

Technická správa

Predprevádzková bezpečnostná správa

Kapitola 07.02.01.04 Zvýšenie množstva chladiva v primárnom okruhu

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
 SLOVENSKÉ ELEKTRÁRNE			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	
			<small>The SE a.s. approval refers to the contract clauses only. All design responsibilities are charged to the Contractor / Schválenie SE a.s. sa vzťahuje iba na zmluvné náležitosti. Za vypracovanie projektu nesie dodávateľ plnú zodpovednosť.</small>					
EPS No / Číslo EPS: PNM34365000		Revision index / Index revízie: 08		Size / Veľkosť	Activity Code / Aktivita	Type / Subtype Typ / Podtyp	Discipline / Profesia	Plant Unit / Blok elektrárne
File name / Názov súboru:	SE doc. Code / SE číslo dokumentu: PNM34361107			A4	6.01	RS	Z	8
 * P N M 3 4 3 6 1 1 0 7 0 8 *				Sheet / List	Of / z	Plant System / Systém elektrárne	Component / Komponent	
				1	83			

SE Contract No. / Číslo zmluvy SE: 4600003952			VUJE Contract No. / číslo zmluvy VUJE: 1719/00/09		
Part name / Označenie časti: PNM3436110708_S_C00_V			Issued on / Vydané dňa: 11.07.2019		
Kód citlivosti ¹⁾ / Sensitivity code ¹⁾	3	Name / Meno	Organization / Organizácia	Dept. / Útvart	Date / Dátum
Author / Vypracoval:	.	• VUJE, a.s.	• 0220	• 11.07.2019	• [REDACTED]
Co-author / Spolupracoval:	.	•	•	•	•
Checked by / Kontroloval:	.	• VUJE, a.s.	• 0220	• 11.07.2019	• [REDACTED]
Verified by / Overil:	.	• VUJE, a.s.	• 0720	• 11.07.2019	[REDACTED]
Approved by / Schválil:	.	• VUJE, a.s.	• 1703	• 11.07.2019	[REDACTED]

Tento dokument je vlastníctvom Slovenských elektrární, a.s.. Tento dokument, ako aj informácie z neho, môžu byť použité, kopirované, 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/odstavec)	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 07.02.01.04 Zvýšenie množstva chladiva v primárnom okruhu	• PNM3436110708_S_C00_V	• 08
2.	• Kapitola 07.02.01.04 Zvýšenie množstva chladiva v primárnom okruhu	• PNM3436110708_S_C01_V	• 08
3.	• Príloha 01	• PNM3436110708_S_P01_V	• 08
4.	• Príloha 02	• PNM3436110708_S_P02_V	• 08
5.	• Príloha 03	• PNM3436110708_S_P03_V	• 08
6.	• Príloha 04	• PNM3436110708_S_P04_V	• 08
7.	.	.	.
8.	.	.	.
9.	.	.	.
10.	.	.	.
11.	.	.	.

OBSAH

OBSAH	1
ZOZNAM POUŽITÝCH SKRATIEK A OZNAČENÍ.....	2
ÚVOD.....	4
7.2.1.4 Zvýšenie množstva chladiva v primárnom okruhu	5
7.2.1.4.1 Chybné uvedenie do činnosti havarijného chladenia aktívnej zóny reaktora	5
7.2.1.4.1.1 Charakteristika procesu	5
7.2.1.4.1.2 Použité kritériá prijateľnosti.....	5
7.2.1.4.1.3 Výpočtové programy a použité výpočtové modely	6
7.2.1.4.1.4 Špecifikácia analyzovaných variantov	6
7.2.1.4.1.5 Počiatočné a okrajové podmienky	7
7.2.1.4.1.6 Popis a rozbor výsledkov a vyhodnotenie kritérií prijateľnosti	9
7.2.1.4.1.6.1 Popis výsledkov variantu A1	9
7.2.1.4.1.7 Súhrn výsledkov.....	10
7.2.1.4.2 Chybna činnosť normálneho systému doplňovania, ktorá zvyšuje množstvo chladiva v primárnom okruhu.....	11
7.2.1.4.2.1 Charakteristika procesu	11
7.2.1.4.2.2 Použité kritériá prijateľnosti.....	11
7.2.1.4.2.3 Výpočtové programy a použité výpočtové modely	12
7.2.1.4.2.4 Špecifikácia analyzovaných variantov	12
7.2.1.4.2.5 Počiatočné a okrajové podmienky	14
7.2.1.4.2.6 Popis a rozbor výsledkov a vyhodnotenie kritérií prijateľnosti	18
7.2.1.4.2.6.1 Popis výsledkov variantov B1 a B2	18
7.2.1.4.2.6.2 Popis výsledkov variantu B3	19
7.2.1.4.2.7 Súhrn výsledkov.....	19
LITERATÚRA	20
ZOZNAM PRÍLOH	21
ZOZNAM TABULIEK	22

ZOZNAM POUŽITÝCH SKRATIEK A OZNAČENÍ

I.O.	primárny okruh
II.O.	sekundárny okruh
AO1	signály RTS/DRTS/EXCORE, ktoré vedú k rýchlemu odstaveniu reaktora
AZ	aktívna zóna
BSVP	bazén skladovania vyhoretého paliva
DG	dieselgenerátor
DRTS	diverzitný systém automatického odstavenia reaktora
ENČ	hlavné napájacie čerpadlo
EOKO	elektrické ohrievače kompenzátoru objemu
ESFAS	systém zaistenia bezpečnosti
HA	hydroakumulátor
HCC	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, kontajnment
HZK	horná zmiešavacia komora (UP Upper Plenum)
IU	iniciačná udalosť
KO	kompenzátor objemu
KON _{rk}	koniec kampane – reprezentatívna kampaň
LOCA	havária so stratou chladiva
MTP	maximálna teplota pokrytie
NDČ	čerpadlo normálneho dopĺňovania do I.O. (Make-up Pump)
NN	napájacia nádrž
NS	núdzové stavy

NT	nízkotlakový
NTČ	nízkotlakové čerpadlo
NV	napájacia voda
OV KO	odlahčovací ventil kompenzátoru objemu
PG	parogenerátor
PK	palivová kazeta
PP	palivový prútik
PRISE	únik primárneho chladiva do sekundárneho okruhu
PSA	pravdepodobnosťné hodnotenie bezpečnosti
PS-A	prepúšťacia stanica do atmosféry
PSB	prevádzkový stav bloku
PSK	prepúšťacia stanica do kondenzátora
PV KO	poistný ventil kompenzátoru objemu
PV PG	poistný ventil parogenerátora
RCS	automatický regulátor výkonu reaktora
RČA	rýchločinná armatúra
RLS	systém obmedzenia výkonu reaktora
RPS	systém ochrany reaktora
RTS	systém automatického odstavenia reaktora
RZV	rýchlozatvárací 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
TG	turbogenerátor
TH	termo-hydraulické (analýzy)
TNR	tlaková nádoba reaktora
VT	vysokotlakový
VTČ	vysokotlakové čerpadlo
ZAC _{rk}	začiatok kampane – reprezentatívna kampaň

ÚVOD

Kapitola POSAR 7.2.1.4 je vypracovaná v súlade so súvisiacou legislatívou [II.3], [II.4], [II.5] a [II.6]. Ďalej bola vypracovaná podľa požiadaviek [II.2].

7.2.1.4 Zvýšenie množstva chladiva v primárnom okruhu

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 „Zvýšenie množstva chladiva v primárnom okruhu“.

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.

7.2.1.4.1 Chybné uvedenie do činnosti havarijného chladenia aktívnej zóny reaktora

7.2.1.4.1.1 Charakteristika procesu

Počas prevádzky bloku na výkone je tlak v I.O. $12.36 \text{ MPa}^{\text{abs}}$. Pri takýchto hodnotách tlaku môže dôjsť k reálnej dodávke chladiva do I.O. iba z VT systému HSCHZ.

Proces vyvolaný nesprávnym spustením VT čerpadiel je charakteristický nárastom tlaku v primárnom a sekundárnom okruhu a zvyšovaním koncentrácie H_3BO_3 v primárnom okruhu.

K nesprávnemu štartu jednotlivého čerpadla alebo celého systému môže dôjsť chybou personálu alebo falošným signálom ESFAS. Vzhľadom na nezávislosť podsystémov ESFAS je primerané uvažovať iba prípad falošného štartu jedného vysokotlakového čerpadla. Citlivostnými analýzami bolo preukázané, že priebeh procesu kde je iniciačnou udalosťou spustenie iba jedného VTČ je veľmi podobný procesu so spustením všetkých troch VTČ. Sledované parametre však dosahujú menšie maximá a v neskoršom čase ako v prípade spustenia všetkých troch VTČ. Preto je tu uvedený variant, kde je iniciačnou udalosťou spustenie všetkých troch VTČ.

Cieľom analýzy, vykonanej v tejto kapitole je overiť, že v priebehu procesu vyvolaného iniciačnou udalosťou a pri aplikácii konzervatívneho prístupu, nedôjde k narušeniu relevantných kritérií priateľnosti stanovených pre danú kategóriu iniciačných udalostí.

7.2.1.4.1.2 Použité kritériá priateľnosti

Iniciačná udalosť, analyzovaná v tejto kapitole, je zaradená do kategórie očakávaných udalostí, a preto je potrebné overiť, že nedôjde k narušeniu kritérií priateľnosti stanovených pre očakávané udalosti.

Proces, iniciovaný iniciačnou udalosťou chybného uvedenia VT čerpadiel do činnosti počas prevádzky bloku na výkone, je charakterizovaný poklesom výkonu reaktora, teploty primárneho chladiva a nárastom primárneho tlaku. Priebeh týchto parametrov zvyšuje rezervu do krízy prestupu tepla. Minimálna hodnota DNBR je dosiahnutá na začiatku udalosti a preto kritérium priateľnosti DB-T1 nie je potrebné vyhodnocovať.

Z dôvodu poklesu výkonu reaktora a dodávke relatívne studenej vody do I.O., od začiatku iniciačnej udalosti klesá aj teplota paliva. Z toho dôvodu hodnota kritéria priateľnosti DB-T2 neprekračuje počiatočnú hodnotu a vyhodnocovanie kritéria DB-T2 nie je potrebné.

Nesprávna činnosť VT čerpadiel vedie k nárastu tlaku v primárnom a sekundárnom okruhu, preto pre iniciačné udalosti chybného uvedenia VT čerpadiel do činnosti počas prevádzky na výkone, sú relevantné nasledovné kritériá priateľnosti:

Kritérium priateľnosti DB-T3 (maximálny tlak v I.O. a v II.O.)

- Tlak v I.O. < 110% projektovej hodnoty
- Tlak v II.O. < 110% projektovej hodnoty

Kritérium priateľnosti DB-RA1

- Efektívna dávka (pre 2 bloky) < 0.125 mSv/rok za hranicami ochranného pásma

V priebehu analyzovanej iniciačnej udalosti nedochádza k trvalému úniku chladiva cez poistné ventily kompenzátoru objemu, ide o únik obmedzeného množstva primárneho chladiva, ktoré uniká do barbotážnej nádrže a funkcia hermetickej zóny je zachovaná.

Rádiologické následky sú hodnotené na základe výsledkov kapitoly 7.2.1.7 a 7.2.1.12 za predpokladu, že celý objem primárneho chladiva uniká cez poistný ventil KO do hermetickej zóny.

7.2.1.4.1.3 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.

7.2.1.4.1.4 Špecifikácia analyzovaných variantov

Cieľom analýzy uvedenej v tejto kapitole je overiť, že v prípade vzniku iniciačnej udalosti „Chybné uvedenie do činnosti havarijného chladenia aktívnej zóny reaktora“ nenastane porušenie relevantných kritérií priateľnosti DB-T3. Pre ich overenie bol analyzovaný nasledovný variant:

Variant A1

Iniciačná udalosť:	Chybné uvedenie troch VT čerpadiel HSCHZ do činnosti počas prevádzky na výkone.
Jednoduchá porucha:	Nefunkčný PV1 KO
Sledované kritérium priateľnosti:	DB-T3

7.2.1.4.1.5 Počiatočné a okrajové podmienky

V analyzovanom variante boli počiatočné a okrajové podmienky volené tak, aby bola zabezpečená konzervatívnosť dosiahnutých výsledkov z hľadiska sledovaných kritérií priateľnosti.

- Zvýšený výkon reaktora zvyšuje tlak v I.O. a v II.O.
- Pri zníženom tlaku v I.O. a hladine v KO sa do I.O. dodáva väčšie množstvo vody z VTČ.
- Zvýšený prietok cez reaktor zvyšuje tlak v I.O. (v DZK z dôvodu väčších tlakových strát v AZ).
- Znížený tlak v II.O. a nízka hladina v PG vedie k zhoršeniu prestupu tepla z I.O. do II.O. v priebehu procesu.
- Zvýšená teplota NV do PG vedie k horšiemu prestupu tepla z I.O. do II.O.
- Stav AZ bol uvažovaný pre koniec kampane, pretože pre KON je maximum výkonu v hornej časti AZ, čo je konzervatívne z hľadiska chladenia AZ. Pre KON bola zvolená aj koncentrácia H_3BO_3 .
- Maximálna hodnota zvyškového výkonu reaktora vedie k dodávke väčšieho tepelného výkonu do primárneho chladiva po odstavení reaktora.
- Proces je charakteristický poklesom teploty chladiva v AZ. Klesajúca teplota moderátora spôsobí zvyšovanie hustoty moderátora a vnáša sa kladná reaktivita, čím sa zvyšuje výkon reaktora. Preto je zvolená silná spätná väzba koeficientu reaktivity od hustoty moderátora.
- V dôsledku poklesu výkonu klesá aj teplota paliva, čo vnáša kladnú reaktivitu. Preto je zvolená silná spätná väzba koeficientu reaktivity od teploty paliva.
- Koncentrácia bóru v I.O. sa v priebehu havárie zvyšuje dôsledkom činnosti HSCHZ. „Slaby“ koeficient od zmeny koncentrácie bóru vedie k menšiemu poklesu výkonu reaktora.
- Bola zvolená „veľká“ hodnota efektívneho podielu oneskorených neutrónov (β_{ef}) a strednej doby života okamžitých neutrónov (Λ). V kritickej etape procesu výkon klesá, potom je minimálna rýchlosť zmeny výkonu (minimálny pokles výkonu) vtedy, ak je β_{ef} -veľká, Λ -veľká.
- Minimálna hodnota tepelnej vodivosti bola zvolená s cieľom dosiahnuť vyššiu teplotu paliva.
- Minimálna hodnota mernej tepelnej kapacity paliva bola zvolená s cieľom uvoľniť viac tepelnej energie do chladiva.
- Minimálna počiatočná poloha 6. skupiny HRK je zabezpečená maximálna zásoba reaktivity pri vysúvaní HRK pomocou ARM

Tab. 7.2.1.4.1-1 Pripravenosť bezpečnostných systémov

Por. číslo	Systém	Pripravenosť	Poznámka
1	AO1	áno	
2	ESFAS	áno	
3	VTČ		Iniciačná udalosť
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	Jednoduchá porucha PV1 KO
9	PV PG	áno	
10	PS-A PG	áno	
11	RČA PG	áno	
12	RČA NV	áno	

Tab. 7.2.1.4.1-2 Pripravenosť riadiacich systémov

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

Tab. 7.2.1.4.1-3 Jednoduchá porucha

	Variant A1
Jednoduchá porucha	Zlyhanie PV1 KO

Tab. 7.2.1.4.1-4 Strata napájania vlastnej spotreby

	Variant A1
SNVS	Neuvažuje sa

Hodnoty signálov AO1 boli v analyzovaných variantoch nastavené z tak, aby došlo k oddialeniu odstavenia reaktora a dosiahnutiu maximálnych hodnôt tlaku v I.O. a II.O.

Hodnoty signálov ESFAS boli v analyzovaných variantoch nastavené tak, aby došlo k oddialeniu otvorenia PS-A PG a PV KO.

Hodnoty nastavenia poistných a regulačných zariadení boli v analyzovaných variantoch nastavené tak, aby sa dosiahli maximálne hodnoty tlaku v I.O. a II.O.

Minimálna hodnota teploty vody pre VTČ bola zvolená z dôvodu maximalizácie poklesu teploty primárneho chladiva v počiatočnej fáze analyzovaného procesu, ktorá vedie k maximalizácii množstva chladiva dodaného do I.O. z VTČ. Znížená koncentrácia H_3BO_3 pre VTČ vedie k menšiemu nárastu koncentrácie H_3BO_3 v primárnom chladive.

Vo variante A1 bola použitá maximálna charakteristika VT systému, pretože to vedie k maximalizácii množstva chladiva dodaného do I.O.

7.2.1.4.1.6 Popis a rozbor výsledkov a vyhodnotenie kritérií prijateľnosti

7.2.1.4.1.6.1 Popis výsledkov variantu A1

Iniciačnou udalosťou prechodového procesu je nesprávne spustenie všetkých troch VT čerpadiel HSCHZ. Počiatočné a okrajové podmienky boli definované tak, aby sa overilo kritérium DB-T3. Jednoduchou poruchou je nefunkčnosť PV1 KO.

Reaktor bol bezpečne odstavený v 293 s, maximálna hodnota tlaku I.O. bola dosiahnutá v 1075 s, maximálna hodnota tlaku II.O. bola dosiahnutá v 1650 s.

Grafické výsledky sa nachádzajú v Prílohe 01.

7.2.1.4.1.7 Súhrn výsledkov

Vo variante A1 bol analyzovaný proces s iniciačnou udalosťou „Chybné uvedenie do činnosti havarijného chladenia aktívnej zóny reaktora“, ktorá je zaradená do kategórie očakávaných udalostí. Cieľom výpočtov uvedených v tejto kapitole bolo vyhodnotiť najnepriaznivejší prípad z hľadiska overenia kritérií priateľnosti DB-T3.

Priebeh procesu, vyvolaného iniciačnou udalosťou „Chybné uvedenie do činnosti havarijného chladenia aktívnej zóny reaktora“, pri uvažovaní primerane konzervatívnych počiatočných podmienok a nastavení ochranných a regulačných zariadení, je bezpečne zvládnuteľný. V priebehu tohto procesu nedôjde k porušeniu kritérií priateľnosti pre danú kategóriu procesov.

Predložené bezpečnostné analýzy a rozbory, 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 iniciačnej udalosti „Chybné uvedenie do činnosti havarijného chladenia aktívnej zóny reaktora“, zaradenej do kategórie očakávaných udalostí, nenastane porušenie kritérií priateľnosti stanovených pre danú kategóriu procesov.

7.2.1.4.2 Chybná činnosť normálneho systému doplňovania, ktorá zvyšuje množstvo chladiva v primárnom okruhu

7.2.1.4.2.1 Charakteristika procesu

V prípade spustenia NDČ dochádza k nárastu množstva chladiva v primárnom okruhu, čo má v konečnom dôsledku za následok zvýšenie tlaku v I.O. Predpokladá sa, že počas týchto iniciačných udalostí neprebieha vodovýmena a I.O. sa doplňuje vodou z NDČ.

Cieľom analýz uvedených v tejto kapitole je overiť, že v priebehu procesu vyvolaného iniciačnou udalosťou a pri aplikácii konzervatívneho prístupu, nedôjde k narušeniu relevantných kritérií priateľnosti stanovených pre danú kategóriu iniciačných udalostí.

7.2.1.4.2.2 Použité kritériá priateľnosti

Analyzovaná iniciačná udalosť je zaradená do kategórie očakávaných udalostí a je potrebné overiť, že nedôjde k narušeniu kritérií priateľnosti stanovených pre očakávané udalosti. Pre iniciačné udalosti chybnej činnosti normálneho systému doplňovania, sú relevantné nasledovné kritériá priateľnosti:

Kritérium priateľnosti DB-T1

- Minimálna hodnota DNBR > limitná hodnota

V prípade nesprávneho spustenia NDČ s výtlakom prepojeným na systém vstreku do KO dochádza vplyvom vstrekovania relatívne studenej vody do KO ku kondenzácii pary v KO, čo spôsobuje výrazné znižovanie tlaku v PO až do zapôsobenia AO1. Pri súčasnom miernom poklese výkonu reaktora dochádza k zmenšovaniu rezervy do krízy varu (DNBR).

Konzervatívnosť výsledkov z pohľadu overenia kritéria priateľnosti DB-T1 je zabezpečená výberom takých počiatočných a okrajových podmienok, ktoré vedú k maximalizácii poklesu tlaku v PO.

Kritérium priateľnosti DB-T2

- Maximálna teplota paliva < limitná hodnota

Pri iniciačnej udalosti s nesprávnym spustením NDČ s výtlakom prepojeným na satie HCČ, vplyvom dodávky relatívne studenej vody s nulovou koncentráciou H_3BO_3 do PO dochádza k nárastu výkonu generovaného v palive a teplota paliva od počiatku prechodového procesu rastie.

Kritérium priateľnosti DB-T3

- Tlak v I.O. < 110% projektovej hodnoty
- Tlak v II.O. < 110% projektovej hodnoty

Chybnou činnosťou normálneho systému doplňovania sa do I.O. vstrekuje malé množstvo relatívne studenej vody prostredníctvom NDČ, čo spôsobuje nárast primárneho tlaku.

Odôvodnenie výberu počiatočných a okrajových podmienok a ich konkrétné hodnoty použité pre overenie relevantných kritérií priateľnosti sú uvedené v kapitole 7.2.1.4.2.5.

Kritérium priateľnosti DB-RA1

- Efektívna dávka (pre 2 bloky) < 0.125 mSv/rok za hranicami ochranného pásma

V priebehu analyzovanej iniciačnej udalosti nedochádza k trvalému úniku chladiva cez poistné ventily kompenzátoru objemu, , ide o únik obmedzeného množstva primárneho chladiva, ktoré uniká do barbotážnej nádrže a funkcia hermetickej zóny je zachovaná.

Rádiologické následky sú hodnotené na základe výsledkov kapitoly 7.2.1.7 a 7.2.1.12 za predpokladu, že celý objem primárneho chladiva uniká cez poistný ventil KO do hermetickej zóny.

7.2.1.4.2.3 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.

7.2.1.4.2.4 Špecifikácia analyzovaných variantov

Cieľom analýz uvedených v tejto kapitole je overiť, že v prípade vzniku iniciačnej udalosti „Chybná činnosť normálneho systému doplňovania“ nenastane porušenie relevantných kritérií priateľnosti DB-T1, DB-T2 a DB-T3. Pre ich overenie boli analyzované nasledovné varianty:

Variant B1

- Iniciačná udalosť: Nesprávne spustenie dvoch NDČ s prepojením výtlaku na systém vstreku do KO (minimálne DNBR)
- Jednoduchá porucha: Nie je uvažovaná. V priebehu procesu nie je v činnosti žiadny systém, ktorý by ovplyvňoval minimálnu hodnotu DNBR.
- Sledované kritérium prijateľnosti: DB-T1

Variant B2

- Iniciačná udalosť: Nesprávne spustenie dvoch NDČ s prepojením výtlaku na systém vstreku do KO (maximálny tlak v I.O.)
- Jednoduchá porucha: Nefunkčný PV1 KO
- Sledované kritérium prijateľnosti: DB-T3

Variant B3

- Iniciačná udalosť: Nesprávne spustenie dvoch NDČ s prepojením výtlaku na satie HCČ
- Jednoduchá porucha: Nefunkčný PV1 KO
- Sledované kritérium prijateľnosti: DB-T2, DB-T3

7.2.1.4.2.5 Počiatočné a okrajové podmienky

V analyzovanom variante boli počiatočné a okrajové podmienky volené tak, aby bola zabezpečená konzervatívnosť dosiahnutých výsledkov z hľadiska sledovaných kritérií priateľnosti.

- Zvýšený výkon reaktora zvyšuje tlak v I.O. a v II.O.
- **Variant B1** – Nižší tlak I.O. znižuje počiatočnú hodnotu DNBR.
- **Variant B2, B3** – Vyšší tlak I.O. vedie k dosiahnutiu "tvrdšieho" I.O. a vyššieho tlaku I.O.
- Pri vyššej hladine vody v KO sa dosiahne "tvrdší" I.O. a vyšší tlak v I.O.
- **Variant B1** – Znižený prietok cez reaktor spôsobí zníženie počiatočnej hodnoty DNBR
- **Variant B2, B3** – Zvýšený prietok cez reaktor zvyšuje tlak v I.O. (v DZK z dôvodu väčších tlakových strát v AZ).
- **Variant B1** – Zvýšená hodnota tlaku v HPK spôsobí zvýšenie počiatočnej teploty chladiva v I.O. a tým zníženie počiatočnej hodnoty DNBR..
- **Variant B2, B3** – Znížený tlak v HPK vedie k zhoršeniu prestupu tepla z I.O. do II.O.
- Nižšia hladina v PG vedie k zhoršeniu prestupu tepla z I.O. do II.O.
- Teplota chladiva v DZK a v HZK je výsledkom počiatočnej hodnoty tlaku v II.O., prietoku cez reaktor a výkonu reaktora.
- Zvýšená teplota NV do PG vedie k horšiemu prestupu tepla z I.O. do II.O.
- **Variant B1, B2** – Stav AZ bol uvažovaný pre koniec kampane, pretože pre KON je maximum výkonu v hornej časti AZ, čo je konzervatívne z hľadiska chladenia AZ.
- **Variant B3** - Stav aktívnej zóny je vybraný pre začiatok kampane (ZAC), pretože dodávkou vody NDČ s nulovou koncentráciou H_3BO_3 do I.O.
- Maximálna hodnota zvyškového výkonu reaktora vedie k dodávke väčšieho tepelného výkonu do primárneho chladiva po odstavení reaktora.
- **Variant B1, B2** – Proces je charakteristický počiatočným poklesom tlaku v I.O. Klesajúci tlak spôsobí znižovanie hustoty moderátora a vnáša sa záporná reaktivita, čím sa znižuje výkon reaktora. Preto je zvolená slabá spätná väzba koeficientu reaktivity od hustoty moderátora.
- **Variant B3** – Proces je charakteristický poklesom teploty chladiva v AZ. Klesajúca teplota moderátora spôsobí zvyšovanie hustoty moderátora a vnáša sa kladná reaktivita, čím sa zvyšuje výkon reaktora. Preto je zvolená silná spätná väzba koeficientu reaktivity od hustoty moderátora.
- **Variant B1, B2** – V dôsledku poklesu výkonu, klesá aj teplota paliva čo vnáša kladnú reaktivitu. Preto je zvolená silná spätná väzba koeficientu reaktivity od teploty paliva.
- **Variant B3** – V dôsledku nárastu výkonu, stúpa aj teplota paliva čo vnáša zápornú reaktivitu. Preto je zvolená slabá spätná väzba koeficientu reaktivity od teploty paliva.
- Pre koeficient reaktivity od koncentrácie bóru je zvolená silná spätná väzba, pretože dodávkou vody NDČ s nulovou koncentráciou H_3BO_3 do I.O. klesá koncentrácia H_3BO_3 v I.O.

- **Variant B1, B2** – Veľká“ hodnota efektívneho podielu oneskorených neutrónov (β_{ef}) a strednej doby života okamžitých neutrónov (Λ). V kritickej etape procesu výkon klesá, potom je minimálna rýchlosť zmeny výkonu (minimálny pokles výkonu) vtedy, ak je β_{ef} -veľká, Λ -veľká.
- **Variant B3** – „Malá“ hodnota efektívneho podielu oneskorených neutrónov (β_{ef}) a strednej doby života okamžitých neutrónov (Λ). V kritickej etape procesu výkon rastie, potom je maximálna rýchlosť zmeny výkonu (maximálny rast výkonu) vtedy, ak je β_{ef} -malá, Λ -malá..
- Minimálna hodnota tepelnej vodivosti bola zvolená s cieľom dosiahnuť vyššiu teplotu paliva.
- Minimálna hodnota mernej tepelnej kapacity paliva bola zvolená s cieľom uvoľniť viac tepelnej energie do chladiva.
- Minimálna počiatočná poloha 6. skupiny HRK je zabezpečená maximálna zásoba reaktivity pri vysúvaní HRK pomocou ARM
- **Variant B1** – Minimálna hodnota prestupu tepla v PG zvyšuje počiatočnú teplotu chladiva v I.O.
- **Variant B2, B3** – Nominálna hodnota prestupu tepla v PG znižuje počiatočnú teplotu chladiva v I.O.

Tab. 7.2.1.4.2-1 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	Jednoduchá porucha PV1 KO
9	PV PG	áno	
10	PS-A PG	áno	
11	RČA PG	áno	
12	RČA NV	áno	

Tab. 7.2.1.4.2-2 Pripravenosť riadiacich systémov

Por. číslo	Systém	Pripravenosť	Poznámka
1	RLS	Nie	
2	RCS	Nie	
3	Regulátor turbín	Nie	
4	Vstreky do KO	Nie	
5	EOKO	Nie	
6	NDČ	Nie	Iniciačná udalosť
7	HNČ	Nie	
8	OV KO	Nie	
9	RZV TG	Áno	
10	RV TG	Nie	
11	HPU k TG	Nie	

Por. číslo	Systém	Pripravenosť	Poznámka
12	SA HPK	Nie	
13	PSK	Nie	

Tab. 7.2.1.4.2-3 Jednoduchá porucha

	Variant B1	Variant B2	Variant B3
Jednoduchá porucha	Neuvažuje sa	Zlyhanie PV1 KO	Zlyhanie PV1 KO

Tab. 7.2.1.4.2-4 Strata napájania vlastnej spotreby

	Variant B1	Variant B2	Variant B3
SNVS	Neuvažuje sa	Neuvažuje sa	Neuvažuje sa

Hodnoty signálov AO1 boli v analyzovaných variantoch nastavené z tak, aby došlo k oddialeniu odstavenia reaktora a dosiahnutiu maximálnych hodnôt tlaku v I.O. a II.O.

Hodnoty signálov ESFAS boli v analyzovaných variantoch nastavené tak, aby došlo k oddialeniu otvorenia PS-A PG a PV KO.

Hodnoty nastavenia poistných a regulačných zariadení boli v analyzovaných variantoch nastavené tak, aby sa dosiahli maximálne hodnoty tlaku v I.O. a II.O.

- Vo variantoch B1, B2 a B3 bola použitá maximálna charakteristika NDČ
- Teplota vody doplňanej do I.O. systémom normálneho doplňovania je 30 °C

Minimálna hodnota teploty vody pre VTČ bola zvolená z dôvodu maximalizácie poklesu teploty primárneho chladiva v počiatočnej fáze analyzovaného procesu, ktorá vedie k maximalizácii množstva chladiva dodaného do I.O. z VTČ. Znížená koncentrácia H_3BO_3 pre VTČ vedie k menšiemu nárastu koncentrácie H_3BO_3 v primárnom chladive.

Vo variantoch B1 a B2 bola použitá maximálna charakteristika VT systému, pretože to vedie k maximalizácii množstva chladiva dodaného do I.O.

7.2.1.4.2.6 Popis a rozbor výsledkov a vyhodnotenie kritérií priateľnosti

7.2.1.4.2.6.1 Popis výsledkov variantov B1 a B2

Iniciačnou udalosťou je nesprávne spustenie dvoch NDČ s prepojením výtlaku na systém vstreku do KO. Počiatočné a okrajové podmienky boli definované tak, aby sa overilo kritérium DB-T1 (variant B1) a DB-T3 (variant B2). Jednoduchou poruchou je nefunkčnosť PV1 KO (variant B2).

Vo variante B1 bol reaktor bezpečne odstavený v 101 s, minimálna hodnota DNBR bola dosiahnutá v 103 s, maximálna hodnota tlaku v I.O. v 391 s a maximálna hodnota tlaku v II.O. v 170 s.

Vo variante B2 bol reaktor bezpečne odstavený v 110 s, minimálna hodnota DNBR bola dosiahnutá v 113 s, maximálna hodnota tlaku v I.O. v 420 s a maximálna hodnota tlaku v II.O. v 810 s.

Grafické výsledky sa nachádzajú v Prílohe 02 a 03.

7.2.1.4.2.6.2 Popis výsledkov variantu B3

Iniciačnou udalosťou je nesprávne spustenie dvoch NDČ s prepojením výtlaku na satie HCČ. Počiatočné a okrajové podmienky boli definované tak, aby sa overilo kritérium priateľnosti DB-T2 and DB-T3. Kritérium priateľnosti DB-T1 nebolo analyzované, pretože ako je vidieť z obrázku priebehu minimálnej hodnoty DNBR v AZ v Prílohe 04, po iniciačnej udalosti je hodnota DNBR konštantná aj keď výkon reaktora rastie. Konzervatívne počiatočné podmienky by znížili iba počiatočnú hodnotu DNBR a nie priebeh DNBR po iniciačnej udalosti. Z pohľadu hodnotenia kritéria priateľnosti DB-T1 je pre túto skupinu iniciačných udalostí konzervatívnejšia udalosť nesprávne spustenie dvoch čerpadiel normálneho systému doplňovania s prepojením výtlaku na systém vstreku do KO, ktorá je analyzovaná variantom B1.

Vo variante B3 bol reaktor bezpečne odstavený v 24 s, maximálna hodnota tlaku v I.O. v 513 s a maximálna hodnota tlaku v II.O. v 513 s.

Grafické výsledky sa nachádzajú v Prílohe 04.

7.2.1.4.2.7 Súhrn výsledkov

Vo variantoch B1, B2 a B3 bol analyzovaný proces s iniciačnou udalosťou „Chybná činnosť“ normálneho systému doplňovania, ktorá zvyšuje množstvo chladiva v primárnom okruhu“, ktorá je zaradená do kategórie očakávaných udalostí. Cieľom výpočtov uvedených v tejto kapitole bolo vyhodnotiť najnepriaznivejší prípad z hľadiska overenia kritérií priateľnosti DB-T1, DB-T2 a DB-T3

Priebeh procesu, vyvolaného iniciačnou udalosťou „Chybná činnosť“ normálneho systému doplňovania, ktorá zvyšuje množstvo chladiva v primárnom okruhu“, pri uvažovaní primerane konzervatívnych počiatočných podmienok a nastavení ochranných a regulačných zariadení, je bezpečne zvládnuteľný. V priebehu tohto procesu nedôjde k porušeniu kritérií priateľnosti pre danú kategóriu procesov.

Predložené bezpečnostné analýzy a rozbory, vykonné 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 iniciačnej udalosti „Chybná činnosť“ normálneho systému doplňovania, ktorá zvyšuje množstvo chladiva v primárnom okruhu“, zaradenej do kategórie očakávaných udalostí, nenastane porušenie kritérií priateľnosti 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, PNM34361102, rev. 03, apríl 2013.

II Legislatívne dokumenty (zákony, vyhlášky, normy, dokumenty MAAE, apod.)

- [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] Zákon NR SR č. 541/2004 Z. z. o mierovom využívaní jadrovej energie (Atómový zákon) a o zmene a doplnení niektorých zákonov.
- [II.4] 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.5] 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.6] 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 Manuál, NUREG/CR-5535-Vol. I.-VII.
- [III.2] PAA-22-BSMO34-kap7-2-1-4, Interný dokument VUJE, 2013.

ZOZNAM PRÍLOH

- Príloha 01 Variant A1 - Chybné uvedenie troch VT čerpadiel HSCHZ do činnosti počas prevádzky na výkone
- Príloha 02 Variant B1 - Nesprávne spustenie dvoch NDČ s prepojením výtlaku na systém vstreku do KO (minimálne DNBR)
- Príloha 03 Variant B2 - Nesprávne spustenie dvoch NDČ s prepojením výtlaku na systém vstreku do KO (maximálny tlak v I.O.)
- Príloha 04 Variant B3 - Nesprávne spustenie dvoch NDČ s prepojením výtlaku na satie HCČ

ZOZNAM TABULIEK

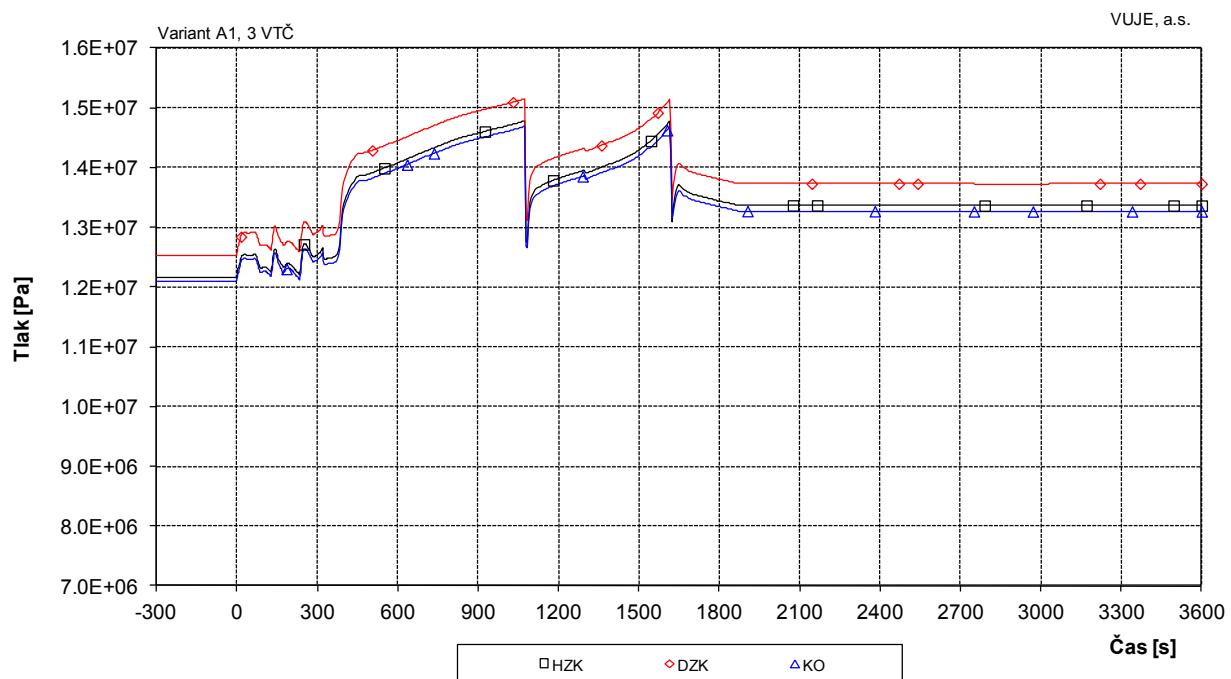
Tab. 7.2.1.4.1-1 Pripravenosť bezpečnostných systémov	8
Tab. 7.2.1.4.1-2 Pripravenosť riadiacich systémov	8
Tab. 7.2.1.4.1-3 Jednoduchá porucha	8
Tab. 7.2.1.4.1-4 Strata napájania vlastnej spotreby	8
Tab. 7.2.1.4.2-1 Pripravenosť bezpečnostných systémov	15
Tab. 7.2.1.4.2-2 Pripravenosť riadiacich systémov	15
Tab. 7.2.1.4.2-3 Jednoduchá porucha	16
Tab. 7.2.1.4.2-4 Strata napájania vlastnej spotreby	16

Príloha č. 01

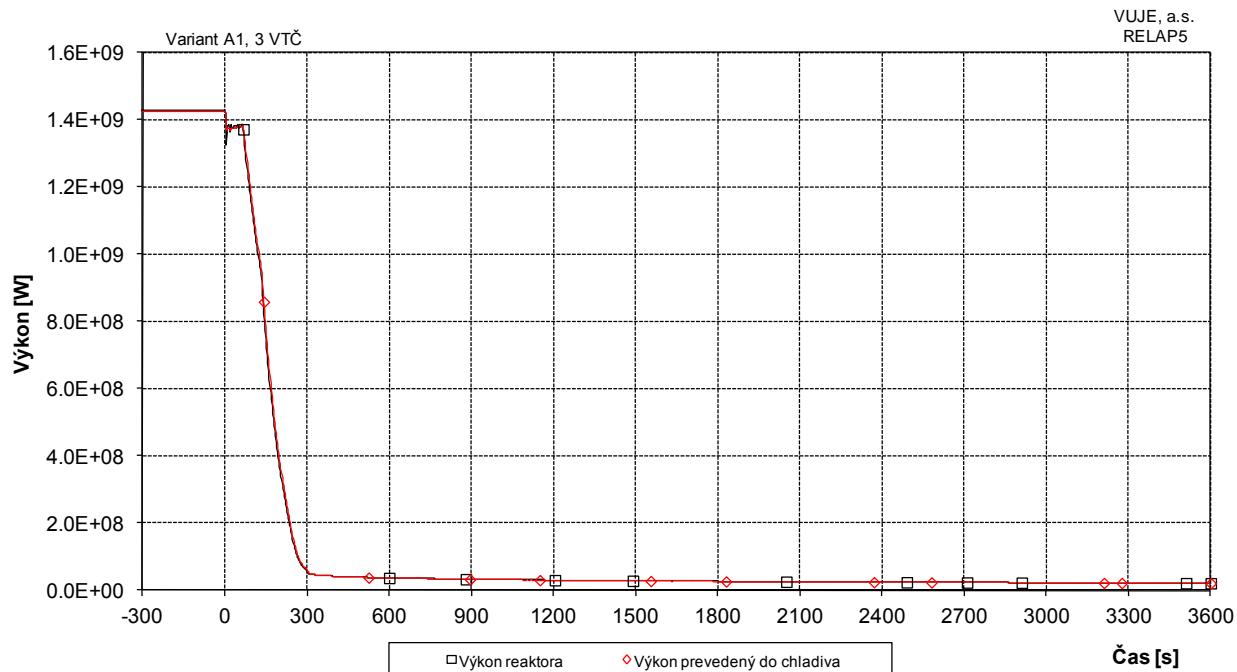
- 7.2.1.4.1 Chybné uvedenie do činnosti havarijného chladenia aktívnej zóny reaktora**
- Scenár A1 Chybné uvedenie troch vysokotlakových čerpadiel HSCHZ do činnosti počas prevádzky na výkone**

ZOZNAM OBRÁZKOV

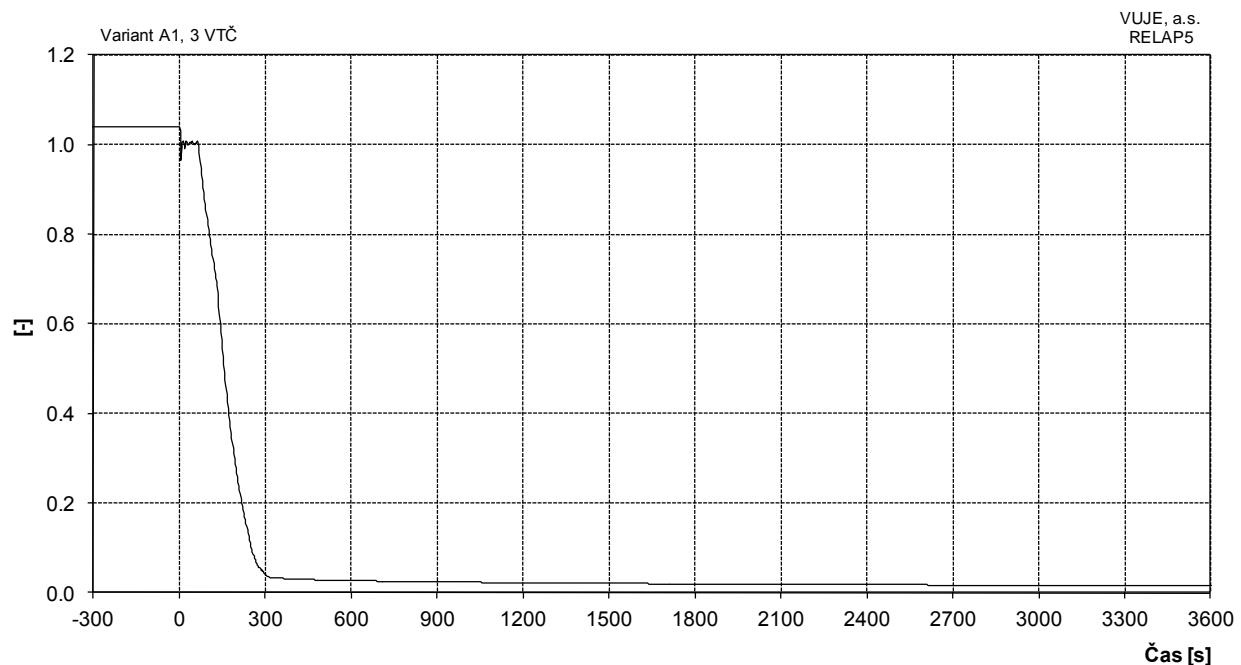
Obr. 7.2.1.4.1-A1-1:	Tlak v I.O.	2
Obr. 7.2.1.4.1-A1-2:	Výkon reaktora	2
Obr. 7.2.1.4.1-A1-3:	Pomerný výkon reaktora	3
Obr. 7.2.1.4.1-A1-4:	Poloha HRK.....	3
Obr. 7.2.1.4.1-A1-5:	Celková reaktivita	4
Obr. 7.2.1.4.1-A1-6:	Teplota chladiva v TNR.....	4
Obr. 7.2.1.4.1-A1-7:	Teplota chladiva na vstupe do TNR	5
Obr. 7.2.1.4.1-A1-8:	Teplota chladiva na výstupe z TNR.....	5
Obr. 7.2.1.4.1-A1-9:	Maximálna teplota pokrycia a teplota chladiva na výstupe z AZ.....	6
Obr. 7.2.1.4.1-A1-10:	Maximálna teplota paliva	6
Obr. 7.2.1.4.1-A1-11:	Podchladenie na výstupe z reaktora	7
Obr. 7.2.1.4.1-A1-12:	Celková hladina v KO	7
Obr. 7.2.1.4.1-A1-13:	Hmotnostný prietok chladiva na výstupe z TNR	8
Obr. 7.2.1.4.1-A1-14:	Doplňovanie do I.O.	8
Obr. 7.2.1.4.1-A1-15:	Integrál doplnenia do I.O.	9
Obr. 7.2.1.4.1-A1-16:	Minimálna hodnota DNBR v AZ	9
Obr. 7.2.1.4.1-A1-17:	Celkový prietok cez ventily vstreku do KO	10
Obr. 7.2.1.4.1-A1-18:	Prietok chladiva cez poistné ventily KO	10
Obr. 7.2.1.4.1-A1-19:	Integrál prietoku chladiva cez poistné ventily KO	11
Obr. 7.2.1.4.1-A1-20:	Hmotnosť chladiva v I.O.	11
Obr. 7.2.1.4.1-A1-21:	Tlak v parovode	12
Obr. 7.2.1.4.1-A1-22:	Celková hladina v PG	12
Obr. 7.2.1.4.1-A1-23:	Celkový prietok napájacej vody do PG.....	13
Obr. 7.2.1.4.1-A1-24:	Prietok pary z PG.....	13
Obr. 7.2.1.4.1-A1-25:	Prietok pary cez PS-A na parovodoch	14
Obr. 7.2.1.4.1-A1-26:	Prietok pary do TG.....	14
Obr. 7.2.1.4.1-A1-27:	Integrál prietoku pary cez PS-A PG	15



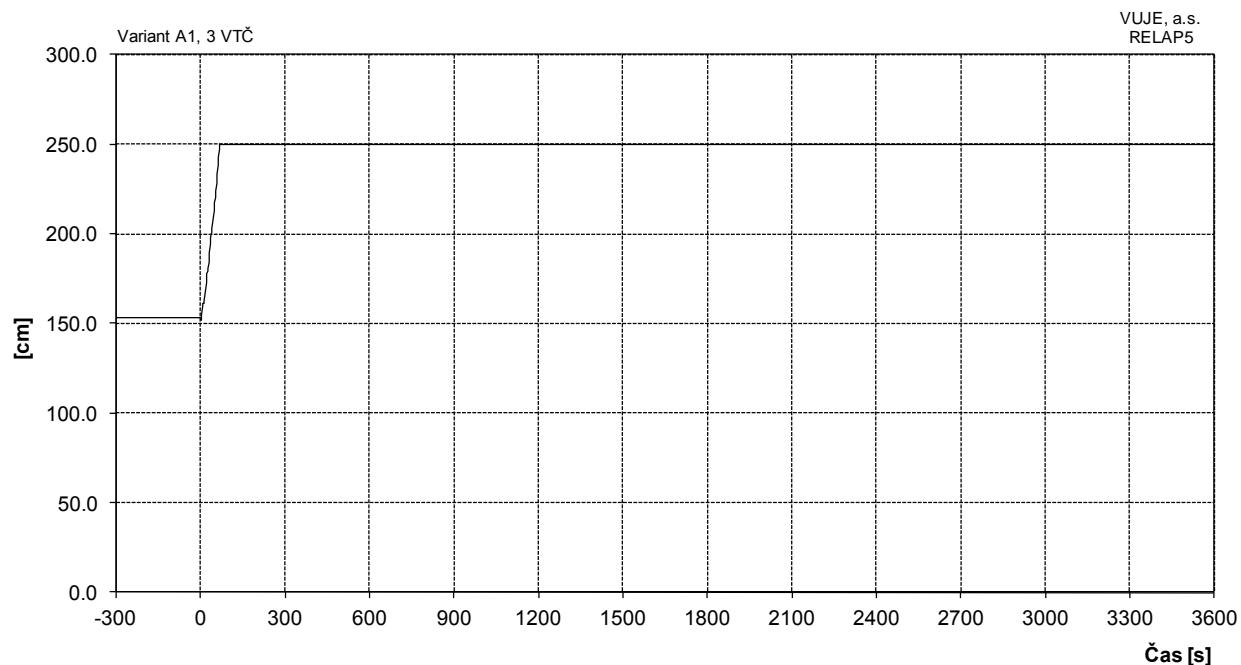
Obr. 7.2.1.4.1-A1-1: Tlak v I.O.



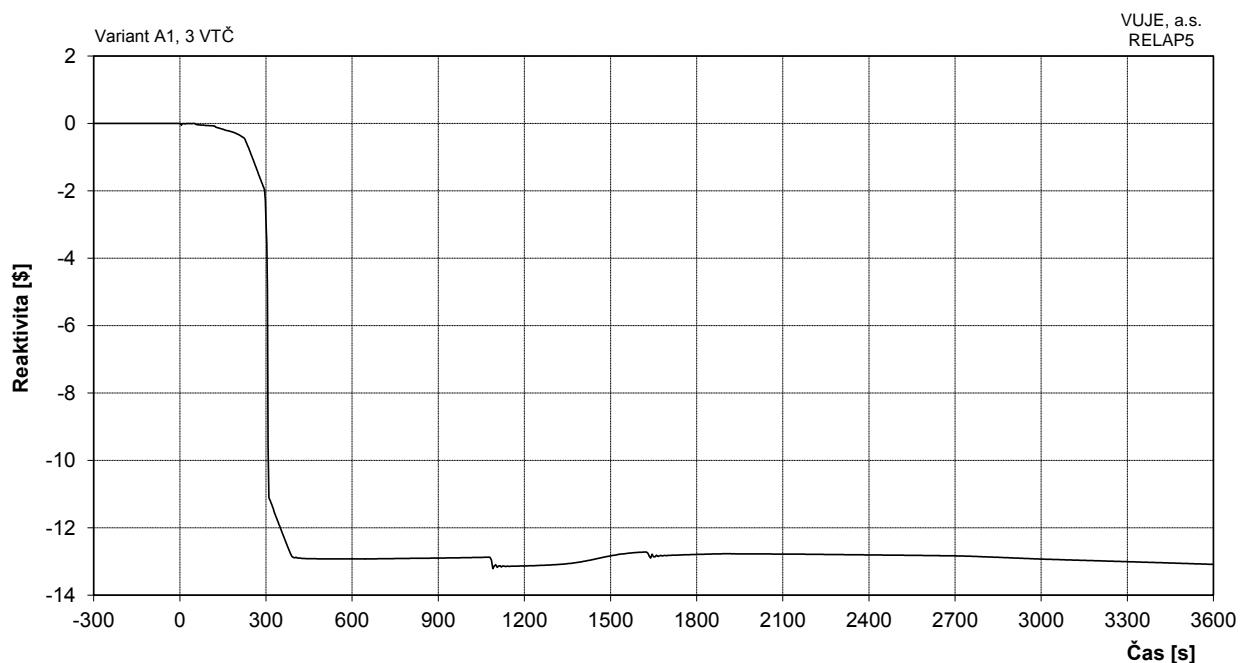
Obr. 7.2.1.4.1-A1-2: Výkon reaktora



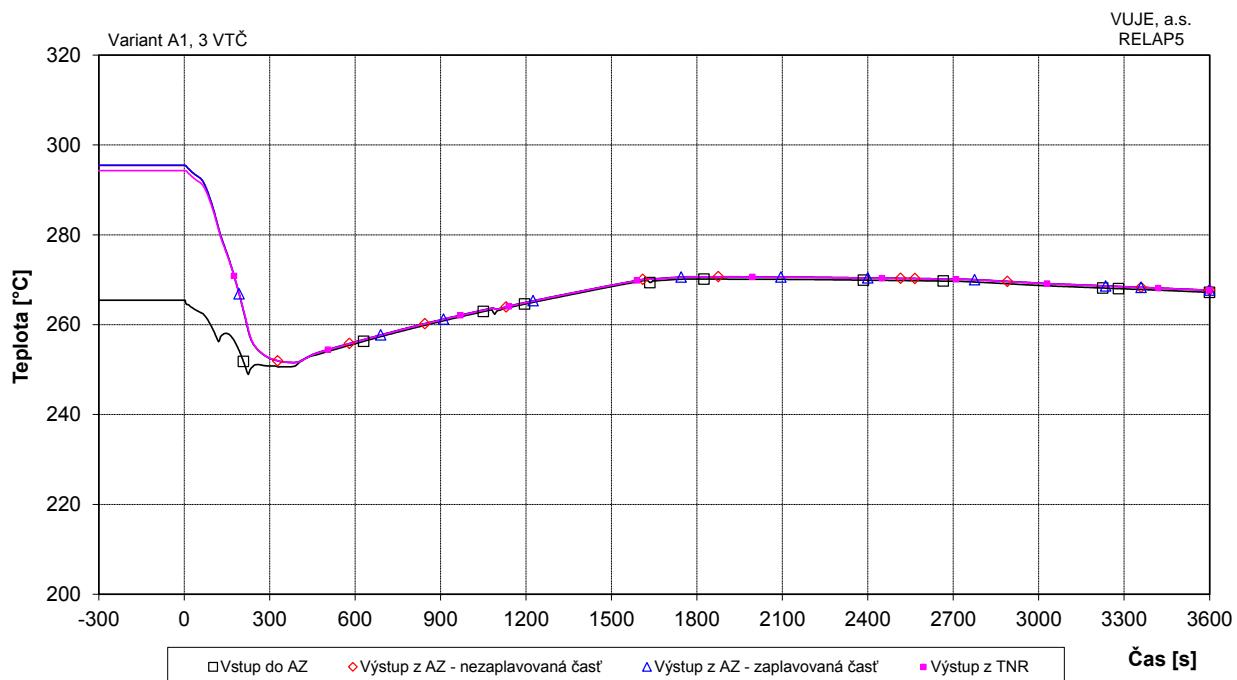
Obr. 7.2.1.4.1-A1-3: Pomerný výkon reaktora



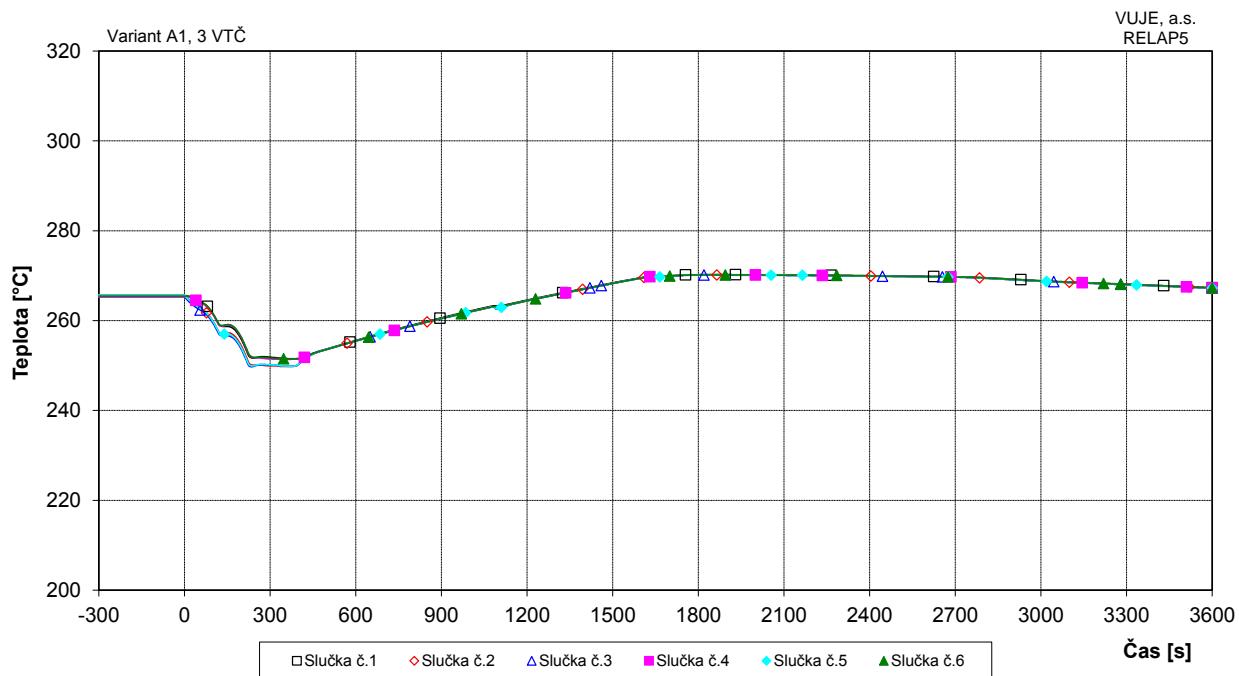
Obr. 7.2.1.4.1-A1-4: Poloha HRK



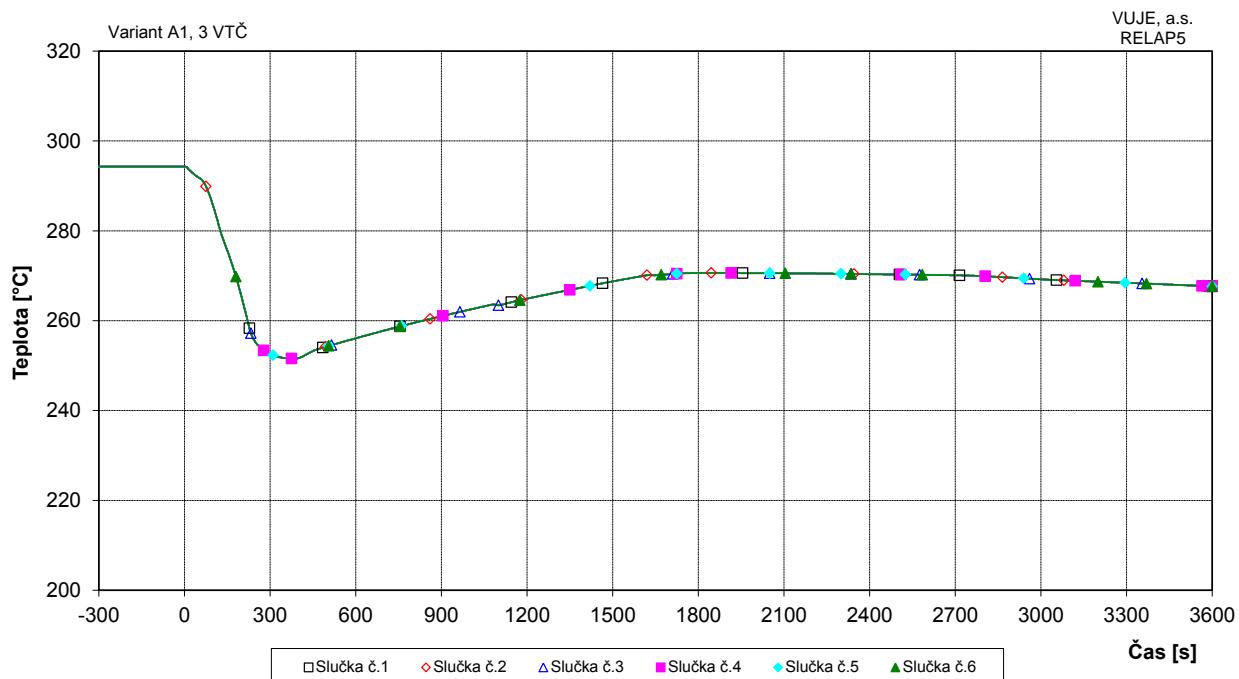
Obr. 7.2.1.4.1-A1-5: Celková reaktivita



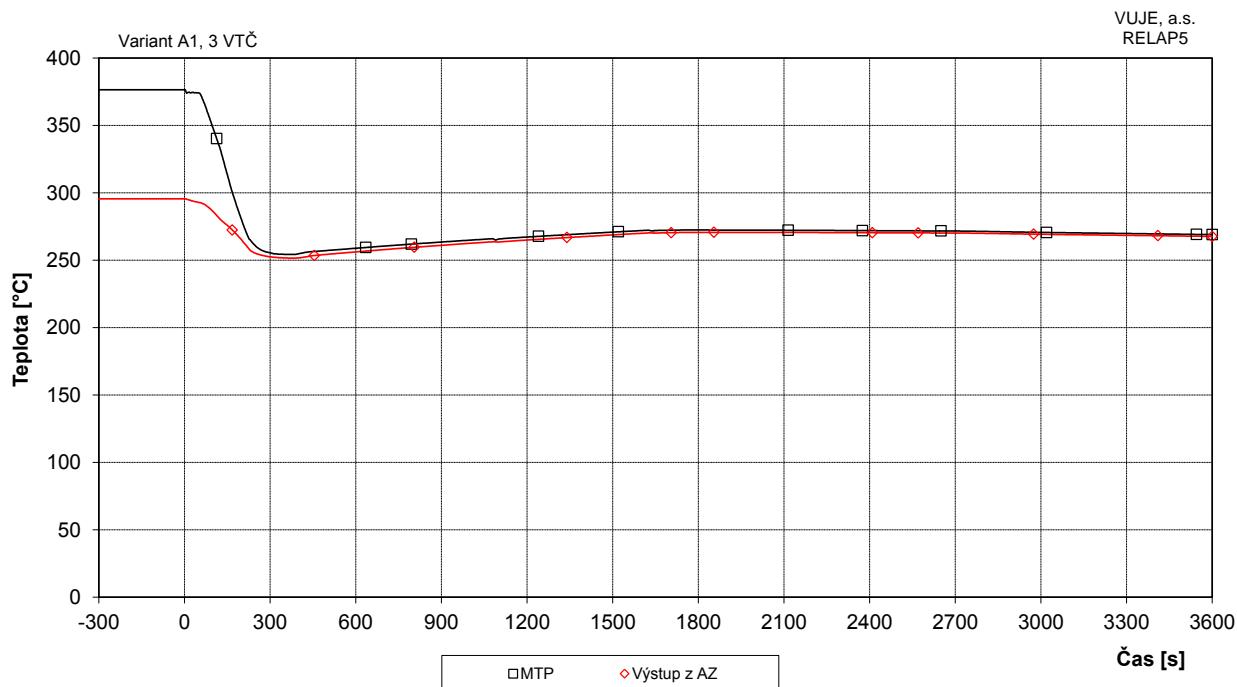
Obr. 7.2.1.4.1-A1-6: Teplota chladiva v TNR



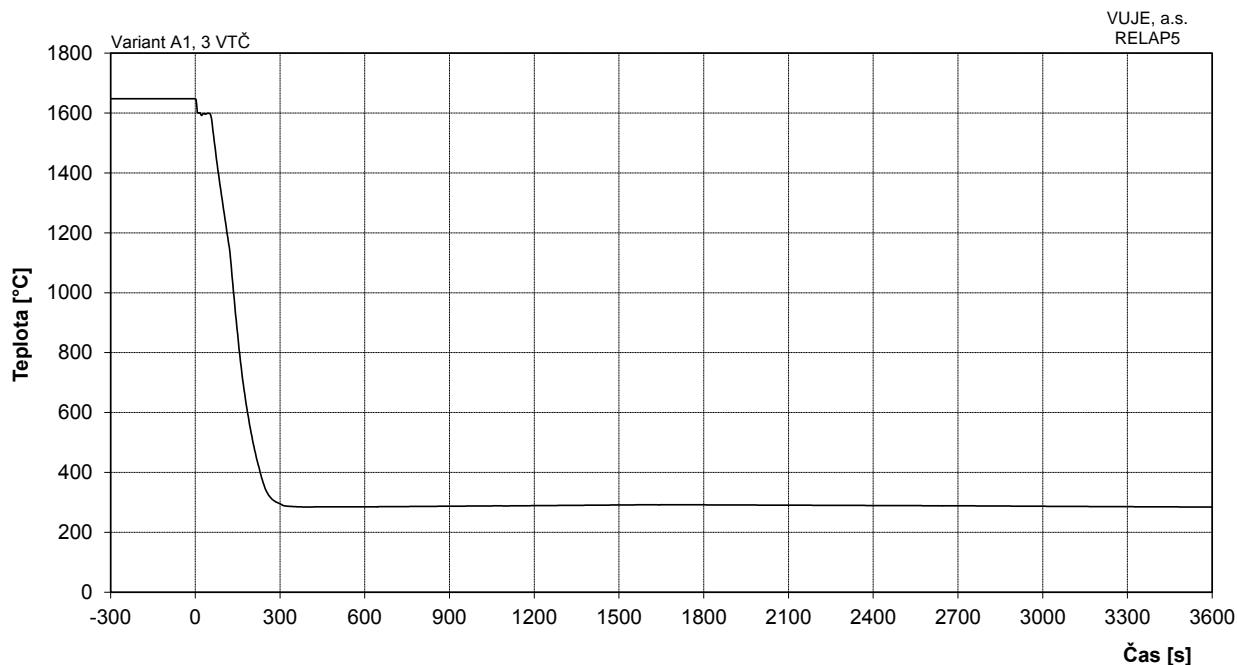
Obr. 7.2.1.4.1-A1-7: Teplota chladiva na vstupu do TNR



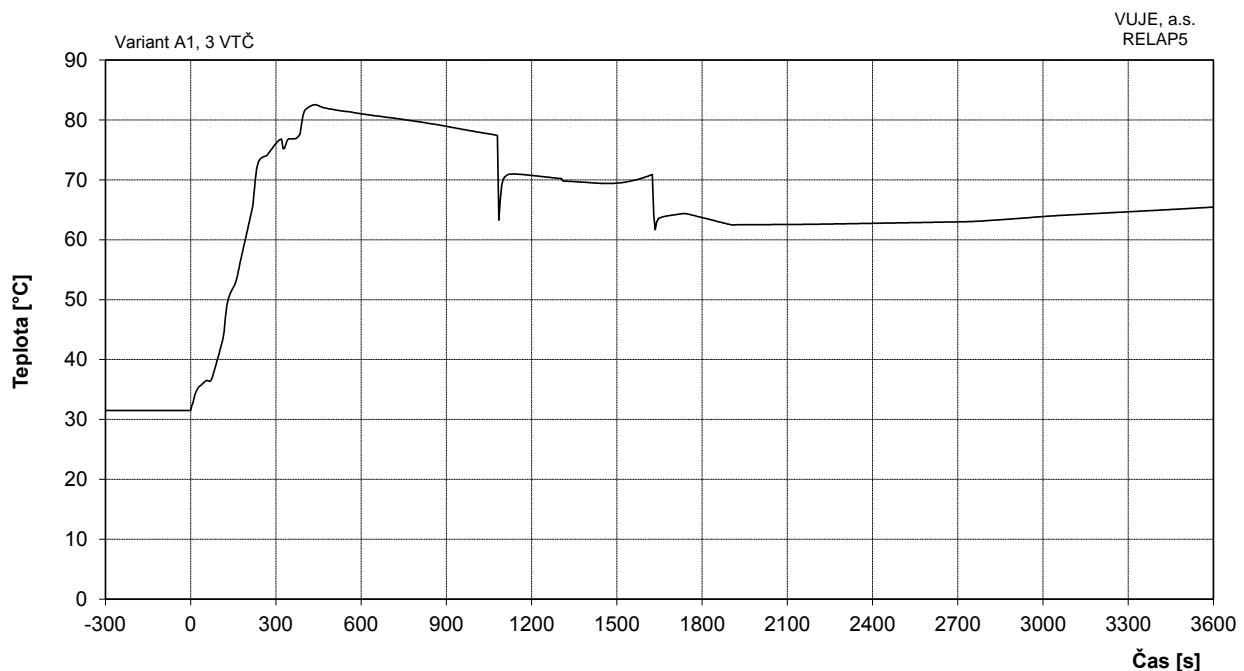
Obr. 7.2.1.4.1-A1-8: Teplota chladiva na výstupu z TNR



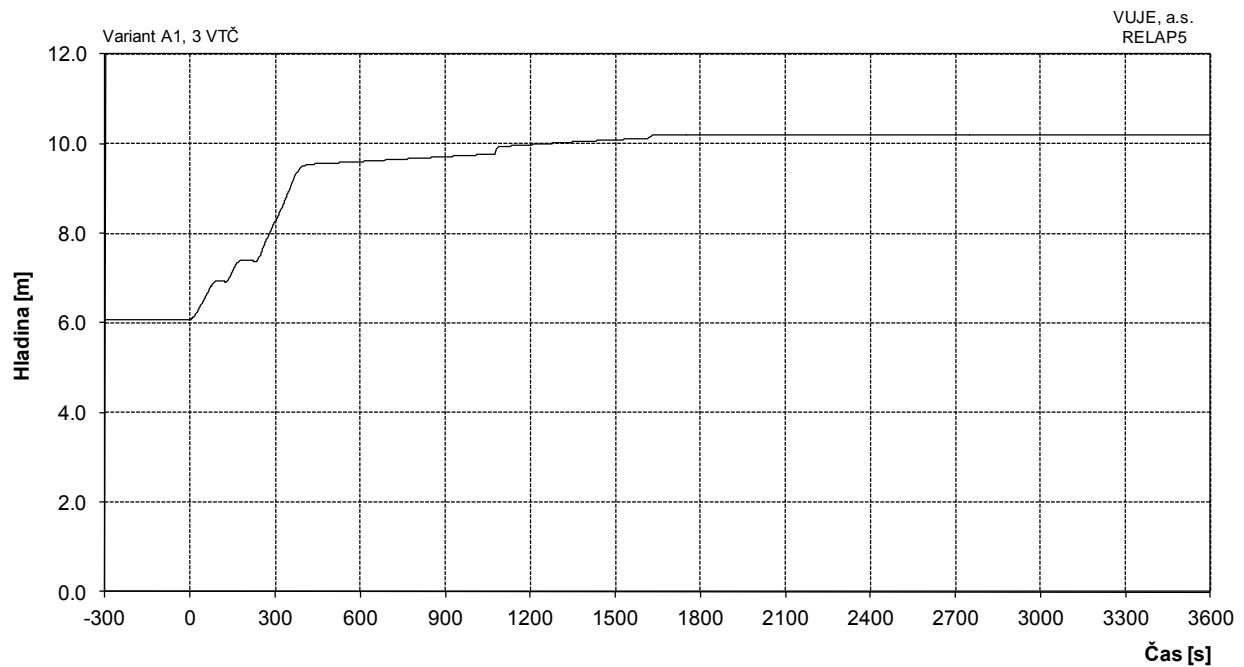
Obr. 7.2.1.4.1-A1-9: Maximálna teplota pokrycia a teplota chladiva na výstupe z AZ



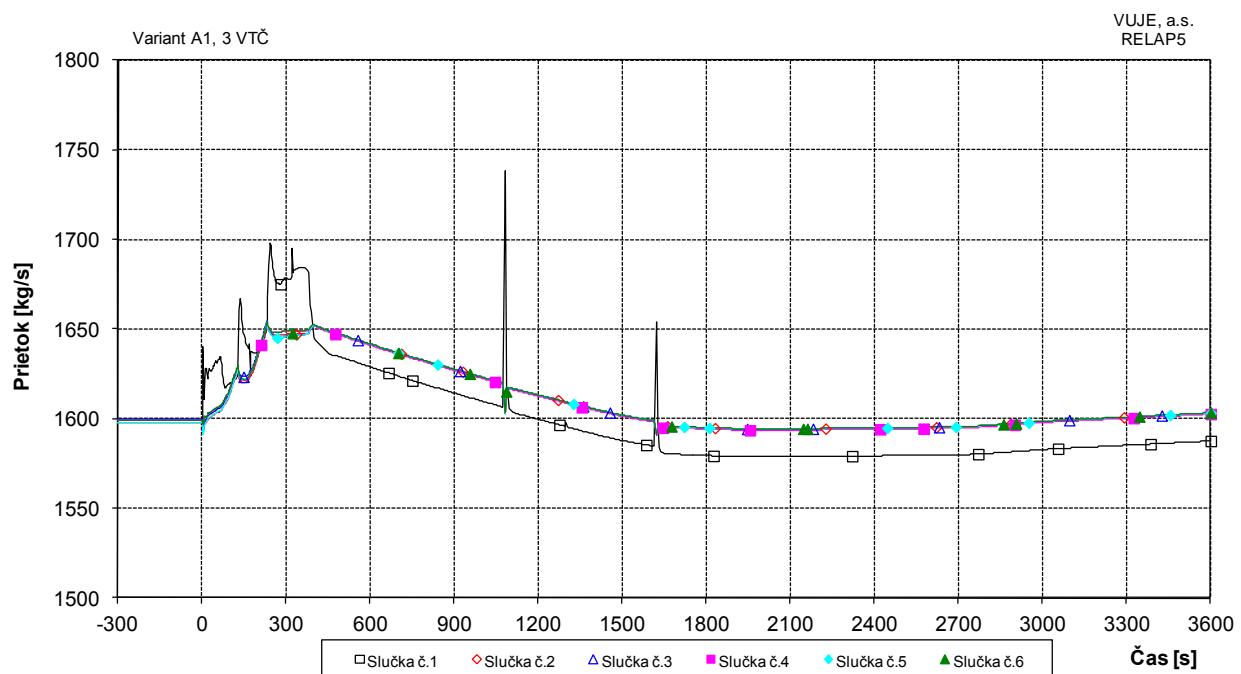
Obr. 7.2.1.4.1-A1-10: Maximálna teplota paliva



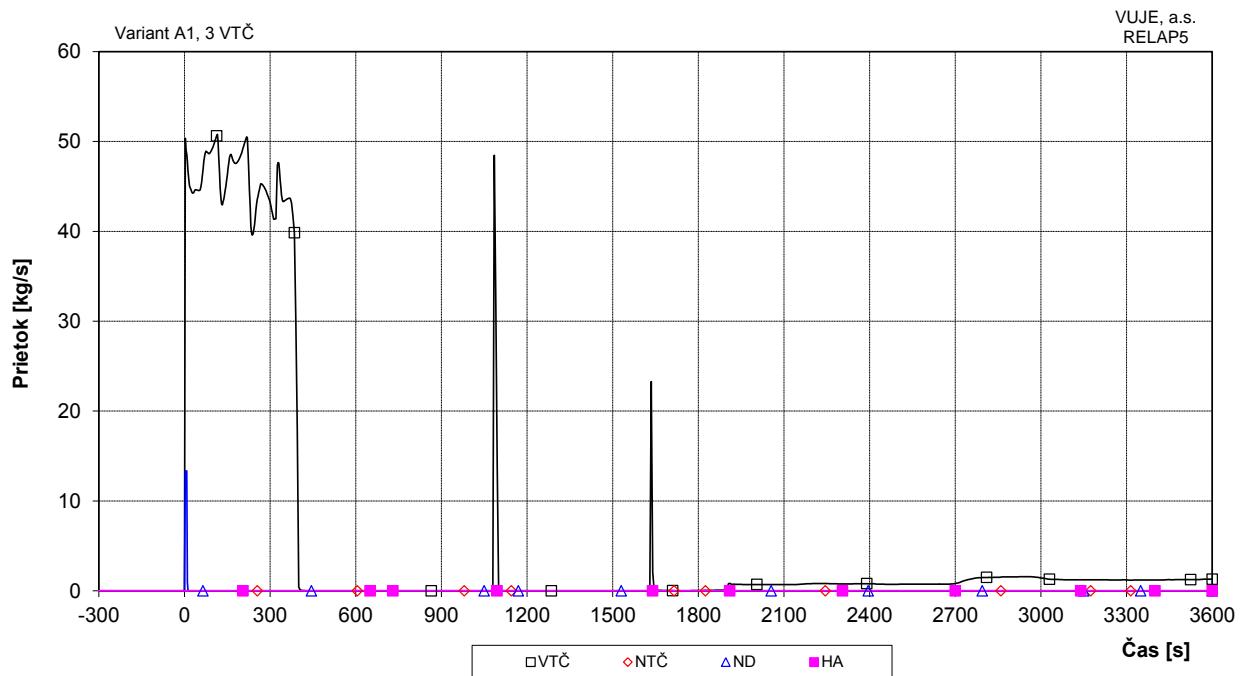
Obr. 7.2.1.4.1-A1-11: Podchladenie na výstupe z reaktora



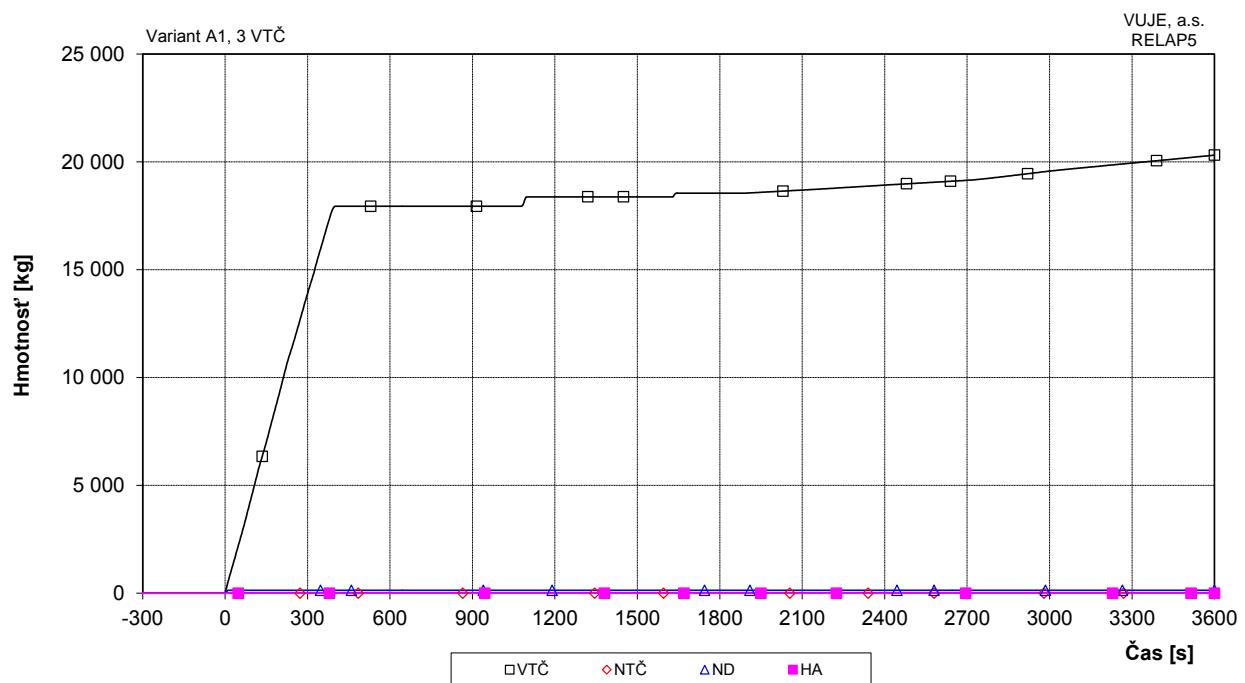
Obr. 7.2.1.4.1-A1-12: Celková hladina v KO



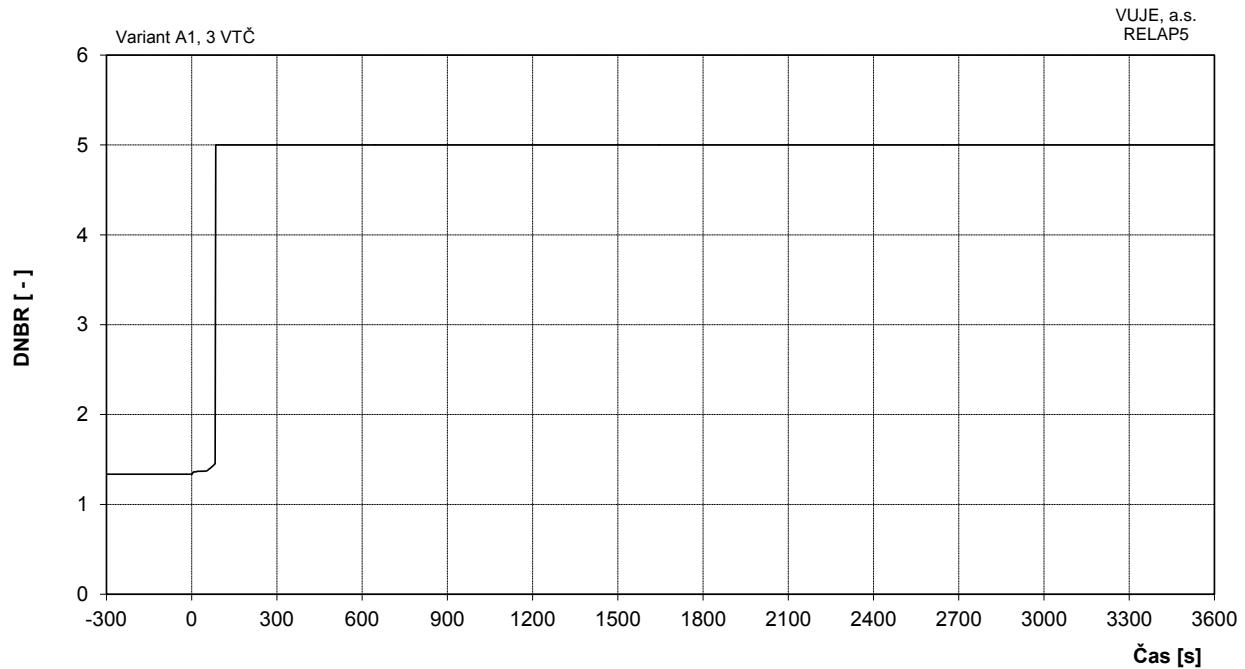
Obr. 7.2.1.4.1-A1-13: Hmotnostný prietok chladiva na výstupe z TNR



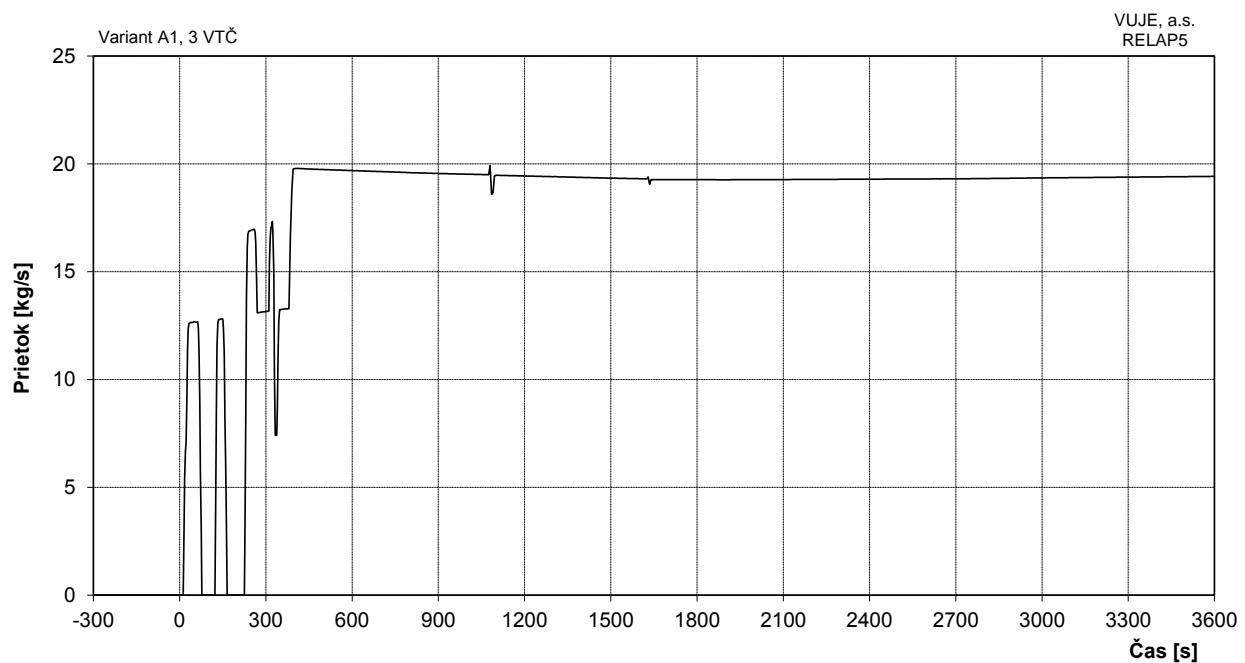
Obr. 7.2.1.4.1-A1-14: Doplňovanie do I.O.



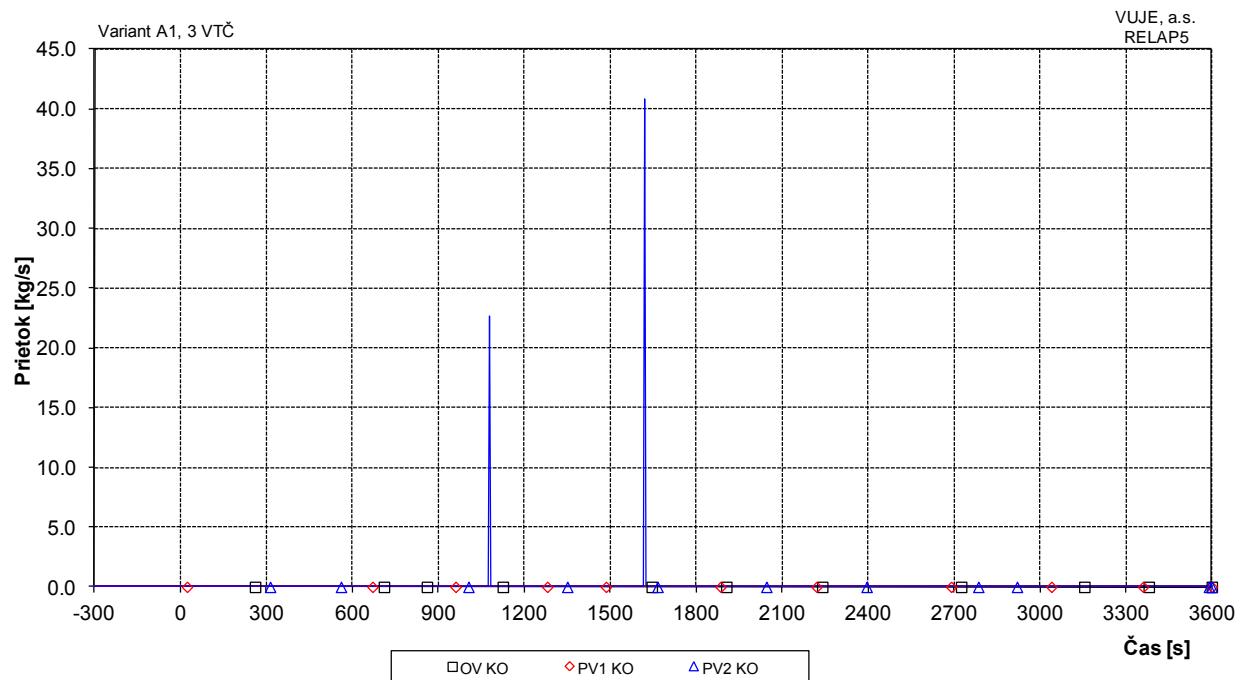
Obr. 7.2.1.4.1-A1-15: Integrál doplňovania do I.O.



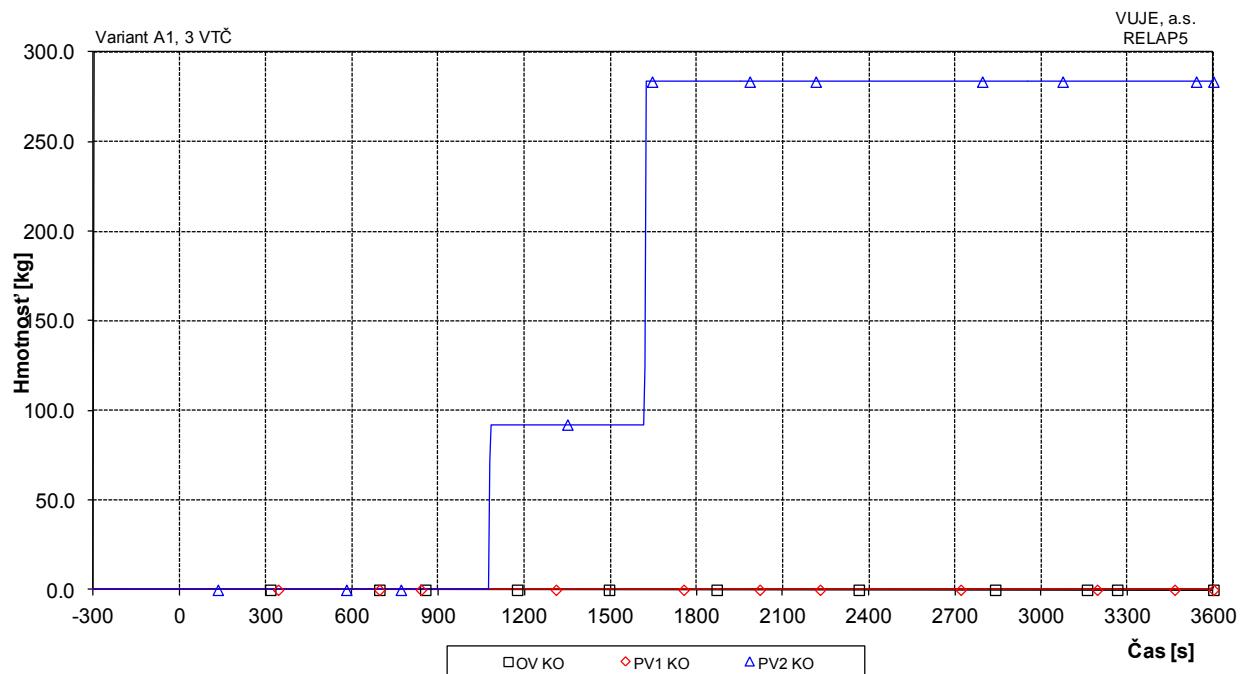
Obr. 7.2.1.4.1-A1-16: Minimálna hodnota DNBR v AZ



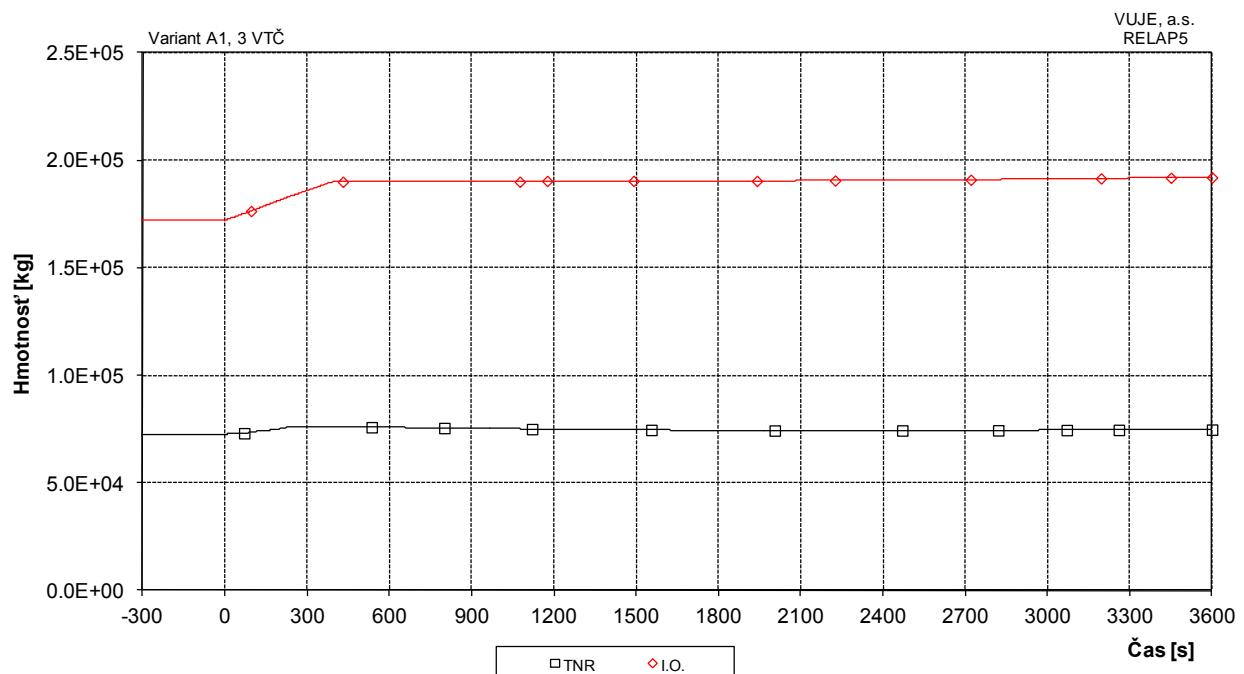
Obr. 7.2.1.4.1-A1-17: Celkový prietok cez ventily vstreku do KO



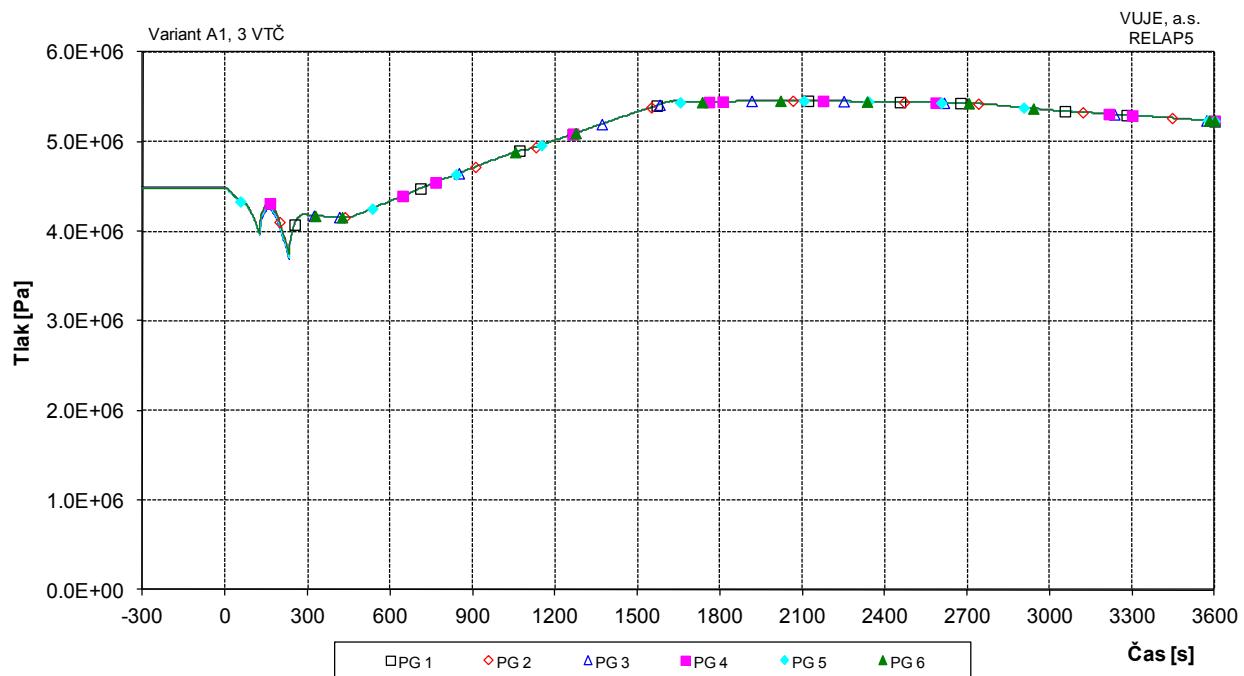
Obr. 7.2.1.4.1-A1-18: Prietok chladiva cez pojistné ventily KO



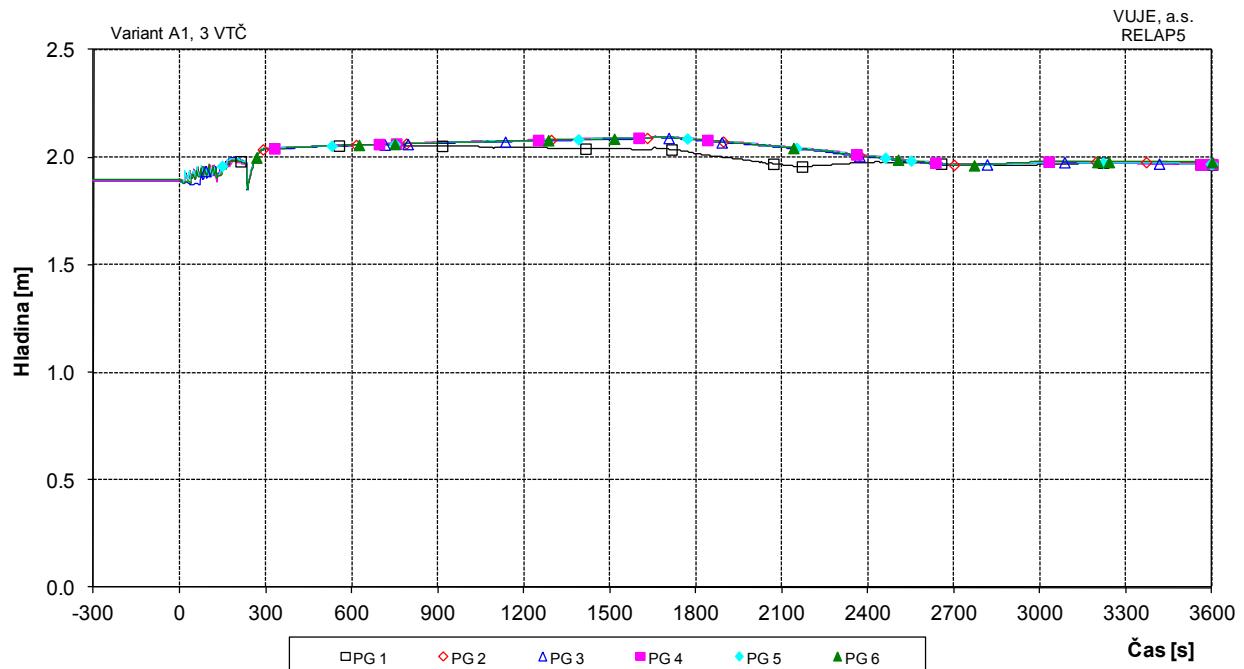
Obr. 7.2.1.4.1-A1-19: Integrál prietoku chladiva cez pojistné ventily KO



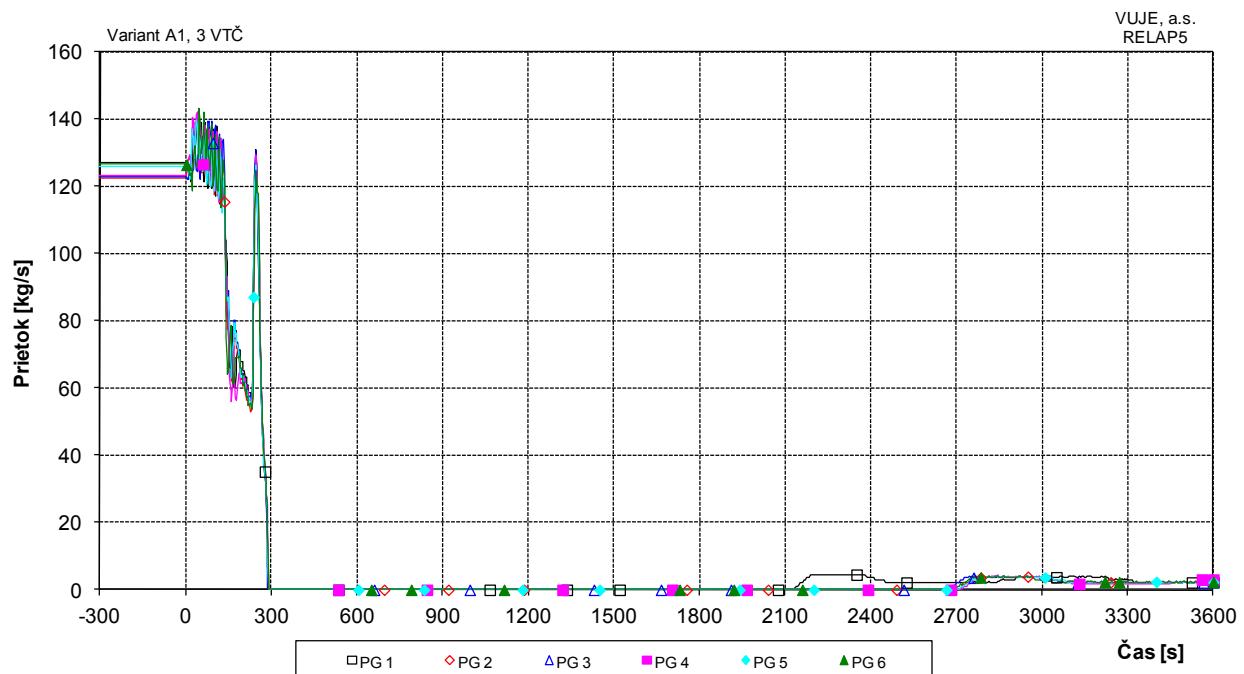
Obr. 7.2.1.4.1-A1-20: Hmotnosť chladiva v I.O.



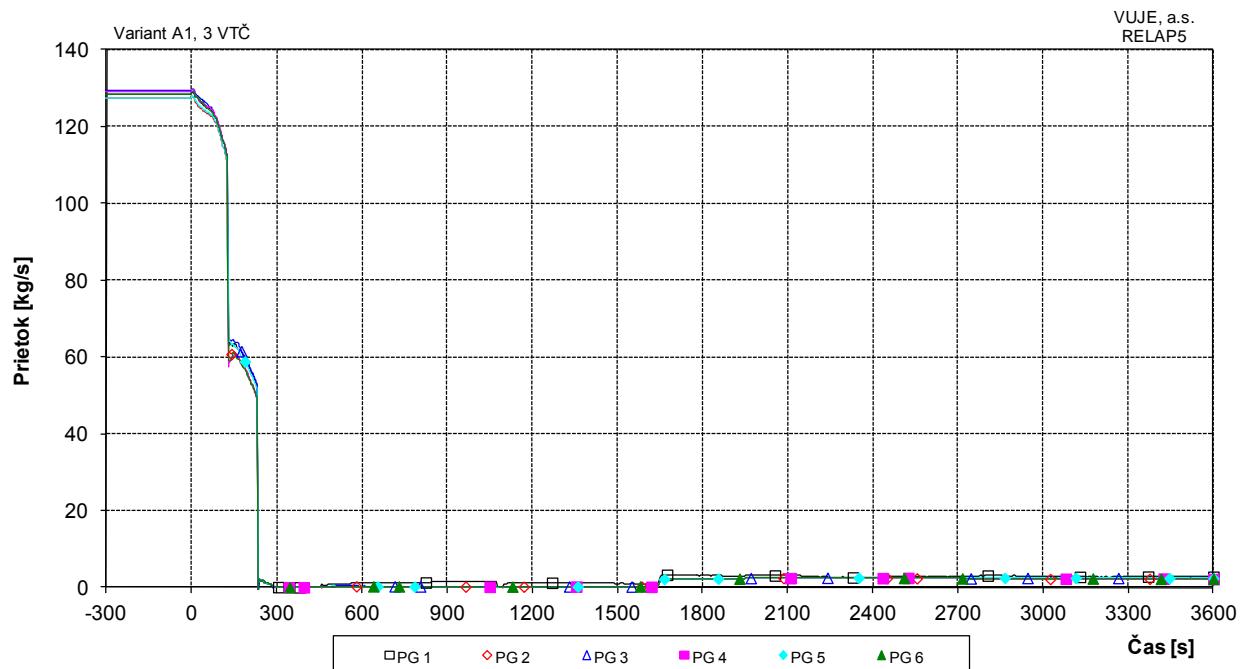
Obr. 7.2.1.4.1-A1-21: Tlak v parovode



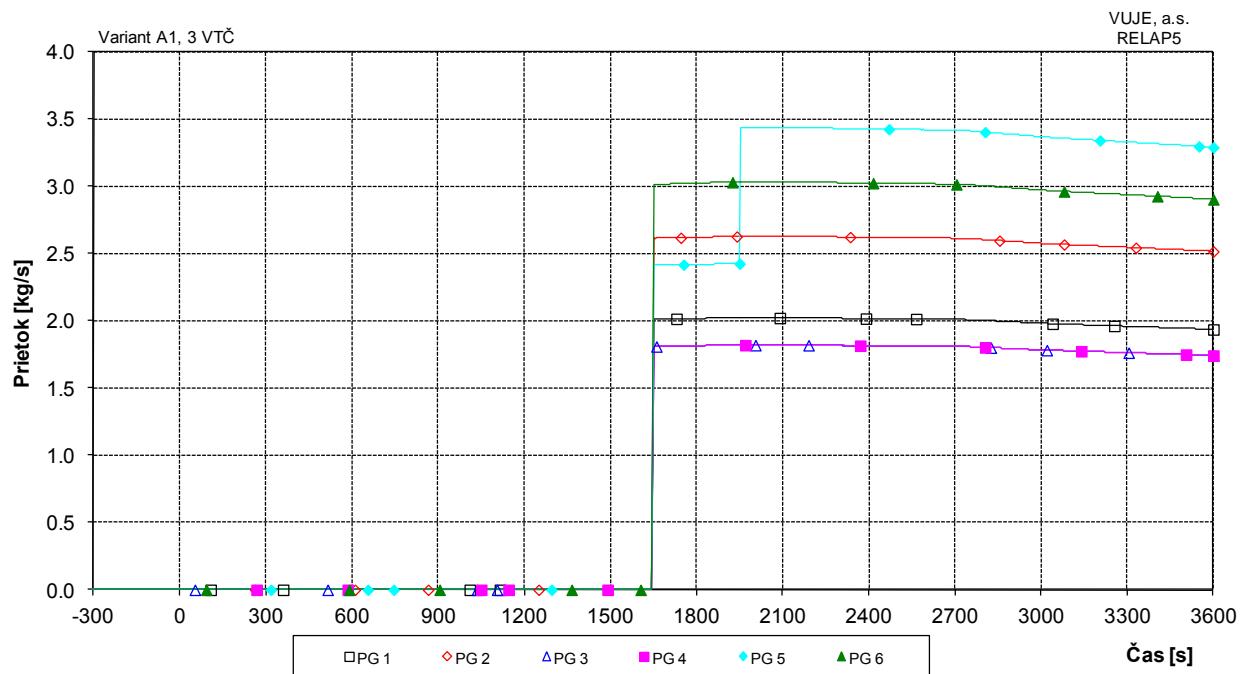
Obr. 7.2.1.4.1-A1-22: Celková hladina v PG



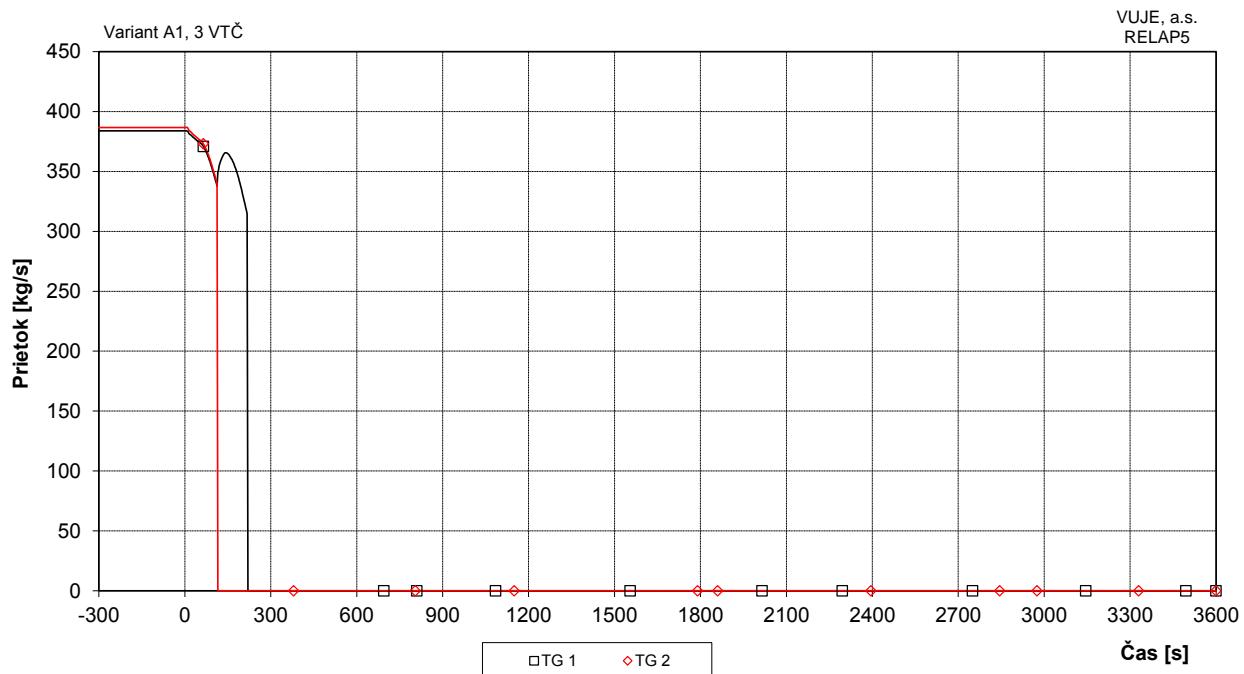
Obr. 7.2.1.4.1-A1-23: Celkový prietok napájacej vody do PG



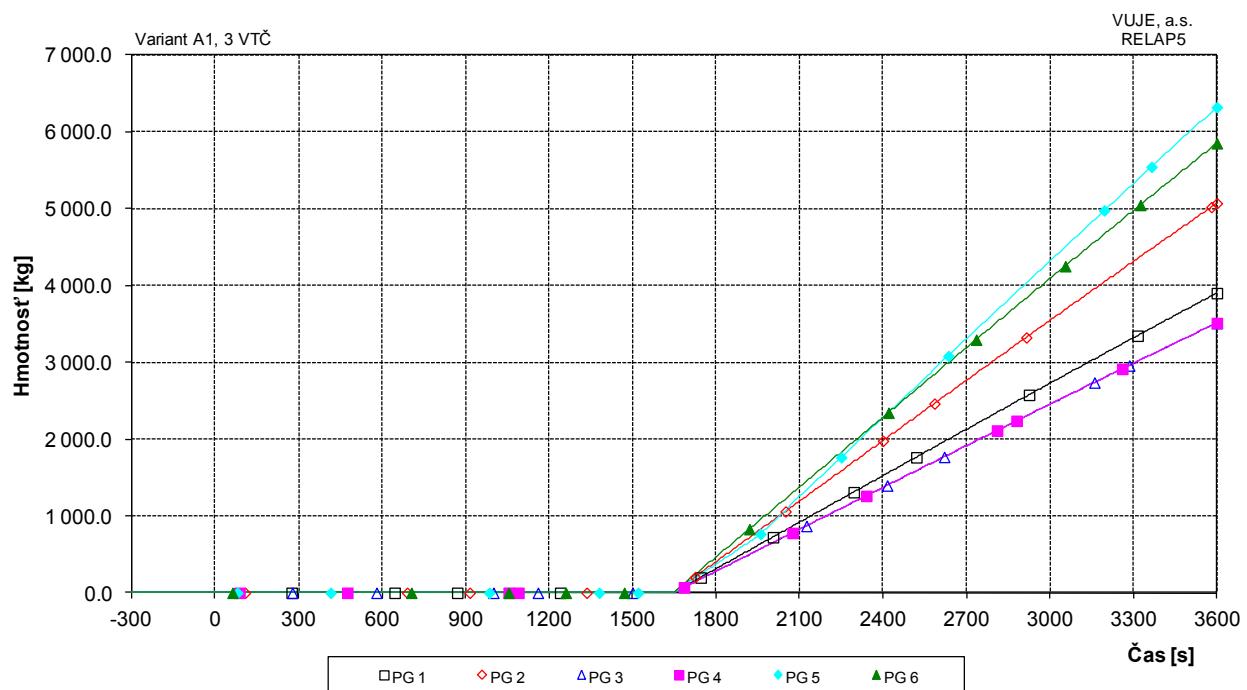
Obr. 7.2.1.4.1-A1-24: Prietok pary z PG



Obr. 7.2.1.4.1-A1-25: Prietok pary cez PS-A na parovodoch



Obr. 7.2.1.4.1-A1-26: Prietok pary do TG



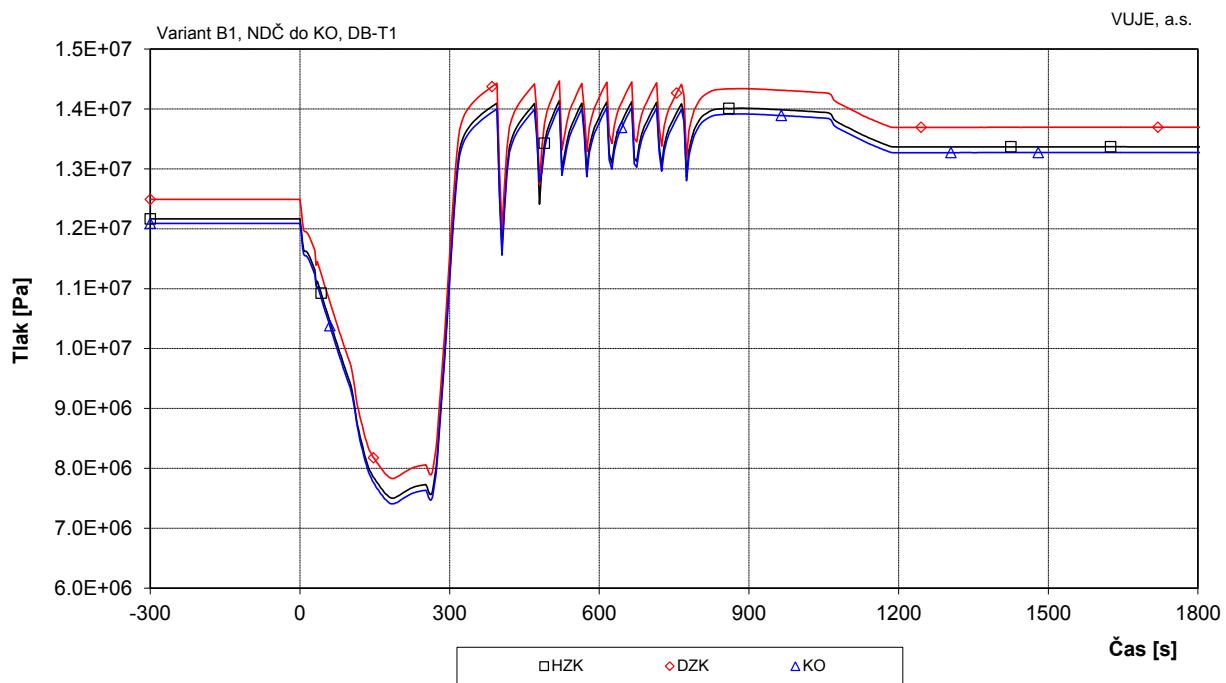
Obr. 7.2.1.4.1-A1-27: Integrál prietoku pary cez PS-A PG

Príloha č. 02

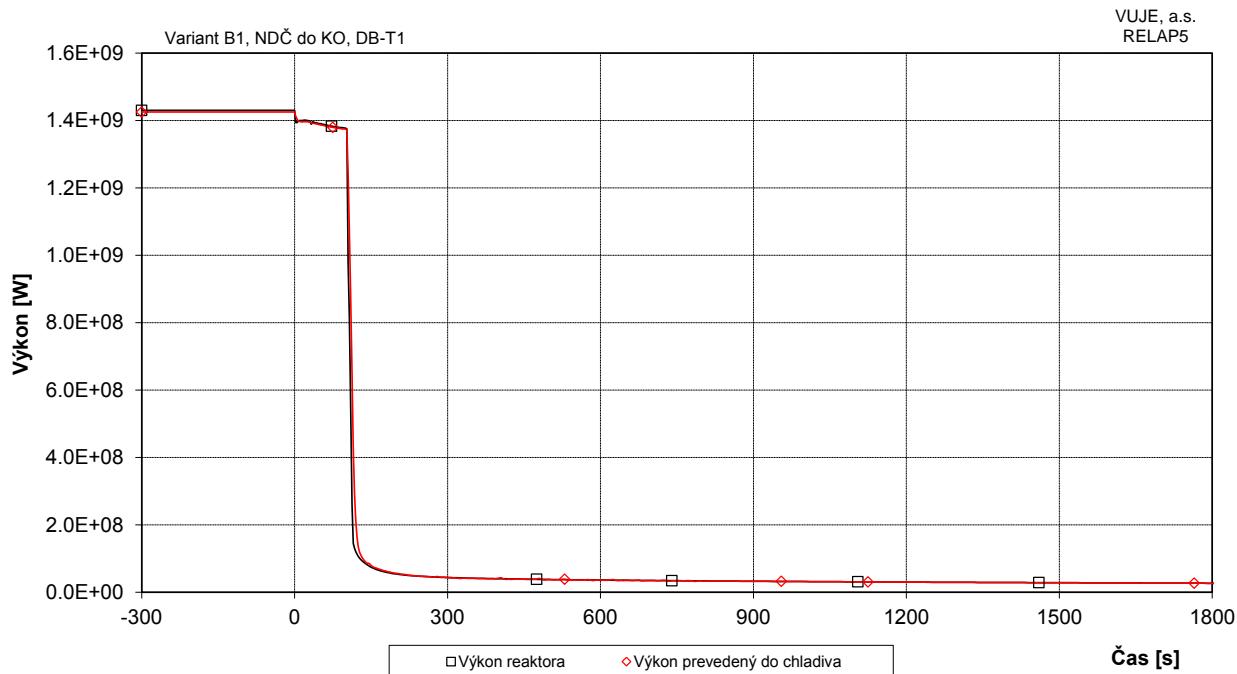
- 7.2.1.4.2 Chybná činnosť normálneho systému doplňovania, ktorá zvyšuje množstvo chladiva v primárnom okruhu**
- Scenár B1 Nesprávne spustenie dvoch normálnych doplňovacích čerpadiel s prepojením výtlaku na systém vstreku do KO (minimálne DNBR)**

ZOZNAM OBRÁZKOV

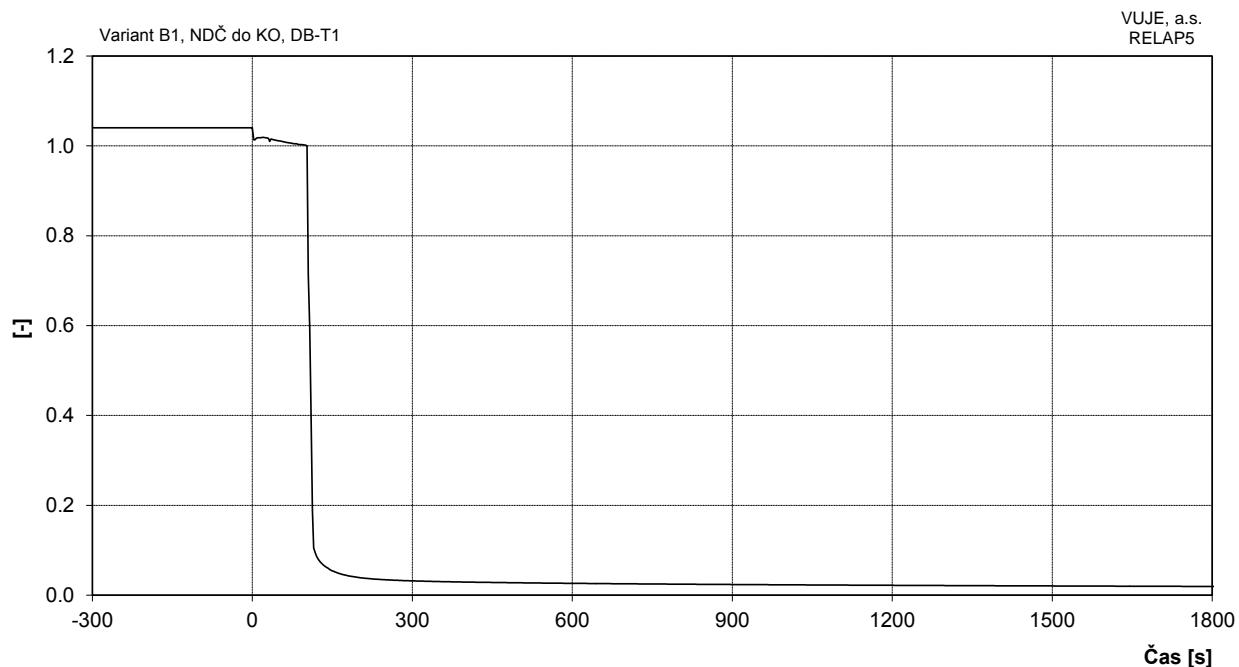
Obr. 7.2.1.4.2-B1-1:	Tlak v I.O.	2
Obr. 7.2.1.4.2-B1-2:	Výkon reaktora	2
Obr. 7.2.1.4.2-B1-3:	Pomerný výkon reaktora	3
Obr. 7.2.1.4.2-B1-4:	Celková reaktivita	3
Obr. 7.2.1.4.2-B1-5:	Teplota chladiva v TNR.....	4
Obr. 7.2.1.4.2-B1-6:	Teplota chladiva na vstupe do TNR	4
Obr. 7.2.1.4.2-B1-7:	Teplota chladiva na výstupe z TNR.....	5
Obr. 7.2.1.4.2-B1-8:	Maximálna teplota pokrytia a teplota chladiva na výstupe z AZ.....	5
Obr. 7.2.1.4.2-B1-9:	Maximálna teplota paliva	6
Obr. 7.2.1.4.2-B1-10:	Podchladenie na výstupe z reaktora	6
Obr. 7.2.1.4.2-B1-11:	Celková hladina v KO	7
Obr. 7.2.1.4.2-B1-12:	Hladina chladiva v TNR	7
Obr. 7.2.1.4.2-B1-13:	Hmotnostný prietok chladiva na výstupe z TNR	8
Obr. 7.2.1.4.2-B1-14:	Doplňovanie do I.O.	8
Obr. 7.2.1.4.2-B1-15:	Integrál doplňovania do I.O.	9
Obr. 7.2.1.4.2-B1-16:	Integrál celkového doplňovania do I.O.	9
Obr. 7.2.1.4.2-B1-17:	Minimálna hodnota DNBR v AZ	10
Obr. 7.2.1.4.2-B1-18:	Prietok chladiva cez poistné ventily KO	10
Obr. 7.2.1.4.2-B1-19:	Integrál prietoku chladiva cez poistné ventily KO	11
Obr. 7.2.1.4.2-B1-20:	Hmotnosť chladiva v I.O.	11
Obr. 7.2.1.4.2-B1-21:	Tlak v parovode	12
Obr. 7.2.1.4.2-B1-22:	Celková hladina v PG	12
Obr. 7.2.1.4.2-B1-23:	Celkový prietok napájacej vody do PG.....	13
Obr. 7.2.1.4.2-B1-24:	Priektok pary z PG.....	13
Obr. 7.2.1.4.2-B1-25:	Priektok pary cez PS-A na parovodoch	14
Obr. 7.2.1.4.2-B1-26:	Priektok pary do TG.....	14
Obr. 7.2.1.4.2-B1-27:	Integrál prietoku pary cez PS-A PG	15



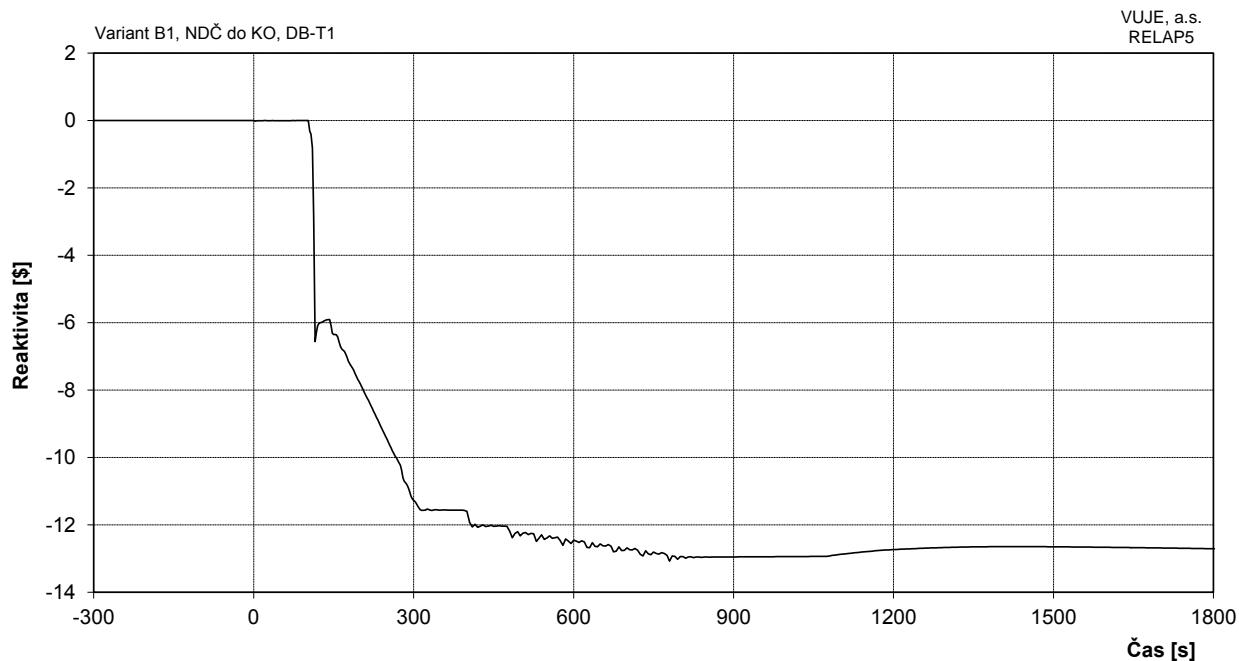
Obr. 7.2.1.4.2-B1-1: Tlak v I.O.



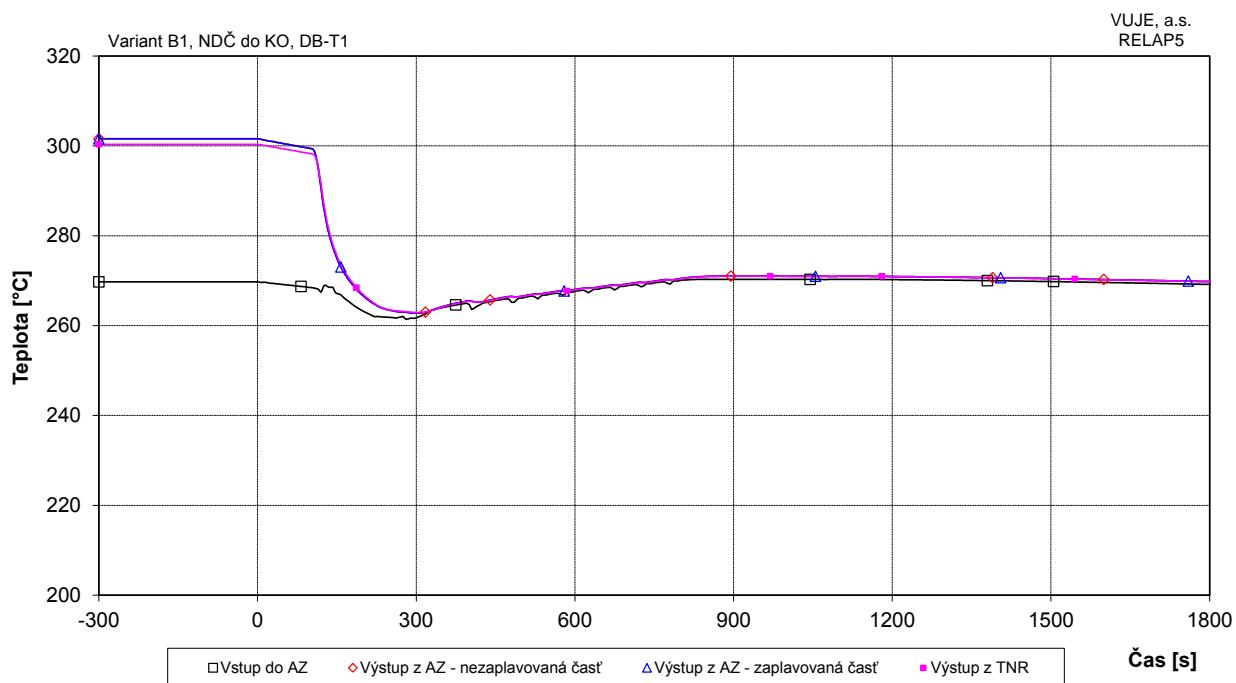
Obr. 7.2.1.4.2-B1-2: Výkon reaktora



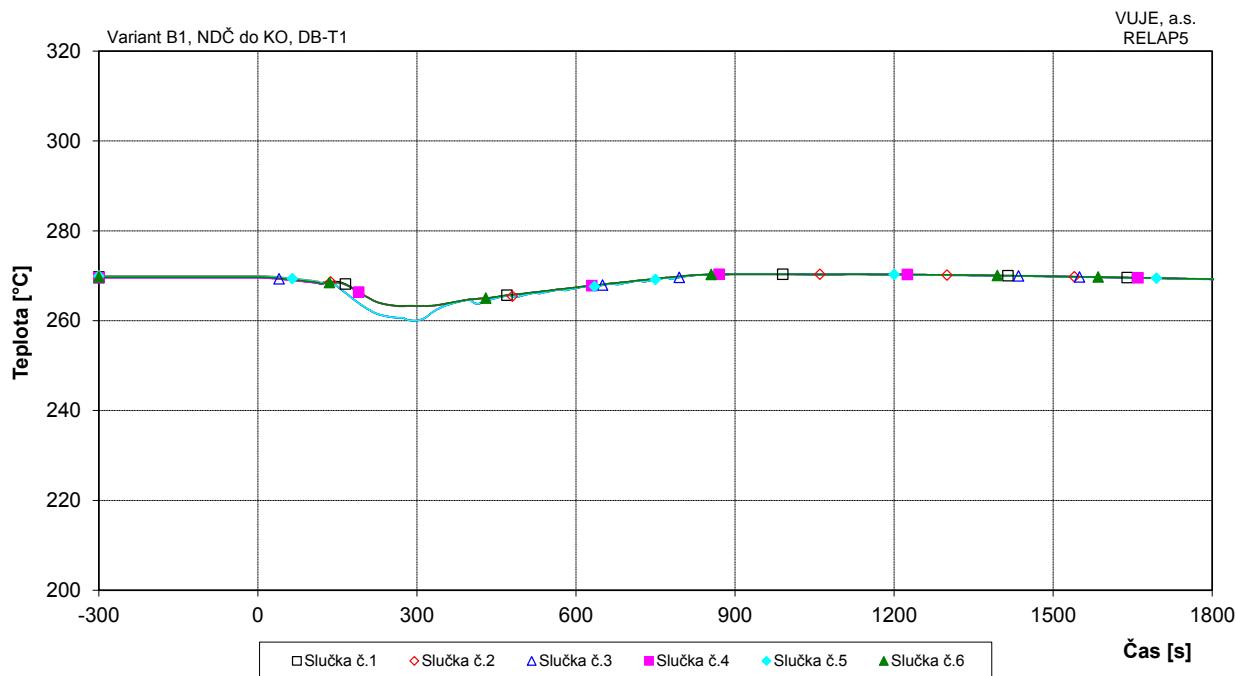
Obr. 7.2.1.4.2-B1-3: Pomerný výkon reaktora



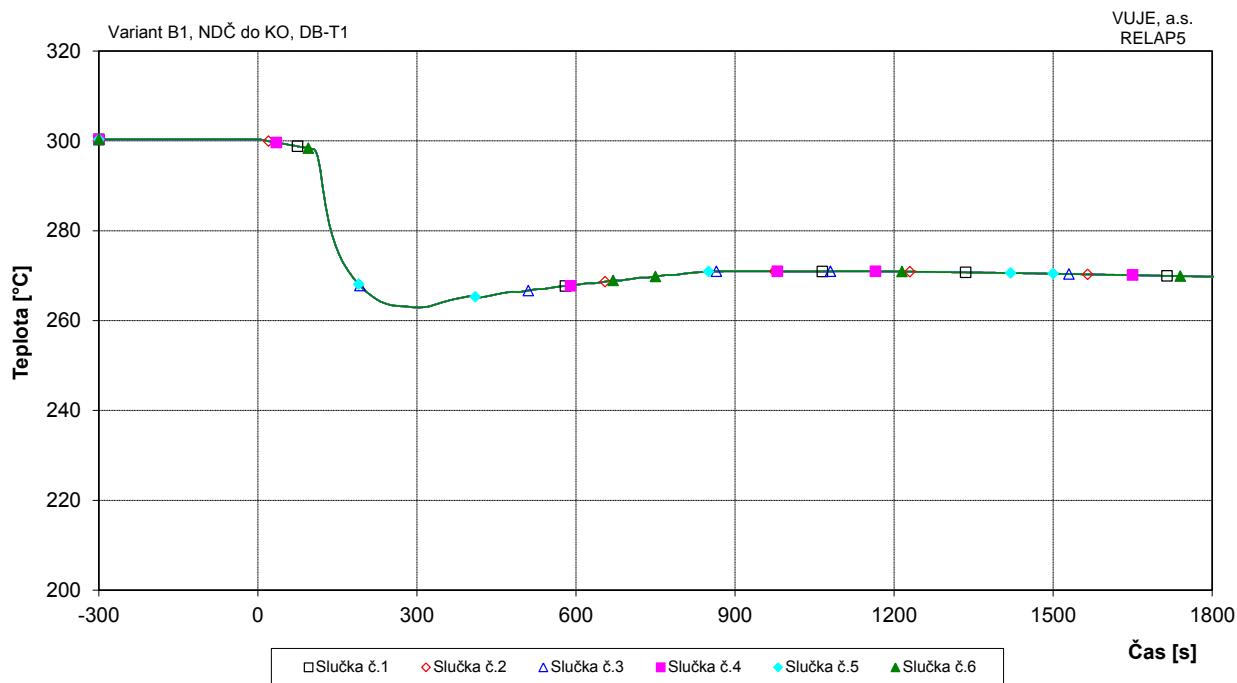
Obr. 7.2.1.4.2-B1-4: Celková reaktivita



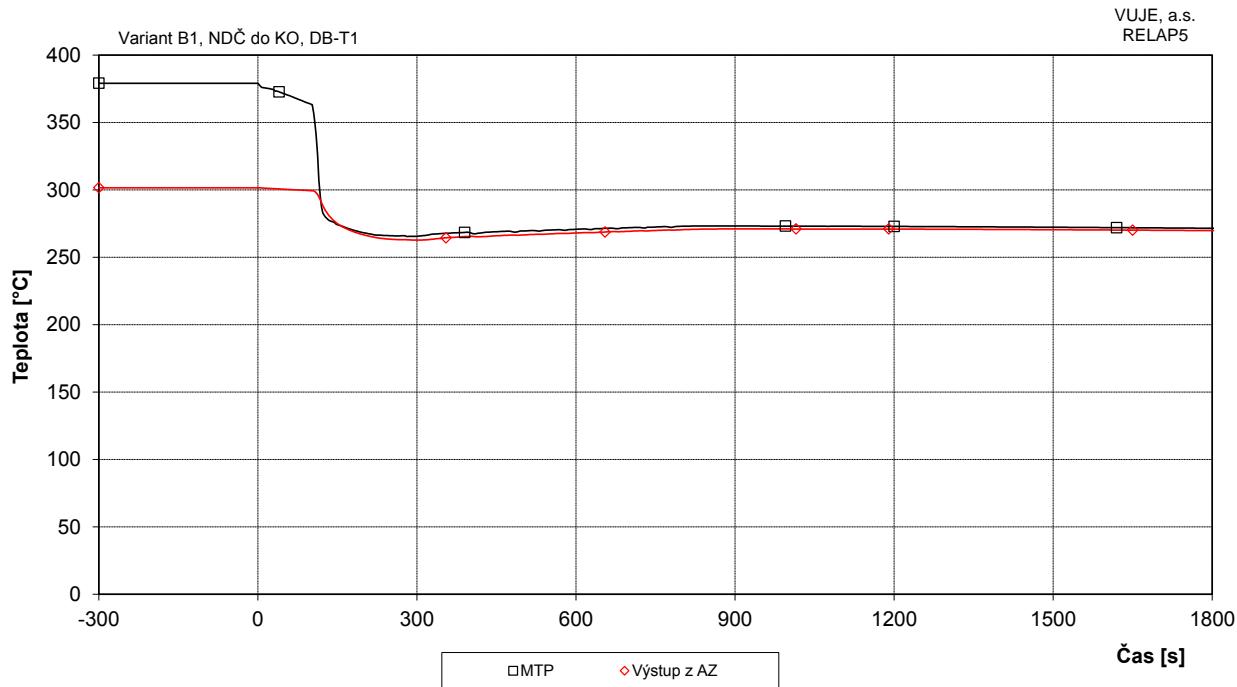
Obr. 7.2.1.4.2-B1-5: Teplota chladiva v TNR



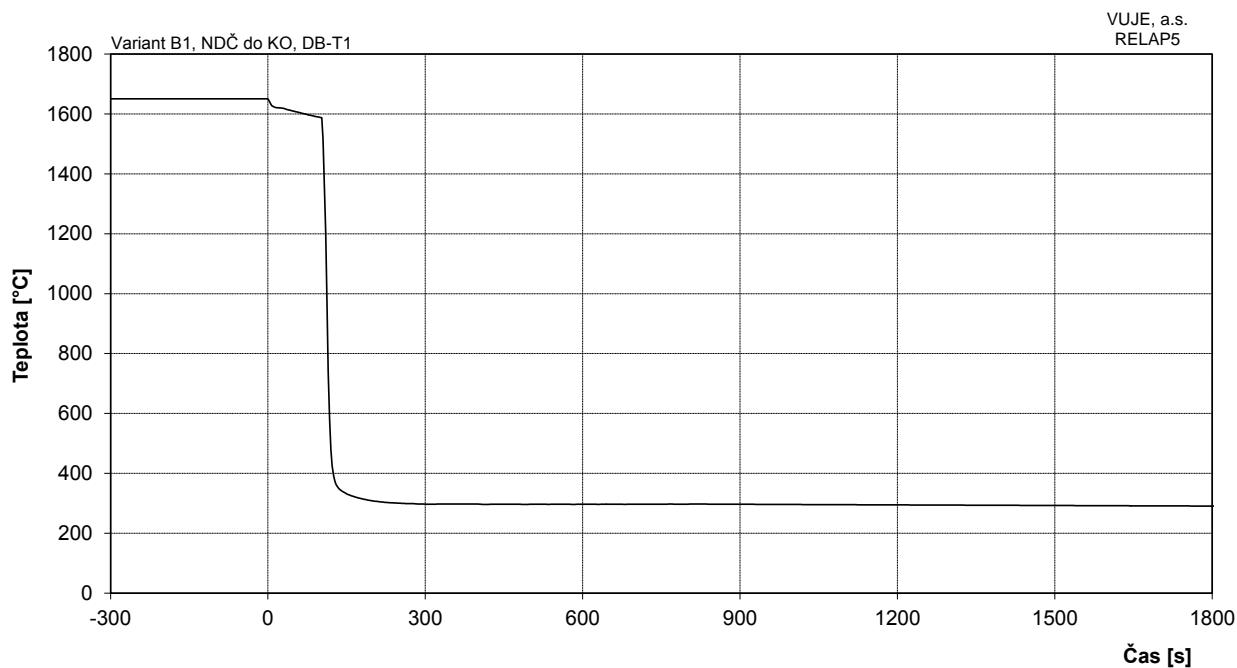
Obr. 7.2.1.4.2-B1-6: Teplota chladiva na vstupe do TNR



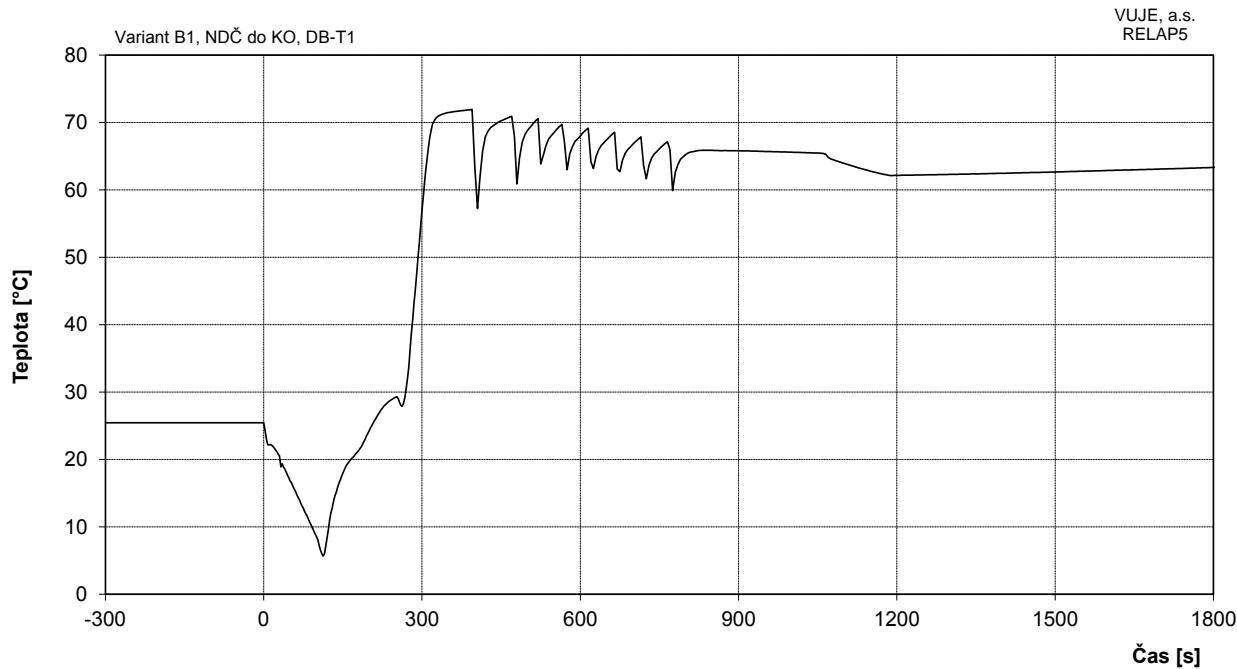
Obr. 7.2.1.4.2-B1-7: Teplota chladiva na výstupe z TNR



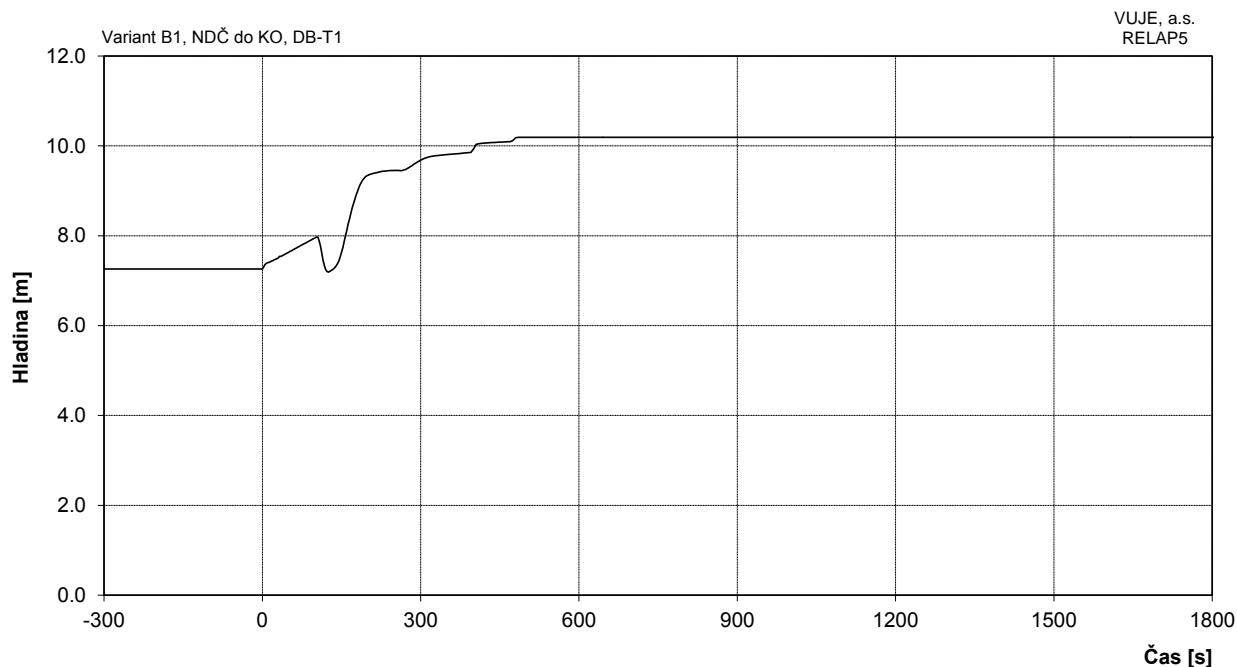
Obr. 7.2.1.4.2-B1-8: Maximálna teplota pokrycia a teplota chladiva na výstupe z AZ



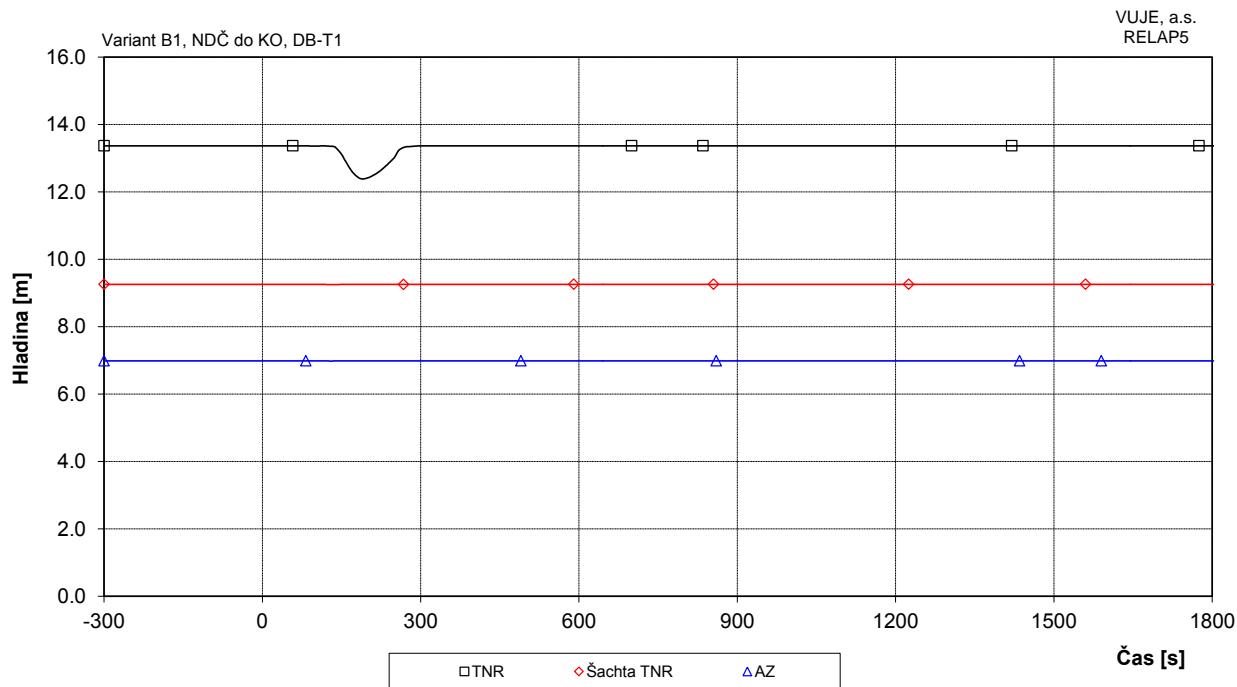
Obr. 7.2.1.4.2-B1-9: Maximálna teplota paliva



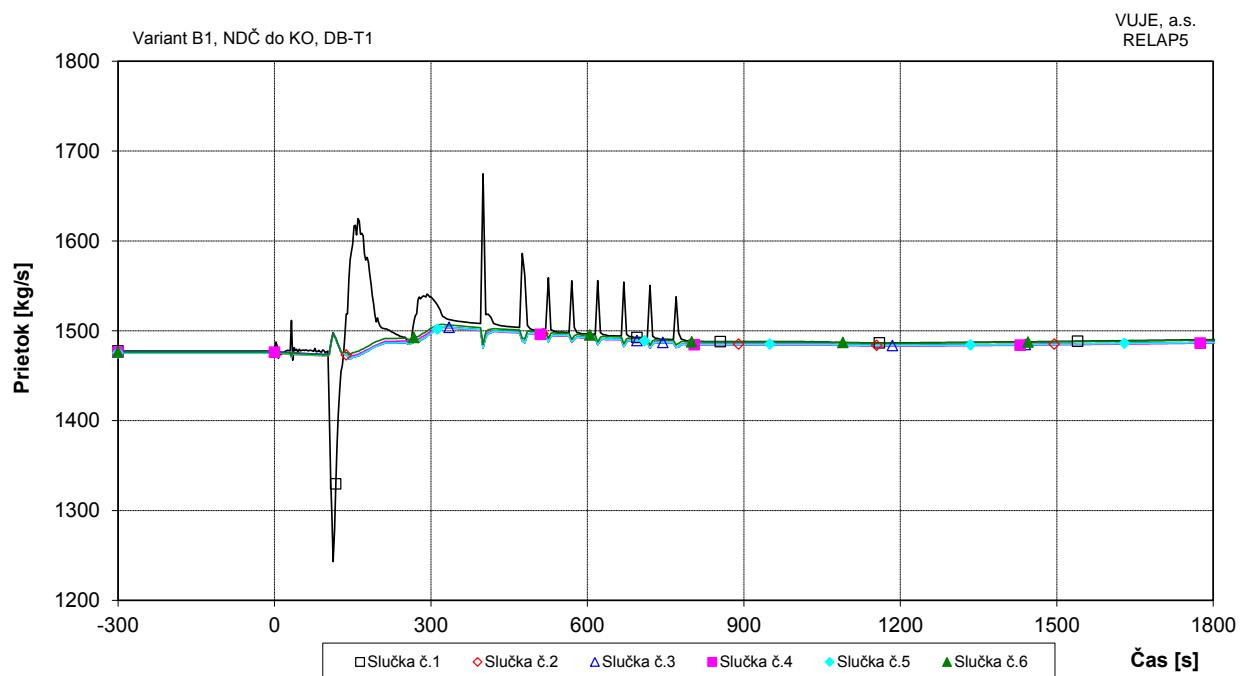
Obr. 7.2.1.4.2-B1-10: Podchladenie na výstupe z reaktora



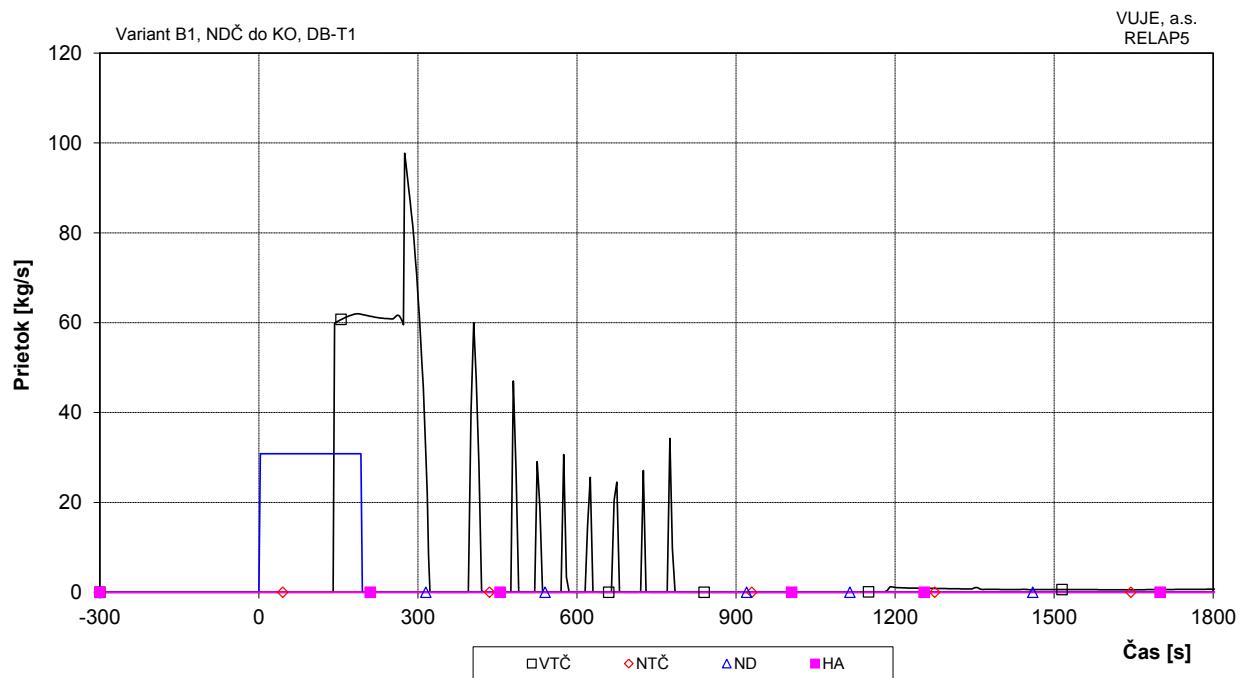
Obr. 7.2.1.4.2-B1-11: Celková hladina v KO



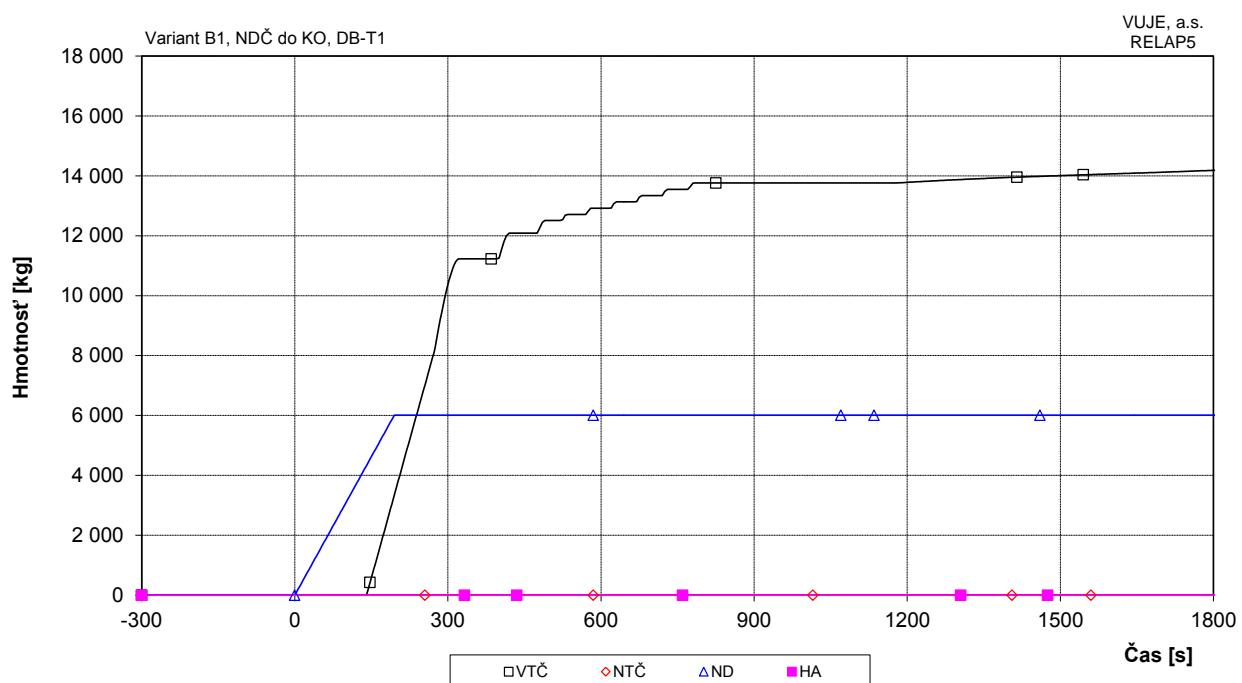
Obr. 7.2.1.4.2-B1-12: Hladina chladiva v TNR



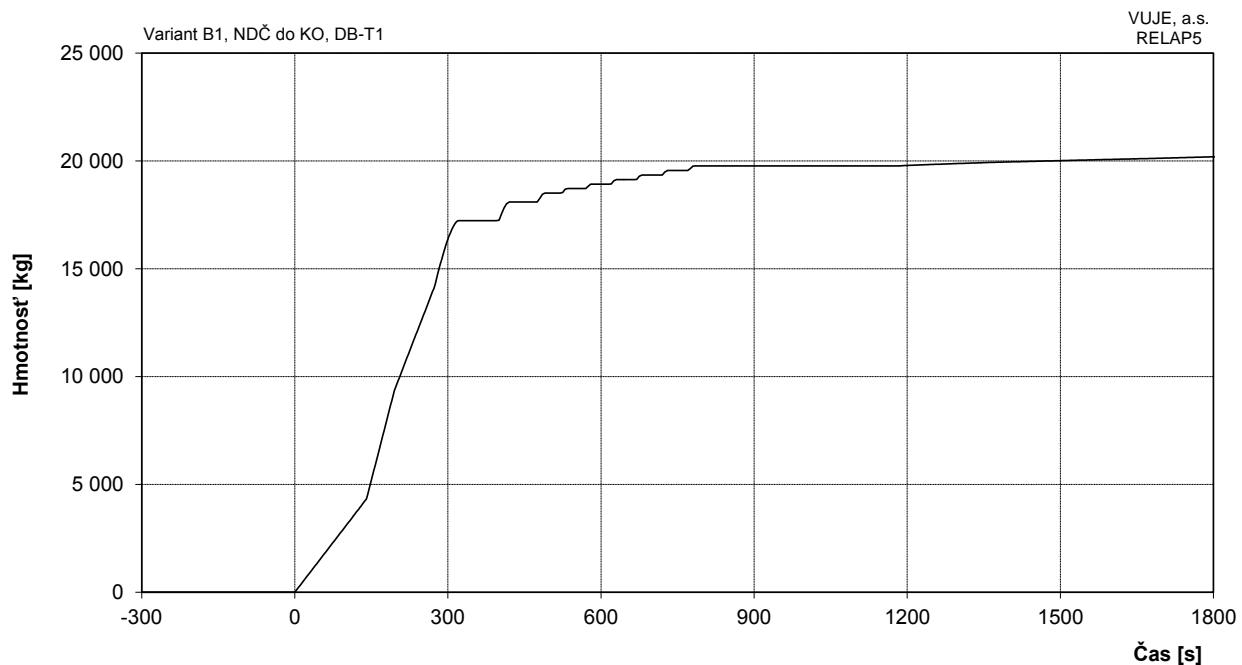
Obr. 7.2.1.4.2-B1-13: Hmotnostný prietok chladiva na výstupe z TNR



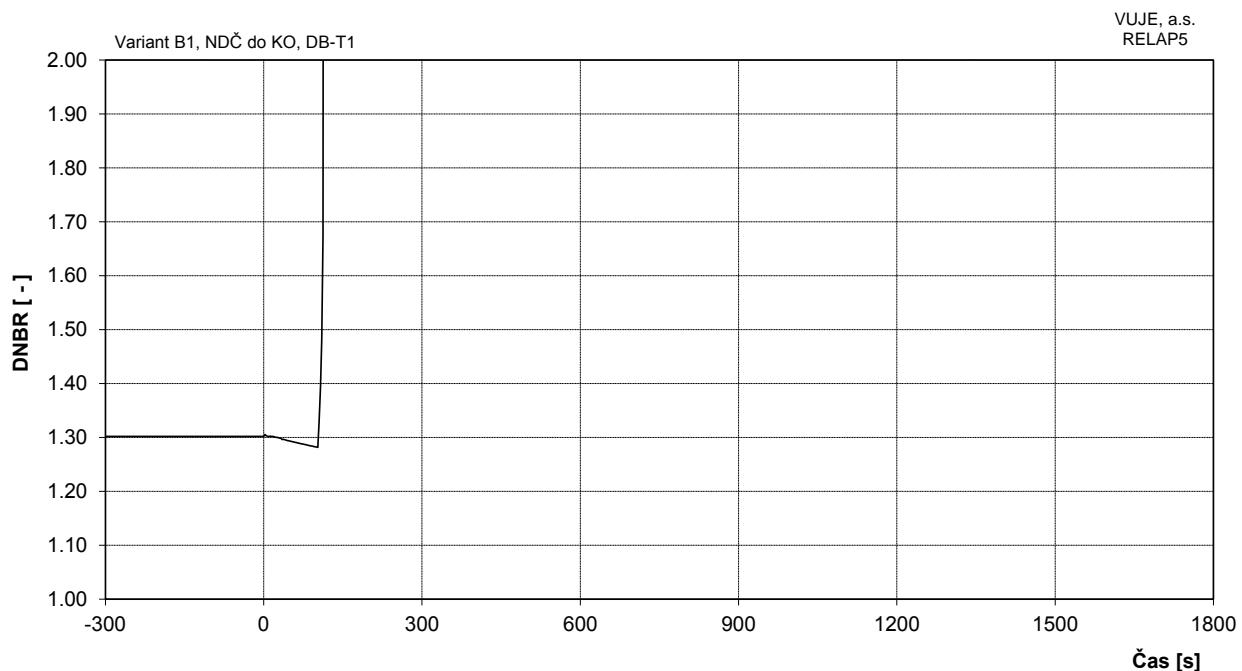
Obr. 7.2.1.4.2-B1-14: Doplňovanie do I.O.



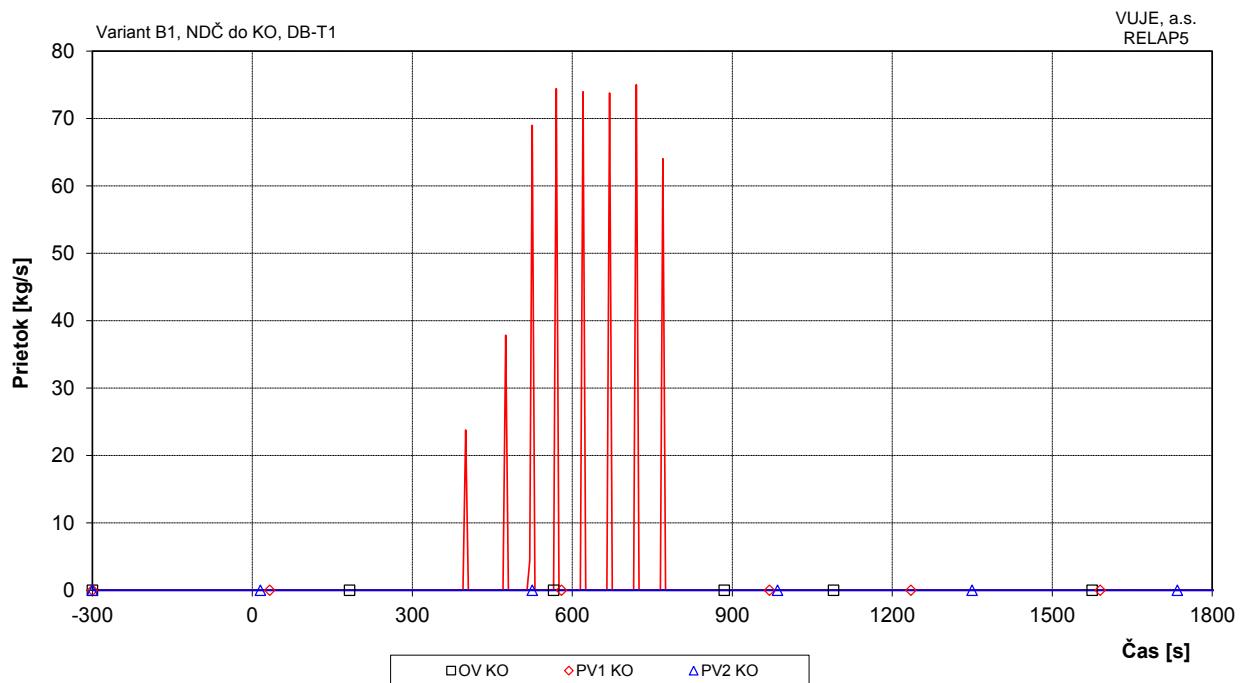
Obr. 7.2.1.4.2-B1-15: Integrál doplňovania do I.O.



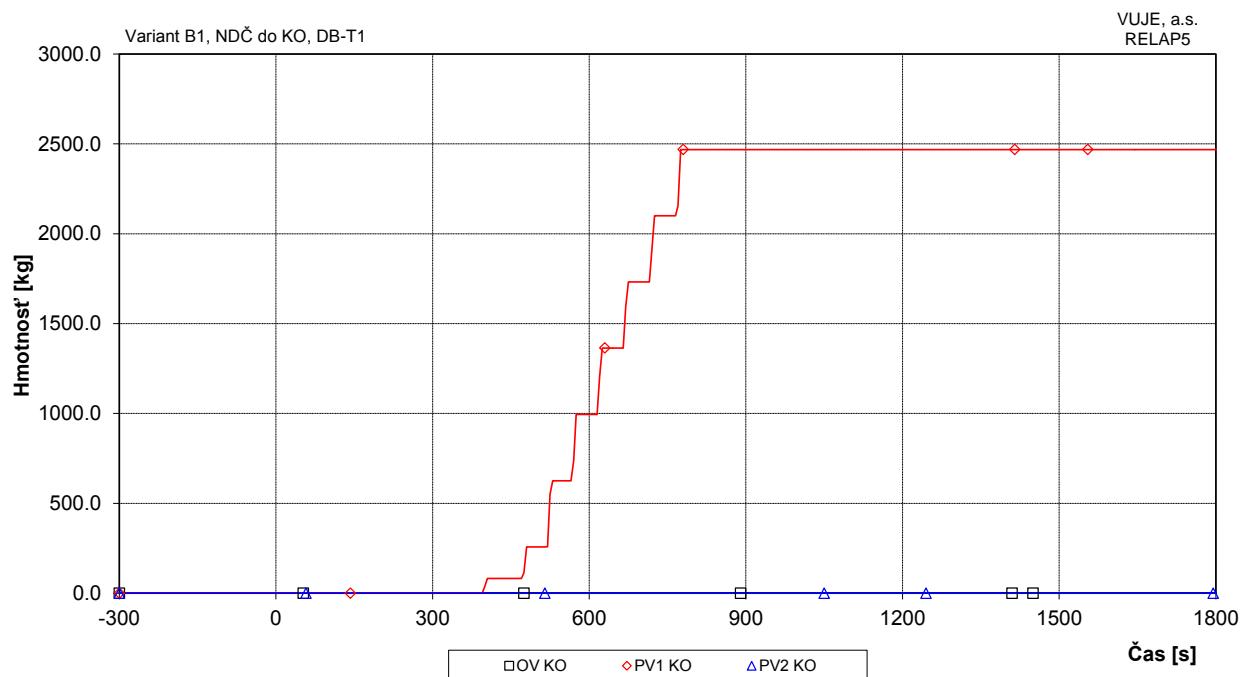
Obr. 7.2.1.4.2-B1-16: Integrál celkového doplňovania do I.O.



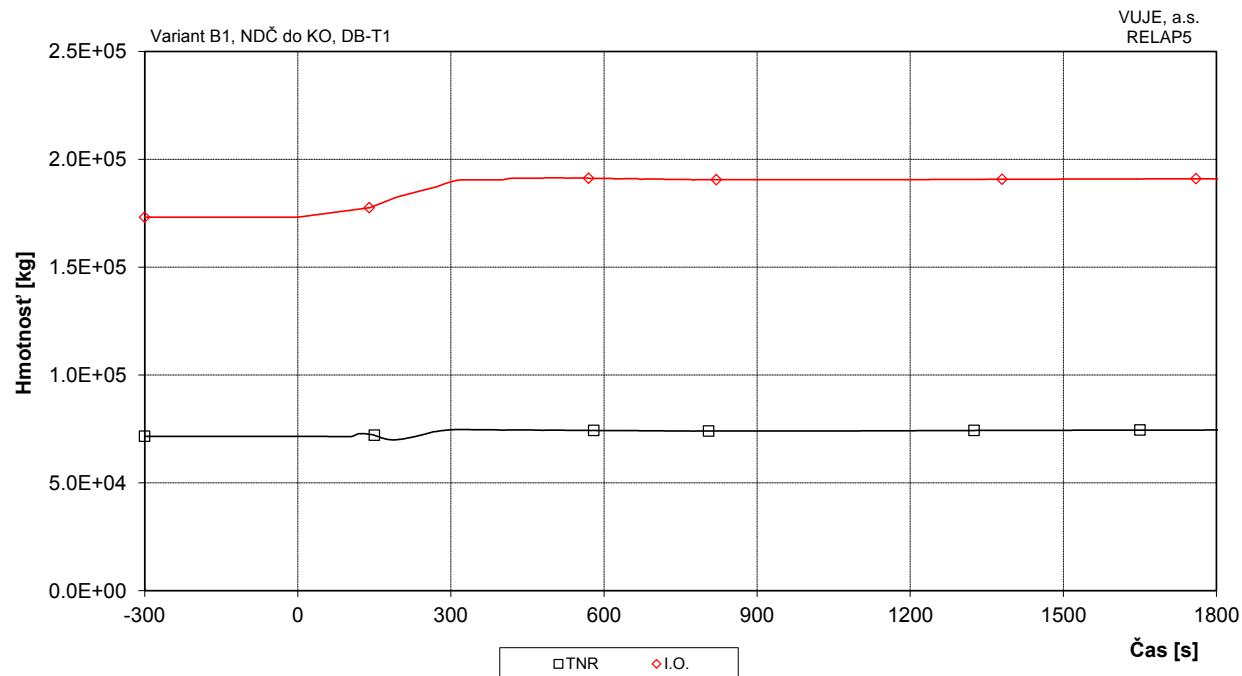
Obr. 7.2.1.4.2-B1-17: Minimálna hodnota DNBR v AZ



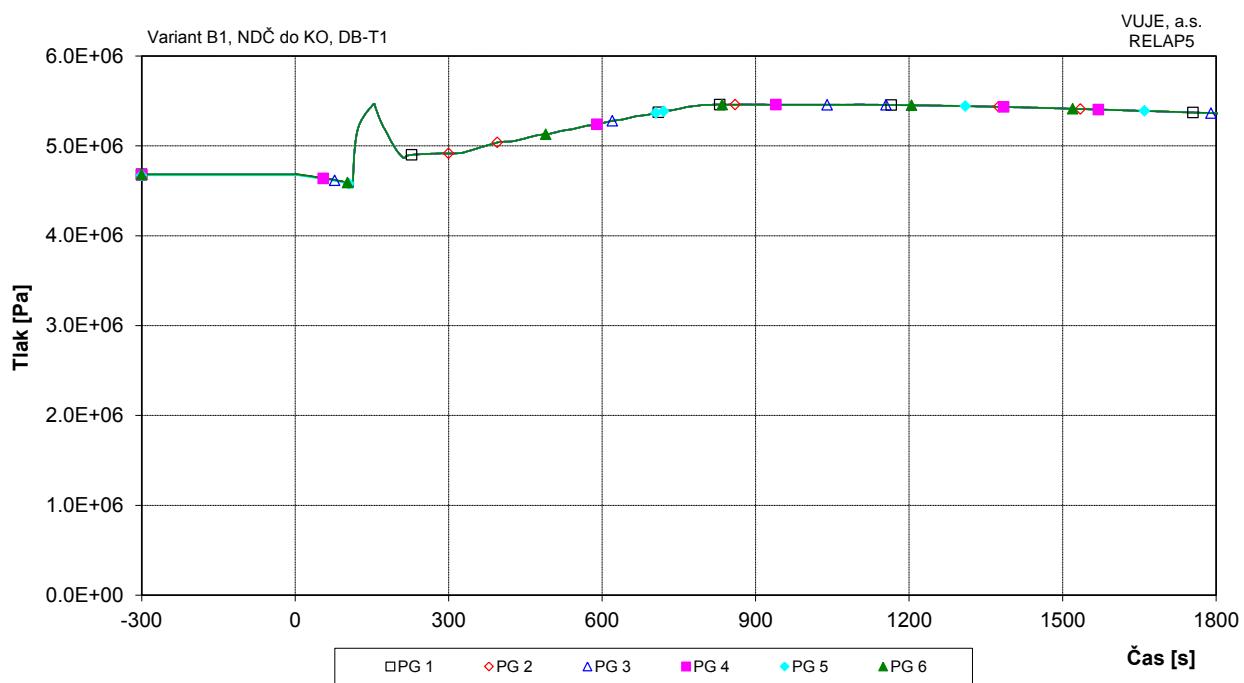
Obr. 7.2.1.4.2-B1-18: Prietok chladiva cez pojistné ventily KO



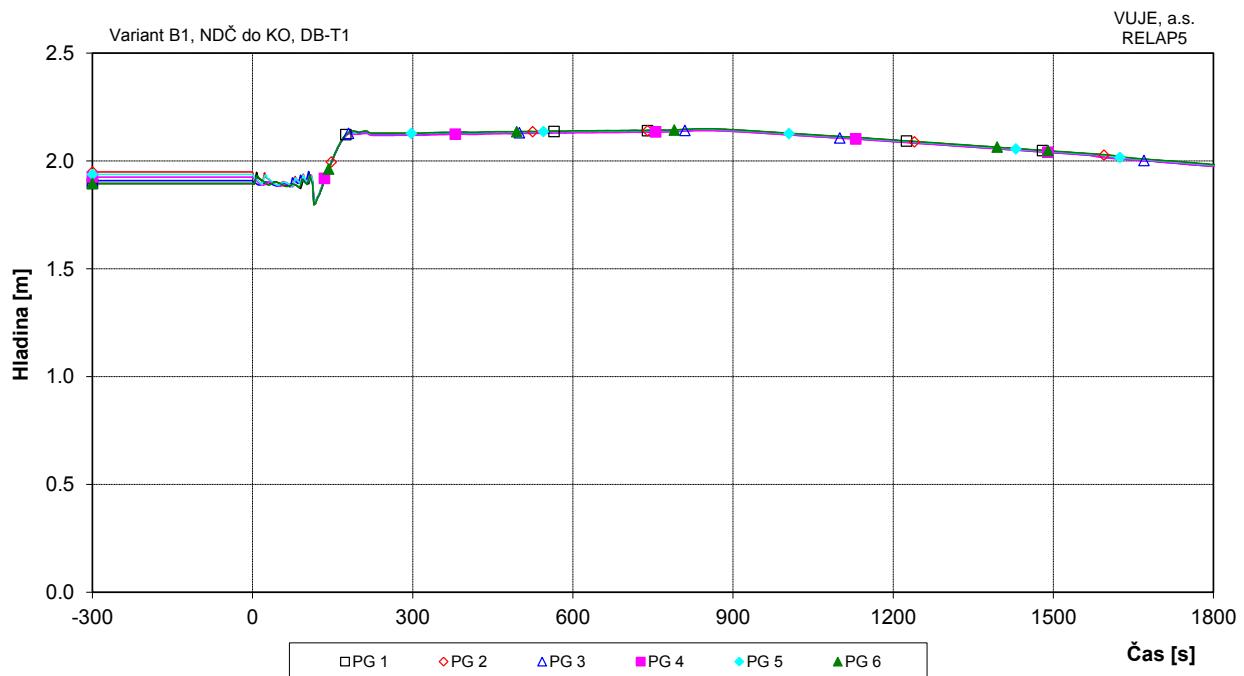
Obr. 7.2.1.4.2-B1-19: Integrál prietoku chladiva cez pojistné ventily KO



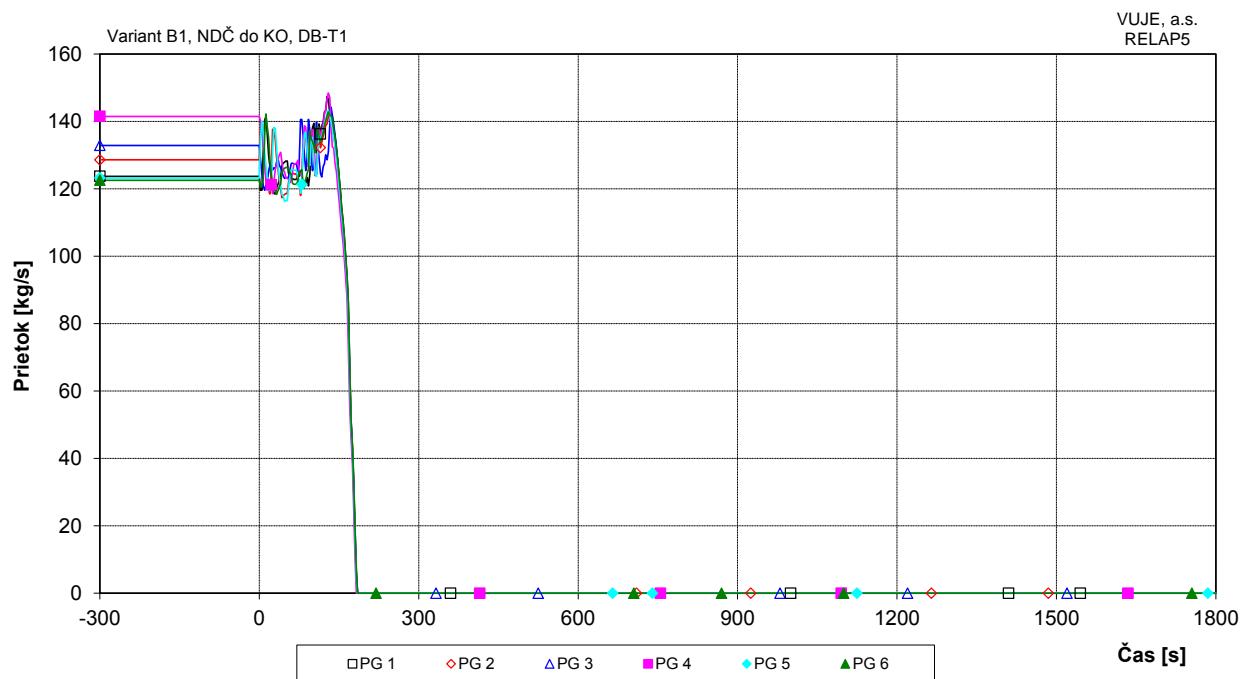
Obr. 7.2.1.4.2-B1-20: Hmotnosť chladiva v I.O.



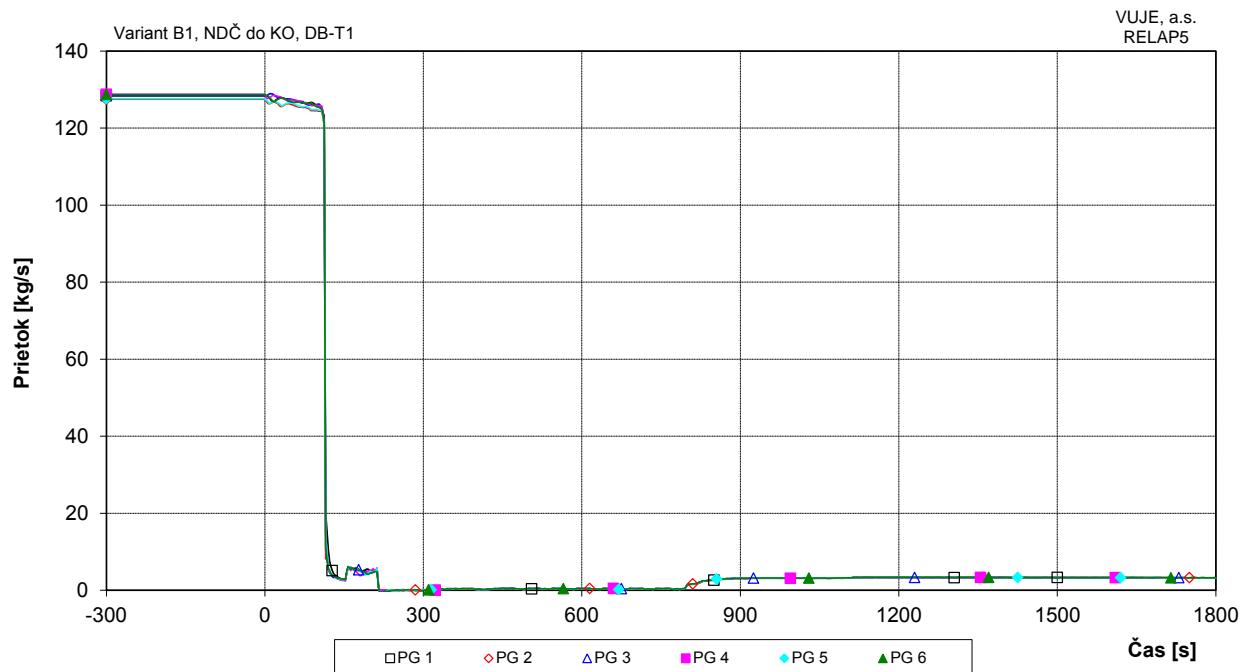
Obr. 7.2.1.4.2-B1-21: Tlak v parovode



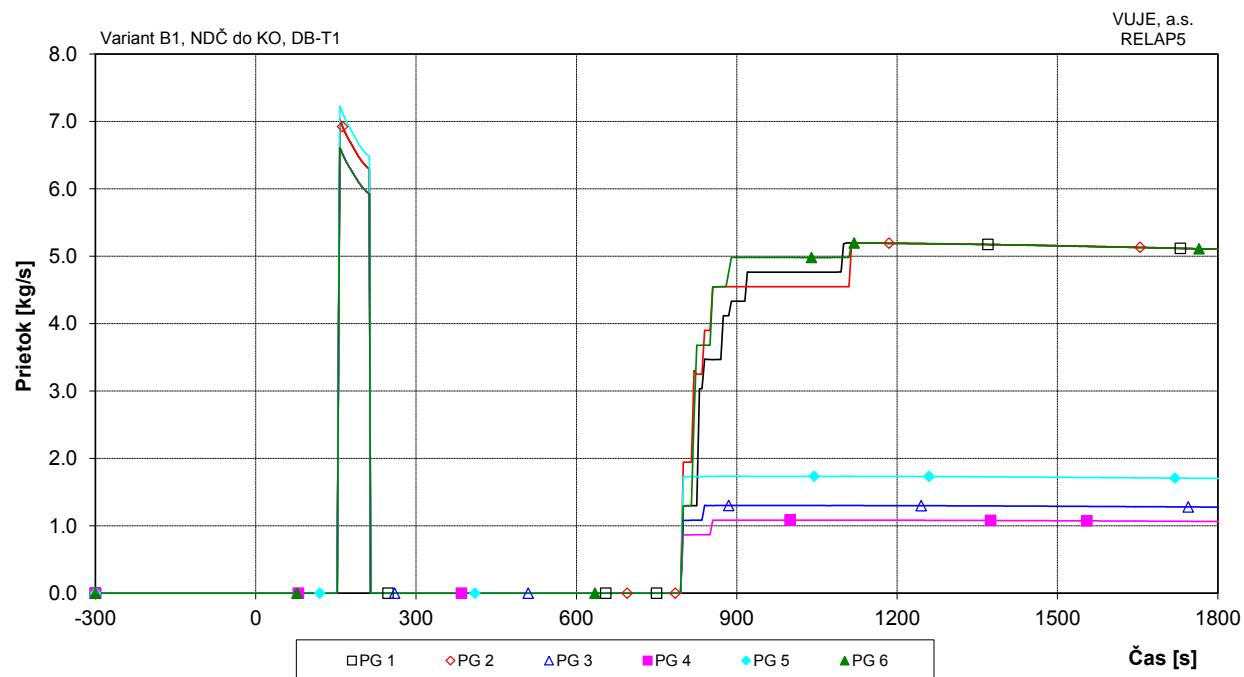
Obr. 7.2.1.4.2-B1-22: Celková hladina v PG



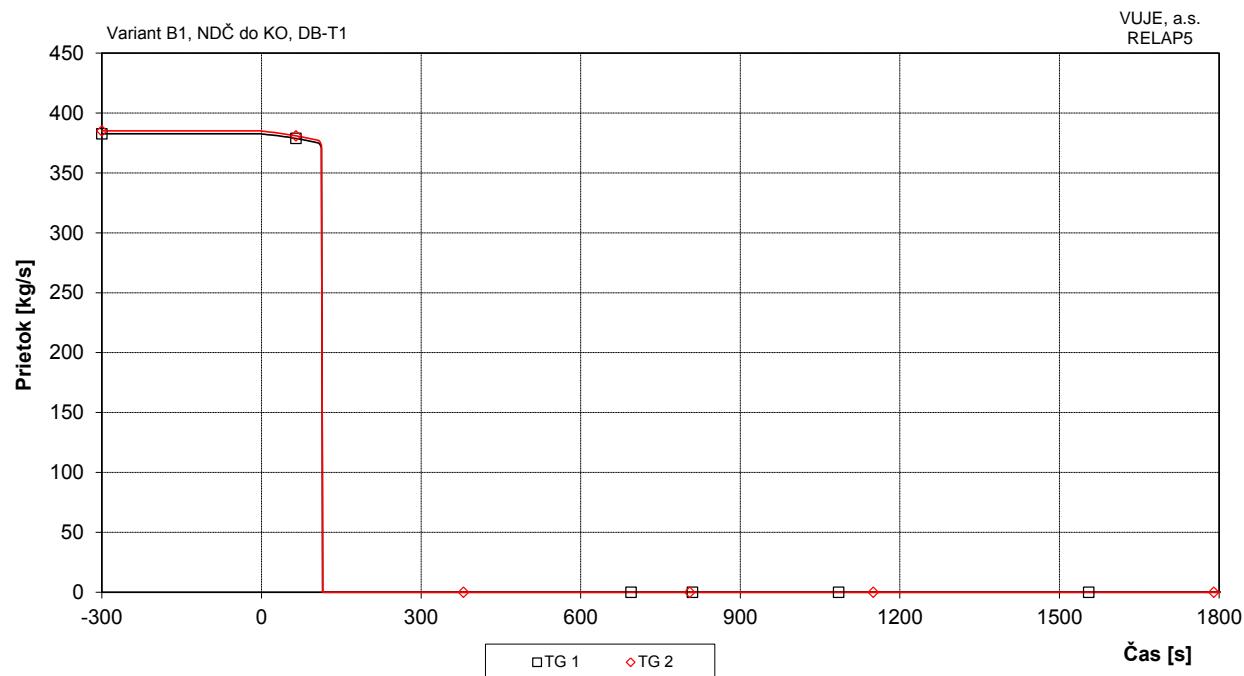
Obr. 7.2.1.4.2-B1-23: Celkový prietok napájacej vody do PG



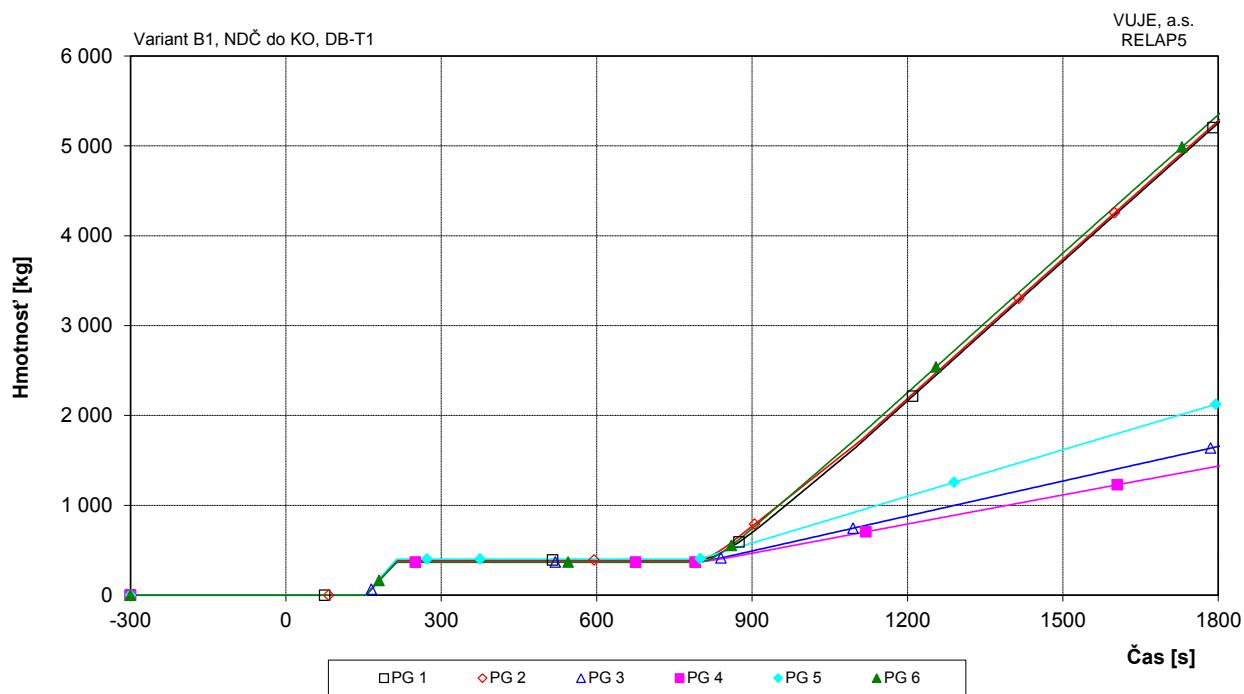
Obr. 7.2.1.4.2-B1-24: Prietok pary z PG



Obr. 7.2.1.4.2-B1-25: Prietok pary cez PS-A na parovodoch



Obr. 7.2.1.4.2-B1-26: Prietok pary do TG



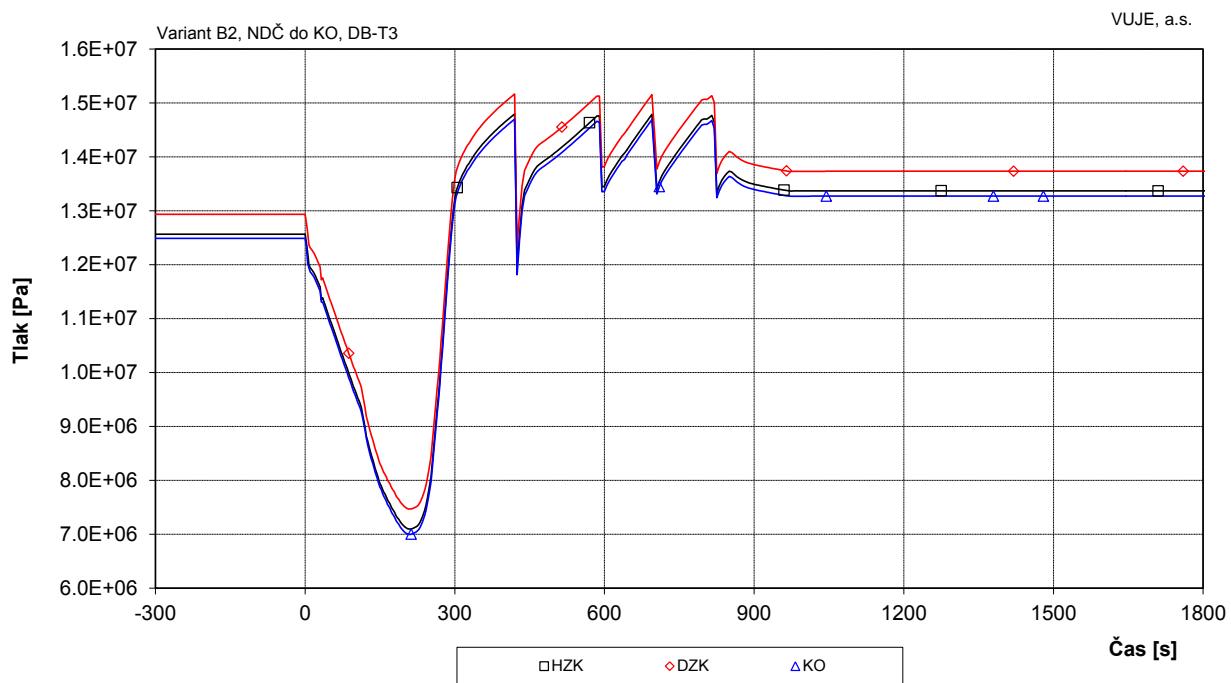
Obr. 7.2.1.4.2-B1-27: Integrál prietoku pary cez PS-A PG

Príloha č. 03

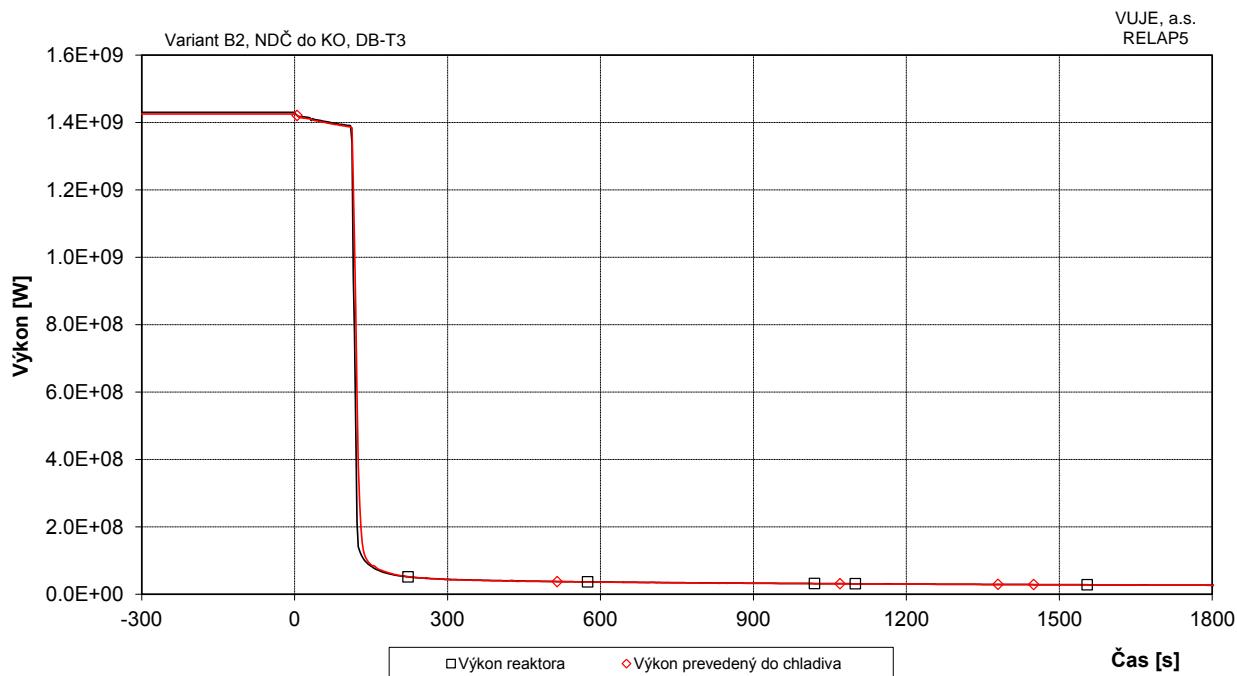
- 7.2.1.4.2 Chybná činnosť normálneho systému doplňovania, ktorá zvyšuje množstvo chladiva v primárnom okruhu**
- Scenár B2 Nesprávne spustenie dvoch normálnych doplňovacích čerpadiel s prepojením výtlaku na systém vstreku do KO (maximálny tlak v I.O.)**

ZOZNAM OBRÁZKOV

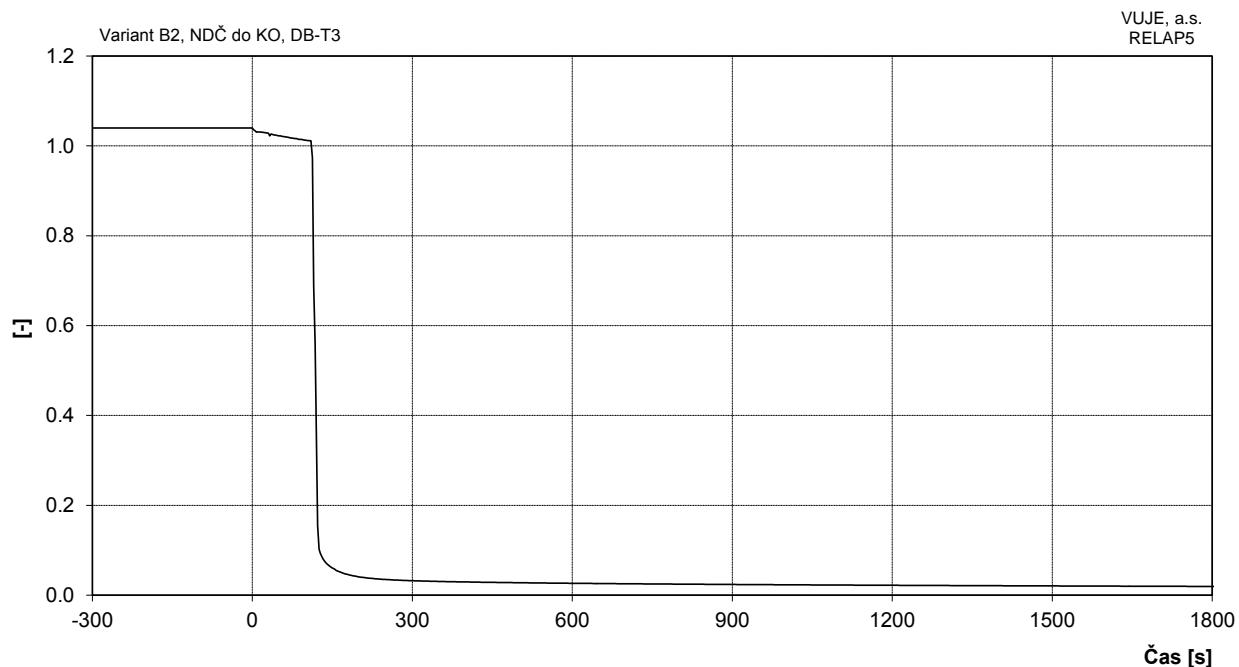
Obr. 7.2.1.4.2-B2-1:	Tlak v I.O.	2
Obr. 7.2.1.4.2-B2-2:	Výkon reaktora	2
Obr. 7.2.1.4.2-B2-3:	Pomerný výkon reaktora	3
Obr. 7.2.1.4.2-B2-4:	Celková reaktivita	3
Obr. 7.2.1.4.2-B2-5:	Teplota chladiva v TNR.....	4
Obr. 7.2.1.4.2-B2-6:	Teplota chladiva na vstupe do TNR	4
Obr. 7.2.1.4.2-B2-7:	Teplota chladiva na výstupe z TNR.....	5
Obr. 7.2.1.4.2-B2-8:	Maximálna teplota pokrycia a teplota chladiva na výstupe z AZ.....	5
Obr. 7.2.1.4.2-B2-9:	Maximálna teplota paliva	6
Obr. 7.2.1.4.2-B2-10:	Podchladenie na výstupe z reaktora	6
Obr. 7.2.1.4.2-B2-11:	Celková hladina v KO	7
Obr. 7.2.1.4.2-B2-12:	Hladina chladiva v TNR	7
Obr. 7.2.1.4.2-B2-13:	Hmotnostný prietok chladiva na výstupe z TNR	8
Obr. 7.2.1.4.2-B2-14:	Doplňovanie do I.O.	8
Obr. 7.2.1.4.2-B2-15:	Integrál doplňovania do I.O.	9
Obr. 7.2.1.4.2-B2-16:	Integrál celkového doplňovania do I.O.	9
Obr. 7.2.1.4.2-B2-17:	Minimálna hodnota DNBR v AZ	10
Obr. 7.2.1.4.2-B2-18:	Prietok chladiva cez poistné ventily KO	10
Obr. 7.2.1.4.2-B2-19:	Integrál prietoku chladiva cez poistné ventily KO	11
Obr. 7.2.1.4.2-B2-20:	Hmotnosť chladiva v I.O.	11
Obr. 7.2.1.4.2-B2-21:	Tlak v parovode	12
Obr. 7.2.1.4.2-B2-22:	Celková hladina v PG	12
Obr. 7.2.1.4.2-B2-23:	Celkový prietok napájacej vody do PG.....	13
Obr. 7.2.1.4.2-B2-24:	Prietok pary z PG.....	13
Obr. 7.2.1.4.2-B2-25:	Prietok pary cez PS-A na parovodoch	14
Obr. 7.2.1.4.2-B2-26:	Prietok pary do TG.....	14
Obr. 7.2.1.4.2-B2-27:	Integrál prietoku pary cez PS-A PG	15



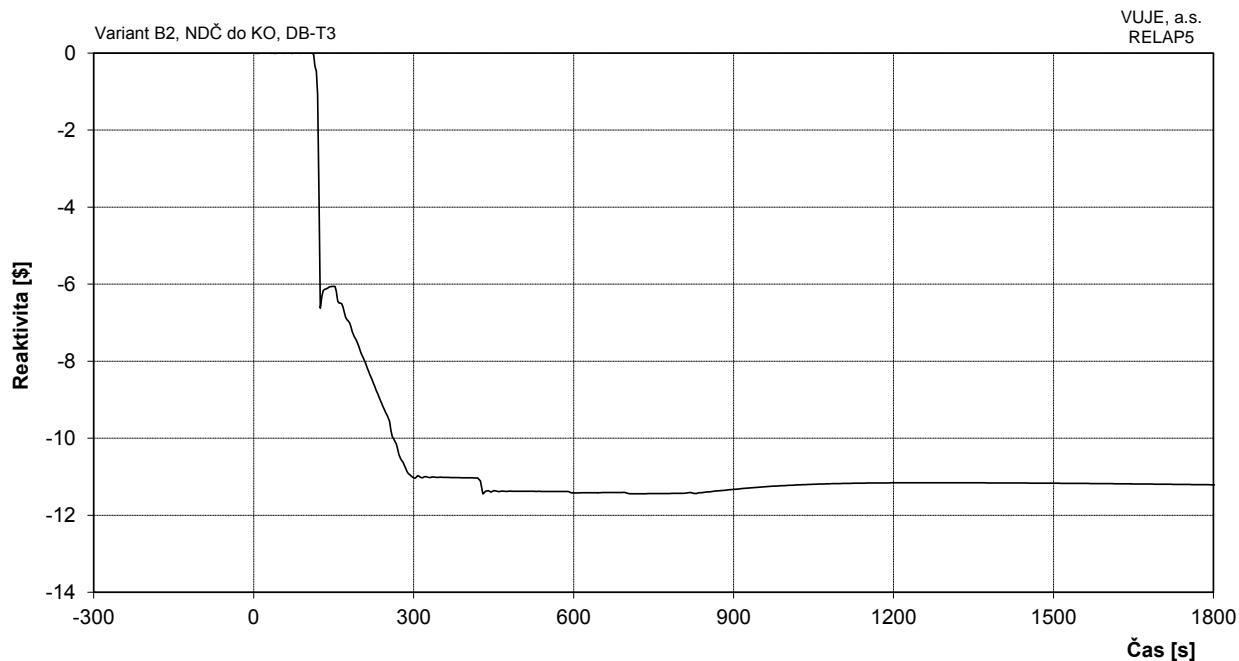
Obr. 7.2.1.4.2-B2-1: Tlak v I.O.



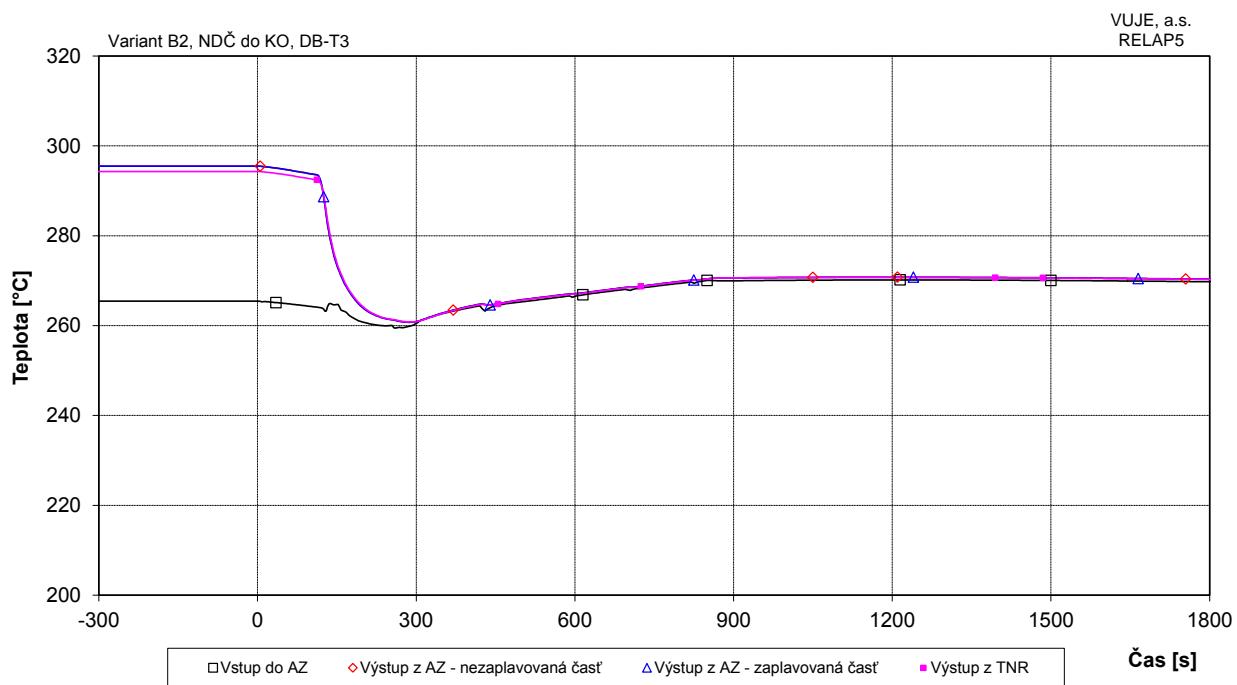
Obr. 7.2.1.4.2-B2-2: Výkon reaktora



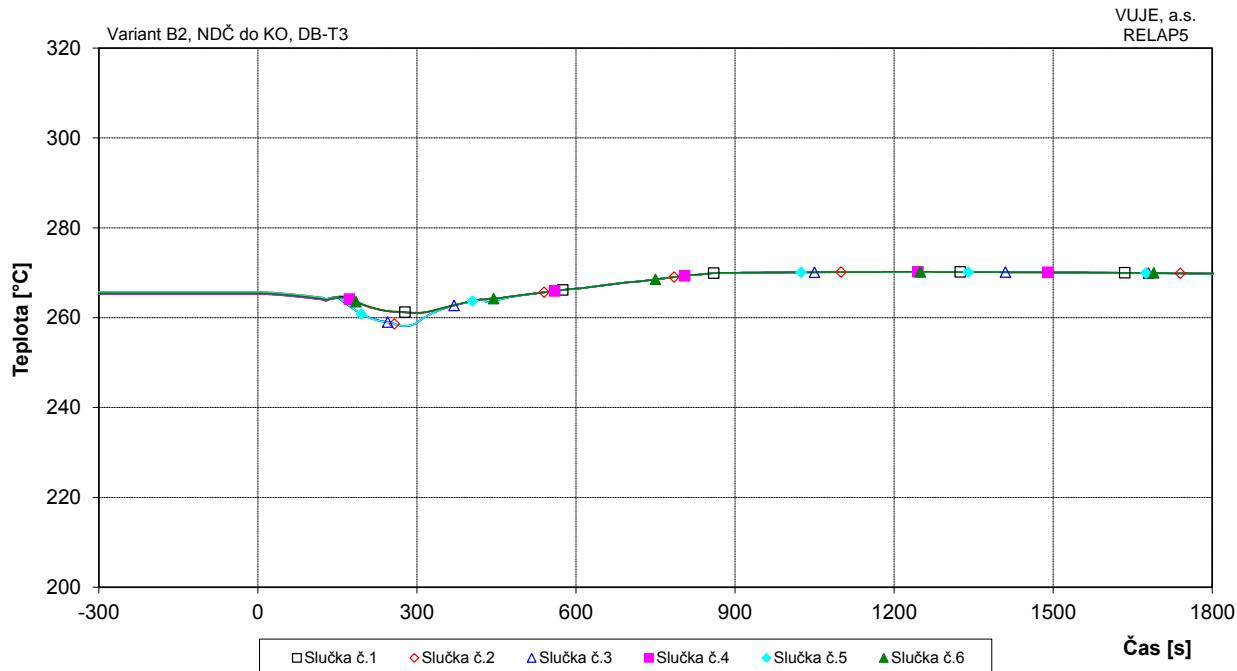
Obr. 7.2.1.4.2-B2-3: Pomerný výkon reaktora



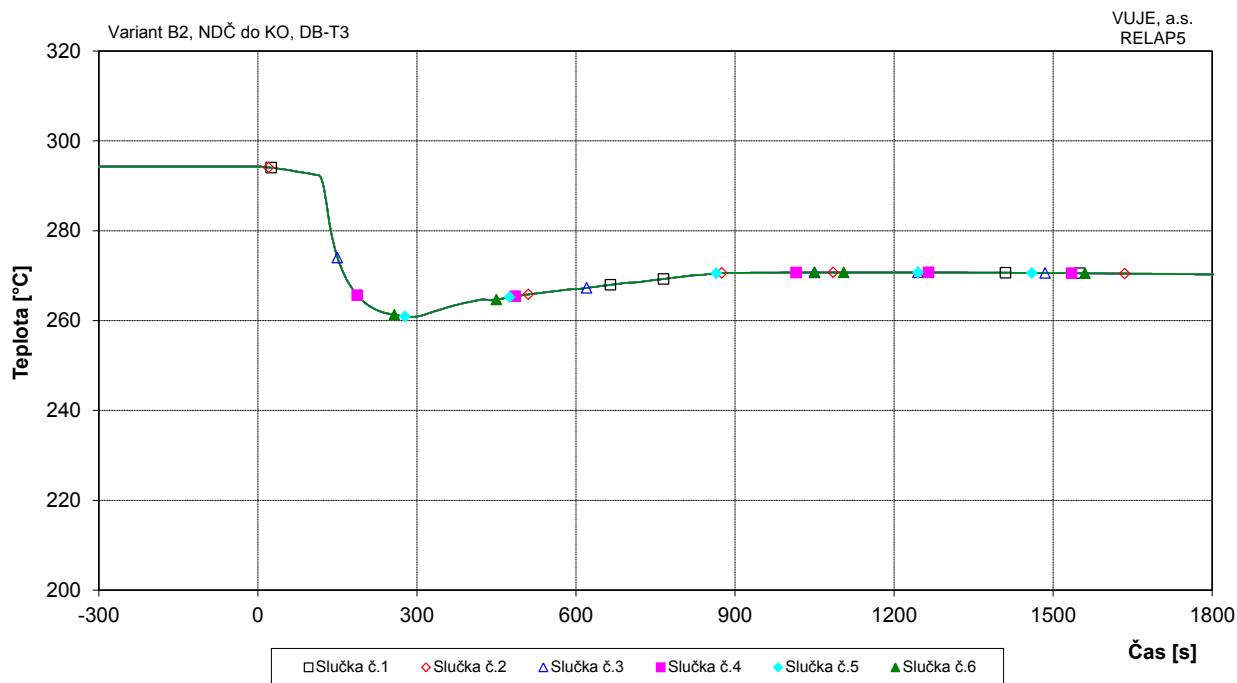
Obr. 7.2.1.4.2-B2-4: Celková reaktivita



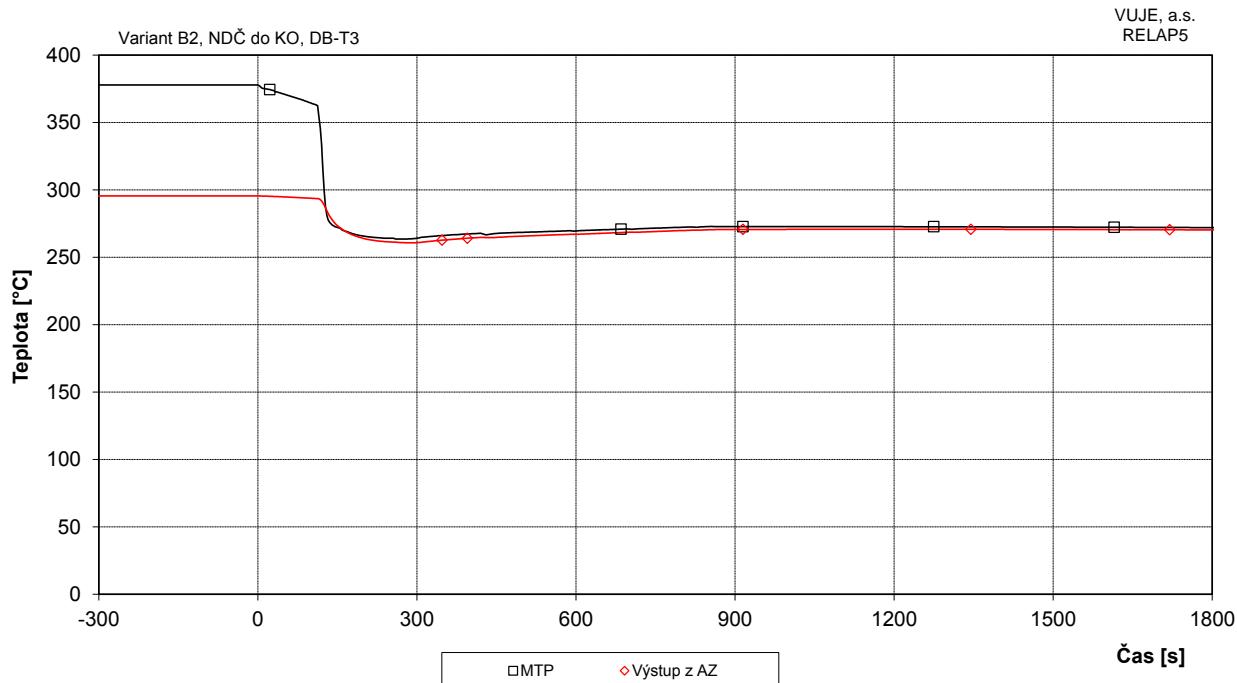
Obr. 7.2.1.4.2-B2-5: Teplota chladiva v TNR



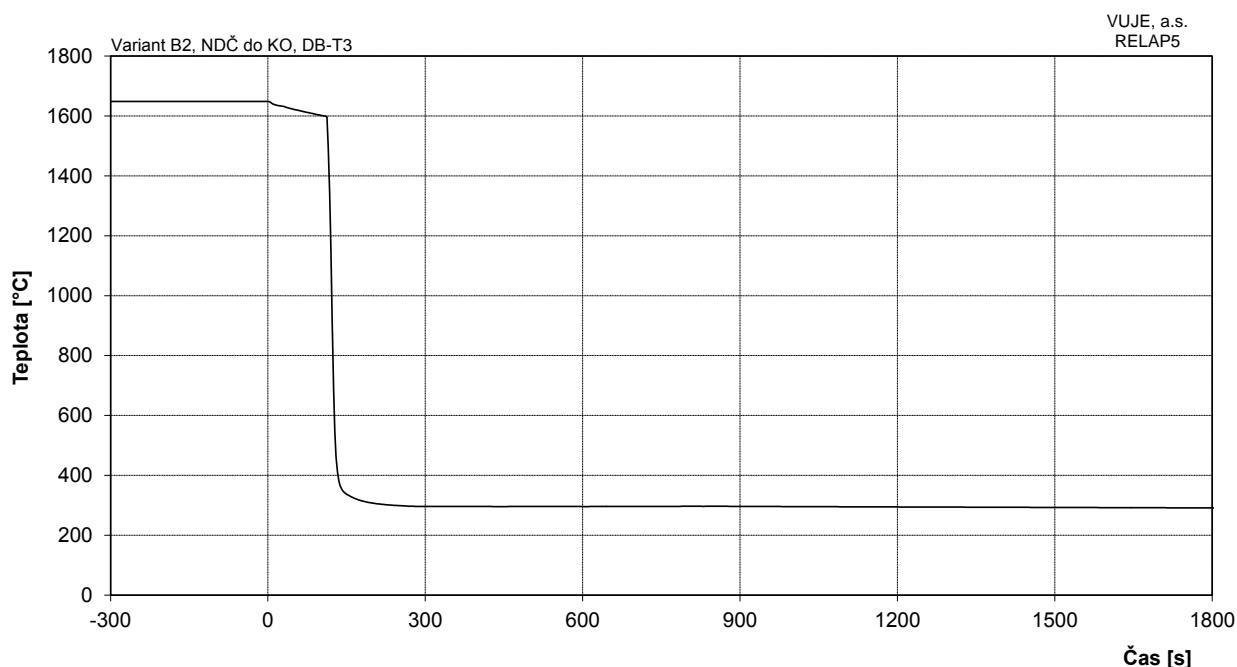
Obr. 7.2.1.4.2-B2-6: Teplota chladiva na vstupe do TNR



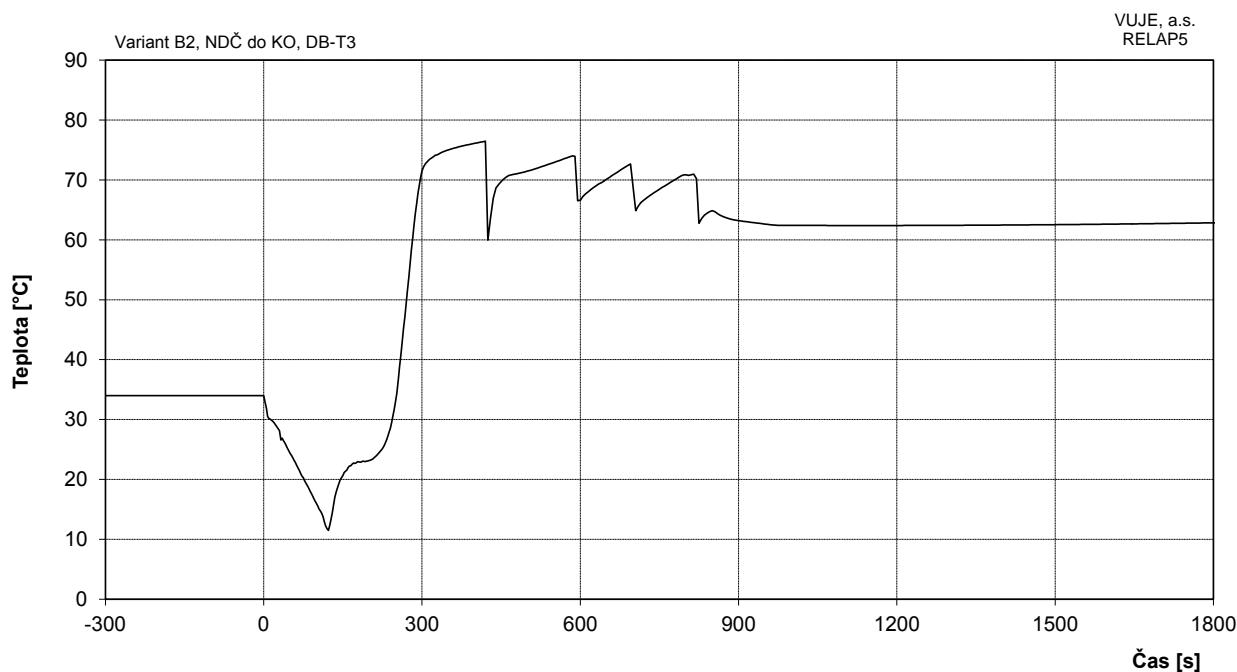
Obr. 7.2.1.4.2-B2-7: Teplota chladiva na výstupe z TNR



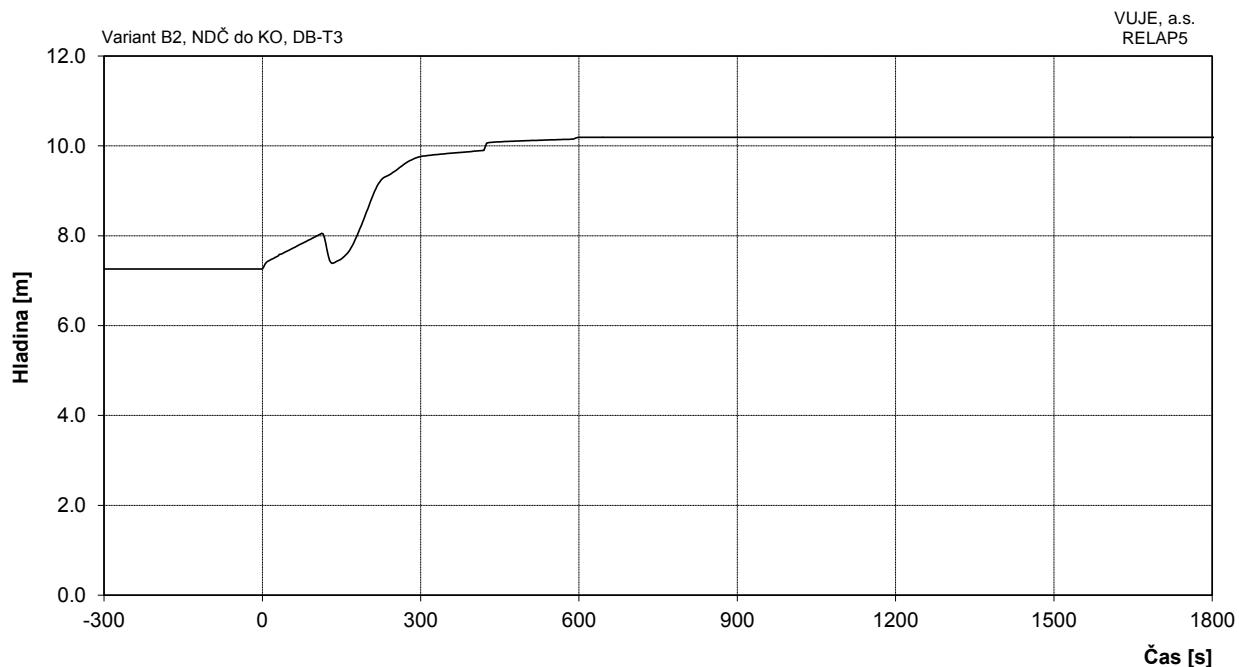
Obr. 7.2.1.4.2-B2-8: Maximálna teplota pokrycia a teplota chladiva na výstupe z AZ



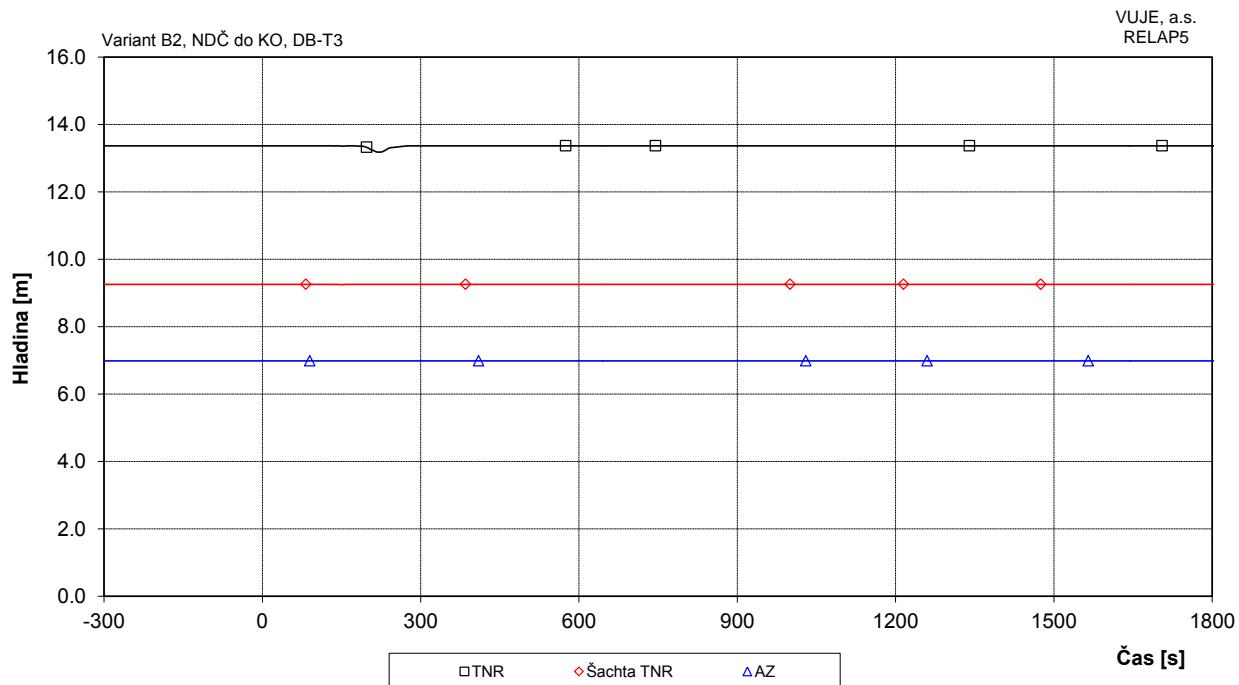
Obr. 7.2.1.4.2-B2-9: Maximálna teplota paliva



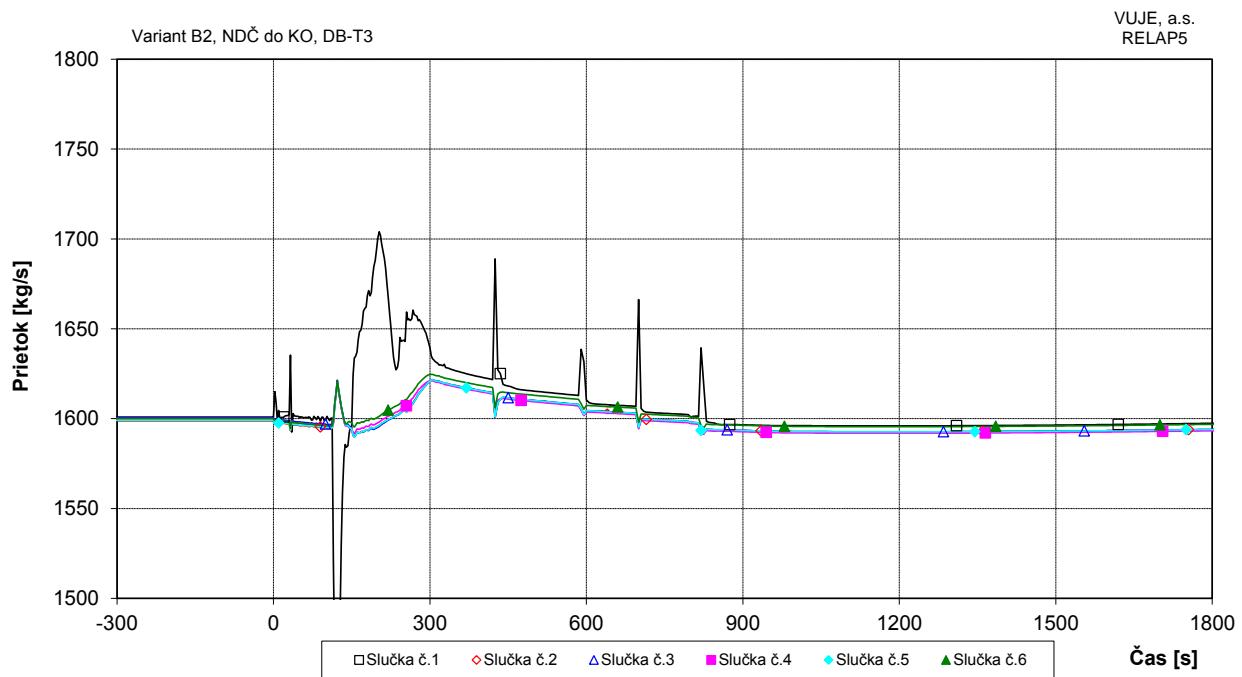
Obr. 7.2.1.4.2-B2-10: Podchladenie na výstupe z reaktora



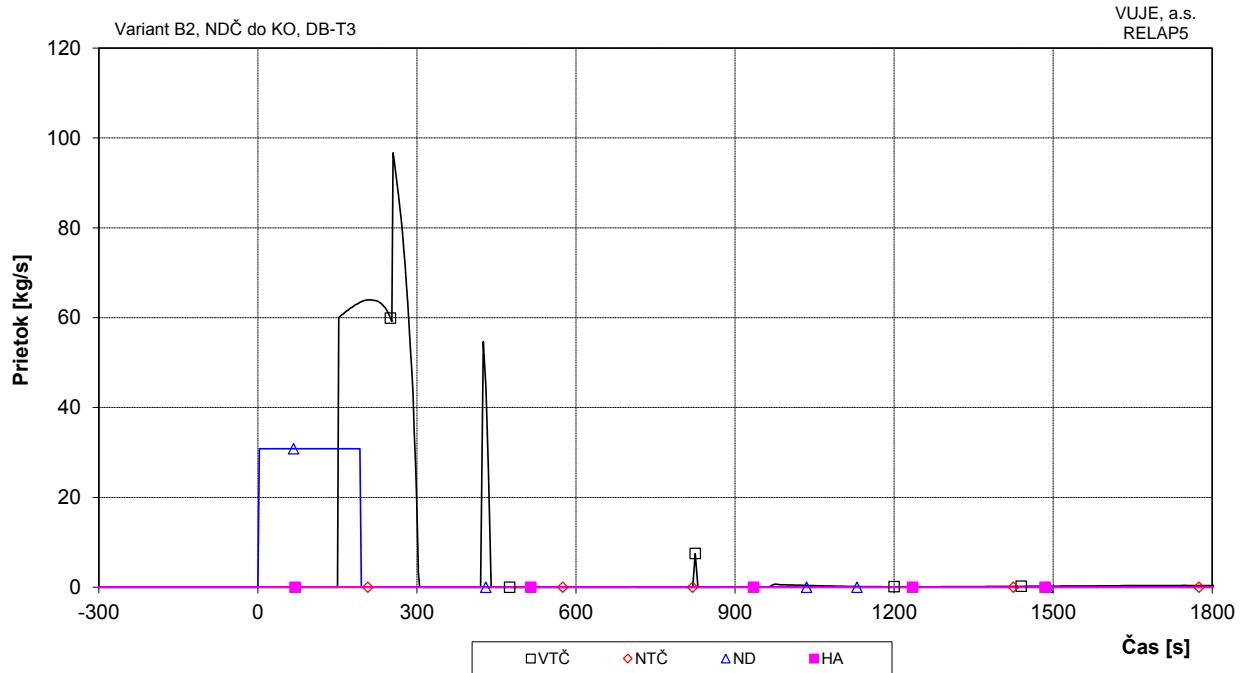
Obr. 7.2.1.4.2-B2-11: Celková hladina v KO



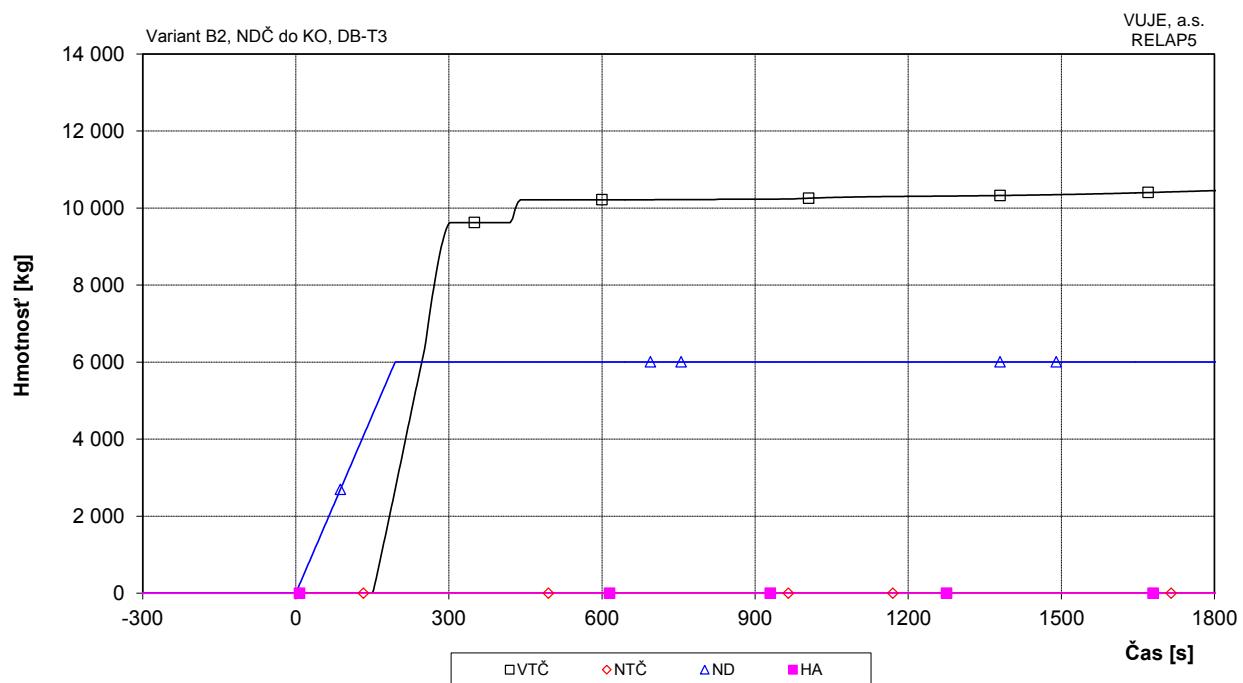
Obr. 7.2.1.4.2-B2-12: Hladina chladiva v TNR



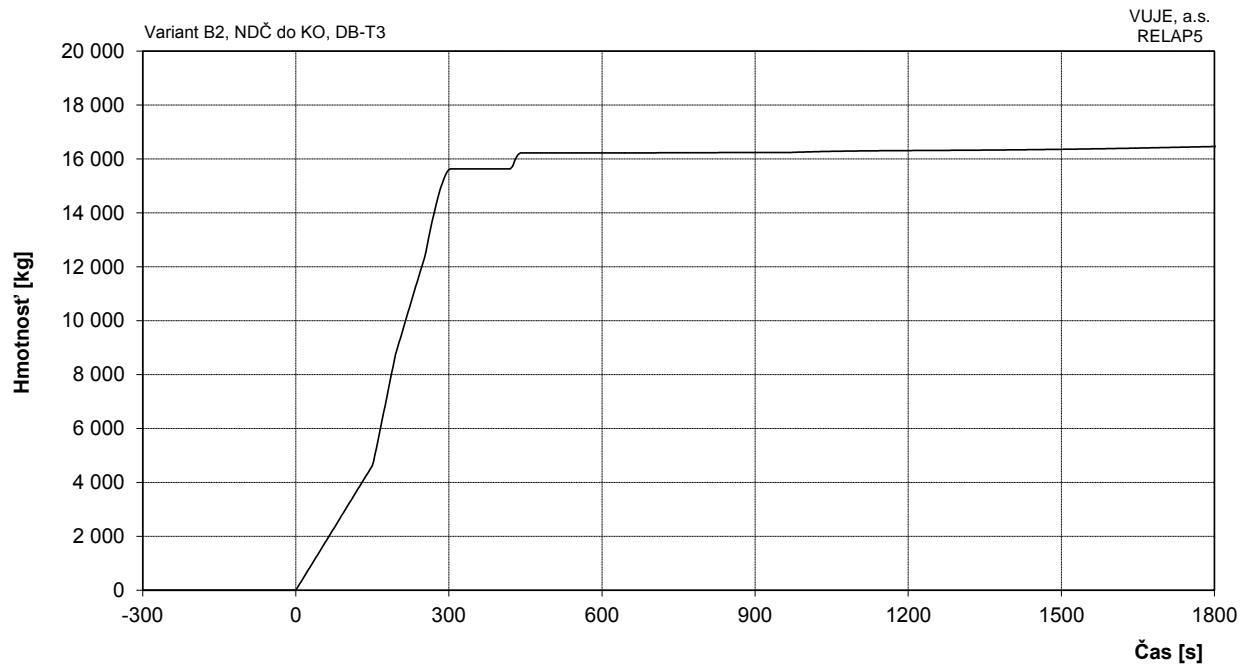
Obr. 7.2.1.4.2-B2-13: Hmotnostný prietok chladiva na výstupe z TNR



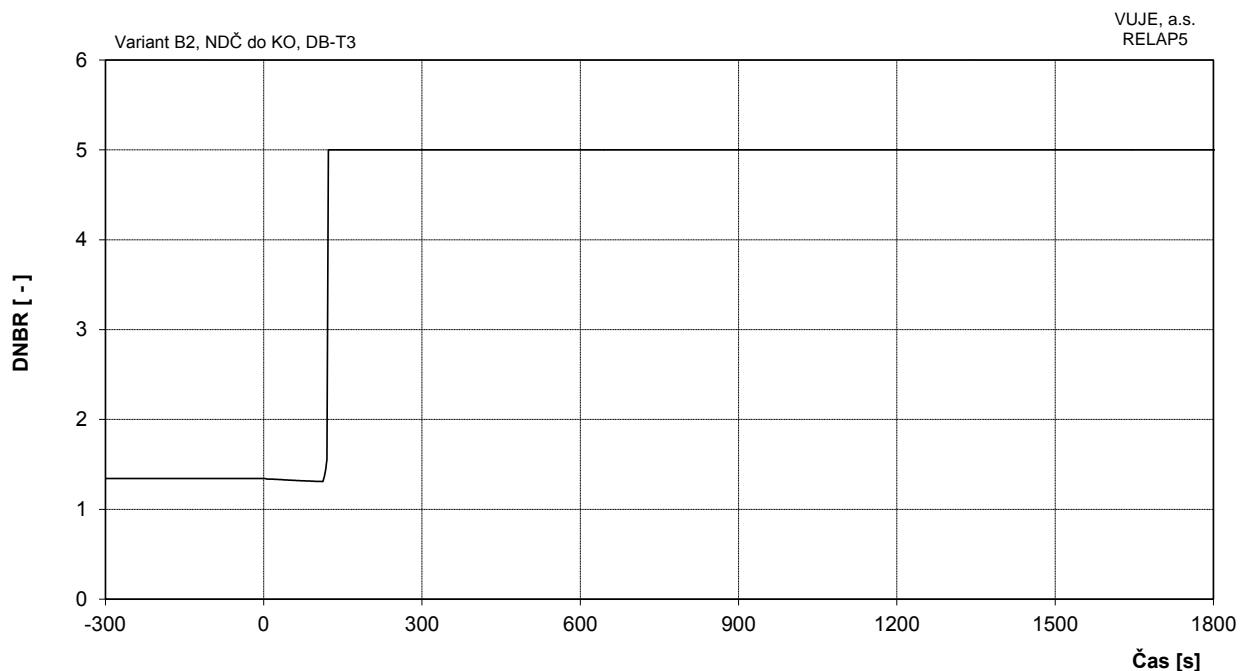
Obr. 7.2.1.4.2-B2-14: Doplňovanie do I.O.



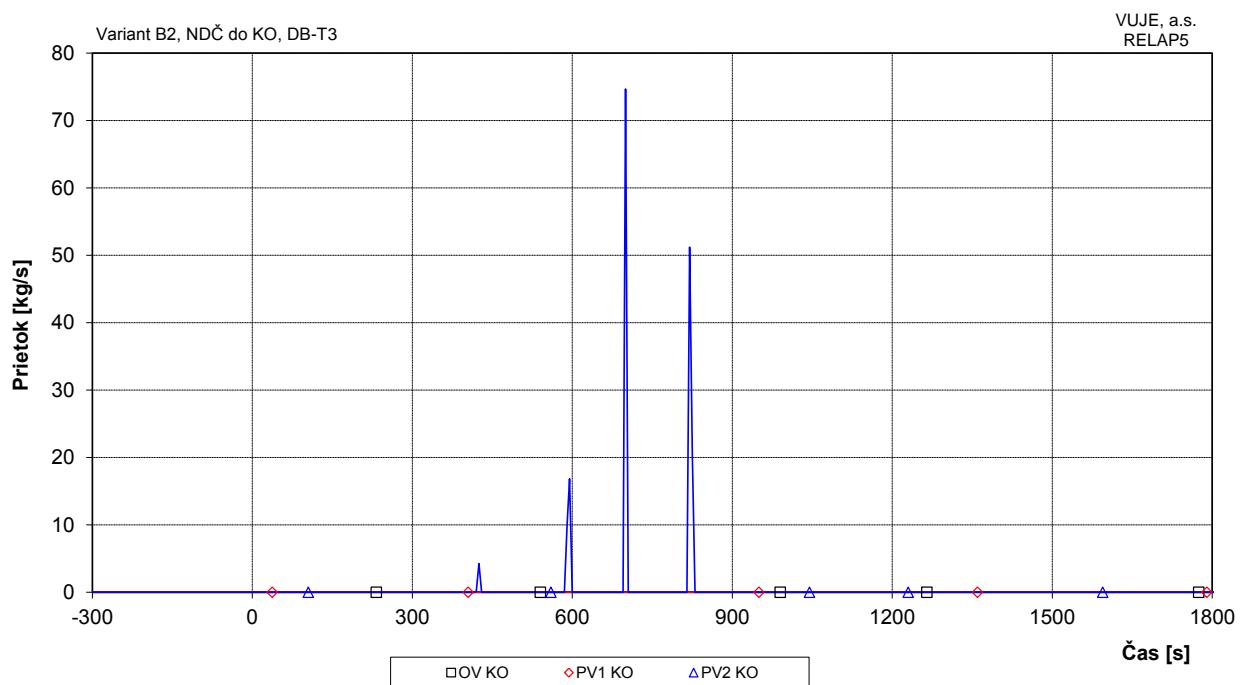
Obr. 7.2.1.4.2-B2-15: Integrál doplňovania do I.O.



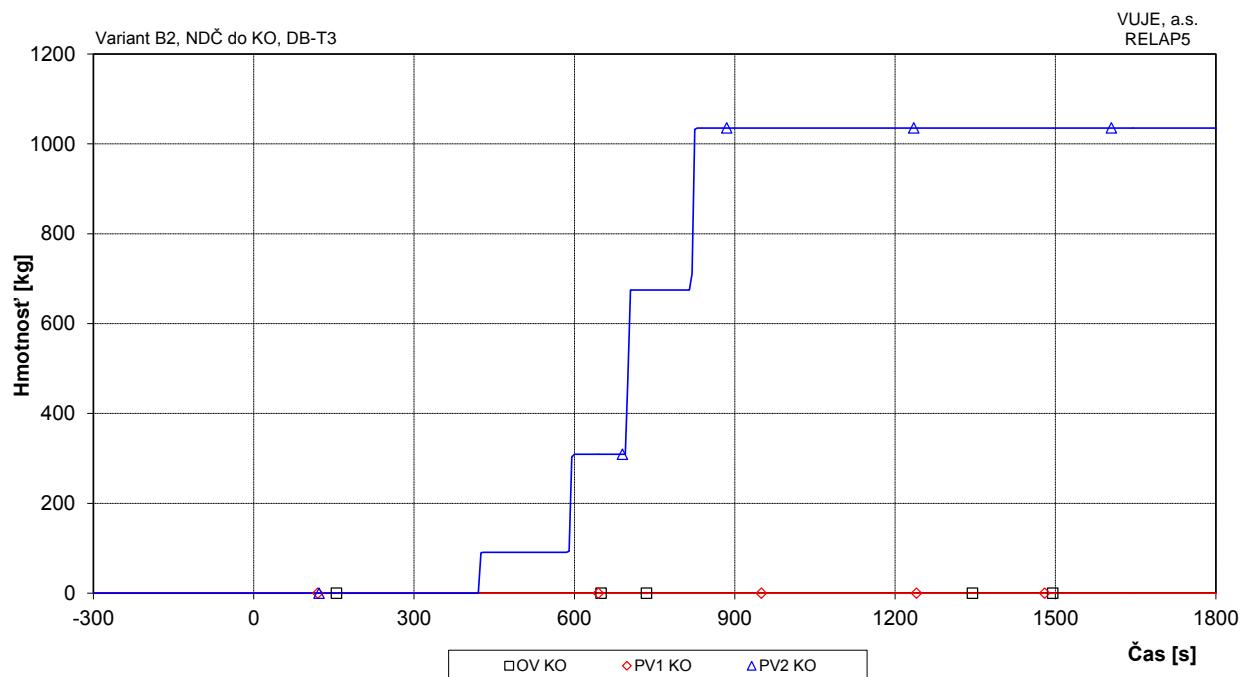
Obr. 7.2.1.4.2-B2-16: Integrál celkového doplňovania do I.O.



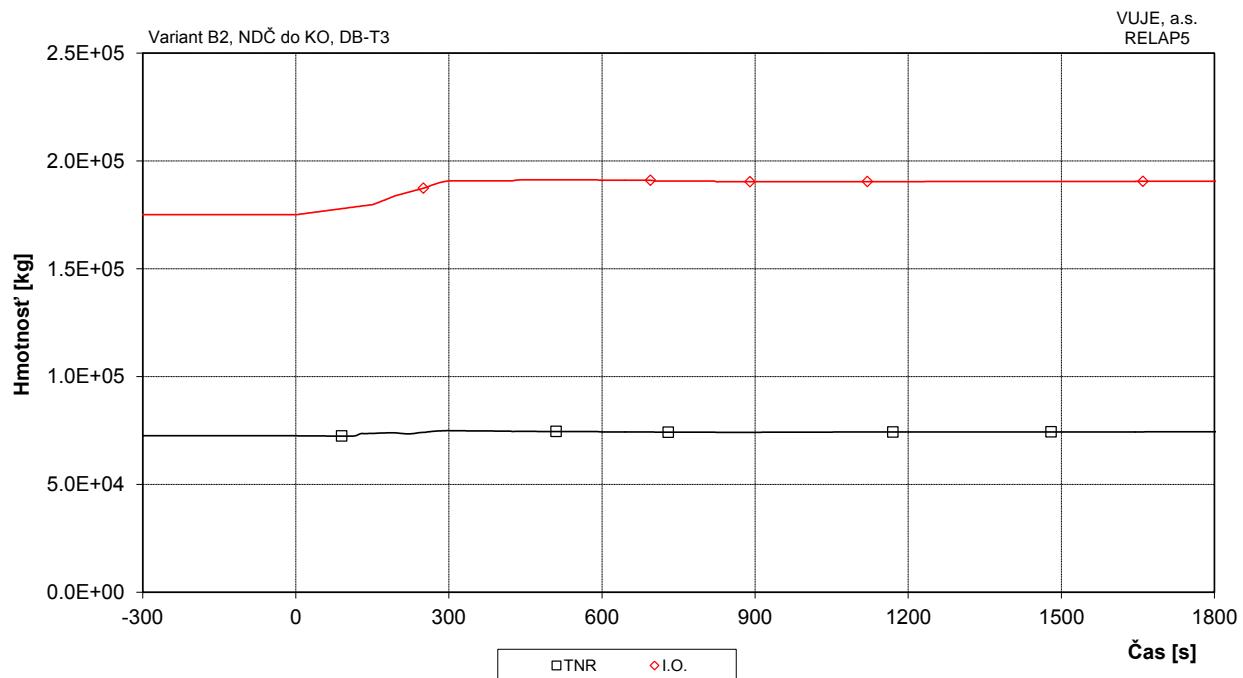
Obr. 7.2.1.4.2-B2-17: Minimálna hodnota DNBR v AZ



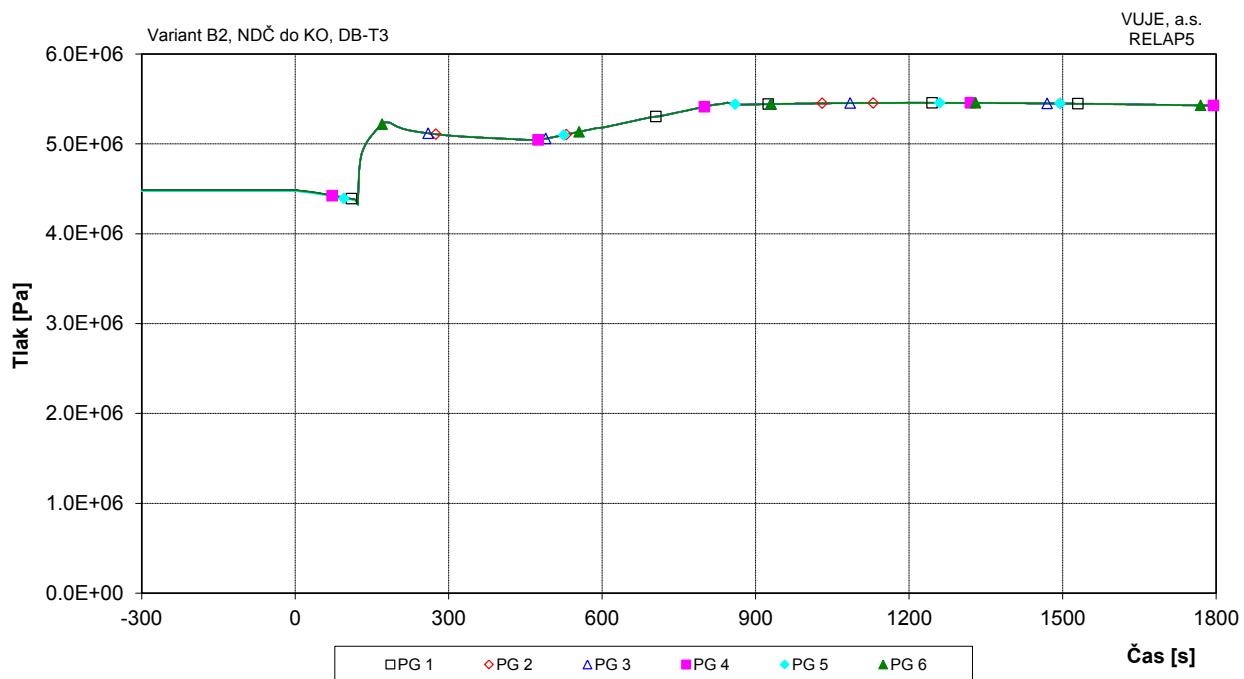
Obr. 7.2.1.4.2-B2-18: Prietok chladiva cez pojistné ventily KO



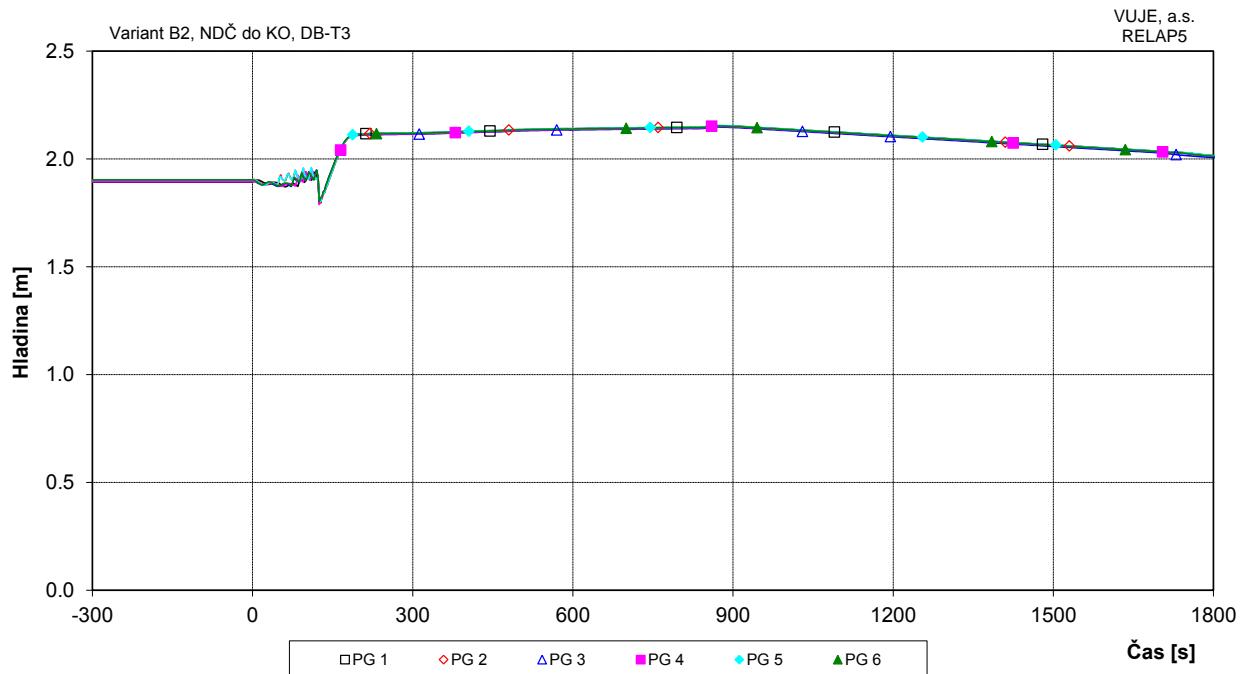
Obr. 7.2.1.4.2-B2-19: Integrál prietoku chladiva cez pojistné ventily KO



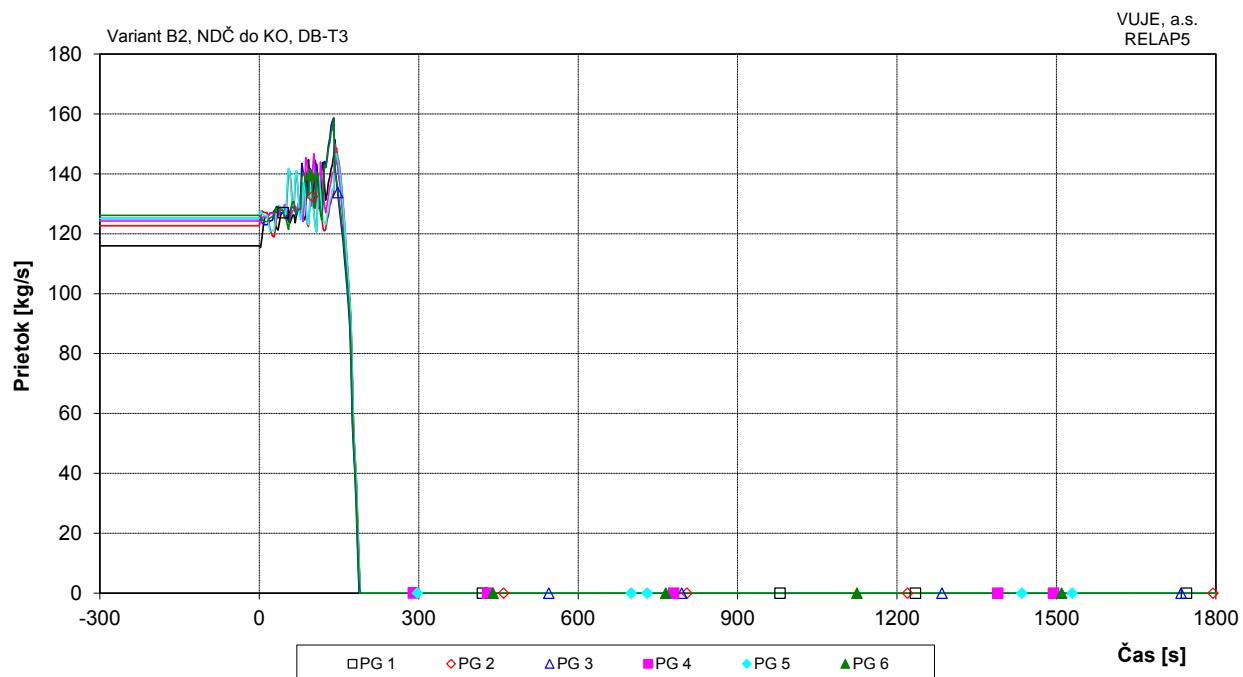
Obr. 7.2.1.4.2-B2-20: Hmotnosť chladiva v I.O.



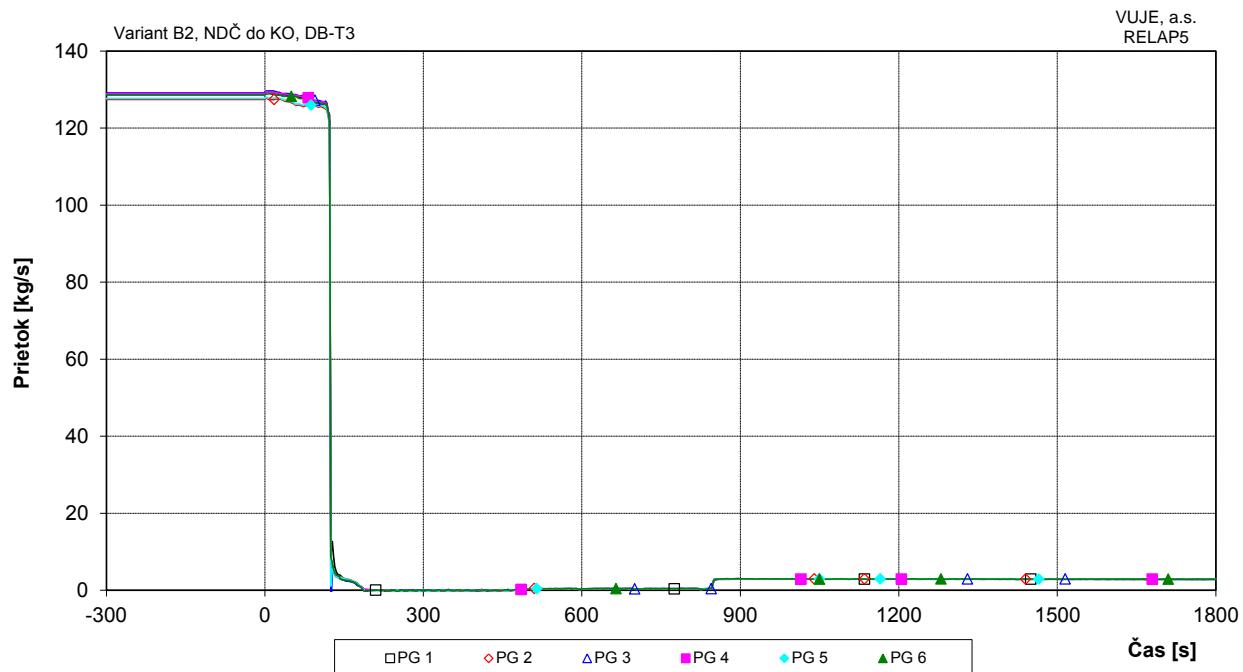
Obr. 7.2.1.4.2-B2-21: Tlak v parovode



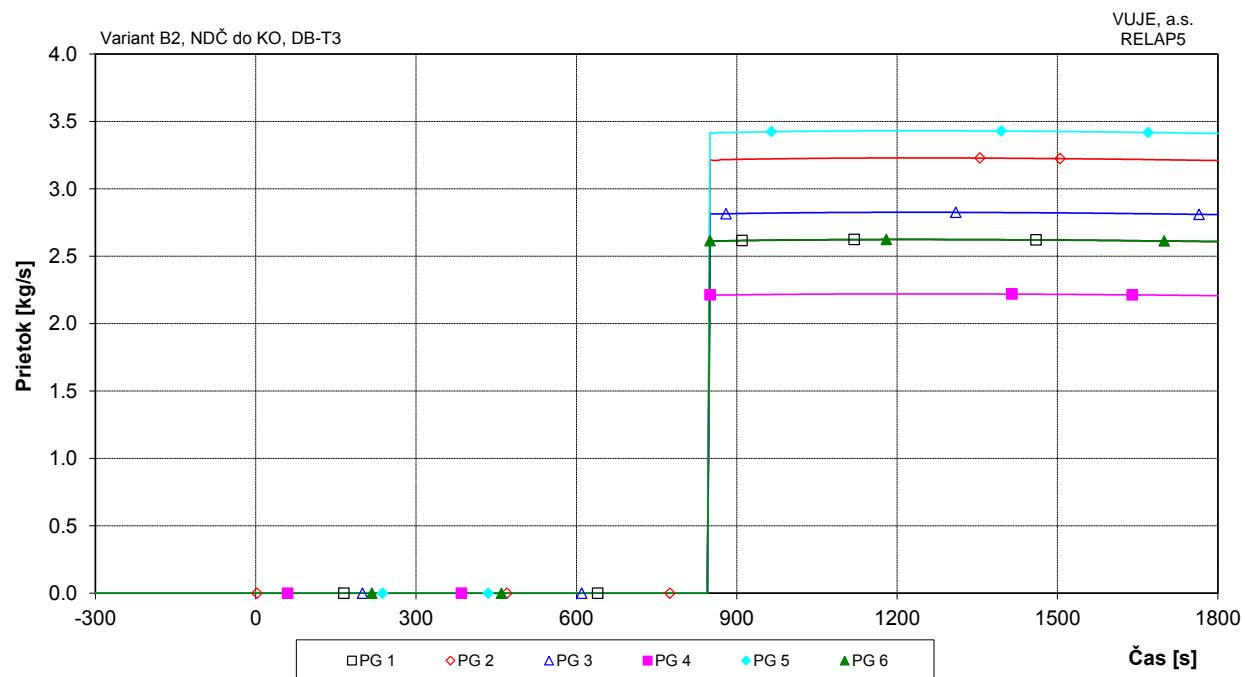
Obr. 7.2.1.4.2-B2-22: Celková hladina v PG



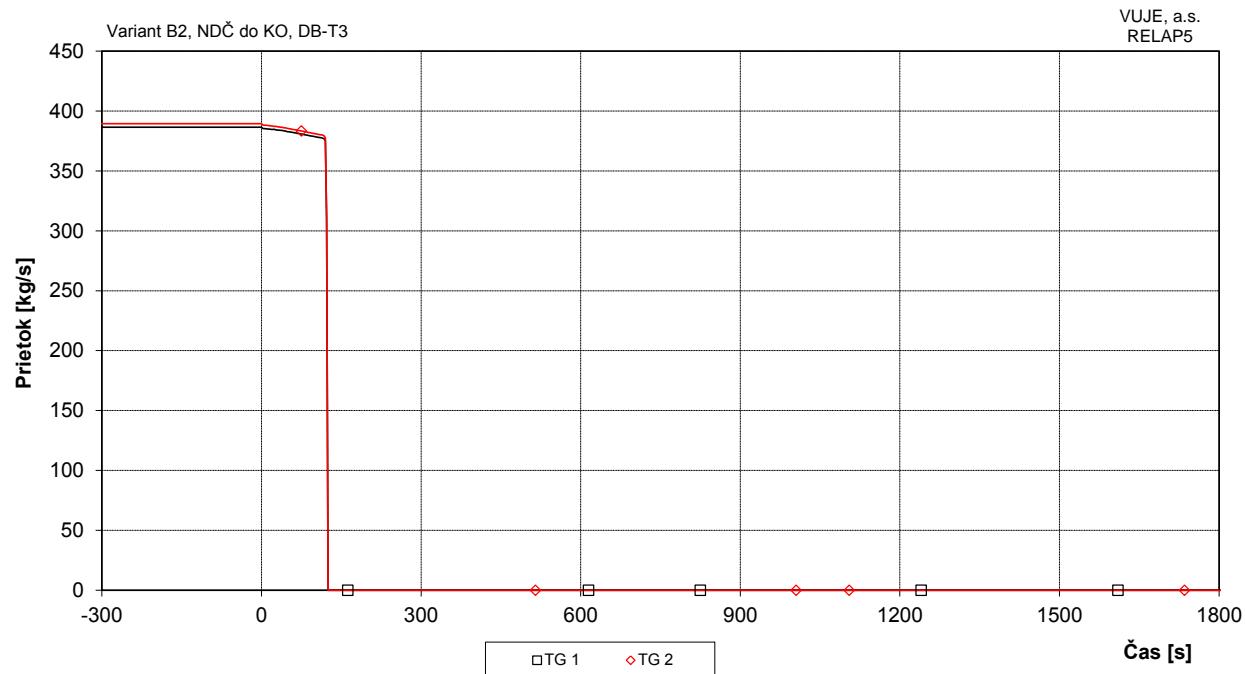
Obr. 7.2.1.4.2-B2-23: Celkový prietok napájacej vody do PG



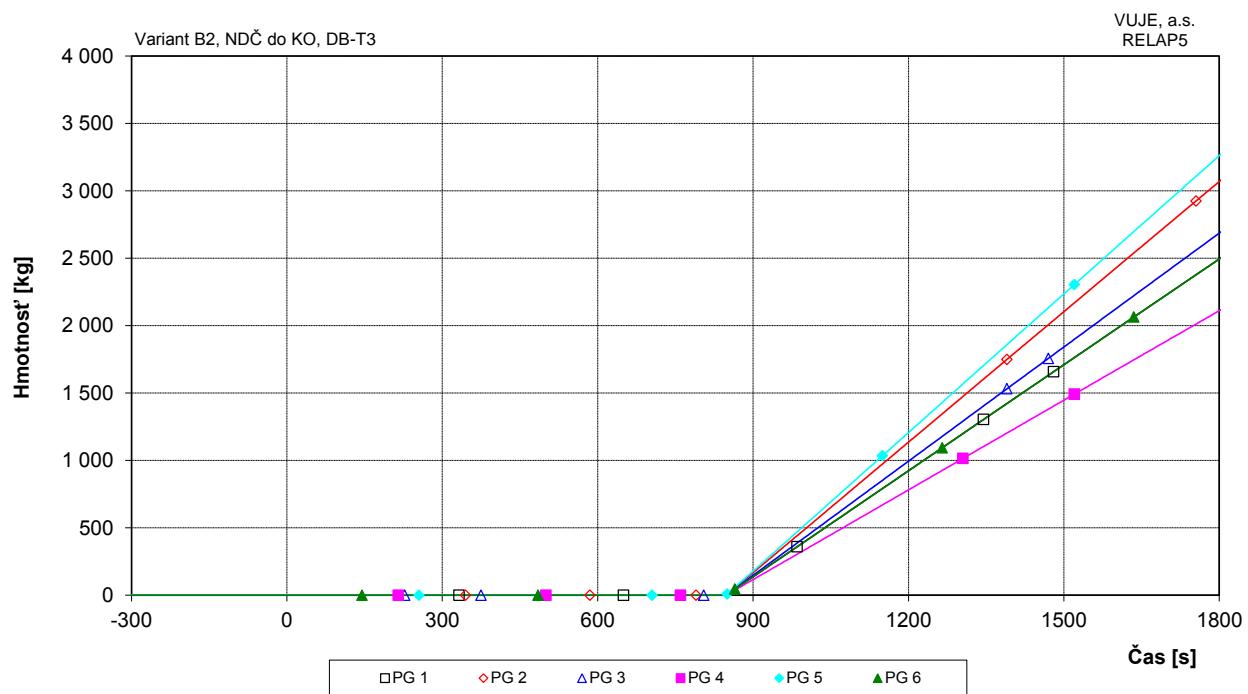
Obr. 7.2.1.4.2-B2-24: Prietok pary z PG



Obr. 7.2.1.4.2-B2-25: Prietok pary cez PS-A na parovodoch



Obr. 7.2.1.4.2-B2-26: Prietok pary do TG



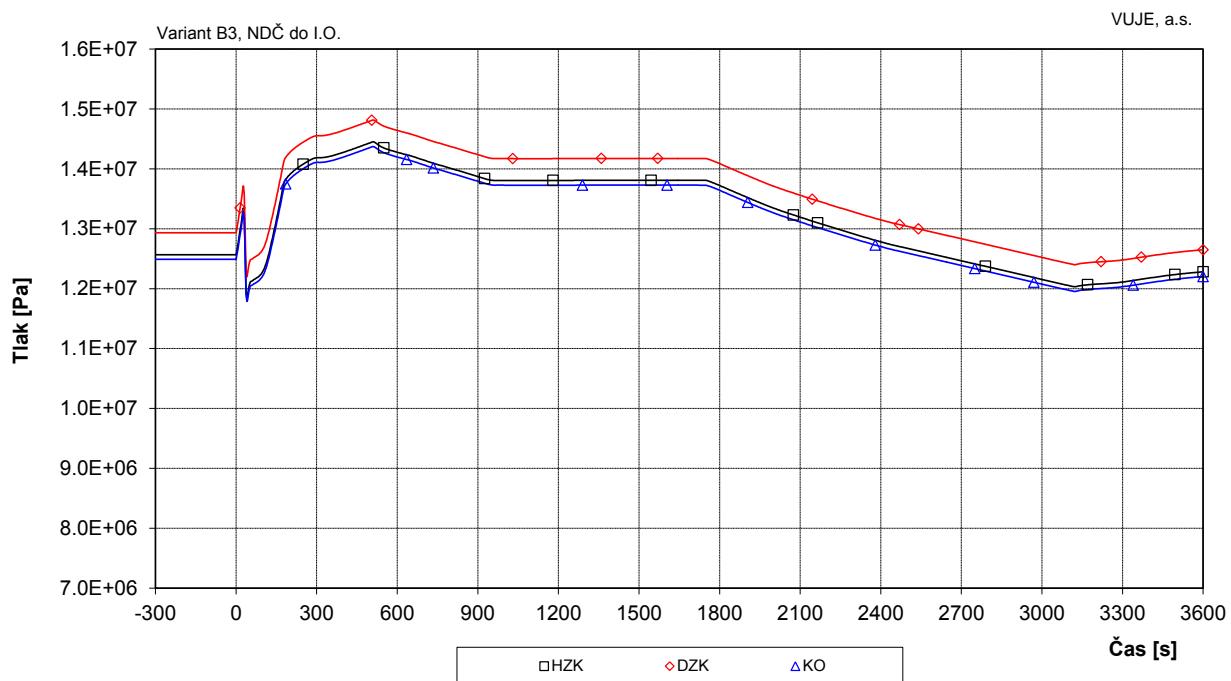
Obr. 7.2.1.4.2-B2-27: Integrál prietoku pary cez PS-A PG

Príloha č. 04

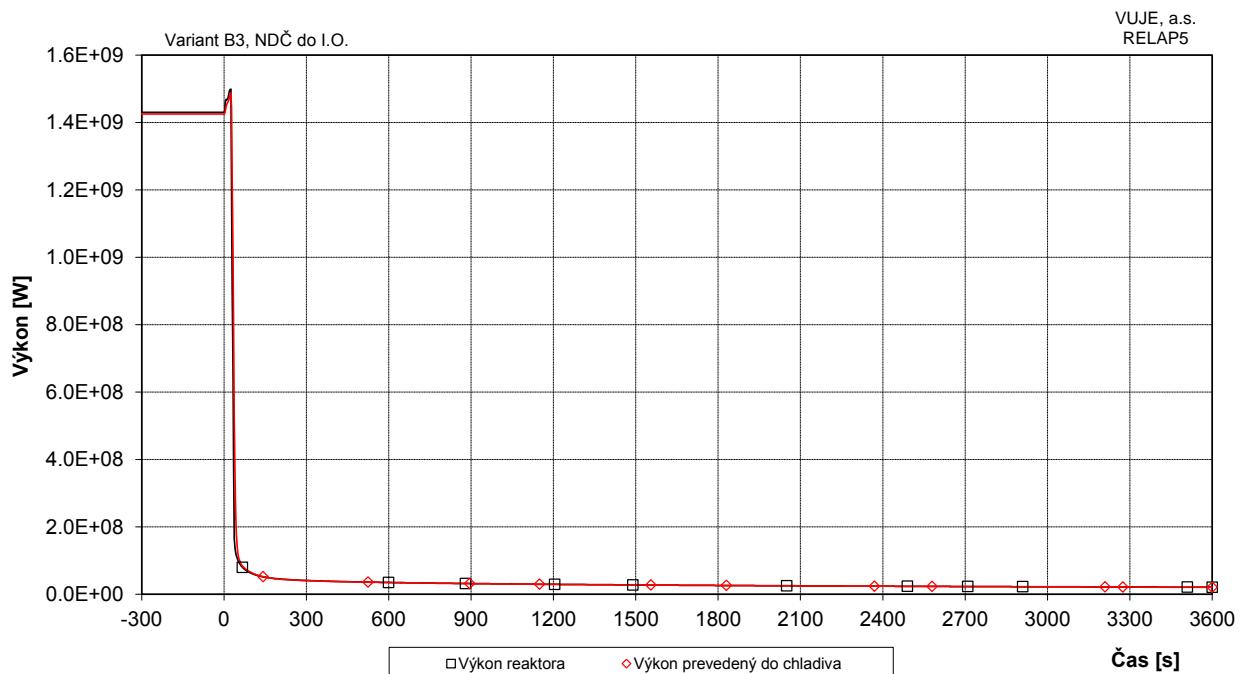
- 7.2.1.4.2 Chybná činnosť normálneho systému doplňovania, ktorá zvyšuje množstvo chladiva v primárnom okruhu**
- Scenár B3 Nesprávne spustenie dvoch normálnych doplňovacích čerpadiel s prepojením výtlaku na satie HCČ**

ZOZNAM OBRÁZKOV

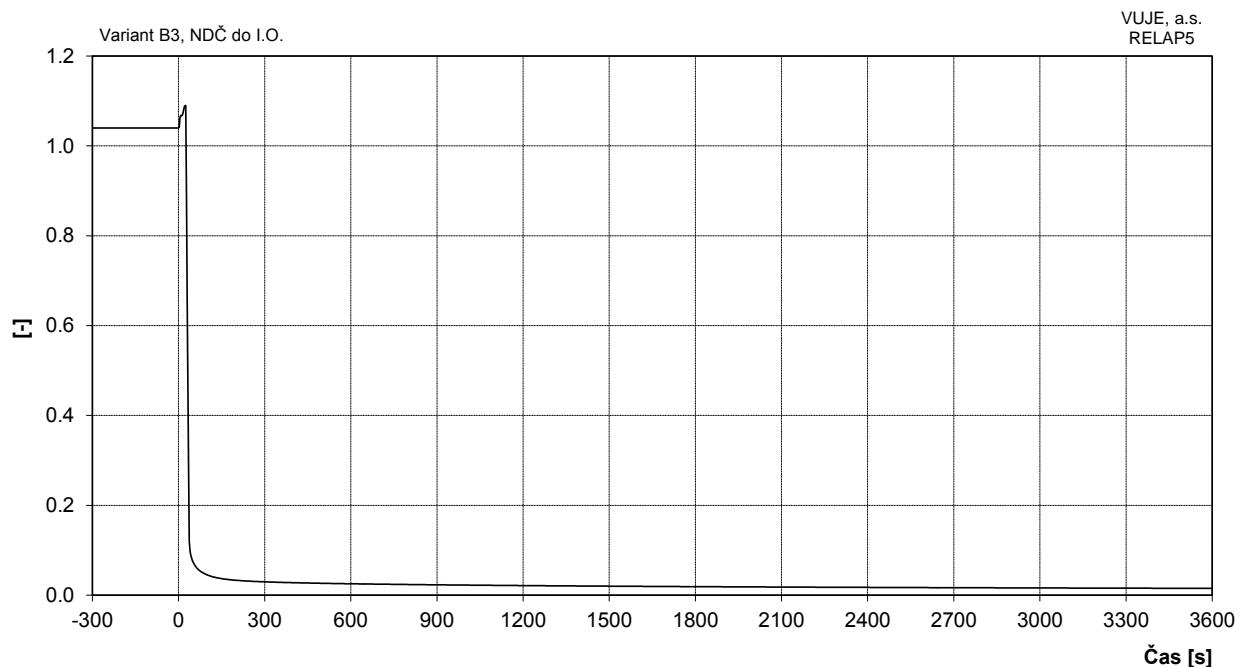
Obr. 7.2.1.4.2-B3-1:	Tlak v I.O.	2
Obr. 7.2.1.4.2-B3-2:	Výkon reaktora	2
Obr. 7.2.1.4.2-B3-3:	Pomerný výkon reaktora	3
Obr. 7.2.1.4.2-B3-4:	Celková reaktivita	3
Obr. 7.2.1.4.2-B3-5:	Teplota chladiva v TNR.....	4
Obr. 7.2.1.4.2-B3-6:	Teplota chladiva na vstupe do TNR	4
Obr. 7.2.1.4.2-B3-7:	Teplota chladiva na výstupe z TNR.....	5
Obr. 7.2.1.4.2-B3-8:	Maximálna teplota pokrytia a teplota chladiva na výstupe z AZ.....	5
Obr. 7.2.1.4.2-B3-9:	Maximálna teplota paliva	6
Obr. 7.2.1.4.2-B3-10:	Podchladenie na výstupe z reaktora	6
Obr. 7.2.1.4.2-B3-11:	Celková hladina v KO	7
Obr. 7.2.1.4.2-B3-12:	Hmotostný prietok chladiva na výstupe z TNR.....	7
Obr. 7.2.1.4.2-B3-13:	Doplňovanie do I.O.	8
Obr. 7.2.1.4.2-B3-14:	Integrál doplňovania do I.O.	8
Obr. 7.2.1.4.2-B3-15:	Minimálna hodnota DNBR v AZ	9
Obr. 7.2.1.4.2-B3-16:	Integrál prietoku chladiva cez poistné ventily KO	9
Obr. 7.2.1.4.2-B3-17:	Hmotnosť chladiva v I.O.	10
Obr. 7.2.1.4.2-B3-18:	Tlak v parovode	10
Obr. 7.2.1.4.2-B3-19:	Celková hladina v PG	11
Obr. 7.2.1.4.2-B3-20:	Celkový prietok napájacej vody do PG.....	11
Obr. 7.2.1.4.2-B3-21:	Priekopy pary z PG.....	12
Obr. 7.2.1.4.2-B3-22:	Priekopy pary cez PS-A na parovodoch	12
Obr. 7.2.1.4.2-B3-23:	Priekopy pary do TG.....	13
Obr. 7.2.1.4.2-B3-24:	Integrál prietoku pary cez PS-A PG	13



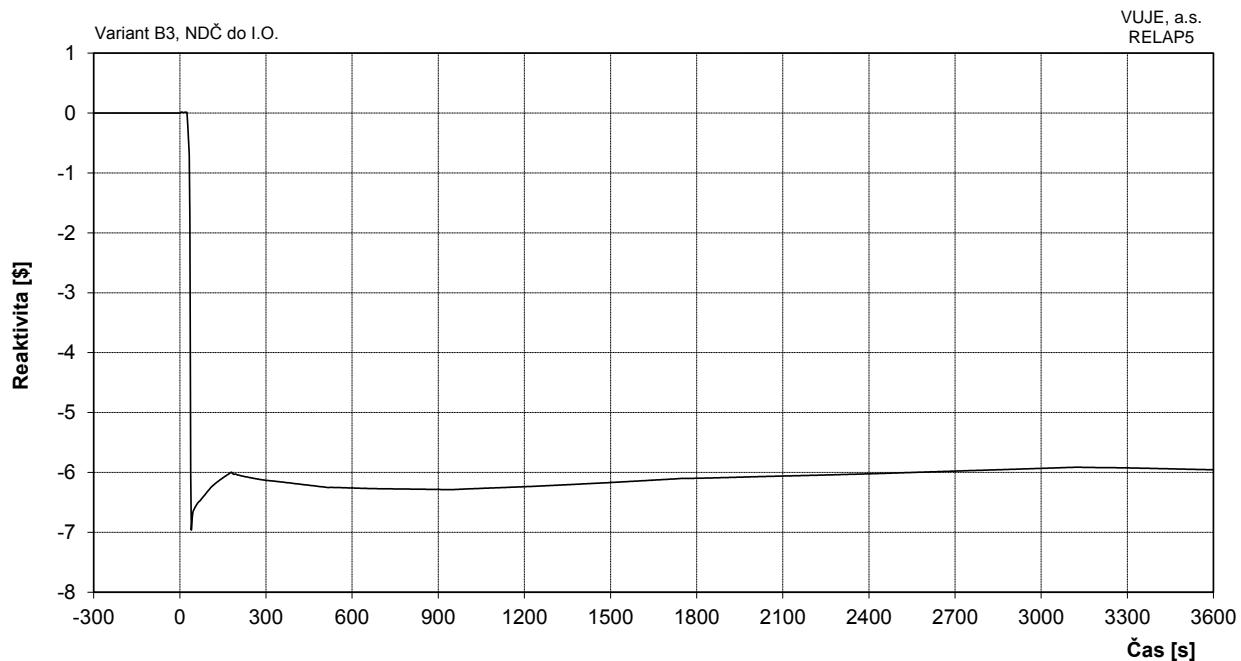
Obr. 7.2.1.4.2-B3-1: Tlak v I.O.



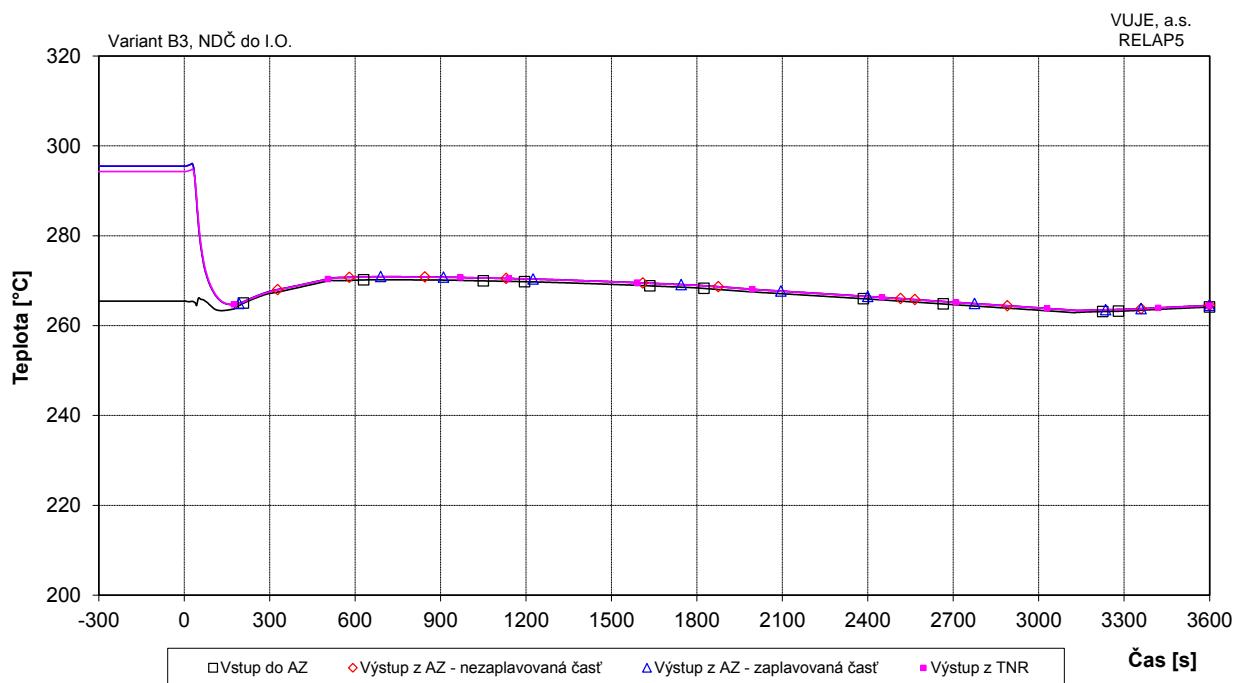
Obr. 7.2.1.4.2-B3-2: Výkon reaktora



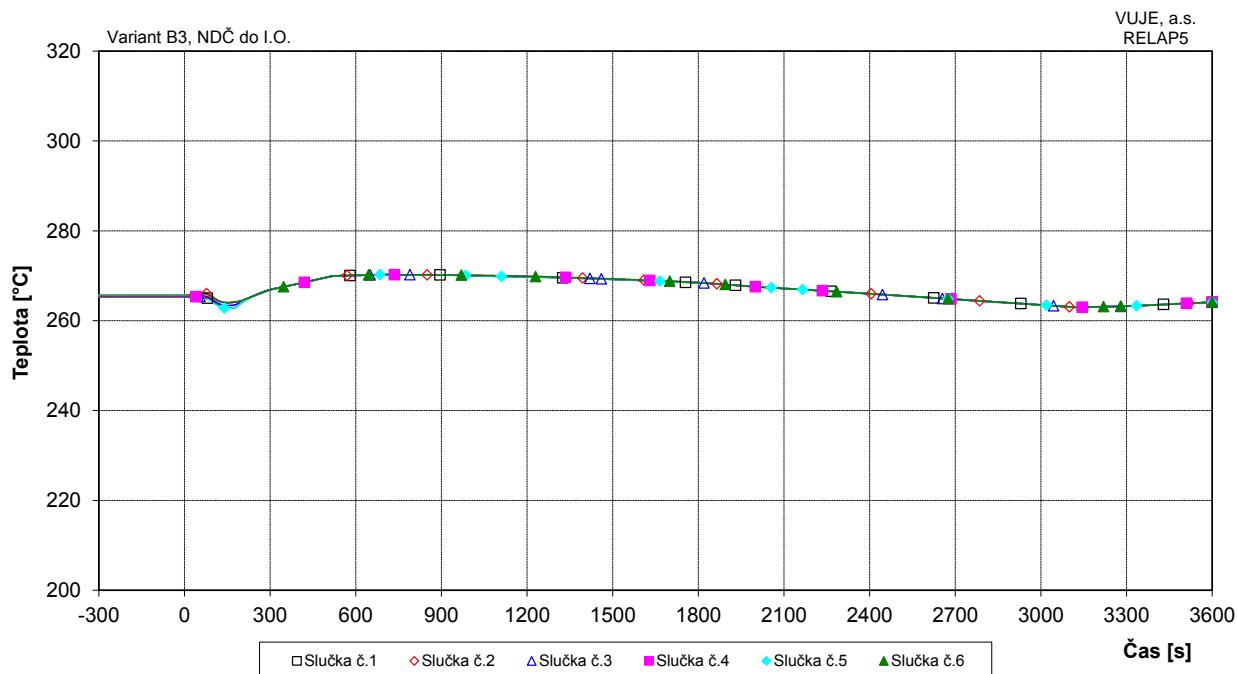
Obr. 7.2.1.4.2-B3-3: Pomerný výkon reaktora



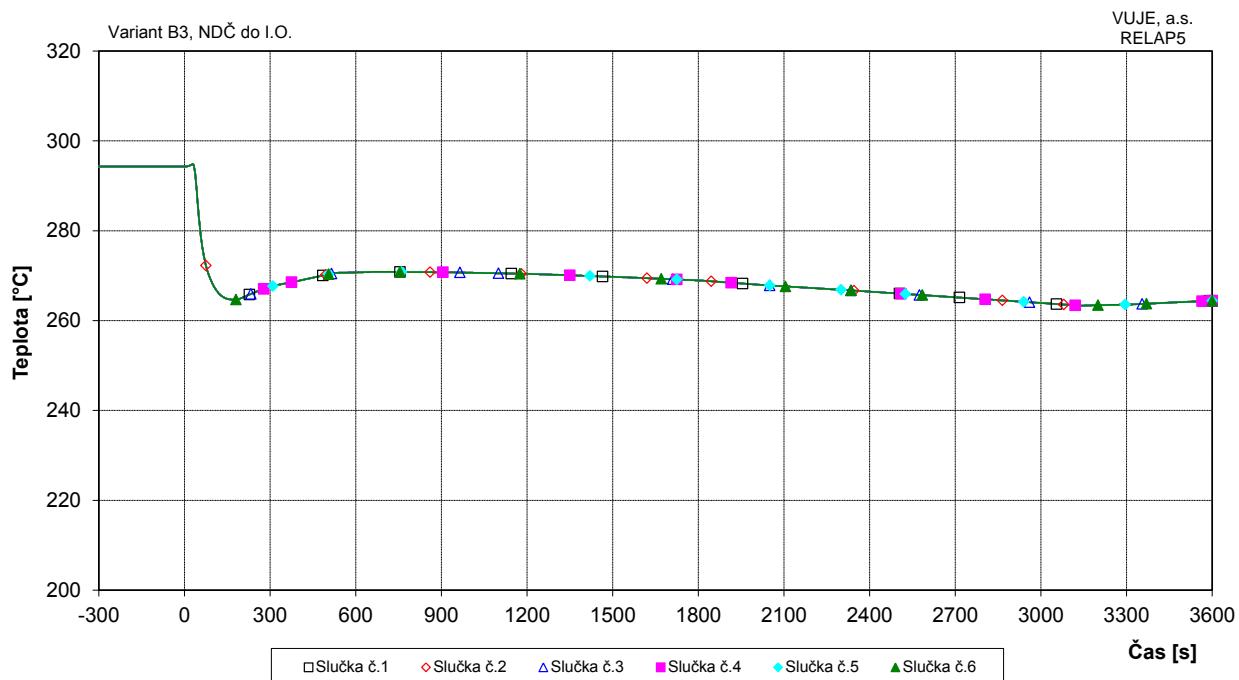
Obr. 7.2.1.4.2-B3-4: Celková reaktivita



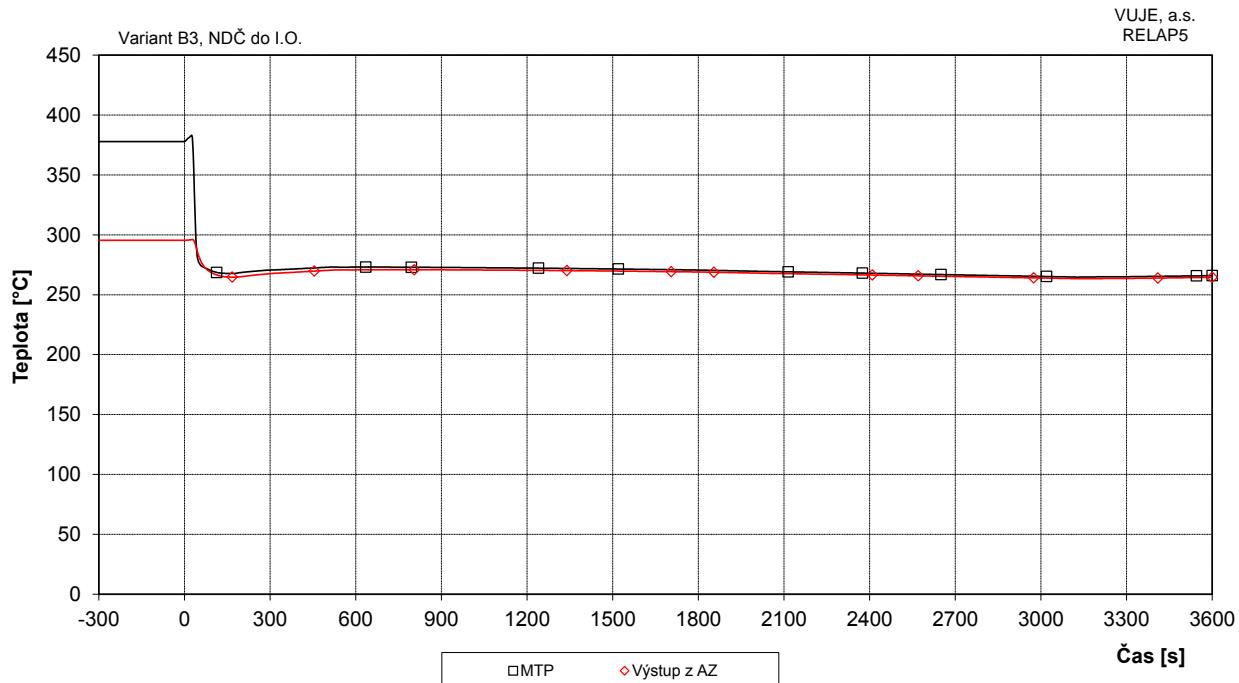
Obr. 7.2.1.4.2-B3-5: Teplota chladiva v TNR



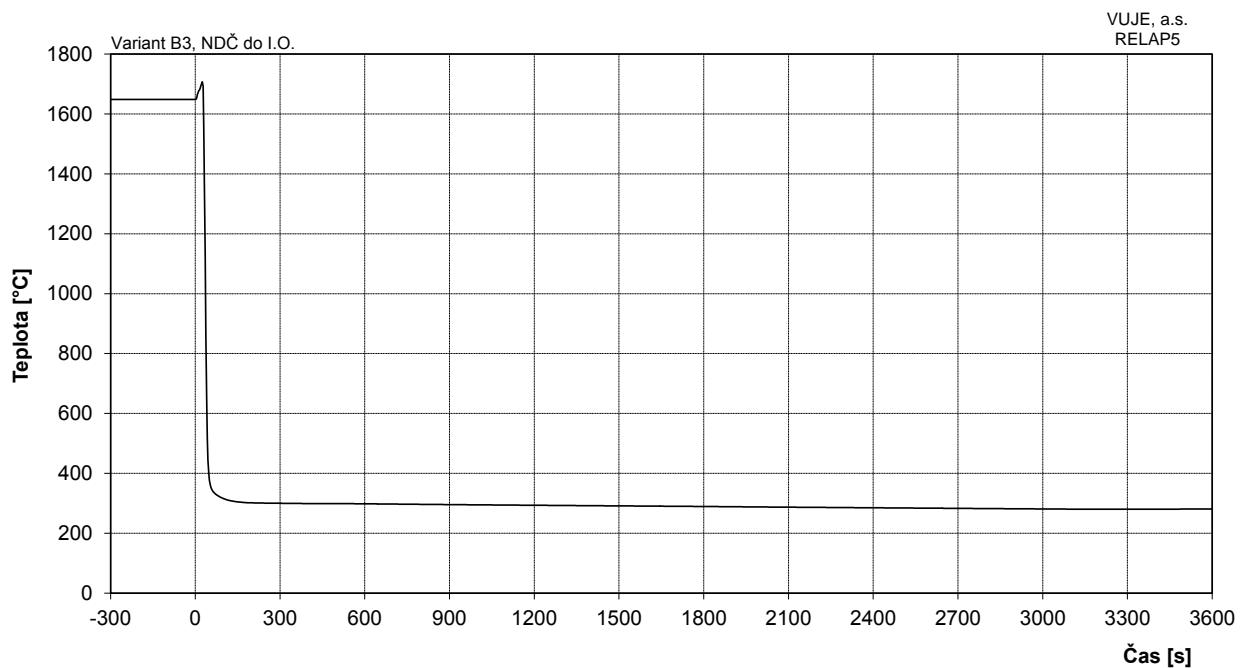
Obr. 7.2.1.4.2-B3-6: Teplota chladiva na vstupe do TNR



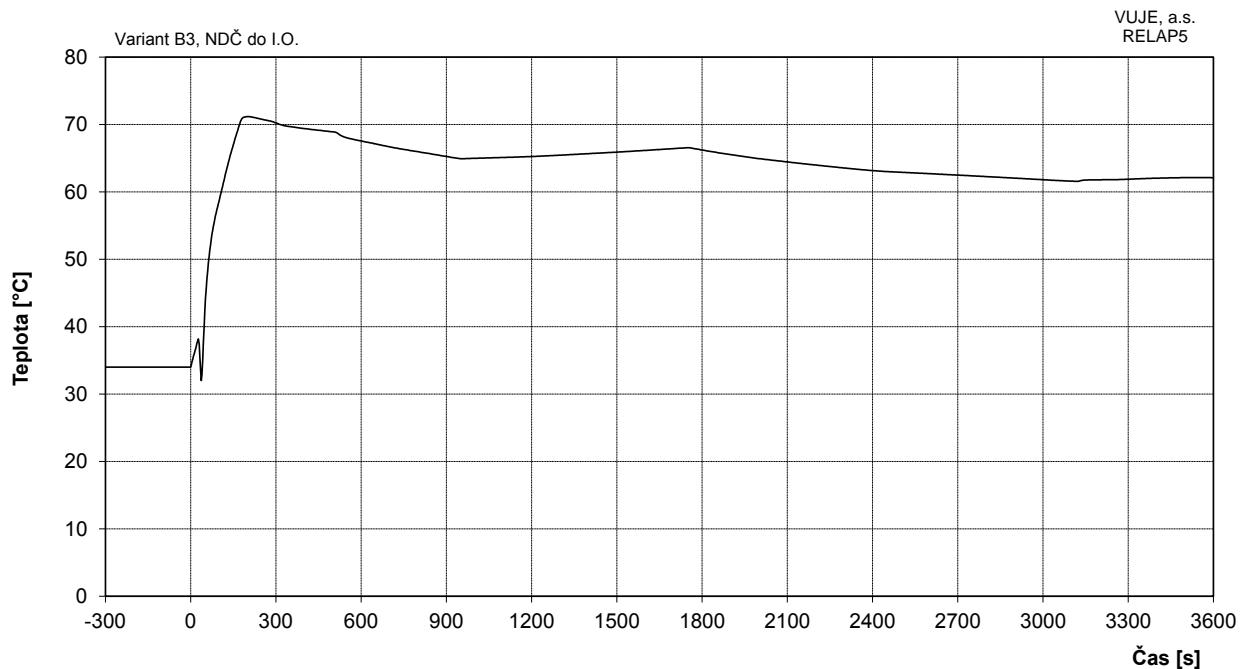
Obr. 7.2.1.4.2-B3-7: Teplota chladiva na výstupe z TNR



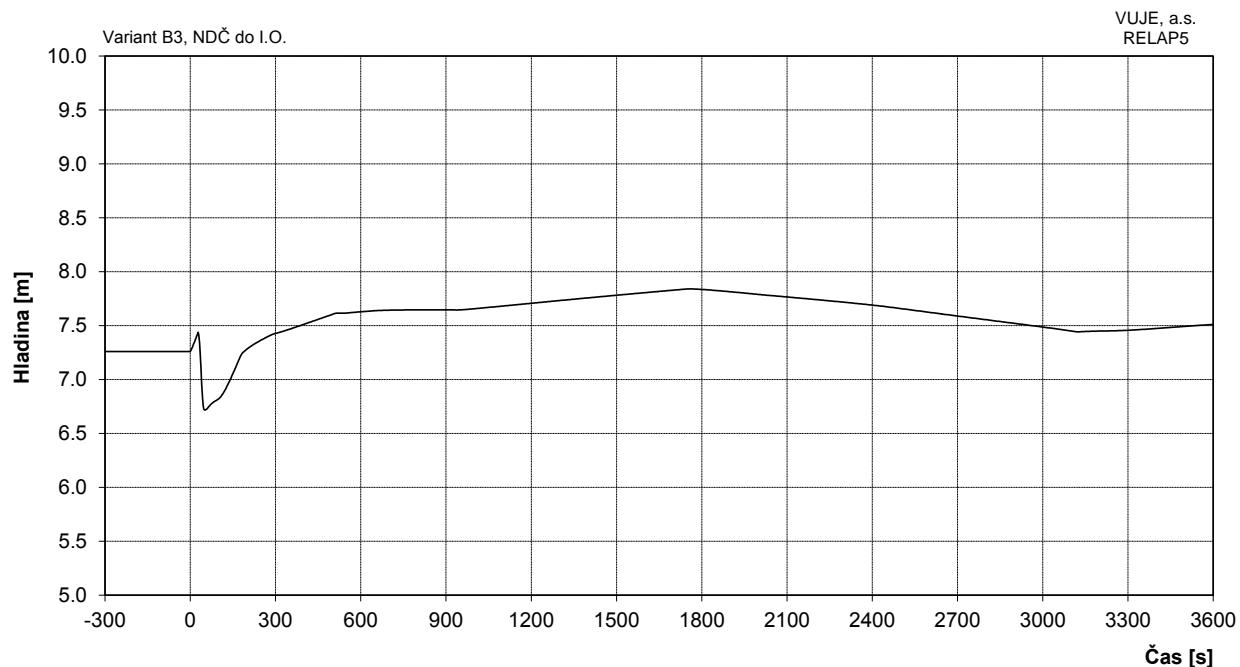
Obr. 7.2.1.4.2-B3-8: Maximálna teplota pokrycia a teplota chladiva na výstupe z AZ



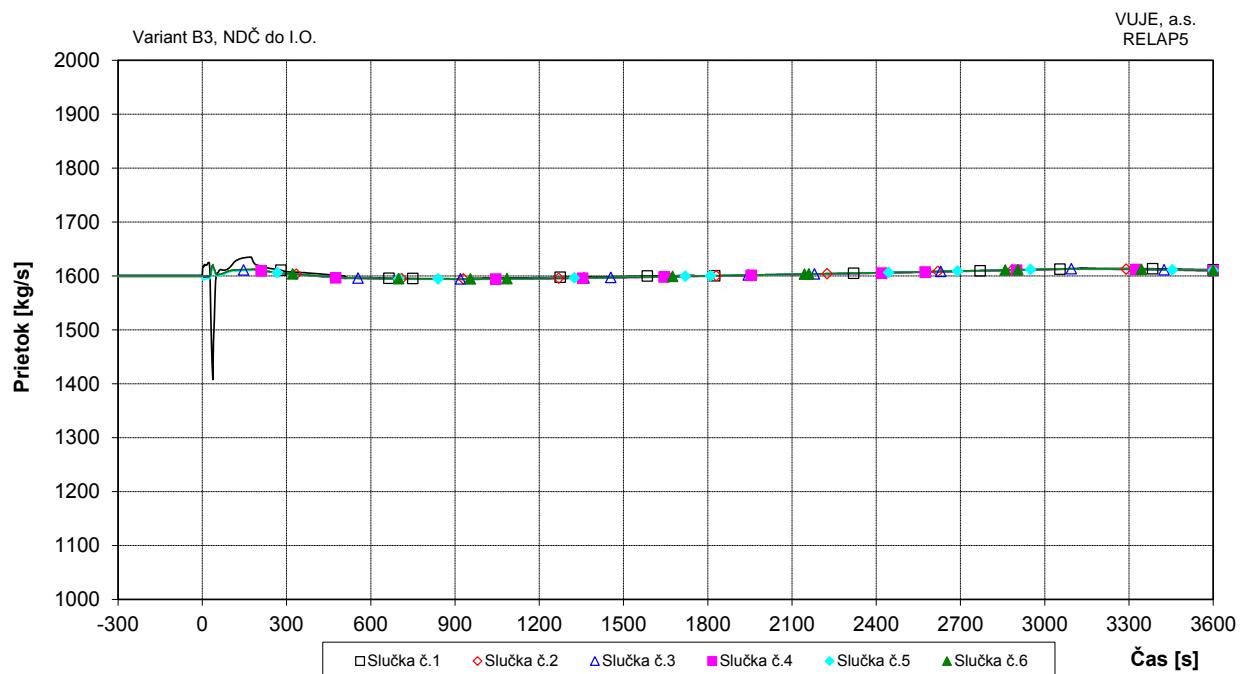
Obr. 7.2.1.4.2-B3-9: Maximálna teplota paliva



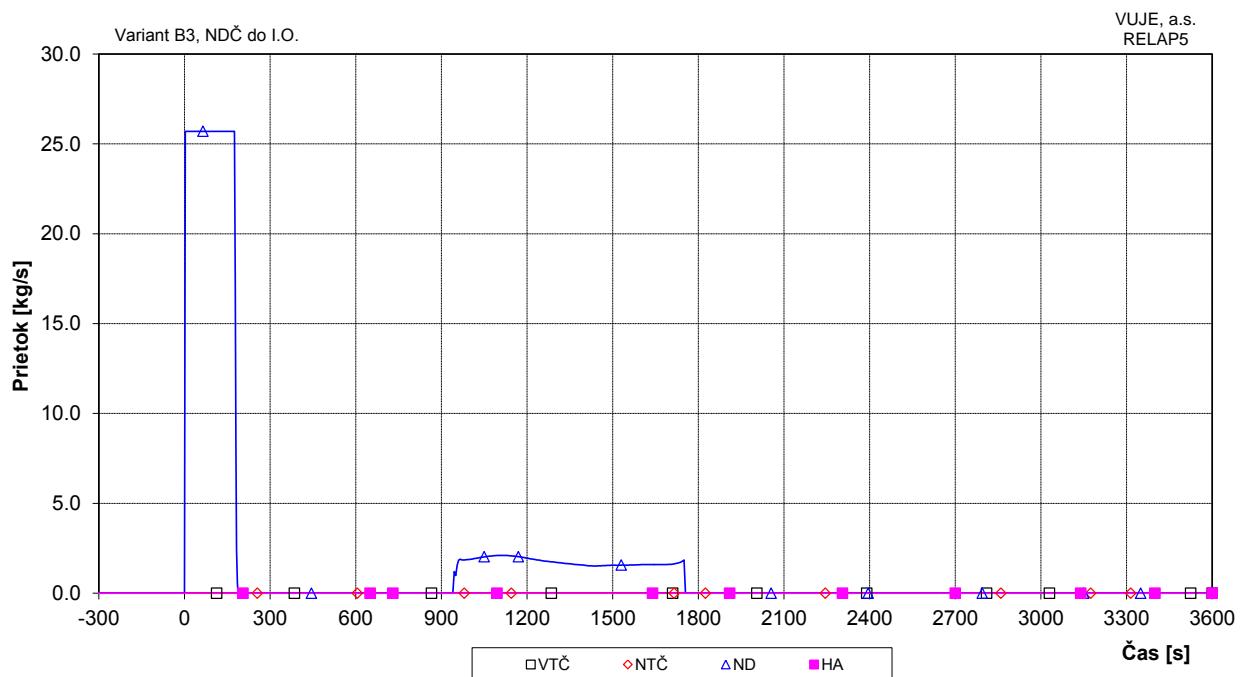
Obr. 7.2.1.4.2-B3-10: Podchladenie na výstupe z reaktora



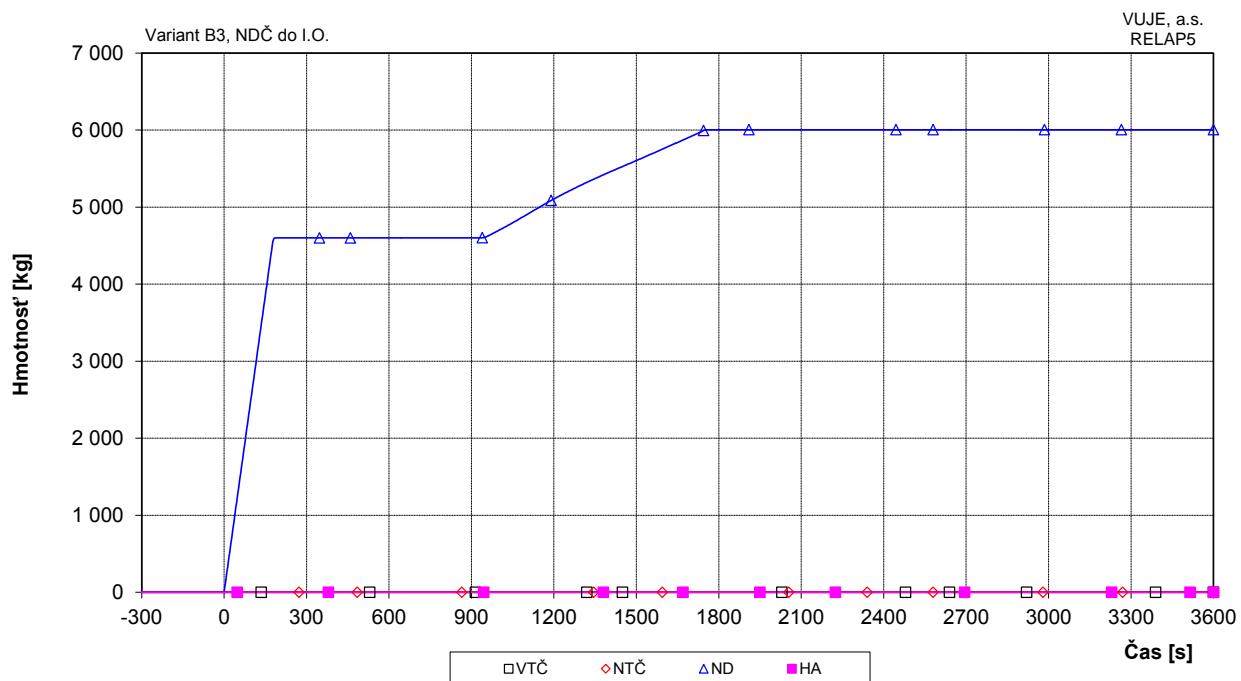
Obr. 7.2.1.4.2-B3-11: Celková hladina v KO



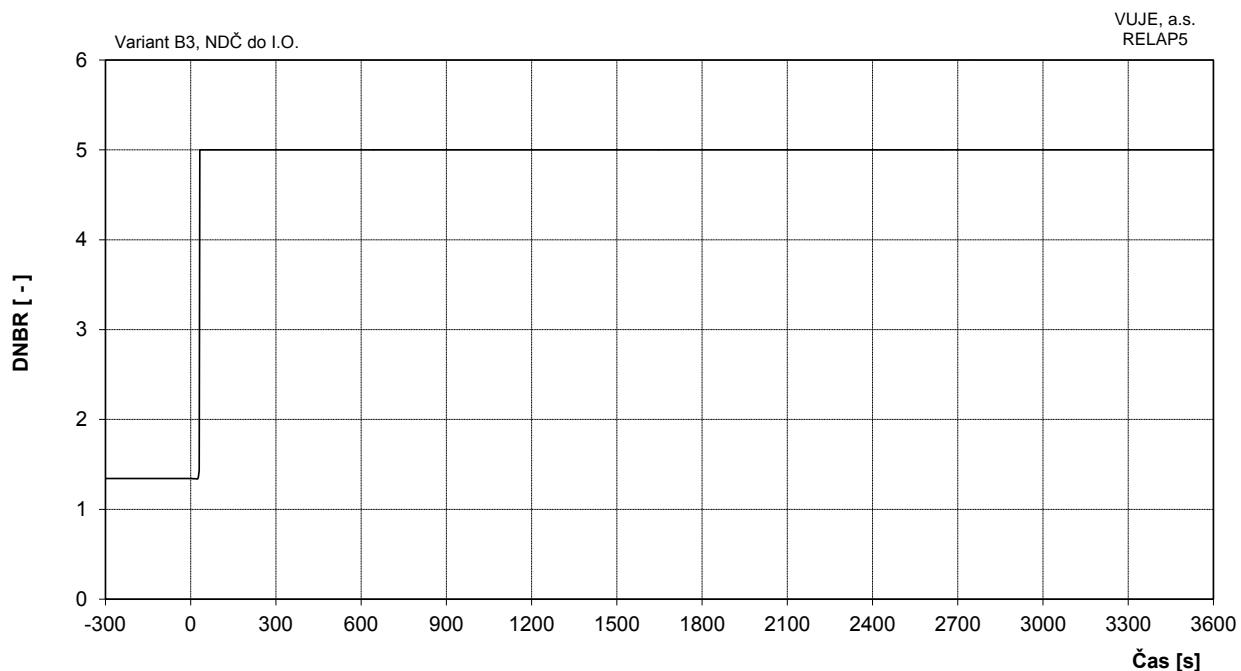
Obr. 7.2.1.4.2-B3-12: Hmotnostný prietok chladiva na výstupe z TNR



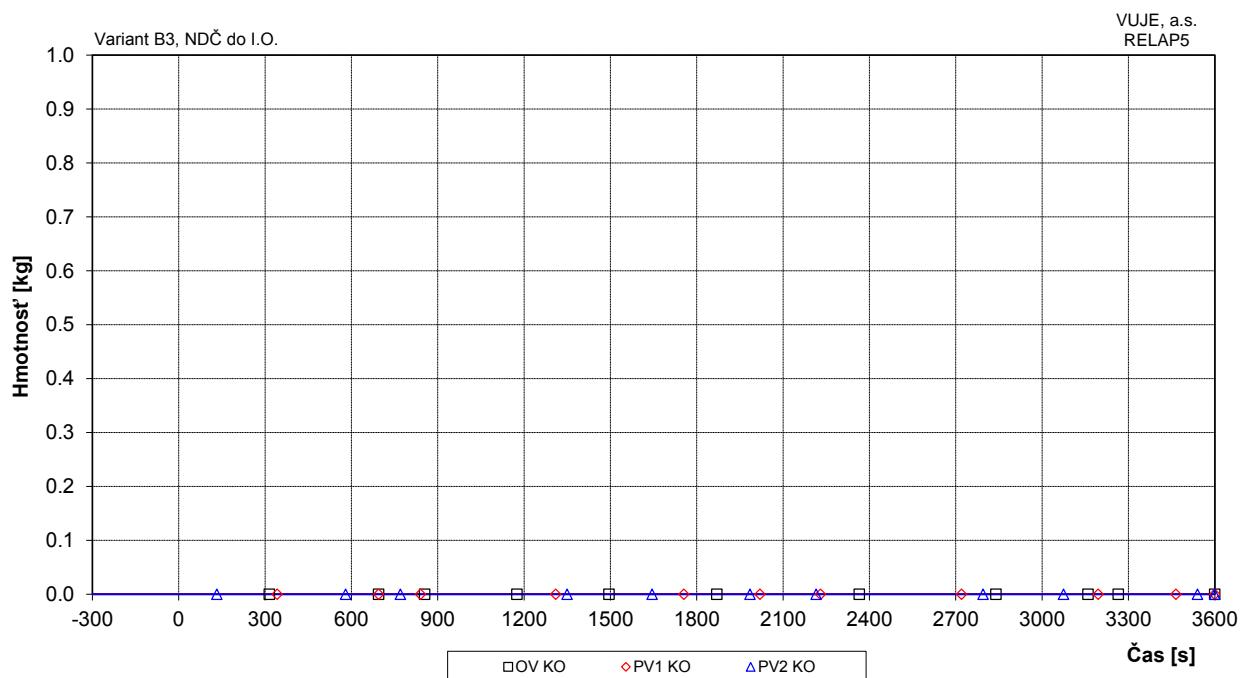
Obr. 7.2.1.4.2-B3-13: Doplňovanie do I.O.



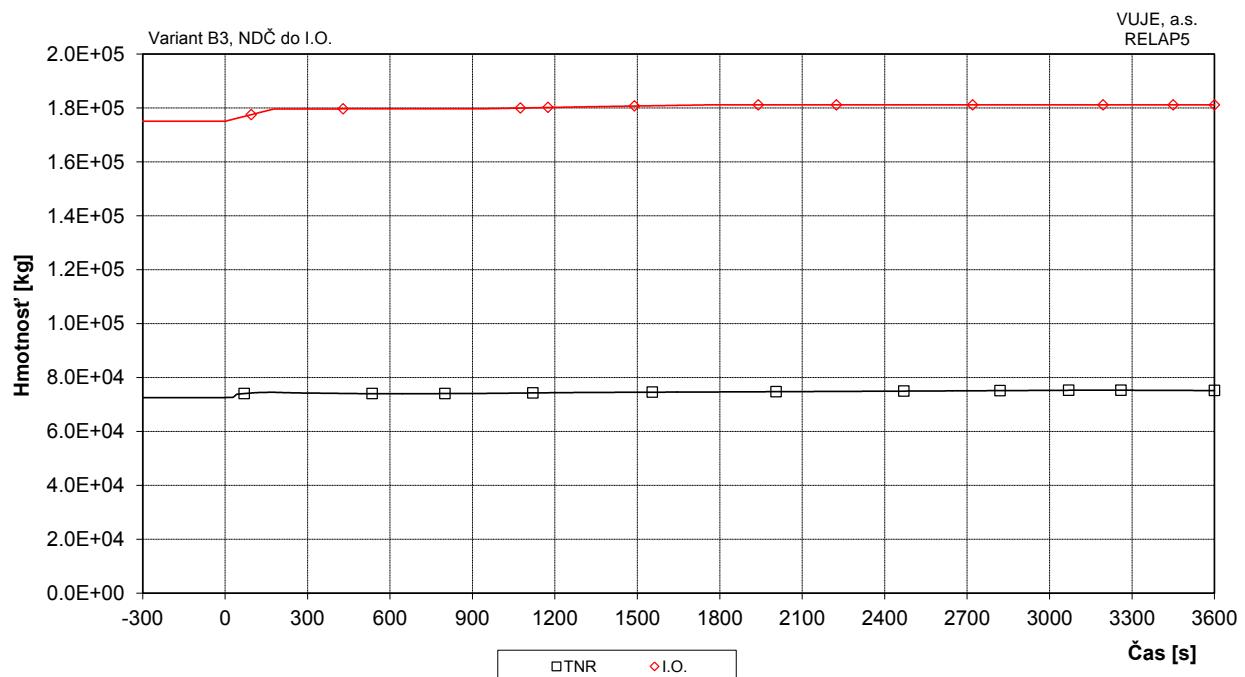
Obr. 7.2.1.4.2-B3-14: Integrál doplňovania do I.O.



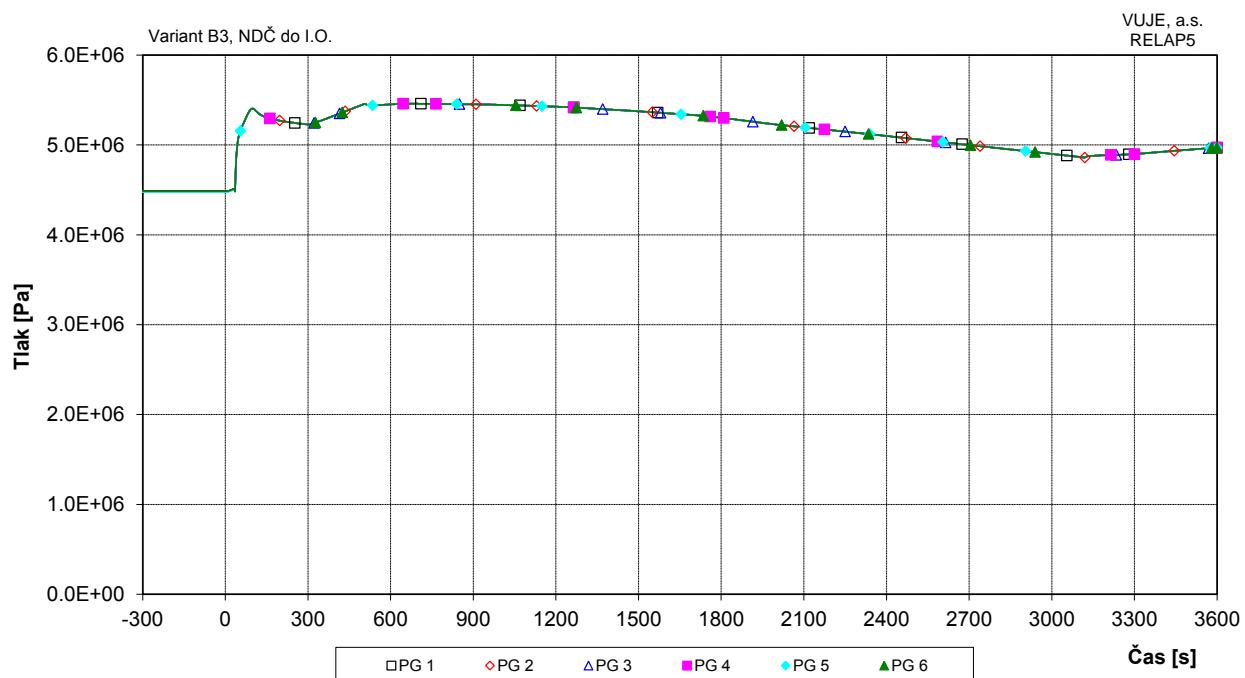
Obr. 7.2.1.4.2-B3-15: Minimálna hodnota DNBR v AZ



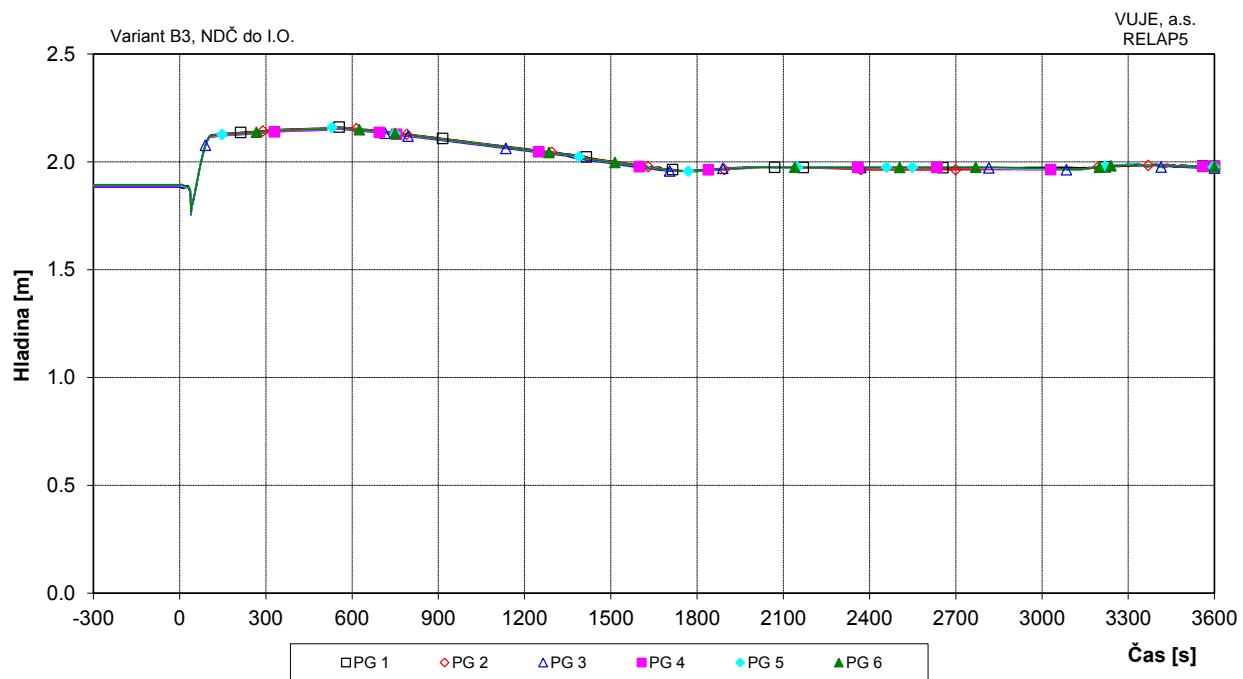
Obr. 7.2.1.4.2-B3-16: Integrál prietoku chladiva cez poistné ventily KO



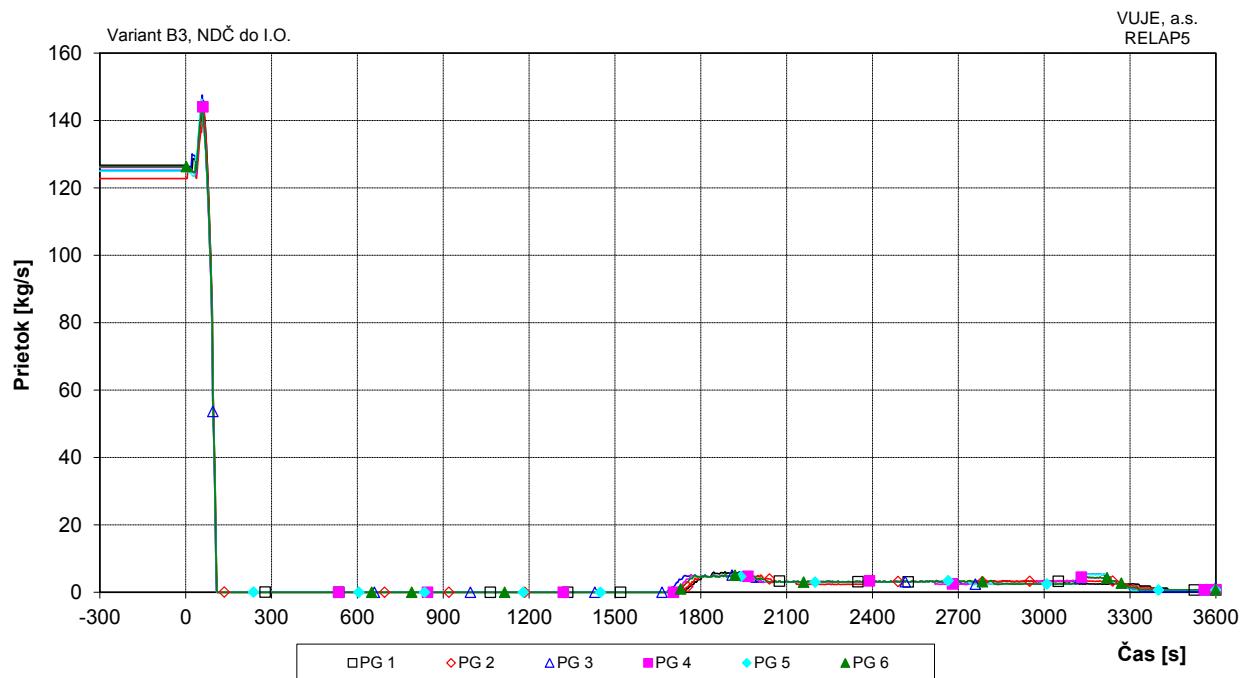
Obr. 7.2.1.4.2-B3-17: Hmotnosť chladiva v I.O.



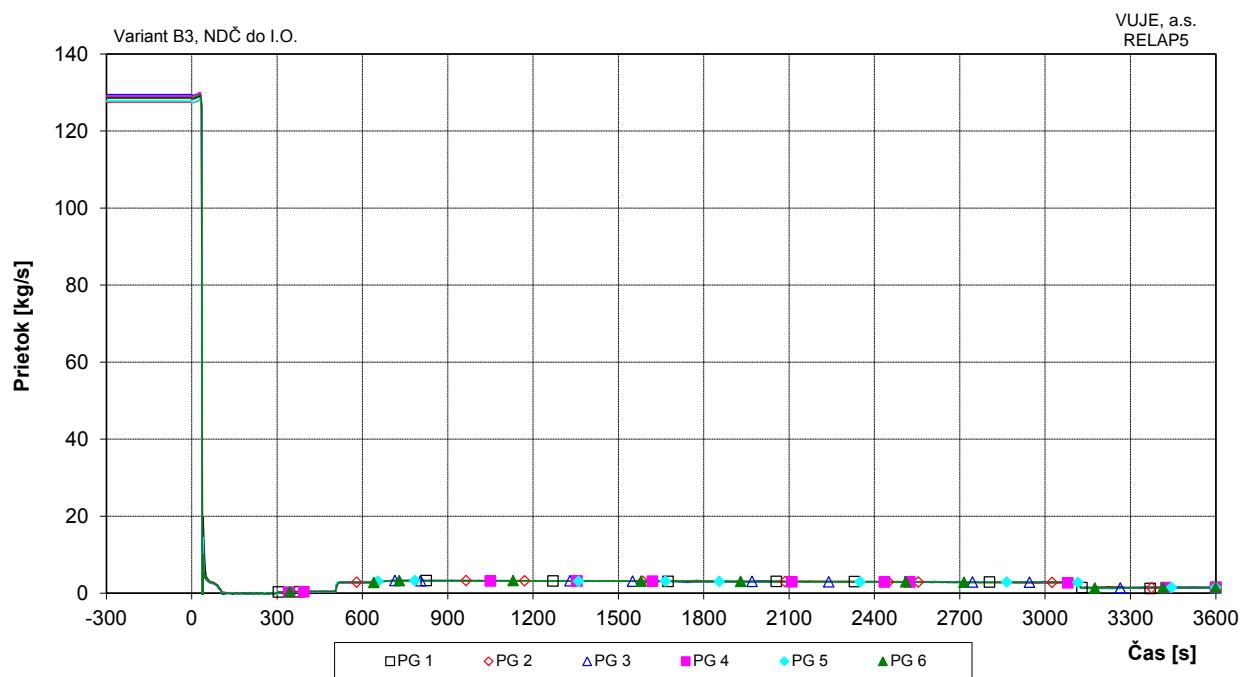
Obr. 7.2.1.4.2-B3-18: Tlak v parovode



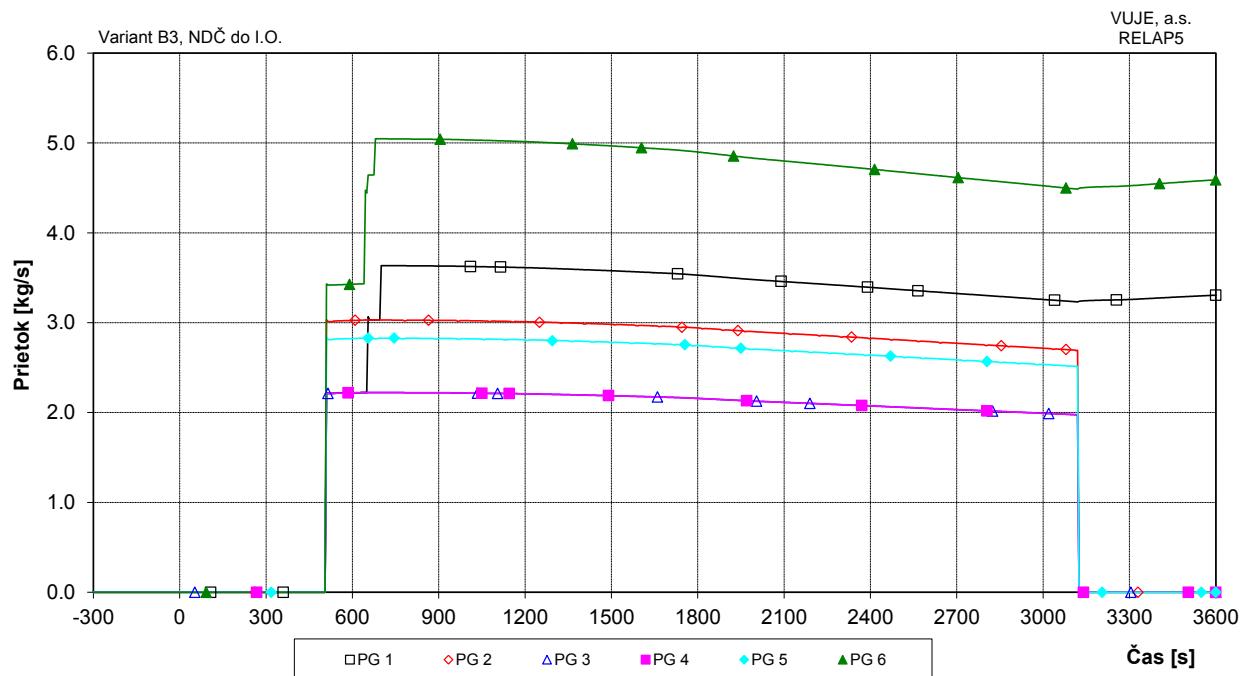
Obr. 7.2.1.4.2-B3-19: Celková hladina v PG



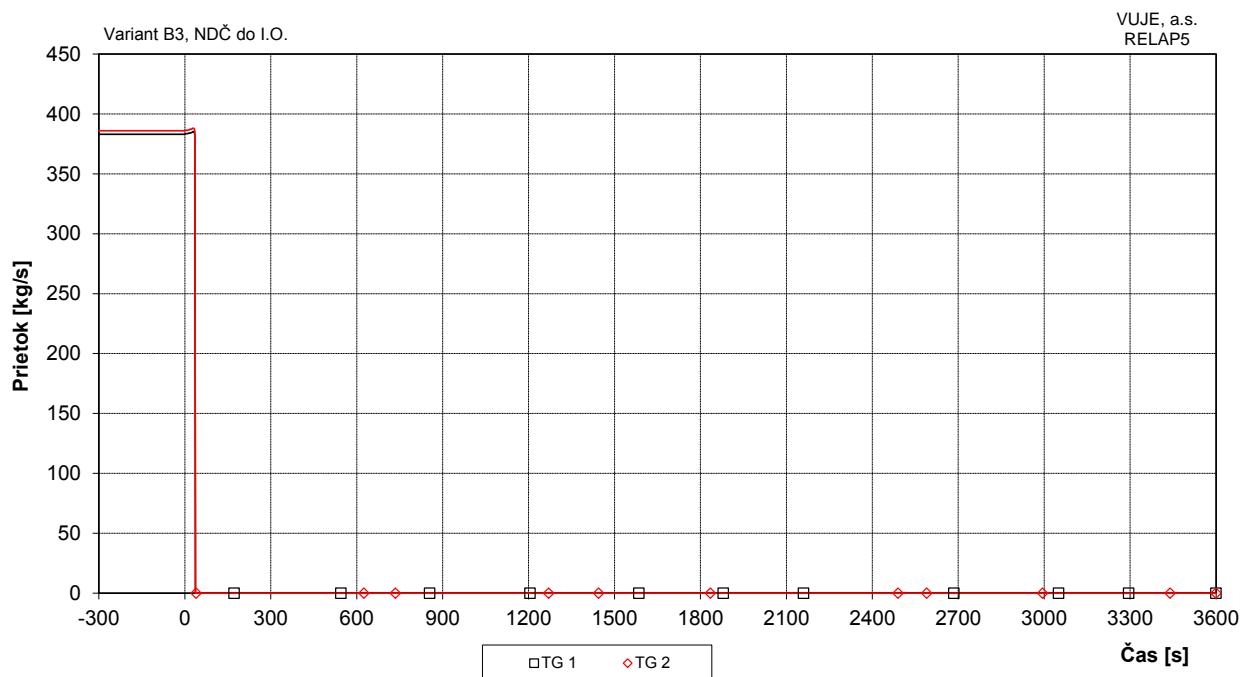
Obr. 7.2.1.4.2-B3-20: Celkový prietok napájacej vody do PG



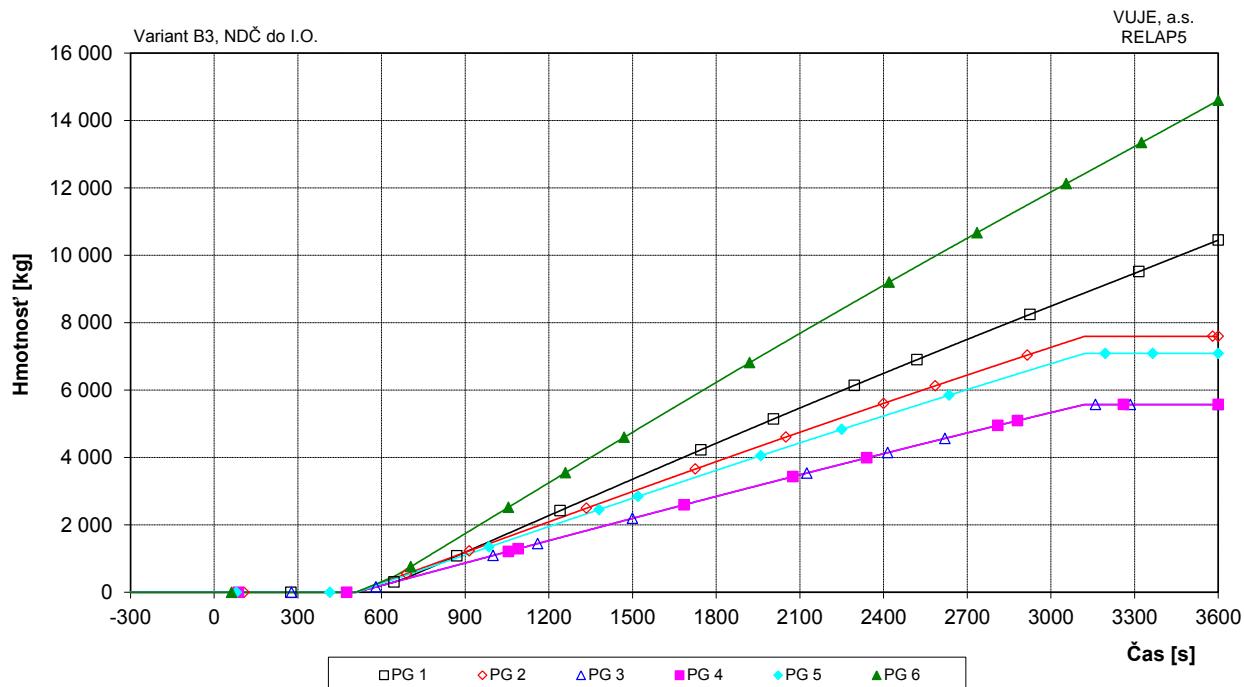
Obr. 7.2.1.4.2-B3-21: Prietok pary z PG



Obr. 7.2.1.4.2-B3-22: Prietok pary cez PS-A na parovodoch



Obr. 7.2.1.4.2-B3-23: Prietok pary do TG



Obr. 7.2.1.4.2-B3-24: Integrál prietoku pary cez PS-A PG