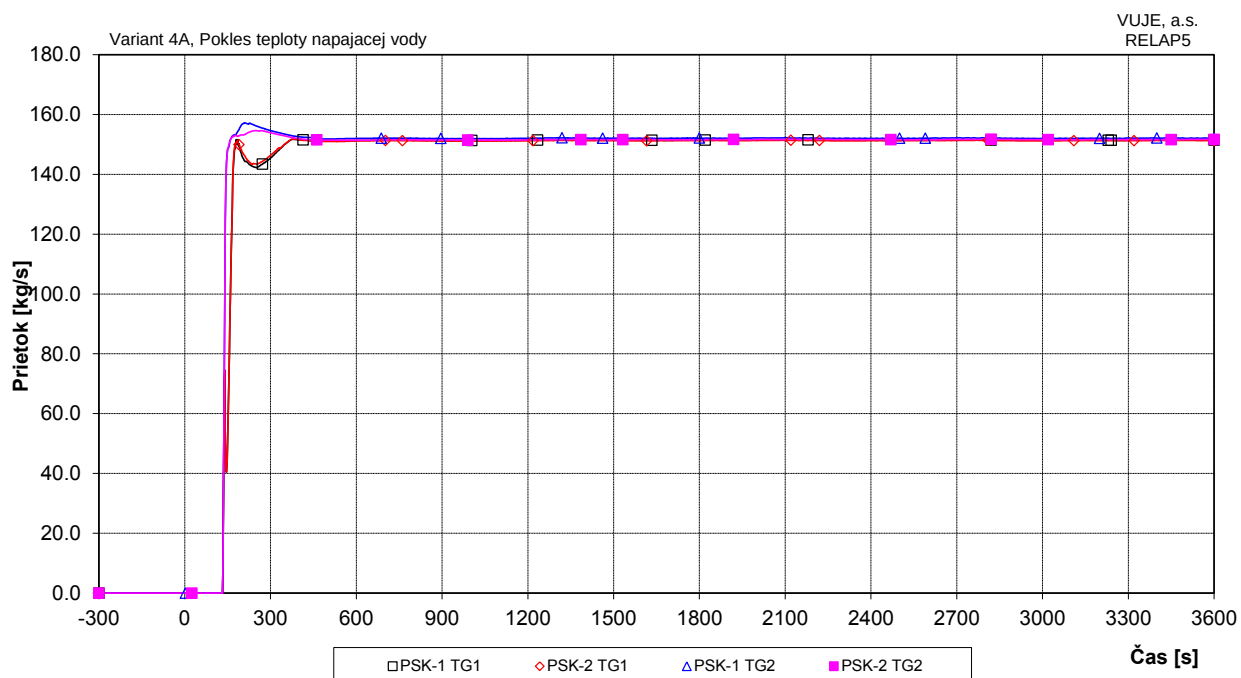
Obr. 7.2.1.9.4-4A-17: Celková hladina v PG



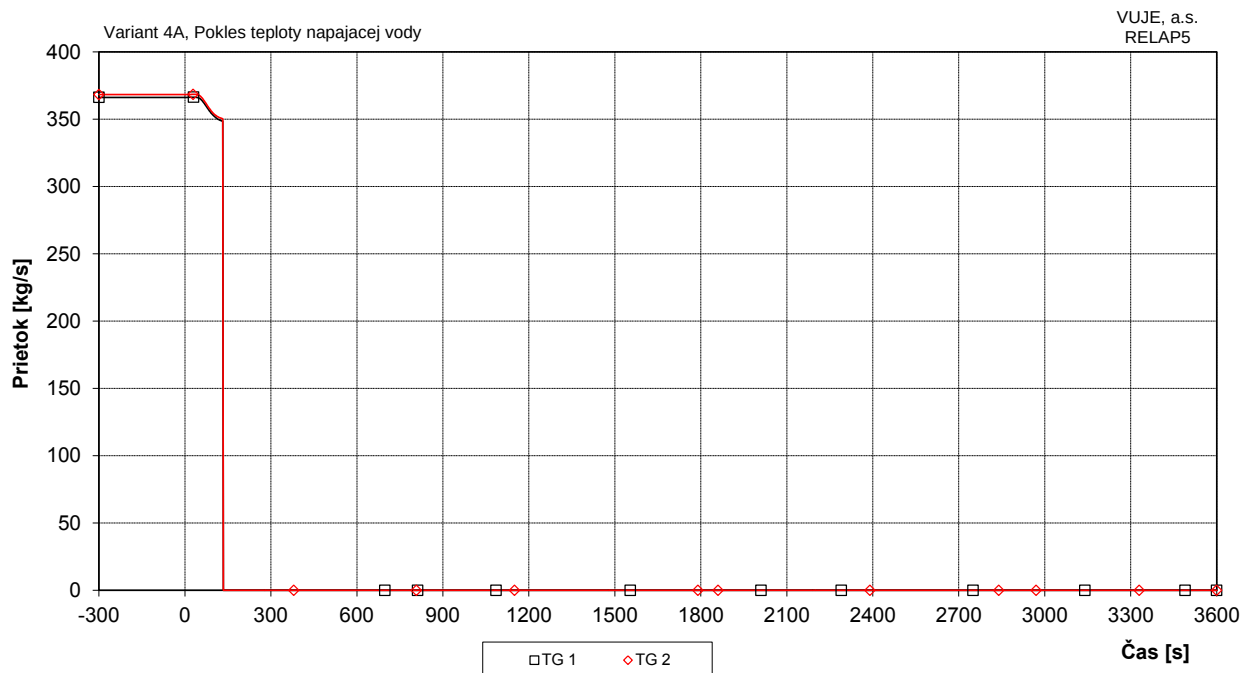
Obr. 7.2.1.9.4-4A-18: Celkový prietok napájacej vody do PG



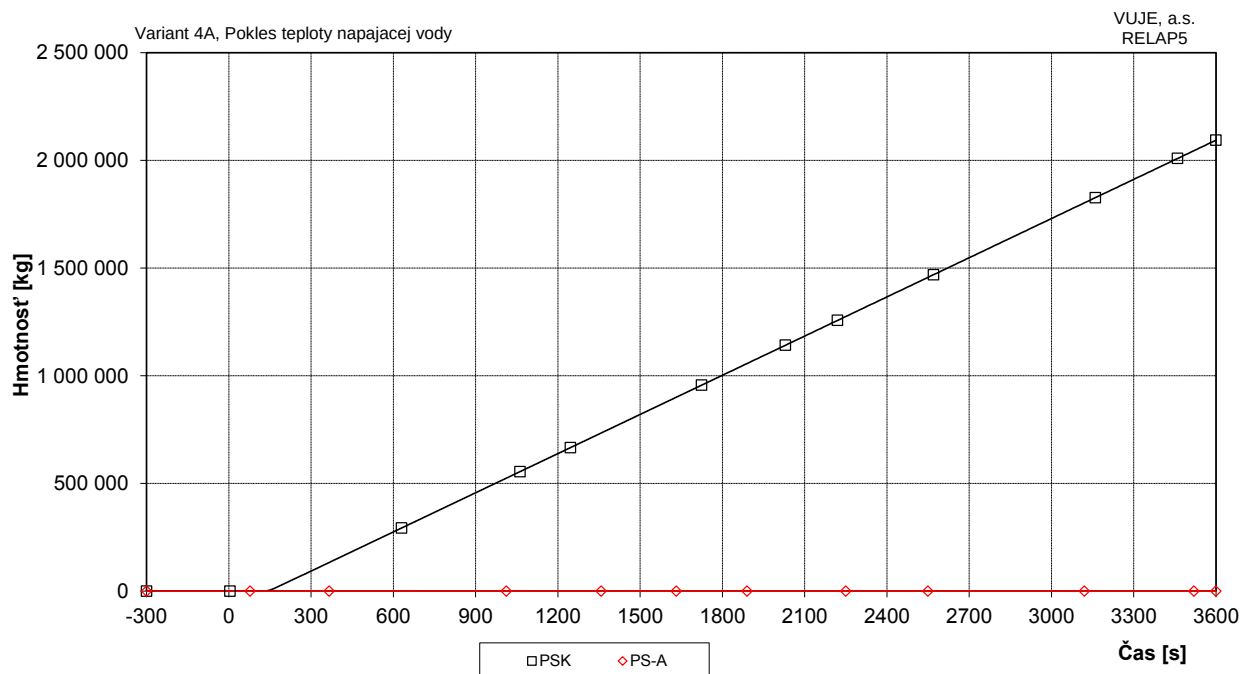
Obr. 7.2.1.9.4-19: Prietok napájacej vody od ENČ a HNČ



Obr. 7.2.1.9.4-20: Prietok pary cez PSK



Obr. 7.2.1.9.4-4A-21: Prietok pary do TG

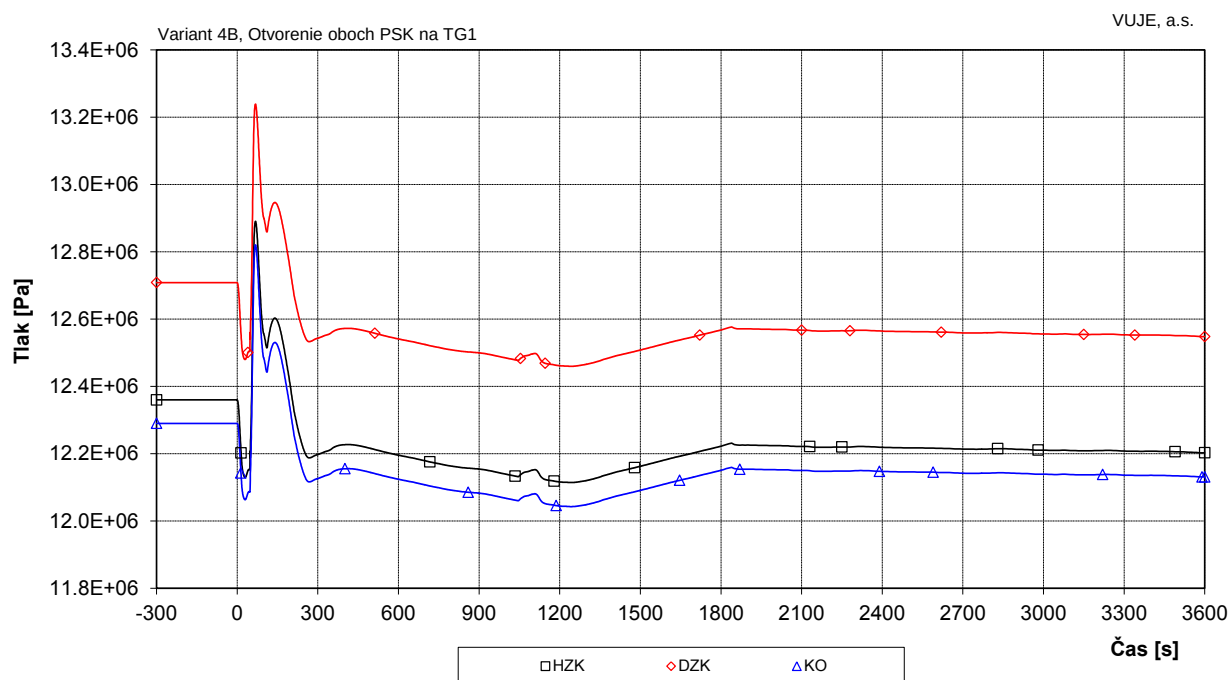


Obr. 7.2.1.9.4-4A-22: Integrál celkového prietoku pary cez PSK a PS-A

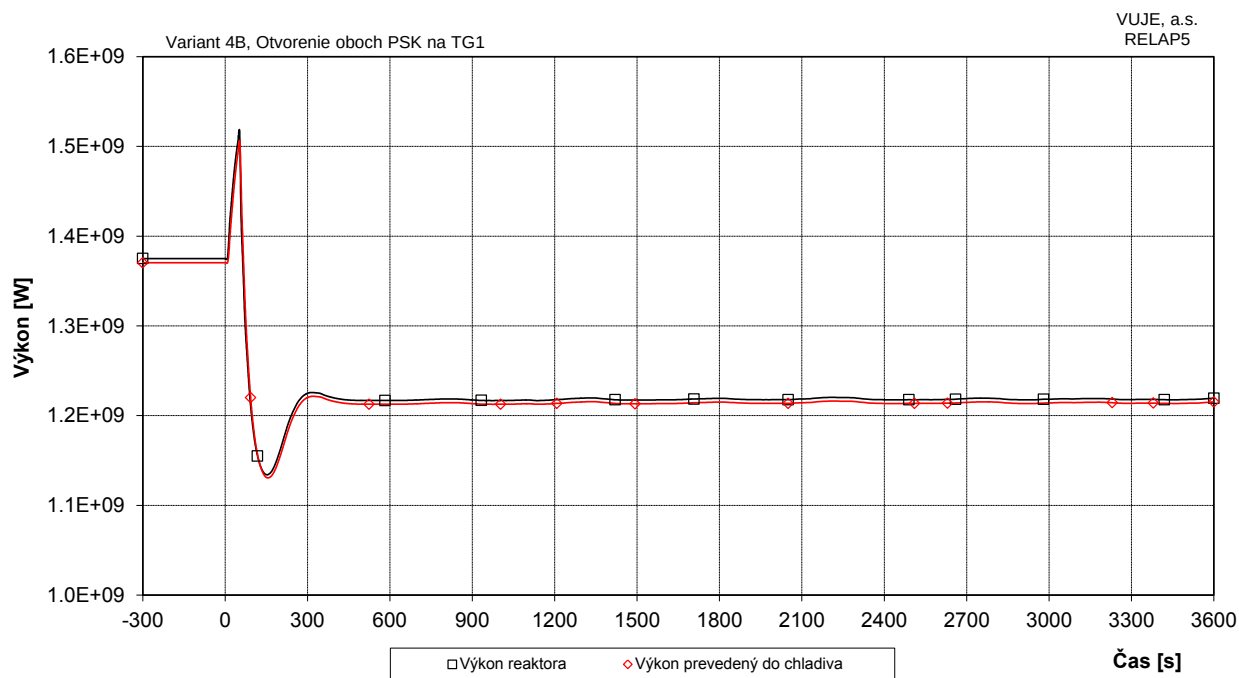
Príloha č. 05

**7.2.1.9.4 Prechodové procesy so zvýšeným odvodom tepla z I.O.
sekundárnym okruhom (ATWS)**
Scenár 4B Otvorenie oboch PSK na TG1
ZOZNAM OBRÁZKOV

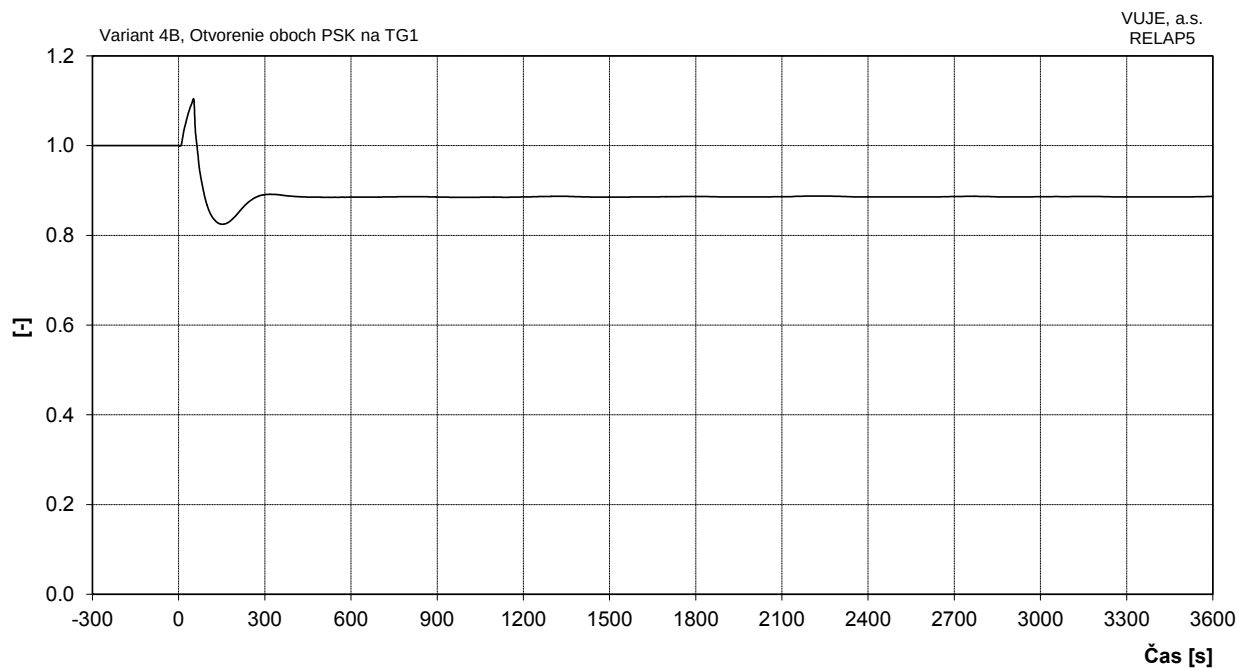
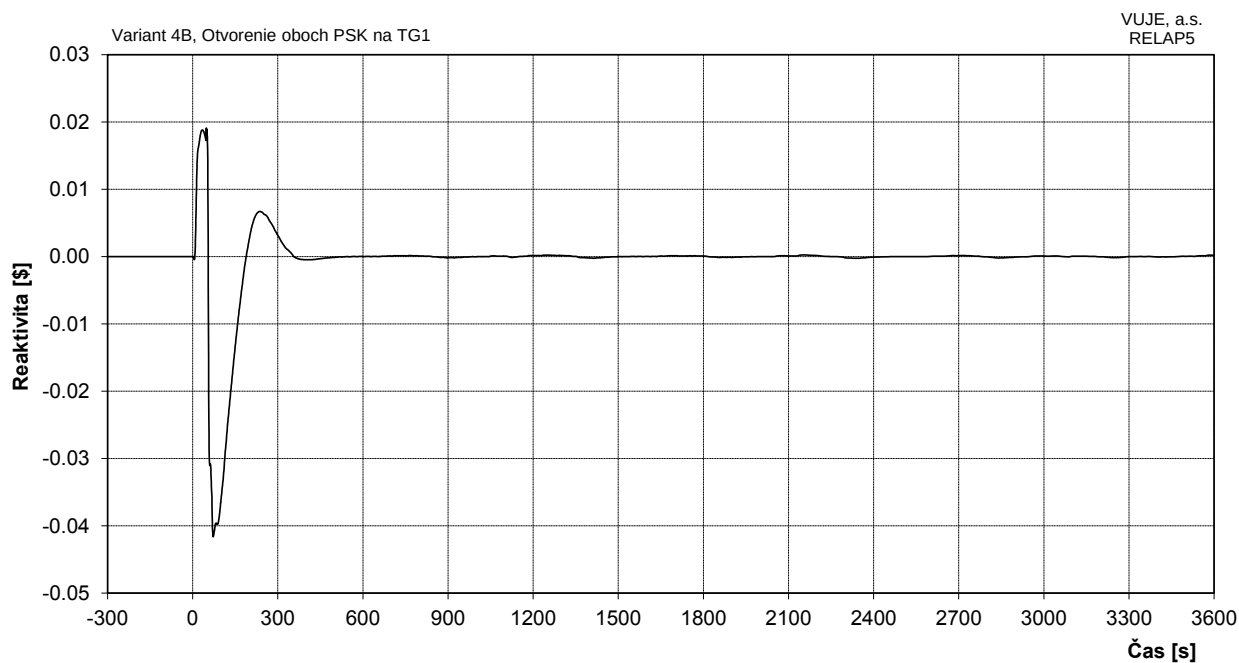
Obr. 7.2.1.9.4-4B-1:	Tlak v I.O.	2
Obr. 7.2.1.9.4-4B-2:	Výkon reaktora	2
Obr. 7.2.1.9.4-4B-3:	Pomerný výkon reaktora	3
Obr. 7.2.1.9.4-4B-4:	Celková reaktivita	3
Obr. 7.2.1.9.4-4B-5:	Teplota chladiva v TNR.....	4
Obr. 7.2.1.9.4-4B-6:	Maximálna teplota pokrytia a teplota chladiva na výstupe z AZ.....	4
Obr. 7.2.1.9.4-4B-7:	Maximálna teplota paliva	5
Obr. 7.2.1.9.4-4B-8:	Celkový výkon EOKO	5
Obr. 7.2.1.9.4-4B-9:	Podchladenie na výstupe z reaktora	6
Obr. 7.2.1.9.4-4B-10:	Celková hladina v KO	6
Obr. 7.2.1.9.4-4B-11:	Hladina chladiva v TNR	7
Obr. 7.2.1.9.4-4B-12:	Hmotnostný prietok chladiva na výstupe z TNR.....	7
Obr. 7.2.1.9.4-4B-13:	Výkon PG	8
Obr. 7.2.1.9.4-4B-14:	Celkový prietok cez ventily vstreku do KO	8
Obr. 7.2.1.9.4-4B-15:	Tlak na výstupe z PG.....	9
Obr. 7.2.1.9.4-4B-16:	Tlak v HPK.....	9
Obr. 7.2.1.9.4-4B-17:	Celková hladina v PG	10
Obr. 7.2.1.9.4-4B-18:	Celkový prietok napájacej vody do PG.....	10
Obr. 7.2.1.9.4-4B-19:	Prietok napájacej vody od ENČ a HNČ.....	11
Obr. 7.2.1.9.4-4B-20:	Prietok pary cez PSK.....	11
Obr. 7.2.1.9.4-4B-21:	Prietok pary do TG.....	12
Obr. 7.2.1.9.4-4B-22:	Integrál celkového prietoku pary cez PSK a PS-A.....	12

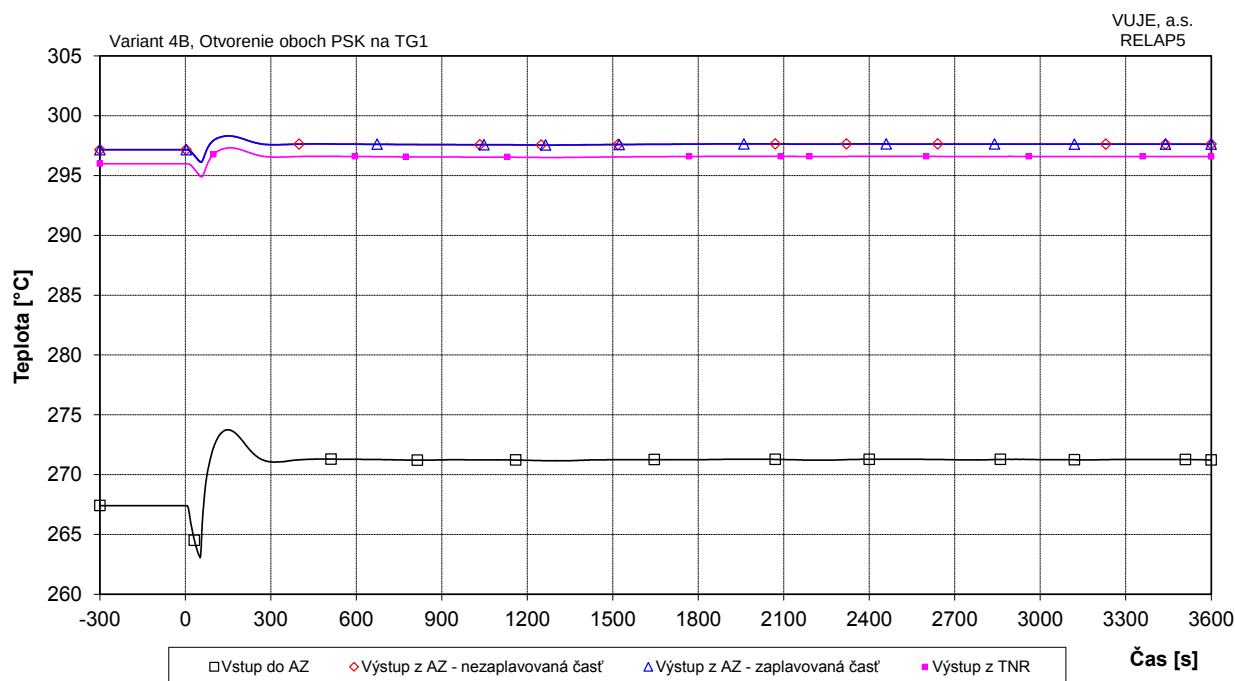


Obr. 7.2.1.9.4-4B-1: Tlak v I.O.

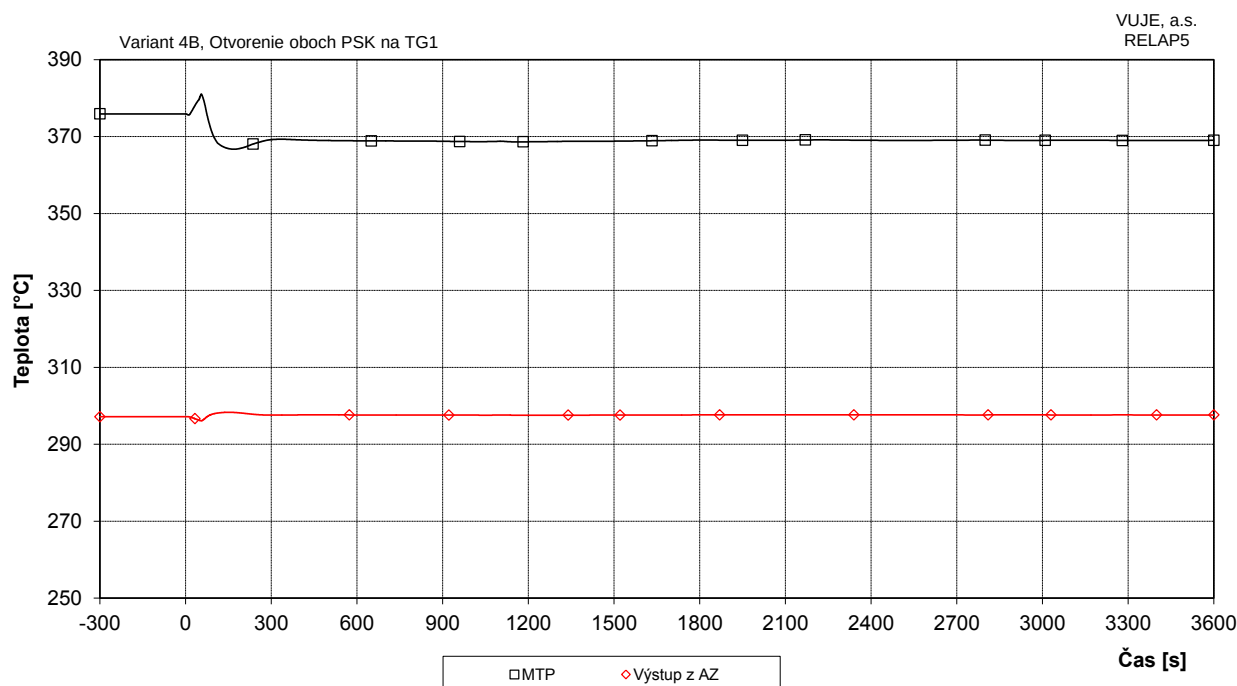


Obr. 7.2.1.9.4-4B-2: Výkon reaktora

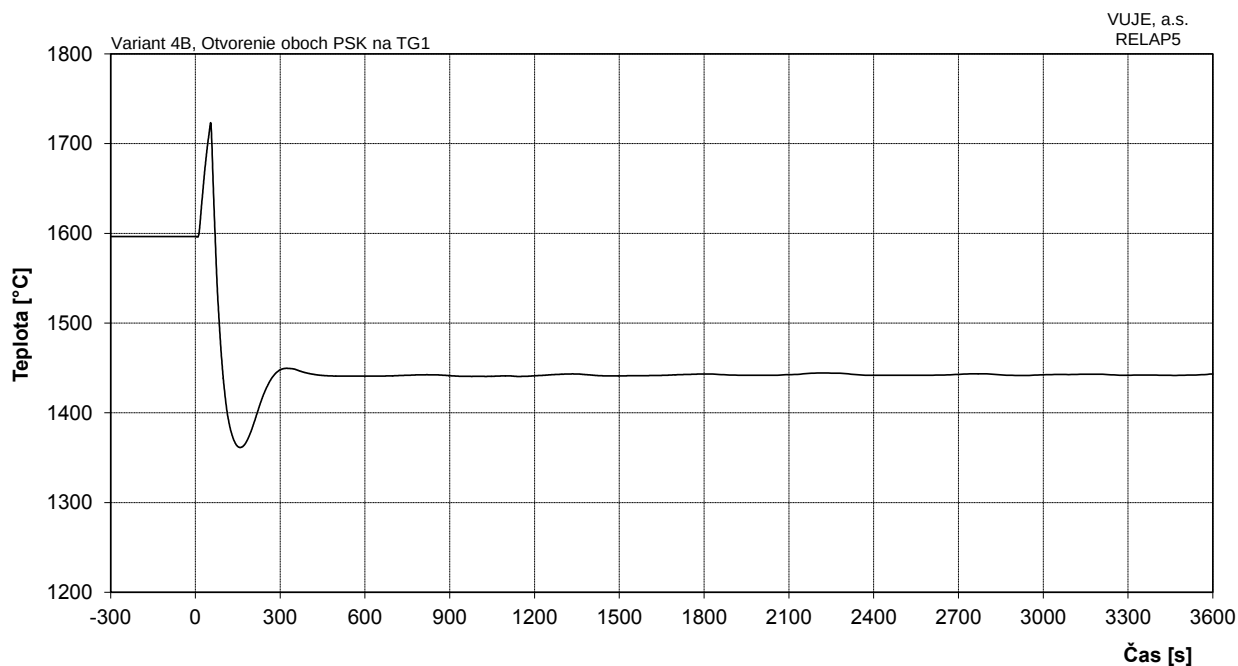
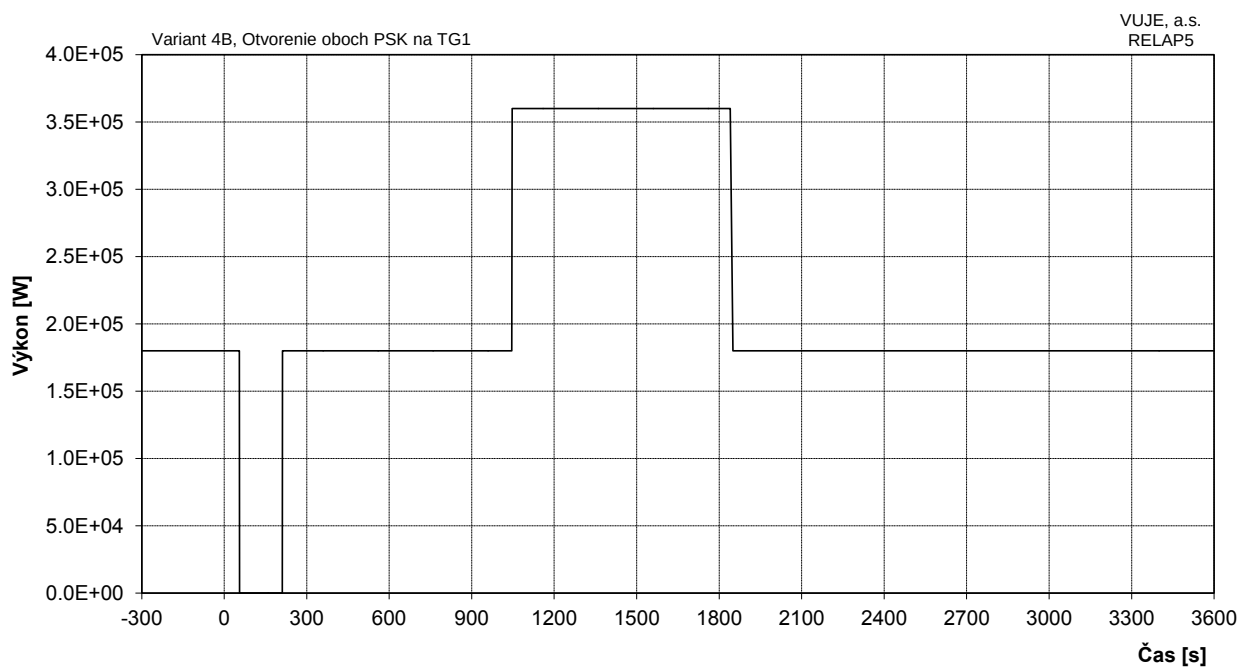
**Obr. 7.2.1.9.4-4B-3: Pomerný výkon reaktora****Obr. 7.2.1.9.4-4B-4: Celková reaktivita**

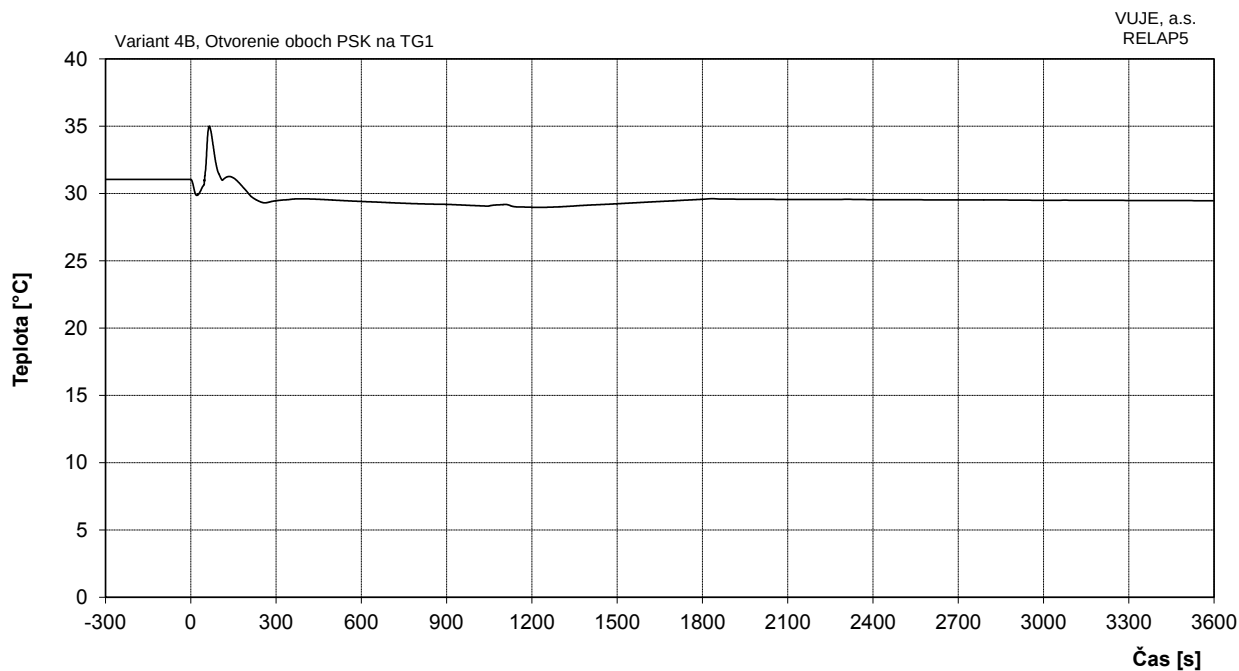


Obr. 7.2.1.9.4-4B-5: Teplota chladiva v TNR

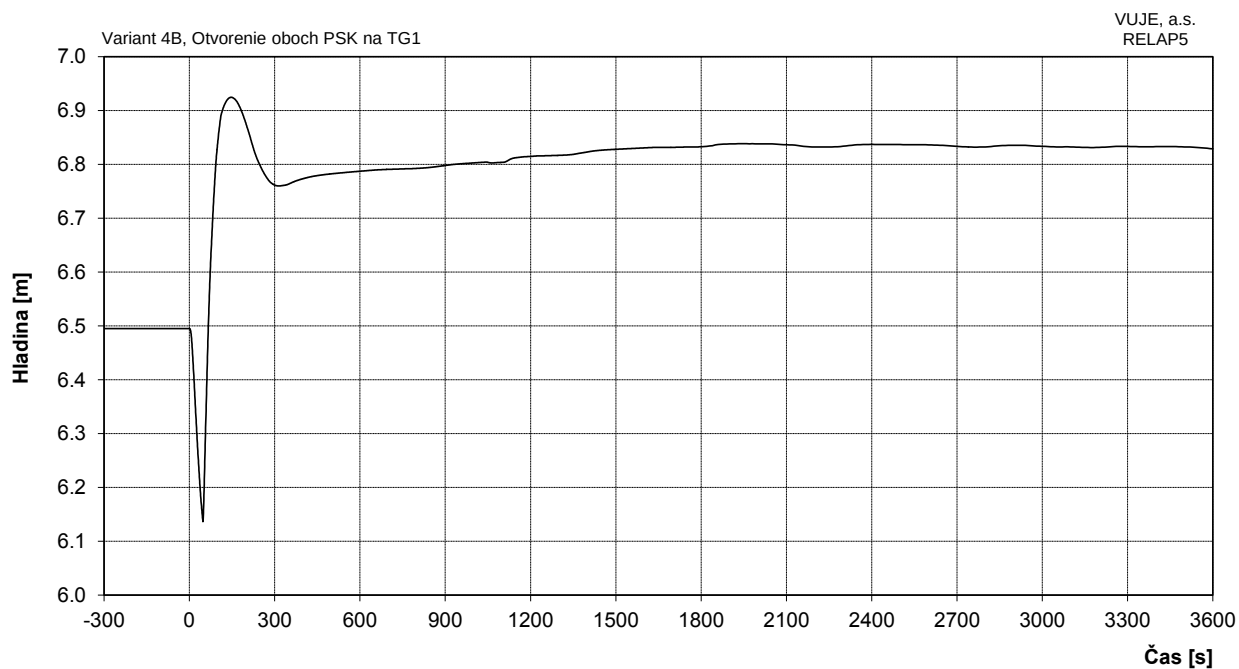


Obr. 7.2.1.9.4-4B-6: Maximálna teplota pokrytia a teplota chladiva na výstupe z AZ

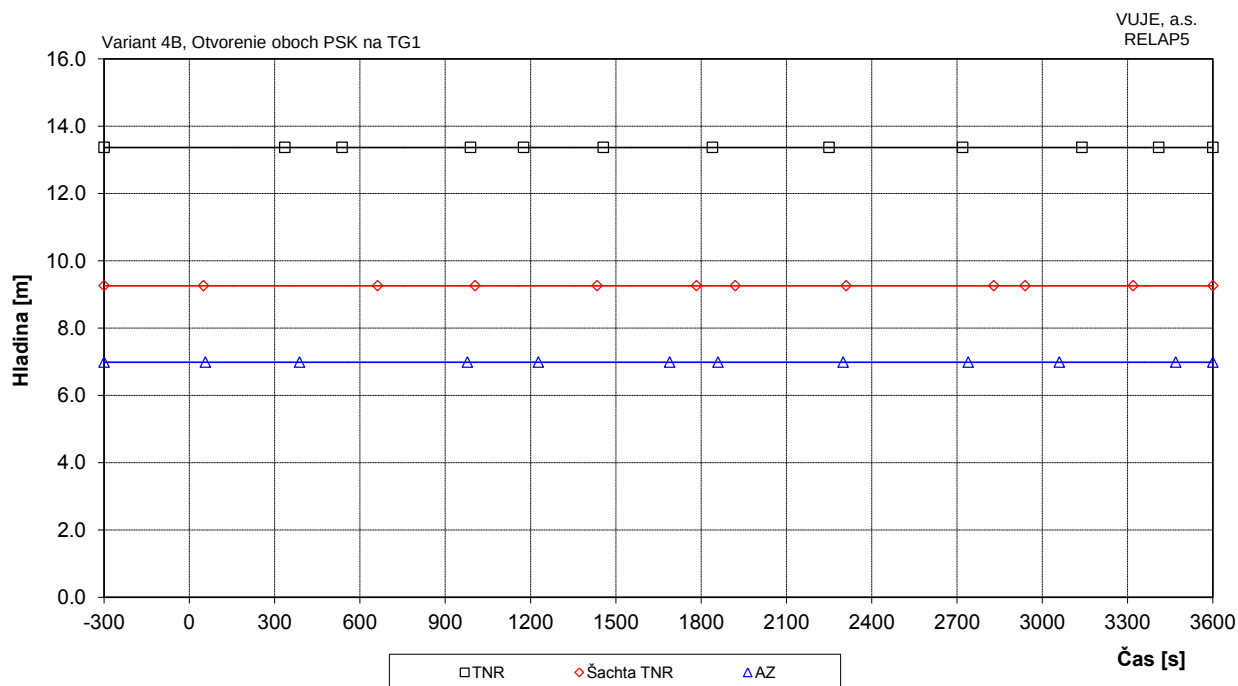
**Obr. 7.2.1.9.4-4B-7: Maximálna teplota paliva****Obr. 7.2.1.9.4-4B-8: Celkový výkon EOKO**



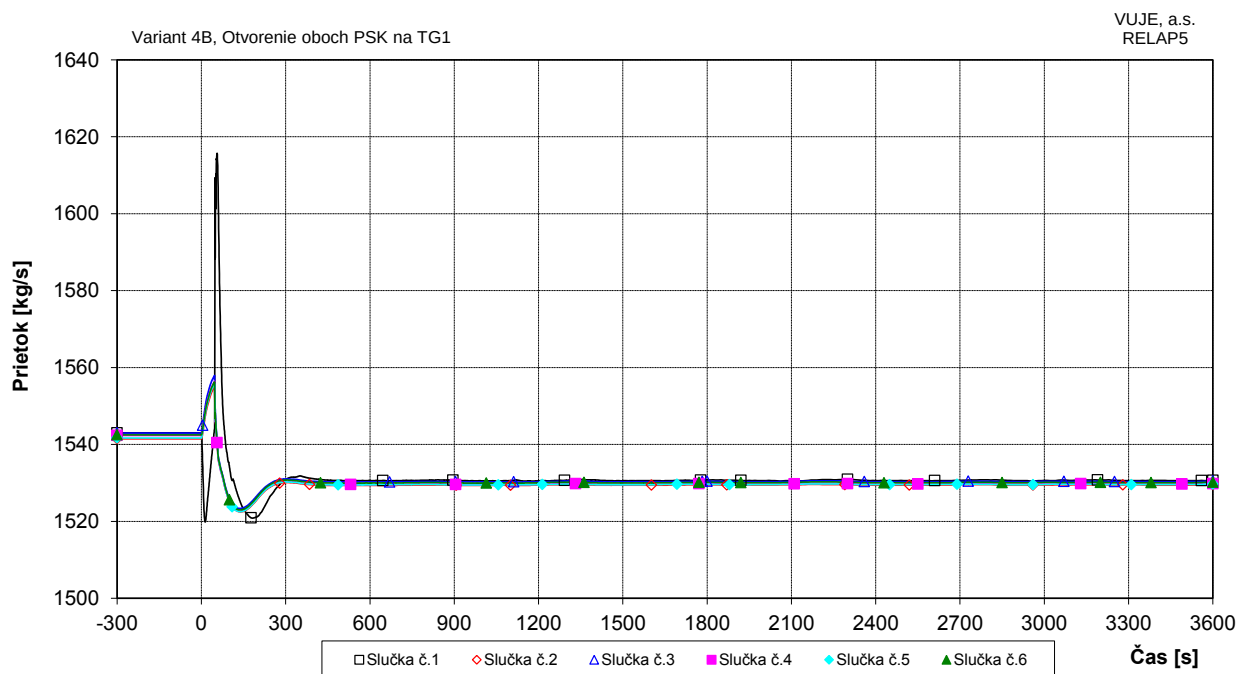
Obr. 7.2.1.9.4-4B-9: Podchladenie na výstupe z reaktora



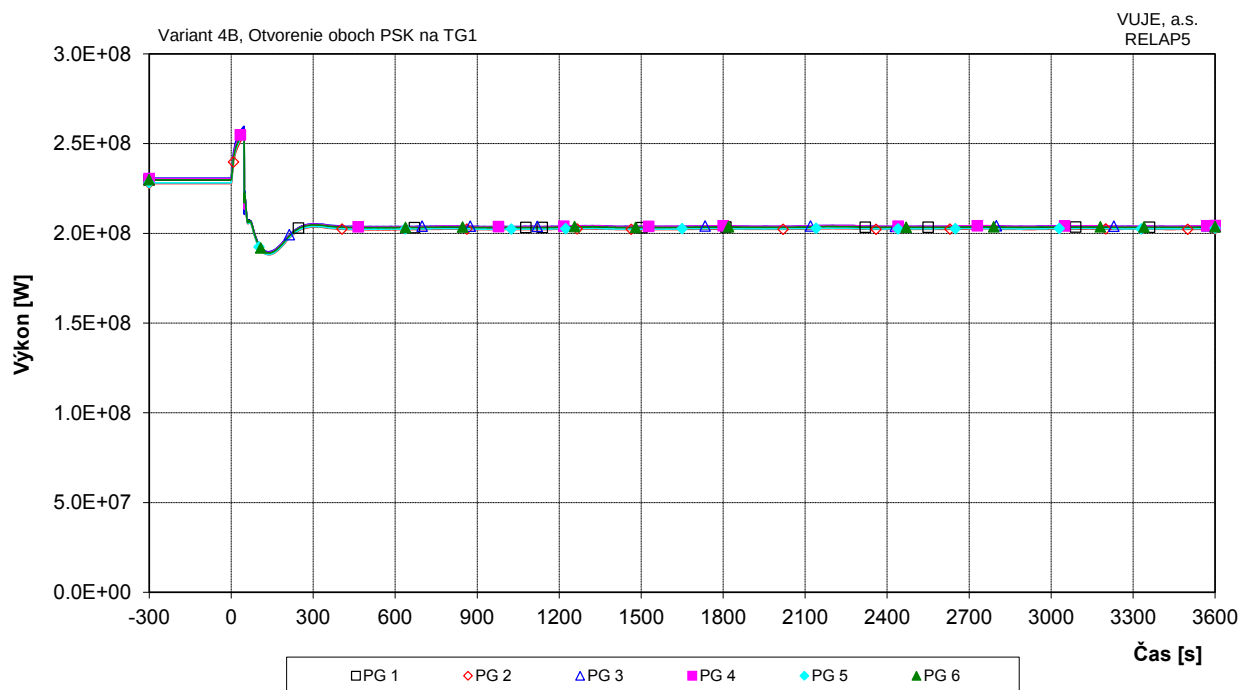
Obr. 7.2.1.9.4-4B-10: Celková hladina v KO



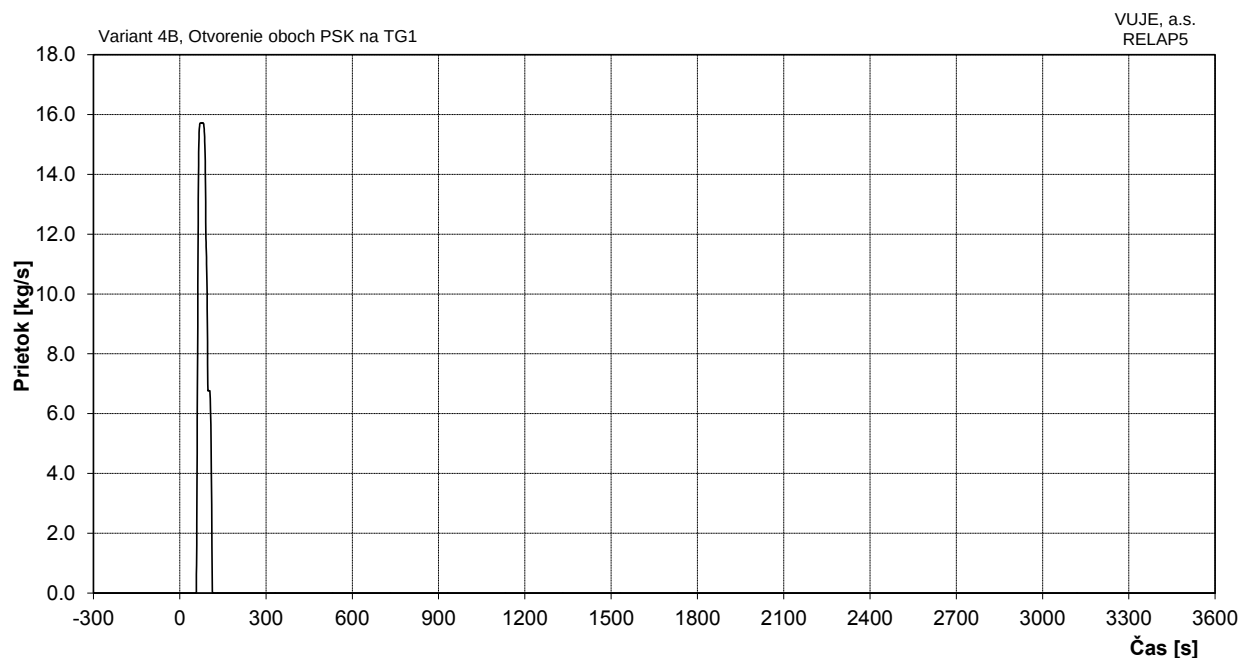
Obr. 7.2.1.9.4-4B-11: Hladina chladiva v TNR



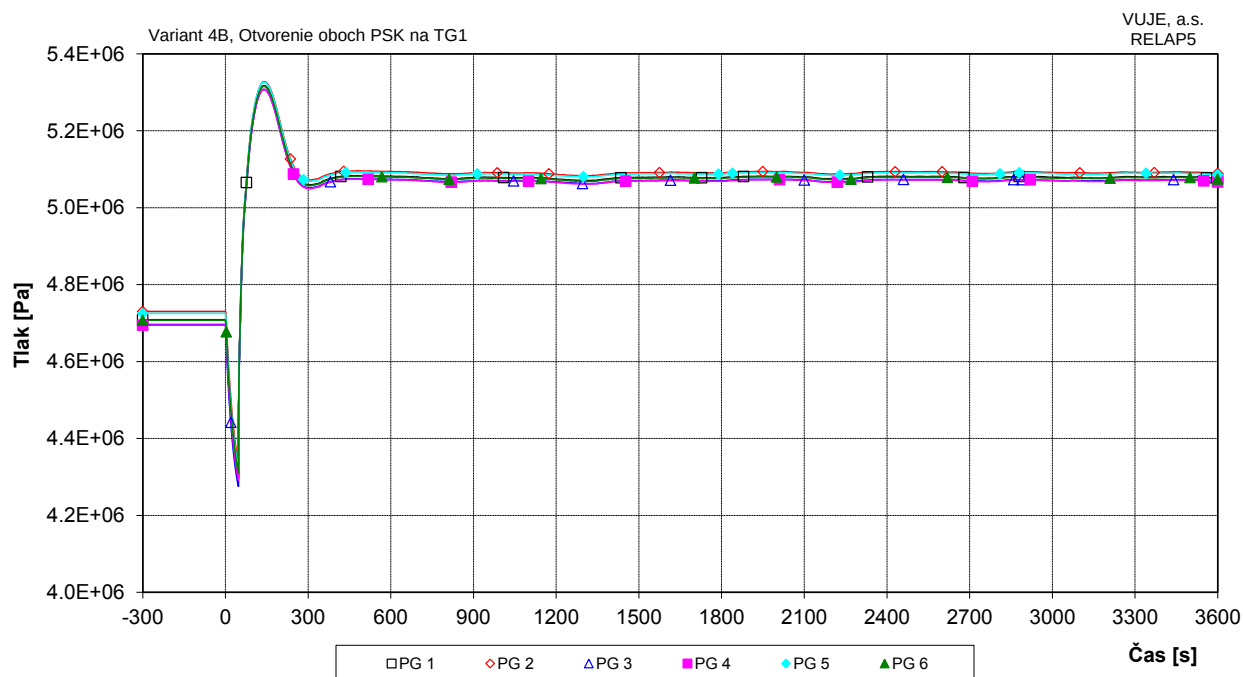
Obr. 7.2.1.9.4-4B-12: Hmotnostný prietok chladiva na výstupe z TNR



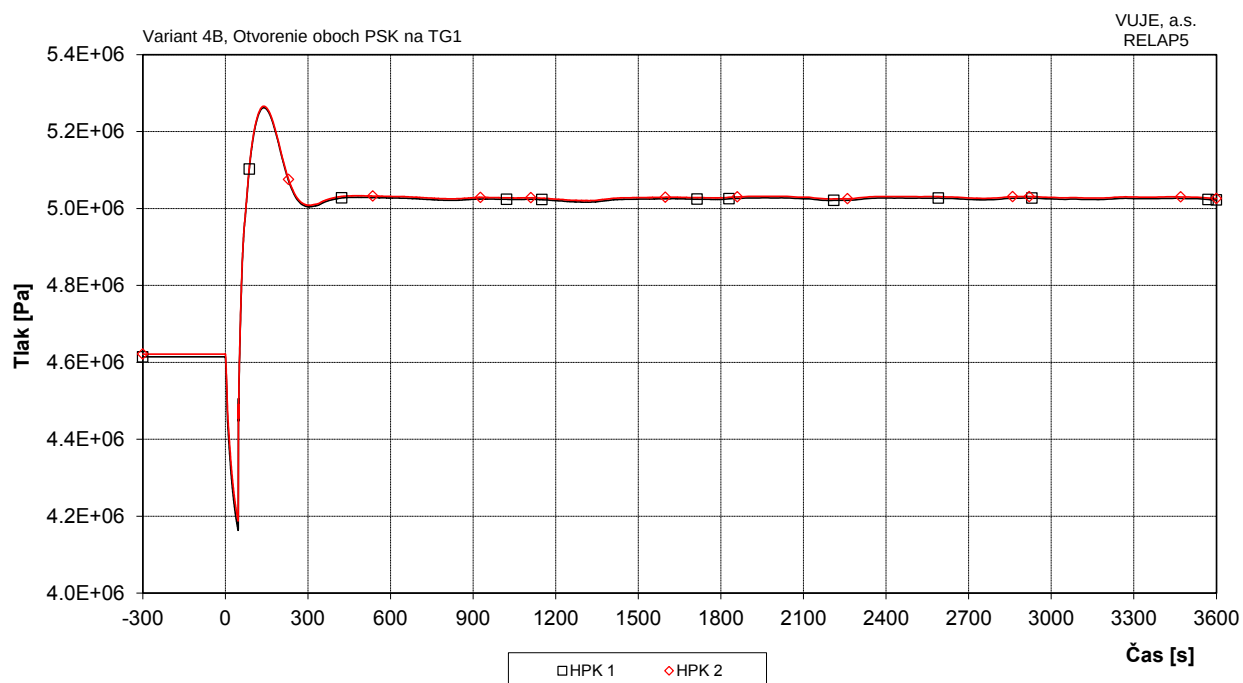
Obr. 7.2.1.9.4-4B-13: Výkon PG



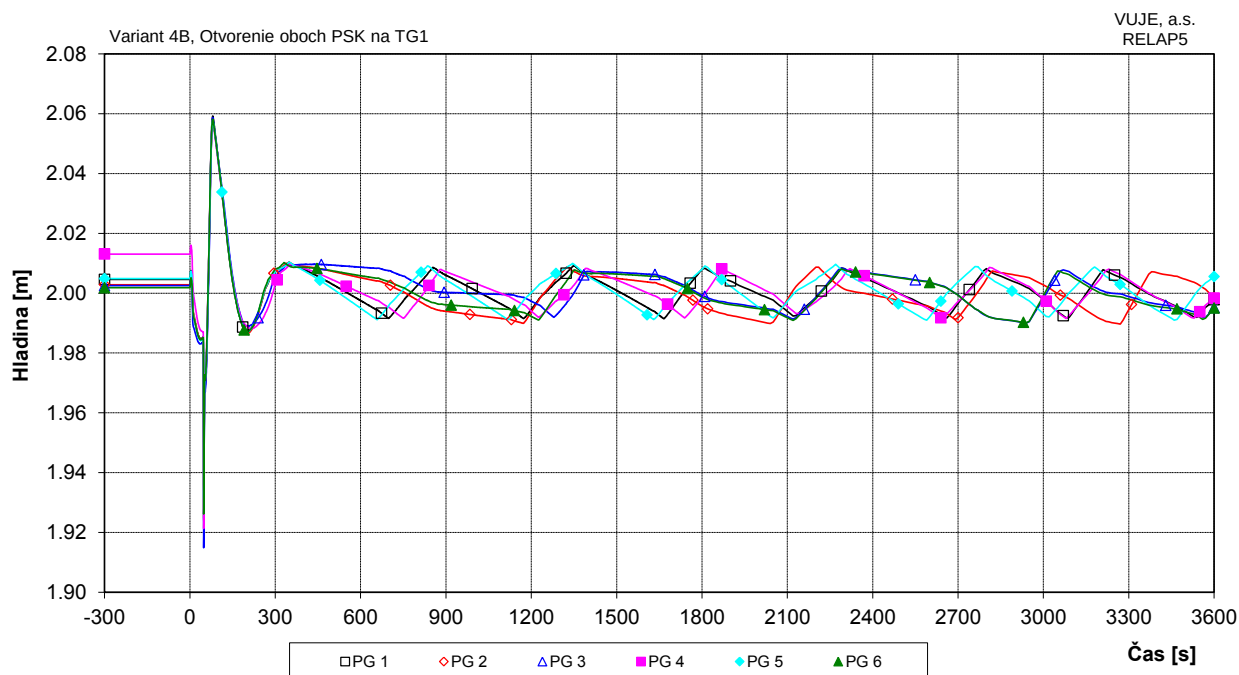
Obr. 7.2.1.9.4-4B-14: Celkový prietok cez ventily vstreku do KO



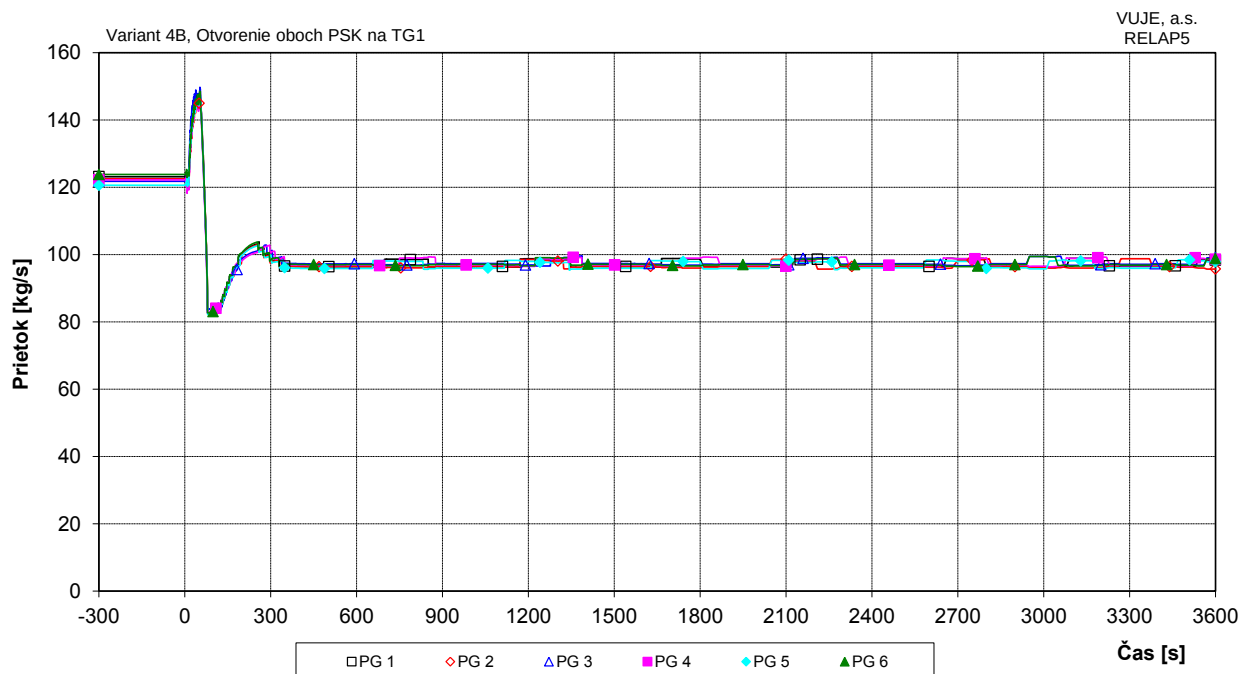
Obr. 7.2.1.9.4-4B-15: Tlak na výstupe z PG



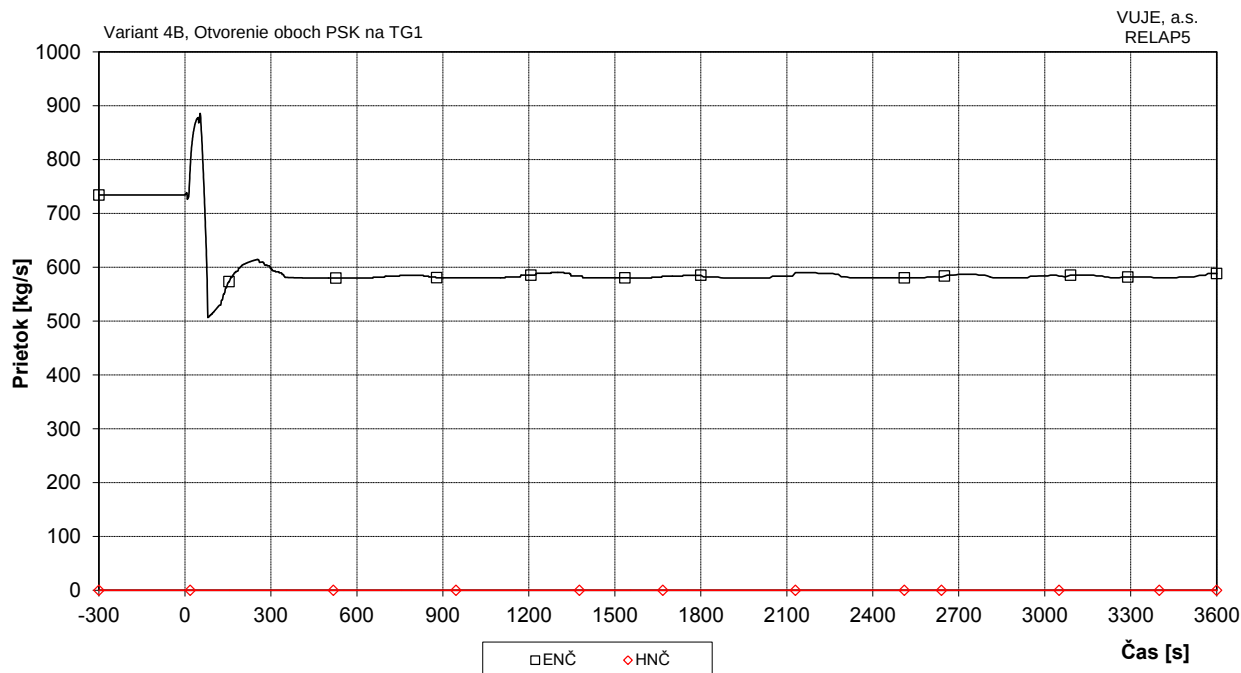
Obr. 7.2.1.9.4-4B-16: Tlak v HPK



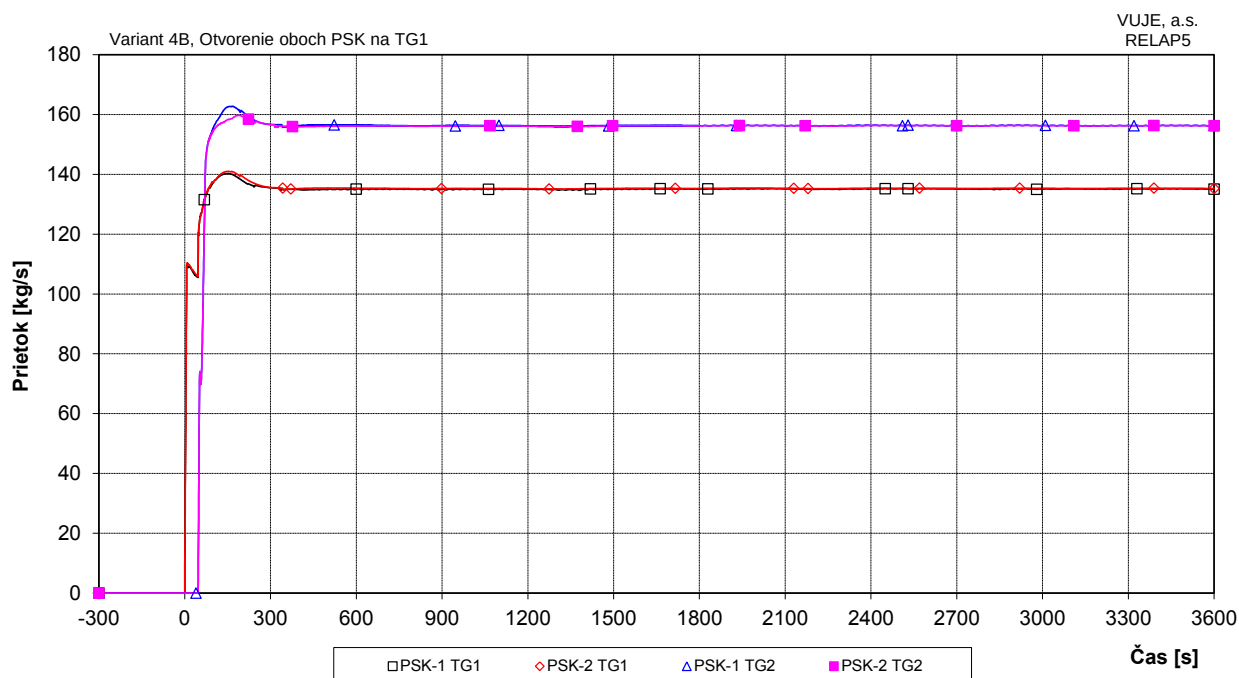
Obr. 7.2.1.9.4-4B-17: Celková hladina v PG



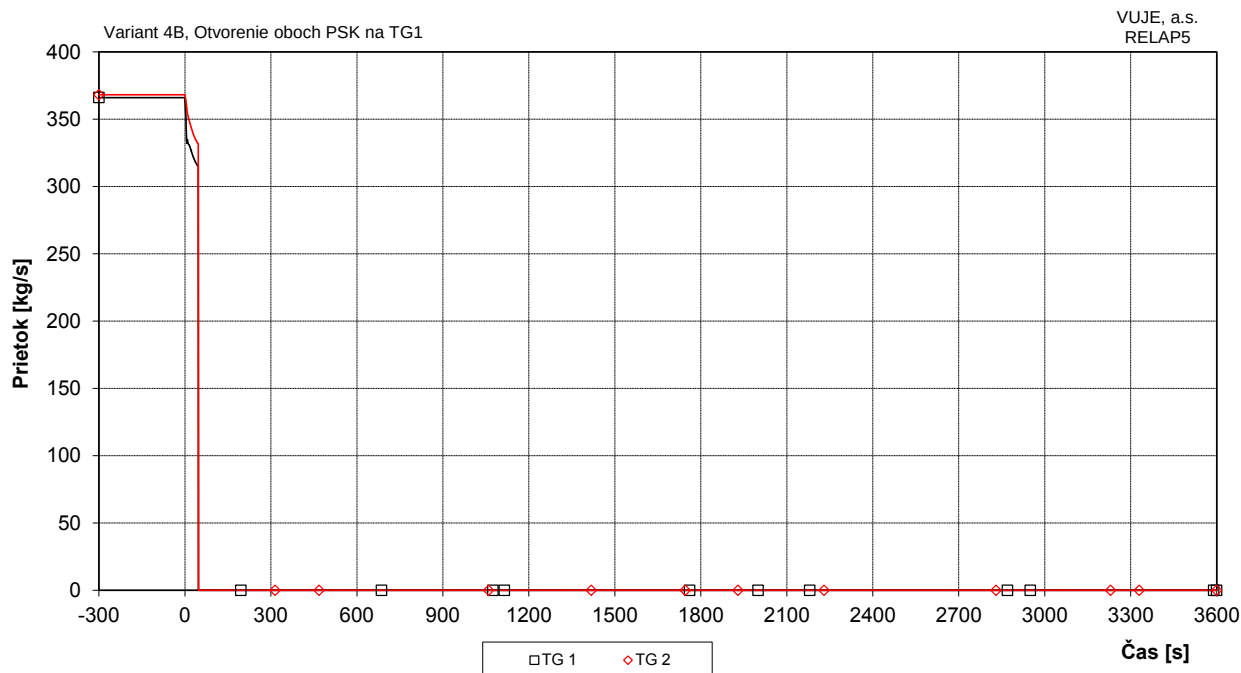
Obr. 7.2.1.9.4-4B-18: Celkový prietok napájacej vody do PG



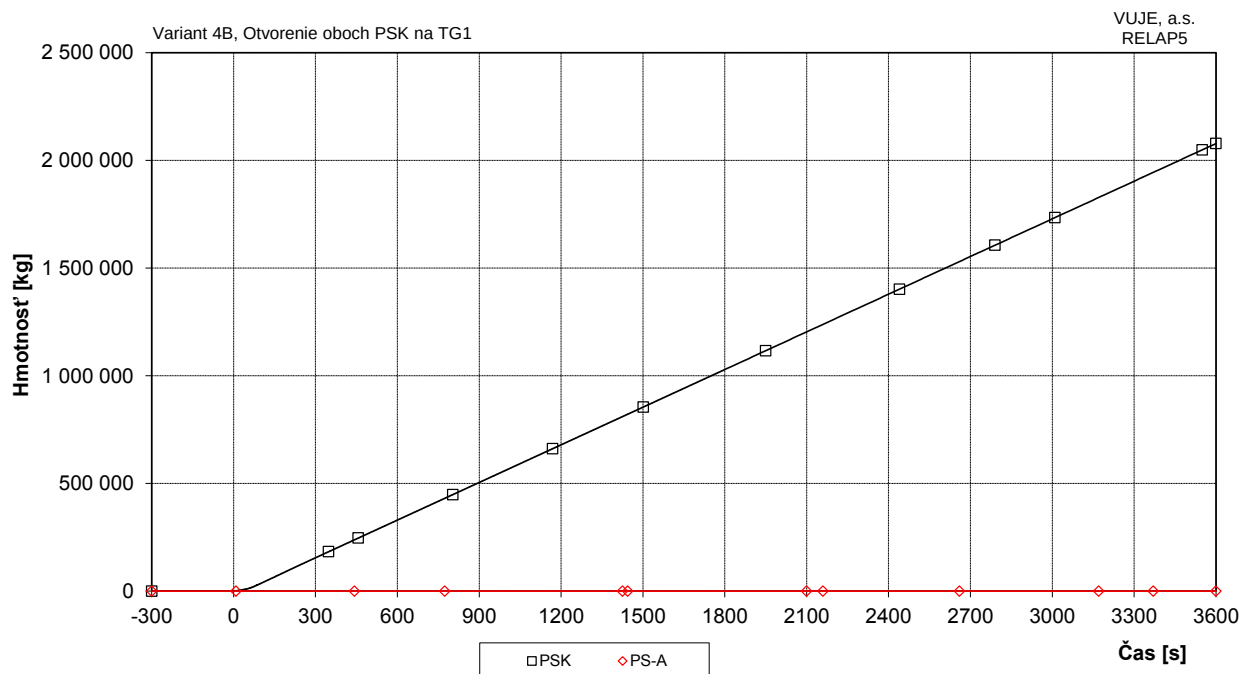
Obr. 7.2.1.9.4-4B-19: Prietok napájacej vody od ENČ a HNČ



Obr. 7.2.1.9.4-4B-20: Prietok pary cez PSK



Obr. 7.2.1.9.4-4B-21: Prietok pary do TG

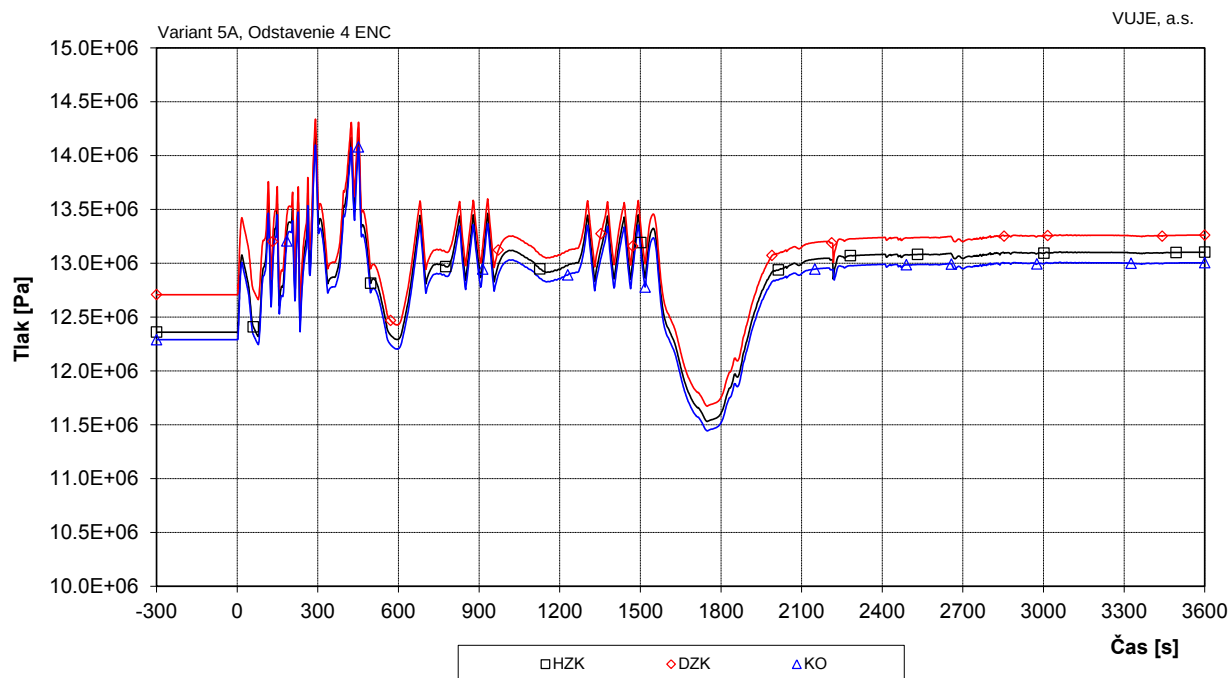


Obr. 7.2.1.9.4-4B-22: Integrál celkového prietoku pary cez PSK a PS-A

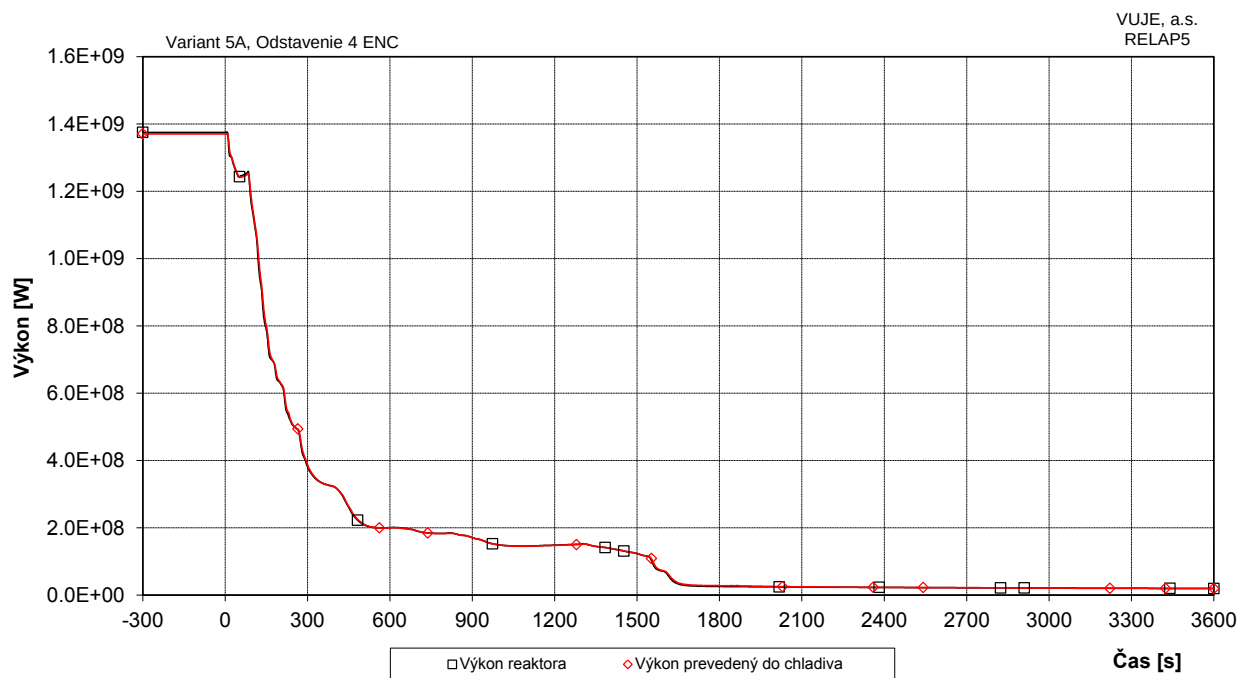
Príloha č. 06

**7.2.1.9.5 Prechodové procesy so zníženým odvodom tepla z I.O.
sekundárnym okruhom (ATWS)**
Scenár 5A Výpadok všetkých ENČ
ZOZNAM OBRÁZKOV

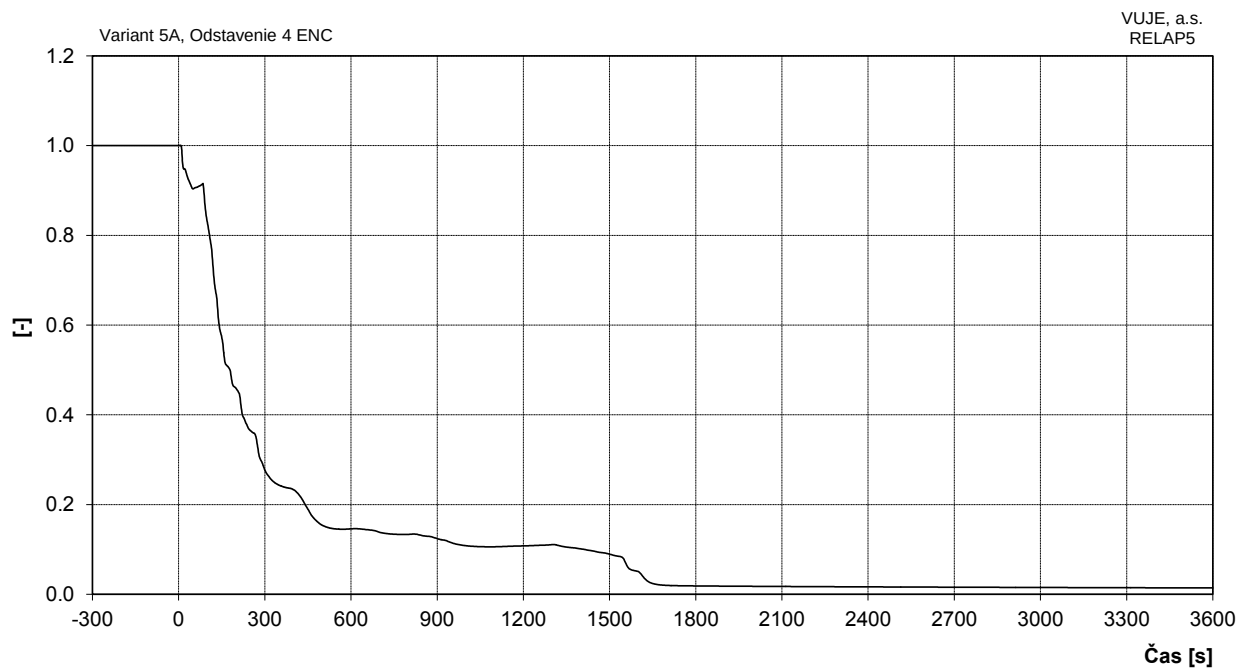
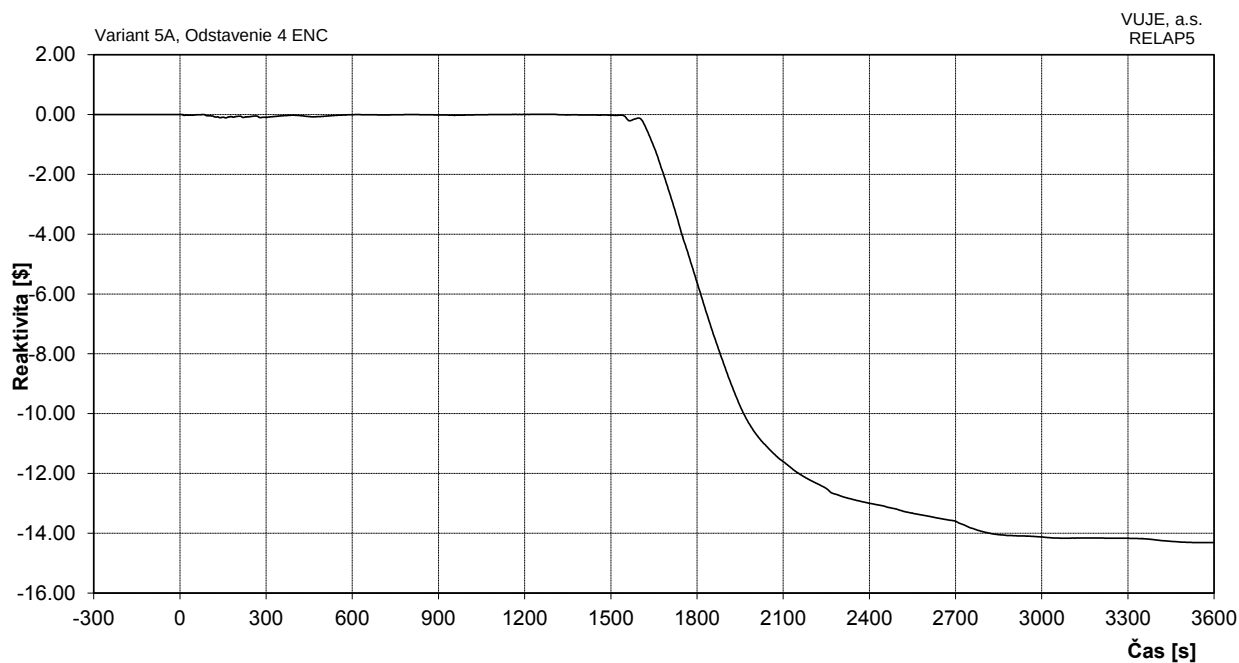
Obr. 7.2.1.9.5-5A-1:	Tlak v I.O.	2
Obr. 7.2.1.9.5-5A-2:	Výkon reaktora	2
Obr. 7.2.1.9.5-5A-3:	Pomerný výkon reaktora	3
Obr. 7.2.1.9.5-5A-4:	Celková reaktivita	3
Obr. 7.2.1.9.5-5A-5:	Teplota chladiva v TNR.....	4
Obr. 7.2.1.9.5-5A-6:	Maximálna teplota pokrytia a teplota chladiva na výstupe z AZ.....	4
Obr. 7.2.1.9.5-5A-7:	Maximálna teplota paliva	5
Obr. 7.2.1.9.5-5A-8:	Celkový výkon EOKO	5
Obr. 7.2.1.9.5-5A-9:	Podchladienie na výstupe z reaktora	6
Obr. 7.2.1.9.5-5A-10:	Celková hladina v KO	6
Obr. 7.2.1.9.5-5A-11:	Hladina chladiva v TNR	7
Obr. 7.2.1.9.5-5A-12:	Hmotnostný prietok chladiva na výstupe z TNR.....	7
Obr. 7.2.1.9.5-5A-13:	Doplňovanie do I.O.	8
Obr. 7.2.1.9.5-5A-14:	Integrál doplňovania do I.O.	8
Obr. 7.2.1.9.5-5A-15:	Výkon PG	9
Obr. 7.2.1.9.5-5A-16:	Celkový prietok cez ventily vstreku do KO	9
Obr. 7.2.1.9.5-5A-17:	Prietok chladiva cez poistné ventily KO	10
Obr. 7.2.1.9.5-5A-18:	Integrál prietoku chladiva cez poistné ventily KO	10
Obr. 7.2.1.9.5-5A-19:	Tlak na výstupe z PG.....	11
Obr. 7.2.1.9.5-5A-20:	Tlak v HPK.....	11
Obr. 7.2.1.9.5-5A-21:	Celková hladina v PG	12
Obr. 7.2.1.9.5-5A-22:	Celkový prietok napájacej vody do PG.....	12
Obr. 7.2.1.9.5-5A-23:	Prietok napájacej vody od ENČ a HNC.....	13
Obr. 7.2.1.9.5-5A-24:	Prietok pary cez PS-A na parovodoch	13
Obr. 7.2.1.9.5-5A-25:	Prietok pary cez PSK.....	14
Obr. 7.2.1.9.5-5A-26:	Prietok pary do TG.....	14
Obr. 7.2.1.9.5-5A-27:	Integrál celkového prietoku pary cez PSK a PS-A.....	15

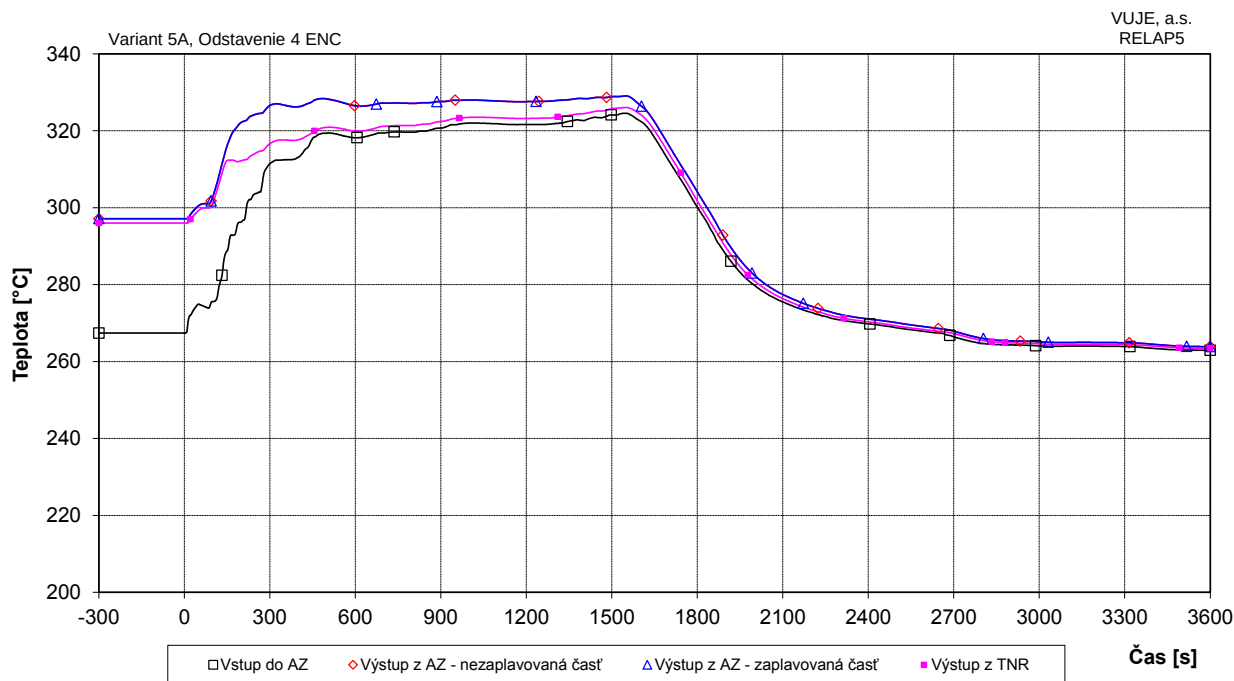


Obr. 7.2.1.9.5-5A-1: Tlak v I.O.

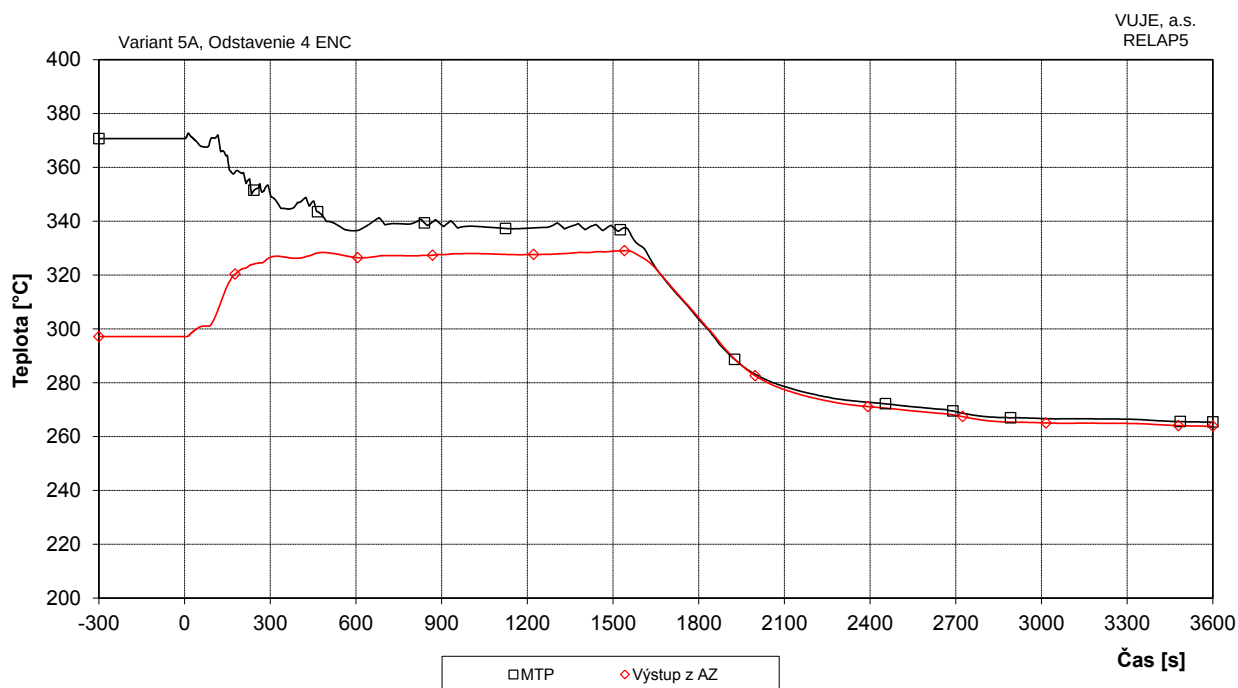


Obr. 7.2.1.9.5-5A-2: Výkon reaktora

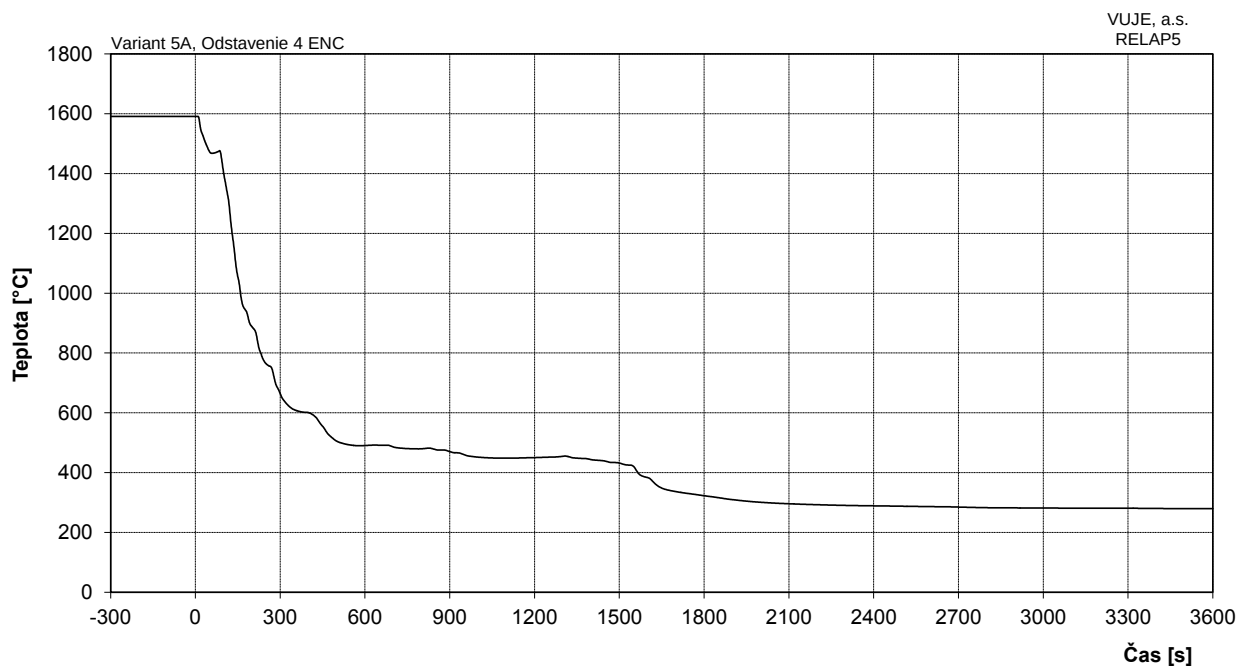
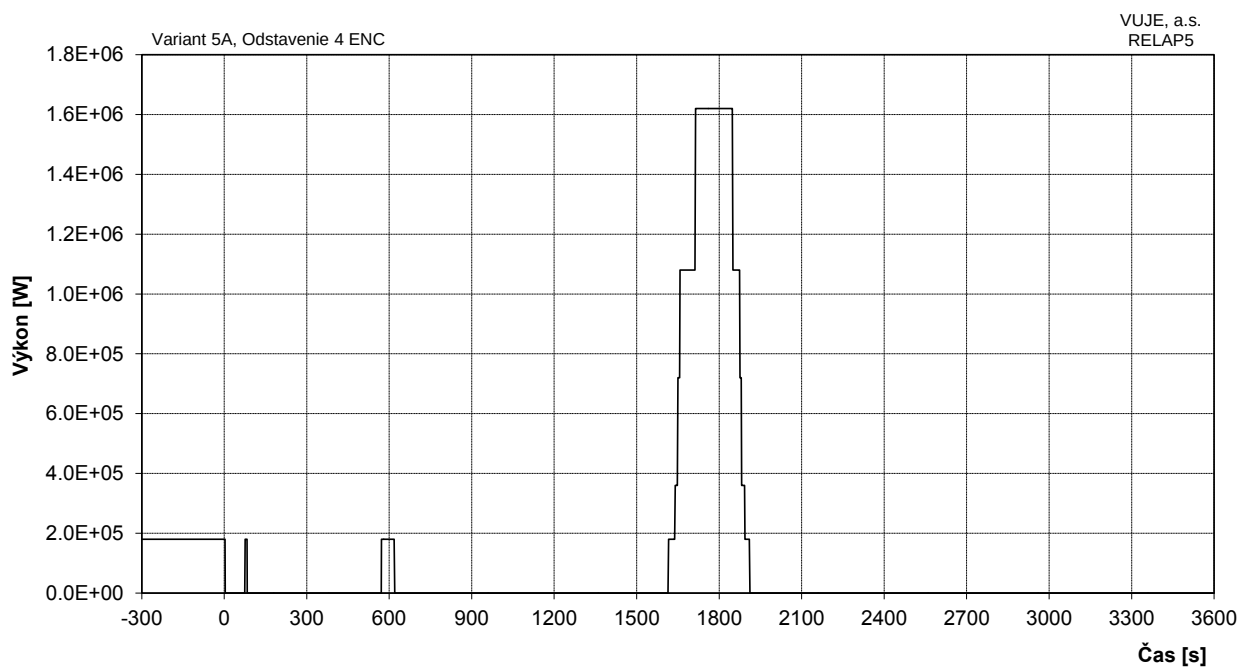
**Obr. 7.2.1.9.5-5A-3: Pomerný výkon reaktora****Obr. 7.2.1.9.5-5A-4: Celková reaktivita**

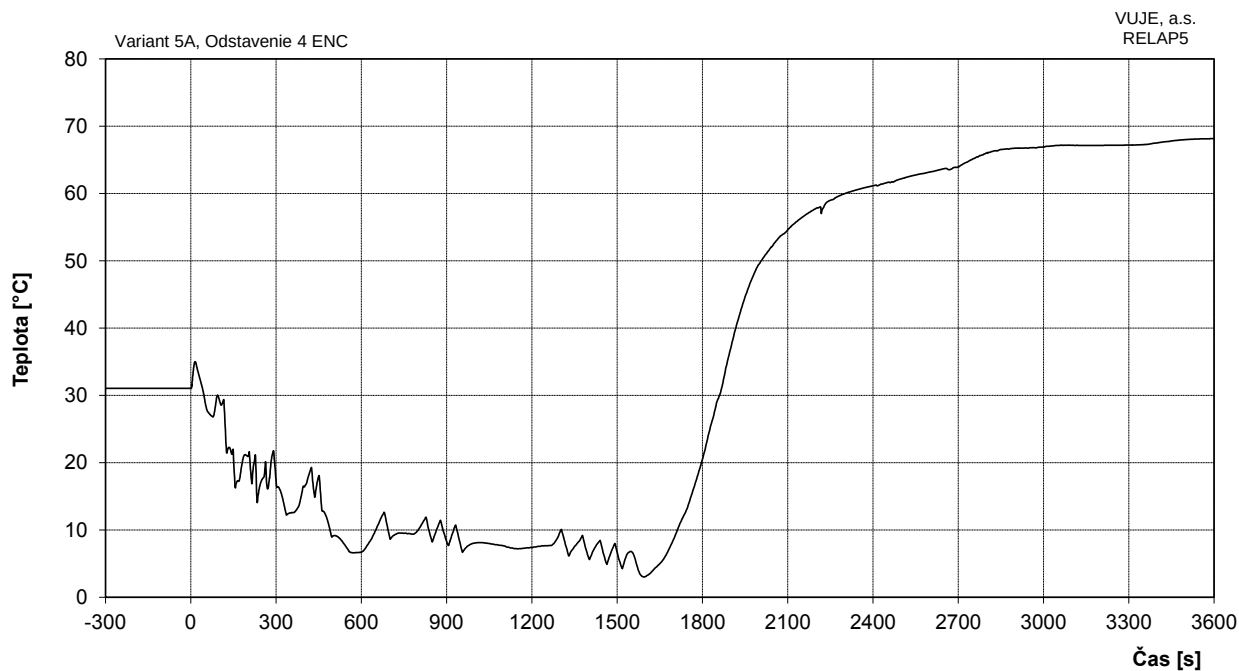
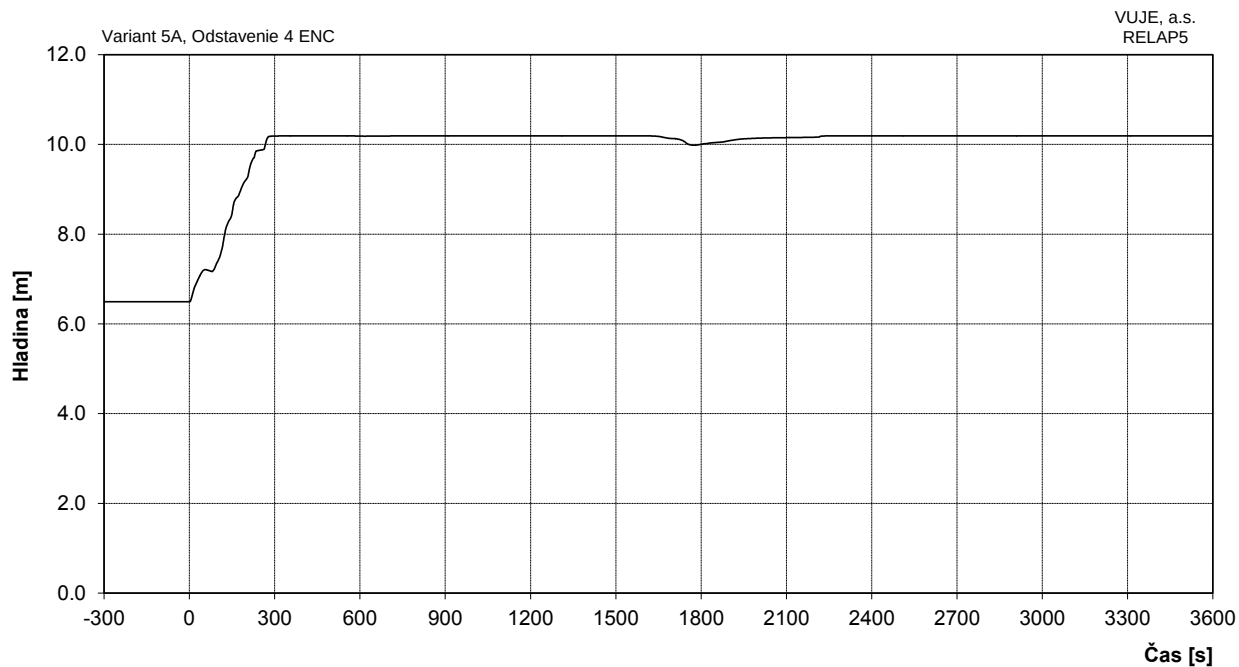


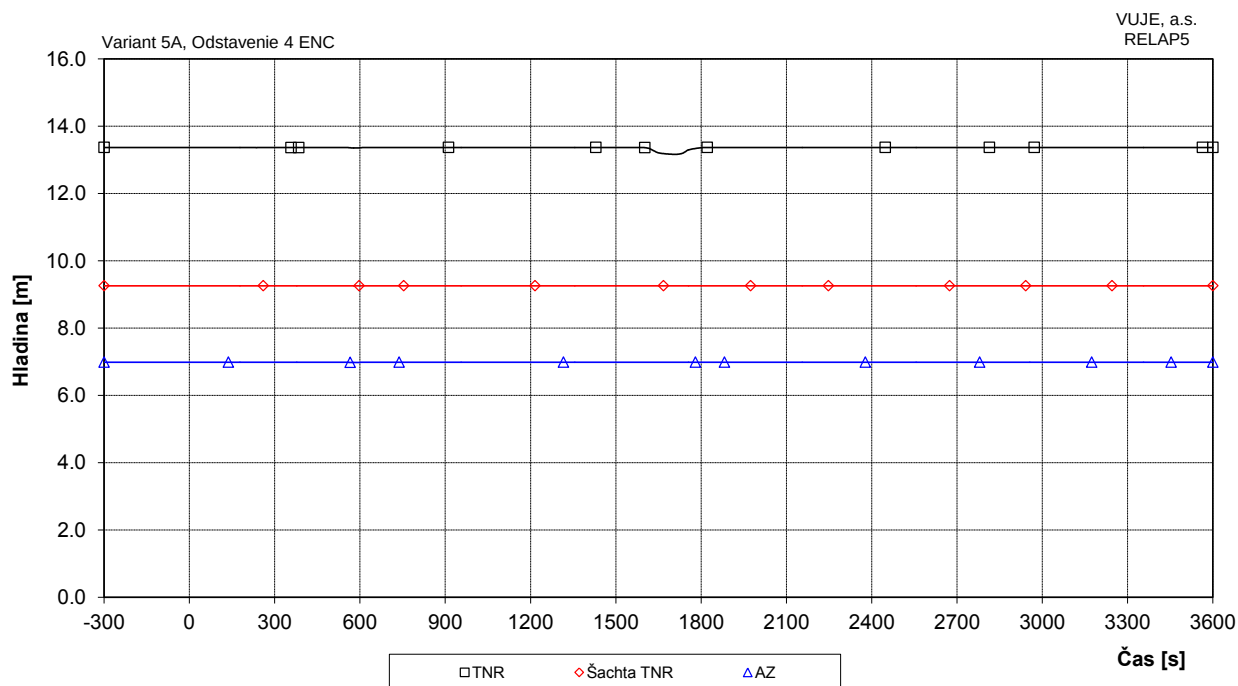
Obr. 7.2.1.9.5-5A-5: Teplota chladiva v TNR



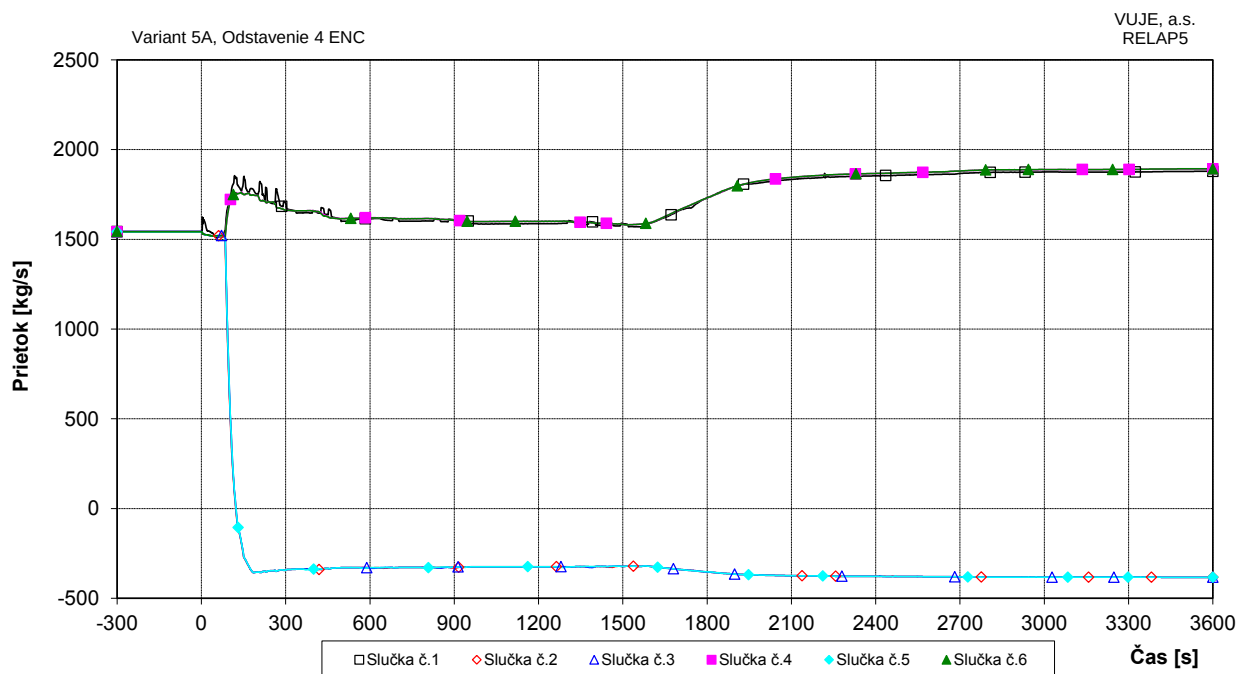
Obr. 7.2.1.9.5-5A-6: Maximálna teplota pokrytia a teplota chladiva na výstupe z AZ

**Obr. 7.2.1.9.5-5A-7: Maximálna teplota paliva****Obr. 7.2.1.9.5-5A-8: Celkový výkon EOKO**

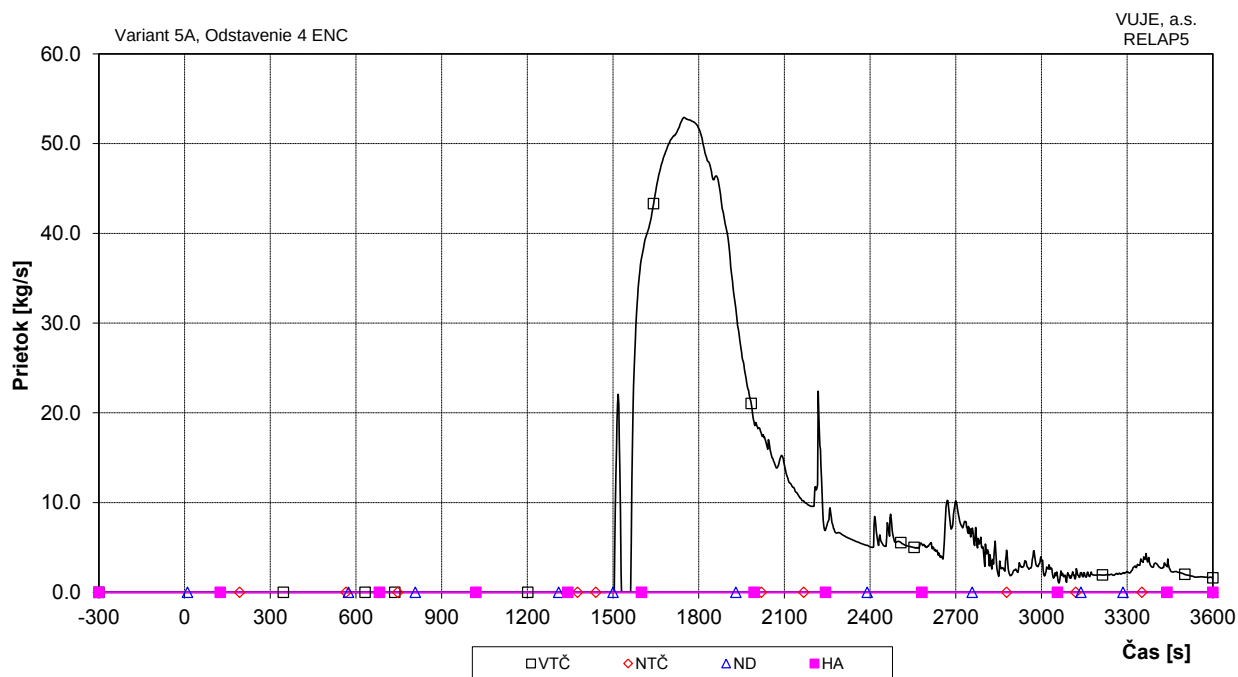
**Obr. 7.2.1.9.5-5A-9: Podchladenie na výstupe z reaktora****Obr. 7.2.1.9.5-5A-10: Celková hladina v KO**



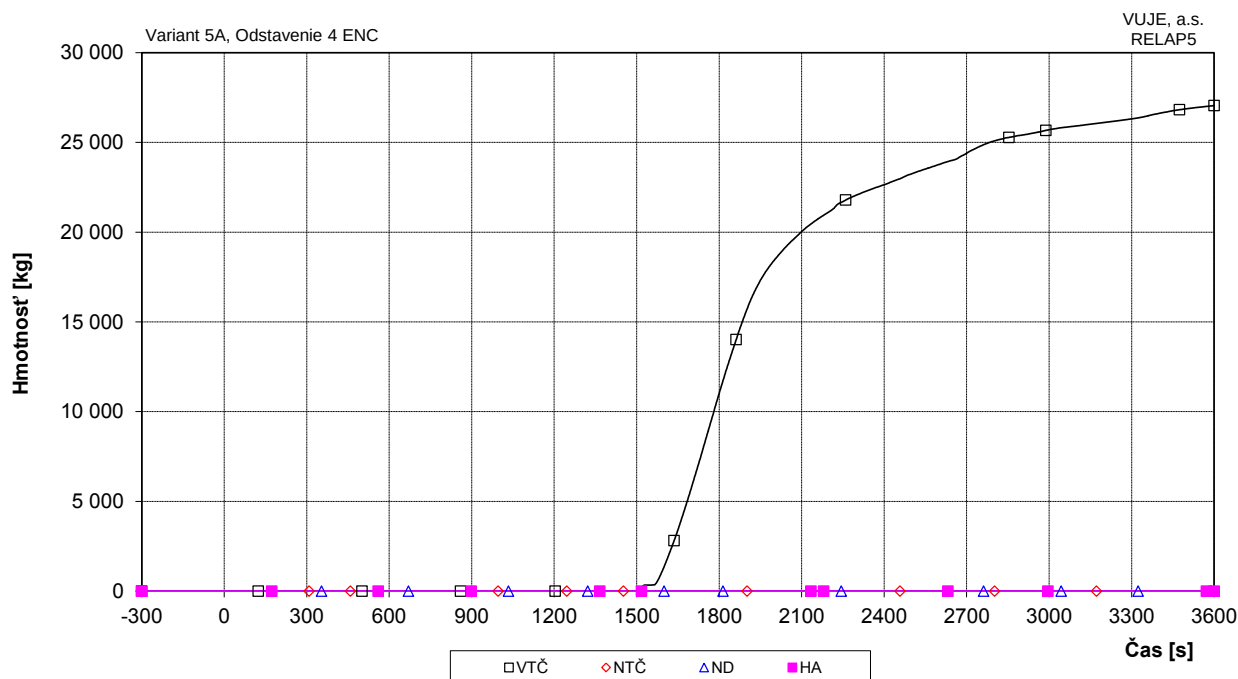
Obr. 7.2.1.9.5-5A-11: Hladina chladiva v TNR



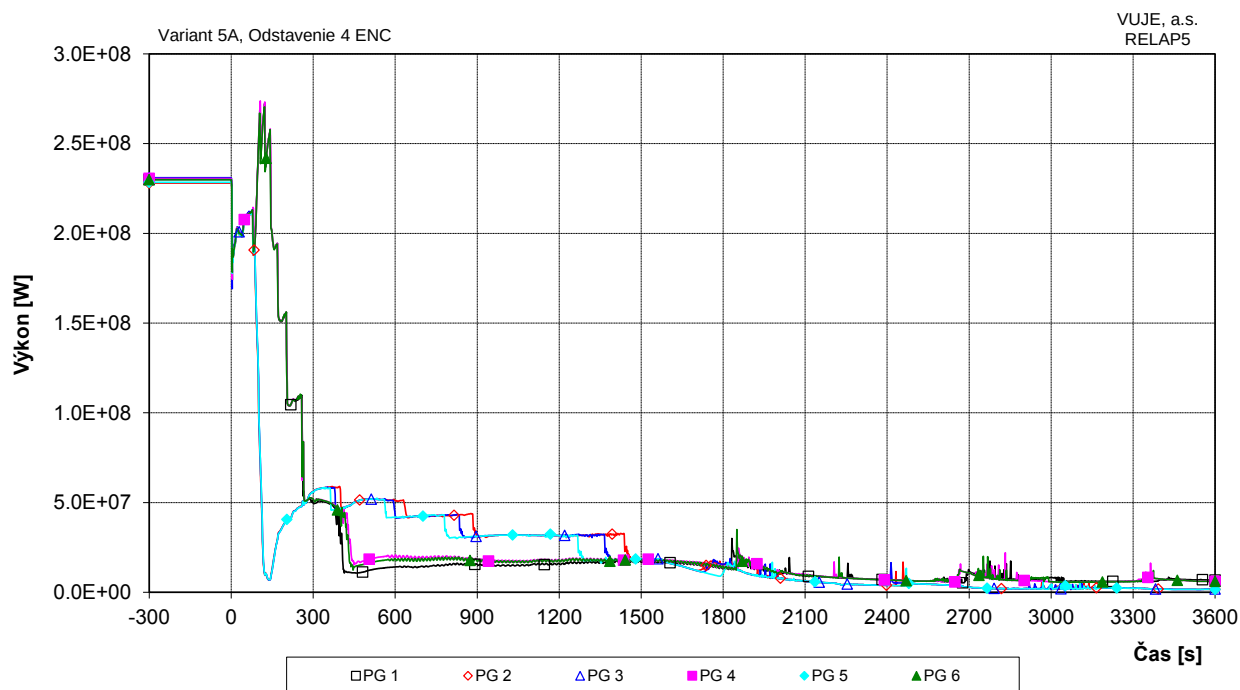
Obr. 7.2.1.9.5-5A-12: Hmotnostný prietok chladiva na výstupe z TNR



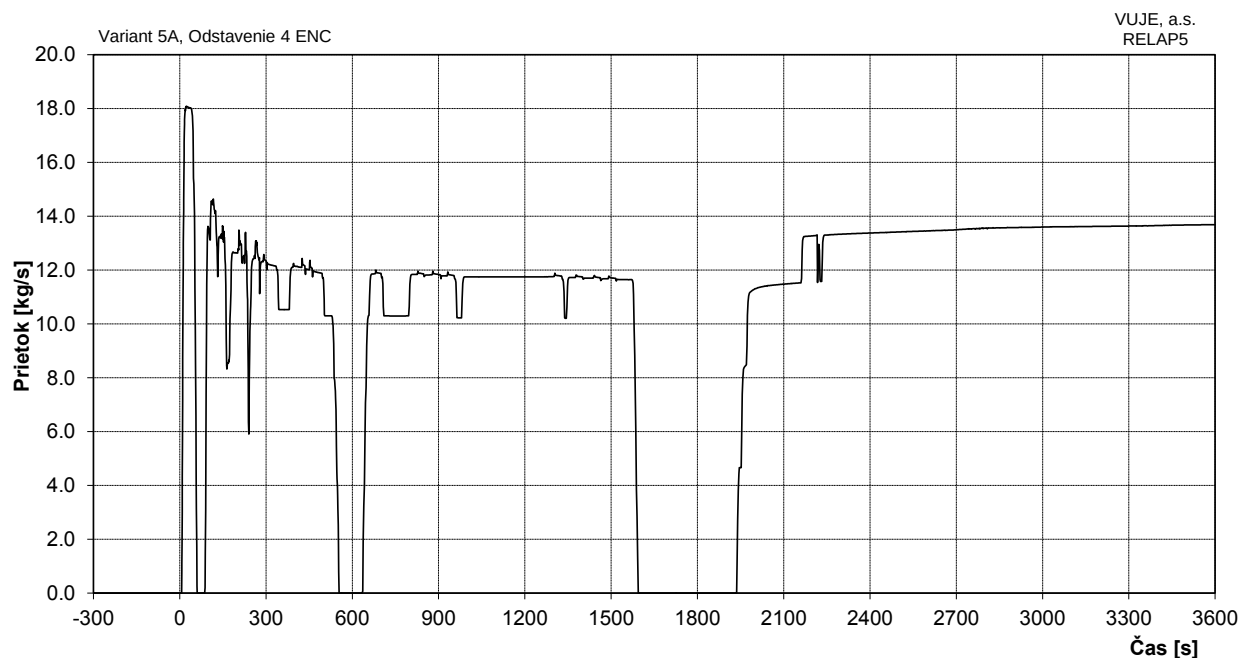
Obr. 7.2.1.9.5-5A-13: Dopĺňovanie do I.O.



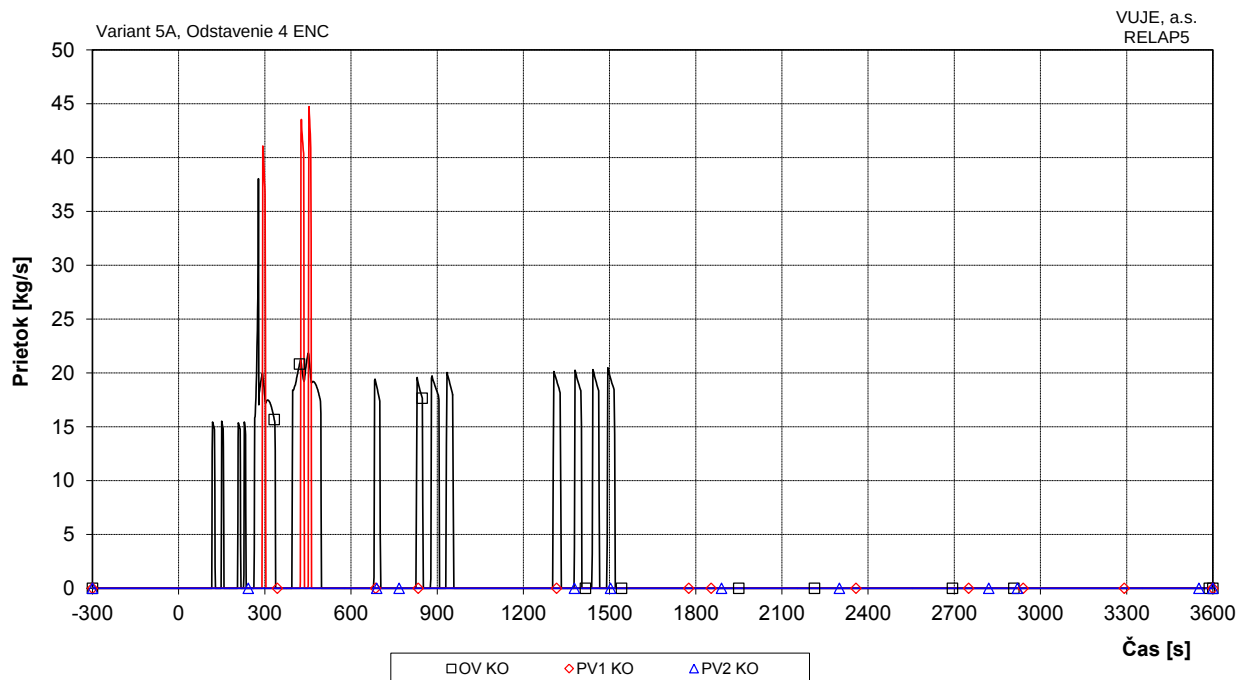
Obr. 7.2.1.9.5-5A-14: Integrál dopĺňovania do I.O.



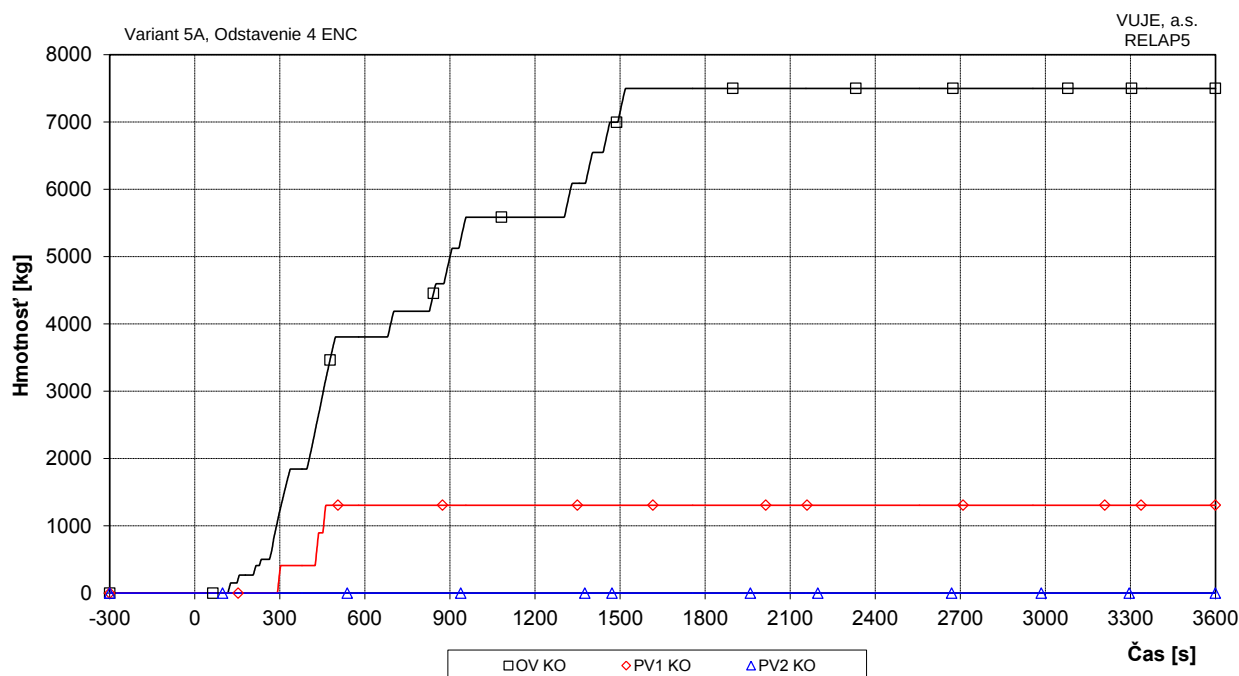
Obr. 7.2.1.9.5-5A-15: Výkon PG



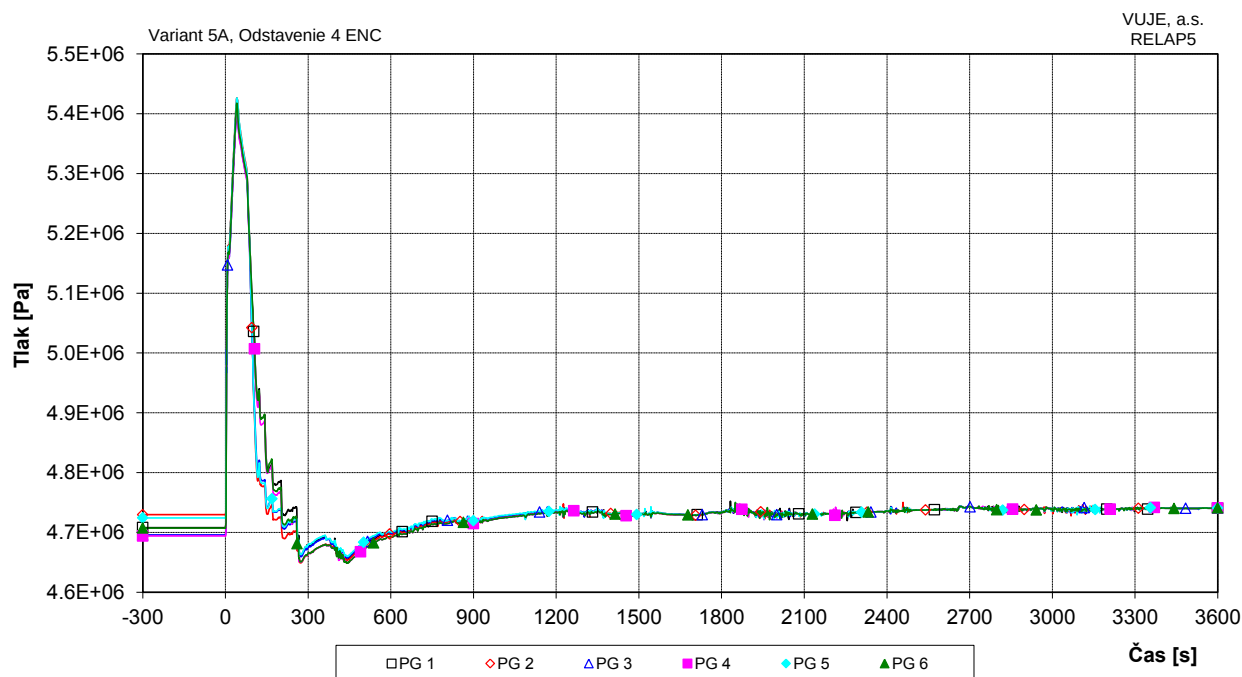
Obr. 7.2.1.9.5-5A-16: Celkový prietok cez ventily vstreku do KO



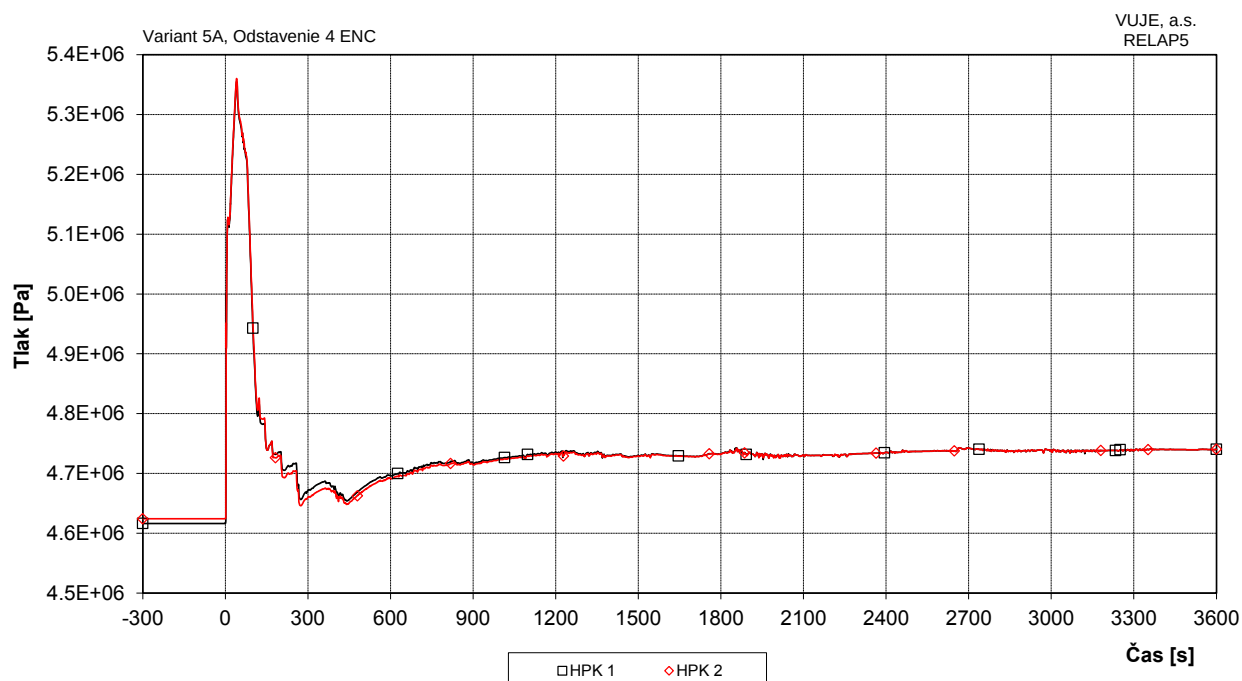
Obr. 7.2.1.9.5-5A-17: Prietok chladiva cez poistné ventily KO



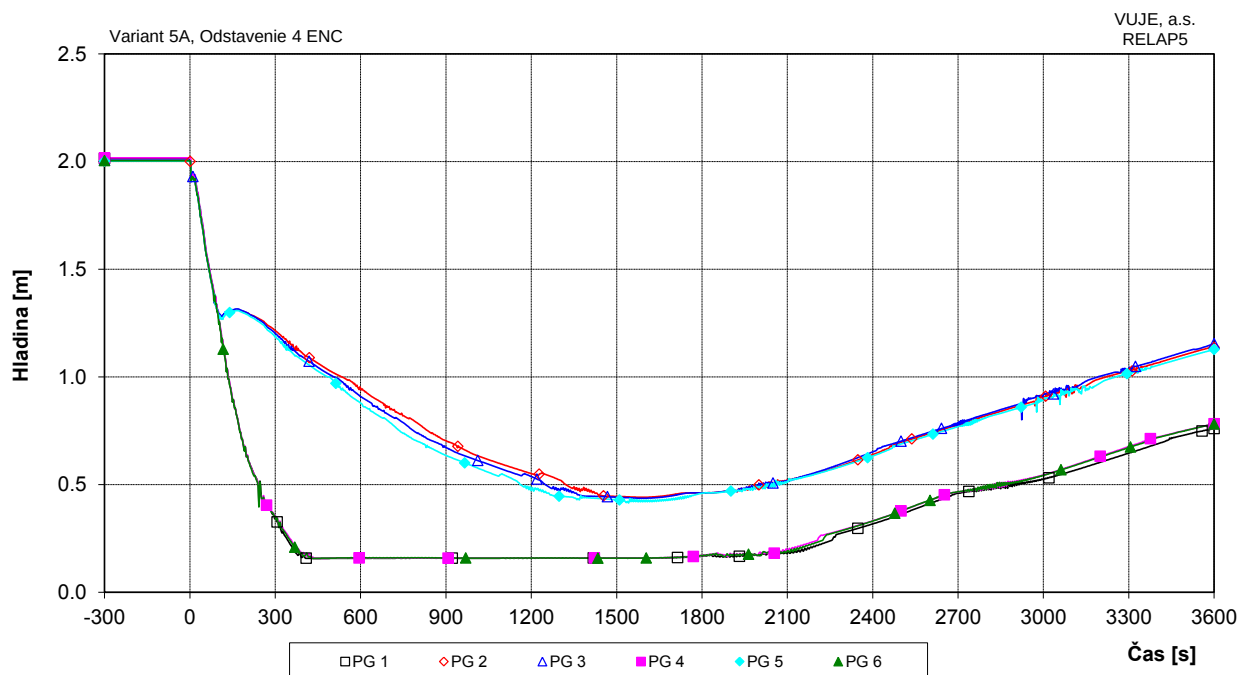
Obr. 7.2.1.9.5-5A-18: Integrál prietoku chladiva cez poistné ventily KO



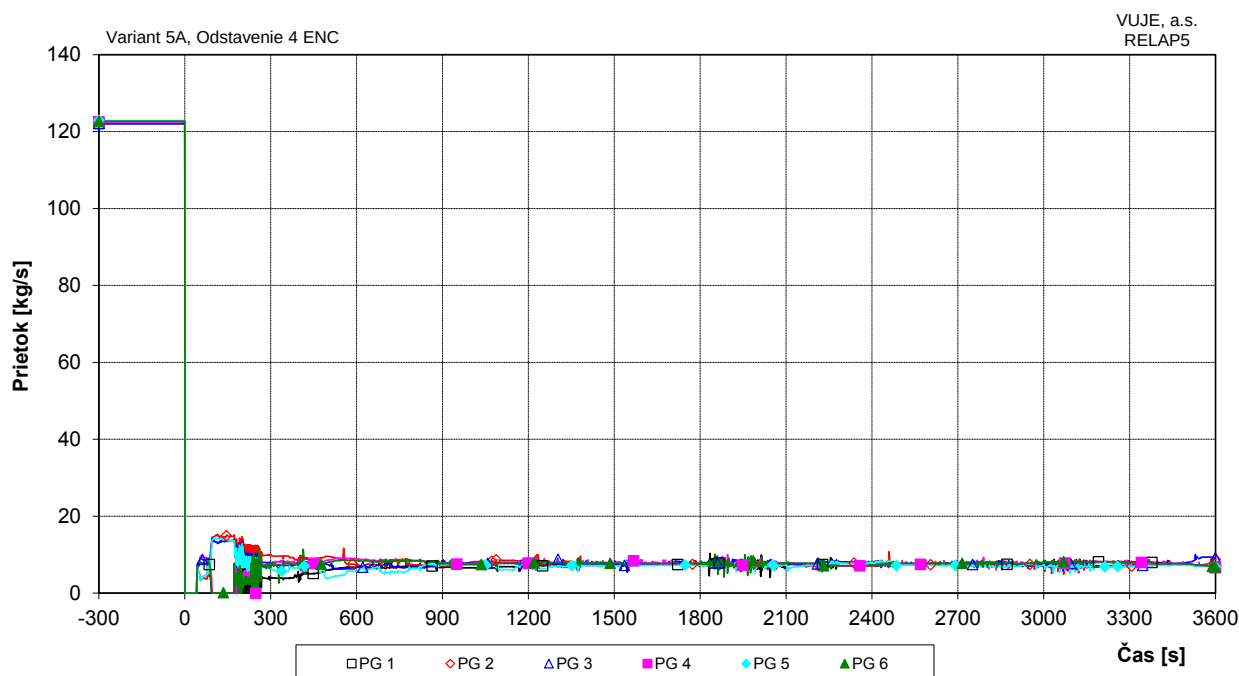
Obr. 7.2.1.9.5-5A-19: Tlak na výstupe z PG



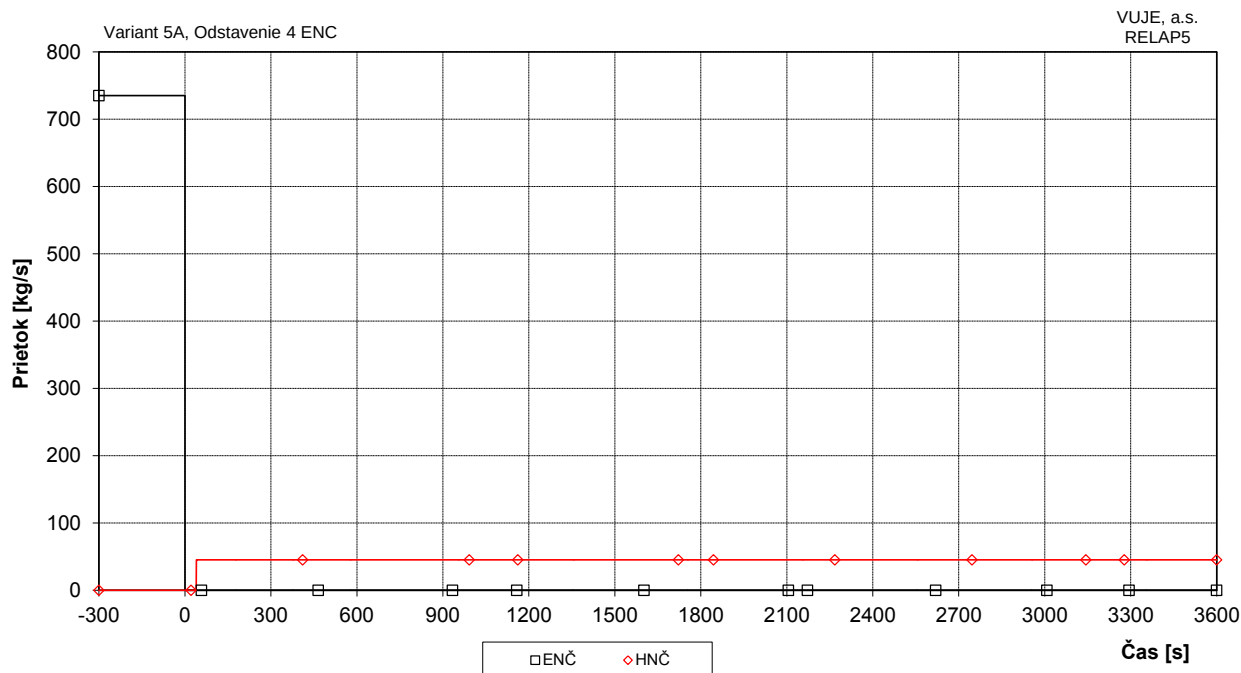
Obr. 7.2.1.9.5-5A-20: Tlak v HPK



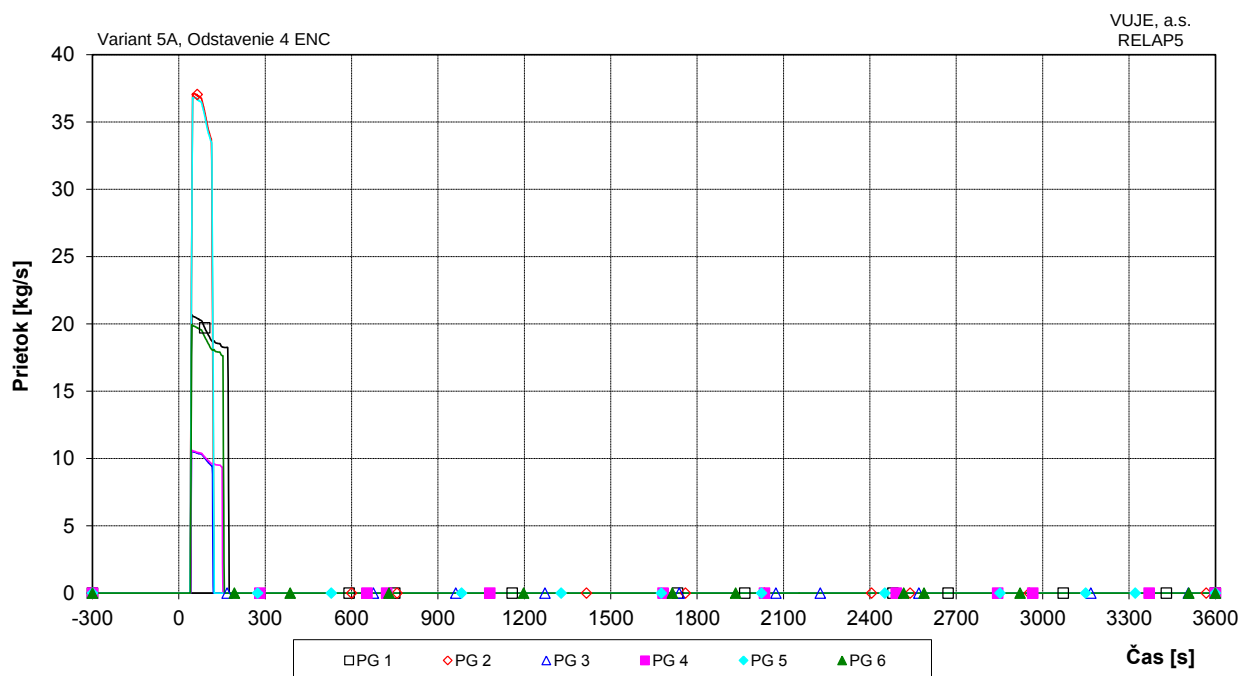
Obr. 7.2.1.9.5-5A-21: Celková hladina v PG



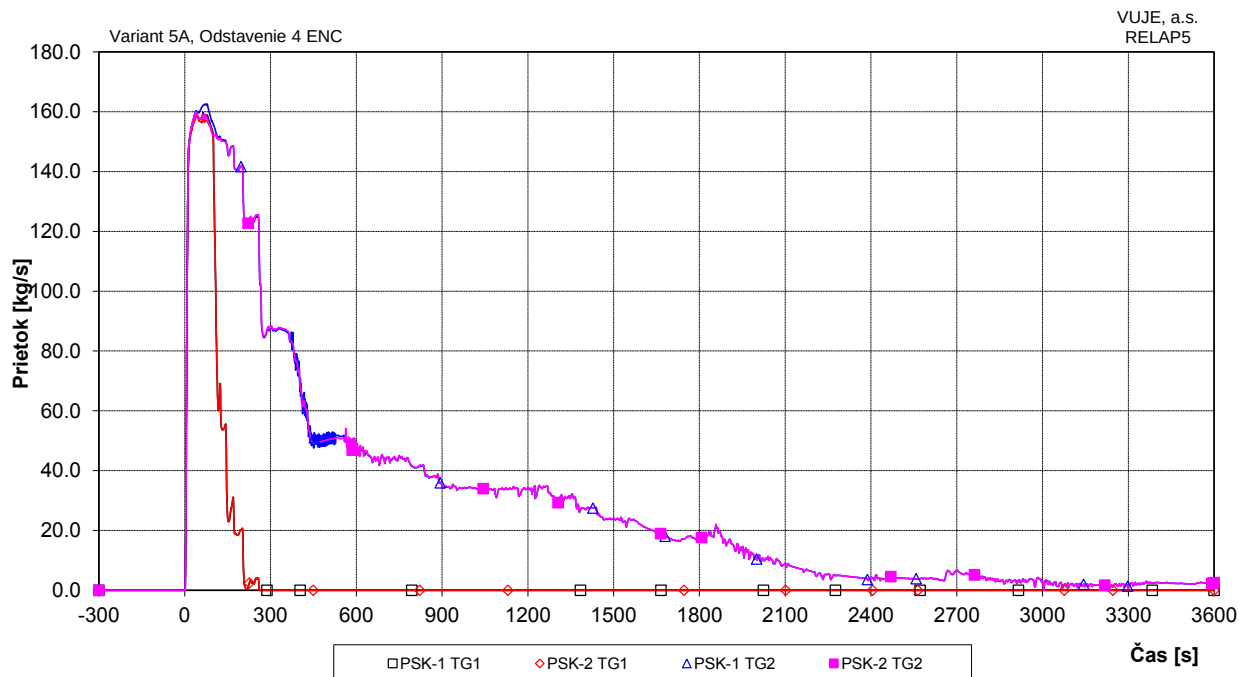
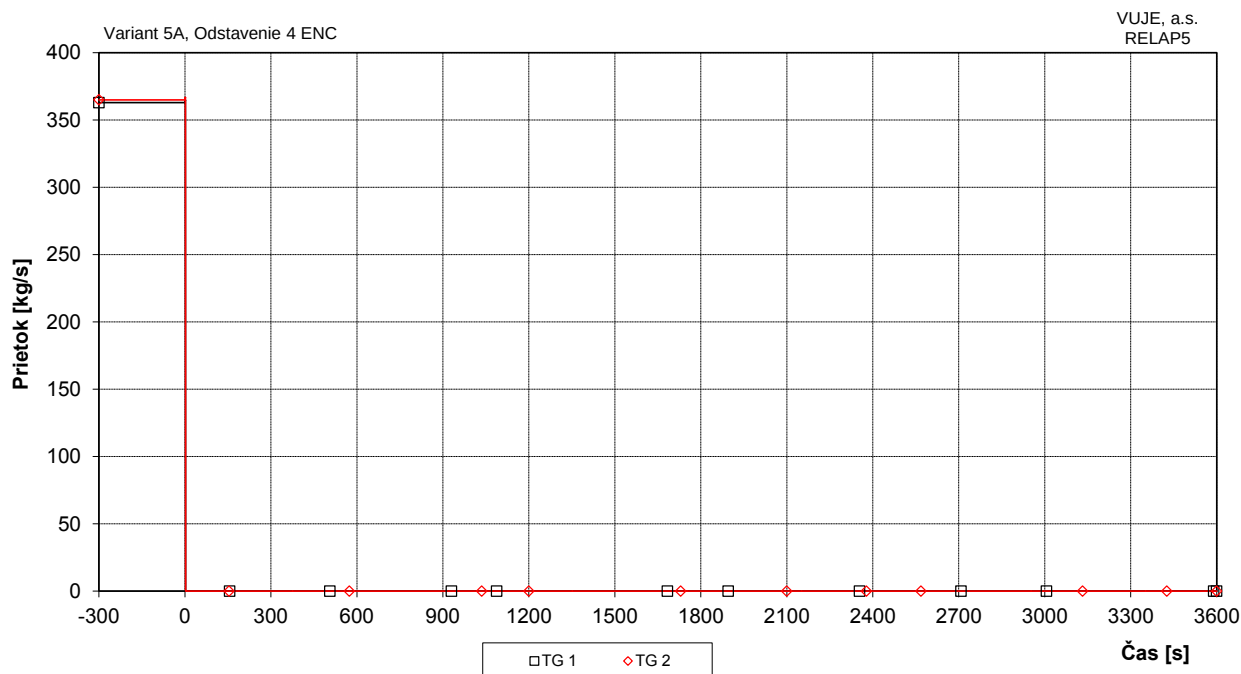
Obr. 7.2.1.9.5-5A-22: Celkový prietok napájacej vody do PG

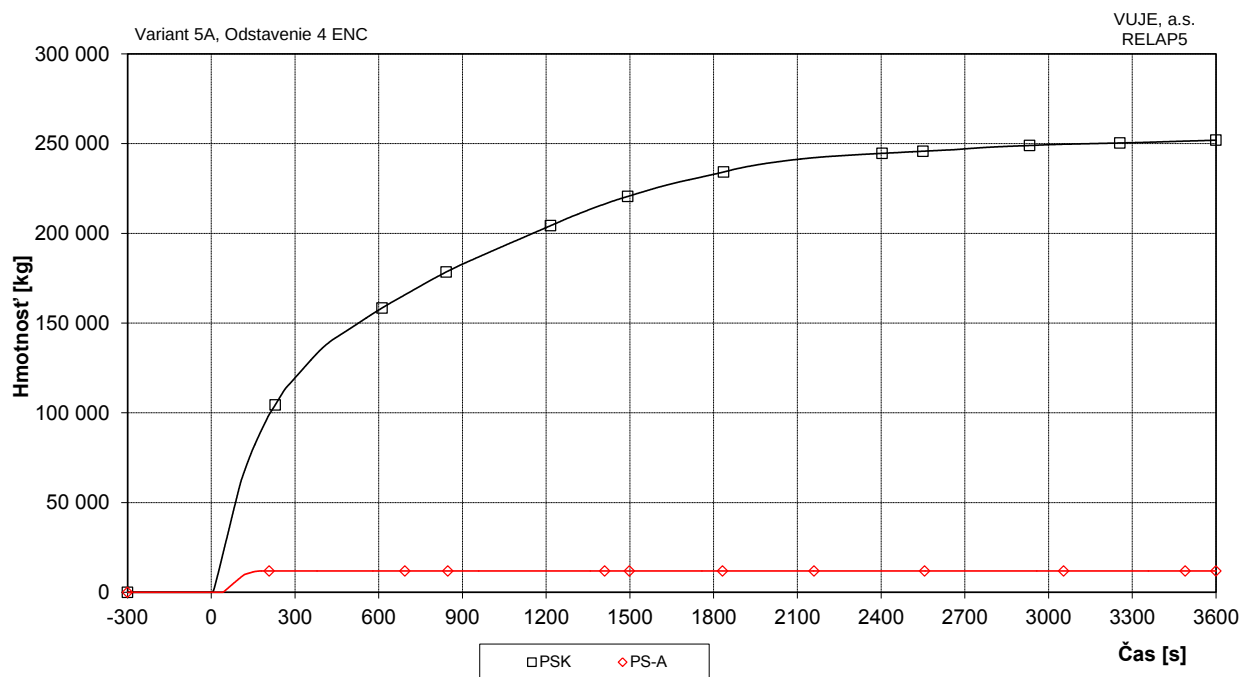


Obr. 7.2.1.9.5-5A-23: Prietok napájacej vody od ENČ a HNČ



Obr. 7.2.1.9.5-5A-24: Prietok pary cez PS-A na parovodoch

**Obr. 7.2.1.9.5-5A-25: Prietok pary cez PSK****Obr. 7.2.1.9.5-5A-26: Prietok pary do TG**

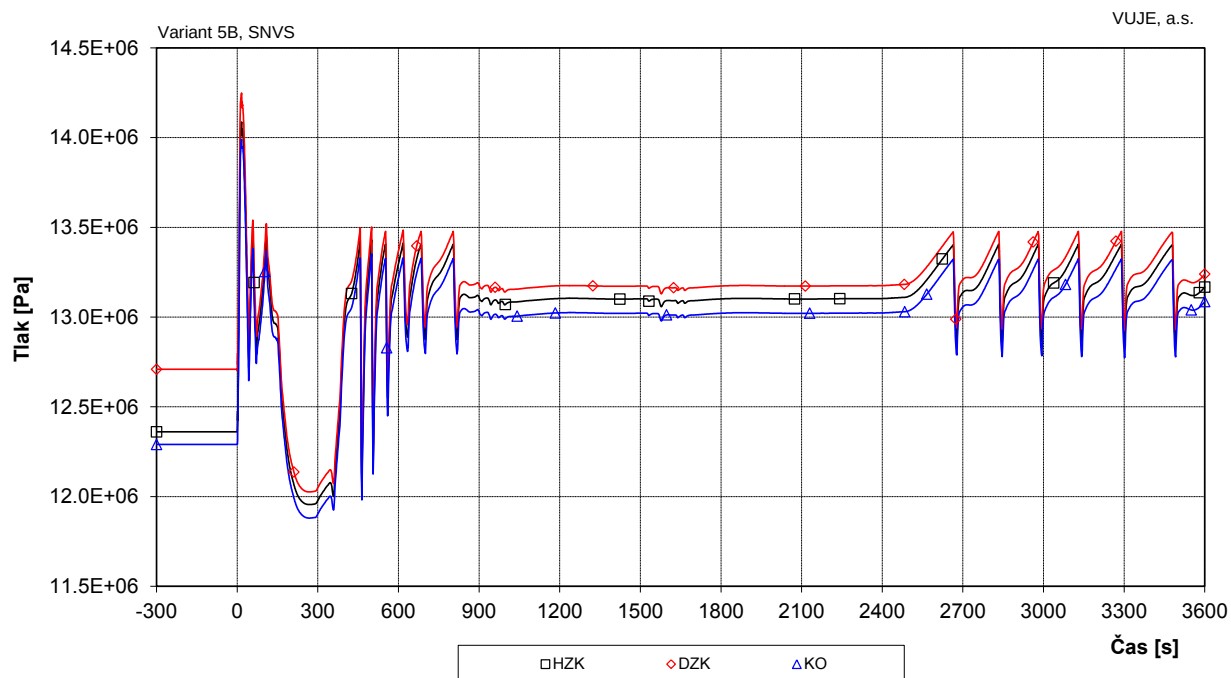


Obr. 7.2.1.9.5-5A-27: Integrál celkového prietoku pary cez PSK a PS-A

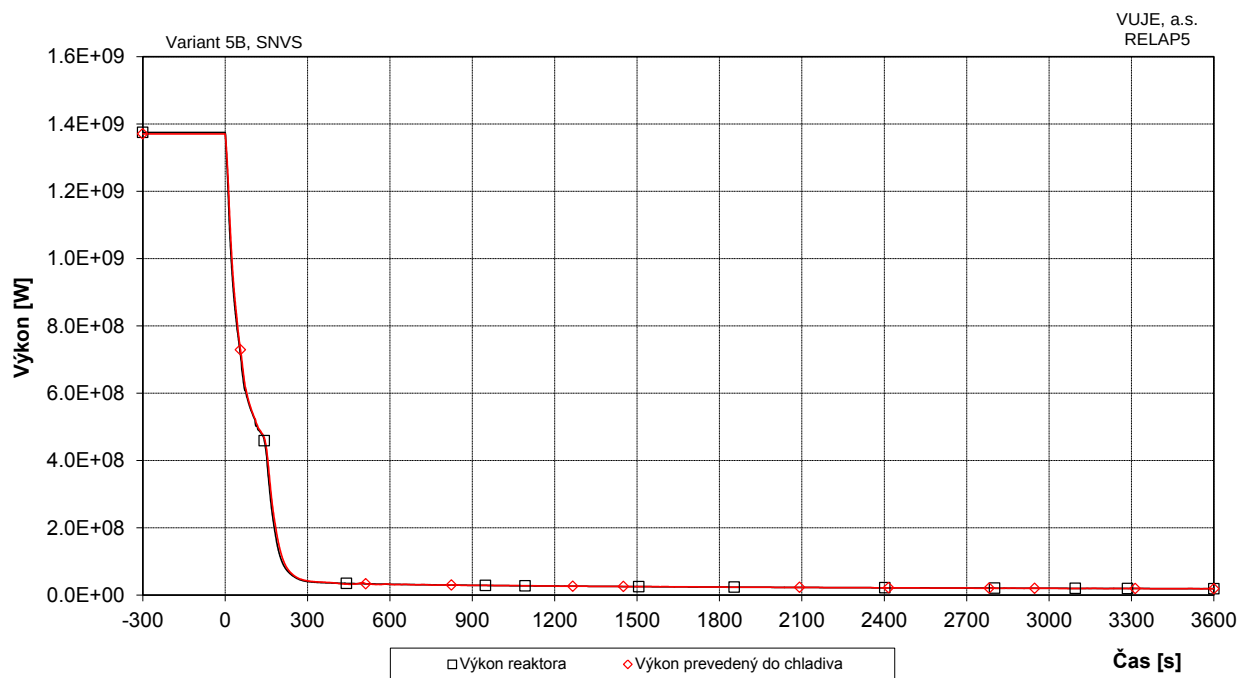
Príloha č. 07

**7.2.1.9.5 Prechodové procesy so zníženým odvodom tepla z I.O.
sekundárnym okruhom (ATWS)**
Scenár 5B Strata napájania vlastnej spotreby
ZOZNAM OBRÁZKOV

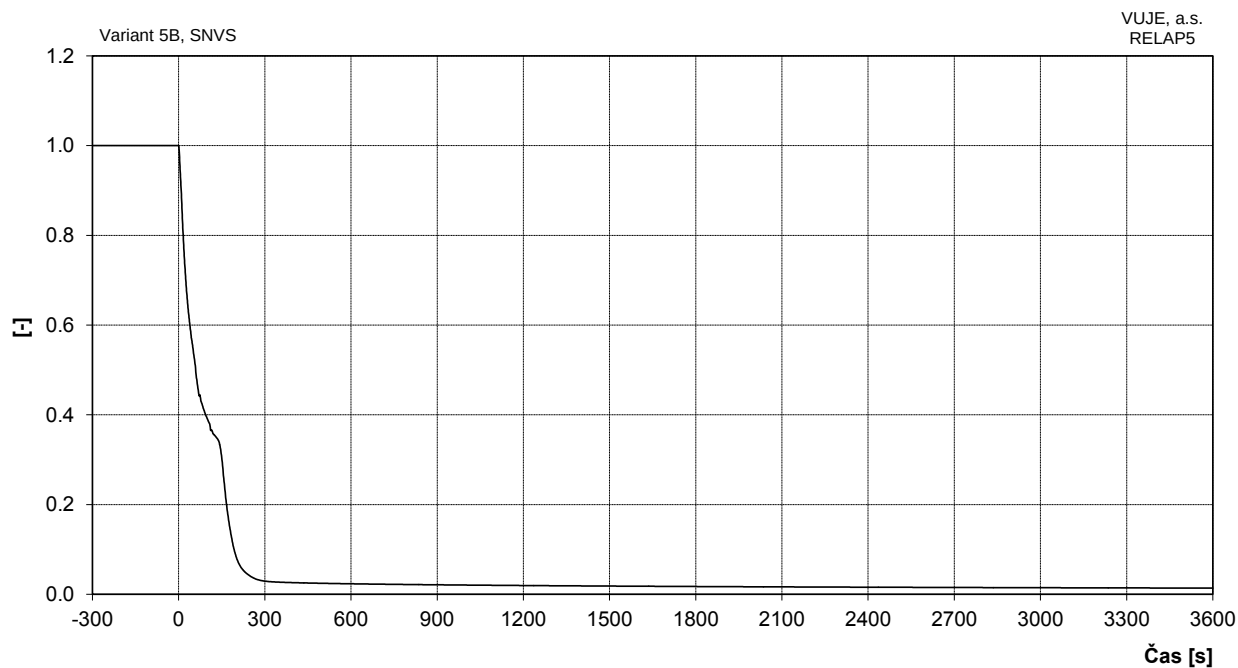
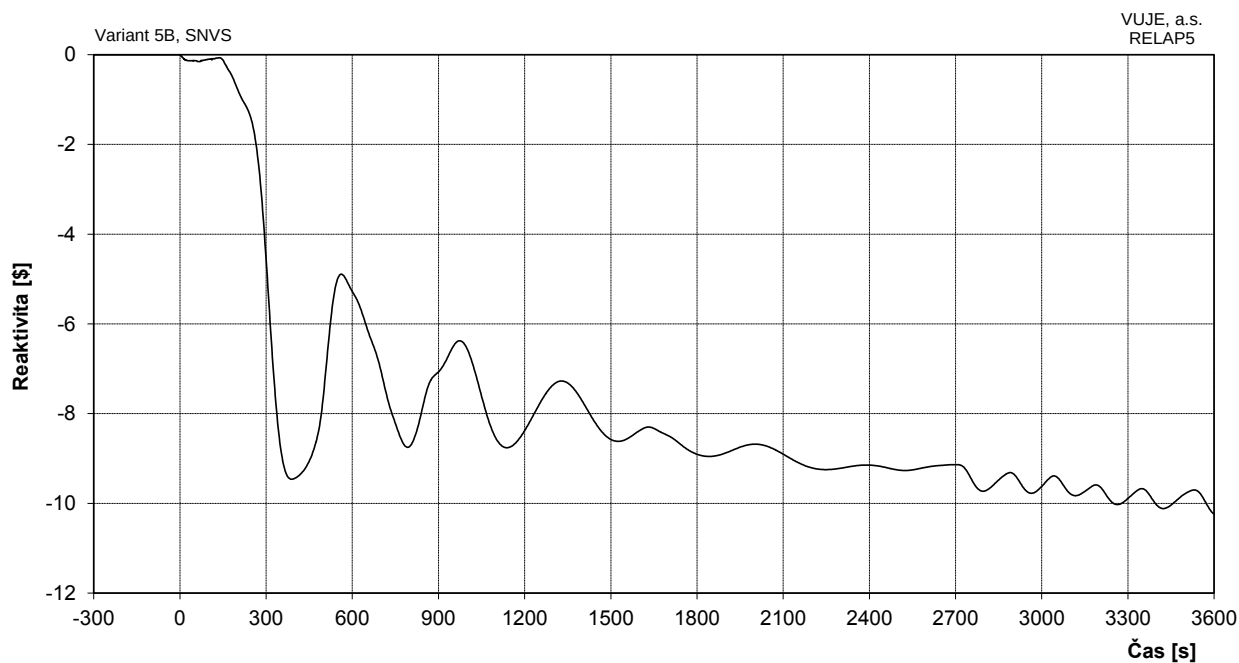
Obr. 7.2.1.9.5-5B-1:	Tlak v I.O.	2
Obr. 7.2.1.9.5-5B-2:	Výkon reaktora	2
Obr. 7.2.1.9.5-5B-3:	Pomerný výkon reaktora	3
Obr. 7.2.1.9.5-5B-4:	Celková reaktivita	3
Obr. 7.2.1.9.5-5B-5:	Teplota chladiva v TNR.....	4
Obr. 7.2.1.9.5-5B-6:	Maximálna teplota pokrytia a teplota chladiva na výstupe z AZ.....	4
Obr. 7.2.1.9.5-5B-7:	Maximálna teplota paliva	5
Obr. 7.2.1.9.5-5B-8:	Podchladenie na výstupe z reaktora	5
Obr. 7.2.1.9.5-5B-9:	Celková hladina v KO	6
Obr. 7.2.1.9.5-5B-10:	Hladina chladiva v TNR	6
Obr. 7.2.1.9.5-5B-11:	Hmotnostný prietok chladiva na výstupe z TNR.....	7
Obr. 7.2.1.9.5-5B-12:	Doplňovanie do I.O.	7
Obr. 7.2.1.9.5-5B-13:	Integrál doplňovania do I.O.	8
Obr. 7.2.1.9.5-5B-14:	Výkon PG	8
Obr. 7.2.1.9.5-5B-15:	Prietok chladiva cez poistné ventily KO	9
Obr. 7.2.1.9.5-5B-16:	Integrál prietoku chladiva cez poistné ventily KO	9
Obr. 7.2.1.9.5-5B-17:	Tlak na výstupe z PG.....	10
Obr. 7.2.1.9.5-5B-18:	Tlak v HPK.....	10
Obr. 7.2.1.9.5-5B-19:	Celková hladina v PG	11
Obr. 7.2.1.9.5-5B-20:	Celkový prietok napájacej vody do PG.....	11
Obr. 7.2.1.9.5-5B-21:	Prietok napájacej vody od ENČ a HNČ.....	12
Obr. 7.2.1.9.5-5B-22:	Prietok pary cez PV1 PG	12
Obr. 7.2.1.9.5-5B-23:	Prietok pary cez PS-A na parovodoch	13
Obr. 7.2.1.9.5-5B-24:	Prietok pary do TG.....	13
Obr. 7.2.1.9.5-5B-25:	Integrál prietoku pary cez PV1 PG	14
Obr. 7.2.1.9.5-5B-26:	Integrál celkového prietoku pary cez PSK a PS-A.....	14

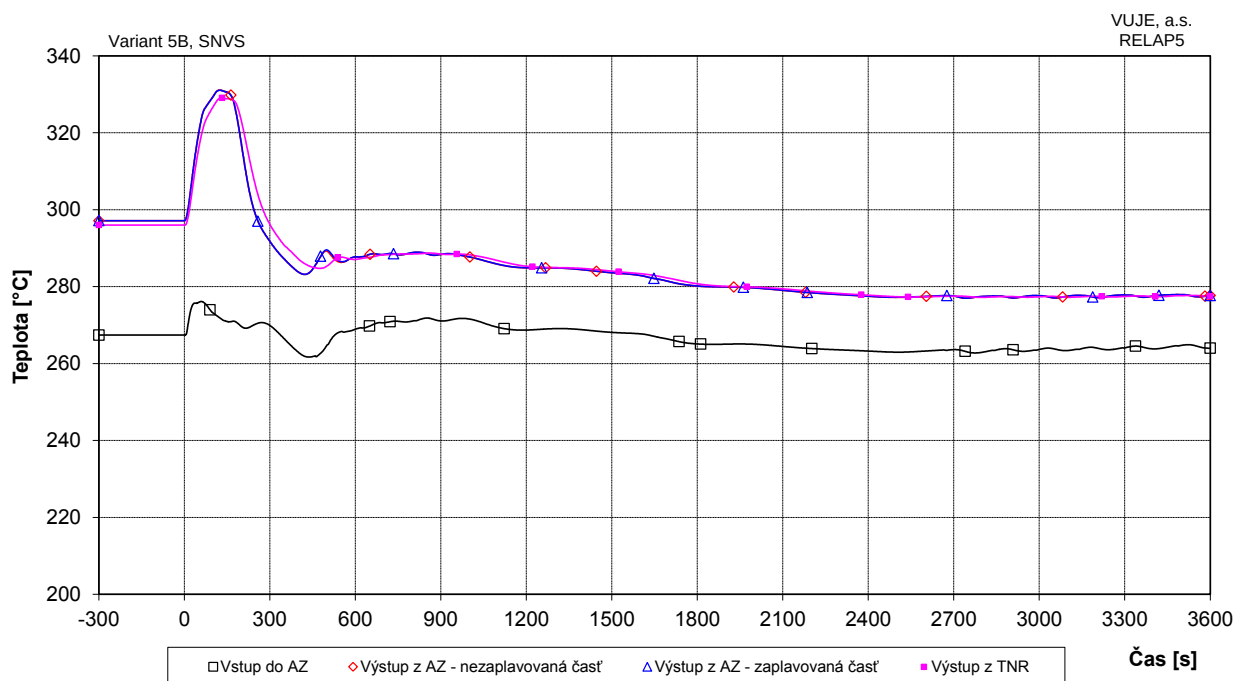


Obr. 7.2.1.9.5-5B-1: Tlak v I.O.

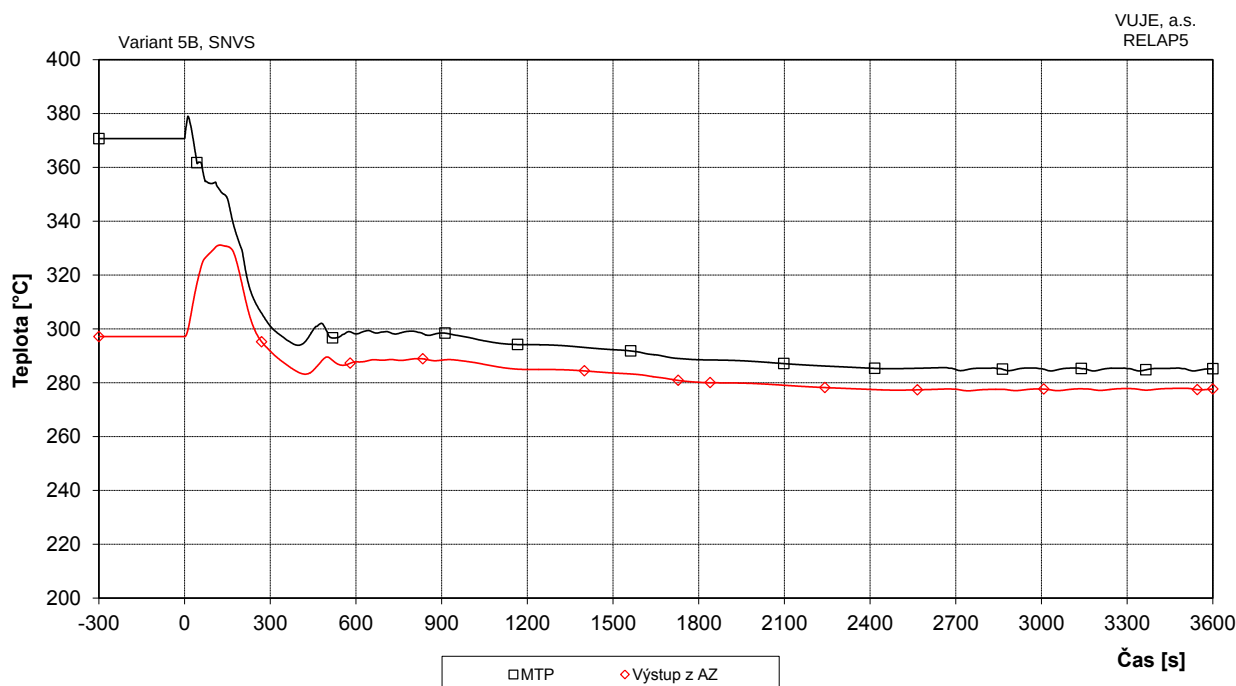


Obr. 7.2.1.9.5-5B-2: Výkon reaktora

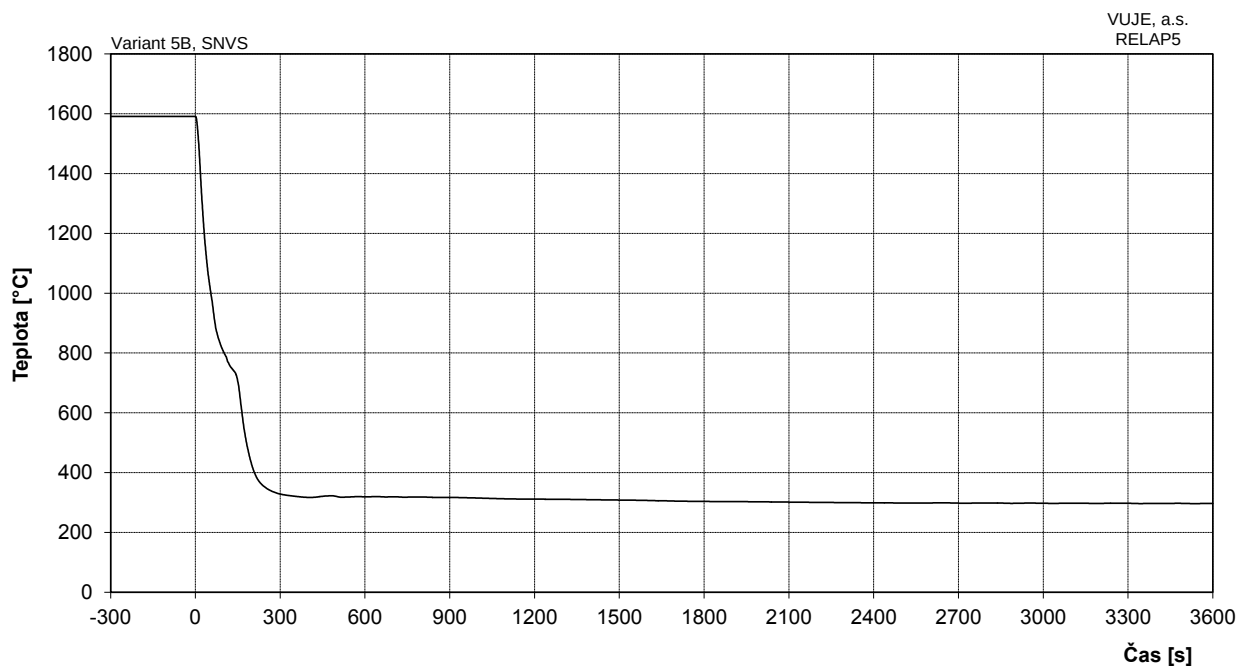
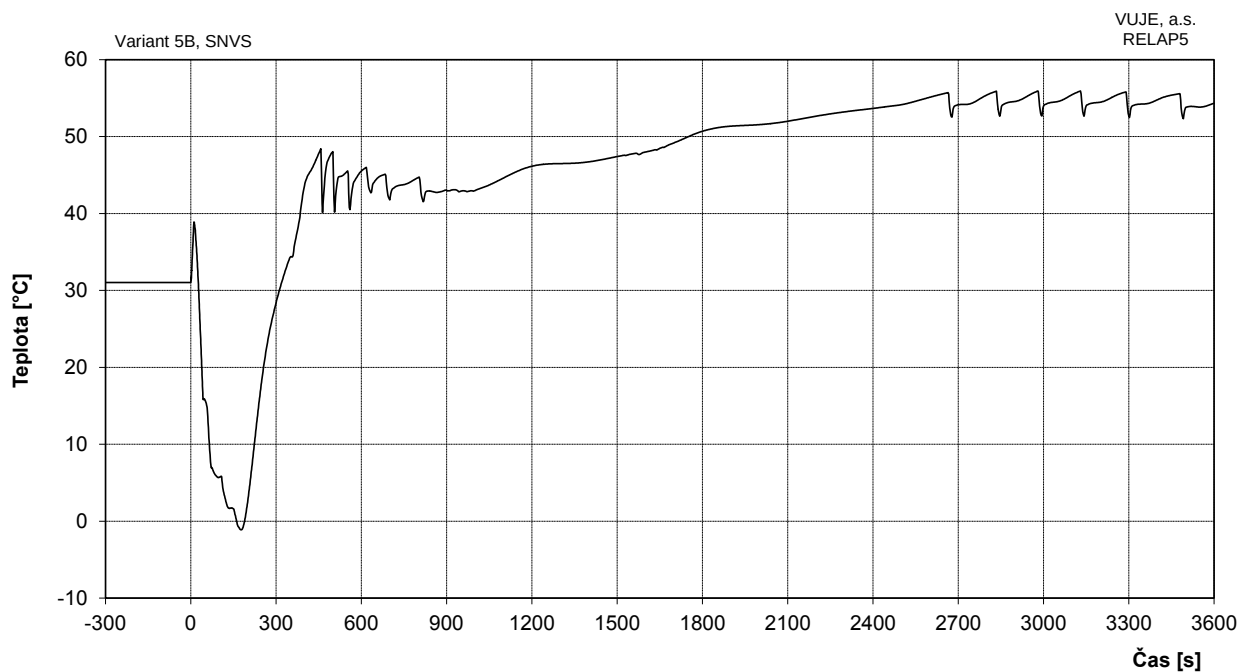
**Obr. 7.2.1.9.5-5B-3: Pomerný výkon reaktora****Obr. 7.2.1.9.5-5B-4: Celková reaktivita**

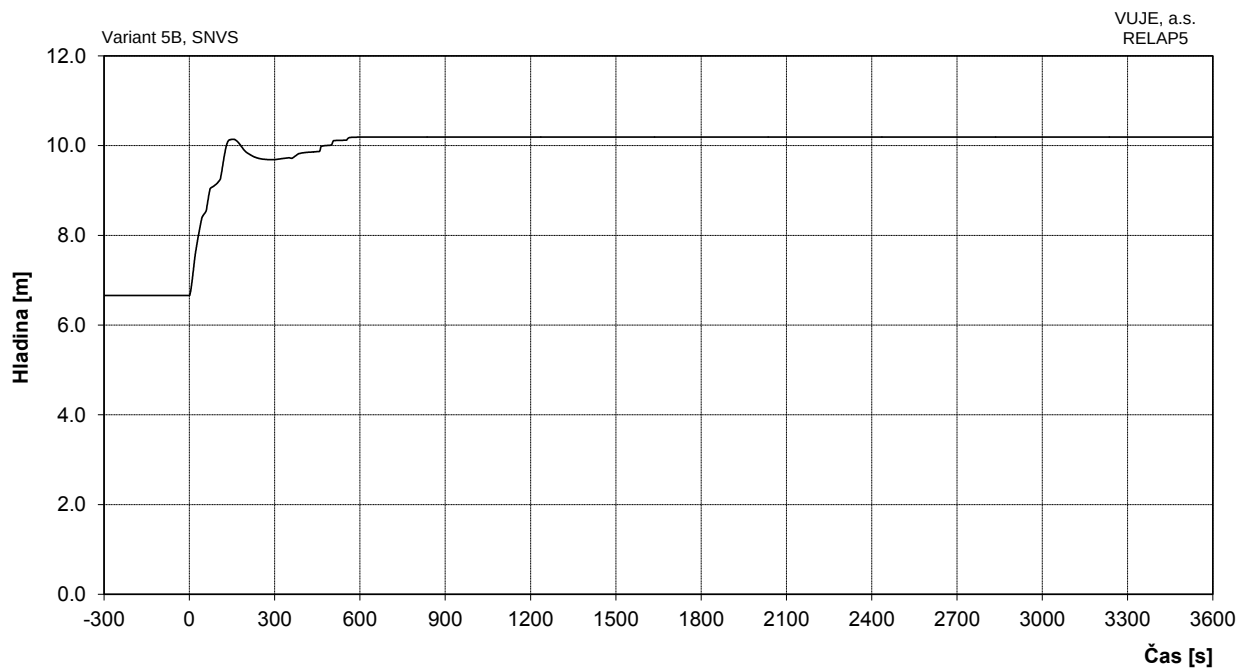
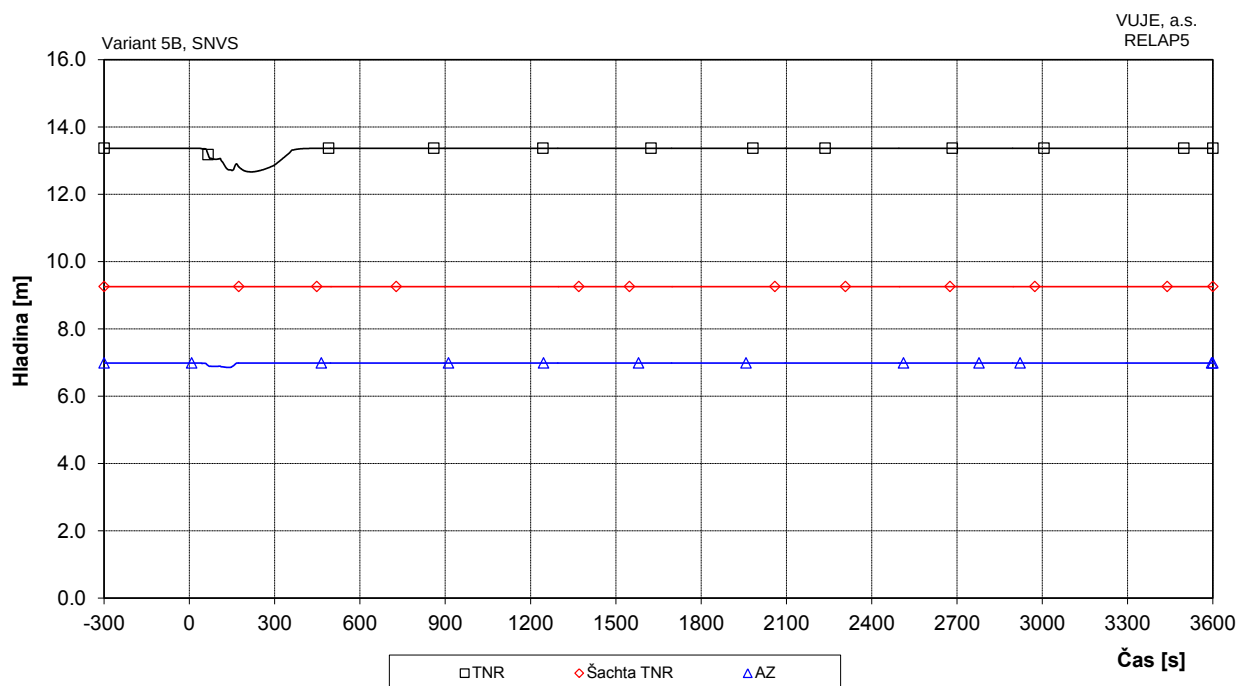


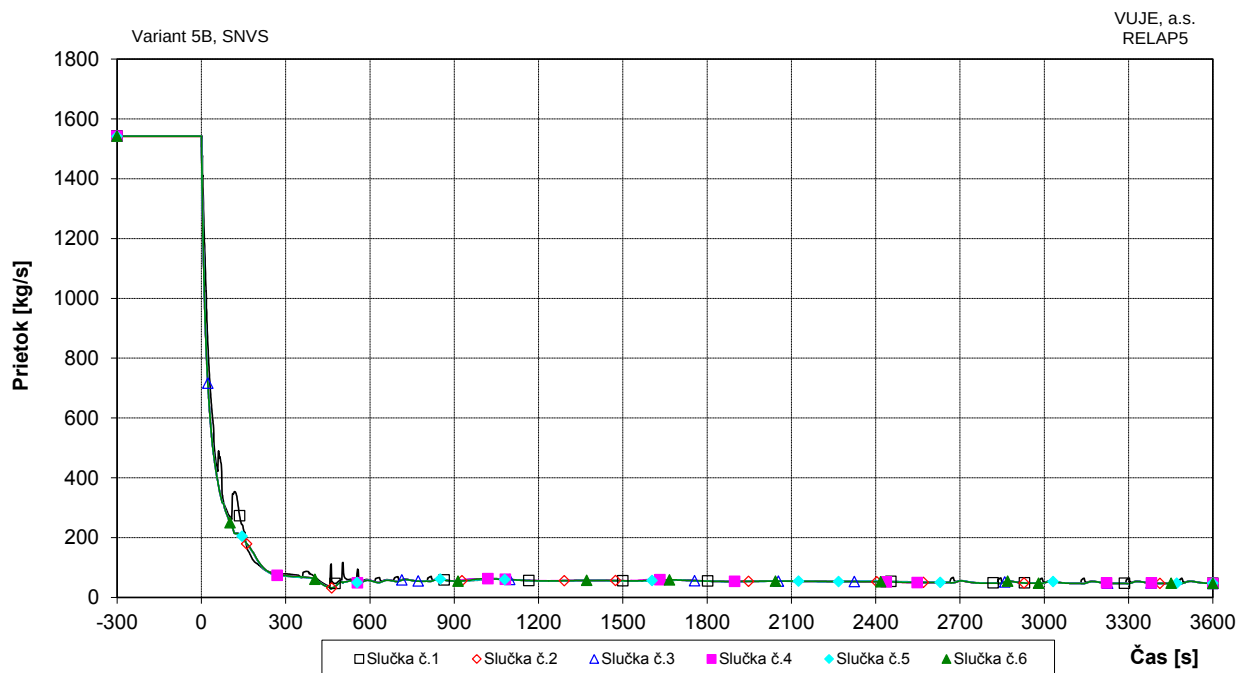
Obr. 7.2.1.9.5-5B-5: Teplota chladiva v TNR



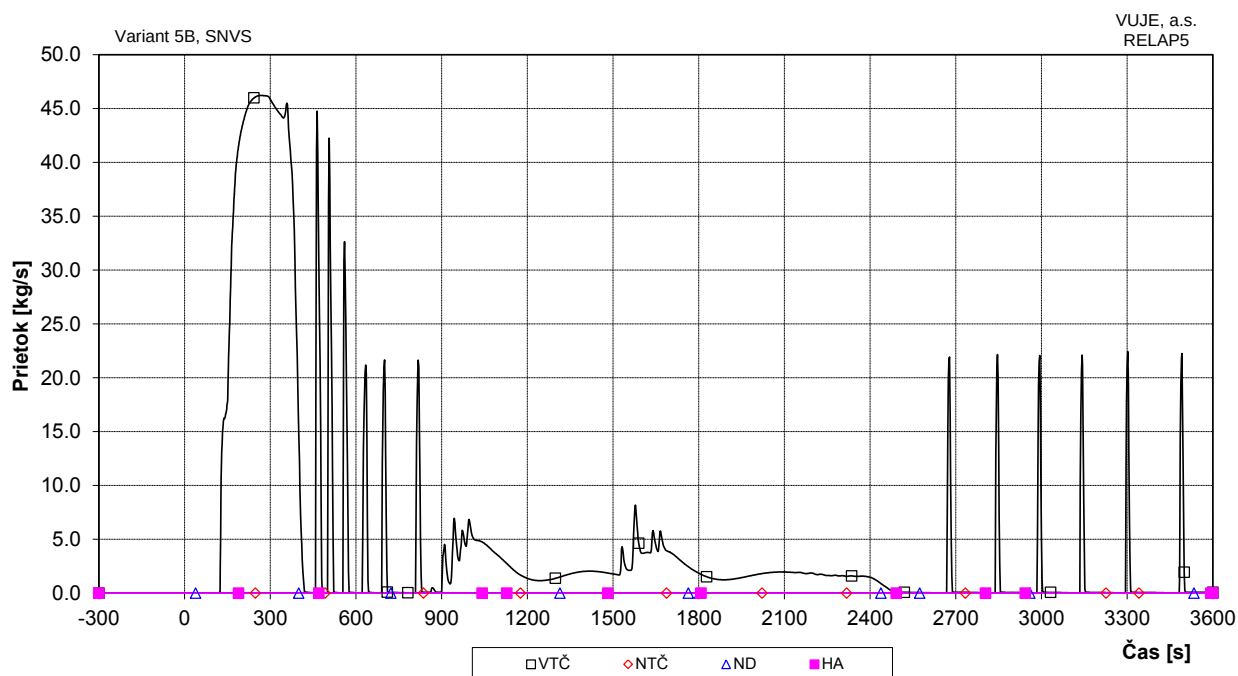
Obr. 7.2.1.9.5-5B-6: Maximálna teplota pokrytia a teplota chladiva na výstupe z AZ

**Obr. 7.2.1.9.5-5B-7: Maximálna teplota paliva****Obr. 7.2.1.9.5-5B-8: Podchladenie na výstupe z reaktora**

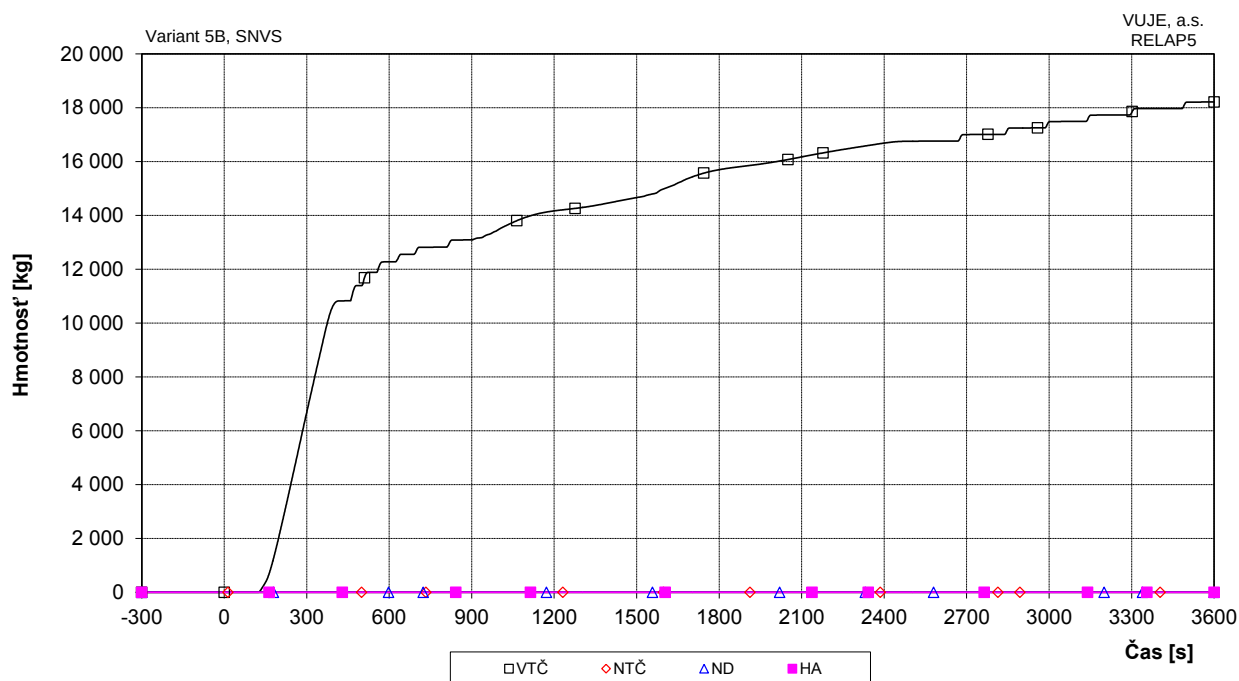
**Obr. 7.2.1.9.5-5B-9: Celková hladina v KO****Obr. 7.2.1.9.5-5B-10: Hladina chladiva v TNR**



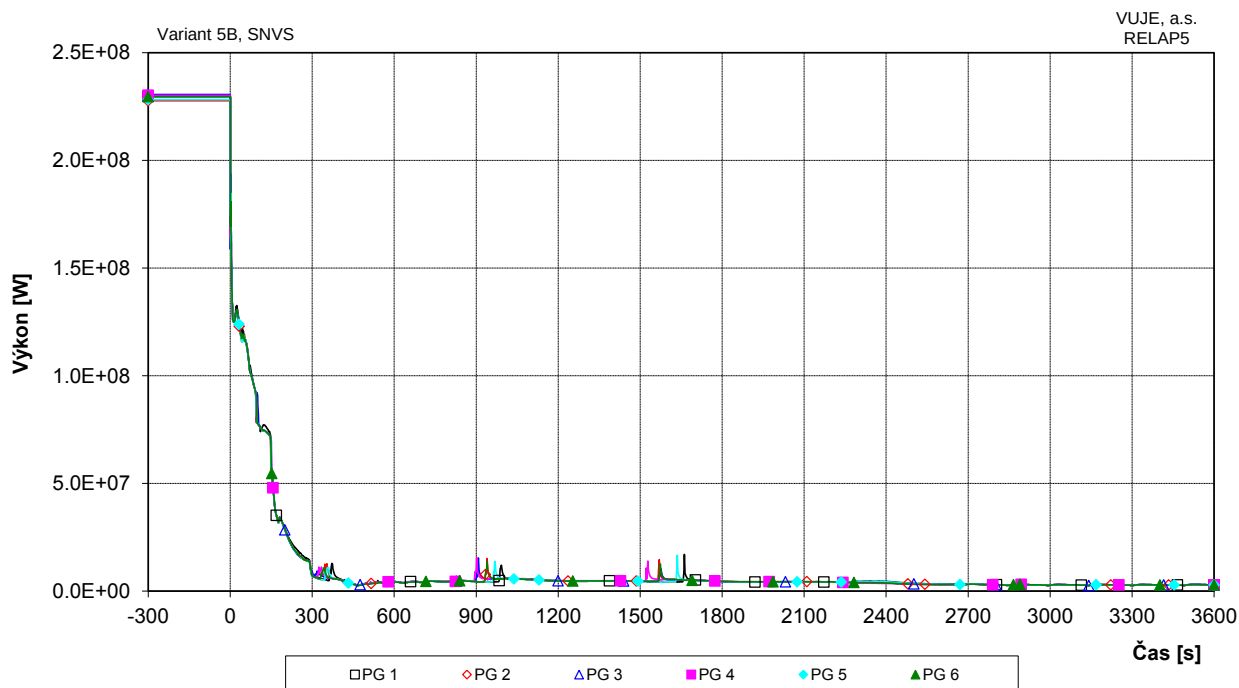
Obr. 7.2.1.9.5-5B-11: Hmotnostný prietok chladiva na výstupe z TNR



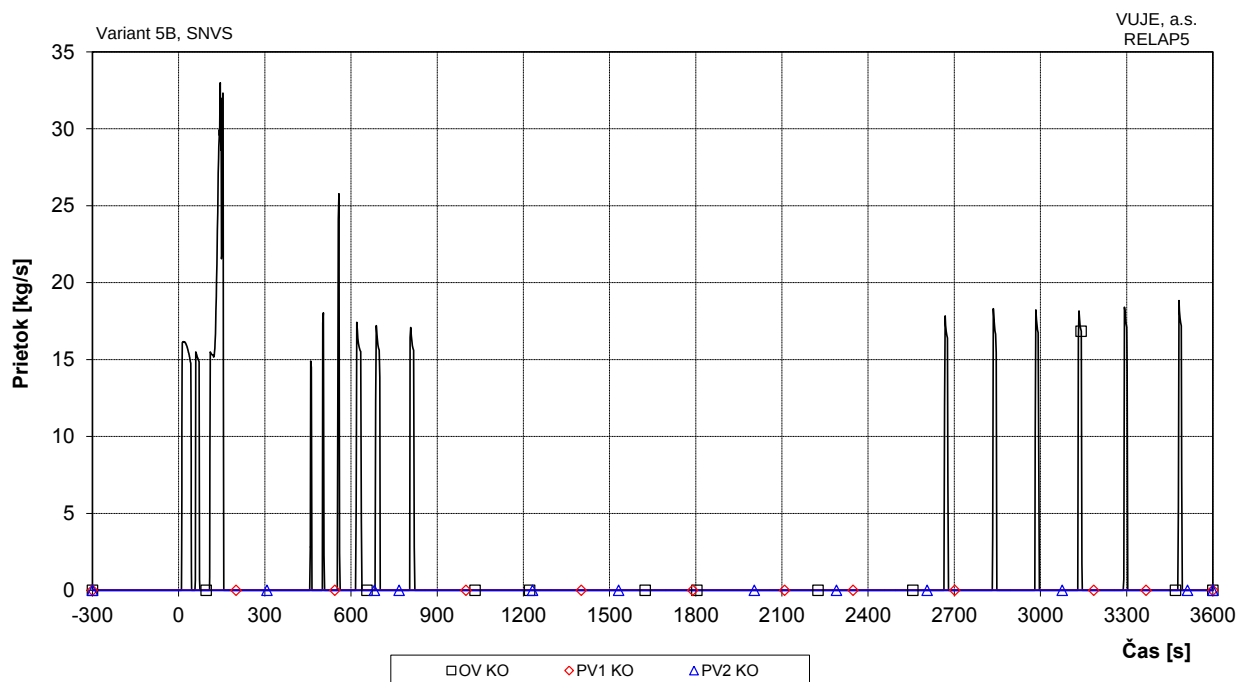
Obr. 7.2.1.9.5-5B-12: Dopĺňovanie do I.O.



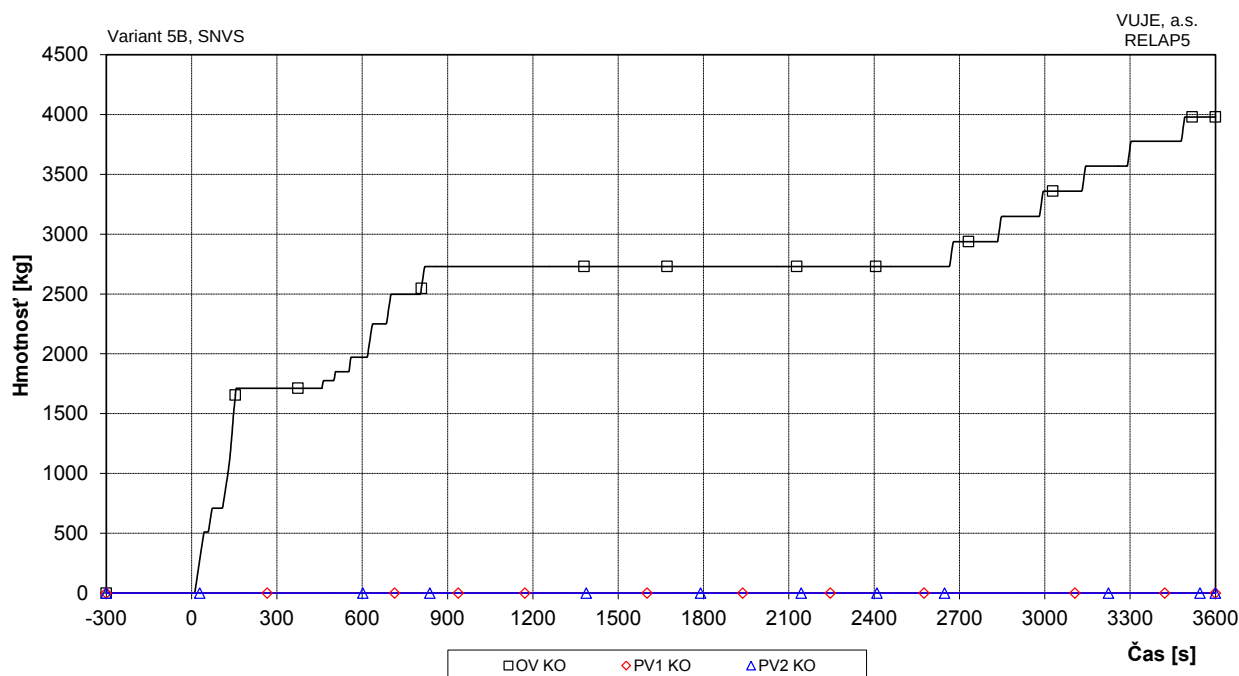
Obr. 7.2.1.9.5-5B-13: Integrál dopĺňovania do I.O.



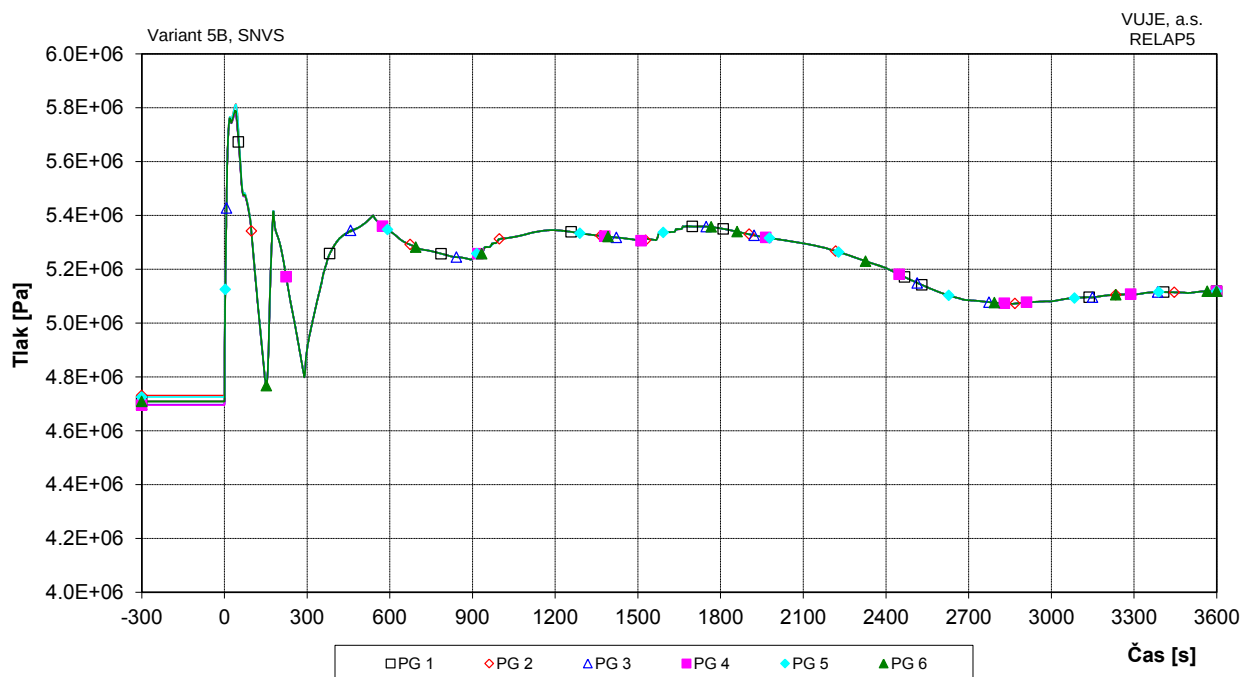
Obr. 7.2.1.9.5-5B-14: Výkon PG



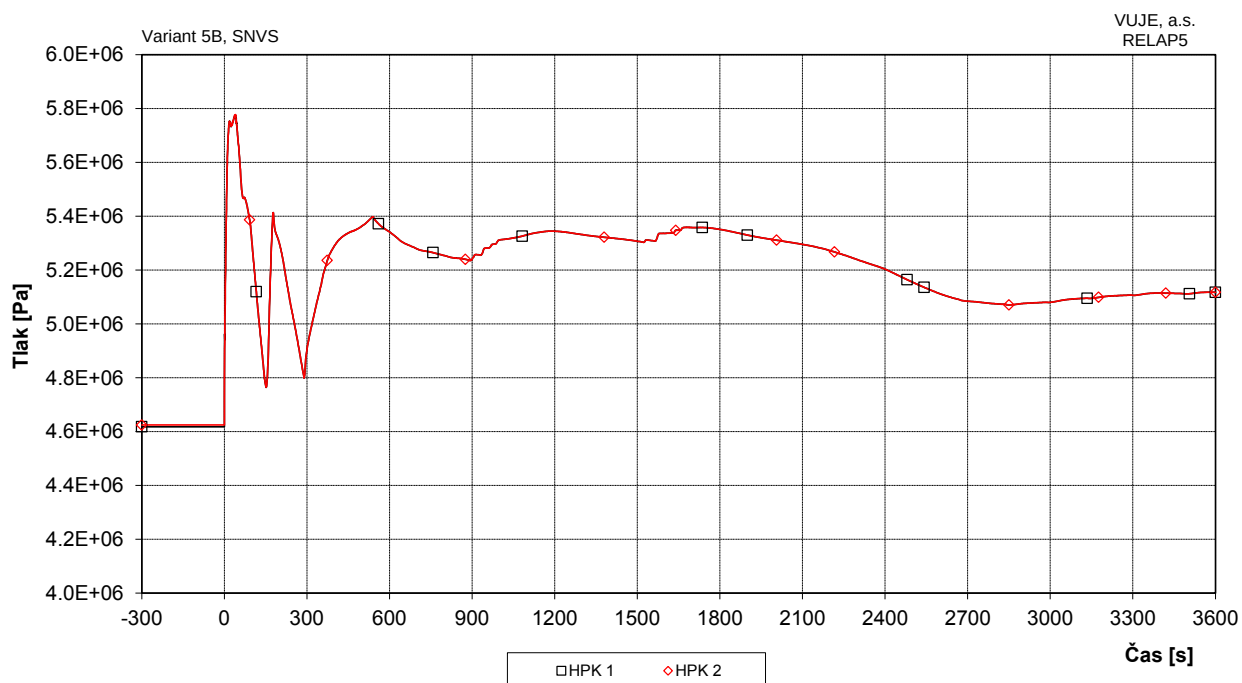
Obr. 7.2.1.9.5-5B-15: Prietok chladiva cez poistné ventily KO



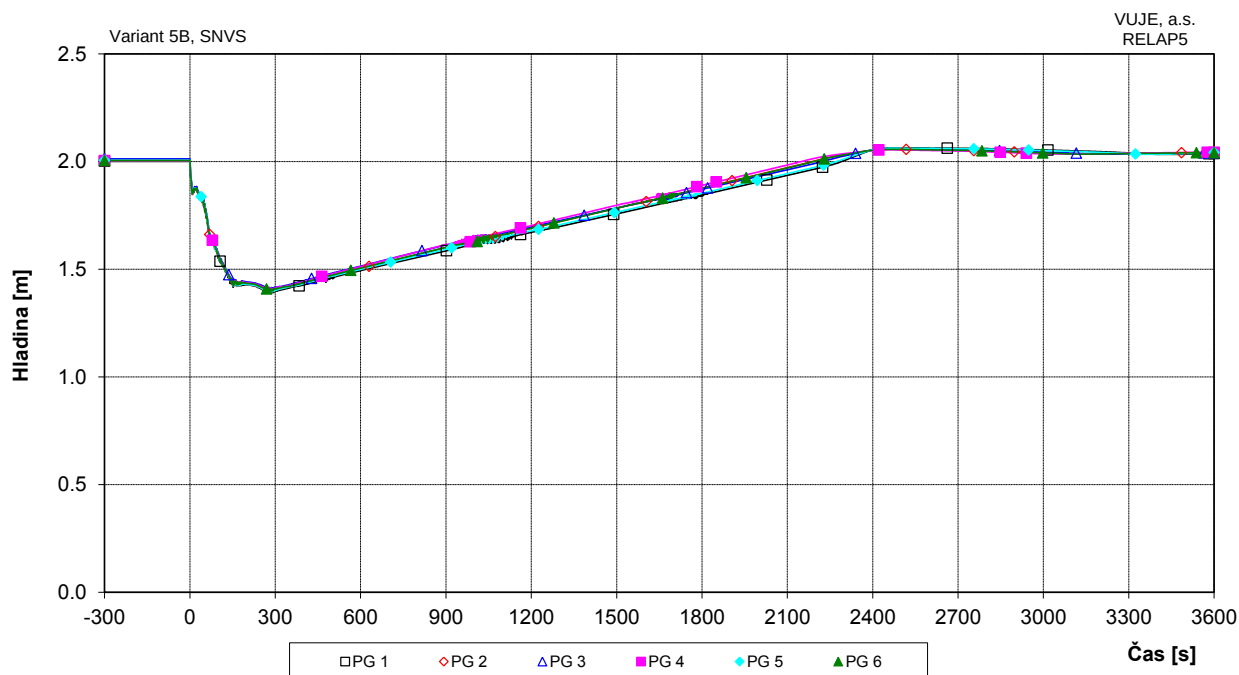
Obr. 7.2.1.9.5-5B-16: Integrál prietoku chladiva cez poistné ventily KO



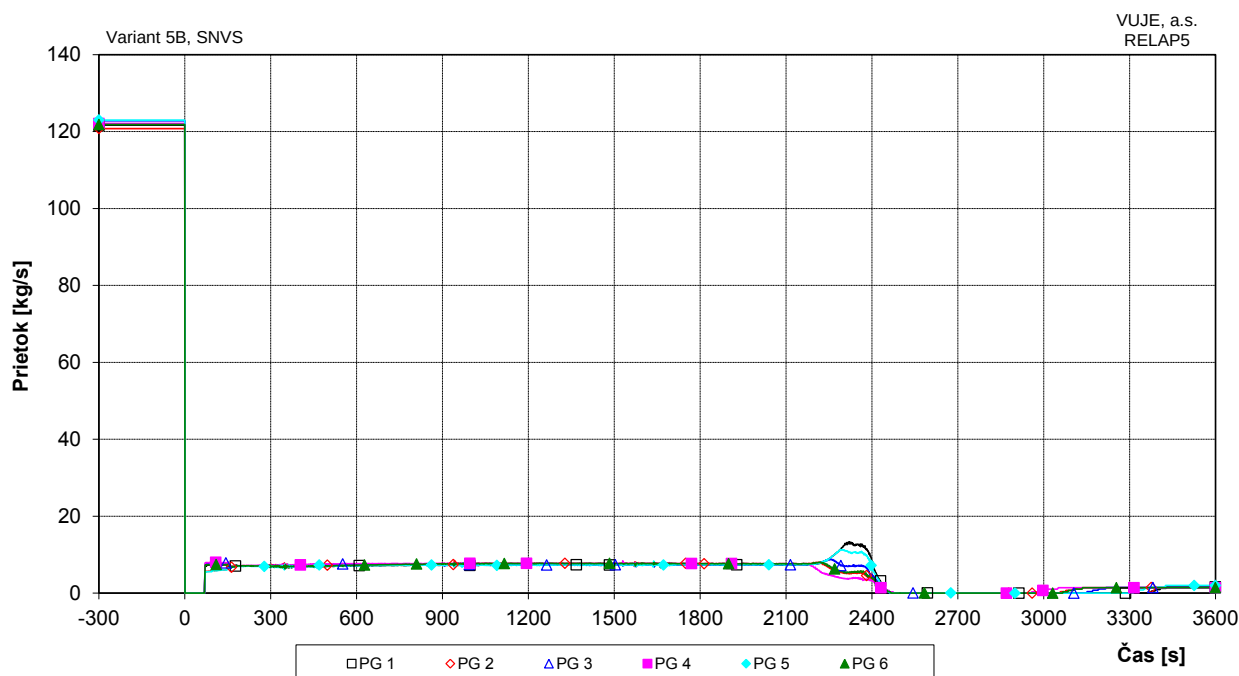
Obr. 7.2.1.9.5-5B-17: Tlak na výstupe z PG



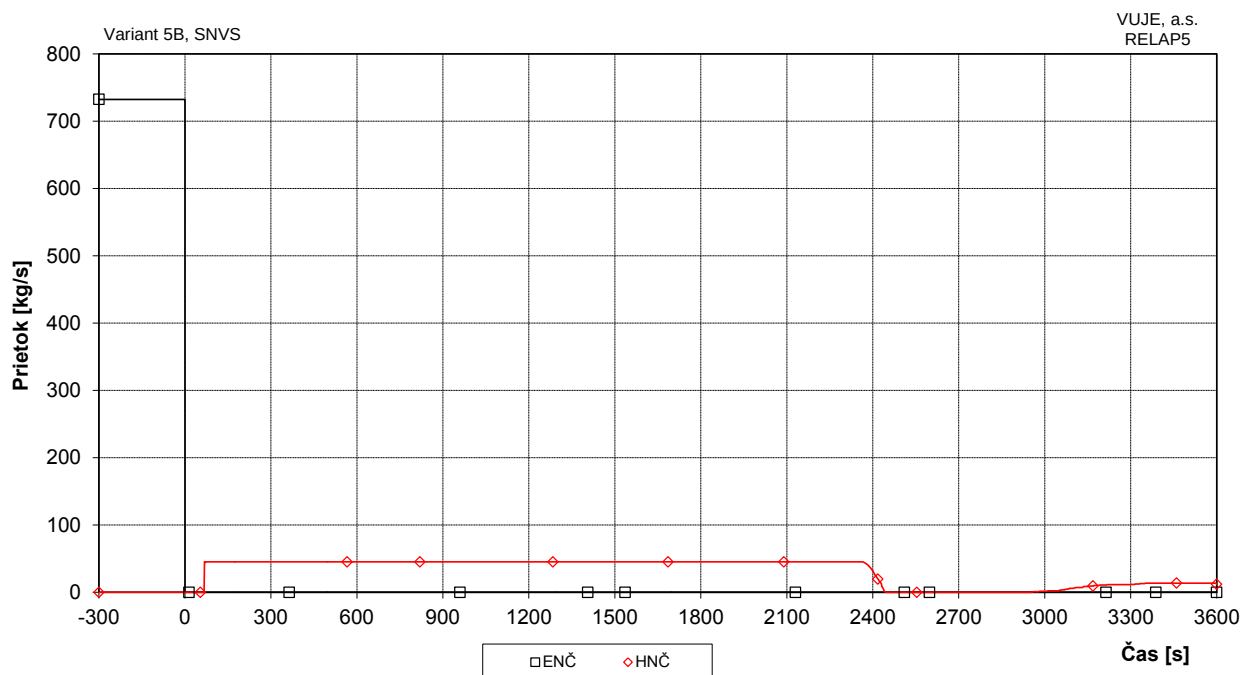
Obr. 7.2.1.9.5-5B-18: Tlak v HPK



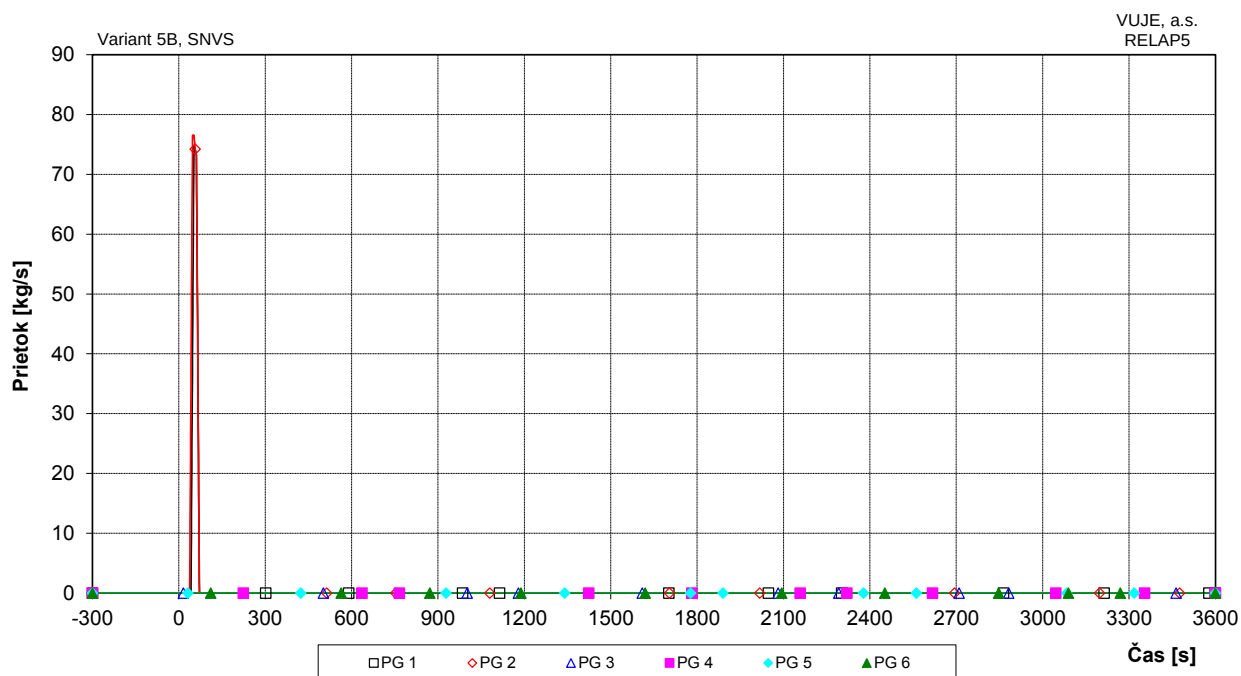
Obr. 7.2.1.9.5-5B-19: Celková hladina v PG



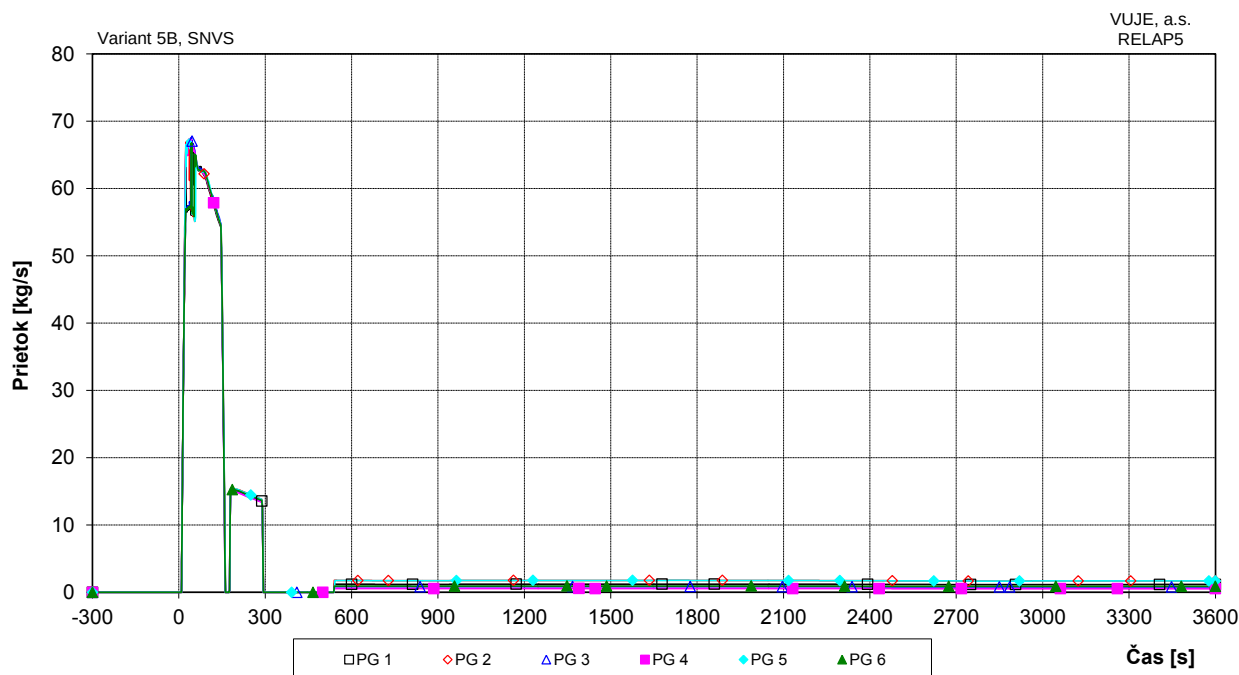
Obr. 7.2.1.9.5-5B-20: Celkový prietok napájacej vody do PG



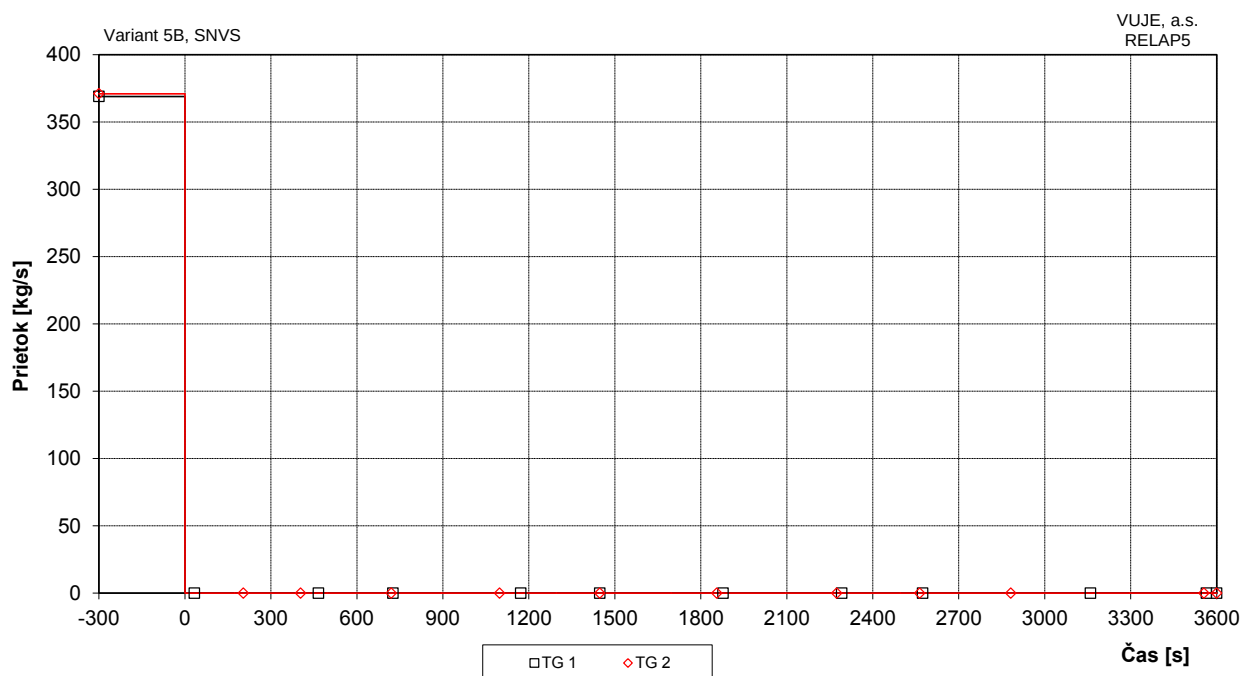
Obr. 7.2.1.9.5-5B-21: Prietok napájacej vody od ENČ a HNČ



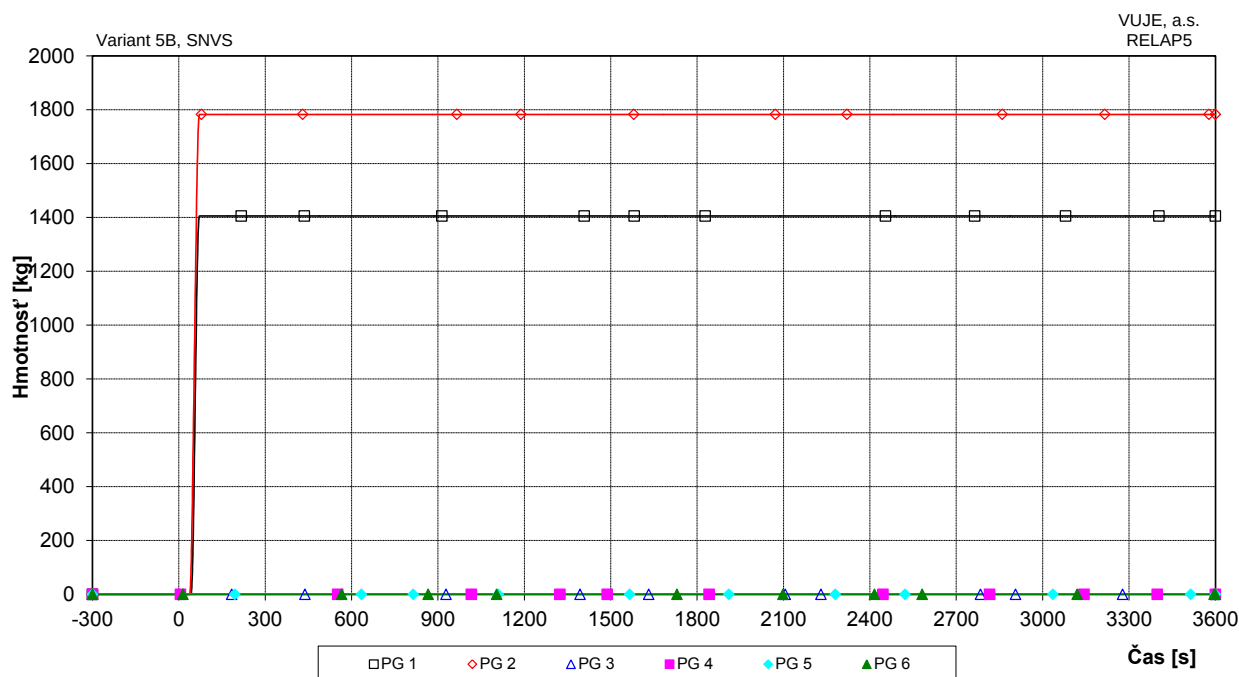
Obr. 7.2.1.9.5-5B-22: Prietok pary cez PV1 PG



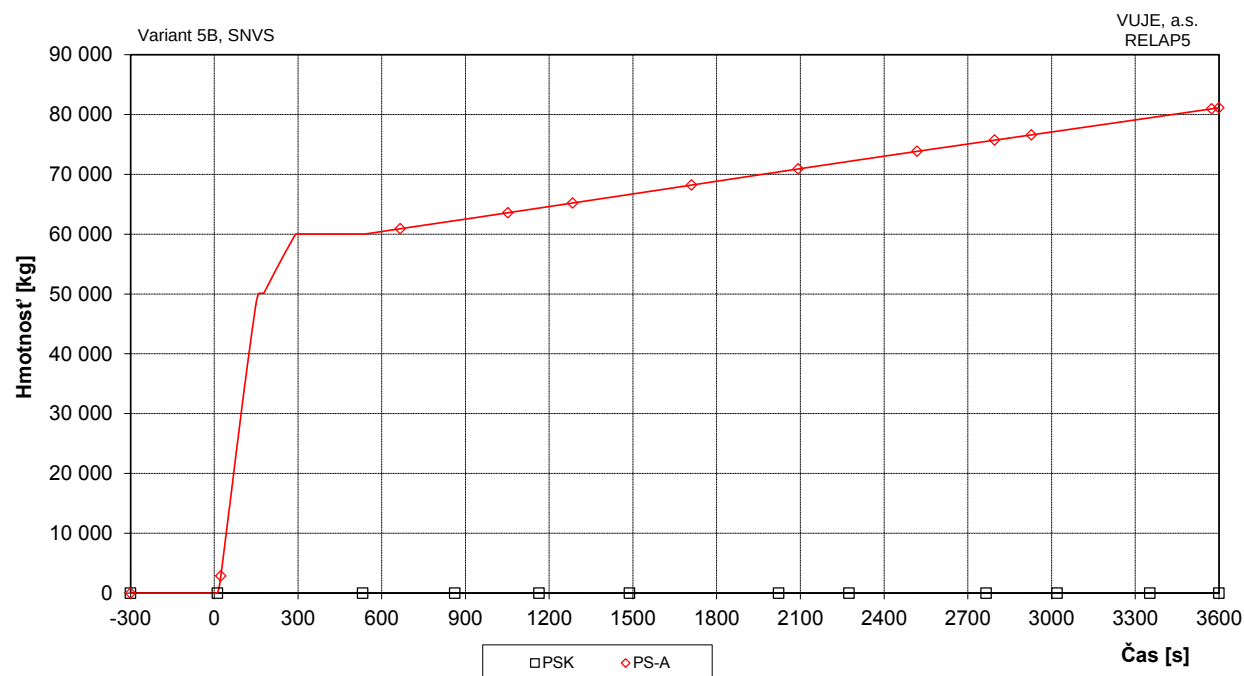
Obr. 7.2.1.9.5-5B-23: Prietok pary cez PS-A na parovodoch



Obr. 7.2.1.9.5-5B-24: Prietok pary do TG



Obr. 7.2.1.9.5-5B-25: Integrál prietoku pary cez PV1 PG

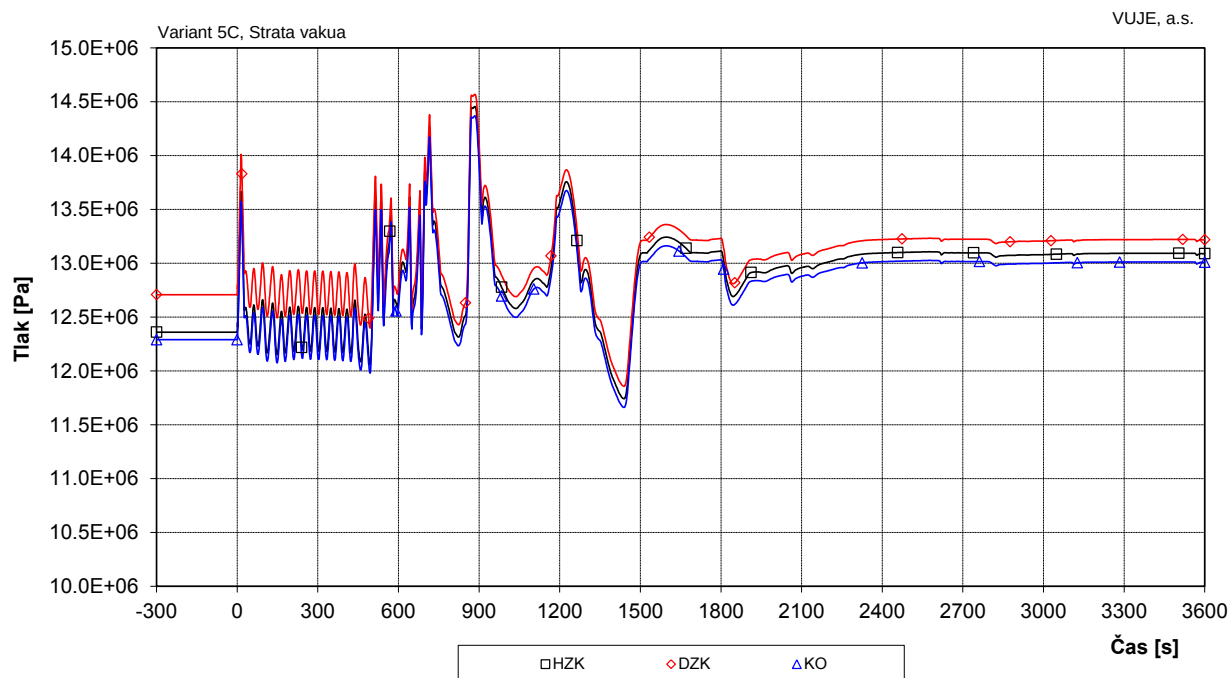


Obr. 7.2.1.9.5-5B-26: Integrál celkového prietoku pary cez PSK a PS-A

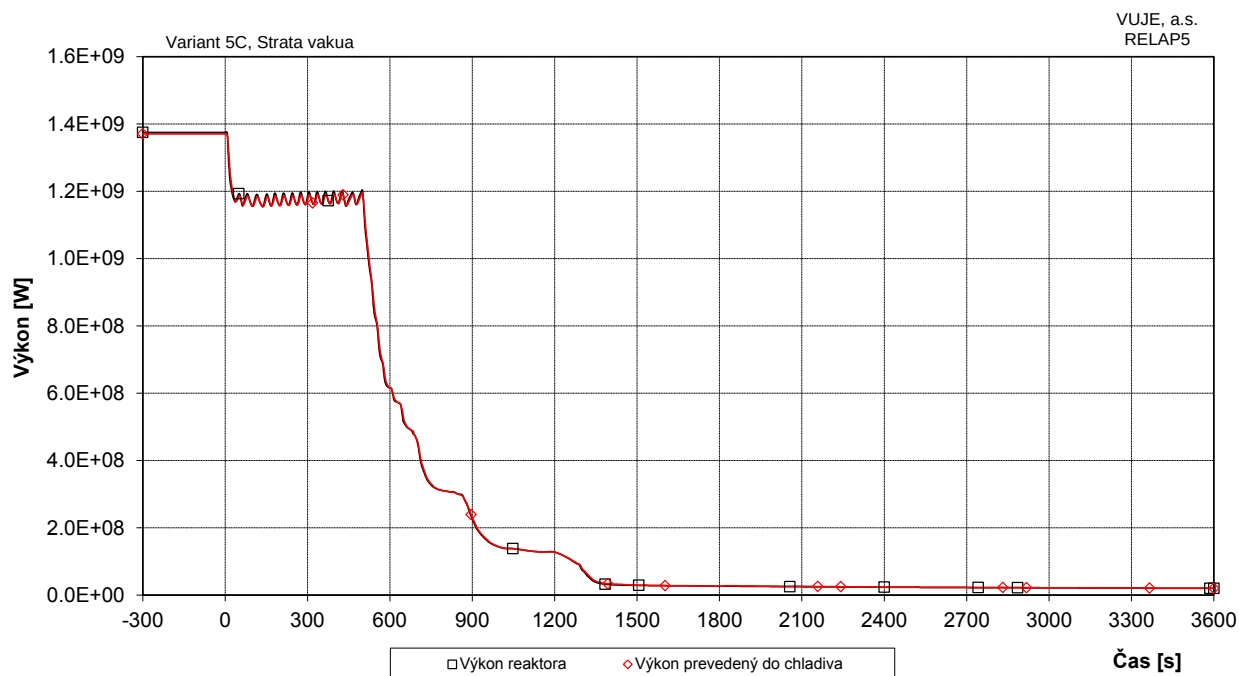
Príloha č. 08

**7.2.1.9.5 Prechodové procesy so zníženým odvodom tepla z I.O.
sekundárnym okruhom (ATWS)**
Scenár 5C Strata vákua v hlavných kondenzátoroch
ZOZNAM OBRÁZKOV

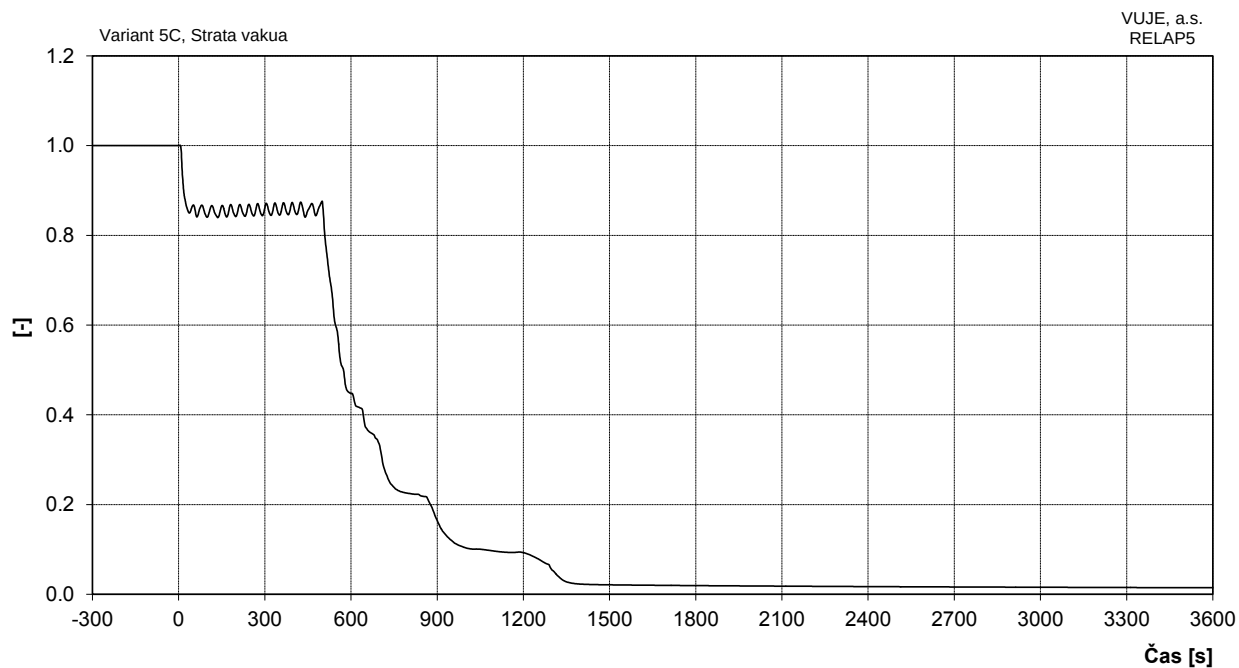
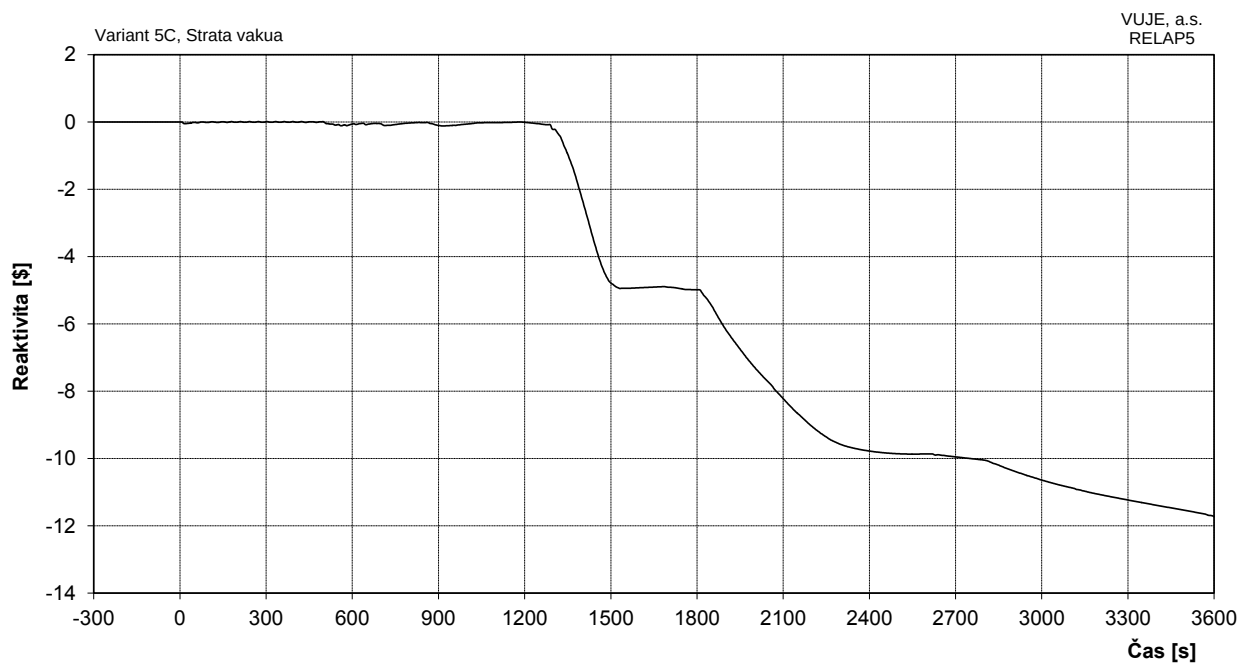
Obr. 7.2.1.9.5-5C-1:	Tlak v I.O.	2
Obr. 7.2.1.9.5-5C-2:	Výkon reaktora	2
Obr. 7.2.1.9.5-5C-3:	Pomerný výkon reaktora	3
Obr. 7.2.1.9.5-5C-4:	Celková reaktivita	3
Obr. 7.2.1.9.5-5C-5:	Teplota chladiva v TNR.....	4
Obr. 7.2.1.9.5-5C-6:	Maximálna teplota pokrytia a teplota chladiva na výstupe z AZ.....	4
Obr. 7.2.1.9.5-5C-7:	Maximálna teplota paliva	5
Obr. 7.2.1.9.5-5C-8:	Celkový výkon EOKO	5
Obr. 7.2.1.9.5-5C-9:	Podchladenie na výstupe z reaktora	6
Obr. 7.2.1.9.5-5C-10:	Celková hladina v KO	6
Obr. 7.2.1.9.5-5C-11:	Hladina chladiva v TNR	7
Obr. 7.2.1.9.5-5C-12:	Hmotnostný prietok chladiva na výstupe z TNR.....	7
Obr. 7.2.1.9.5-5C-13:	Doplňovanie do I.O.	8
Obr. 7.2.1.9.5-5C-14:	Integrál doplňovania do I.O.	8
Obr. 7.2.1.9.5-5C-15:	Výkon PG	9
Obr. 7.2.1.9.5-5C-16:	Celkový prietok cez ventily vstreku do KO	9
Obr. 7.2.1.9.5-5C-17:	Prietok chladiva cez poistné ventily KO	10
Obr. 7.2.1.9.5-5C-18:	Integrál prietoku chladiva cez poistné ventily KO	10
Obr. 7.2.1.9.5-5C-19:	Tlak na výstupe z PG.....	11
Obr. 7.2.1.9.5-5C-20:	Tlak v HPK.....	11
Obr. 7.2.1.9.5-5C-21:	Celková hladina v PG	12
Obr. 7.2.1.9.5-5C-22:	Celkový prietok napájacej vody do PG.....	12
Obr. 7.2.1.9.5-5C-23:	Prietok napájacej vody od ENČ a HNC.....	13
Obr. 7.2.1.9.5-5C-24:	Prietok pary cez PV1 PG	13
Obr. 7.2.1.9.5-5C-25:	Prietok pary cez PS-A na parovodoch	14
Obr. 7.2.1.9.5-5C-26:	Prietok pary do TG.....	14
Obr. 7.2.1.9.5-5C-27:	Integrál prietoku pary cez PV1 PG.....	15
Obr. 7.2.1.9.5-5C-28:	Integrál celkového prietoku pary cez PSK a PS-A.....	15
Obr. 7.2.1.9.5-5C-29:	Integrál doplňovanie jednotlivými čerpadlami SHN	16

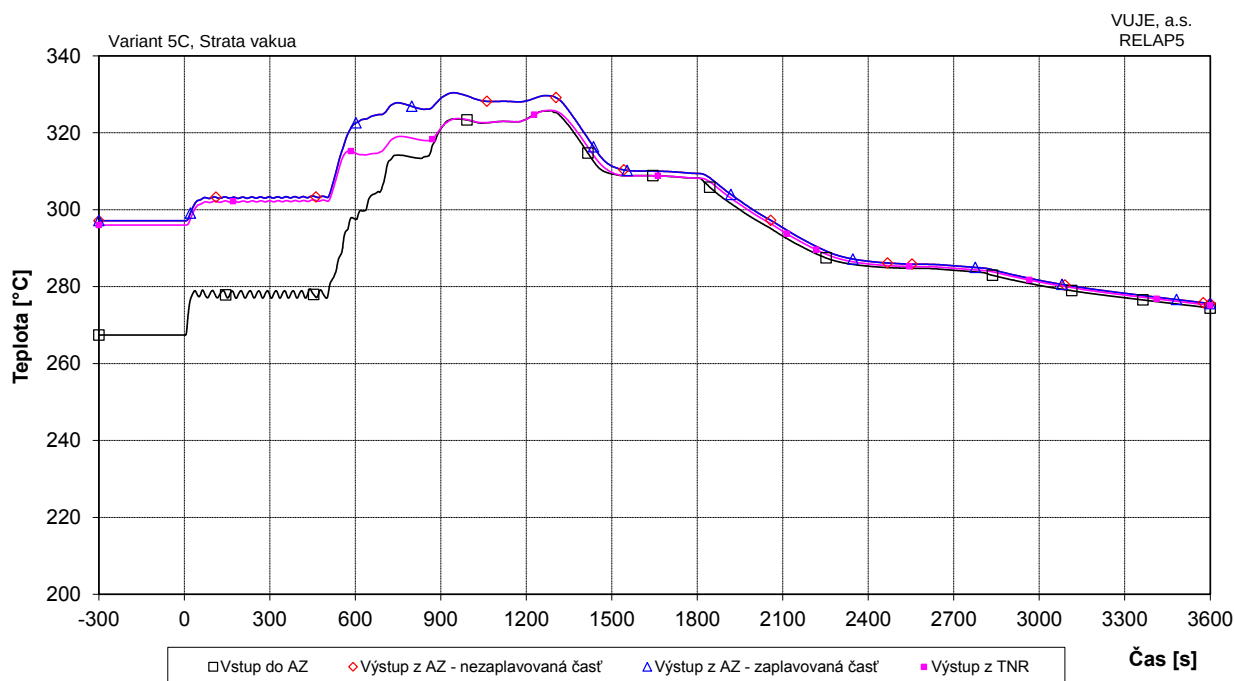


Obr. 7.2.1.9.5-5C-1: Tlak v I.O.

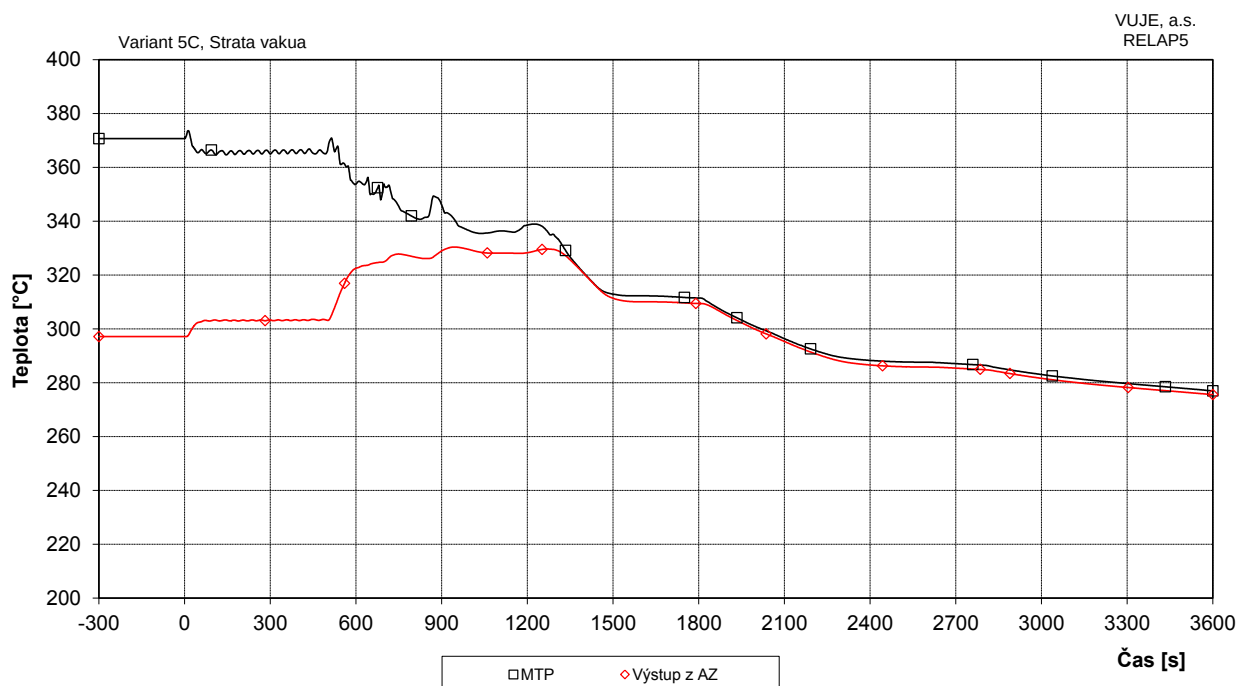


Obr. 7.2.1.9.5-5C-2: Výkon reaktora

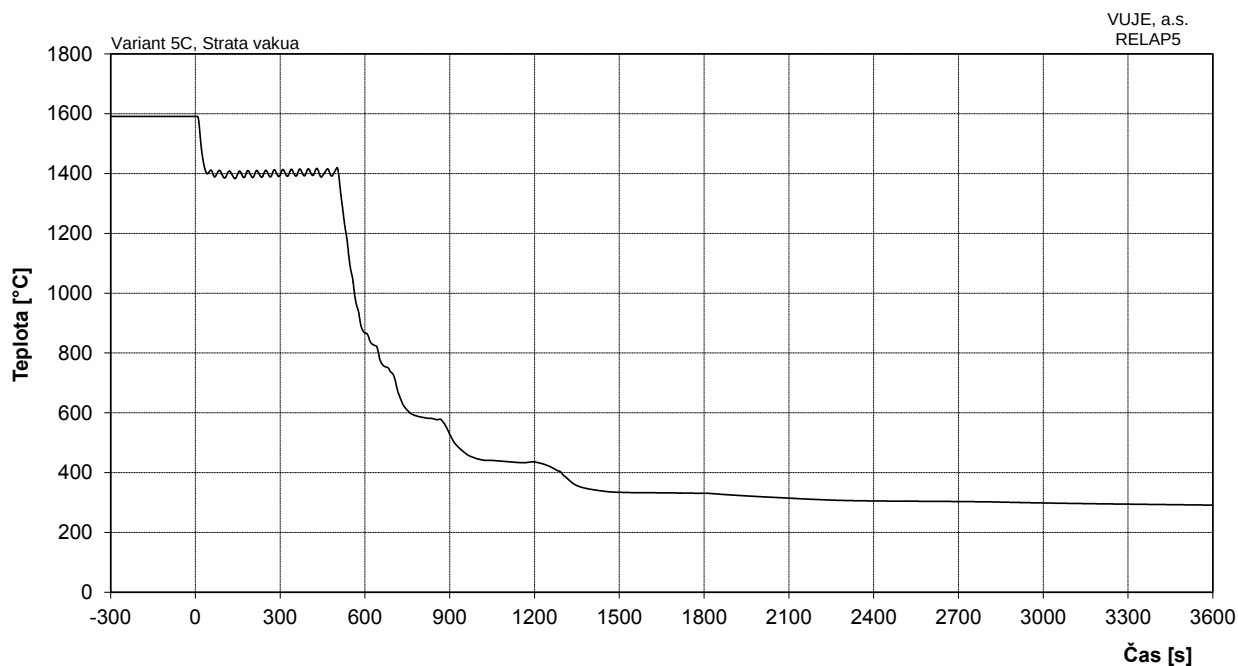
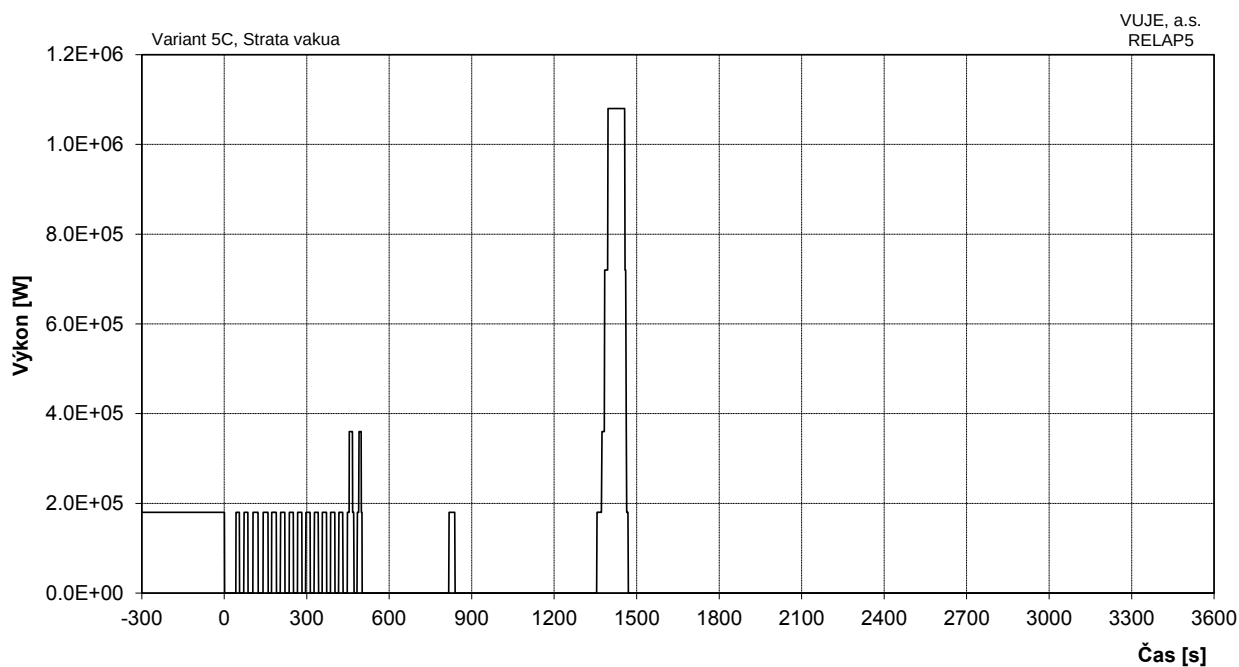
**Obr. 7.2.1.9.5-5C-3: Pomerný výkon reaktora****Obr. 7.2.1.9.5-5C-4: Celková reaktivita**

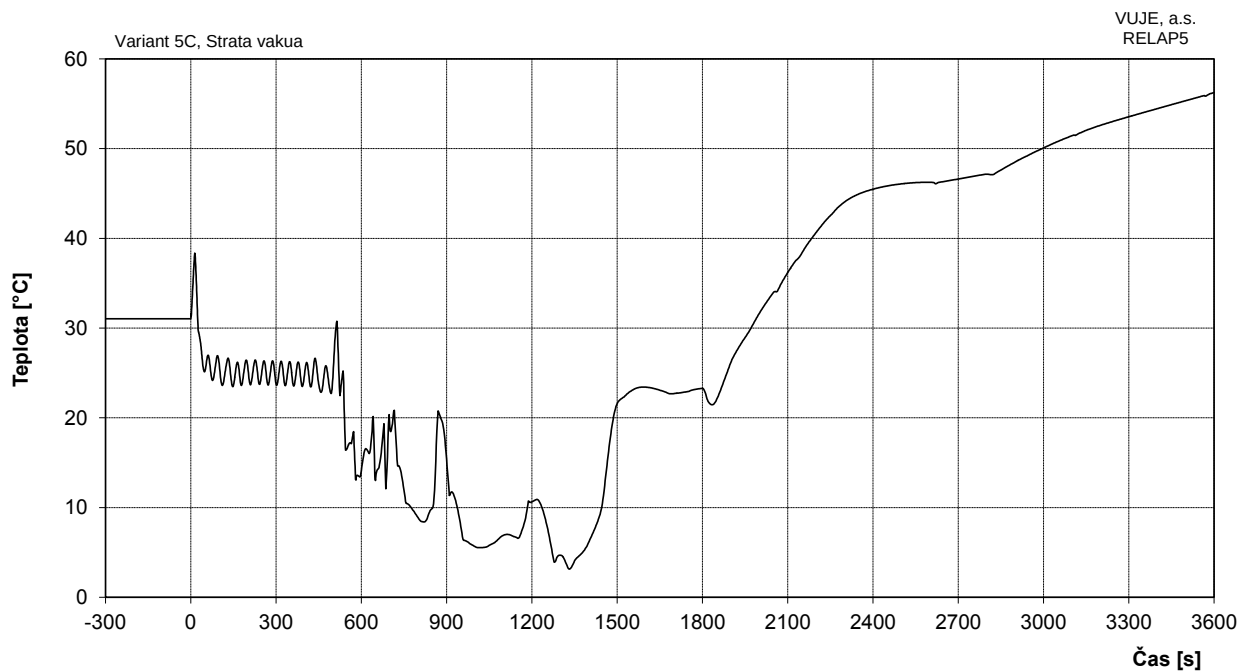


Obr. 7.2.1.9.5-5C-5: Teplota chladiva v TNR

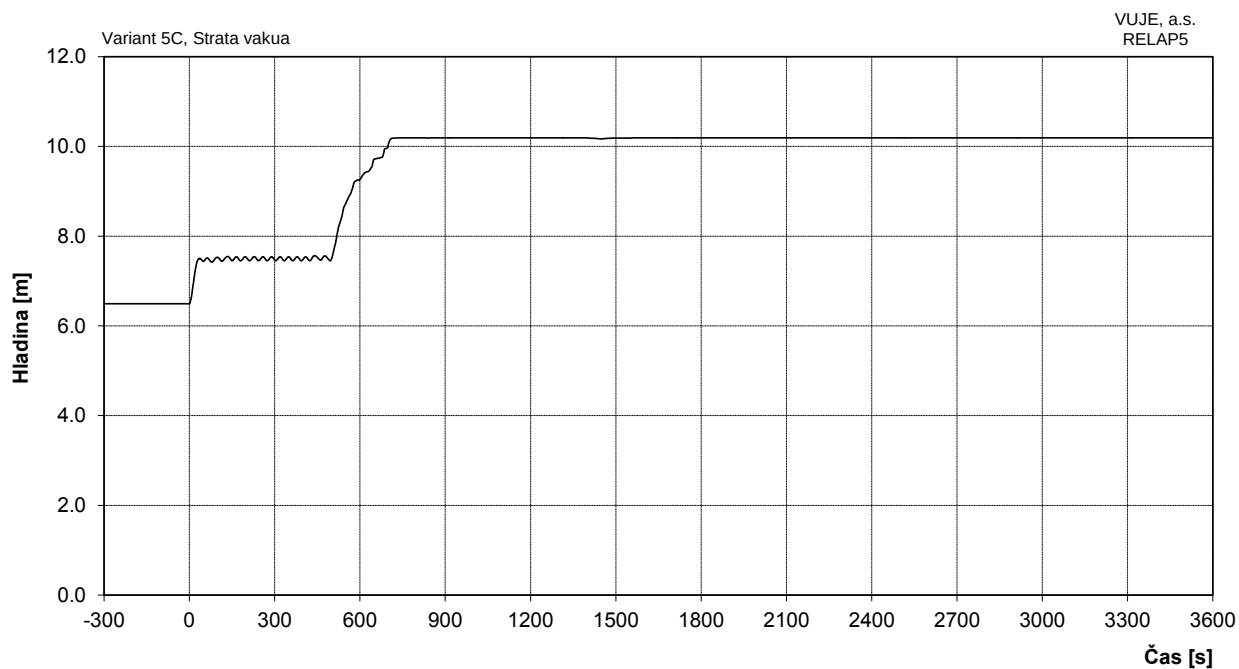


Obr. 7.2.1.9.5-5C-6: Maximálna teplota pokrytia a teplota chladiva na výstupe z AZ

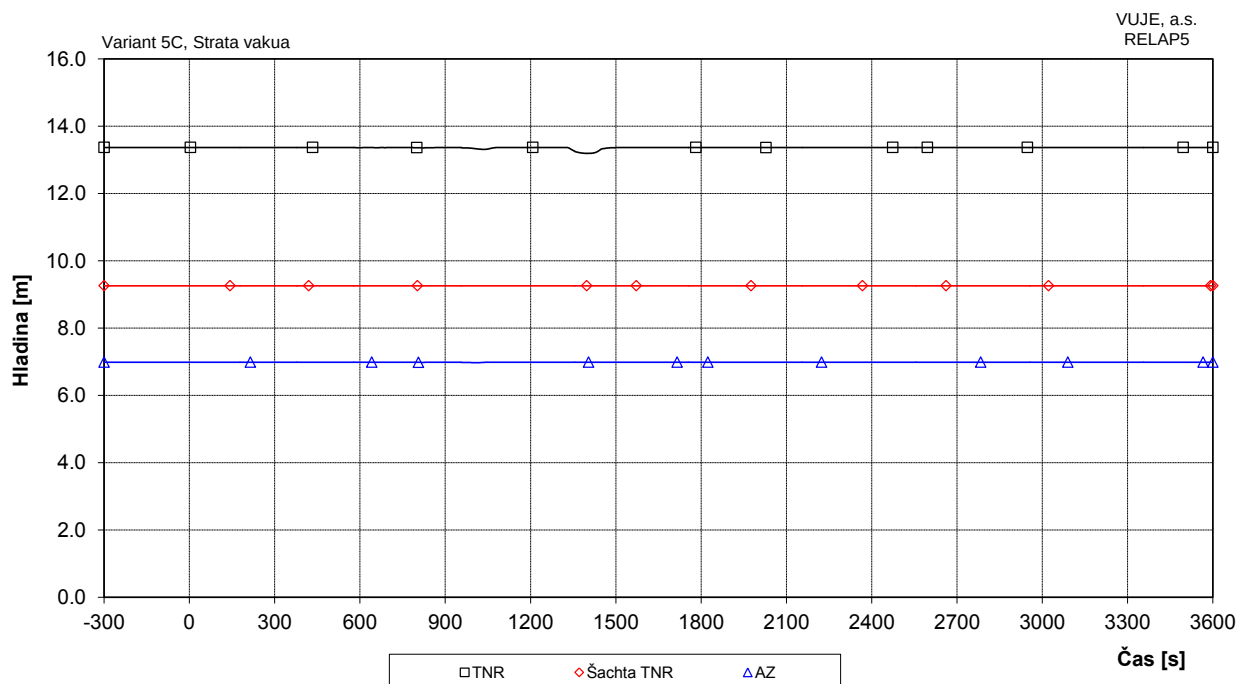
**Obr. 7.2.1.9.5-5C-7: Maximálna teplota paliva****Obr. 7.2.1.9.5-5C-8: Celkový výkon EOKO**



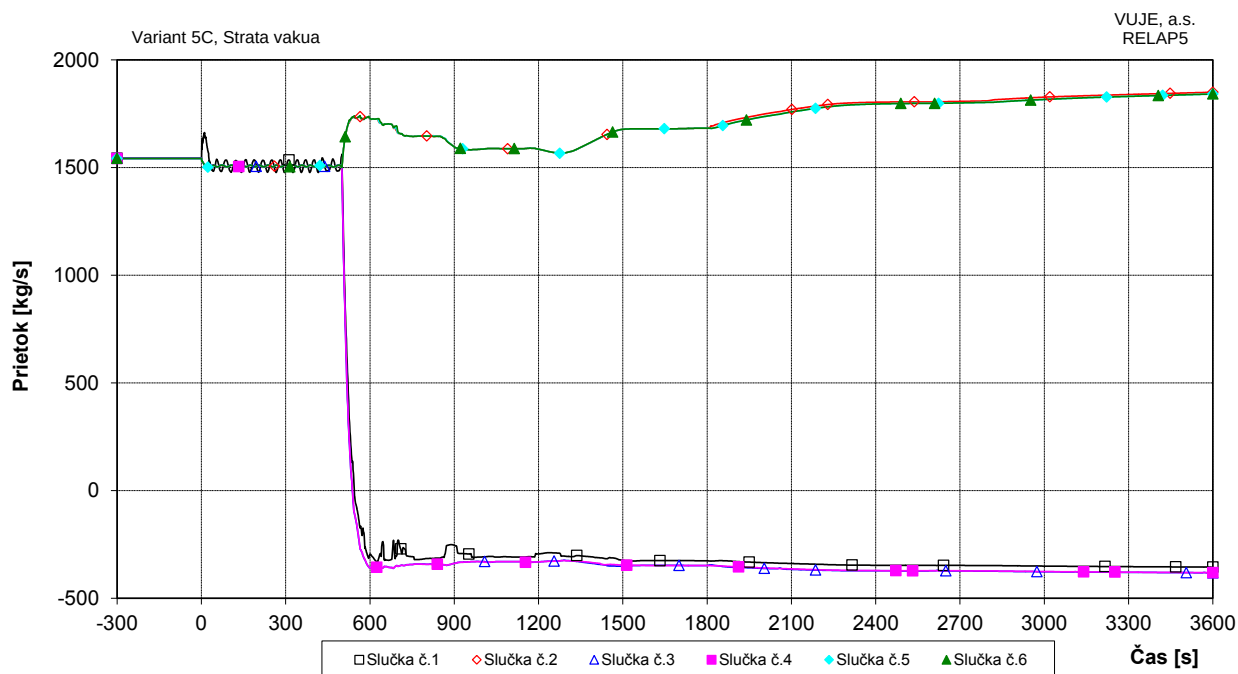
Obr. 7.2.1.9.5-5C-9: Podchladenie na výstupe z reaktora



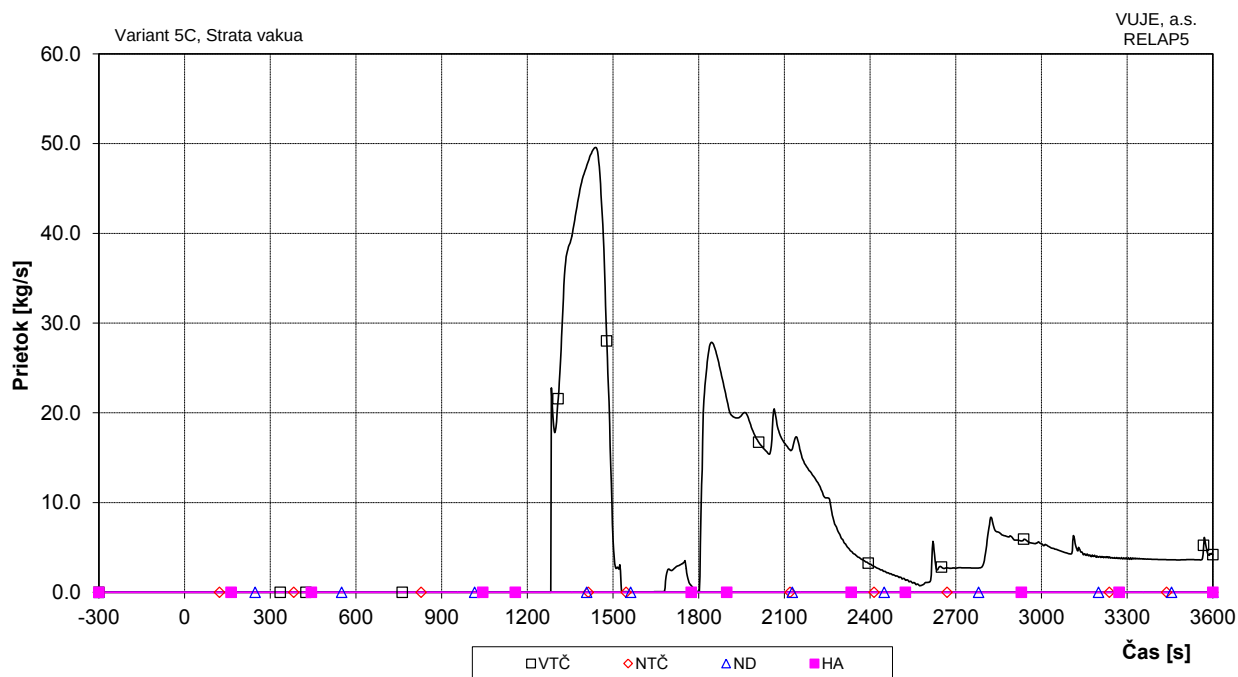
Obr. 7.2.1.9.5-5C-10: Celková hladina v KO



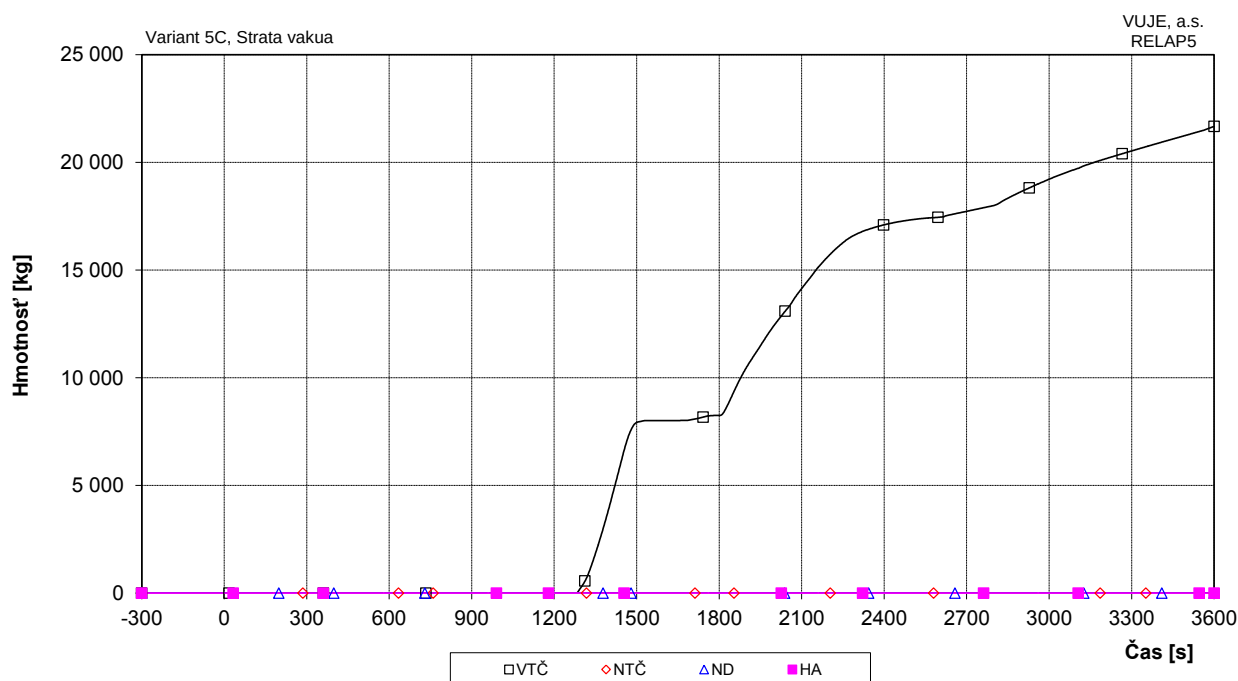
Obr. 7.2.1.9.5-5C-11: Hladina chladiva v TNR



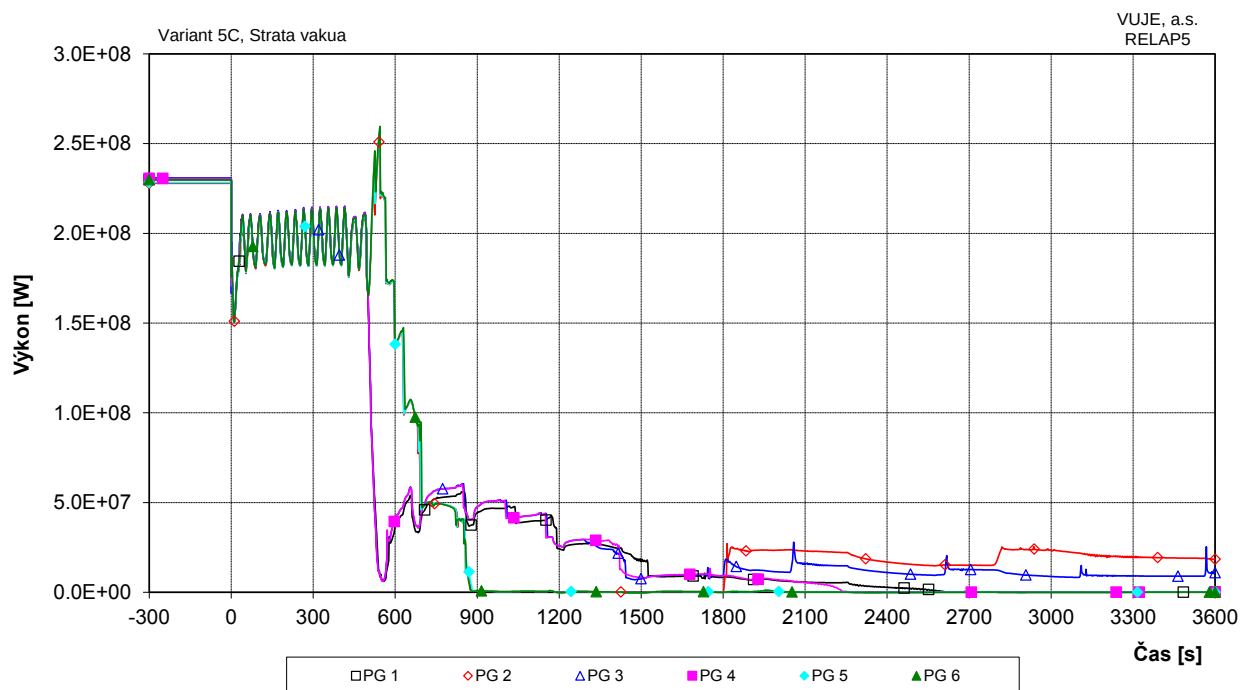
Obr. 7.2.1.9.5-5C-12: Hmotnostný prietok chladiva na výstupe z TNR



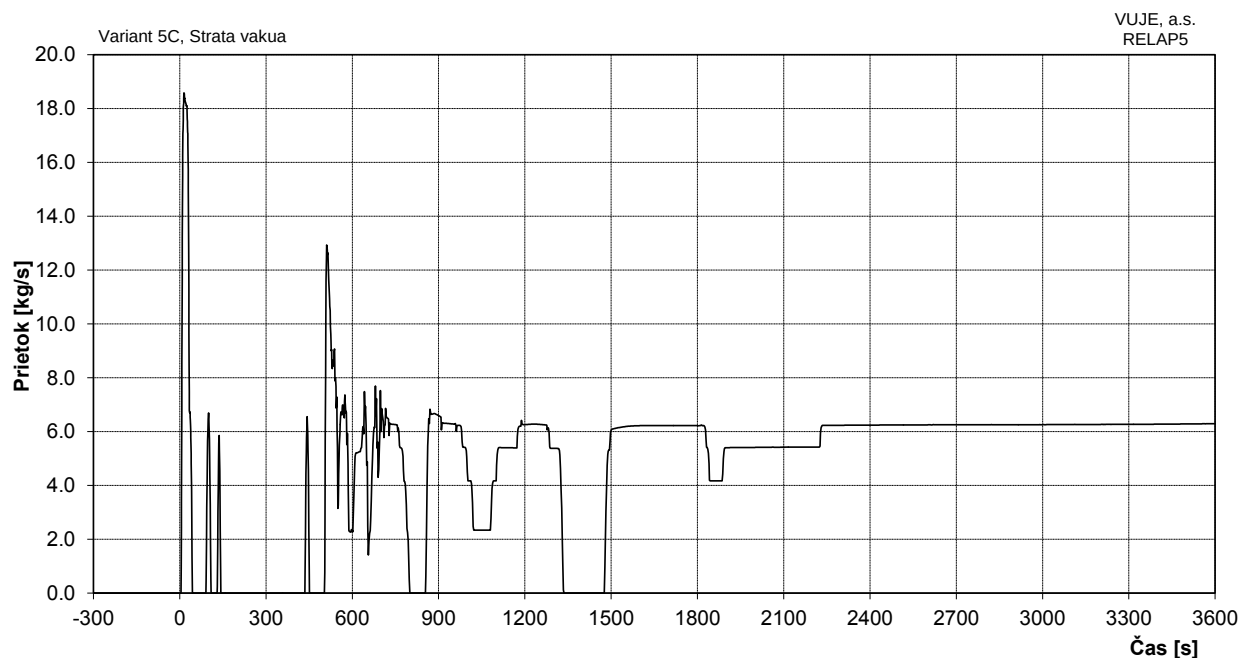
Obr. 7.2.1.9.5-5C-13: Doplnovanie do I.O.



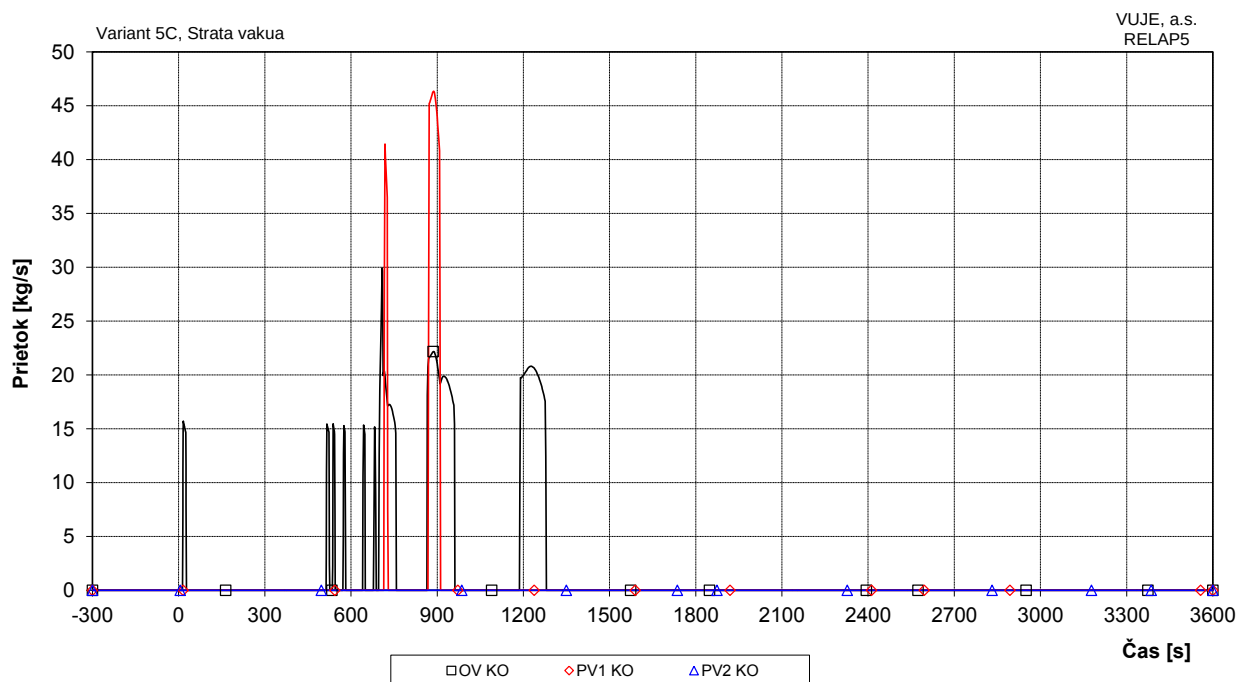
Obr. 7.2.1.9.5-5C-14: Integrál doplnovania do I.O.



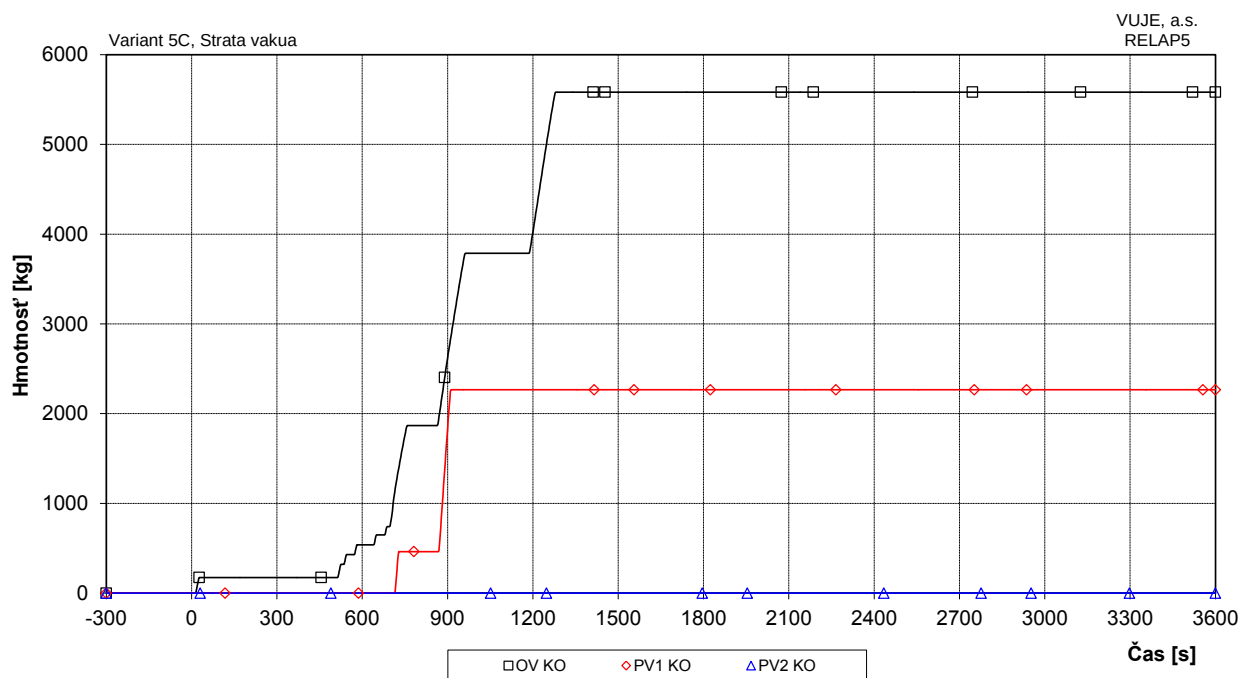
Obr. 7.2.1.9.5-5C-15: Výkon PG



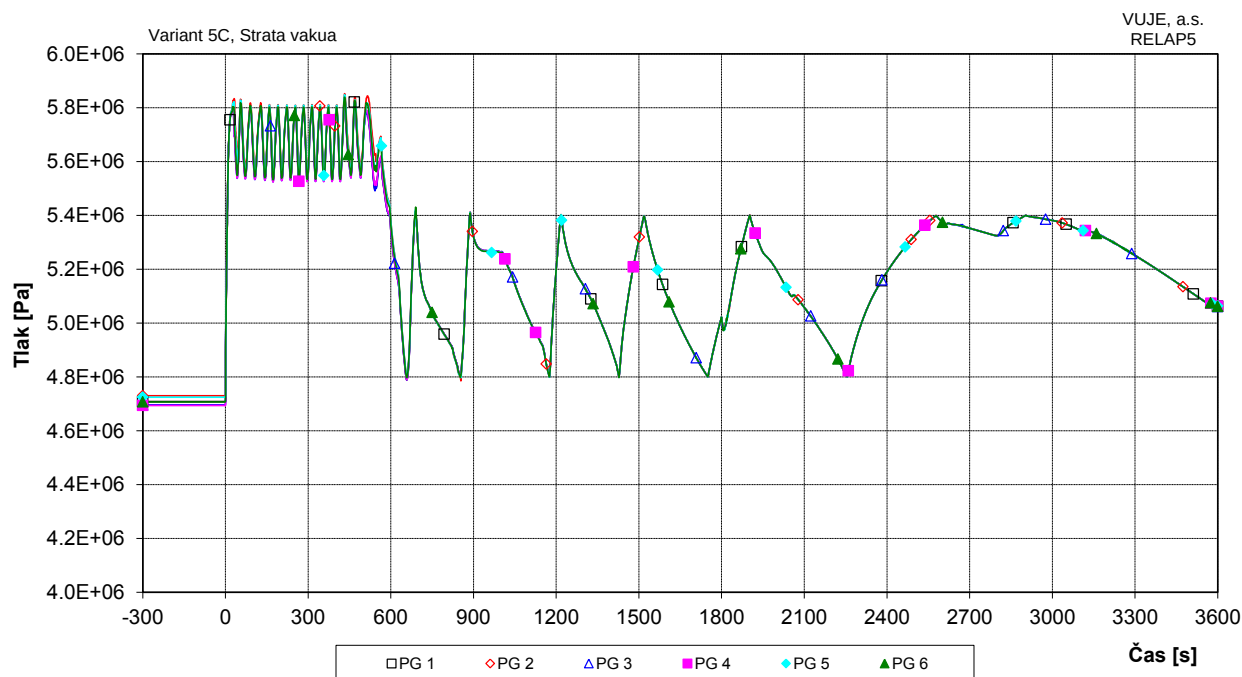
Obr. 7.2.1.9.5-5C-16: Celkový prietok cez ventily vstreku do KO



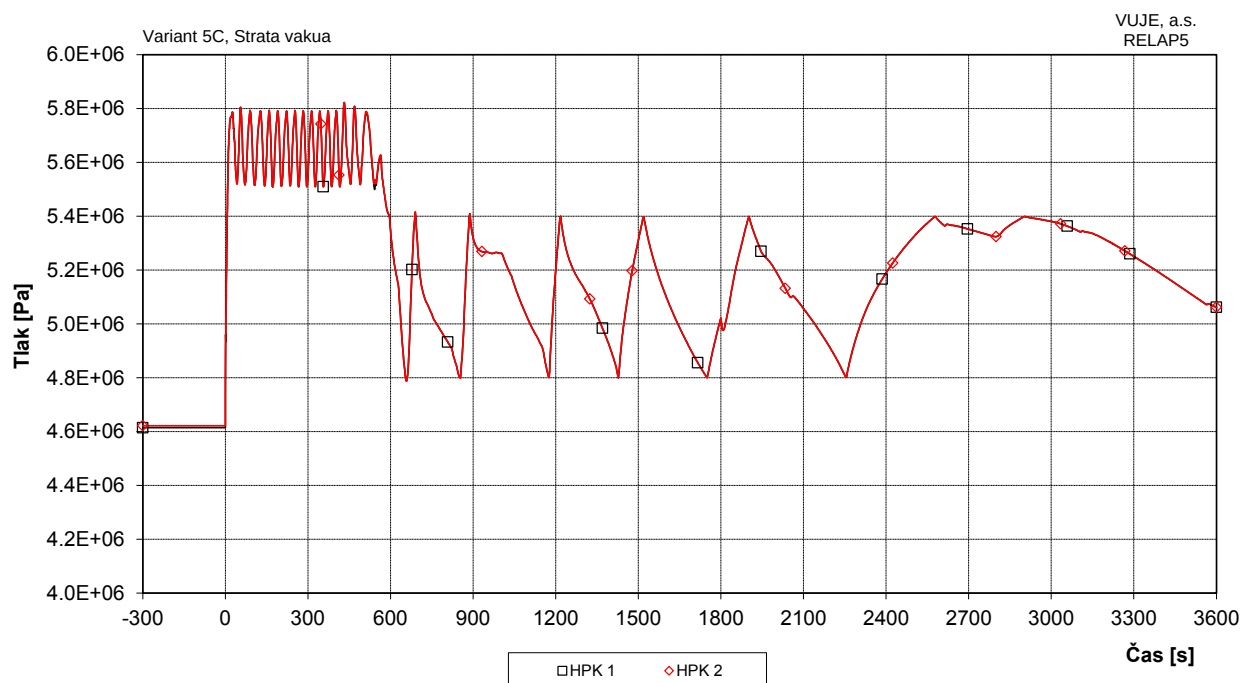
Obr. 7.2.1.9.5-5C-17: Prietok chladiva cez poistné ventily KO



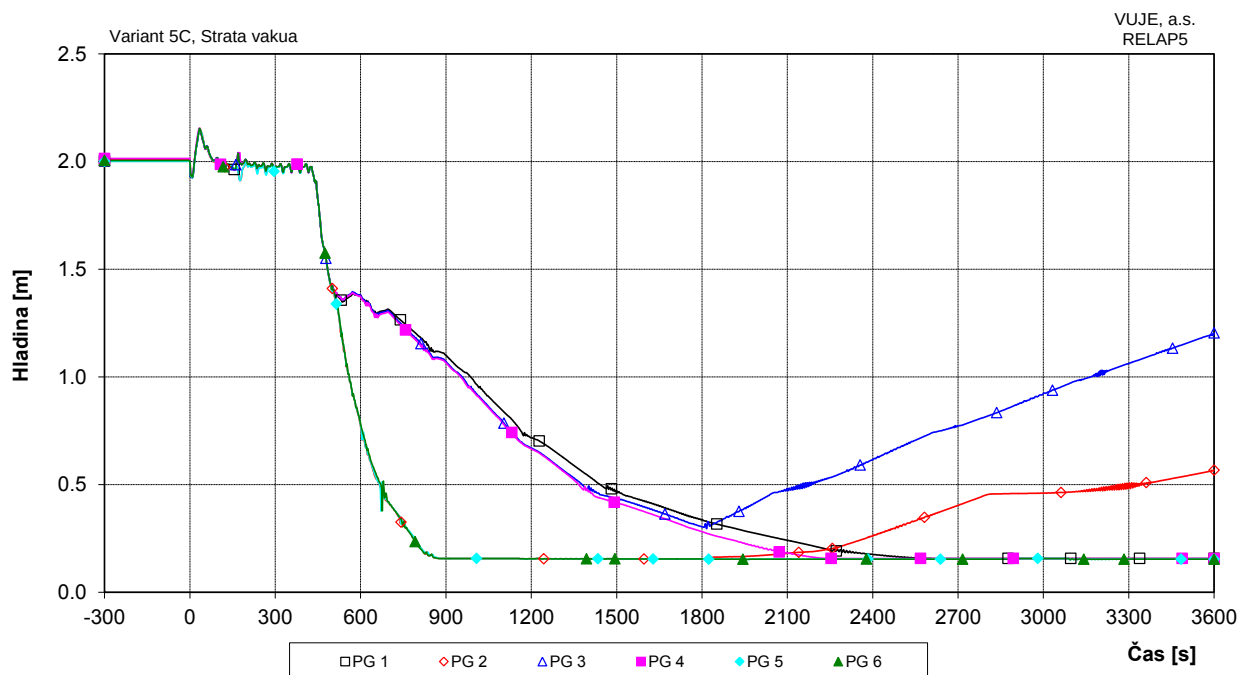
Obr. 7.2.1.9.5-5C-18: Integrál prietoku chladiva cez poistné ventily KO



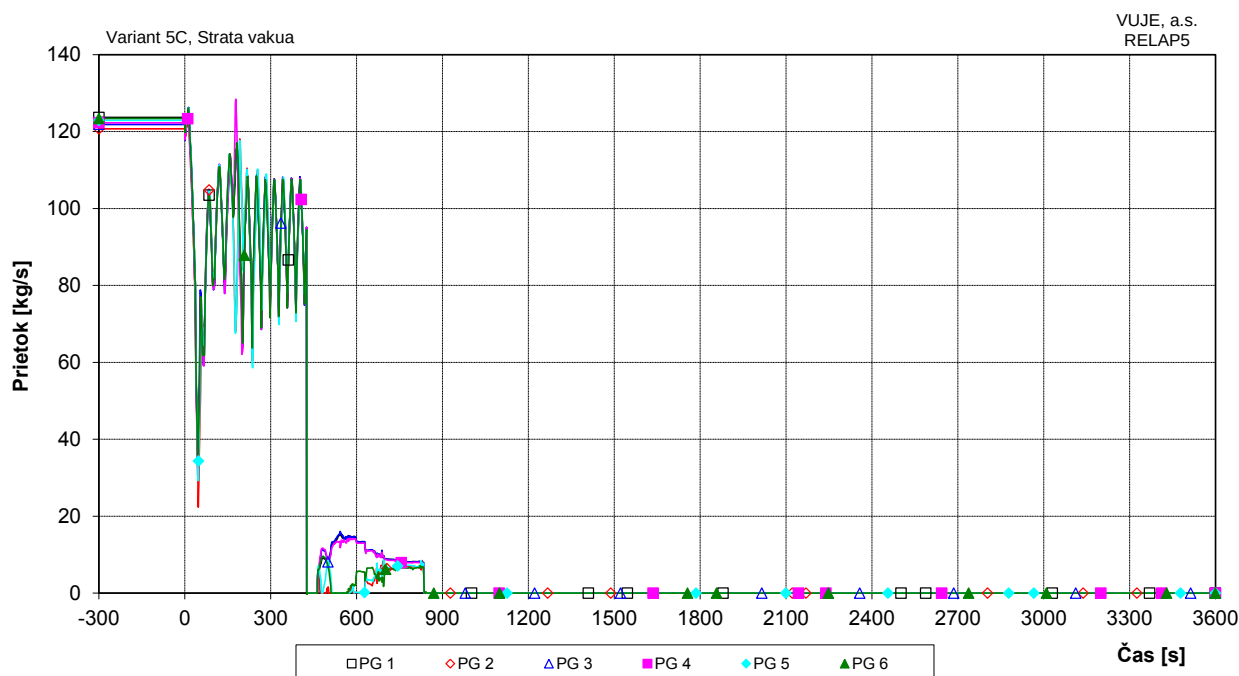
Obr. 7.2.1.9.5-5C-19: Tlak na výstupe z PG



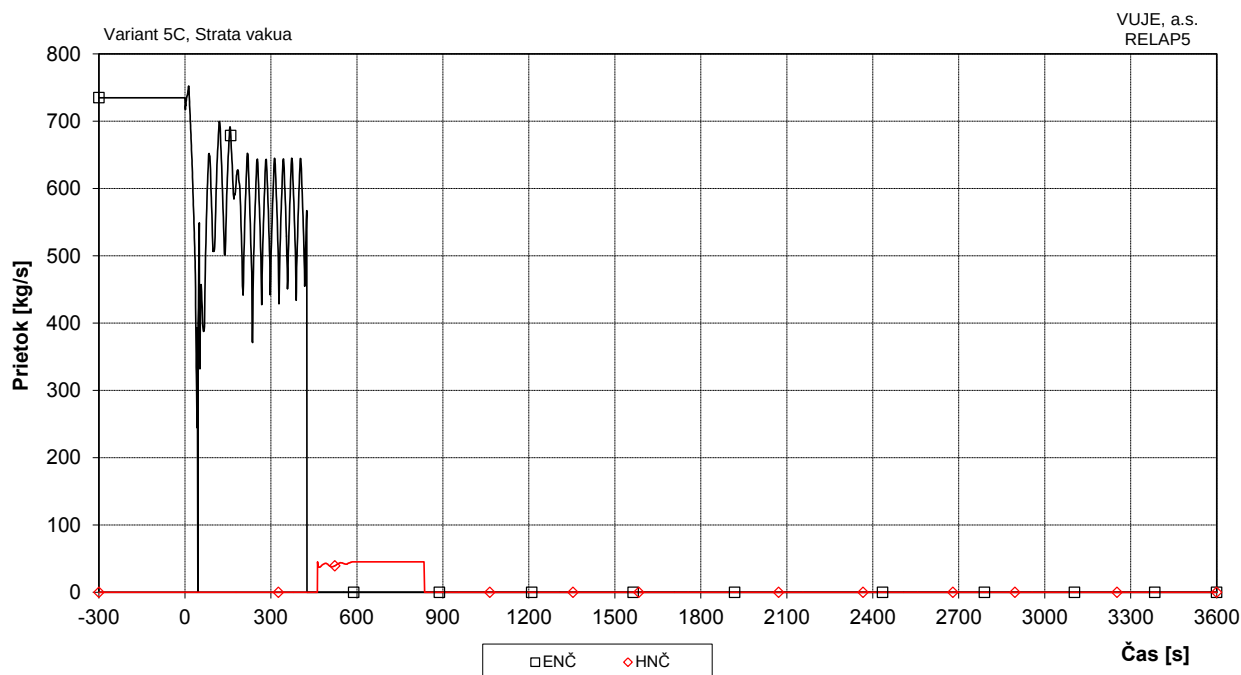
Obr. 7.2.1.9.5-5C-20: Tlak v HPK



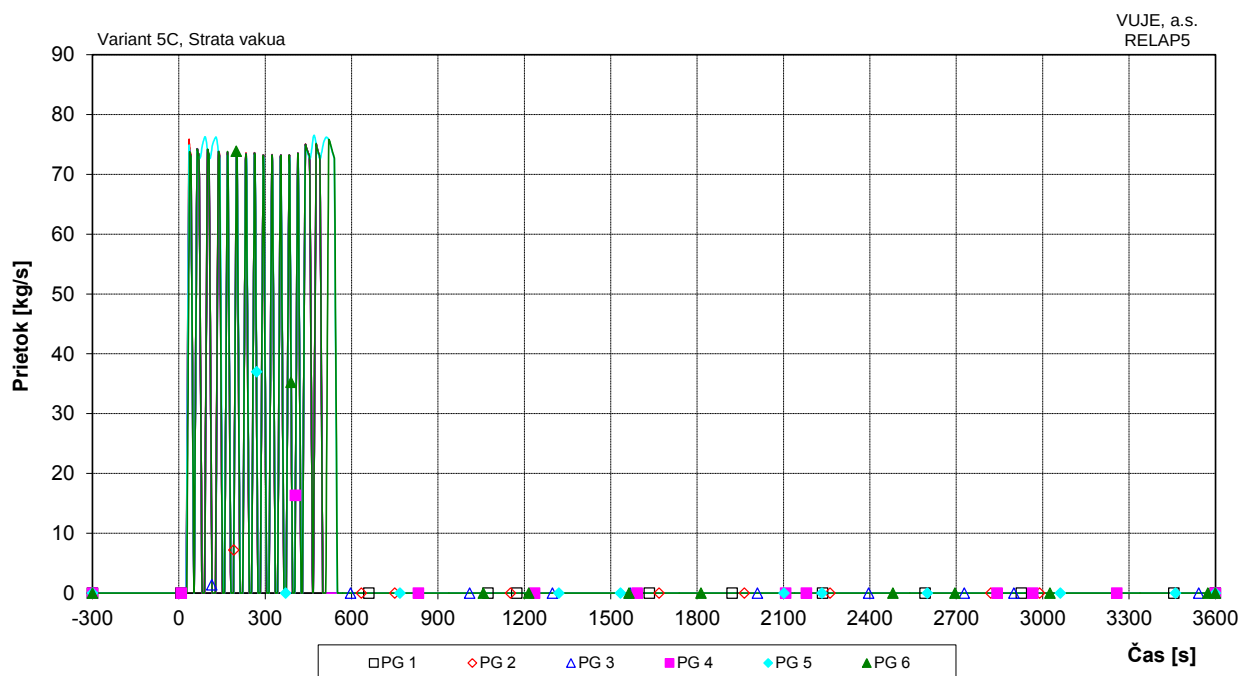
Obr. 7.2.1.9.5-5C-21: Celková hladina v PG



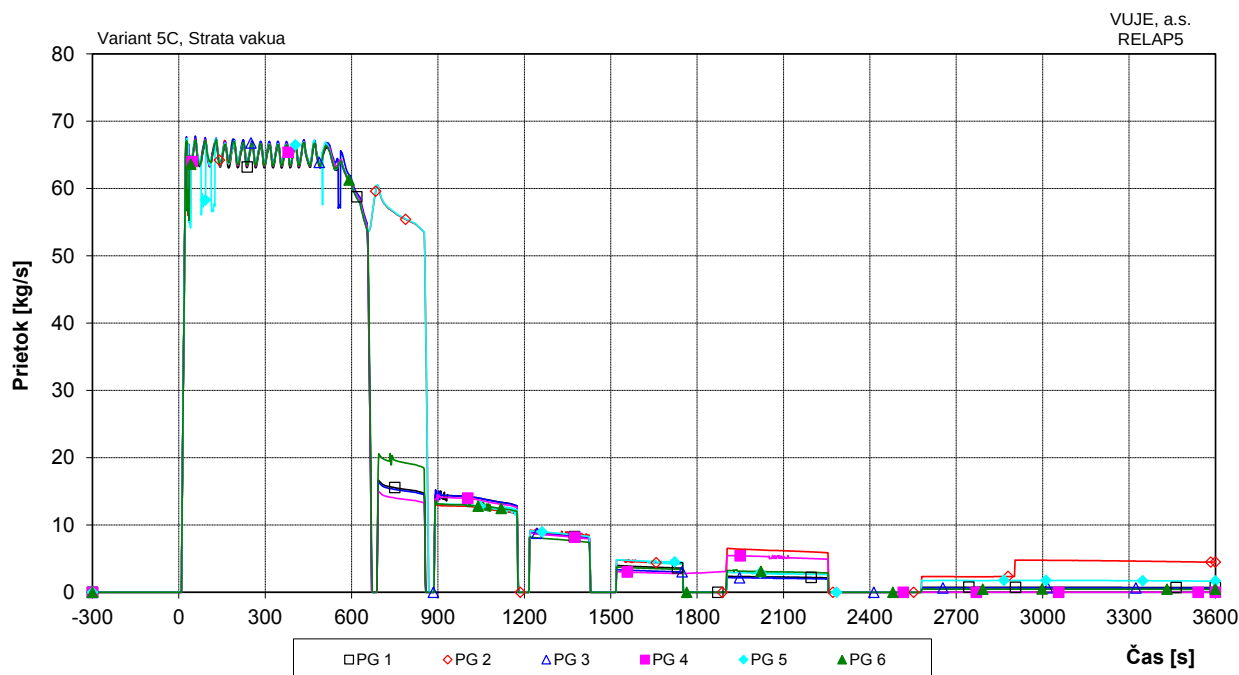
Obr. 7.2.1.9.5-5C-22: Celkový prietok napájacej vody do PG



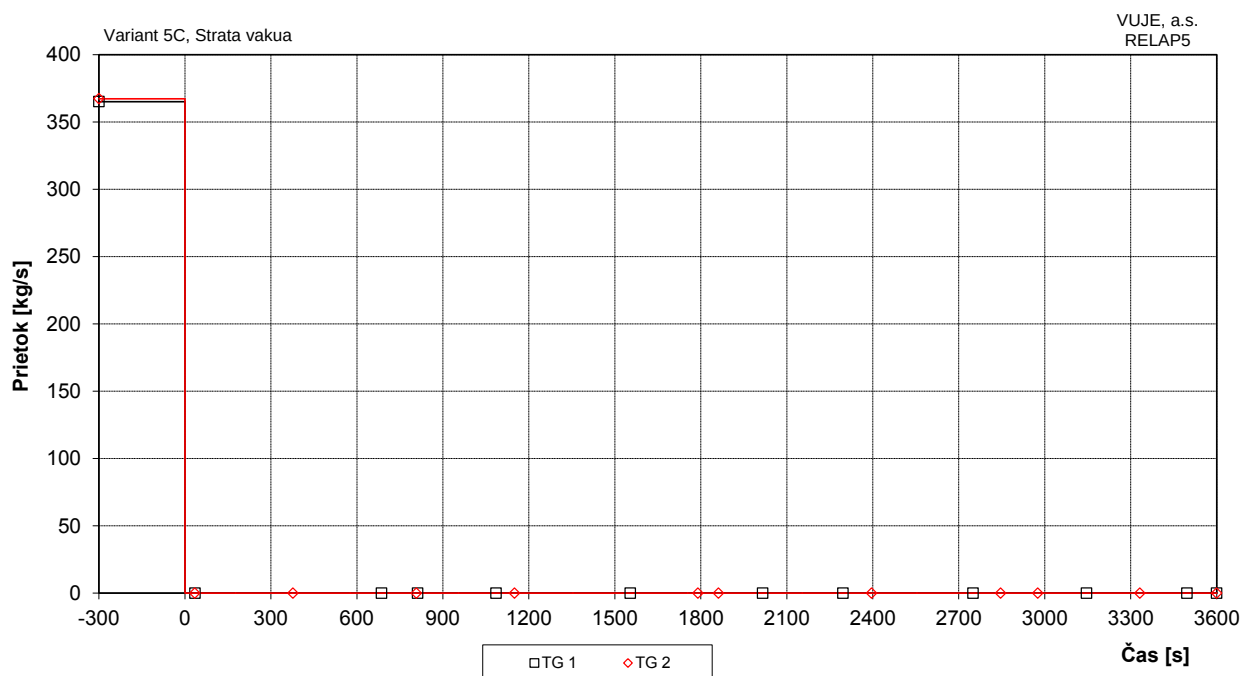
Obr. 7.2.1.9.5-5C-23: Prietok napájacej vody od ENČ a HNČ



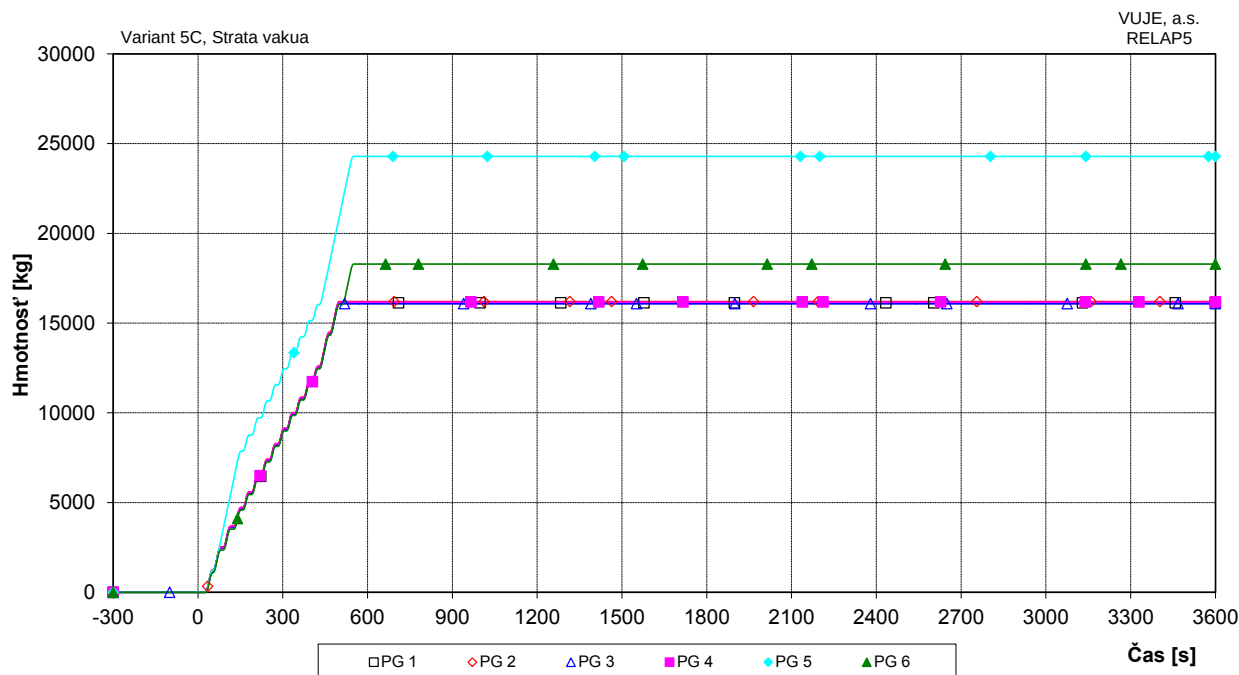
Obr. 7.2.1.9.5-5C-24: Prietok pary cez PV1 PG



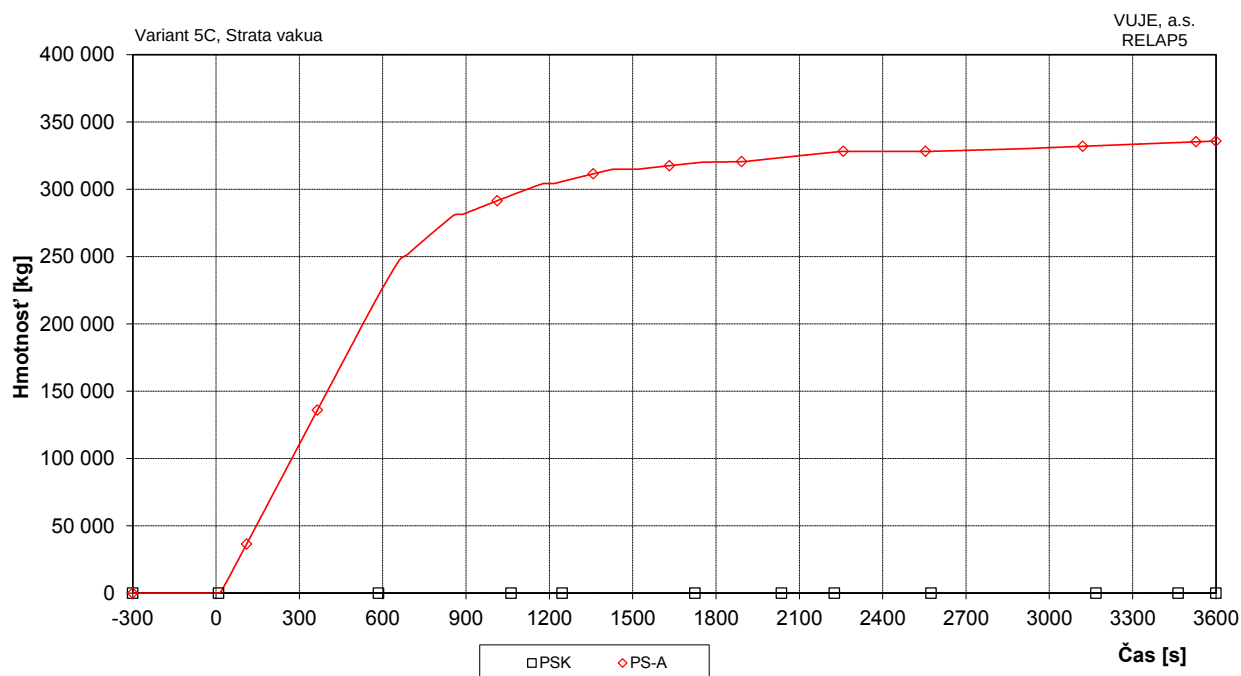
Obr. 7.2.1.9.5-5C-25: Prietok pary cez PS-A na parovodoch



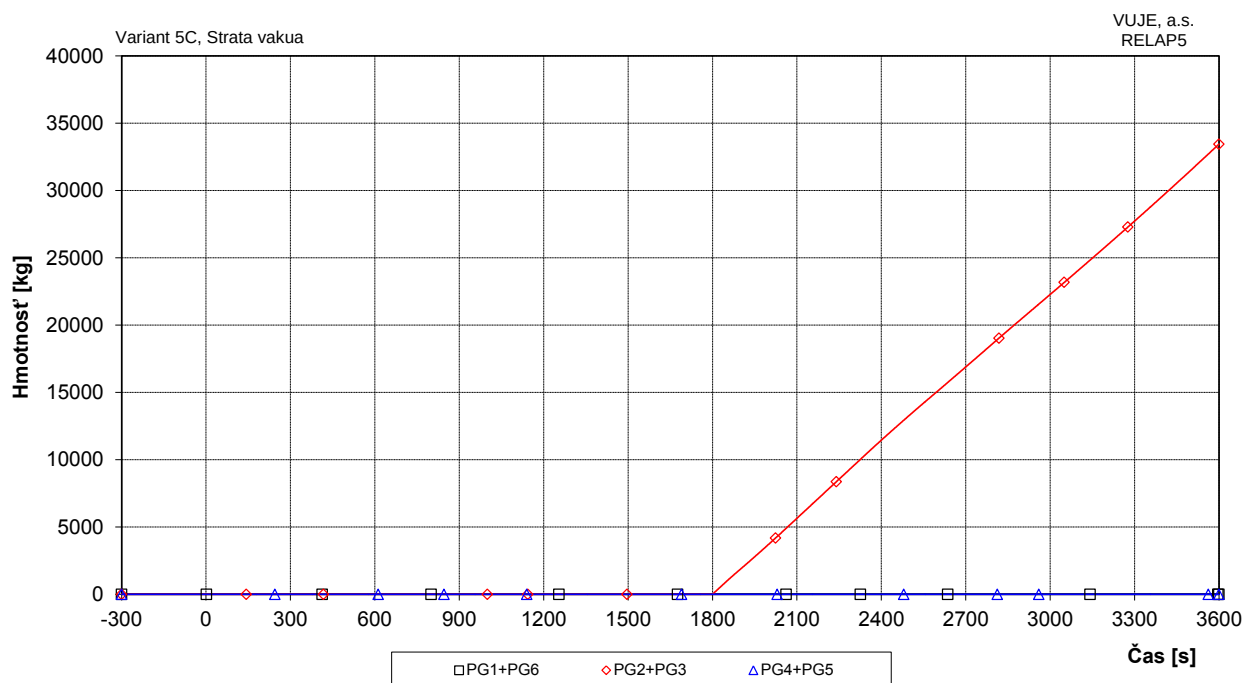
Obr. 7.2.1.9.5-5C-26: Prietok pary do TG



Obr. 7.2.1.9.5-5C-27: Integrál prietoku pary cez PV1 PG



Obr. 7.2.1.9.5-5C-28: Integrál celkového prietoku pary cez PSK a PS-A



Obr. 7.2.1.9.5-5C-29: Integrál dopĺňovanie jednotlivými čerpadlami SHN