

Technická správa

Predprevádzková bezpečnostná správa

Kapitola 07.02.01.08 Úniky z primárnej na sekundárnu stranu parogenerátora

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
			Submitted to Client to / Predložené odberateľovi na:	Approval / Schválenie	X	Information Only / Len na informáciu	
EPS No / Číslo EPS: PNM34365000			Revision index / Index revízie: 08		Size / Veľkosť	Activity Code / Aktivita	Type / Subtype Typ / Podtyp
File name / Názov súboru:			SE doc. Code / SE číslo dokumentu: PNM34361111		A4	6.01	RS
			Sheet / List	Of / z	Plant System / Systém elektrárne	Component / Komponent	
			1	54			

SE Contract No. / Číslo zmluvy SE: 4600003952				VUJE Contract No. / číslo zmluvy VUJE: 1719/00/09			
Part name / Označenie časti: PNM3436111108_S_C00_V				Issued on / Vydané dňa: 11.07.2019			
Kód citlivosti ¹⁾ / Sensitivity code ¹⁾	3	Name / Meno	Organization / Organizácia	Dept. / Útvar	Date / Dátum	Signature / Podpis	
Author / Vypracoval:			• VUJE, a.s.	• 0220	• 11.07.2019	•	
Co-author / Spolupracoval:			•	•	•	•	
Checked by / Kontroloval:			• VUJE, a.s.	• 0220	• 11.07.2019	•	
Verified by / Overil:			• VUJE, a.s.	• 0720	• 11.07.2019	•	
Approved by / Schválil:			• VUJE, a.s.	• 1703	• 11.07.2019	•	

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/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 07.02.01.08 Úniky z primárnej na sekundárnu stranu parogenerátora	• PNM3436111108_S_C00_V	• 08
2.	• Kapitola 07.02.01.08 Úniky z primárnej na sekundárnu stranu parogenerátora	• PNM3436111108_S_C01_V	• 08
3.	• Príloha č. 01	• PNM3436111108_S_P01_V	• 08
4.	• Príloha č. 02	• PNM3436111108_S_P02_V	• 08
5.	•	•	•
6.	•	•	•
7.	•	•	•
8.	•	•	•
9.	•	•	•
10.	•	•	•
11.	•	•	•

OBSAH

OBSAH	1
ZOZNAM POUŽITÝCH SKRATIEK A OZNAČENÍ	2
ÚVOD	4
7.2.1.8 Úniky z primárnej na sekundárnu stranu parogenerátora	4
7.2.1.8.1 Roztrhnutie rúrky PG a odklopenie veka kolektora PG	5
7.2.1.8.1.1 Charakteristika procesu	5
7.2.1.8.1.2 Použité kritériá prijateľnosti	6
7.2.1.8.1.3 Výpočtové programy a použité výpočtové modely	7
7.2.1.8.1.4 Špecifikácia analyzovaných variantov	7
7.2.1.8.1.5 Počiatočné a okrajové podmienky	7
7.2.1.8.1.6 Popis a rozbor výsledkov a vyhodnotenie kritérií prijateľnosti	12
7.2.1.8.1.7 Súhrnné zhodnotenie	13
7.2.1.8.2 Chybné otvorenie PS-A PG4 a jej zaseknutie v otvorenej polohe	14
7.2.1.8.2.1 Charakteristika procesu	14
7.2.1.8.2.2 Použité kritériá prijateľnosti	14
7.2.1.8.2.3 Výpočtové programy a použité výpočtové modely	14
7.2.1.8.2.4 Špecifikácia analyzovaných variantov	15
7.2.1.8.2.5 Počiatočné a okrajové podmienky	15
7.2.1.8.2.6 Popis a rozbor výsledkov a vyhodnotenie kritérií prijateľnosti	17
7.2.1.8.2.7 Súhrnné zhodnotenie	17
LITERATÚRA	18
ZOZNAM PRÍLOH	19
ZOZNAM TABULIEK	20

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 vyhoreného paliva
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
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 (UP Upper Plenum)
IU	iniciačná udalosť
KO	kompenzátor objemu
KON	koniec kampane (KON_{1c} - KON pre prvú kampaň; KON_{rc} - KON pre reprezentatívnu kampaň)
LOCA	havária so stratou chladiva
MTP	maximálna teplota pokrytia
NDC	čerpadlo normálneho doplňovania do I.O. (Make-up Pump)
NN	napájacia nádrž
NS	núdzové stavy
NT	nízkotlakový

NTČ	nízkotlakové čerpadlo
NV	napájacia voda
OV KO	odľahčovací ventil kompenzátora objemu
PG	parogenerátor
PK	palivová kazeta
PP	palivový prútik
PRISE	únik primárneho chladiva do sekundárneho okruhu
PSA	pravdepodobnostné hodnotenie bezpečnosti
PS-A	prepúšťacia stanica do atmosféry
PSB	prevádzkový stav bloku
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
RPS	systém ochrany reaktora
RTS	systém automatického odstavenia reaktora
RZV	rýchlozatvárací ventil
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	začiatok kampane (ZAC_{1c} - ZAC pre prvú kampaň; ZAC_{rc} - ZAC pre reprezentatívnu kampaň)

ÚVOD

Kapitola POSAR 7.2.1.8 je vypracovaná v súlade so súvisiacou legislatívou [II.3], [II.4], [II.5], [II.6]. Ďalej bola vypracovaná podľa požiadaviek [II.2].

7.2.1.8 Úniky z primárnej na sekundárnu stranu parogenerátora

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 „Úniky z primárnej na sekundárnu stranu parogenerátora“.

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 POSAR.

7.2.1.8.1 Roztrhnutie rúrky PG a odklopenie veka kolektora PG

7.2.1.8.1.1 Charakteristika procesu

Havária s únikom chladiva z primárneho do sekundárneho okruhu môže byť spôsobená buď roztrhnutím jednej, prípadne niekoľkých rúrok PG, alebo odklopením primárneho veka kolektora PG. V prípade odklopenia veka PG uniká chladivo úzkou štrbinou prstenca okolo veka studeného kolektora PG po zlyhaní skrutkového spojenia „veko kolektora - kolektor PG“ vplyvom vnútorného pretlaku I.O.

Spoločným znakom jednotlivých IU, zaradených do tejto skupiny IU, je:

- únik chladiva I.O. mimo hermetické priestory,
- radiačné následky na okolie JE v prípade otvorenia ventilov parogenerátorov,
- možné zaplnenie sekundárneho okruhu primárnym chladivom,
- šírenie kvapalného chladiva I.O. v potrubných priestoroch II.O.,
- intenzívne vychladzovanie I.O. pri vysokých hodnotách tlaku v I.O.,
- možný prienik chladiva II.O. do I.O. (pri poklese tlaku v I.O. pod tlak v II.O.),
- zásah operátora pre zastavenie úniku chladiva z I.O. do II.O.,

Na identifikáciu IU PRISE operátorom je možné použiť tieto špecifické príznaky:

- únik primárneho chladiva bez zmeny parametrov v hermetických priestoroch,
- zvyšovanie hladiny v poškodenom PG neriadeným spôsobom, pri klesajúcom prietoku NV,
- zvyšovanie aktivity ostrej pary, odluhov PG, parovzdušnej zmesi na vývevách a radiácia vzoriek z PG.

Zmena uvedených parametrov, ako odozva bloku na iniciačnú udalosť, je závislá od veľkosti únikového otvoru. Únikový otvor na hranici I.O. a II.O. v poškodenom PG môže byť formovaný roztrhnutím jednej, prípadne viacerých teplovýmenných rúrok PG, alebo odklopením veka primárneho kolektora PG. V rámci tejto kapitoly je riešený obáľkový prípad z hľadiska overenia kritéria prijateľnosti DB-RA2b (dávkové zaťaženie) a overenia časovej rezervy pre zabezpečenie dlhodobého chladenia AZ (DB-A3f), ktorý predstavuje IU odklopenie primárneho veka horúceho kolektora PG. Táto iniciačná udalosť reprezentuje maximálny únikový otvor pre havárie s únikom chladiva z primárneho do sekundárneho okruhu. V skutočnosti bude chladivo unikať cez úzky prstenec tvorený stenami primárneho a sekundárneho kolektora PG.

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

Analýza iniciačnej udalosti roztrhnutia teplovýmenných rúrok PG nebola vykonaná z nasledujúcich dôvodov:

- Obáľkový prípad pre vyhodnotenie kritéria prijateľnosti DB-RA2b (dávkové zaťaženie) je vykonaný a vyhodnotený v rámci Variantu A1 tohto dokumentu. Únik rádioaktívneho chladiva do okolia JE je v prípade roztrhnutia rúrky PG nižší ako únik chladiva pri odklopení primárneho veka horúceho

kolektora PG. Dôvodom je menší ekvivalentný priemer únikového otvoru a následne nižší celkový výtok chladiva do okolia JE.

- Obáľkový prípad pre vyhodnotenie kritéria prijateľnosti DB-A3f (zabezpečenie dlhodobého chladenia AZ) je vykonaný a vyhodnotený v rámci Variantu A1 tohto dokumentu. Prietok únikovým otvorom v prípade odklopenia primárneho veka PG je približne 4 krát väčší ako prietok únikovým otvorom v prípade roztrhnutia rúrky PG [III.3].
- Úspešné použitie schválených predpisov pre riešenie núdzových stavov počas udalosti s únikom chladiva medzi I.O. a II.O. je preukázané vo Variante A1.

7.2.1.8.1.2 Použité kritériá prijateľnosti

Všetky iniciačné udalosti, analyzované v tejto kapitole, sú zaradené do kategórie projektových havárií, a preto je potrebné overiť, že nedôjde k narušeniu kritérií prijateľnosti stanovených pre projektové havárie (kapitola 7.2.1.1). Pre iniciačné udalosti, vedúce k úniku chladiva z PO do SO, je relevantné nasledovné kritérium prijateľnosti:

Kritérium prijateľnosti DB-A3

- f – je zabezpečené dlhodobé chladenie aktívnej zóny

Následky iniciačných udalostí s únikom chladiva z I.O. do II.O. nie je možné zmierniť len automatickou činnosťou bezpečnostných systémov a zásah prevádzkového personálu je nevyhnutný.

Kritérium prijateľnosti DB-RA2b

V súlade s rádiologickými cieľmi pre projekt dostavby MO34 [I.1]:

- Efektívna dávka < 5 mSv/rok za hranicami ochranného pásma

Rozhodujúcim kritériom prijateľnosti pre havárie s únikom primárneho chladiva do sekundárneho okruhu je kritérium DB-RA2b (dávkové zaťaženie). Z vykonaných citlivostných výpočtov a z množstva analýz typu PRISE vykonaných pre JE typu VVER 440/213 vyplýva, že pravdepodobnosť porušenia bariér PP pri tomto type projektovej havárie je veľmi nízka. Dôvodom je maximálna veľkosť únikového otvoru a skutočnosť, že systémy HSCHZ dokážu stratu chladiva I.O. kompenzovať s veľkou rezervou.

Pri splnení kritérií prijateľnosti DB-A1 (zabránenie deštrukcie palivových elementov), DB-A2 (zabránenie taveniu paliva), DB-A3 (zabezpečenie krátkodobej aj dlhodobej uchladiteľnosti paliva), nedochádza k porušeniu hermetičnosti PP a následnému uvoľneniu štiepných produktov do chladiva I.O.. Zámerom pre nastavenie počiatkových a okrajových podmienok pre overenie DB-RA2b v T-H analýze bolo dosiahnutie čo najväčšieho výtoku chladiva v čo najkratšom časovom intervale z I.O. do II.O. a následne do okolia JE.

Pre hodnotenie dávkového zaťaženia je dôležité množstvo RaL obsiahnutých v chladive I.O. v čase vzniku IU. Množstvo štiepných produktov v chladive I.O. je ovplyvňované prevádzkovými parametrami bloku a prípadným "spiking" efektom po odstavení reaktora.

Výtokové charakteristiky z II.O. do okolia získané z T-H výpočtu obáľkového variantu sú následne použité na stanovenie zdrojového člena, analýzu radiačných následkov a šírenia RaL, ktoré je vykonané programom RTARC. Tieto výsledky sú uvedené v kapitole 7.2.1.12.

Odôvodnenie výberu počiatočných a okrajových podmienok a ich konkrétne hodnoty pre analýzy na overenie kritéria prijateľnosti DB-RA2b a DB-A3f sú uvedené v Kapitole 7.2.1.8.1.5.

7.2.1.8.1.3 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 a v [III.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.

Pre výpočet radiačných následkov pri havarijnom úniku RaL do atmosféry v skorej a prechodnej fáze havárie je použitý program RTARC. Popis modelu použitého v tomto programovom systéme a návod na prácu so systémom je popísaný v kapitole 7.2.1.1.

7.2.1.8.1.4 Špecifikácia analyzovaných variantov

Variant A1

- Iniciačná udalosť: Odklopenie primárneho veka kolektora PG
- Miesto únikového otvoru: PG4, horúci kolektor (PG s najkratším parovodom)
- stav AZ: KON
- Jednoduchá porucha: Zaseknutie PS-A PG4 v otvorenej polohe,
- Relevantné kritériá prijateľnosti: DB-RA2b, DB-A3f
- Zásah operátora: V súlade s platnými predpismi pre riešenie núdzových stavov vedúce k zastaveniu úniku chladiva cez PS-A PG4 do atmosféry. Prvý efektívny zásah operátora bol uvažovaný v súlade s metodikou (kapitola 7.2.1.1.3 bod b)). Časová súslednosť ďalších zásahov operátora bola ohodnotená na základe skúseností zo simulátora a/alebo praxe použitej pri príprave dokumentu IAEA-TECDOC-1610 [II.1].

7.2.1.8.1.5 Počiatočné a okrajové podmienky

Vo Variante A1 boli počiatočné a okrajové podmienky volené tak, aby bola zabezpečená konzervatívnosť dosiahnutých výsledkov z hľadiska relevantných kritérií prijateľnosti. Cieľom voľby počiatočných a okrajových podmienok pre T-H analýzu je maximalizovať výtok chladiva z I.O. do II.O. a následne do okolia JE.

Zvýšený výkon reaktora zvyšuje počiatočnú teplotu paliva a akumulovanú energiu v primárnom okruhu.

Nízky tlak v I.O. bol nastavený v súlade s citlivostnými výpočtami [III.3]

Nízka hladina KO bola nastavená v súlade s citlivostnými výpočtami [III.3]

Maximálny hmotnostný prietok reaktorom bol nastavený v súlade s citlivostnými výpočtami [III.3]

Vysoký tlak v HPK a vysoká počiatočná hladina PG bola nastavená v súlade s citlivostnými výpočtami [III.3]

Teplota chladiva na vstupe do reaktora a na výstupe z reaktora je výsledkom počiatočnej hodnoty tlaku v II.O., prietoku cez reaktor a výkonu reaktora. Všetky tieto parametre sú volené tak, aby na začiatku havárie bola teplota na vstupe do reaktora čo najvyššia.

Vysoká teplota NV do PG zhoršuje prestup tepla medzi I.O. a II.O..

Stav AZ bol zvolený na konci kampane (KON). Avšak toto nemá vplyv na relevantné kritériá prijateľnosti. Koncentrácia H₃BO₃ zodpovedá stavu AZ na konci kampane (KON).

Výkon reaktora od začiatku havárie klesá. Koeficienty reaktivity boli volené tak, aby viedli k zníženiu poklesu výkonu reaktora do času, kedy je reaktor odstavený systémom AO1. Po odstavení reaktora AO1 je vplyv koeficientov reaktivity na priebeh výkonu reaktora nepodstatný.

Koeficient reaktivity od hustoty moderátora - slabý. Od začiatku havárie až do odstavenia reaktora od AO1 hustota moderátora klesá, do AZ je zavádzaná záporná reaktivita a výkon reaktora klesá. „Slabý“ koeficient od zmeny hustoty moderátora vedie k menšiemu poklesu výkonu reaktora.

Koeficient reaktivity od teploty moderátora - silný. Pre voľbu „separable“ predstavuje tento koeficient reaktivity opravu koeficienta reaktivity od zmeny hustoty chladiva. V súlade s metodikou je spätná väzba od zmeny teploty moderátora opačná ako je spätná väzba od zmeny hustoty moderátora.

Koeficient reaktivity od teploty paliva - silný. Od začiatku havárie až do odstavenia reaktora teplota paliva klesá, do AZ je zavádzaná kladná reaktivita a výkon reaktora rastie. „Silný“ koeficient od zmeny teploty paliva vedie k väčšiemu rastu výkonu reaktora, resp. spomalí celkový pokles výkonu reaktora.

Koeficient reaktivity od koncentrácie bóru - slabý. Vplyv tohto koeficienta neovplyvňuje priebeh procesu, lebo do odstavenia reaktora systémom AO1 nedochádza k činnosti HSCHZ, ktorá by viedla k zvýšeniu koncentrácie bóru v PO.

Vyššia tepelná kapacita paliva a nižšie hodnoty tepelnej vodivosti v palive a v medzere vedú k vyššej teplote paliva na začiatku IU, a teda aj k vyššej energii naakumulovanej v palive. Sledované kritérium prijateľnosti to však neovplyvní.

Maximálne hodnoty výtokových koeficientov vedú k maximalizácii úniku chladiva z I.O. do II.O..

Maximálna hodnota zvyškového výkonu reaktora vedie k vyššej produkcii tepla v palive po odstavení reaktora, a teda aj k vyššej energii naakumulovanej v palive.

Cieľom analýzy bolo získať variant s najväčším výtokom chladiva do okolia JE cez zaseknutú PSA na porušenom PG4. Výsledky citlivostných výpočtov [III.3] ukazujú, že zníženie odvodu tepla v uvažovanom rozsahu má zanedbateľný vplyv na dosiahnuté maximá výtoku chladiva do okolia JE.

Citlivostné výpočty

V citlivostných výpočtoch bola aplikovaná časť metodiky GRS SUSa, ktorej všeobecné použitie je uvedené v [III.2]. Cieľom citlivostných T-H výpočtov programom RELAP5 bolo ocenenie vplyvu vybraných vstupných parametrov na dosiahnutú hodnotu maximálneho úniku chladiva z I.O. do poškodeného PG4 a následne, cez zaseknutú PS-A do okolia JE. Z hľadiska kritéria prijateľnosti DB-RA2b (dávkové zaťaženie) je podstatná etapa havárie do času, kedy je integrál úniku z I.O. do poškodeného PG rovný počiatočnej hmotnosti chladiva v I.O.. V následnom výpočte šírenia aktivity programom ZCPG-1 sa konzervatívne uvažuje, že zdrojom pary uniknutej cez PSA na poškodenom PG je len primárne chladivo.

Pre citlivostné výpočty vykonané použitím balíka SUSa boli vybrané tie vstupné parametre, pri ktorých sa predpokladá, že budú mať vplyv na celkové množstvo chladiva uniknutého do okolia JE cez PS-A PG4. Pre každý parameter boli stanovené limitné hodnoty z rozsahu neurčitostí. Pre jednoduchosť bolo pre každý parameter definované rovnomerné rozloženie pravdepodobnosti. Na základe vstupných neurčitostí bolo zostavených 100 náhodných súborov vybraných vstupných parametrov. Tie boli pomocou nástroja SUSa 3.5

zadané do vstupného súboru pre RELAP5/MOD3.2.2. Vznikla tak vzorka cca 100 vstupných súborov modelu JE MO34 obsahujúcich náhodné variácie hodnôt neurčitých parametrov, ktoré boli náhodne generované na základe štatistických veličín definovaných pre každý jeden zvolený parameter. Každý vstupný súbor pre RELAP5 bol potom samostatne spustený.

Výsledky vykonaných citlivostných výpočtov sú uvedené v [III.3]. Na tomto mieste sú uvedené výsledné počiatočné hodnoty parametrov, ktoré vedú k dosiahnutiu maximálneho úniku chladiva z PG4, cez zaseknutú PS-A do okolia JE.

1) Výkon reaktora	maximálny
2) Tlak v I.O.	minimálny
3) Hladina v KO	minimálna
7) Tlak v HPK	maximálny
8) Hladina v PG	maximálna
21-23) Výtokové koeficienty	maximálne

Cieľom citlivostných výpočtov bolo únikový otvor umiestniť tak, aby bol dosahovaný maximálny výtok do okolia JE cez PSA na poškodenom PG. K PG4 prislúcha najkratší parovod medzi telesom PG a RČA na parovode. Chladivo z I.O. tak prekonáva najkratšiu vzdialenosť a je uvoľnené do okolia JE skôr ako v prípade iných PG.

V analýze bolo zvolené odklopenie horúceho kolektoru PG, napriek tomu, že chladivo má menšiu hustotu v porovnaní so studeným kolektorom PG. Výtok cez horúci kolektor je však oproti studenému kolektoru vyšší preto, že chladivo nemusí prekonať odpor trubkového zväzku a tlakový rozdiel na hranici I.O. a II.O. je vyšší, čo vedie k vyššiemu hmotnostnému úniku.

Tab. č. 7.2.1.8.1-1: Pripravenosť bezpečnostných systémov

Por. číslo	Systém	Pripravenosť	Poznámka
1	AO1	Áno	-
2	ESFAS	Áno	-
3	VTČ	Áno	-
4	NTČ	Áno	-
5	Systém superhavarijného napájania PG	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	Jednoduchá porucha
11	RČA PG	Áno	-
12	RČA NV	Áno	-

Tab. č. 7.2.1.8.1-2: Pripravenosť riadiacich systémov

Por. Číslo	Systém	Pripravenosť	Poznámka
1	Systém obmedzenia výkonu reaktora - RLS	nie	
2	Systém riadenia výkonu reaktora - RCS	nie	
3	Regulátor turbíny	nie	
4	Systém regulácie tlaku v I.O. – vstreky do KO	áno	
5	Systém regulácie tlaku v I.O. – EOKO	áno	
6	Systém normálneho dopĺňovania do I.O.	áno	
7	Systém havarijného napájania PG (HNČ)	áno	
8	Odľahčovací ventil KO	áno	
9	Rýchlozatvárací ventil TG	áno	
10	Regulačný ventil TG	nie	
11	Hlavný parný uzáver TG	áno	
12	Sekčné armatúry na HPK	áno	
13	Prepúšťacia stanica do kondenzátora	nie	

Poznámka k Tab. č. 7.2.1.8.1-2: Činnosť systému odluhov a odkalov PG nie je uvažovaná.

Tab. č. 7.2.1.8.1-3: Jednoduchá porucha

Jednoduchá porucha	Variant A1
	Zablokovanie jednej PS-A v otvorenej polohe prislúchajúcej poškodenému PG

Jednoduchá porucha spôsobí zablokovanie PS-A v otvorenej polohe na parovode prislúchajúcej poškodenému PG. Uvoľňovanie kontaminovaného chladiva do atmosféry pokračuje aj po poklese tlaku pod tlak zatvorenia PS-A PG.

Tab. č. 7.2.1.8.1-4: Strata napájania vlastnej spotreby

SNVS	Variant A1
	Neuvažuje sa

Neuvažovanie SNVS bolo zvolené na základe citlivostných výpočtov.

V analyzovanom variante bolo nastavenie signálov na AO1 volené s ohľadom na skoré odstavenie reaktora a maximálny výtok to atmosféry z PS-A na PG4.

V analyzovanom Variante A1 bolo nastavenie ESFAS signálov volené za účelom maximálneho výtoku chladiva do atmosféry cez PS-A na poškodenom PG4.

V analyzovanom Variante A1 bolo nastavenie poistných a regulačných zariadení volené za účelom maximálneho výtoku chladiva do atmosféry cez PS-A na poškodenom PG4.

Vo Variante A1 je použitá maximálna doplňovacia charakteristika VT systému.

Vo Variante A1 je činnosť systému normálneho doplňovania uvažovaná, pretože jeho činnosť zvyšuje celkové množstvo primárneho chladiva unikajúceho do atmosféry.

7.2.1.8.1.6 Popis a rozbor výsledkov a vyhodnotenie kritérií prijateľnosti

Iniciačná udalosť analyzovaná vo Variante A1 je únik chladiva z I.O. do II.O. (PRISE) vyvolaný vznikom únikového otvoru na horúcom primárnom kolektore PG4. Počiatočné a okrajové podmienky boli zvolené s ohľadom na vyhodnotenie kritérií prijateľnosti DB-RA2b a DB-A3f. Cieľom nastavenia počiatočných a okrajových podmienok analýzy bolo získať obáľkový prípad z hľadiska maximálneho úniku chladiva do atmosféry cez PS-A alebo PV na poškodenom PG. Jednoduchá porucha bola uvažovaná na PS-A PG4 tak, aby došlo po prvom otvorení k zaseknutiu systému v otvorenej polohe.

Reaktor bol bezpečne odstavený v 95 s, výpočet bol ukončený po zastavení unikajúceho chladiva z I.O. do PG4 a do atmosféry. Nádrže HSCHZ neboli pred ukončením výpočtu vyčerpané a únik chladiva bol zastavený s dostatočnou časovou rezervou pred ich úplným vyčerpaním. Grafické výsledky sa nachádzajú v Prílohe 01.

7.2.1.8.1.7 Súhrnné zhodnotenie

Iniciačná udalosť „Roztrhnutie rúrky PG a odklopenie veka kolektora PG“ kategorizovaná ako havária je analyzovaná vo Variante A1. Cieľom analýzy uvedenej v tejto kapitole bolo vyhodnotiť najnepriaznivejší prípad z hľadiska kritéria prijateľnosti DB-RA2b a vyhodnotiť časovú rezervu do vyčerpania nádrží HSCHZ (DB-A3f)

Počas procesu, vyvolaného iniciačnou udalosťou „Roztrhnutie rúrky PG a odklopenie veka kolektora PG“ pri uvažovaní konzervatívnych predpokladov a konzervatívnych počiatočných podmienok a nastavení ochranných a regulačných zariadení, nedôjde k porušeniu bezpečnostných limitov, ani k porušeniu kritérií prijateľnosti.

Dlhodobý odvod zvyškového výkonu z AZ je zabezpečený procedúrou doplňovania chladiva a odpúšťania pary cez PSA na PG5 a PG6. Kritérium DB-A3f je preto považované za splnené.

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

Fyzikálne a technologické vlastnosti blokov MO34 spĺňajú požadované podmienky jadrovej bezpečnosti. V prípade vzniku iniciačnej udalosti „Roztrhnutie rúrky PG a odklopenie veka kolektora PG“, zaradenej do kategórie havárií, nenastane porušenie kritérií prijateľnosti relevantných pre danú kategóriu procesov.

7.2.1.8.2 Chybné otvorenie PS-A PG4 a jej zaseknutie v otvorenej polohe

7.2.1.8.2.1 Charakteristika procesu

Iniciačná udalosť analyzovaná v tejto kapitole je kategorizovaná ako očakávaná udalosť. Nie je to však typická iniciačná udalosť typu PRISE, pretože únik z primárnej okruhu do sekundárneho je uvažovaná len pre hodnotenie rádiologických následkov, ale nie v TH výpočte. Dôvod je ten, že únik z I.O. do II.O. (medziokruhová netesnosť) v jednom PG stanovený výpočtom nesmie prekročiť hodnotu limitnú hodnotu. Okrem RA aktivity primárneho chladiva, ktoré unikne z primárnej strany na sekundárnu stranu PG, sa v analýze rádiologických následkov uvažuje aj RA aktivita sekundárneho chladiva. Limitná hodnota aktivity izotopu I^{131} vo chladive na sekundárnej strane PG nesmie prekročiť hodnotu limitnú hodnotu.

Charakteristickými znakmi iniciačnej udalosti riešenej v tejto kapitole sú:

- Chybné otvorenie PS-A PG4 a jej neuzatvorenie z dôvodu jednoduchšej poruchy.
- Únik chladiva z PG4 cez otvorenú PS-A PG4, pokles tlaku na sekundárnej strane.
- Činnosť operátora, ktorá vedie zastaveniu úniku cez PS-A PG4.
- Nárast tlaku na sekundárnej strane a činnosť operátora, ktorá vedie k dochladeniu reaktora cez PS-A PG2 a PG3.

7.2.1.8.2.2 Použité kritériá prijateľnosti

Iniciačná udalosť, analyzovaná v tejto kapitole, je zaradené do kategórie očakávaných udalostí. Analýza v tejto kapitole je vykonaná z hľadiska hodnotenia rádiologických následkov a preto je relevantné nasledovné kritérium prijateľnosti:

Kritérium prijateľnosti DB-RA1

V súlade s rádiologickými cieľmi pre projekt stavby MO34 [I.1]:

- Efektívna dávka < 0,125 mSv/rok za hranicami ochranného pásma pre dva bloky

Konzervatívne predpoklady sú zamerané na maximalizáciu úniku chladiva sekundárneho okruhu, ktoré je uvoľnené do atmosféry cez PS-A. To vedie k maximálnemu úniku aktivity v chladive na sekundárnej strane PG ako aj aktivity primárneho chladiva, ktoré unikne z primárnej strany na sekundárnu stranu PG.

Množstvo štiepných produktov v chladive I.O. ako aj na sekundárnej strane PG je ovplyvňované prevádzkovými parametrami bloku a v analýze rádiologických následkov sú uvažované limitné (maximálne) hodnoty.

7.2.1.8.2.3 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 a v [III.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.

Pre analýzy radiačných následkov boli použité programy RTARC a RDEMO. Popis výpočtových programov, ako aj užívateľská príručka sú uvedené v kapitole 7.2.1.1.

7.2.1.8.2.4 Špecifikácia analyzovaných variantov

Variant B1

- Iniciačná udalosť: Chybné otvorenie PS-A PG4
- stav AZ: KON_{rc}
- Jednoduchá porucha: N.A.
- Relevantné kritériá prijateľnosti: DB-RA1
- Zásah operátora: V súlade s platnými predpismi pre riešenie núdzových stavov.

7.2.1.8.2.5 Počiatočné a okrajové podmienky

Vo Variante B1 boli počiatočné a okrajové podmienky volené tak, aby bola zabezpečená konzervatívnosť dosiahnutých výsledkov z hľadiska relevantného kritéria prijateľnosti. Cieľom voľby počiatočných a okrajových podmienok pre T-H analýzu je maximalizovať výtok chladiva cez PS-A PG.

Zvýšené počiatočné hodnoty týchto parametrov vedú k zvýšeniu akumulovanej energie v primárnom okruhu. Následne, vyšší prestup tepla v PG vedie k vyššiemu úniku sekundárneho chladiva cez PS-A.

Prietok chladiva cez reaktor nemá vplyv na sledované kritérium prijateľnosti a preto nominálne hodnoty boli použité v analýze.

Vyšší tlak na sekundárnej strane, vyššia hladina v PG a vyššia teplota chladiva napájacej vody vedú k zvýšeniu akumulovanej energie v sekundárnom okruhu a následne k vyššiemu úniku sekundárneho chladiva cez PS-A.

Teplota chladiva na vstupe a na výstupe z reaktora je výsledkom počiatočnej hodnoty tlaku v II.O., prietoku cez reaktor a výkonu reaktora.

Stav AZ ako aj koncentrácia bóru boli uvažované pre koniec kampane, ale nemajú vplyv na hodnotenie sledovaného kritéria prijateľnosti.

Maximálna hodnota zvyškového výkonu reaktora vedie k vyššej energii v primárnom okruhu po odstavení reaktora.

Výkon reaktora na začiatku havárie rastie. Koeficienty reaktivity ako aj β_{ef} , λ boli volené tak, aby viedli k zvýšeniu výkonu reaktora v tejto fáze havárie.

Tepelná vodivosť v medzere, tepelná vodivosť v palive a tepelná kapacita paliva nemajú vplyv na hodnotenie sledovaného kritéria prijateľnosti. Maximálne hodnoty boli zvolené preto, aby sa zvýšila tepelná kapacita paliva na začiatku očakávanej udalosti a maximalizoval sa prestup tepla z paliva do primárneho chladiva.

Tab. č. 7.2.1.8.2-1: Pripravenosť bezpečnostných systémov

Por. číslo	Systém	Pripravenosť	Poznámka
1	AO1	Áno	-
2	ESFAS	Áno	-
3	VTČ	Áno	-
4	NTČ	Áno	-

Por. číslo	Systém	Pripravenosť	Poznámka
5	Systém superhavarijného napájania PG	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	-

Tab. č. 7.2.1.8.2-2: Pripravenosť radiacích systémov

Por. Číslo	Systém	Pripravenosť	Poznámka
1	Systém obmedzenia výkonu reaktora - RLS	nie	
2	Systém riadenia výkonu reaktora - RCS	nie	
3	Regulátor turbíny	nie	
4	Systém regulácie tlaku v I.O. – vstreky do KO	nie	
5	Systém regulácie tlaku v I.O. – EOKO	áno	
6	Systém normálneho dopĺňovania do I.O.	nie	
7	Systém havarijného napájania PG (HNC)	áno	
8	Odľahčovací ventil KO	no	
9	Rýchlozatvárací ventil TG	áno	
10	Regulačný ventil TG	nie	
11	Hlavný parný uzáver TG	áno	
12	Sekčné armatúry na HPK	nie	
13	Prepúšťacia stanica do kondenzátora	nie	

Tab. č. 7.2.1.8.2-3: Jednoduchá porucha

Jednoduchá porucha	Variant B1
	Neuvažuje sa

Nie je aplikovaná jednoduchá porucha, ktorá by mala významný vplyv na sledované kritériá prijateľnosti a ktorá by viedla k dosiahnutiu nepriaznivejších výsledkov z hľadiska sledovaného kritéria prijateľnosti.

Tab. č. 7.2.1.8.2-4: Strata napájania vlastnej spotreby

SNVS	Variant B1
	Neuvažuje sa

V analyzovanom variante bolo nastavenie signálov na AO1 volené s ohľadom na oneskorenie odstavenia reaktora, zvýšenie akumulovanej energie v primárnom okruhu a maximálizáciu výtoku to atmosféry cez PS-A na PG4.

V analyzovanom variante bolo nastavenie ESFAS signálov volené za účelom maximálneho výtoku chladiva do atmosféry cez PS-A PG4.

V analyzovanom variante bolo nastavenie poistných a regulačných zariadení volené za účelom maximálneho výtoku chladiva do atmosféry cez PS-A PG4.

Počiatkové a okrajové podmienky pre HSCHZ boli uvažované nominálne, lebo majú minimálny vplyv na vyhodnotenie kritéria prijateľnosti.

Vo variante B1 je použitá stredná doplnovacia charakteristika VT systému.

7.2.1.8.2.6 Popis a rozbor výsledkov a vyhodnotenie kritérií prijateľnosti

Iniciačná udalosť analyzovaná vo variante B1 je Chybné otvorenie PS-A PG4 a jej zaseknutie v otvorenej polohe. Počiatkové a okrajové podmienky boli zvolené s ohľadom na vyhodnotenie kritérií prijateľnosti DB-RA1. Cieľom nastavenia počiatkových a okrajových podmienok analýzy bolo získať obáľkový prípad z hľadiska maximálneho úniku chladiva do atmosféry cez PS-A na poškodenom PG ako aj cez ostatné PS-A, ktoré sú použité počas dochladzovania I.O.

Reaktor bol bezpečne odstavený v 57 s, výpočet bol ukončený v 10800 s (3 hodiny) kedy tlak vo všetkých PG, tlak v I.O. ako aj teplota primárneho chladiva klesajú. Grafické výsledky sa nachádzajú v Prílohe 02.

7.2.1.8.2.7 Súhrnné zhodnotenie

Iniciačná udalosť „Chybné otvorenie PS-A PG4“ kategorizovaná ako očakávaná udalosť je analyzovaná vo variante B1. Cieľom analýzy uvedenej v tejto kapitole bolo vyhodnotiť najnepriaznivejší prípad z hľadiska kritéria prijateľnosti DB-RA1.

Počas procesu, vyvolaného iniciačnou udalosťou „Chybné otvorenie PS-A PG4“ pri uvažovaní konzervatívnych predpokladov a konzervatívnych počiatkových podmienok a nastavení ochranných a regulačných zariadení, nedôjde k porušeniu bezpečnostných limitov, ani k porušeniu kritérií prijateľnosti.

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

Fyzikálne a technologické vlastnosti blokov MO34 spĺňajú požadované podmienky jadrovej bezpečnosti. V prípade vzniku iniciačnej udalosti „Chybné otvorenie PS-A PG4“, zaradenej do kategórie havárií, nenastane porušenie kritérií prijateľnosti relevantných 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.
- [I.2] WP01.2, Radiačné ciele pre projekt dostavby MO34, Ev.č.: DMO/012/0502/T, VUJE, 2007.

Jaderná elektrárna Mochovce, Dostavba 3. a 4. bloku, Sestavný výkres PG s vyznačenými

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

- [II.1] IAEA-TECDOC-1610, Safety Analysis of WWER-440 Nuclear Power Plants: Potential Consequences of a Large Primary to Secondary System Leakage Accident, Vienna, Feb. 2009.
- [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] B. Kvizda et al.: Application and utilization of the GRS BEPU during evaluation of the safety margins for WWER type NPP, Noi. V01-VS/0220/2005.5, VUJE, a.s., December 2005.
- [III.3] PAA-22-BSMO34-kap7-2-1-8-BKV, Interný dokument VUJE, 2013

ZOZNAM PRÍLOH

Príloha 01 Variant A1 - Odklopenie primárneho veka kolektora PG

Príloha 02 Variant B1 - Chybné otvorenie PS-A PG4

ZOZNAM TABULIEK

Tab. č. 7.2.1.8.1-1:	Pripravenosť bezpečnostných systémov	9
Tab. č. 7.2.1.8.1-2:	Pripravenosť riadiacich systémov	10
Tab. č. 7.2.1.8.1-3:	Jednoduchá porucha.....	10
Tab. č. 7.2.1.8.1-4:	Strata napájania vlastnej spotreby	11
Tab. č. 7.2.1.8.2-1:	Pripravenosť bezpečnostných systémov	15
Tab. č. 7.2.1.8.2-2:	Pripravenosť riadiacich systémov	16
Tab. č. 7.2.1.8.2-3:	Jednoduchá porucha.....	16
Tab. č. 7.2.1.8.2-4:	Strata napájania vlastnej spotreby	16

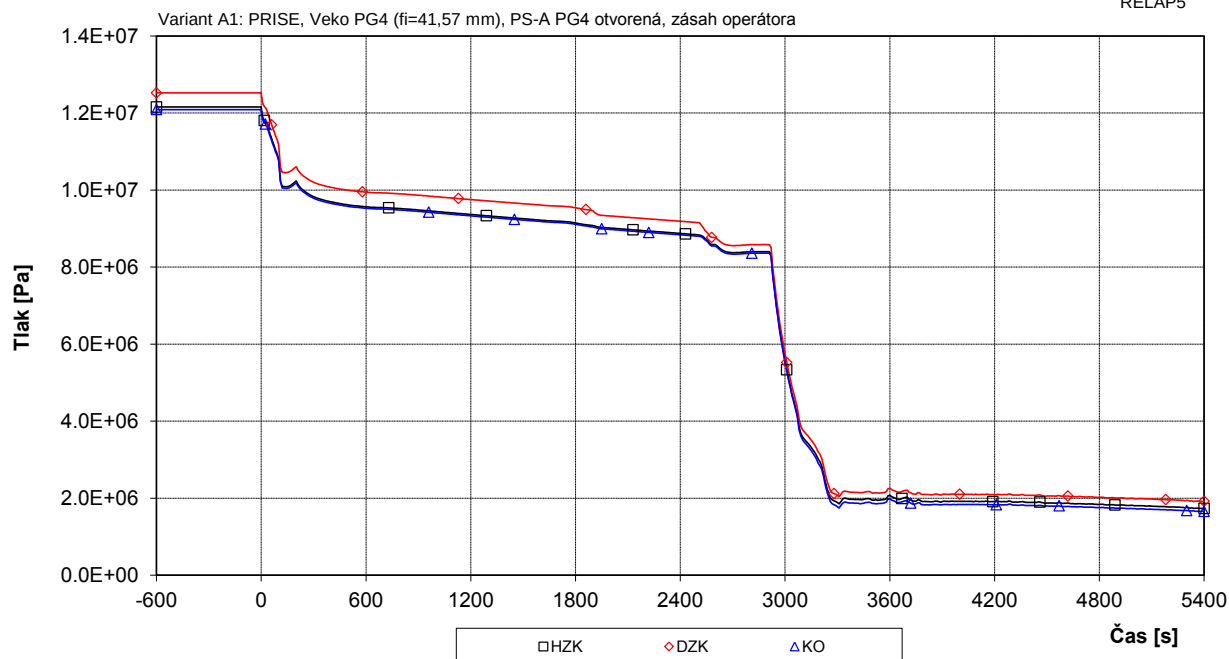
Príloha č. 01

7.2.1.8.1 Roztrhnutie rúrky PG a odklopenie veka kolektora PG

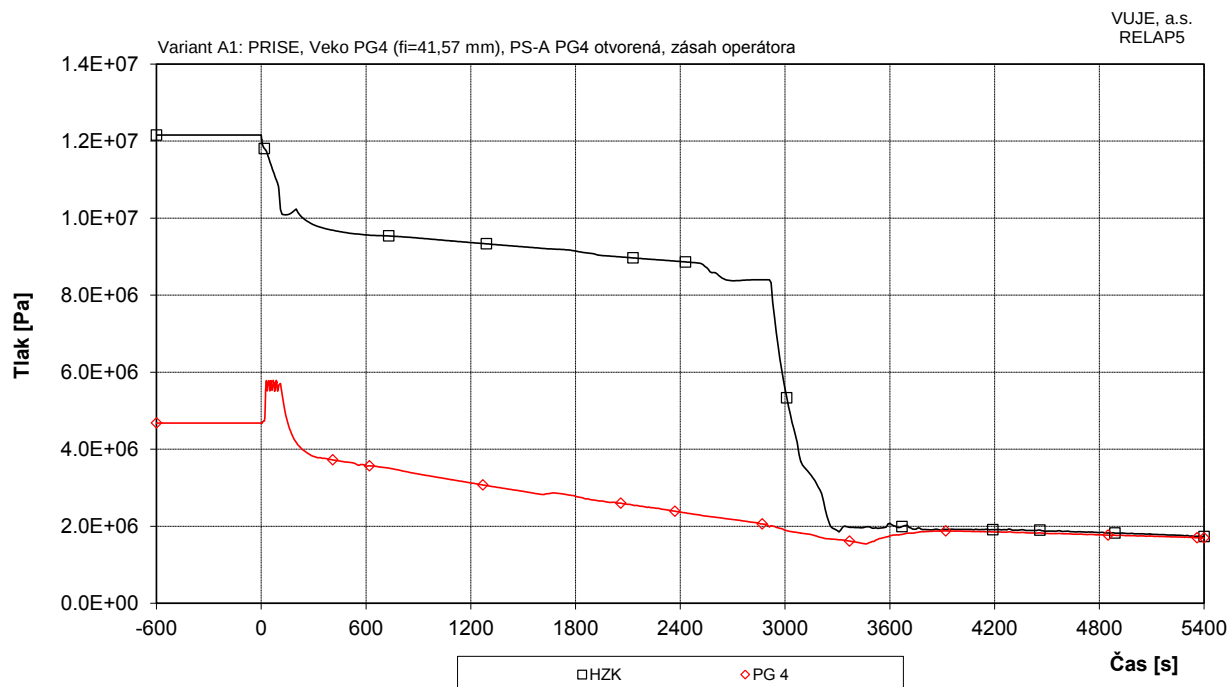
Scenár A1 Odklopenie primárneho veka kolektora PG ($\varphi=41.57$ mm)

ZOZNAM OBRÁZKOV

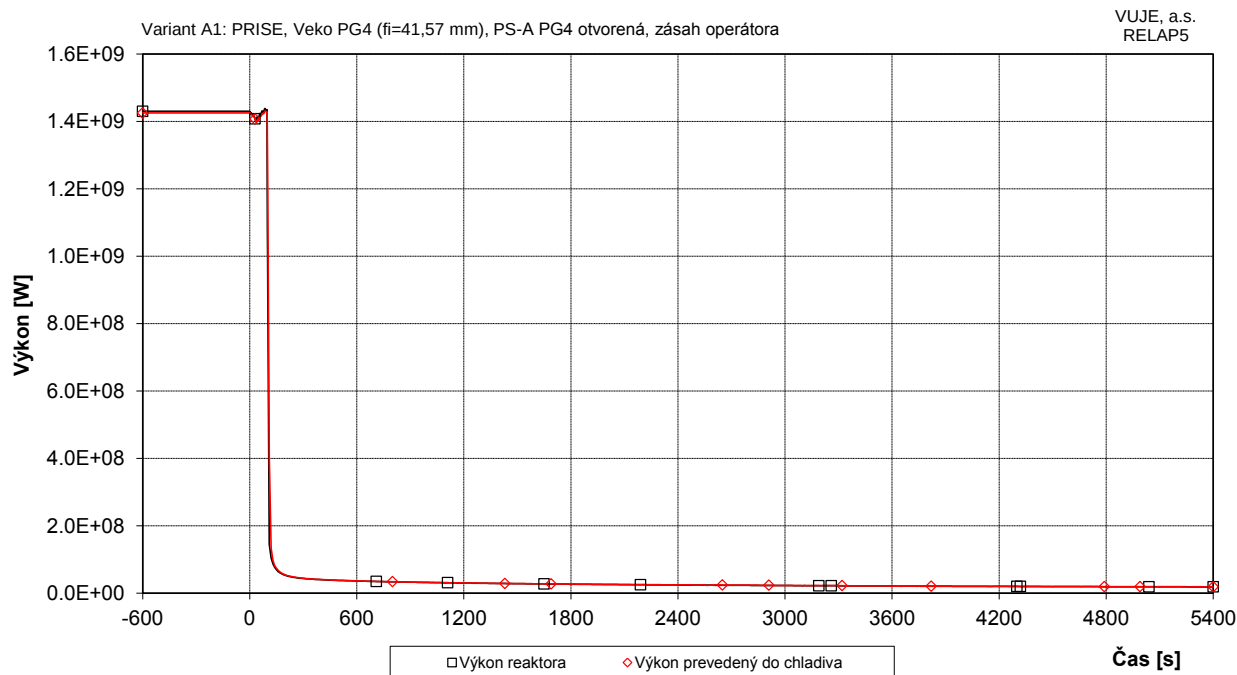
Obr. 7.2.1.8.1-A1-1:	Tlak v I.O.	2
Obr. 7.2.1.8.1-A1-2:	Tlak I.O. a PG 4.....	2
Obr. 7.2.1.8.1-A1-3:	Výkon reaktora	3
Obr. 7.2.1.8.1-A1-4:	Teplota chladiva na vstupe do TNR	3
Obr. 7.2.1.8.1-A1-5:	Teplota chladiva na výstupe z TNR.....	4
Obr. 7.2.1.8.1-A1-6:	Teplota chladiva v TNR.....	4
Obr. 7.2.1.8.1-A1-7:	Maximálna teplota pokrytia a teplota chladiva na výstupe z AZ.....	5
Obr. 7.2.1.8.1-A1-8:	Celkový výkon EOKO	5
Obr. 7.2.1.8.1-A1-9:	Podchladenie na výstupe z reaktora	6
Obr. 7.2.1.8.1-A1-10:	Celková hladina v KO	6
Obr. 7.2.1.8.1-A1-11:	Hladina chladiva v TNR	7
Obr. 7.2.1.8.1-A1-12:	Hmotnostný prietok chladiva na výstupe z TNR	7
Obr. 7.2.1.8.1-A1-13:	Doplňovanie do I.O.	8
Obr. 7.2.1.8.1-A1-14:	Integrál doplňovania do I.O.	8
Obr. 7.2.1.8.1-A1-15:	Výkon PG	9
Obr. 7.2.1.8.1-A1-16:	Výkon reaktora, výkon PG, tok entalpia úniku - detail	9
Obr. 7.2.1.8.1-A1-17:	Celkový prietok cez ventily vstreku do KO	10
Obr. 7.2.1.8.1-A1-18:	Prietok chladiva cez poistné ventily KO	10
Obr. 7.2.1.8.1-A1-19:	Hmotnosť chladiva v PO	11
Obr. 7.2.1.8.1-A1-20:	Tlak na výstupe z PG	11
Obr. 7.2.1.8.1-A1-21:	Celková hladina v PG	12
Obr. 7.2.1.8.1-A1-22:	Celkový prietok napájacej vody do PG.....	12
Obr. 7.2.1.8.1-A1-23:	Prietok pary cez PV1 PG	13
Obr. 7.2.1.8.1-A1-24:	Prietok pary cez PV2 PG	13
Obr. 7.2.1.8.1-A1-25:	Prietok pary cez PS-A na parovodoch	14
Obr. 7.2.1.8.1-A1-26:	Celkový únik netesnosťou a celkové doplňovanie do I.O.	14
Obr. 7.2.1.8.1-A1-27:	Integrál prietoku pary cez PS-A PG	15

VUJE, a.s.
RELAP5

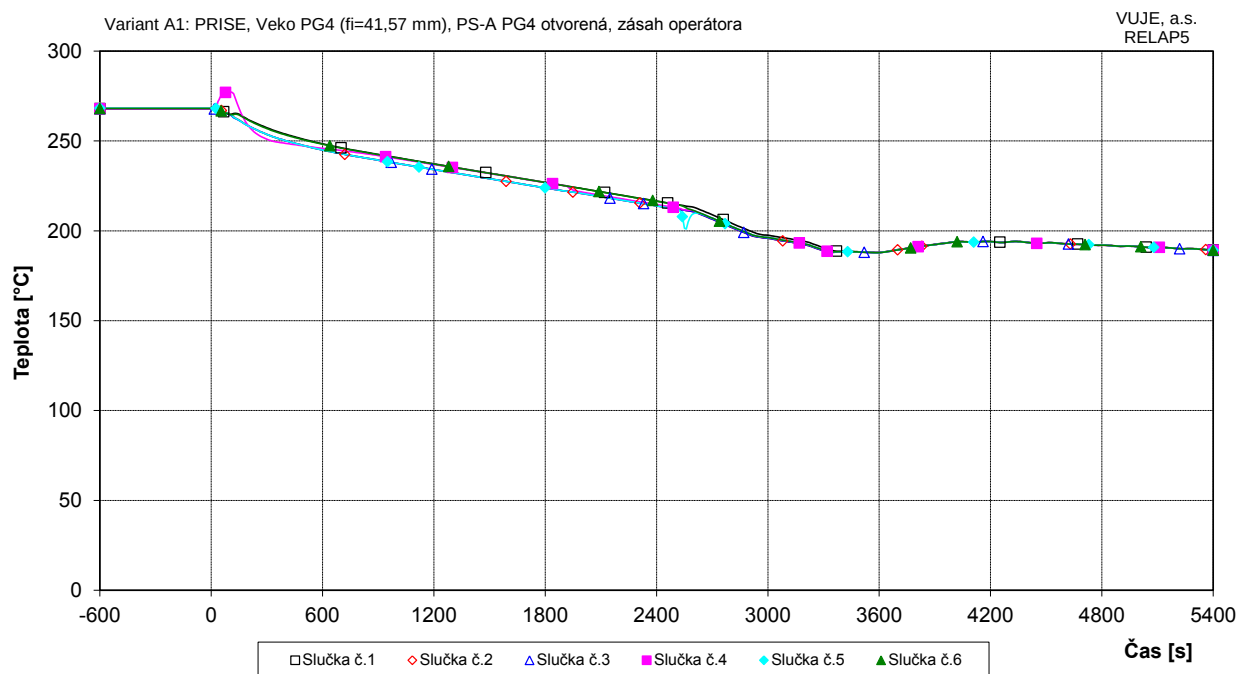
Obr. 7.2.1.8.1-A1-1: Tlak v I.O.



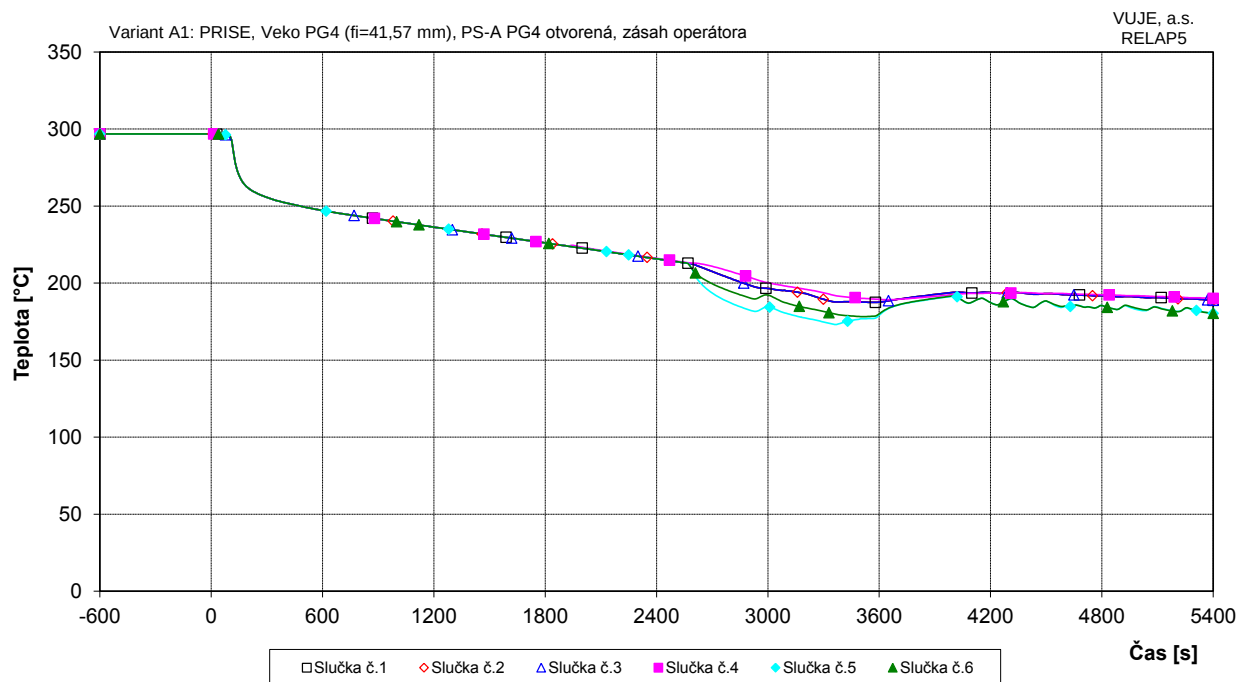
Obr. 7.2.1.8.1-A1-2: Tlak I.O. a PG 4



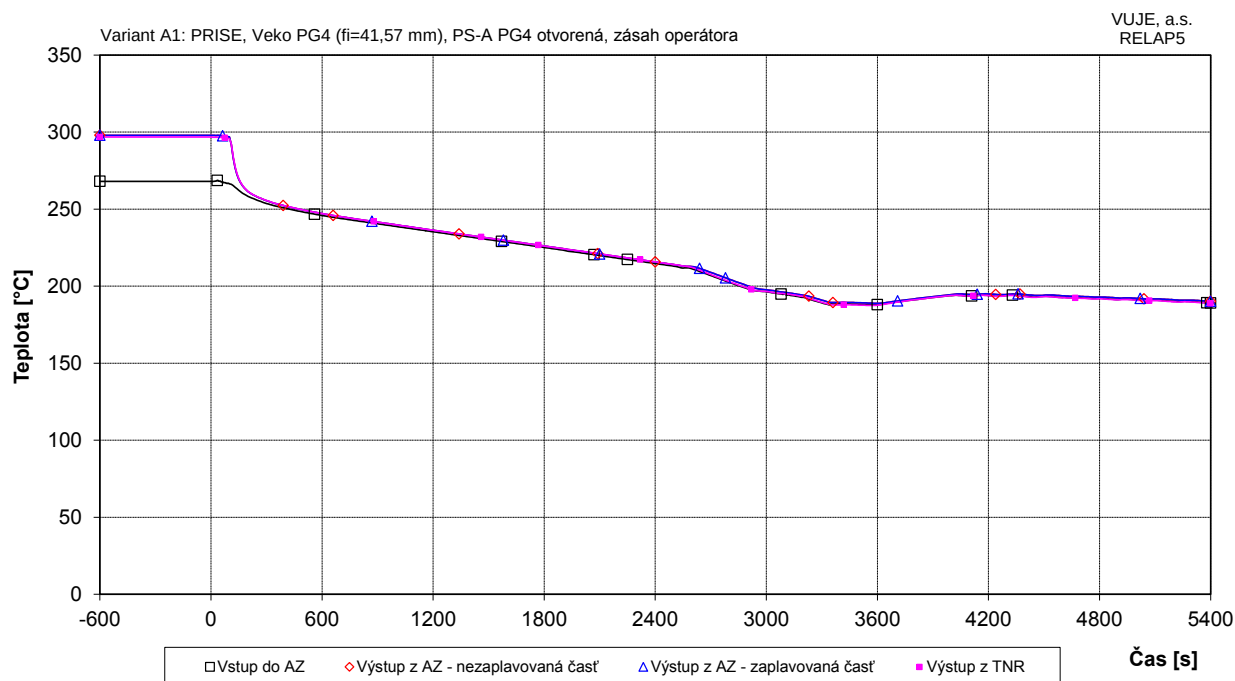
Obr. 7.2.1.8.1-A1-3: Výkon reaktora



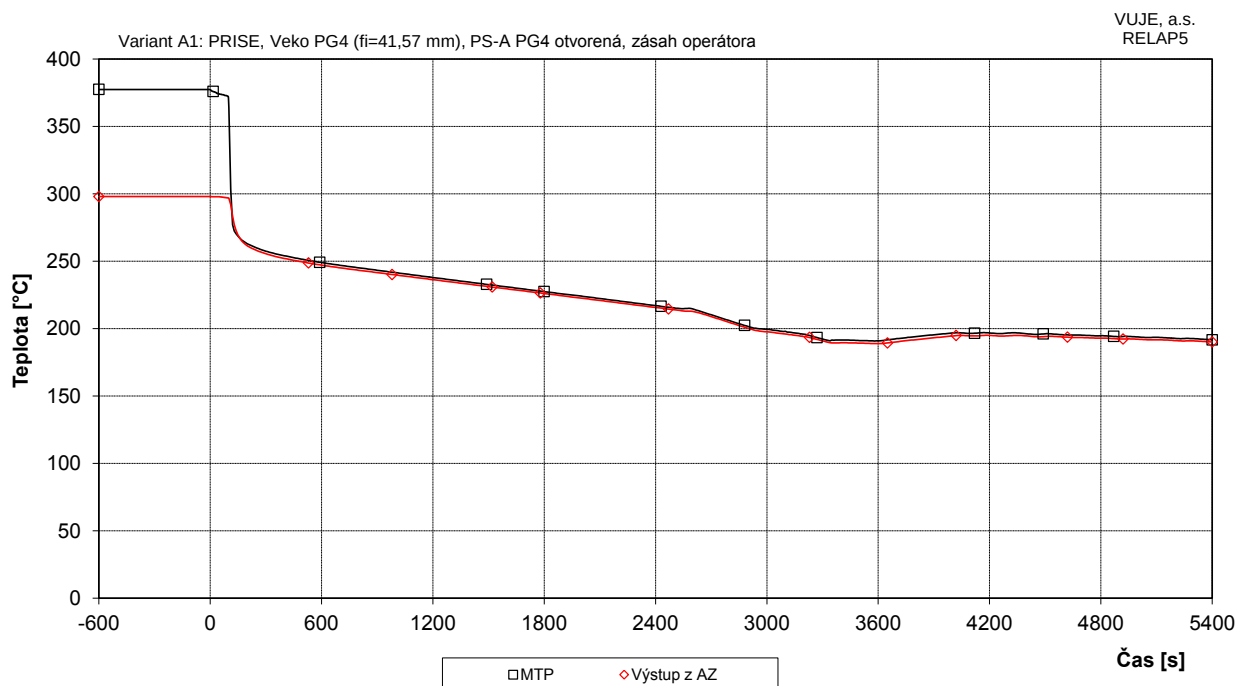
Obr. 7.2.1.8.1-A1-4: Teplota chladiwa na vstupe do TNR



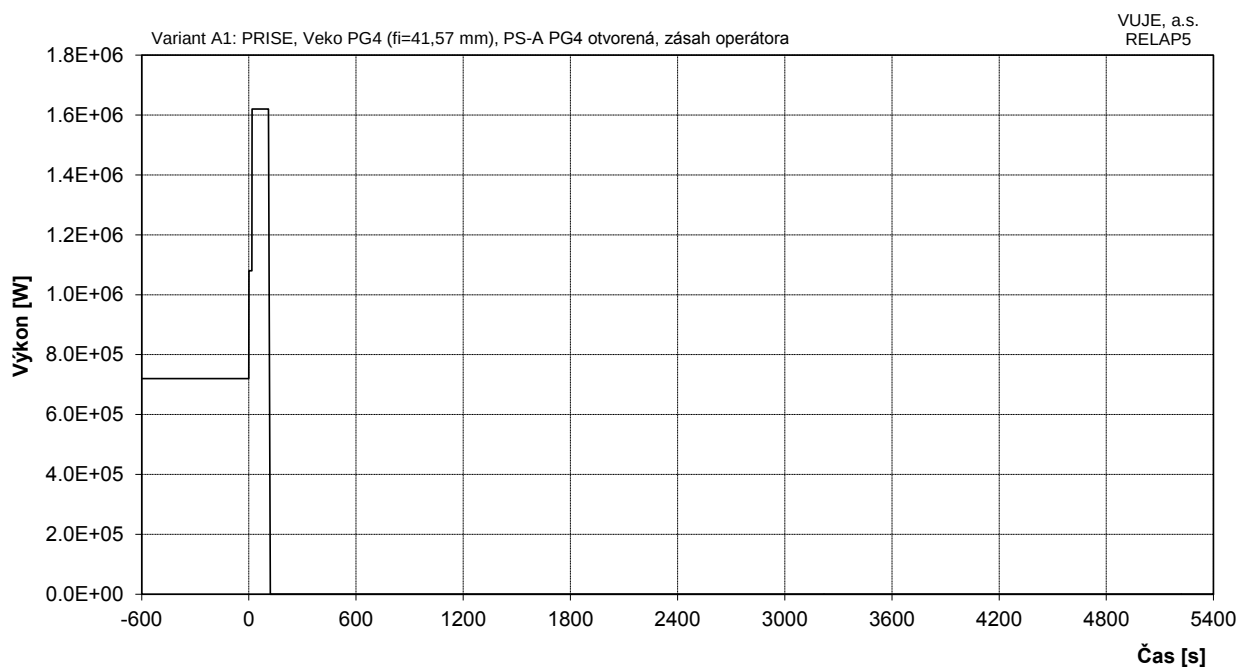
Obr. 7.2.1.8.1-A1-5: Teplota chladiva na výstupe z TNR



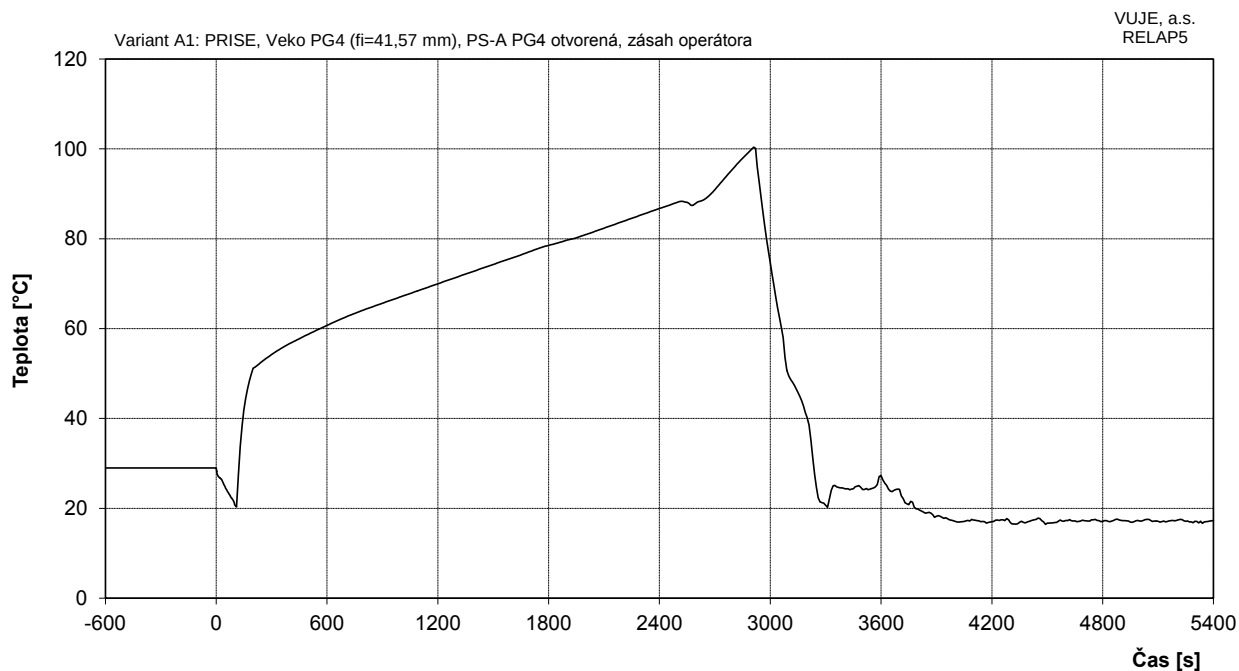
Obr. 7.2.1.8.1-A1-6: Teplota chladiva v TNR



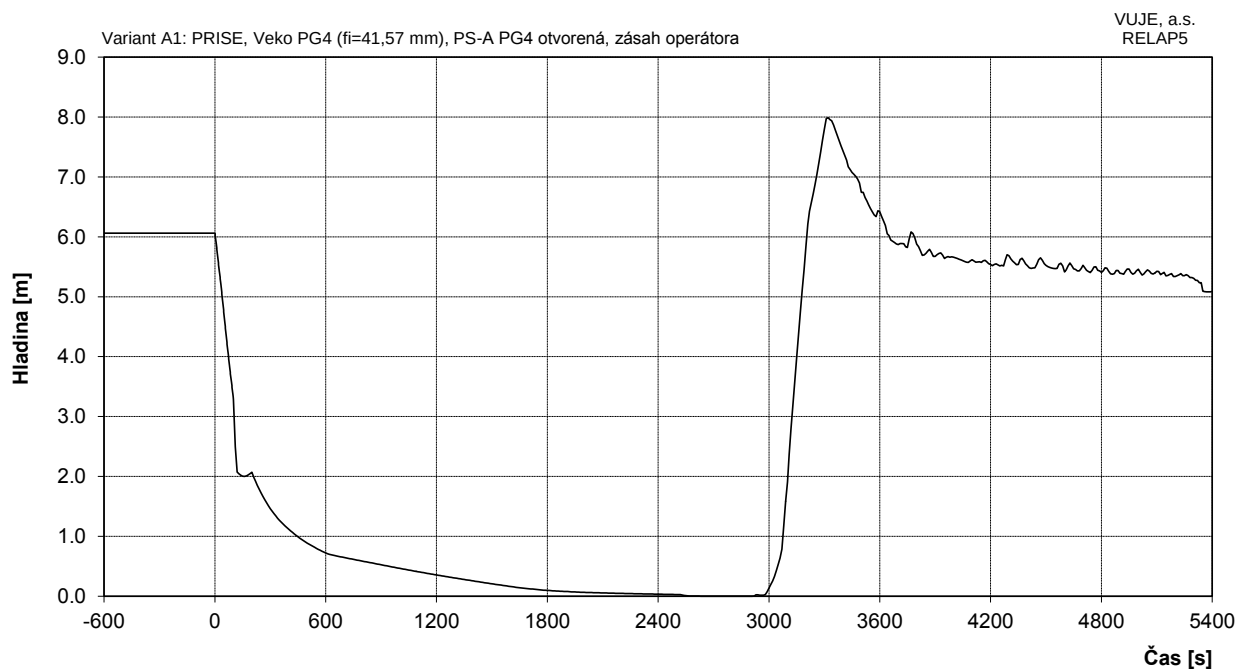
Obr. 7.2.1.8.1-A1-7: Maximálna teplota pokrytia a teplota chladiva na výstupe z AZ



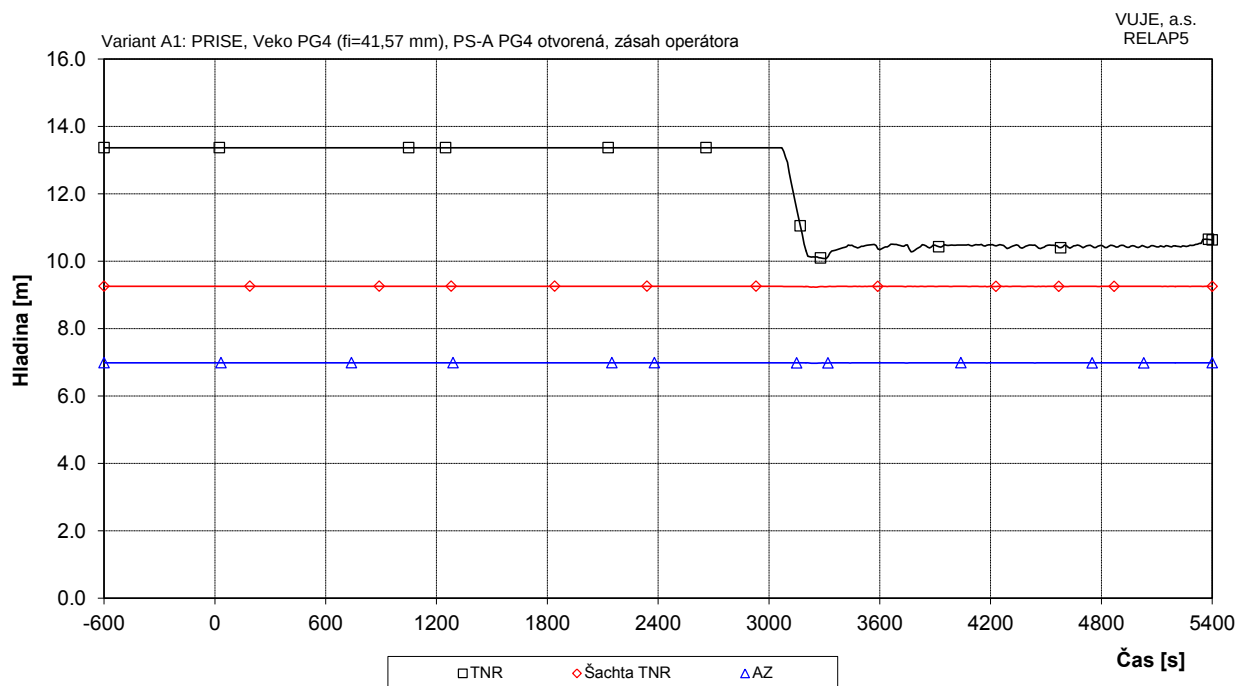
Obr. 7.2.1.8.1-A1-8: Celkový výkon EOKO



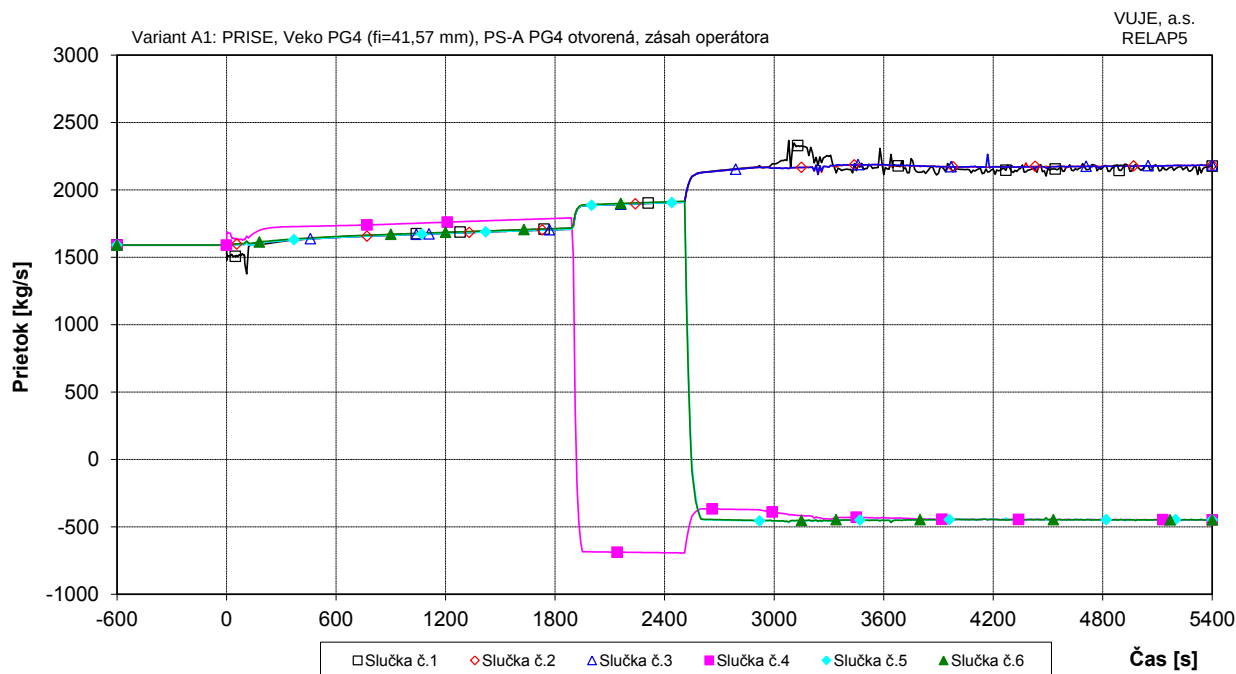
Obr. 7.2.1.8.1-A1-9: Podchladenie na výstupe z reaktora



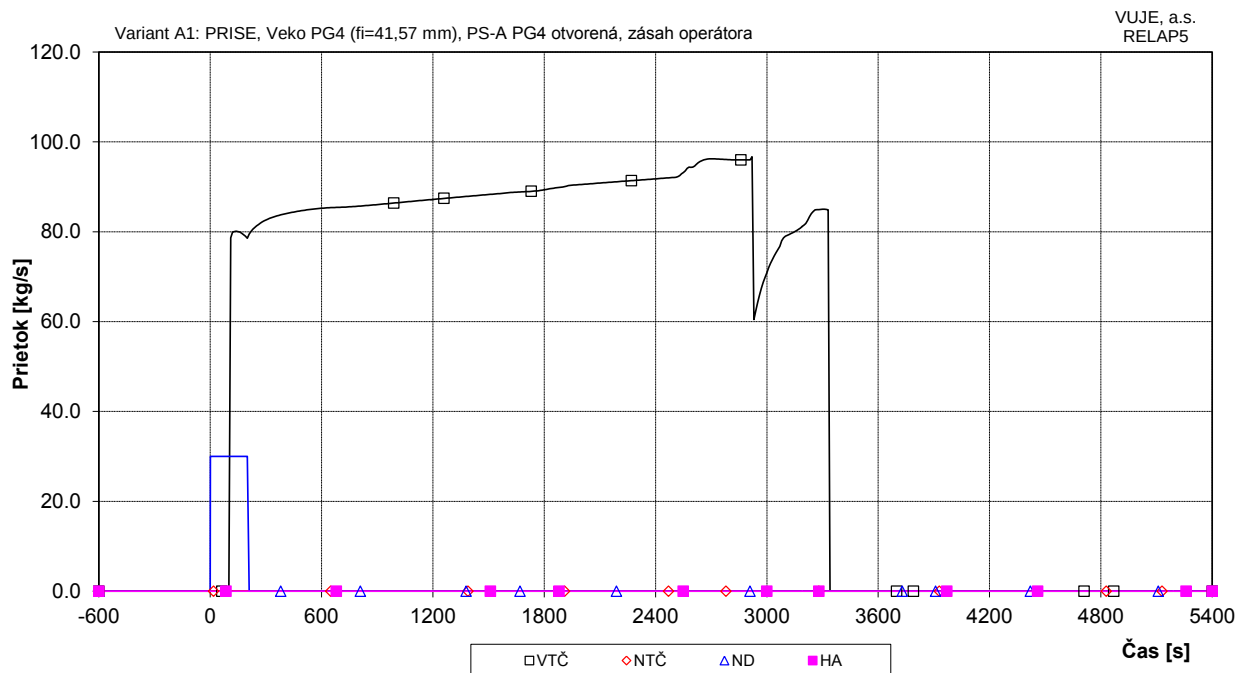
Obr. 7.2.1.8.1-A1-10: Celková hladina v KO



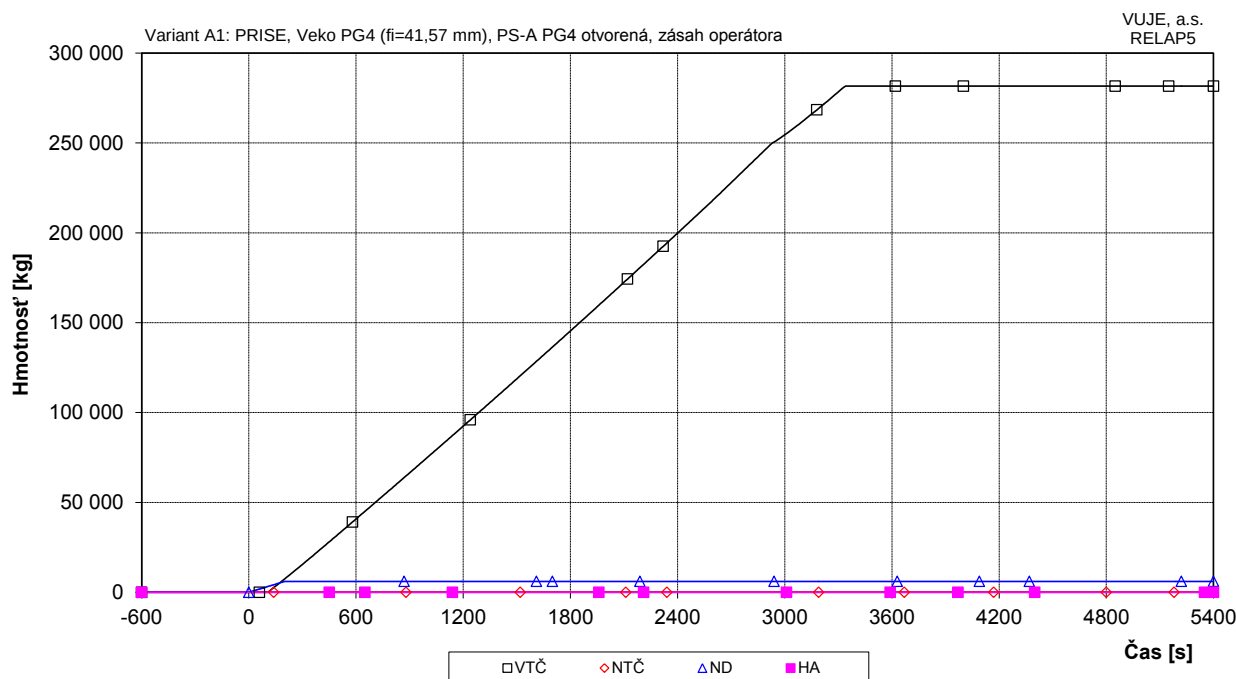
Obr. 7.2.1.8.1-A1-11: Hladina chladiva v TNR



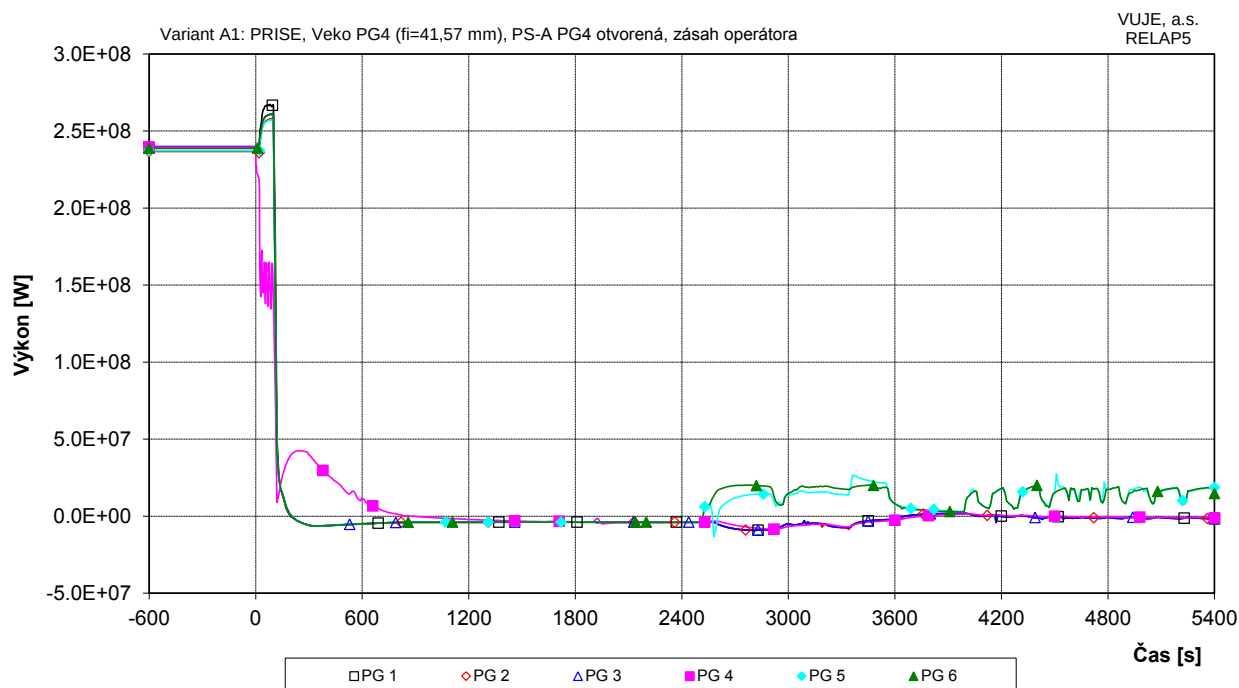
Obr. 7.2.1.8.1-A1-12: Hmotnostný prietok chladiva na výstupe z TNR



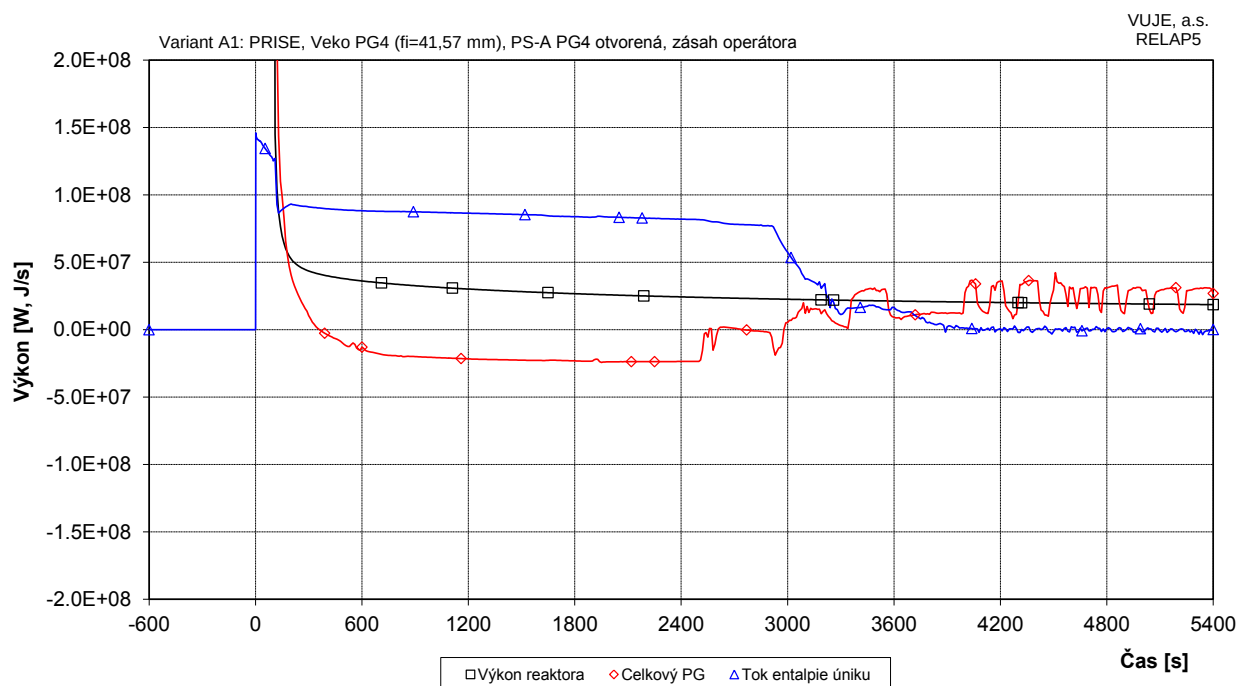
Obr. 7.2.1.8.1-A1-13: Doplnovanie do I.O.



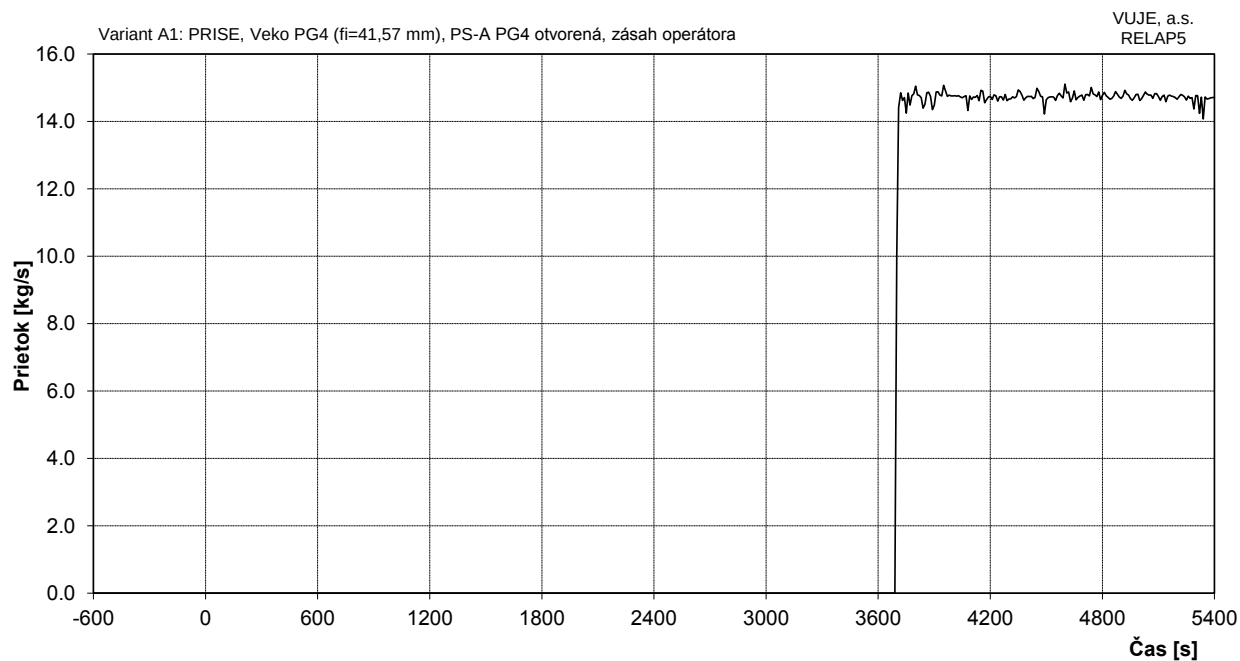
Obr. 7.2.1.8.1-A1-14: Integrál doplnovania do I.O.



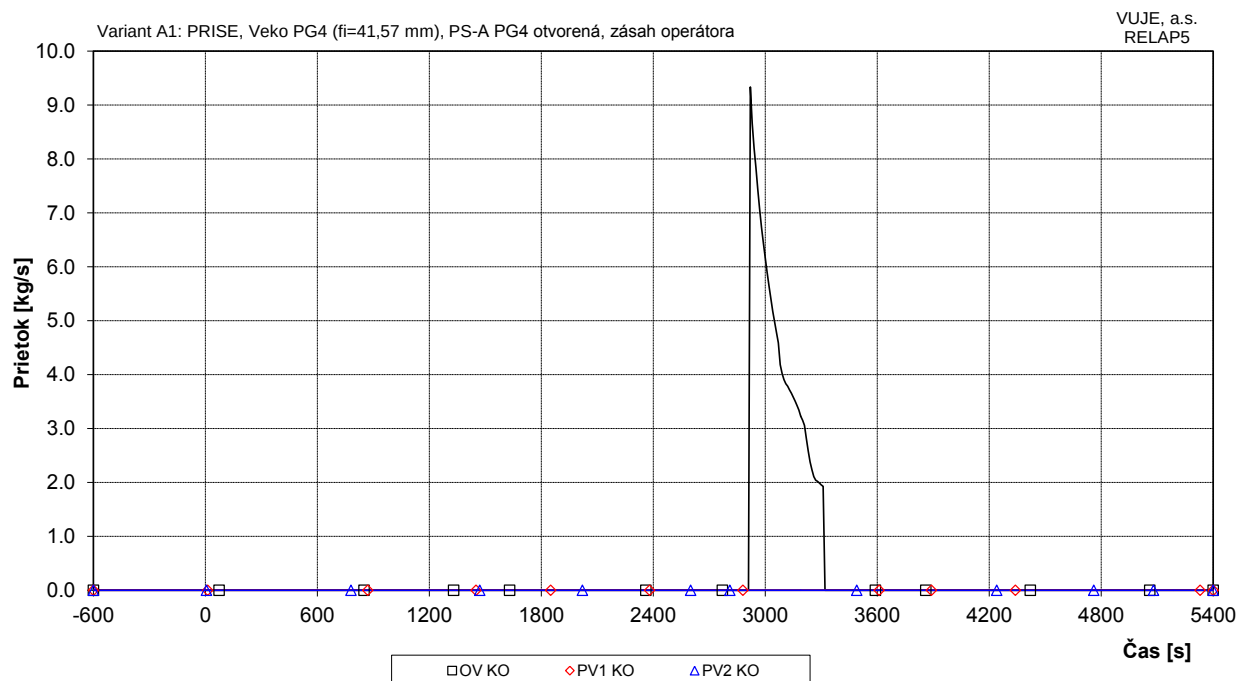
Obr. 7.2.1.8.1-A1-15: Výkon PG



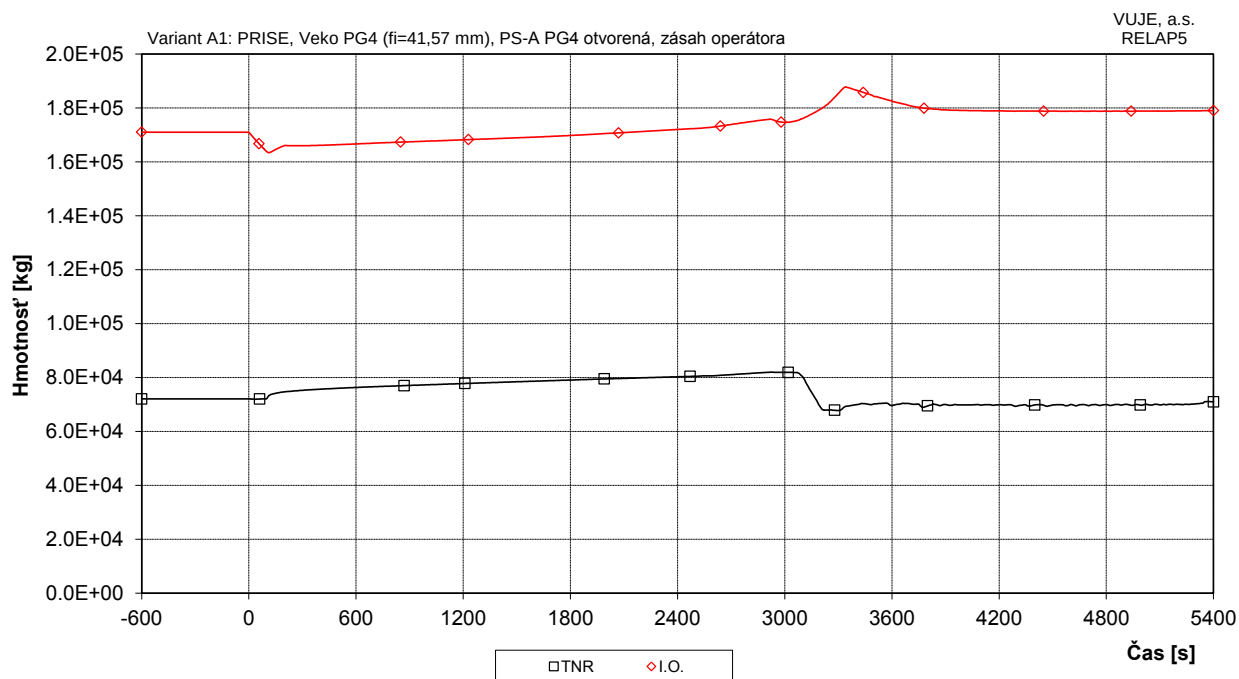
Obr. 7.2.1.8.1-A1-16: Výkon reaktora, výkon PG, tok entalpie úniku - detail



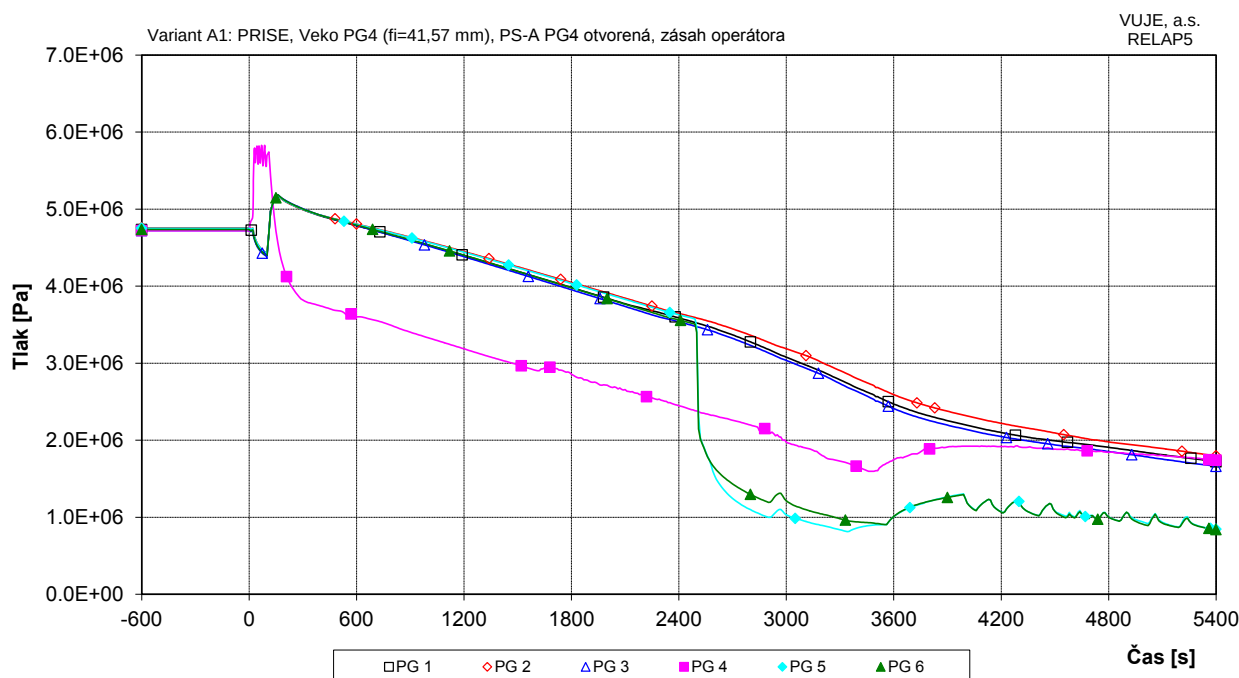
Obr. 7.2.1.8.1-A1-17: Celkový prietok cez ventily vstreku do KO



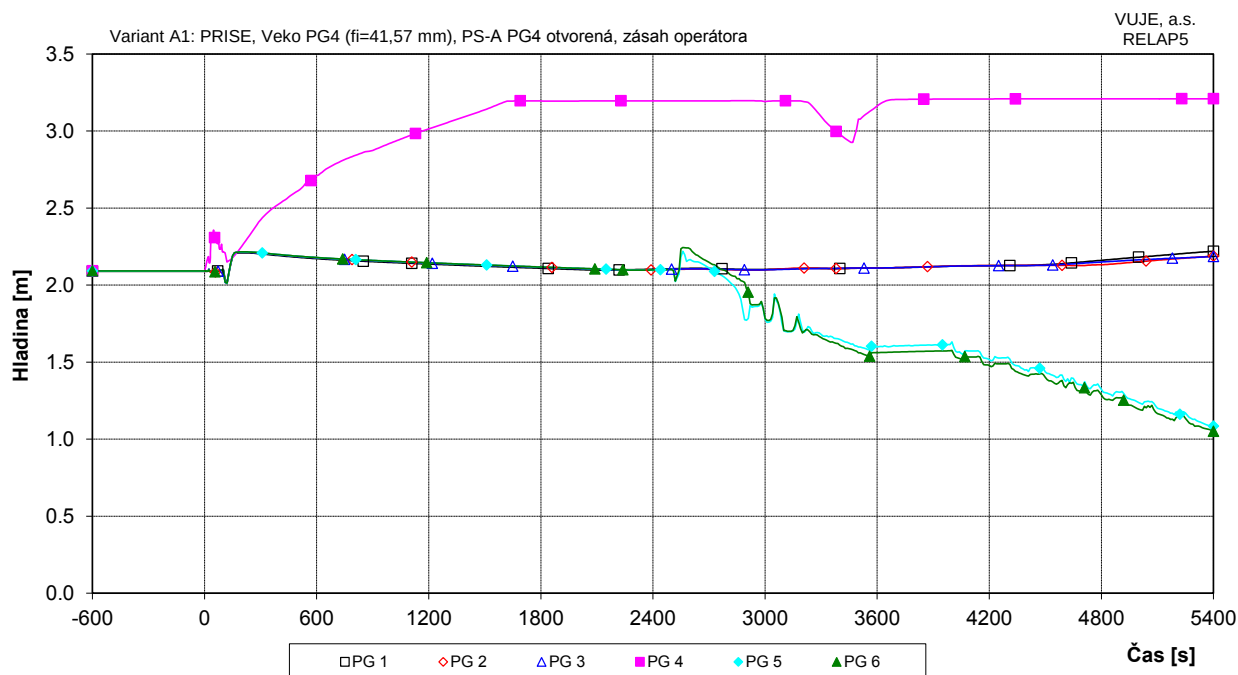
Obr. 7.2.1.8.1-A1-18: Prietok chladiva cez poistné ventily KO



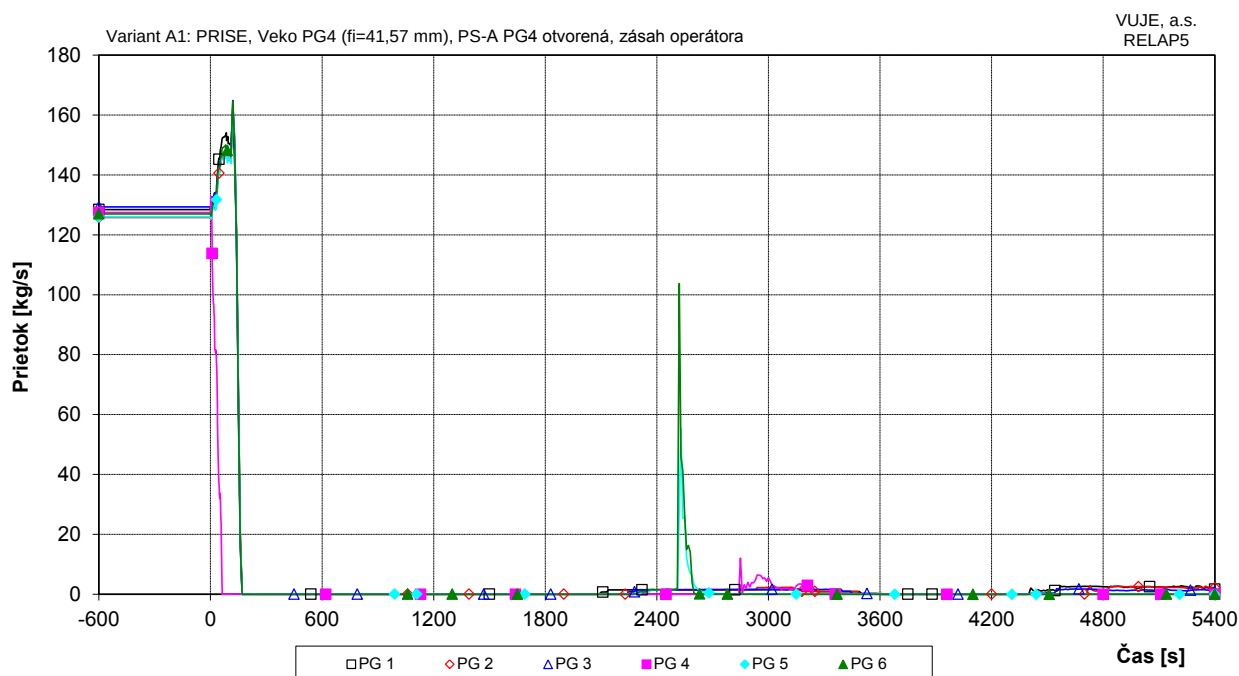
Obr. 7.2.1.8.1-A1-19: Hmotnosť chladiva v PO



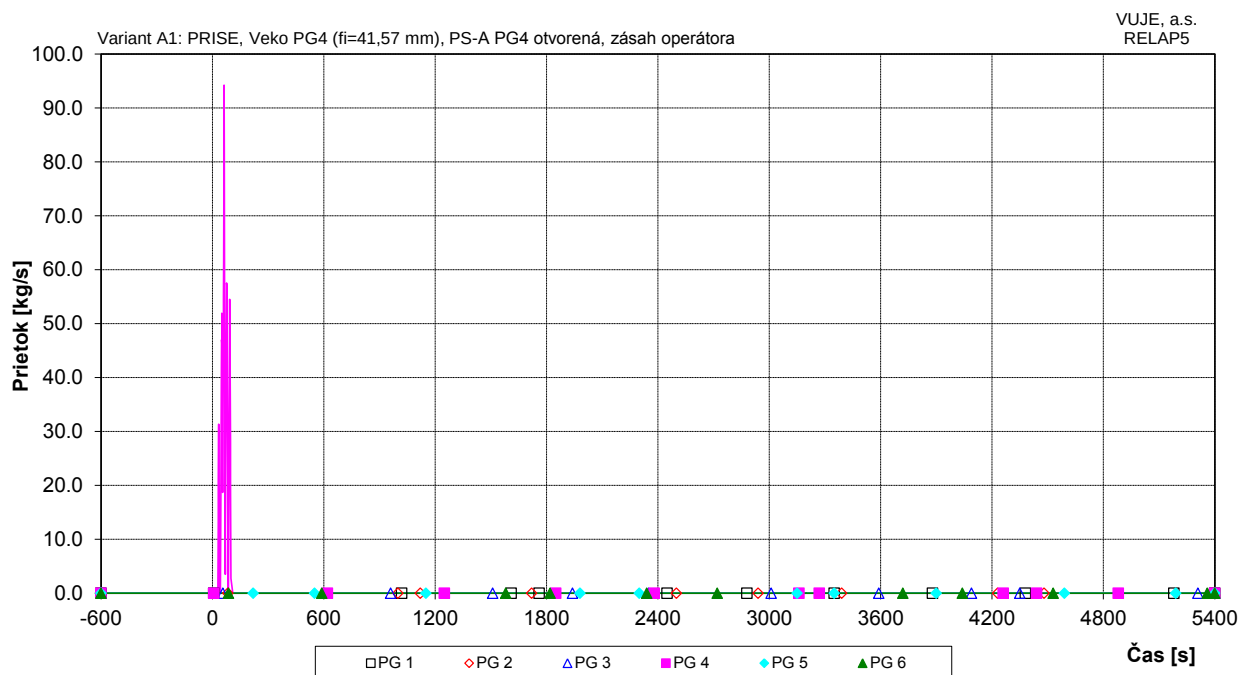
Obr. 7.2.1.8.1-A1-20: Tlak na výstupe z PG



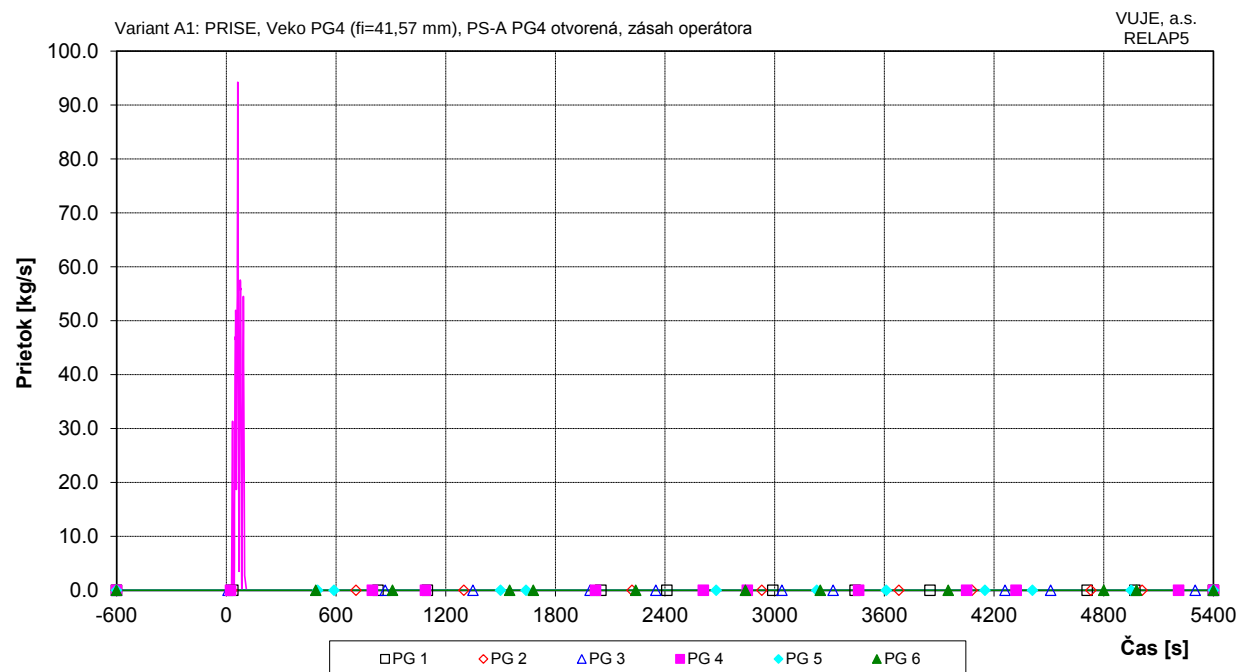
Obr. 7.2.1.8.1-A1-21: Celková hladina v PG



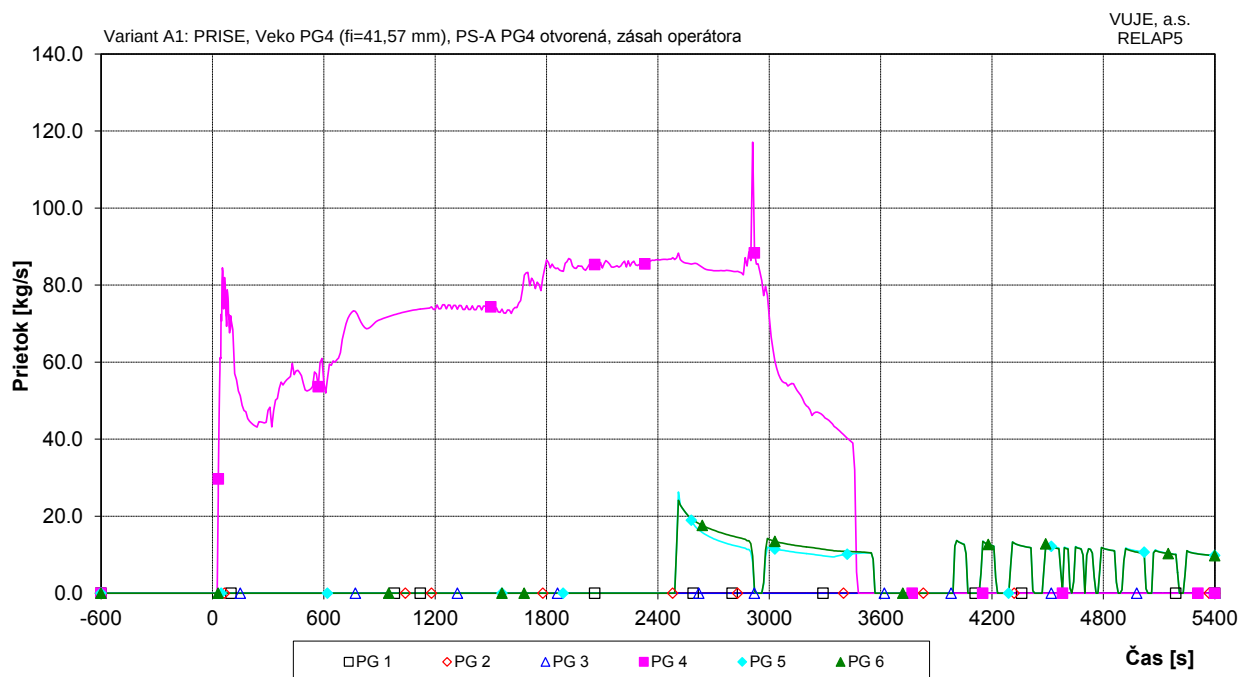
Obr. 7.2.1.8.1-A1-22: Celkový prietok napájacej vody do PG



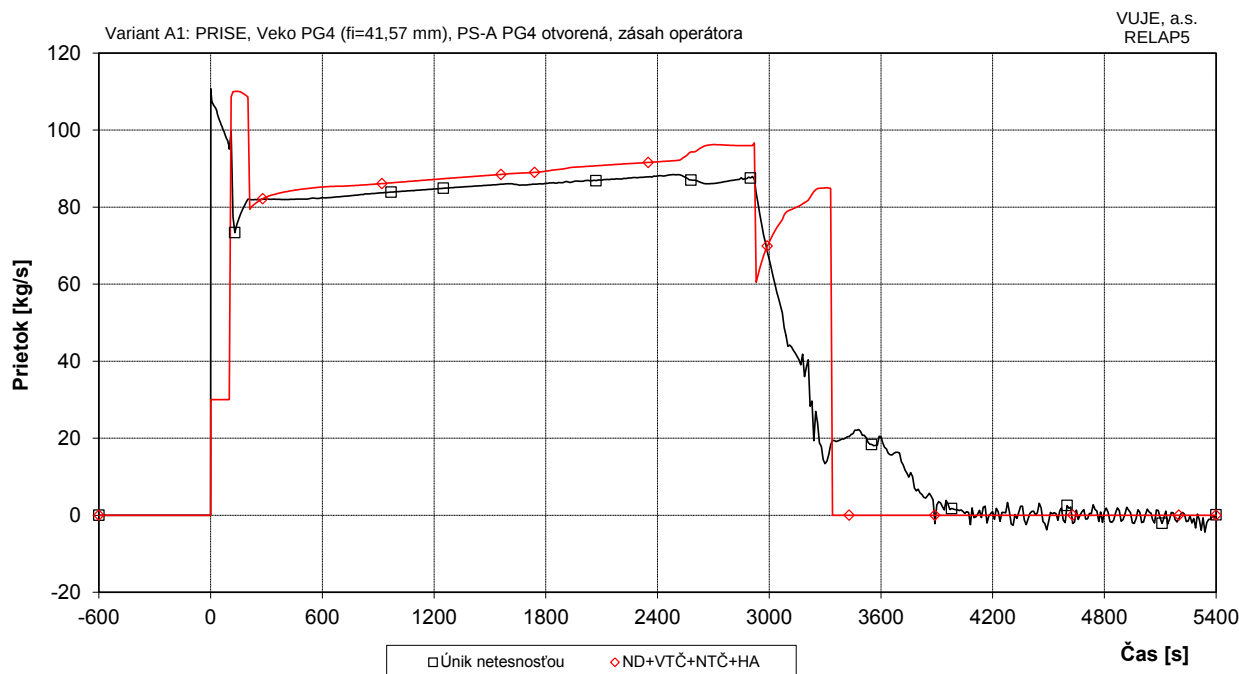
Obr. 7.2.1.8.1-A1-23: Prietok pary cez PV1 PG



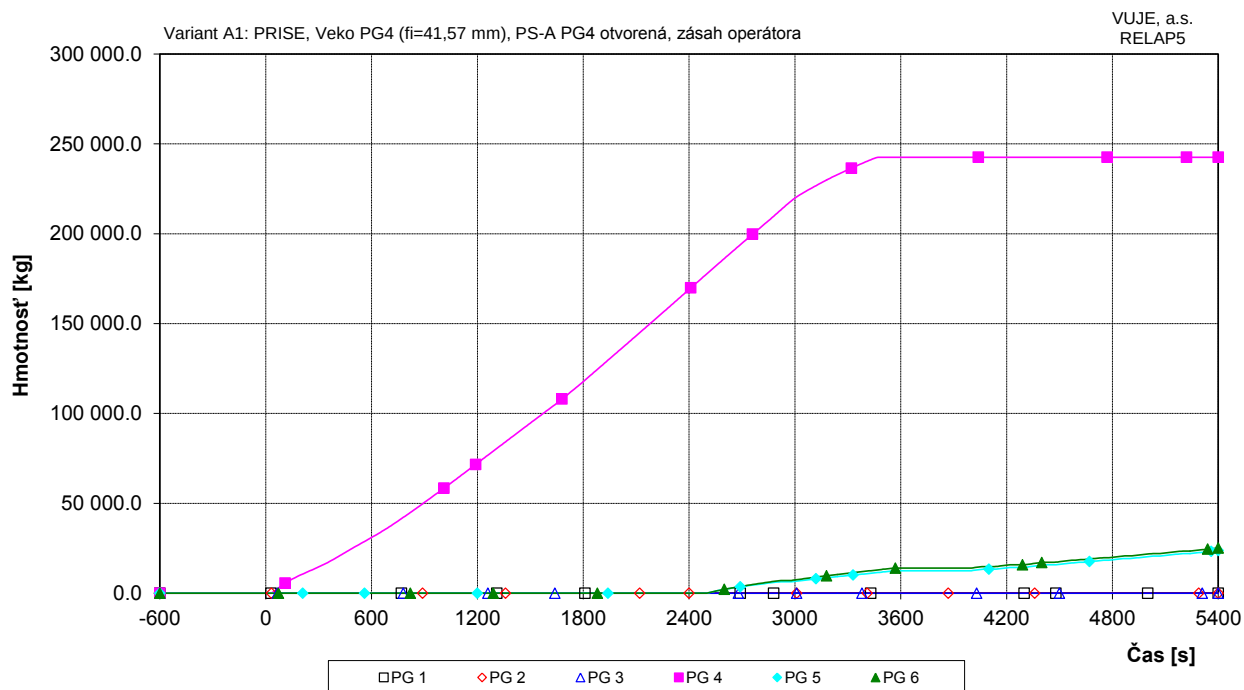
Obr. 7.2.1.8.1-A1-24: Prietok pary cez PV2 PG



Obr. 7.2.1.8.1-A1-25: Prietok pary cez PS-A na parovodoch



Obr. 7.2.1.8.1-A1-26: Celkový únik netesnosťou a celkové doplnovanie do I.O.



Obr. 7.2.1.8.1-A1-27: Integrál prietoku pary cez PS-A PG

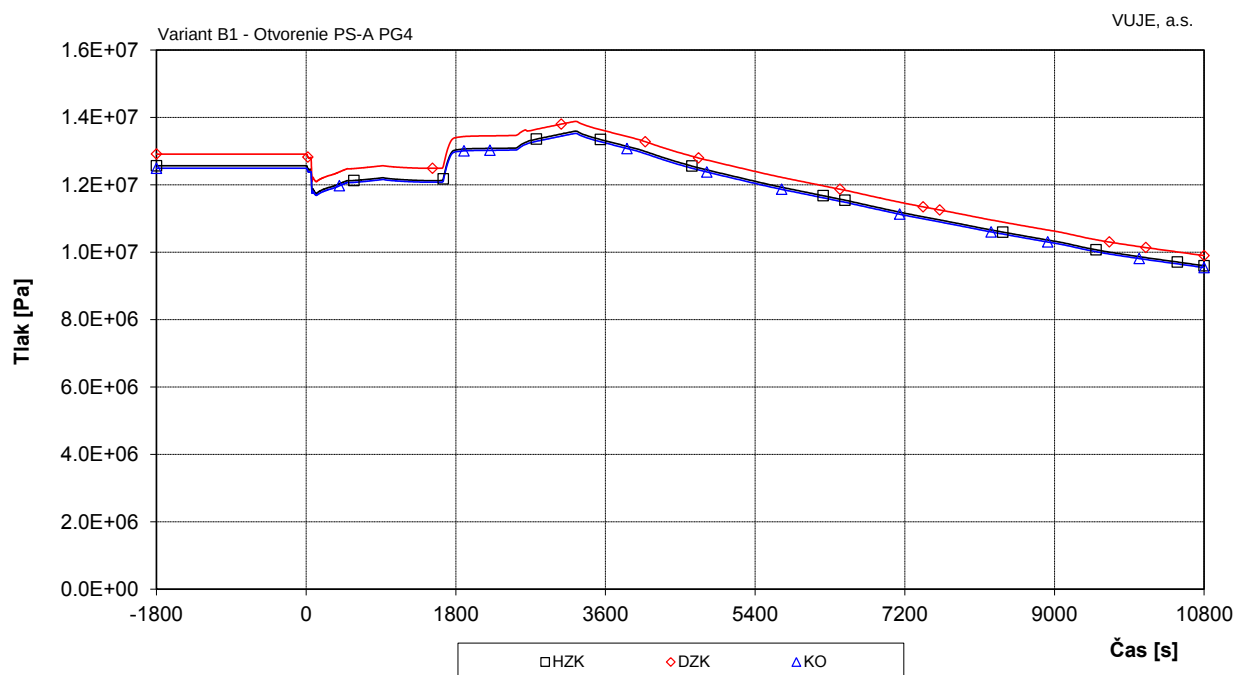
Príloha č. 02

7.2.1.8.2 Chybné otvorenie PS-A PG4

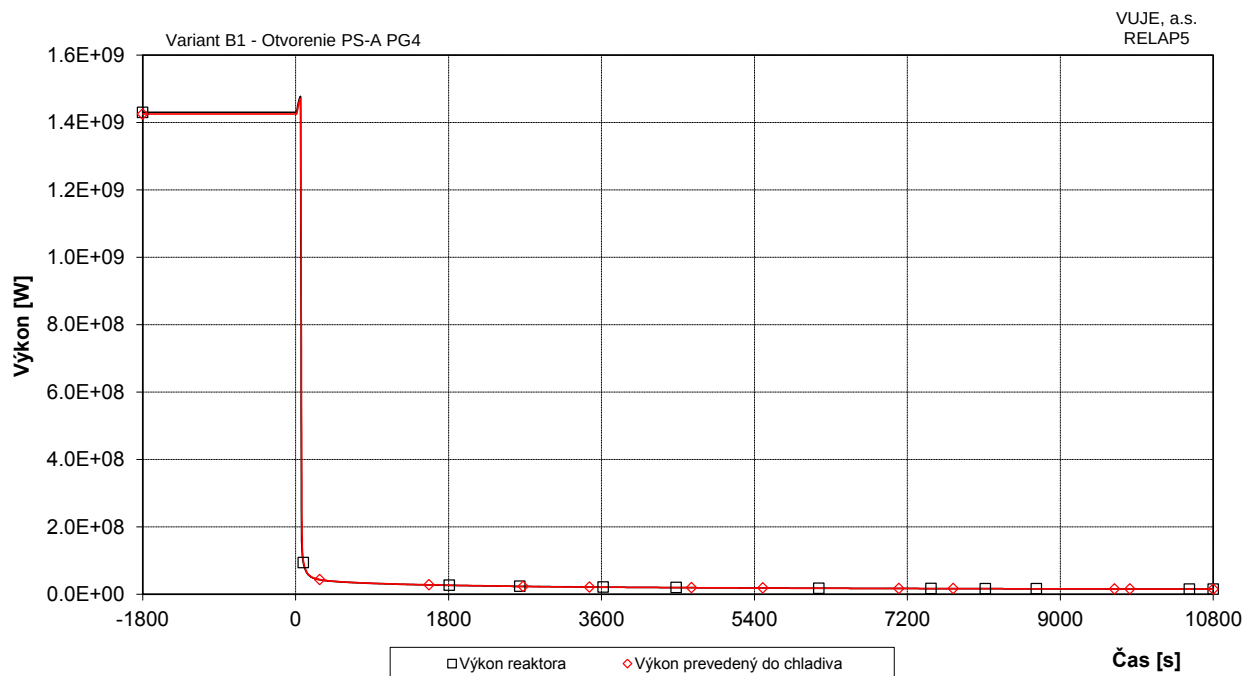
Scenár B1 Chybné otvorenie PS-A PG4

ZOZNAM OBRÁZKOV

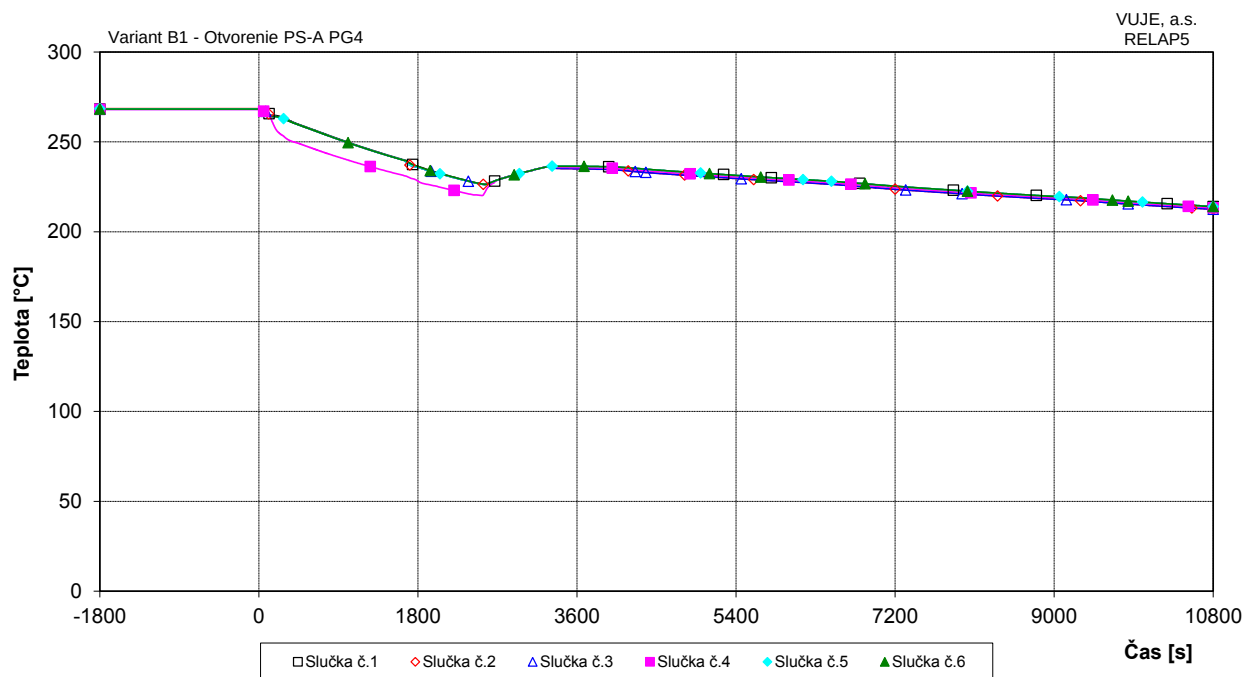
Obr. 7.2.1.8.2-B1-1:	Tlak v I.O.	2
Obr. 7.2.1.8.2-B1-2:	Výkon reaktora	2
Obr. 7.2.1.8.2-B1-3:	Teplota chladiva na vstupe do TNR	3
Obr. 7.2.1.8.2-B1-4:	Teplota chladiva na výstupe z TNR.....	3
Obr. 7.2.1.8.2-B1-5:	Teplota chladiva v TNR.....	4
Obr. 7.2.1.8.2-B1-6:	Podchladenie na výstupe z reaktora	4
Obr. 7.2.1.8.2-B1-7:	Celkový výkon EOKO	5
Obr. 7.2.1.8.2-B1-8:	Celková hladina v KO	5
Obr. 7.2.1.8.2-B1-9:	Maximálna teplota pokrytia a maximálna teplota chladiva na výstupe z AZ	6
Obr. 7.2.1.8.2-B1-10:	Maximálna teplota paliva	6
Obr. 7.2.1.8.2-B1-11:	Hladina chladiva v TNR	7
Obr. 7.2.1.8.2-B1-12:	Hmotnostný prietok cez reaktor	7
Obr. 7.2.1.8.2-B1-13:	Hmotnostný prietok chladiva na výstupe z TNR.....	8
Obr. 7.2.1.8.2-B1-14:	Doplňovanie do I.O.	8
Obr. 7.2.1.8.2-B1-15:	Integrál dopĺňovania do I.O.	9
Obr. 7.2.1.8.2-B1-16:	Výkon PG	9
Obr. 7.2.1.8.2-B1-17:	Výkon reaktora, výkon PG, tok entalpia úniku	10
Obr. 7.2.1.8.2-B1-18:	Výkon reaktora, výkon PG, tok entalpia úniku - detail	10
Obr. 7.2.1.8.2-B1-19:	Hmotnosť chladiva v PO	11
Obr. 7.2.1.8.2-B1-20:	Tlak na výstupe z PG.....	11
Obr. 7.2.1.8.2-B1-21:	Tlak v HPK.....	12
Obr. 7.2.1.8.2-B1-22:	Celková hladina v PG	12
Obr. 7.2.1.8.2-B1-23:	Celkový prietok napájacej vody do PG.....	13
Obr. 7.2.1.8.2-B1-24:	Prietok pary z PG.....	13
Obr. 7.2.1.8.2-B1-25:	Prietok pary cez PS-A na parovodoch	14
Obr. 7.2.1.8.2-B1-26:	Celkový prietok pary cez PSK a PS-A.....	14
Obr. 7.2.1.8.2-B1-27:	Prietok pary do TG.....	15
Obr. 7.2.1.8.2-B1-28:	Integrál prietoku pary cez PS-A PG	15
Obr. 7.2.1.8.2-B1-29:	Integrál celkového prietoku pary cez PSK a PS-A.....	16



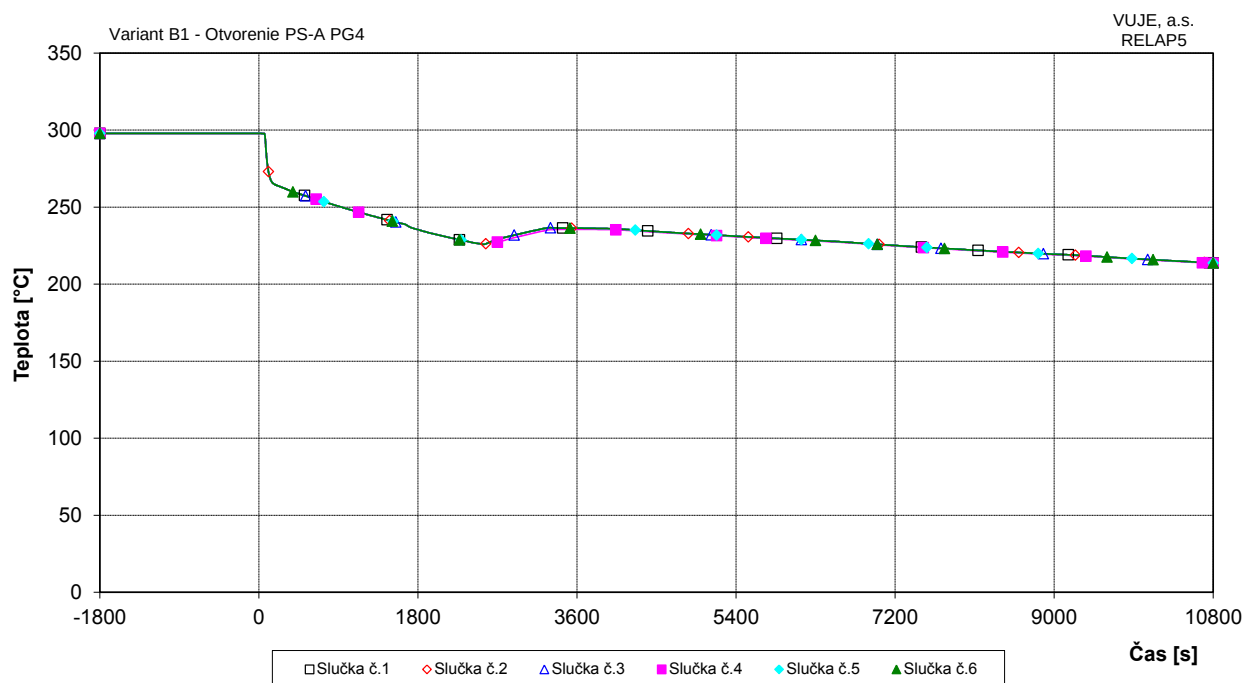
Obr. 7.2.1.8.2-B1-1: Tlak v I.O.



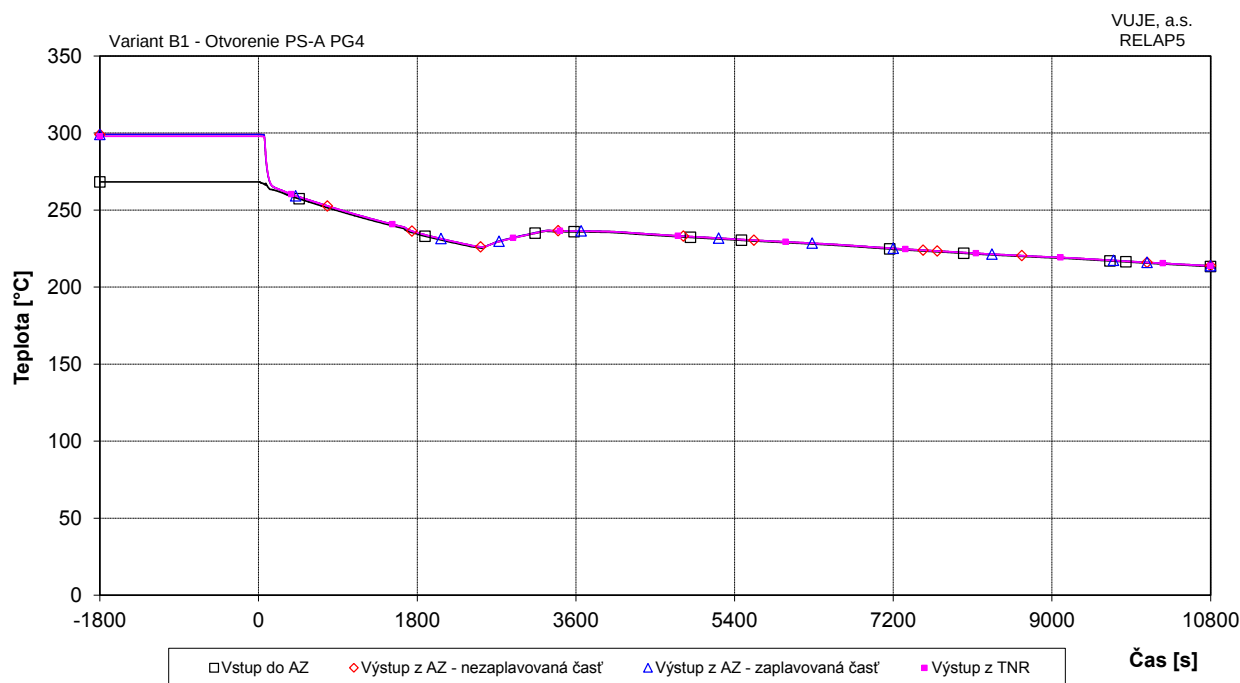
Obr. 7.2.1.8.2-B1-2: Výkon reaktora



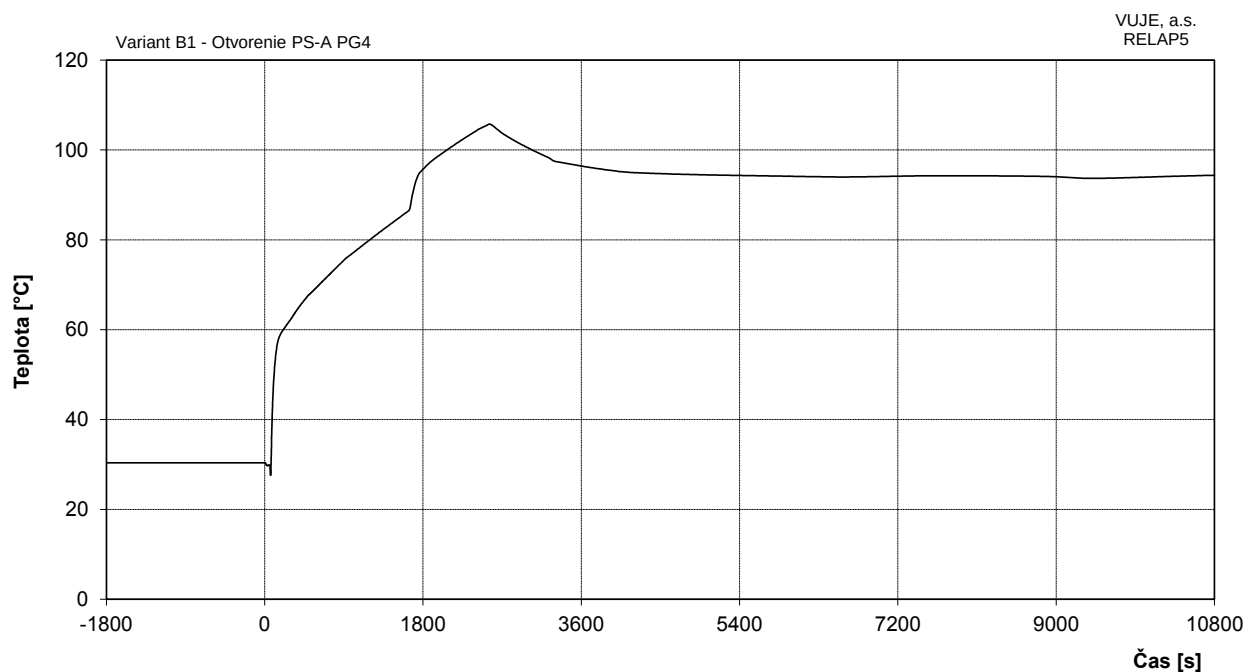
Obr. 7.2.1.8.2-B1-3: Teplota chladiva na vstupe do TNR



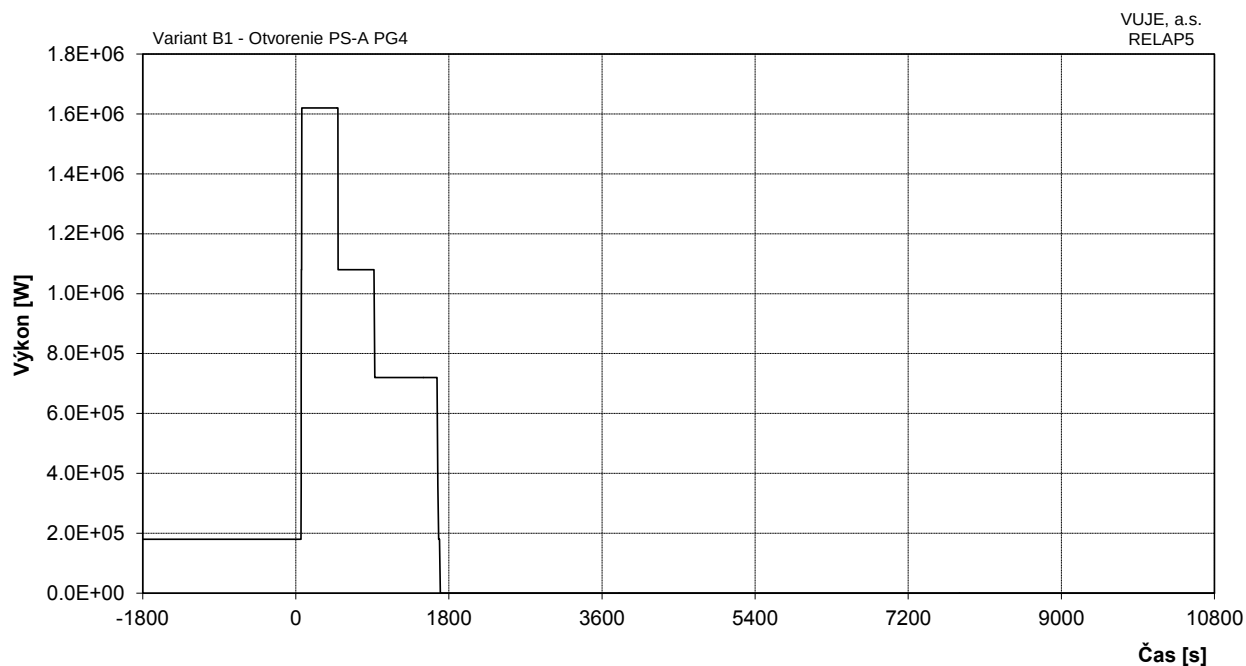
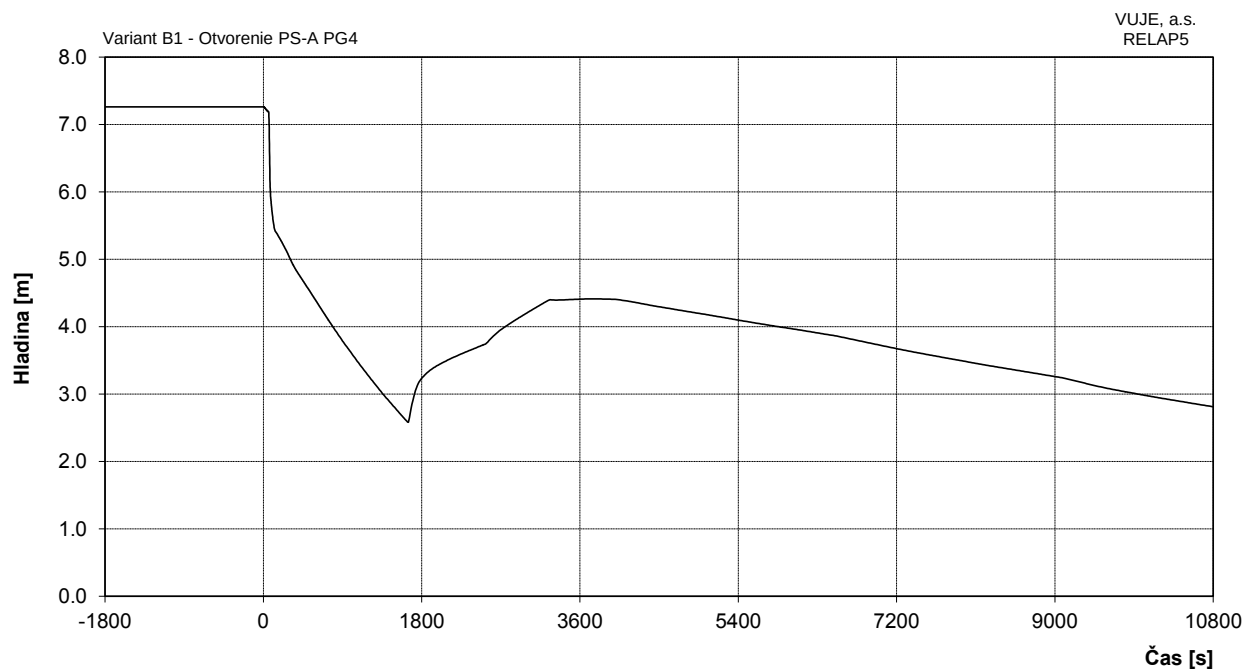
Obr. 7.2.1.8.2-B1-4: Teplota chladiva na výstupe z TNR

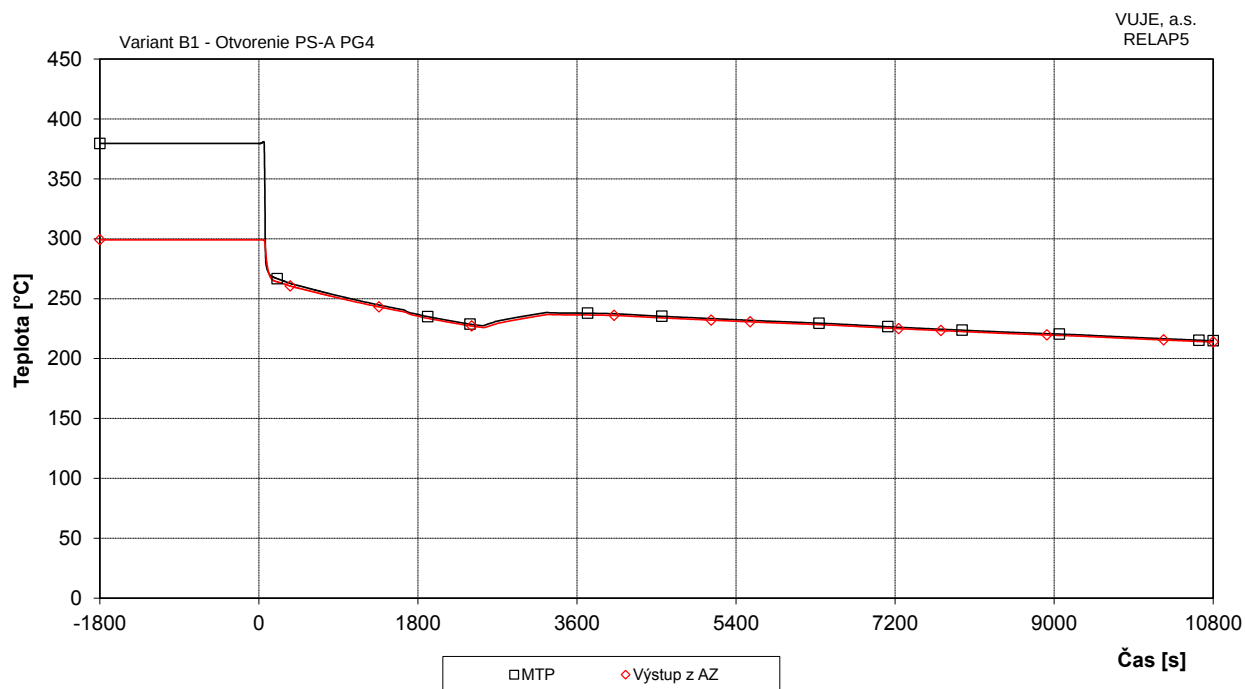


Obr. 7.2.1.8.2-B1-5: Teplota chladiva v TNR

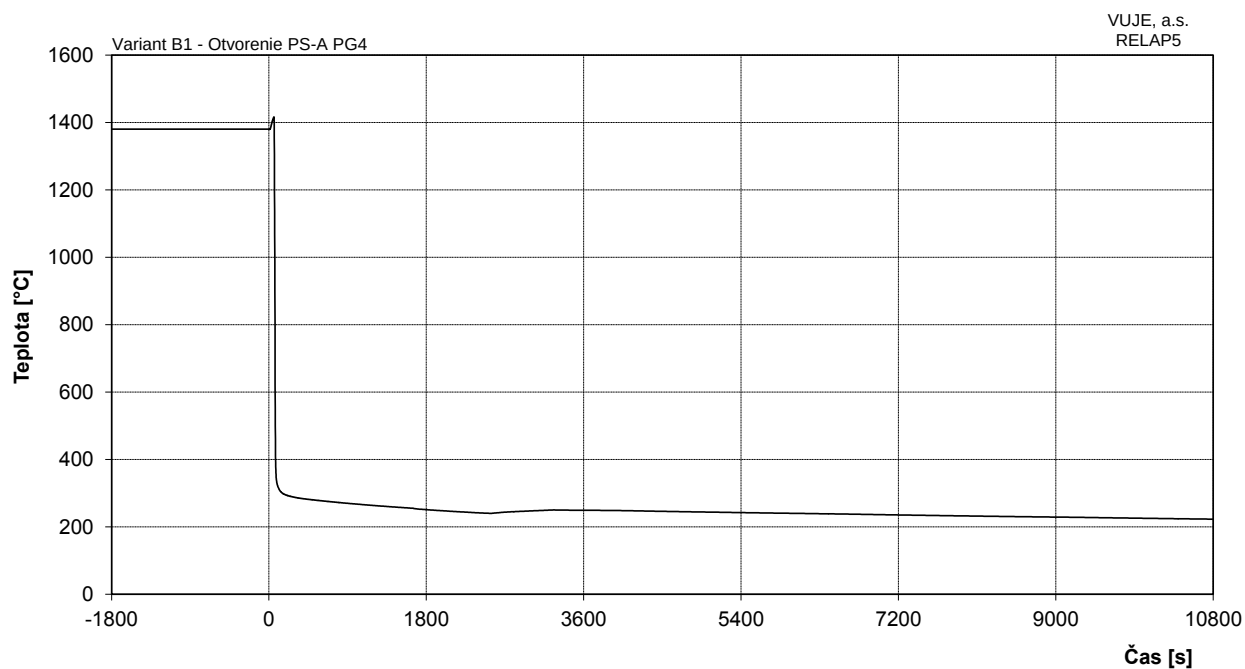


Obr. 7.2.1.8.2-B1-6: Podchladenie na výstupe z reaktora

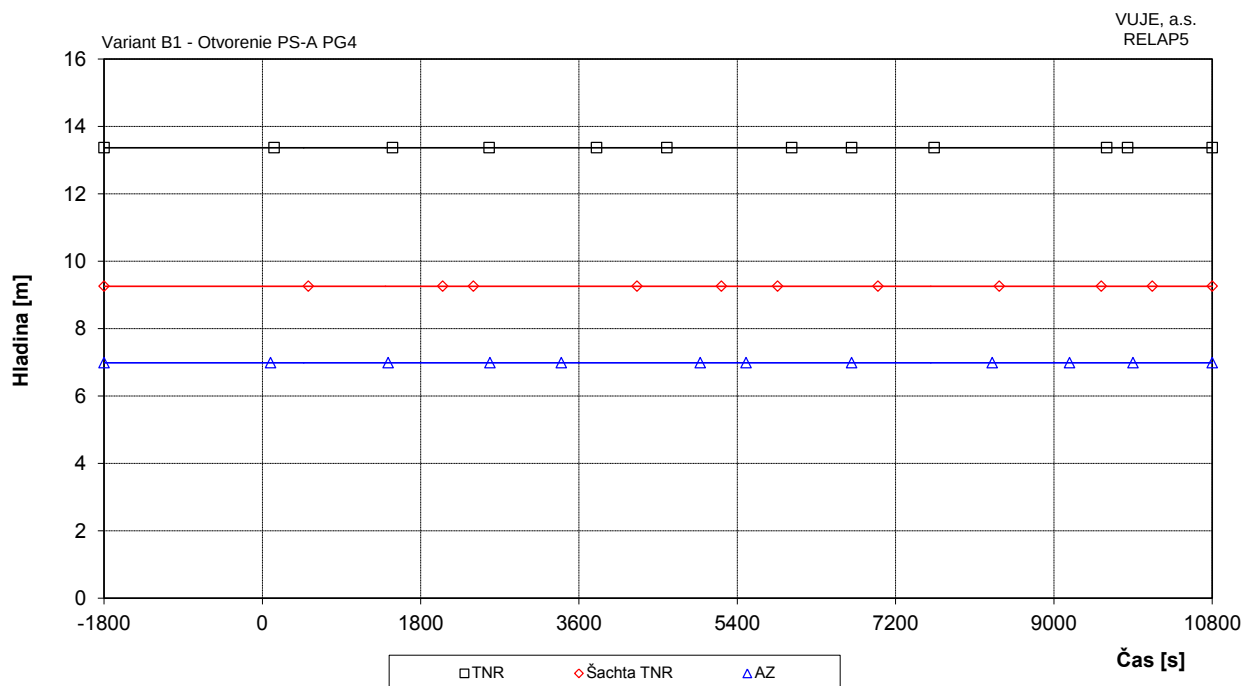
**Obr. 7.2.1.8.2-B1-7: Celkový výkon EOKO****Obr. 7.2.1.8.2-B1-8: Celková hladina v KO**



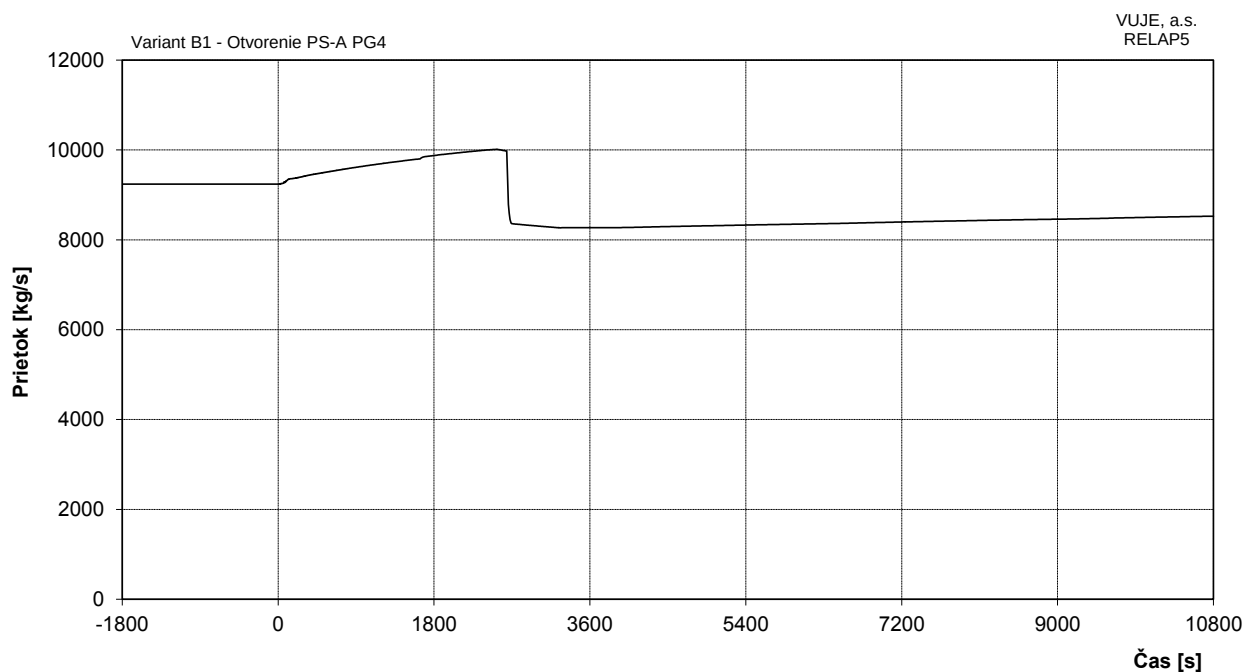
Obr. 7.2.1.8.2-B1-9: Maximálna teplota pokrytia a maximálna teplota chladiva na výstupe z AZ



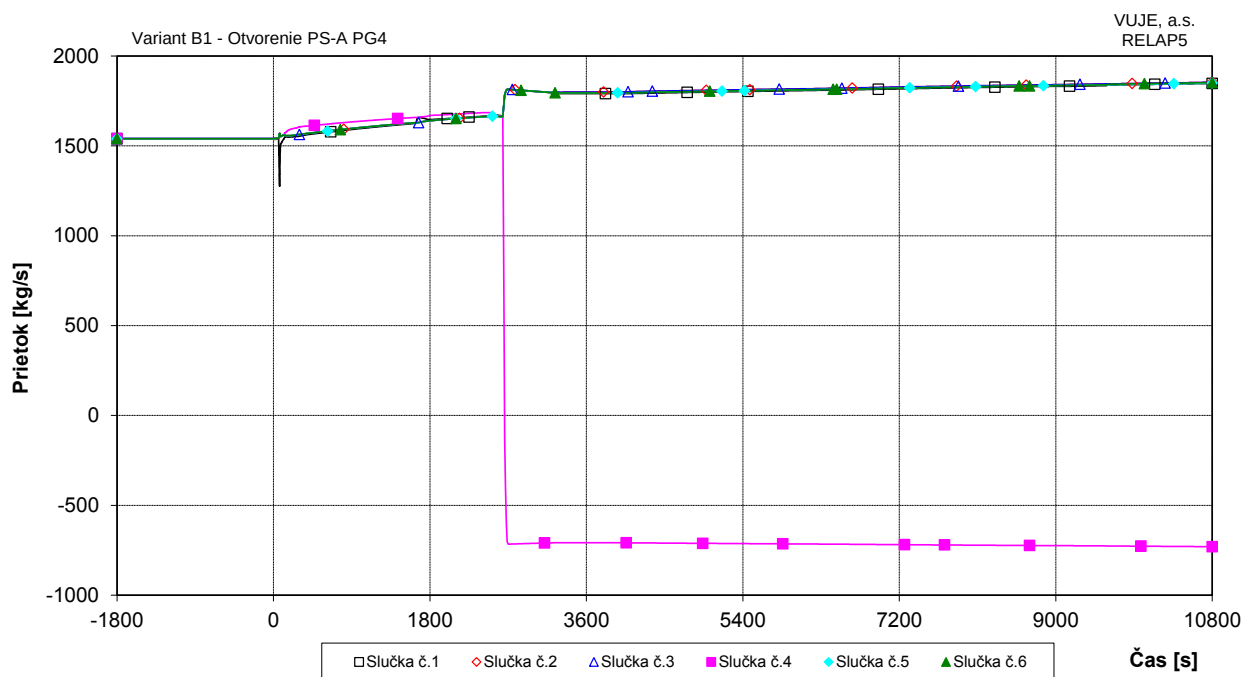
Obr. 7.2.1.8.2-B1-10: Maximálna teplota paliva



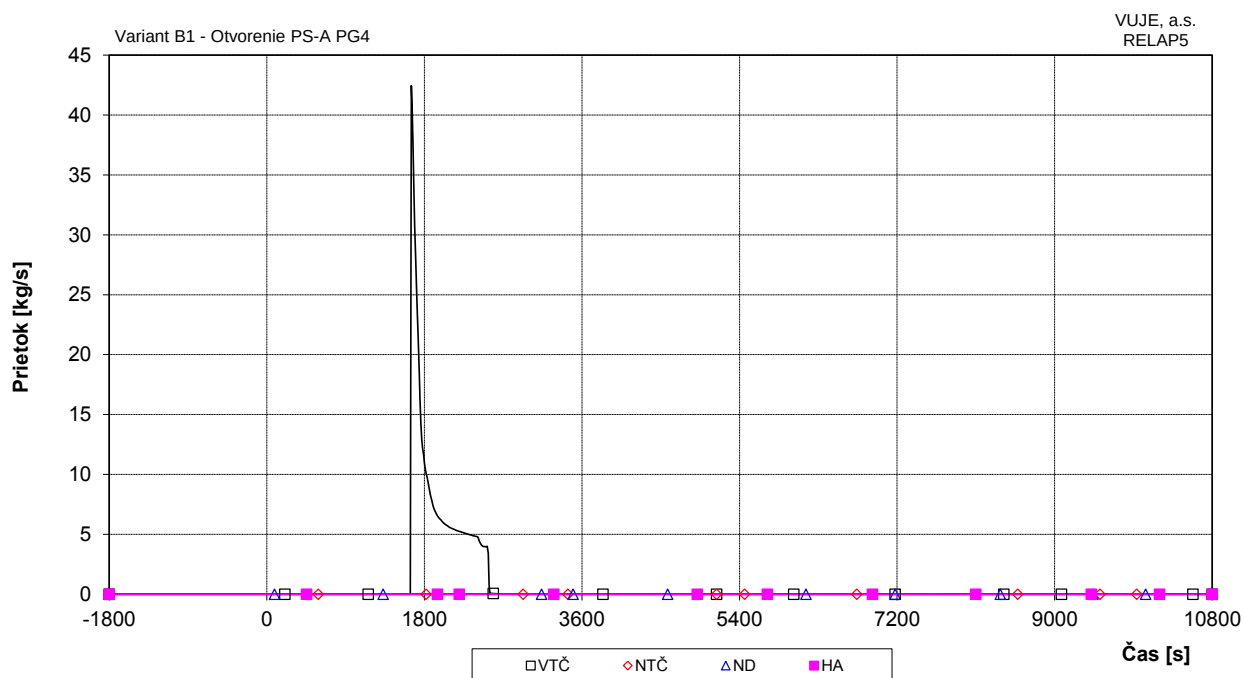
Obr. 7.2.1.8.2-B1-11: Hladina chladiva v TNR



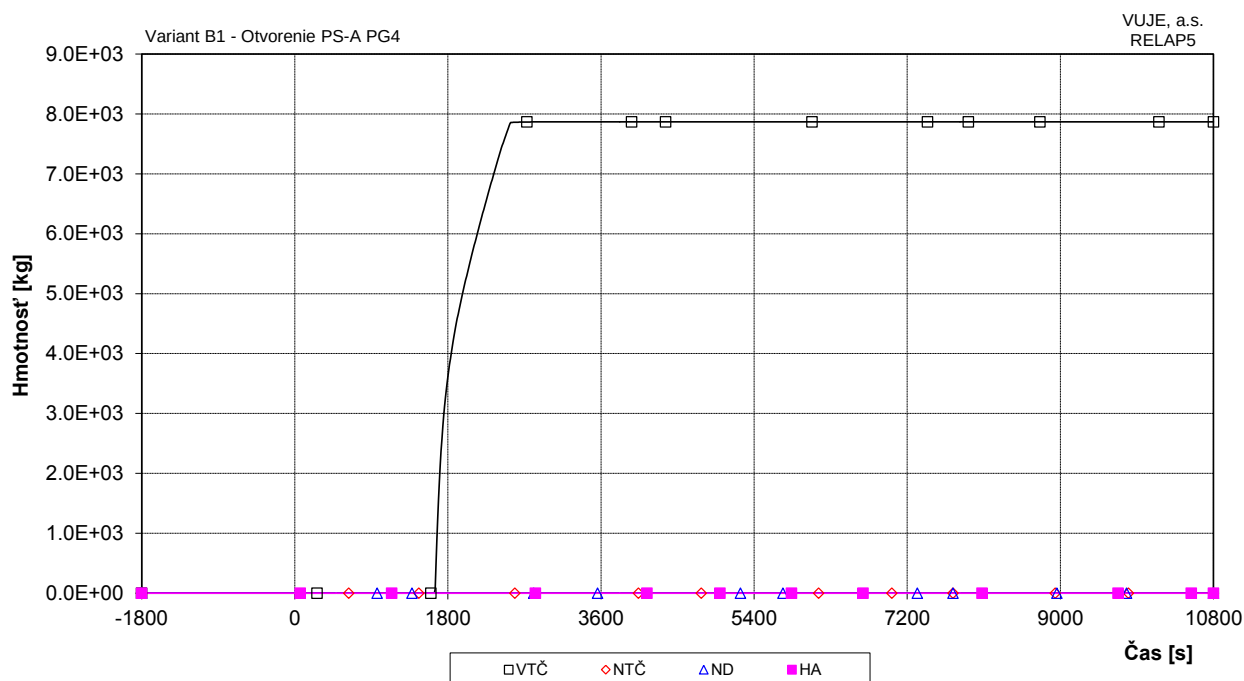
Obr. 7.2.1.8.2-B1-12: Hmotnostný prietok cez reaktor



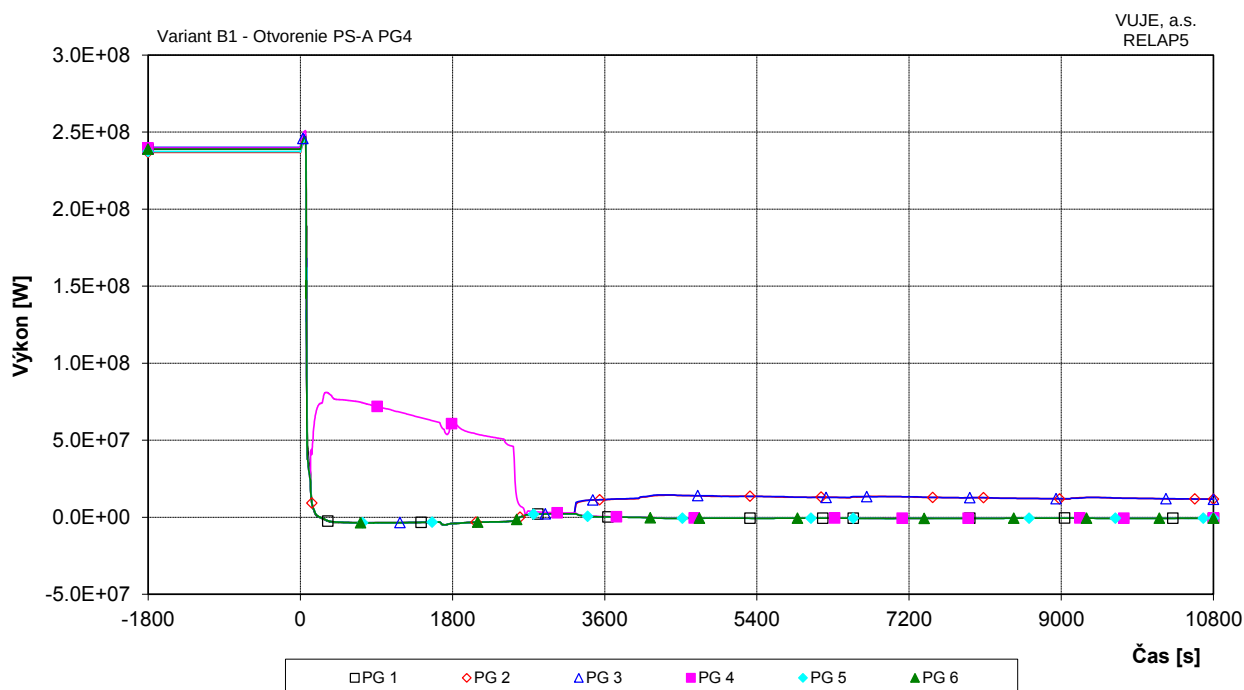
Obr. 7.2.1.8.2-B1-13: Hmotnostný prietok chladiva na výstupe z TNR



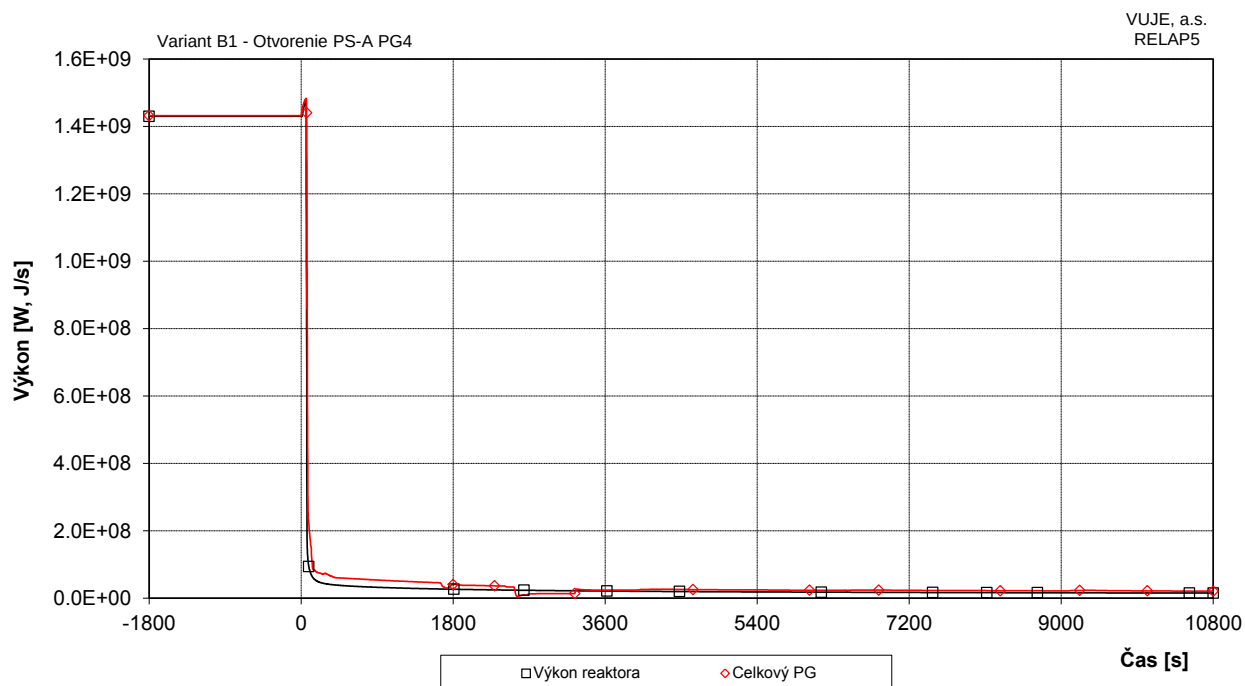
Obr. 7.2.1.8.2-B1-14: Doplnovanie do I.O.



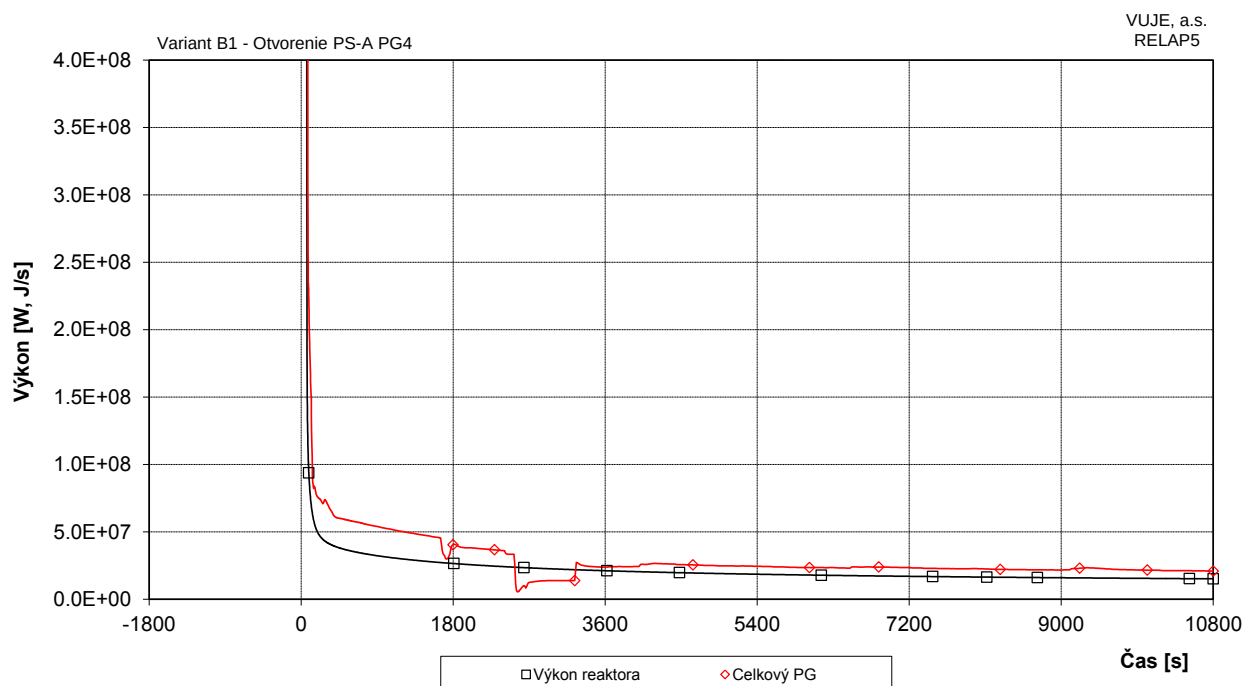
Obr. 7.2.1.8.2-B1-15: Integrál doplnovania do I.O.



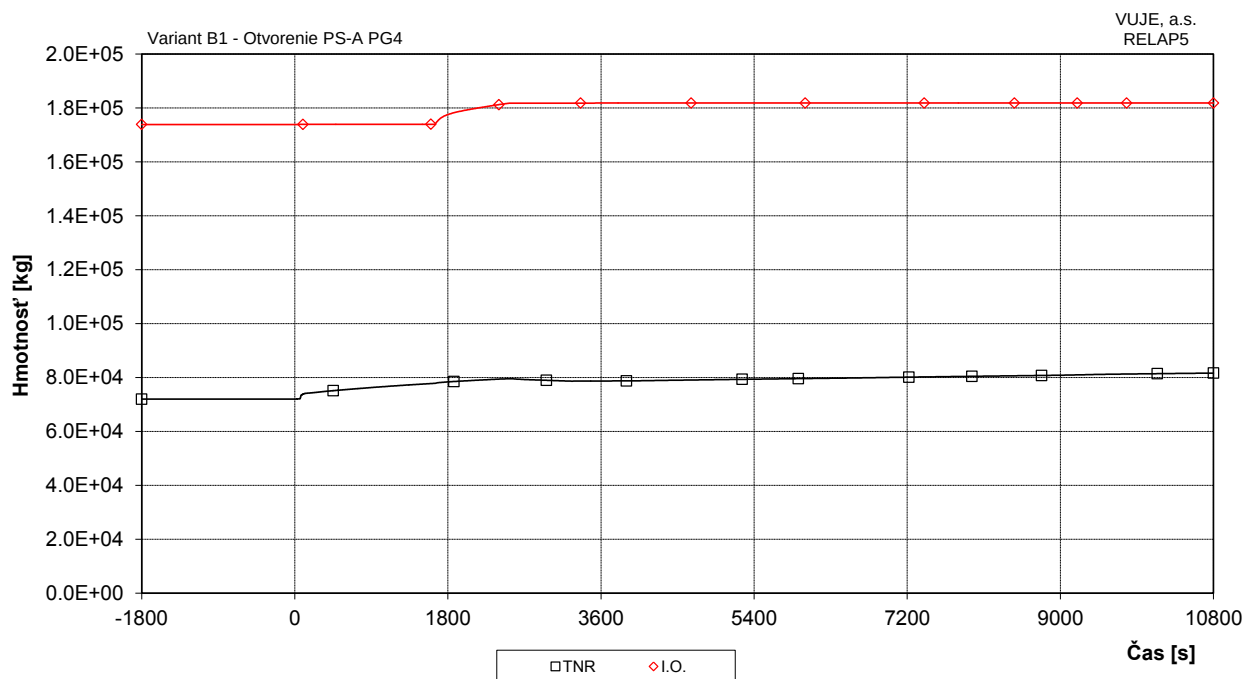
Obr. 7.2.1.8.2-B1-16: Výkon PG



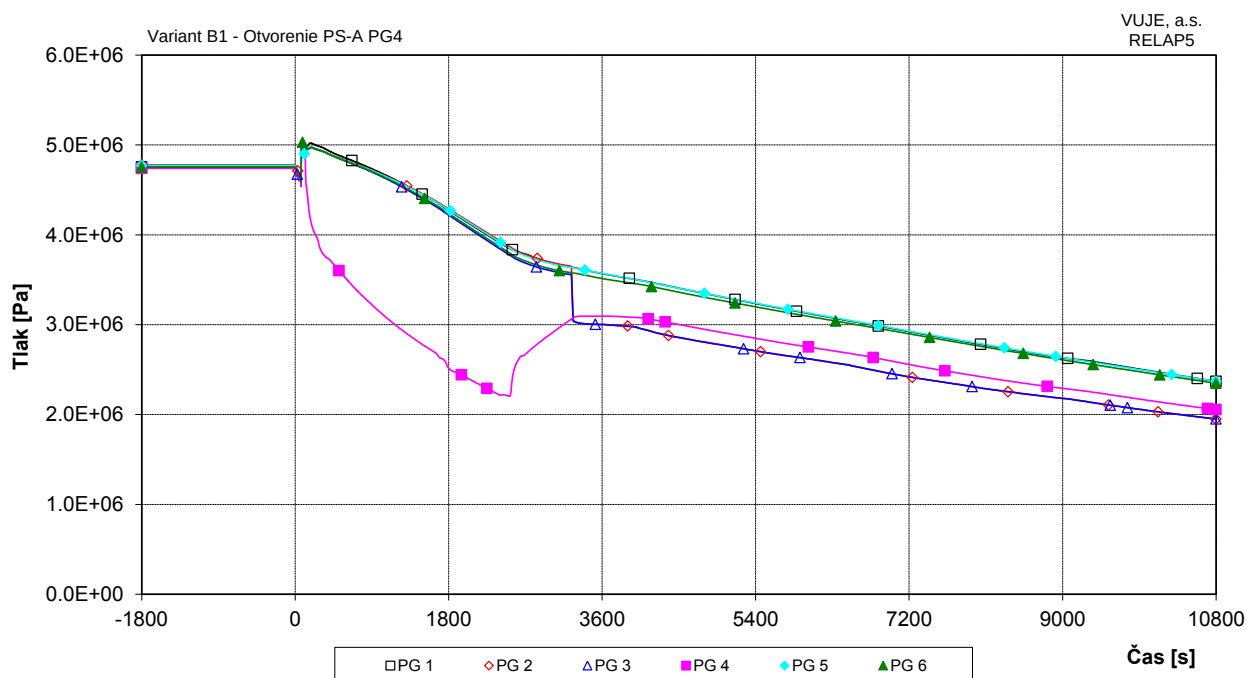
Obr. 7.2.1.8.2-B1-17: Výkon reaktora, výkon PG, tok entalpia úniku



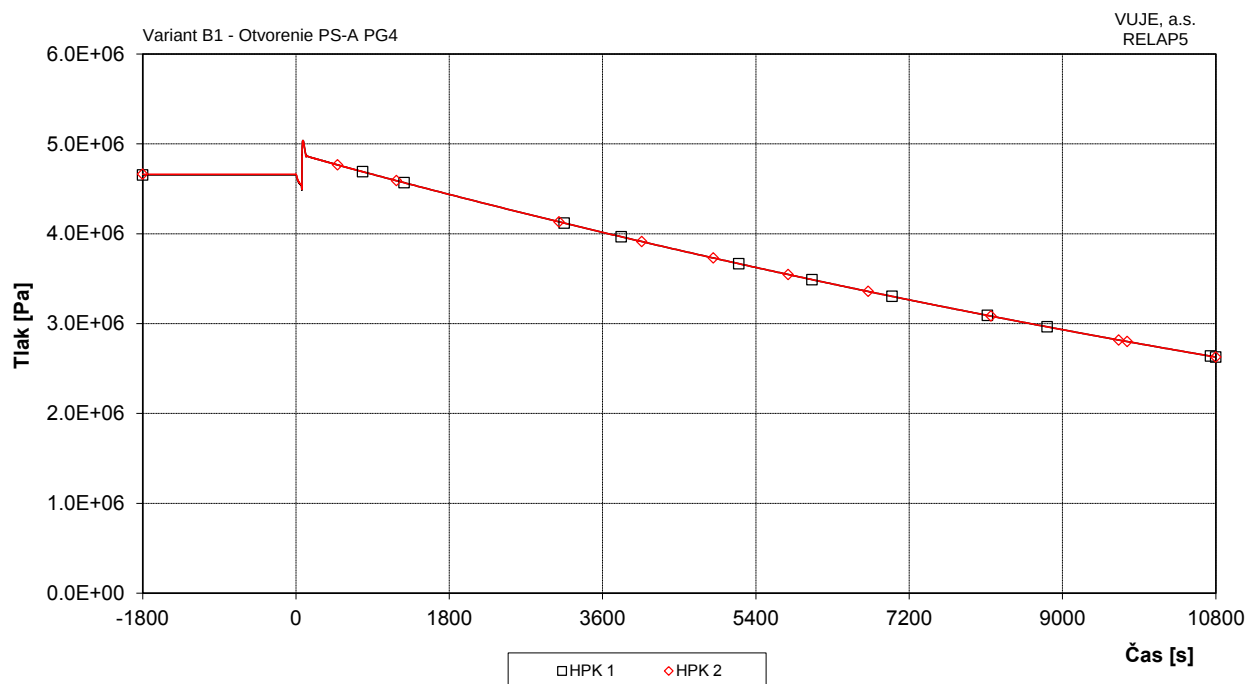
Obr. 7.2.1.8.2-B1-18: Výkon reaktora, výkon PG, tok entalpia úniku - detail



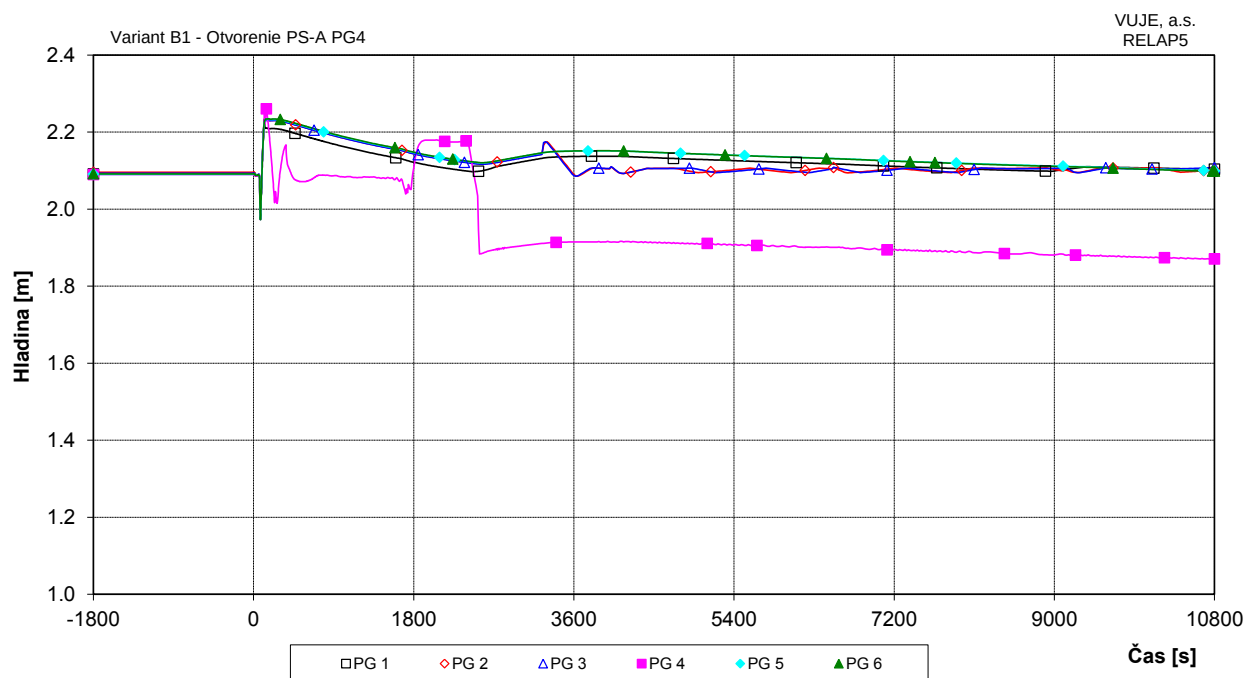
Obr. 7.2.1.8.2-B1-19: Hmotnosť chladiva v PO



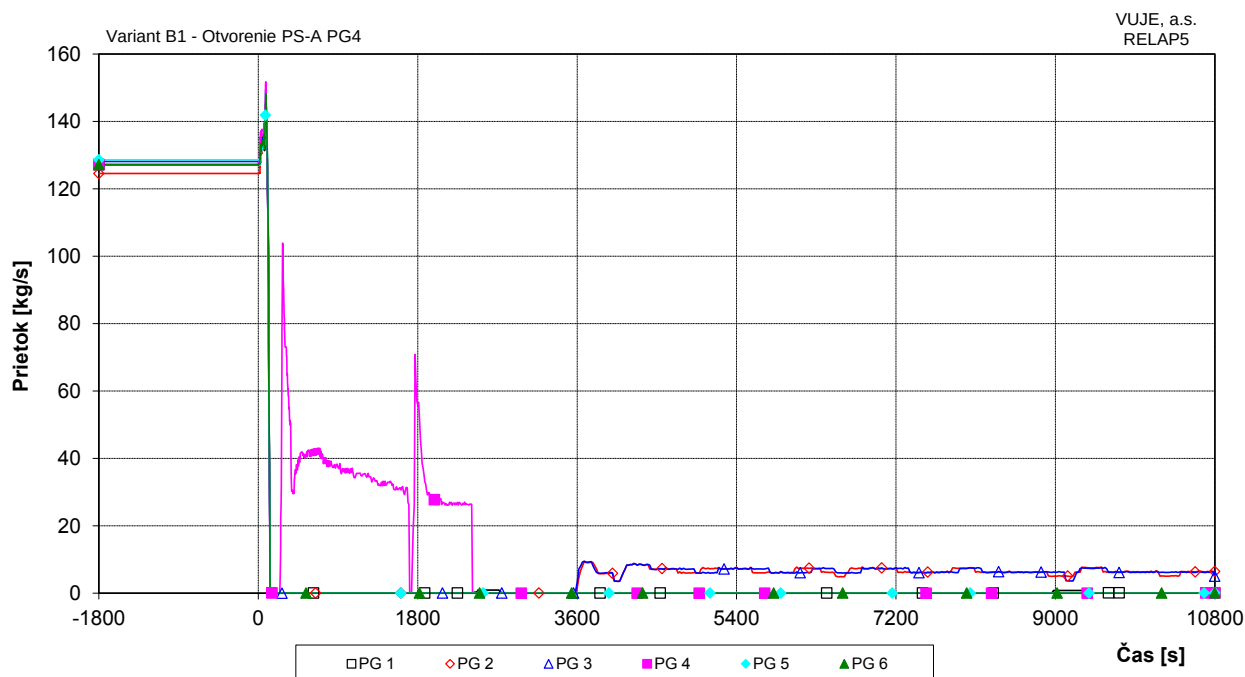
Obr. 7.2.1.8.2-B1-20: Tlak na výstupe z PG



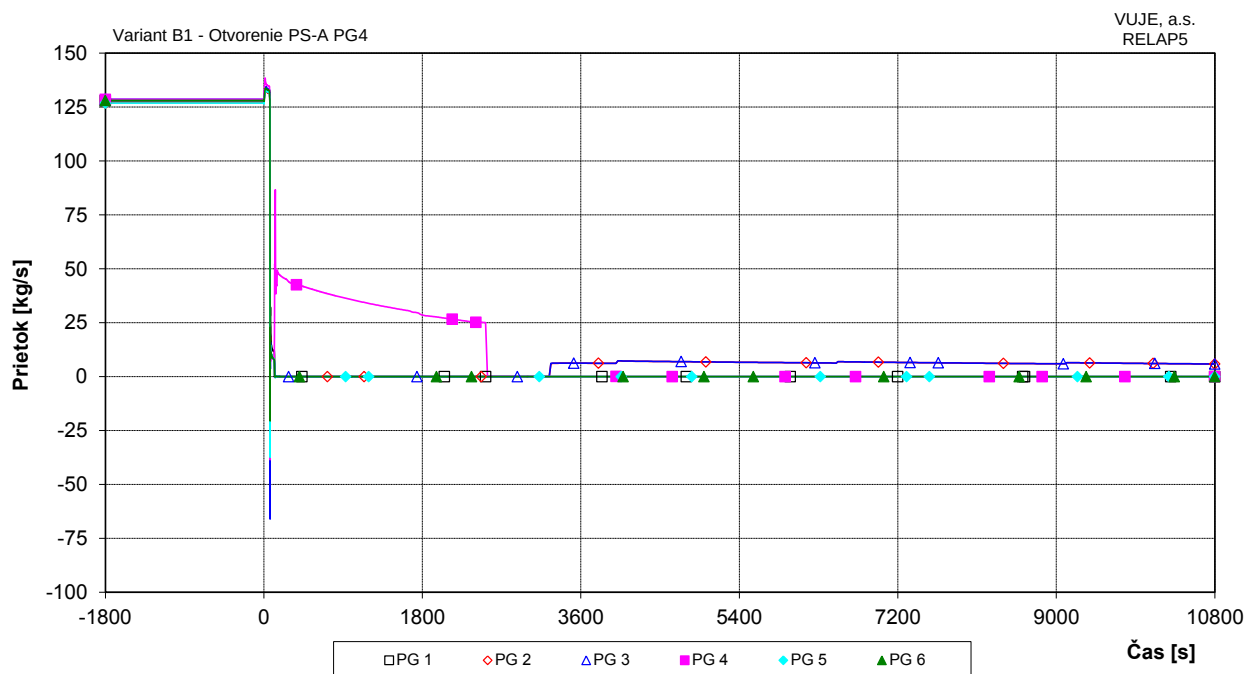
Obr. 7.2.1.8.2-B1-21: Tlak v HPK



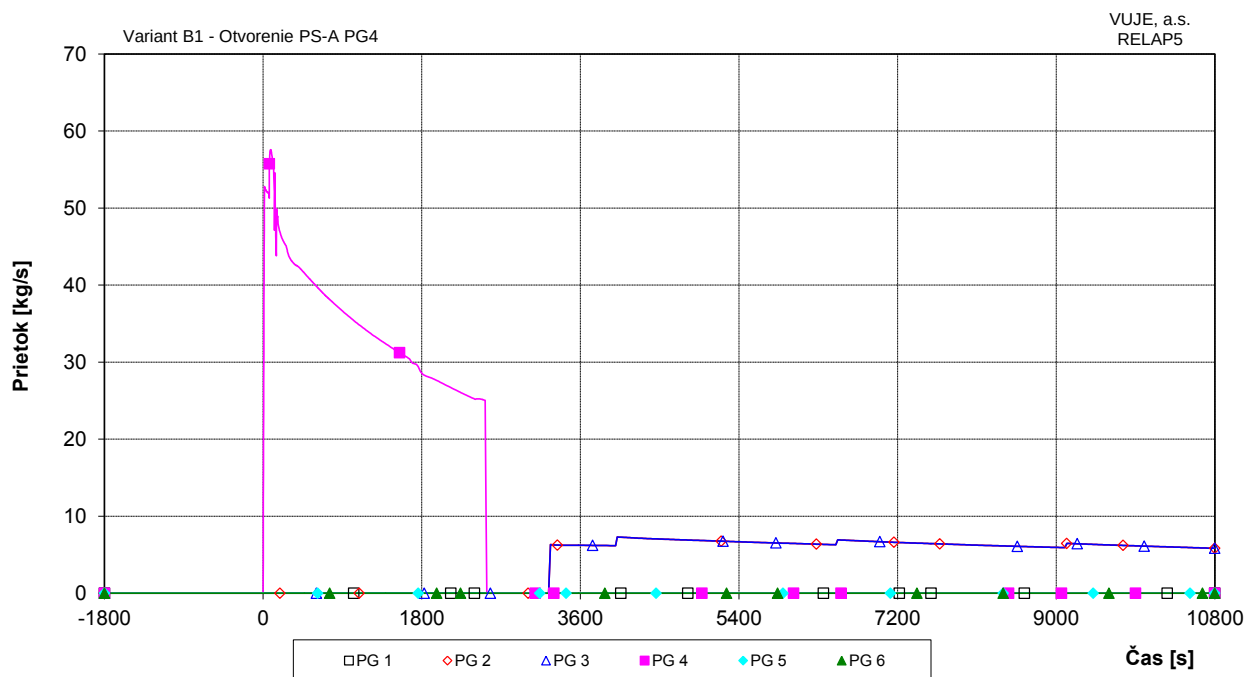
Obr. 7.2.1.8.2-B1-22: Celková hladina v PG



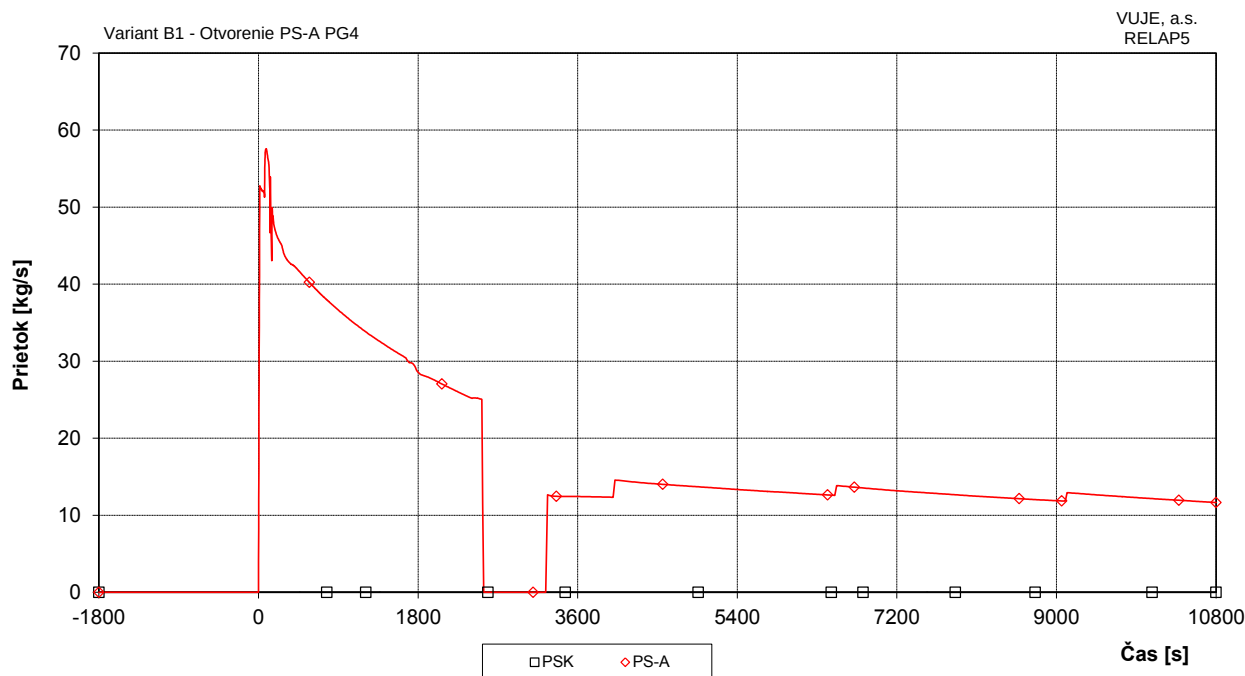
Obr. 7.2.1.8.2-B1-23: Celkový prietok napájacej vody do PG



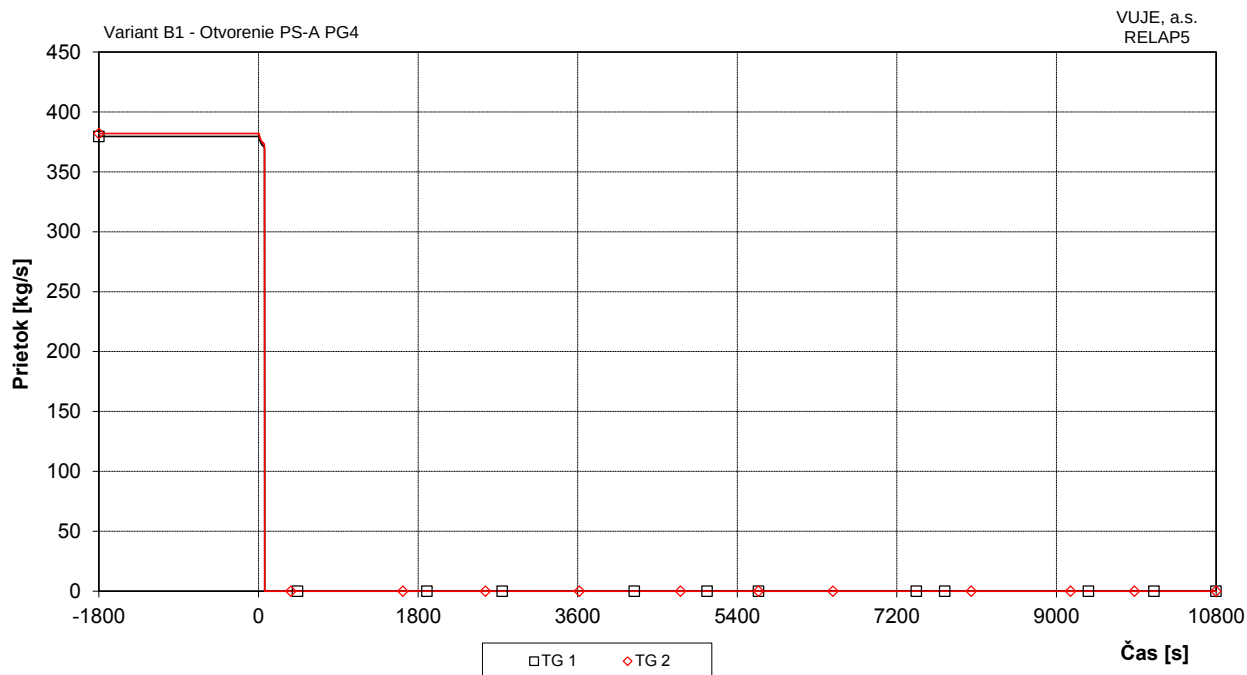
Obr. 7.2.1.8.2-B1-24: Prietok pary z PG



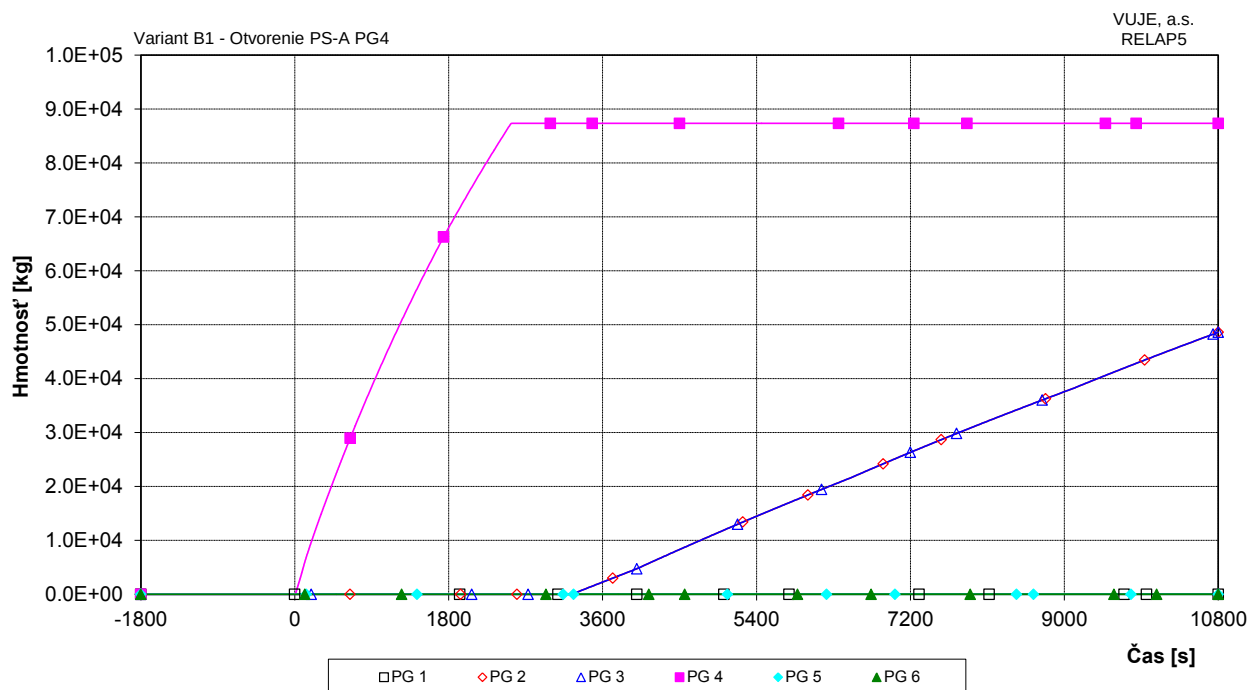
Obr. 7.2.1.8.2-B1-25: Prietok pary cez PS-A na parovodoch



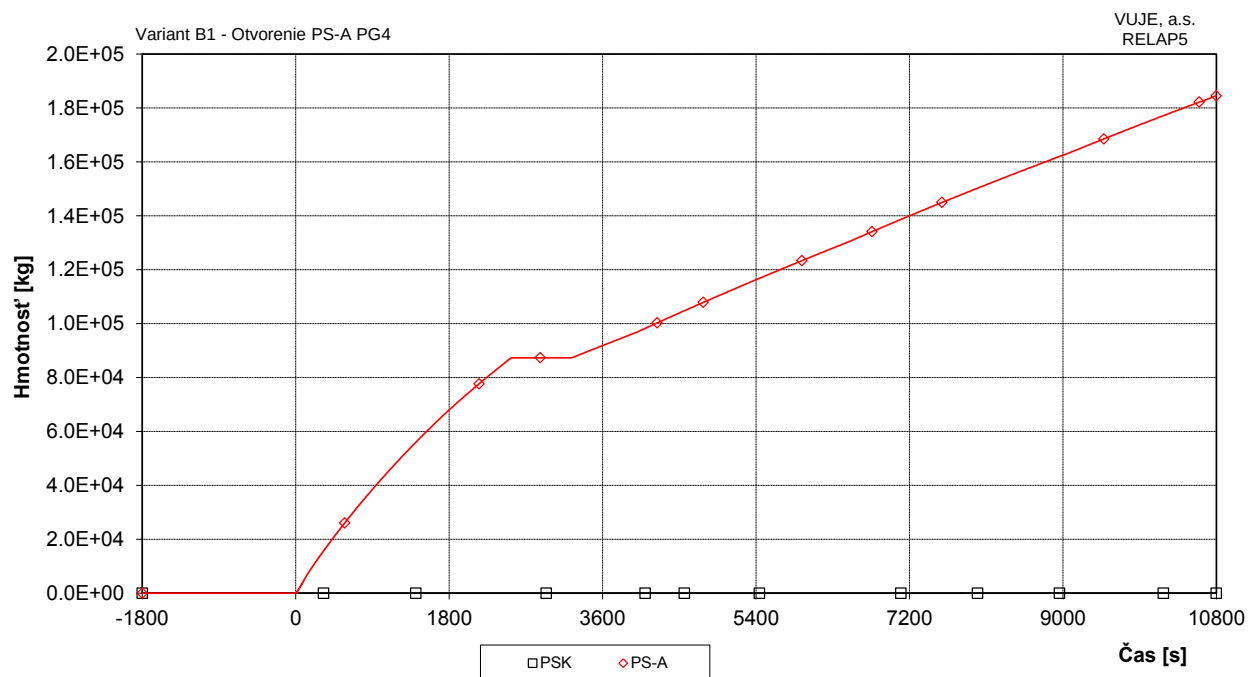
Obr. 7.2.1.8.2-B1-26: Celkový prietok pary cez PSK a PS-A



Obr. 7.2.1.8.2-B1-27: Prietok pary do TG



Obr. 7.2.1.8.2-B1-28: Integrál prietoku pary cez PS-A PG

**Obr. 7.2.1.8.2-B1-29: Integrál celkového prietoku pary cez PSK a PS-A**