

Technická správa

Predprevádzková bezpečnostná správa

Kapitola 07.02.00 Súhrn vstupných dát
pre deterministické analýzy bezpečnosti

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

SE Rev		Date / Dátum	LC	Supervision Outcome / Stav schválenia		Supervised by / Overil		Checked by / Kontroloval		Approved by / Schválil	
				Language / Jazyk		S	Safety Class / Bezpečnostná trieda	NO	SEC. INDEX / INDEX utajenia		Company use/P
				Submitted to Client to / Predložené odberateľovi na:		Approval / Schválenie		X	Information Only / Len na informáciu		
EPS No / Číslo EPS: PNM34365000				Revisoin index / Index revízie: 13		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: PNM34361102				A4	6.01	RS	Z	8	
 * P N M 3 4 3 6 1 1 0 2 1 3 *						Sheet / List	Of / z		Plant System / Systém elektrárne	Component / Komponent	
						1	176				

SE Contract No. / Číslo zmluvy SE: 4600003952				VUJE Contract No. / číslo zmluvy VUJE: 1719/00/09			
Part name / Označenie časti: PNM3436110213_S_C00_V				Issued on / Vydané dňa: 16.09.2019			
Kód citlivosti ¹⁾ / Sensitivity code ¹⁾	3	Name / Meno	Organization / Organizácia	Dept. / Útvar	Date / Dátum	Signature / Podpis	
Author / Vypracoval:			VUJE, a.s.	0220	16.09.2019		
Co-author / Spolupracoval:			VUJE, a.s.	0220	16.09.2019		
Checked by / Kontroloval:			VUJE, a.s.	0220	16.09.2019		
Verified by / Overil:			VUJE, a.s.	0720	16.09.2019		
Approved by / Schválil:			VUJE, a.s.	1703	16.09.2019		

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
• Celý dokument	• Zapracovanie pripomienok SE	• Comment sheet No. MO34-CS-N012-20190912-001
•	•	•
•	•	•
•	•	•
•	•	•
•	•	•
•	•	•
•	•	•
•	•	•

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 07.02.00 Súhrn vstupných dát pre deterministické analýzy bezpečnosti	• PNM3436110213_S_C00_V	• 13
2.	• Kapitola 07.02.00 Súhrn vstupných dát pre deterministické analýzy bezpečnosti	• PNM3436110213_S_C01_V	• 13
3.	.	.	.
4.	.	.	.
5.	.	.	.
6.	.	.	.
7.	.	.	.
8.	.	.	.
9.	.	.	.
10.	.	.	.
11.	.	.	.

OBSAH

OBSAH 1

ZOZNAM POUŽITÝCH SKRATIEK A OZNAČENÍ	5
7.2.0.0 ÚVOD	7
7.2.0.0.1 Štruktúrne usporiadanie Databázy	7
7.2.0.0.2 Systém zabezpečenia kvality pri tvorbe a údržbe Databázy	7
7.2.0.0.2.1 Všeobecné postupy pre zaistenie kvality pri tvorbe Databázy	8
7.2.0.0.2.2 Kvalifikácia spracovateľov Databázy	8
7.2.0.0.2.3 Zabezpečenie kvality údajov	8
7.2.0.0.2.4 Údržba a aktualizácia Databázy	8
7.2.0.1 JADROVÁ ELEKTRÁREŇ MO34	10
7.2.0.1.1 Systémy, spoločné pre dvojblok	10
7.2.0.1.2 Prevádzkové parametre, spoločné pre dvojblok	10
7.2.0.2 REFERENČNÝ 3. BLOK MO34	12
7.2.0.2.1 ZÁKLADNÉ CHARAKTERISTIKY BLOKU - PREVÁDZKOVÉ REŽIMY	12
7.2.0.2.1.1 Súbor hlavných parametrov bloku pre nominálny výkon reaktora	13
7.2.0.2.1.2 Hlavné parametre pri zníženom počte pracujúcich HCČ	14
7.2.0.2.2 PRIMÁRNY OKRUH	15
7.2.0.2.2.1 Súhrnné parametre primárneho okruhu	15
7.2.0.2.2.1.1 Koeficienty hydraulického odporu	15
7.2.0.2.2.1.2 Oceľové konštrukčné časti primárneho okruhu	16
7.2.0.2.2.1.3 Mechanické a termodynamické vlastnosti konštrukčných materiálov pri vysokej teplote	17
7.2.0.2.2.1.4 Tepelná izolácia primárneho okruhu	18
7.2.0.2.2.2 Reaktor VVER-440/V213	20
7.2.0.2.2.2.1 Prietochné prierezy v reaktore	20
7.2.0.2.2.2.2 Objemy chladiva vnútri častí reaktora	20
7.2.0.2.2.2.3 Výškové kóty častí reaktora	20
7.2.0.2.2.2.4 Hmotnosti celého kompletu zariadenia reaktora	20
7.2.0.2.2.2.5 Tlaková nádoba reaktora (TNR)	21
7.2.0.2.2.2.6 Aktívna zóna	27
7.2.0.2.2.2.6.1 Palivová kazeta	27
7.2.0.2.2.2.6.2 Havarijná a regulačná kazeta	27
7.2.0.2.2.2.6.3 Palivový prútik a Gd palivový prútik	28
7.2.0.2.2.2.6.4 Dištančné mriežky	28
7.2.0.2.2.2.6.5 Konštrukčné materiály	28
7.2.0.2.2.2.6.6 Palivo	29
7.2.0.2.2.2.6.7 Absorpčné materiály	29
7.2.0.2.2.2.6.8 Schéma profilovania palivového zväzku so stredným obohatením 4,87 %	30
7.2.0.2.2.2.7 Ostatné vnútroreaktorové konštrukcie	31
7.2.0.2.2.2.7.1 Šachta reaktora - nosný valec AZ	31
7.2.0.2.2.2.7.2 Kôš aktívnej zóny	33
7.2.0.2.2.2.7.3 Dno šachty reaktora - nosného valca	36
7.2.0.2.2.2.7.4 Blok ochranných rúr	39
7.2.0.2.2.2.7.5 Vložená tyč	41

7.2.0.2.2.3	Hlavný cirkulačný okruh	42
7.2.0.2.2.3.1	Hlavné cirkulačné potrubie	42
7.2.0.2.2.3.2	Hlavné cirkulačné čerpadlo	43
7.2.0.2.2.3.3	Hlavná uzatváracia armatúra	46
7.2.0.2.2.3.4	Parogenerátor (primárna strana)	47
7.2.0.2.2.4	Systém kompenzácie objemu	54
7.2.0.2.2.4.1	Kompenzátor objemu	54
7.2.0.2.2.4.1.1	Potrubie sprchovania parného priestoru kompenzátora objemu	56
7.2.0.2.2.4.1.2	Potrubie spájajúce vodný priestor KO s horúcou vetvou	56
7.2.0.2.2.4.2	Uzol poistných ventilov KO	58
7.2.0.2.2.4.3	Barbotážna nádrž	58
7.2.0.2.2.4.4	Systém ochrany proti studenému pretlakovaniu TNR	60
7.2.0.2.2.5	Havarijný systém chladenia AZ	61
7.2.0.2.2.5.1	Pasívny havarijný systém chladenia AZ	61
7.2.0.2.2.5.2	Vysokotlakový aktívny havarijný systém chladenia AZ	64
7.2.0.2.2.5.3	Nízkotlakový aktívny havarijný systém chladenia AZ	67
7.2.0.2.2.5.4	Systém havarijného dochladzovania bloku po seizmickej udalosti	71
7.2.0.2.2.6	Systém doplňovania a bórovej regulácie primárneho okruhu a systém odpúšťania primárneho okruhu	72
7.2.0.2.2.7	Ostatné systémy so vzťahom k primárnemu okruhu	77
7.2.0.2.2.7.1	Systém havarijného odvodu paroplynnej zmesi z I.O.	77
7.2.0.2.2.7.2	Systém technickej vody dôležitej (TVD) v reaktorovne	78
7.2.0.2.3	SEKUNDÁRNY OKRUH	79
7.2.0.2.3.1	Parogenerátor (sekundárna strana)	79
7.2.0.2.3.2	Systém doplňovania chladiva do PG	81
7.2.0.2.3.2.1	Napájacie potrubia	83
7.2.0.2.3.2.2	Hlavné napájacie čerpadlá (ENČ)	100
7.2.0.2.3.2.3	Havarijné napájacie čerpadlá (HNČ)	102
7.2.0.2.3.2.4	Systém napájacích nádrží (NN)	104
7.2.0.2.3.2.5	Systém superhavarijného napájania (SHN)	105
7.2.0.2.3.3	Systém odberu pary z PG	108
7.2.0.2.3.3.1	Parné potrubia	109
7.2.0.2.3.4	Armatúry a poistné zariadenia na parnej časti II.O.	126
7.2.0.2.3.4.1	Poistné ventily PG - PV PG	126
7.2.0.2.3.4.2	Prepúšťacie stanice do atmosféry - PS-A PG	126
7.2.0.2.3.4.3	Rýchločinná armatúra - RČA na parovodoch	126
7.2.0.2.3.5	Parná turbína	127
7.2.0.2.3.5.1	VT rýchlozáverné ventily turbíny a regulačné ventily	127
7.2.0.2.3.5.2	Ventil prepúšťacej stanice do kondenzátora /PSK/	129
7.2.0.2.3.6	Systém odluhu PG	131
7.2.0.2.4	BAZÉN SKLADOVANIA VYHORETÉHO PALIVA	133
7.2.0.2.4.1	Základné technické parametre systému chladenia BSVP	134
7.2.0.2.5	HERMETICKÁ ZÓNA	135
7.2.0.2.5.1	Geometricko - materiálové charakteristiky hermetickej zóny	135
7.2.0.2.5.2	Systém znižovania tlaku v hermetickej zóne a lokalizácia únikov	137
7.2.0.2.5.2.1	Sprchový systém	137

7.2.0.2.5.2.2	Vákuobarbotážny systém.....	141
7.2.0.2.5.2.3	Rušič vákua.....	149
7.2.0.2.5.3	Vzduchotechnika hermetickej zóny.....	151
7.2.0.2.6	NEUTRÓNOVO-FYZIKÁLNE PARAMETRE	155
7.2.0.2.6.1	Hodnoty neutrónovo-fyzikálnych parametrov reaktorov MO34 v 1. kampani (kazety 2. generácie s obohatením 1,6 %, 2,4 % a 3,6 %).....	155
7.2.0.2.6.1.1	Relatívne axiálne rozloženie výkonu (1. kampaň)	155
7.2.0.2.6.1.2	Matice reaktivity (1. kampaň)	155
7.2.0.2.6.1.3	Závislosť reaktivity [%] na hustote moderátora – konzervatívny odhad (1. kampaň).....	155
7.2.0.2.6.1.4	Závislosť reaktivity [%] na teplote paliva – konzervatívny odhad (1. kampaň)	155
7.2.0.2.6.1.5	Kinetické parametre – konzervatívne a najlepšie odhady (1. kampaň)	155
7.2.0.2.6.1.6	Relatívny podiel jednotlivých skupín oneskorených neutrónov $\beta_{i,ef} / \beta_{ef}$ (1. kampaň).....	155
7.2.0.2.6.1.7	Účinnosť regulačných kaziet [%] – konzervatívny odhad (1. kampaň).....	155
7.2.0.2.6.1.8	Závislosť relatívnej účinnosti regulačných kaziet na polohe – konzervatívny odhad (1. kampaň)	156
7.2.0.2.6.1.9	Závislosť účinnosti 6., 5. a 4. skupiny regulačných kaziet [%] na polohe – najlepší odhad (1. kampaň)	156
7.2.0.2.6.1.10	Vstupné údaje pre kontrolu súladu s kap. 6.1.3 BS (1. kampaň).....	156
7.2.0.2.6.1.11	Porovnanie rozsahu vstupných parametrov pre RELAP5 s intervalmi dovolených hodnôt v kap. 6.1.3 BS (1. kampaň)	156
7.2.0.2.6.1.12	Zostatkový výkon reaktora na konci kampane (1. kampaň)	156
7.2.0.2.6.2	Hodnoty neutrónovo-fyzikálnych parametrov reaktorov MO34 s palivom obohatenia 4,87%	157
7.2.0.2.6.2.1	Relatívne axiálne rozloženie výkonu.....	157
7.2.0.2.6.2.2	Matice reaktivity.....	157
7.2.0.2.6.2.3	Závislosť reaktivity [%] na hustote moderátora – konzervatívny odhad	157
7.2.0.2.6.2.4	Závislosť reaktivity [%] na teplote paliva – konzervatívny odhad	157
7.2.0.2.6.2.5	Kinetické parametre – konzervatívne a najlepšie odhady	157
7.2.0.2.6.2.6	Relatívny podiel jednotlivých skupín oneskorených neutrónov $\beta_{i,ef} / \beta_{ef}$	157
7.2.0.2.6.2.7	Účinnosť regulačných kaziet [%] – konzervatívny odhad	157
7.2.0.2.6.2.8	Závislosť relatívnej účinnosti regulačných kaziet na polohe – konzervatívny odhad ..	157
7.2.0.2.6.2.9	Závislosť účinnosti 6., 5. a 4. skupiny regulačných kaziet [%] na polohe – najlepší odhad	158
7.2.0.2.6.2.10	Vstupné údaje pre kontrolu súladu s kap. 6.1.3 BS	158
7.2.0.2.6.2.11	Porovnanie rozsahu vstupných parametrov pre RELAP5 s intervalmi dovolených hodnôt v kap. 6.1.3 BS.....	158
7.2.0.2.6.2.12	Zostatkový výkon reaktora na konci kampane.....	158
7.2.0.2.6.2.13	Zostatkový výkon (Palivo Gd-2 s obohatením 4,87 %, stacionárna kampaň reaktora VVER-440 s nominálnym výkonom 1375 MW).....	158
7.2.0.2.6.2.14	Zostatkový výkon pre BSVP (Palivo Gd-2 s obohatením 4,87 %, stacionárna kampaň reaktora VVER-440 s nominálnym výkonom 1375 MW).....	158
7.2.0.2.7	BEZPEČNOSTNÉ A RIADIACE SYSTÉMY BLOKU	159
7.2.0.2.7.1	Bezpečnostné systémy (pre bezpečnostné analýzy)	159
7.2.0.2.7.1.1	Ochranné systémy reaktora	160
7.2.0.2.7.1.2	Systém zaistenia bezpečnosti.....	161
7.2.0.2.7.2	Riadiace systémy	161

7.2.0.2.7.2.1	Regulačné okruhy I.O.	162
7.2.0.2.7.2.1.1	Systém obmedzenia výkonu reaktora	162
7.2.0.2.7.2.1.2	Automatický regulátor výkonu reaktora	163
7.2.0.2.7.2.1.3	Systém ovládania kaziet HRK	165
7.2.0.2.7.2.2	Regulačné okruhy II.O.	165
7.2.0.2.7.2.2.1	Regulácia hladiny v PG	165
7.2.0.2.7.2.2.2	Regulátor prietoku napájacej vody napájacím čerpadlom ENČ	167
7.2.0.2.7.2.2.3	Regulácia prietoku na výtlaku HNC	167
7.2.0.2.7.2.2.4	Regulácia prietoku na výtlaku SHNČ	167
7.2.0.2.7.2.2.5	Regulácia tlaku v PG - PS-A	168
7.2.0.2.7.2.2.6	Regulácia konštantného tlakového rozdielu na výtlaku napájacích hláv	169
7.2.0.2.7.2.2.7	Ochrana pracovnej oblasti regulátora napájacej vody	169
7.2.0.2.8	Prehľad dovolených a limitných parametrov bloku	170
7.2.0.3	ROZDIELNE ÚDAJE PRE 4. BLOK MO34	171
	REFERENCIE	172
	ZOZNAM VÝKRESOV	173

ZOZNAM POUŽITÝCH SKRATIEK A OZNAČENÍ

AO	- automatická ochrana reaktora	KID	- prepúšťacia klapka
APS	- automatika postupného spúšťania	KO	- kompenzátor objemu
AZ	- aktívna zóna reaktora	LaP	- limity a podmienky
BD	- bloková dozorňa	LB	- rozsiahle / veľké prerušenie
BN	- barbotážna nádrž	LOCA	- Loss of Coolant Accident (havária so stratou chladiva)
BOR	- blok ochranných rúr	MO34	- Jadrová elektrárň Mochovce 3. a 4. blok
BREAKER	- výkonový vypínač rýchleho odstavenia reaktora	MPH	- maximálna projektová havária
BS	- bezpečnostný systém	ND	- núdzová dozorňa
BSVP	- bazén skladovania vyhoretoho paliva	NDČ	- nízkotlakové doplňovacie čerpadlo
BV	- barbotážna veža	NN	- napájacia nádrž
DBA	- projektová havária	NT	- nízkotlakový
DCS	- systém riadenia znižovania tlaku	NTČ	- nízkotlakové čerpadlo
DČ	- doplňovacie čerpadlo	NV	- napájacia voda
DG	- dieselgenerátor	nom	- nominálny
DPS	- dielči prevádzkový súbor	OV KO	- odľahčovací ventil kompenzátora objemu
DRTS	- diverzitný systém rýchleho odstavenia reaktora	PAD	- Protokol akosti dát (dokument VÚJE, oddelenie 0220)
DZK	- dolná zmiešavacia komora	PAMS	- pohavarijný monitorovací systém (Post accident monitoring system)
EMO	- Jadrová elektrárň Mochovce	PCS	- systém riadenia tlaku (v HZ)
ENČ	- elektrické napájacie čerpadlo	PČ	- palivový článok
EOKO	- elektroohrievače kompenzátora objemu	PG	- parogenerátor
ESFAS	- Emergency Safety Features Actuation System (systém pre spúšťanie technických prostriedkov pre zaistenie bezpečnosti)	PICS	- procesný informačný a riadiaci systém
EXCORE	- systém merania neutrónového toku	PK	- palivová kazeta
Gd	- gadolínium	PP	- palivový prútk
HA	- hydroakumulátor	PR	- pracovný rozsah
HČČ	- hlavné cirkulačné čerpadlo	PRESAR	- predbežná bezpečnostná správa
HCP	- hlavné cirkulačné potrubie	PSA	- Probabilistic Safety Assessment (pravdepodobnostná analýza bezpečnosti)
HCS	- hlavná cirkulačná slučka	PS-A	- prepúšťacia stanica do atmosféry
HDR	- hlavná deliaca rovina	PSK	- prepúšťacia stanica do kondenzátora
HNČ	- havarijné napájacie čerpadlo	PTS	- tlakovo teplotný šok
HNK	- hlavný napájací kolektor	PV KO	- poistný ventil kompenzátora objemu
HP	- hermetické puzdro	PV PG	- poistný ventil parogenerátora
HP	- hermetický priestor	QA	- zabezpečenie kvality
HPK	- hlavný parný kolektor	RCS	- systém riadenia reaktora
HPU	- hlavný parný uzáver	RČA	- rýchločinná armatúra
HPV	- hlavný poistný ventil	RLS	- limitačný systém reaktora (reactor limitation system)
HRK	- havarijná a regulačná kazeta	RPS	- systém ochrany reaktora
HSCHZ	- havarijný systém chladenia zóny	RRCS	- systém ovládania kaziet HRK
HUA	- hlavná uzatváracia armatúra	RTS	- systém rýchleho odstavenia reaktora (reactor trip system)
HV	- horúca vetva	RV	- regulačný ventil
HVB	- hlavný výrobný blok	RZV	- rýchlozáverný ventil turbíny
HZ	- hermetická zóna	SAMG	- severe accident management
HZK	- horná zmiešavacia komora	SE	- Slovenské elektrárne a.s.
I.O.	- primárny okruh	SHN	- superhavarijné napájanie
II.O.	- sekundárny okruh	SHNČ	- superhavarijné napájacie čerpadlo
INCORE	- systém vnútroreaktorovej kontroly		
IPV	- impulzný poistný ventil		
JE	- jadrová elektrárň		
KHO	- koeficient hydraulického odporu		

SKR	- systém kontroly a riadenia	TNR	- tlaková nádoba reaktora
SMS	- systém monitorovania seizmicity	TVD	- technická voda dôležitá
SNVS	- strata napájania vlastnej spotreby (tiež aj strata vonkajších a vnútorných zdrojov el. napájania)	UA	- uzatváracia armatúra
SOR	- systém ochrany reaktora	ÚJD SR	- Úrad jadrového dozoru Slovenskej republiky
STN	- slovenská technická norma	ÚP	- úvodný projekt
SV	- studená vetva	VBS	- vákuobarbotážny systém
ŠLH	- šachta lokalizácie havárií	VT	- vysokotlakový
ŠOV	- špeciálna očistka vody	VTČ	- vysokotlakové čerpadlo
TCS	- regulátor turbogenerátora	VTO	- vysokotlakový ohrievač
TČ	- termočlánok	VTZ	- vzduchotechnické zariadenia
TG	- turbogenerátor	VVER	- vodovodný (tlakovodný) energetický reaktor
TH	- termohydraulické (analýzy)	VZT	- vzduchotechnika

N_{nom}	- nominálny výkon reaktora
N_{zv}	- zostatkový výkon reaktora
β_{ef}	- efektívny podiel oneskorených neutrónov
γ	- hustota moderátora
Λ	- stredná doba života okamžitých neutrónov
ρ	- reaktivita
σ	- štandardná odchýlka
$\frac{\partial \rho}{\partial B}$	- účinnosť zmeny objemovej koncentrácie bóru
$\frac{\partial \rho}{\partial C}$	- účinnosť zmeny hmotnostnej koncentrácie kyseliny boritej
$\frac{\partial \rho}{\partial T}$	- palivový teplotný koeficient reaktivity
$\frac{\partial \rho}{\partial T_M}$	- moderátorový teplotný koeficient reaktivity so zahrnutím zmeny γ
$\frac{\partial \rho}{\partial T_W}$	- moderátorový teplotný koeficient reaktivity bez zahrnutia zmeny γ
$\frac{\partial \rho}{\partial \gamma}$	- moderátorový hustotný koeficient reaktivity so zahrnutím zmeny B
$\frac{\partial \rho}{\partial \gamma'}^*$	- moderátorový hustotný koeficient reaktivity bez zahrnutia zmeny B

7.2.0.0 ÚVOD

Tento dokument je komplexnou Databázou pre vykonávanie deterministických analýz prevádzkových stavov a procesov blokov JE MO34.

Obsah zahŕňa komplexne potreby kódov RELAP, MELCOR, TRANSURANUS, s potenciálom rozšírenia pre ďalšie kódy a aplikácie. Obsahom Databázy preto nie sú žiadne obecné údaje, ktoré nie sú použiteľné (potrebné) pre modelovanie v danej oblasti.

Vychádza sa najmä z projektových dát. Ak však v niektorých prípadoch bolo potrebné pre daný údaj rozsiahlejšie predspracovanie projektových dát, je uvedený iba výsledný údaj. Popis spracovania primárnych dát je obsahom „Záznamu o výpočte“ (internej dokumentácii VUJE), kde je popísaný postup od archívnych dát (napr. odvodenie charakteristiky systému z grafov charakteristiky čerpadla a odporov potrubí). Tento dokument je štandardne archivovaný a prístupný podľa predpisov a postupov zabezpečenia kvality VUJE.

Každý údaj alebo skupina údajov (ak je to relevantné) obsahuje referenčnú informáciu o jeho nepresnosti, resp. neurčitosti vo vzťahu k následnému použitiu v rámci jeho použitia. Podľa charakteru údajov je táto nepresnosť uvedená buď číselne pre daný údaj, príp. pre skupinu údajov, alebo v sprievodnom texte je uvedený odhad chyby alebo spôsob zahrnutia neurčitosti do výpočtového modelovania. Pritom každý údaj a každá nepresnosť má odkaz na dostupný dokument alebo na zdôvodnenie použitého prístupu k danej voľbe.

7.2.0.0.1 Štrukturálne usporiadanie Databázy

Štruktúra a forma Databázy bola navrhnutá tak, aby vyhovovala jej určeniu a požiadavkám metodiky pre vykonávanie analýz bezpečnosti.

Databáza je systematicky členená do logických, hierarchicky usporiadaných celkov, ktoré umožňujú užívateľovi ľahkú a rýchlu orientáciu (vyhľadanie príslušných informácií) a zároveň pracovníkom JE umožňujú ľahkú kontrolu.

Podkladové materiály nie sú prílohou Databázy. Dôvodom je najmä to, že v mnohých prípadoch sú tieto dokumenty vlastníctvom SE, a.s., ich elektronická verzia niekedy nie je dostupná (najmä výkresová dokumentácia) a existuje niekoľko formálnych prekážok, ktoré neumožňujú priame pripojenie dokumentov k Databáze (rozsah, aktualizácia a i.). Dokumenty, na ktoré sa Databáza odkazuje, sú uložené u spracovateľa Databázy, vrátane jednoznačnej identifikácie pôvodu každej uvedenej hodnoty.

Obrázky a tabuľky ku každej kapitole sú zaradené priamo do textovej časti.

7.2.0.0.2 Systém zabezpečenia kvality pri tvorbe a údržbe Databázy

Príprava Databázy je nedielnou súčasťou procesu vykonávania havarijných analýz a preto sa na ňu vzťahujú požiadavky ÚJD SR v danej oblasti. V požiadavkách ÚJD SR na vypracovanie havarijných analýz jadrových elektrární sa požaduje, aby organizácia, ktorá vykonáva havarijné analýzy alebo sa zúčastňuje na ich vykonávaní mala vypracovaný, implementovaný a pravidelne vyhodnocovaný program zabezpečovania kvality. Program zabezpečovania kvality musí stanovovať zodpovednosti, vymedzovať právomoci a musí obsahovať postupy, požiadavky a kritériá na zabezpečovanie kvality pre software, vstupné údaje, spracovanie údajov a kvalifikáciu riešiteľov.

Tieto požiadavky sú zaistené implementovanými postupmi zaistenia kvality podľa ISO 9001 VUJE. Vývoj tejto Databázy nie je samostatným projektom. Je súčasťou prípravných prác na vykonanie súboru bezpečnostných a podporných analýz pre projekt dostavby blokov MO34, vrátane Predprevádzkovej Bezpečnostnej správy. Preto sa na všetky práce v súvislosti s vytvorením Databázy vzťahujú relevantné

dokumenty daného projektu. Vzhľadom na určitú špecifickosť prác a na to, že vytváranie Databázy prebieha v predstihu pred vlastným vykonávaním jednotlivých úloh dostavby, boli niektoré postupy, poverenia a pod. zahrnuté priamo do textu Databázy v tejto kapitole.

7.2.0.0.2.1 Všeobecné postupy pre zaistenie kvality pri tvorbe Databázy

7.2.0.0.2.2 Kvalifikácia spracovateľov Databázy

Databáza bola zostavená tímom špecialistov s dlhoročnou praxou v jadrovej energetike, špeciálne v oblasti vývoja modelov a výpočtových simulácií prevádzkových procesov a havárií, vrátane ťažkých na jadrových blokoch.

Záznamy o kvalifikácii uvedených riešiteľov sa nachádzajú v ZKP-22 Záznamy o kvalifikácii pracovníkov. Uvedení pracovníci sú kvalifikovaní na zadané práce, t.j. spĺňajú minimálne nasledujúce požiadavky:

- znalosť problematiky havarijných analýz a používaných výpočtových programov
- praktické skúsenosti s vykonávaním havarijných analýz rôzneho typu a určenia
- znalosť požiadaviek výpočtových programov na rozsah a formu vstupných údajov

7.2.0.0.2.3 Zabezpečenie kvality údajov

Základným zdrojom informácií a dát pre Databázu bola dokumentácia projektu Inžiniersko-projektové práce pre dostavbu MO34. Táto dokumentácia bola schválená všetkými zúčastnenými stranami ako základný referenčný dokument v predrealizačnej etape. Všetky údaje (buď jednotlivo, alebo pre jednoznačne identifikované skupiny údajov) sú uvedené spolu s príslušnou referenciou. Spracovateľ Databázy navyše pri jej vytváraní realizoval zodpovedajúce opatrenia k jednoznačnej identifikácii relevantnosti a zdroja konkrétnej hodnoty v zdrojovom dokumente. Tieto údaje sú dôvernými údajmi spracovateľa a nie sú štandardnou súčasťou Databázy.

Postupne s pokračujúcou realizáciou dostavby blokov a získavaním aktuálnych údajov boli príslušné pôvodne údaje z projektovej etapy v Databáze nahradzované a bola vykonaná príslušná zmena v referencii na zdrojový dokument. Pre potvrdenie hodnoty, zahrnutie nového, resp. modifikovaného údaju do Databázy bolo nutné, aby zdrojový dokument spĺňal nasledujúce podmienky kvality:

- bol získaný z oficiálneho zdroja pre dané zariadenie, s jednoznačným odkazom na primárny zdroj,
- bol s vyššou vierohodnosťou ako zdroj pre pôvodný údaj, resp. aktualizoval predbežný údaj podľa realizačných alebo prevádzkových dát,
- bola dostupná kópia (elektronická) k archivácii pre možnosť nezávislej kontroly správnosti údajov alebo vyhľadania doplnkových informácií.

7.2.0.0.2.4 Údržba a aktualizácia Databázy

Špecifikom tejto Databázy je to, že je novo vytváraná z pôvodnej Databázy, pričom podľa zásad vytvárania databáz dochádza k zásadnej redukcii irelevantných informácií a kompletizácii jej obsahu. Po vytvorení prvej verzie Databázy na prelome rokov 2008/9 preto nasleduje niekoľko ročné obdobie jej aktualizácie vo väzbe na vývoj modelov a najmä na príslušné kroky realizácie dostavby blokov.

Pridelenie jednotlivých zodpovedností odráža zapojenie jednotlivých špecialistov do vývoja modelov a do analýz. Zodpovednosti vo vzťahu k Databáze ostávajú zachované, čím je zaistená konzistencia prác na Databáze a na jej aplikácii.

Databáza je aktualizovaná priebežne až po jej prvé použitie v nadväznosti vydania jej nulte revízie. Od jej prvého oficiálneho použitia bude aktualizovaná vo vhodných krokoch, ukončených vždy vydaním nasledujúcej revízie.

7.2.0.1 JADROVÁ ELEKTRÁREŇ MO34

7.2.0.1.1 Systémy, spoločné pre dvojblok

Jadrová elektráreň MO34 je tvorená dvomi prakticky samostatnými blokmi. Z pohľadu deterministických bezpečnostných analýz je každý blok považovaný za celkom autonómny. Štandardne sa neuvažuje so žiadnym vplyvom prevádzky a procesov prebiehajúcich na jednom bloku na vývoj analyzovaných procesov na druhom bloku.

Systémy, spoločné pre obidva bloky, sú v analýzach (ak nie je uvedené inak), uvažované ako disponibilné pre riešenie havarijného stavu pre jeden blok (nepredpokladá sa súčasný priebeh havárie na obidvoch blokoch).

7.2.0.1.2 Prevádzkové parametre, spoločné pre dvojblok

Pre obidva bloky sú referenčné nasledujúce relevantné parametre, ktoré charakterizujú danú lokalitu.

Teplota vonkajšej atmosféry

Priemerná mesačná a ročná teplota vzduchu [°C] v Mochovciach za obdobie 1981 – 2010.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Max	3,7	4,7	7,8	15,1	18,1	21,7	23,2	24,9	18,9	13,0	7,9	2,7
Rok (Max)	2007	1998	2007	2009	1993	2003	2006	1992	1982	2000	2000	1985
Min	-7,2	-5,1	-1,1	6,8	11,5	14,7	16,6	16,4	11,4	7,1	-1,5	-5,7
Rok (Min)	1985	1985	1987	1997	1991	1985	1984	1987	1996	2003	1988	2001

	III-V Jar	VI-VIII Leto	IX-XI Jeseň	XII-II Zima	IV-IX Teplý polrok	X-III Chladný polrok	Rok
Max	12,4	21,8	12,1	3,3	18,2	6,1	11,0
Rok (Max)	2007	2003	2006	2007	2009	2007	2007
Min	6,8	16,7	7,3	-4,4	14,6	0,4	8,0
Rok (Min)	1987	1984	1988	1985	1984	1987	1985

Absolútne mesačné a ročné maximum teploty vzduchu [°C] v Mochovciach za obdobie 1981 – 2010

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Max	13,9	18,0	23,0	27,8	31,7	35,4	38,3	37,4	32,8	27,4	19,9	15,2
Rok (Max)	2002	1990	1989	2000	2003	2000	2007	2000	2008	2009	2002	1989
Min	4,7	4,8	10,5	19,8	22,0	27,3	29,5	29,2	22,6	17,8	9,3	4,0
Rok (Min)	1997	2005	1996	1991	1991	2004	1996	1987	2010	2010	1988	2001

	III-V Jar	VI-VIII Leto	IX-XI Jeseň	XII-II Zima	IV-IX Teplý polrok	X-III Chladný polrok	Rok
Max	31,7	38,3	32,8	18,0	38,3	27,4	38,3
Rok (Max)	2003	2007	2008	1990	2007	2010	2007
Min	22,0	31,8	22,6	6,7	31,8	20,1	31,8
Rok (Min)	1991	1996	2010	1996	1996	1997	1996

Absolútne mesačné a ročné minimum teploty vzduchu [°C] v Mochovciach za obdobie 1981 – 2010

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Max	-4,9	-1,5	-1,7	4,2	7,1	10,3	12,8	13,8	10,1	2,8	-0,4	-4,9
Rok (Max)	1983	2077	2007	2009	1993	2003	1995	2002	1999	2001	2000	1982
Min	-30,8	-23,1	-16,6	-6,0	-1,2	1,6	3,1	4,6	-0,3	-8,0	-13,3	-20,5
Rok (Min)	1987	1987	1987	1988	1982	1990	1990	1986	1987	1990	1989	1986

	III-V Jar	VI-VIII Leto	IX-XI Jeseň	XII-II Zima	IV-IX Teplý polrok	X-III Chladný polrok	Rok
Max	-1,7	10,3	-0,4	-7,8	4,2	-7,8	-7,8
Rok (Max)	2007	2003	2000	2007	2009	2007	2007
Min	-16,6	1,6	-13,3	-30,8	-6,0	-30,8	-30,8
Rok (Min)	1987	1990	1989	1987	1988	1987	1987

Tlak vonkajšej atmosféry

Pre účely deterministických analýz sa uvažuje konštantný atmosférický tlak v okolí JE 0,1 MPa^{abs}.

Referenčné výškové kóty

Pre obidva bloky je z pohľadu tejto databázy a deterministických analýz uvažovaná jednotná referenčná nulová výšková kóta na úrovni najnižšej kóty vonkajšieho povrchu dna tlakovej nádoby reaktora.

7.2.0.2 REFERENČNÝ 3. BLOK MO34

Táto kapitola obsahuje základný súbor dát pre bloky JE MO34. Referenčným blokom je 3. blok. Odchýlky od uvedených dát pre 4. blok sú predmetom Kap. 7.2.0.3.

7.2.0.2.1 ZÁKLADNÉ CHARAKTERISTIKY BLOKU - PREVÁDZKOVÉ REŽIMY

Platné nasledujúce prevádzkové režimy sú uvedené v dokumente Limity a podmienky bezpečnej prevádzky.

7.2.0.2.1.1 Súbor hlavných parametrov bloku pre nominálny výkon reaktora

V nasledujúcej tabuľke sú uvedené základné parametre bloku, definujúce stavy bloku s nominálnym výkonom reaktora 1375 MW. V stĺpci „Interval“ je uvedený celkový uvažovaný interval hodnôt daného parametra z hľadiska počiatočných podmienok bezpečnostných analýz, t.j. hodnoty charakterizujú prípadný povolený interval nominálnej hodnoty, vrátane odchýlky stanovenia konkrétnej hodnoty v normálnej prevádzke.

Základné parametre bloku pre výkon reaktora na 100% N_{nom}

Parameter	Rozmer	Nominálna hodnota	Interval
Tepelný výkon reaktora	MW	1375	1375 ÷ 1430
	%	100	100 ÷ 104
Tlak v I.O. (na výstupe z TNR)	MPa ^{abs}	12,36	12,16 ÷ 12,56
Hladina v KO (odo dna)	m	6,495	6,06 ÷ 7,26
Hmotnostný prietok cez reaktor	kg/s	9243	8854 ÷ 9547
Objemový prietok cez reaktor	m ³ /hod	42600	41000 ÷ 44000
Hmotnostný prietok cez AZ	kg/s	8734	8368 ÷ 9021
Tlak v HPK	MPa ^{abs}	4,54	4,42 ÷ 4,66
Hladina v PG (od dna)	m	2,105	2,045 ÷ 2,165
Teplota chladiva na vstupe do reaktora	°C	268,0	265,0 ÷ 270,0
Teplota chladiva na výstupe z reaktora	°C	296,7	292,9 ÷ 300,6
Prestup tepla v PG *	-	-	Nom - Min
Teplota NV do PG	°C	215,8	212,8 ÷ 218,8

* S cieľom dosiahnuť interval od 265 °C do 270 °C pre počiatočnú hodnotu teploty chladiva na vstupe do reaktora, musí byť v TH modeli použitý nominálny a minimálny prestup tepla v PG. Nižšie hodnoty, uvedené v stĺpci „Interval“, sú dosiahnuté, keď je použitý nominálny prestup tepla v PG a vyššie hodnoty sú dosiahnuté, keď je použitý minimálny prestup tepla v PG.

Základné teplohydraulické charakteristiky primárneho okruhu a pokles tlaku (bez uvažovania vodného stĺpca) v hlavných častiach I.O.

Názov parametra	Nominálny parameter reaktora			Najhoršia kombinácia odchýlok parametrov reaktora		
Číslo záväzky	1	2	14	1	2	14
Tepelný výkon reaktora, MW (% N_{nom})	1375 (100)	1375 (100)	1375 (100)	1430 (104)	1430 (104)	1430 (104)
Tlak chladiva na výstupe z reaktora, MPa	12,36	12,36	12,36	12,16	12,16	12,16
Stredná teplota chladiva na vstupe do reaktora, °C	268,0	268,0	268,0	270,0	270,0	270,0
Stredná teplota chladiva v horúcich vetvách slučiek, °C	296,7	296,7	296,7	300,8	300,8	300,8
Prietok chladiva v slučke, m ³ /hod	7100	7100	7100	6833	6833	6833
Prietok chladiva cez reaktor, m ³ /hod	42600	42600	42600	41000	41000	41000

Porovnanie projektových ohraničení s výpočtovými hodnotami

Názov parametra	Projektové ohraničenie	Výpočtová hodnota		
		Nominálny parameter RZ	Najhoršia kombinácia odchýlok parametrov RZ	Hodnoty použité vo výpočtoch
Teplota chladiva na vstupe do reaktora, °C	265 – 270	268	270	270
Minimálny prietok chladiva cez reaktor, m ³ /hod	40000 – 44000	42600	41000	41000

7.2.0.2.1.2 Hlavné parametre pri zníženom počte pracujúcich HCČ

Pre všetky režimy sú hodnoty jednotlivých parametrov pri zníženom počte HCČ identické ako pri prevádzke 6 HCČ (prípadné odchýlky sú predmetom textu popisu príslušnej analýzy) s výnimkou výkonu reaktora (v Režimoch 1 a 2) a s obmedzením teplôt a koncentrácie H₃BO₃ (Režimy 3 až 6).

7.2.0.2.2 PRIMÁRNY OKRUH

Primárny okruh je pre účely tejto Databázy rozdelený na nasledujúce čiastkové celky: reaktor, hlavný cirkulačný okruh, systém kompenzácie objemu, havarijný systém chladenia AZ a systém doplňovania, odpúšťania a bórovej regulácie. K primárnemu okruhu sú priradené tiež niektoré ďalšie podporné systémy. Jednotlivé systémy sú predmetom čiastkových kapitol ďalej.

7.2.0.2.2.1 Súhrnné parametre primárneho okruhu

Pre primárny okruh sú charakteristické parametre uvedené v technickej správe PNM34361102.

7.2.0.2.2.1.1 Koeficienty hydraulického odporu

Koeficienty hydraulického odporu sú uvedené v technickej správe PNM34361102.

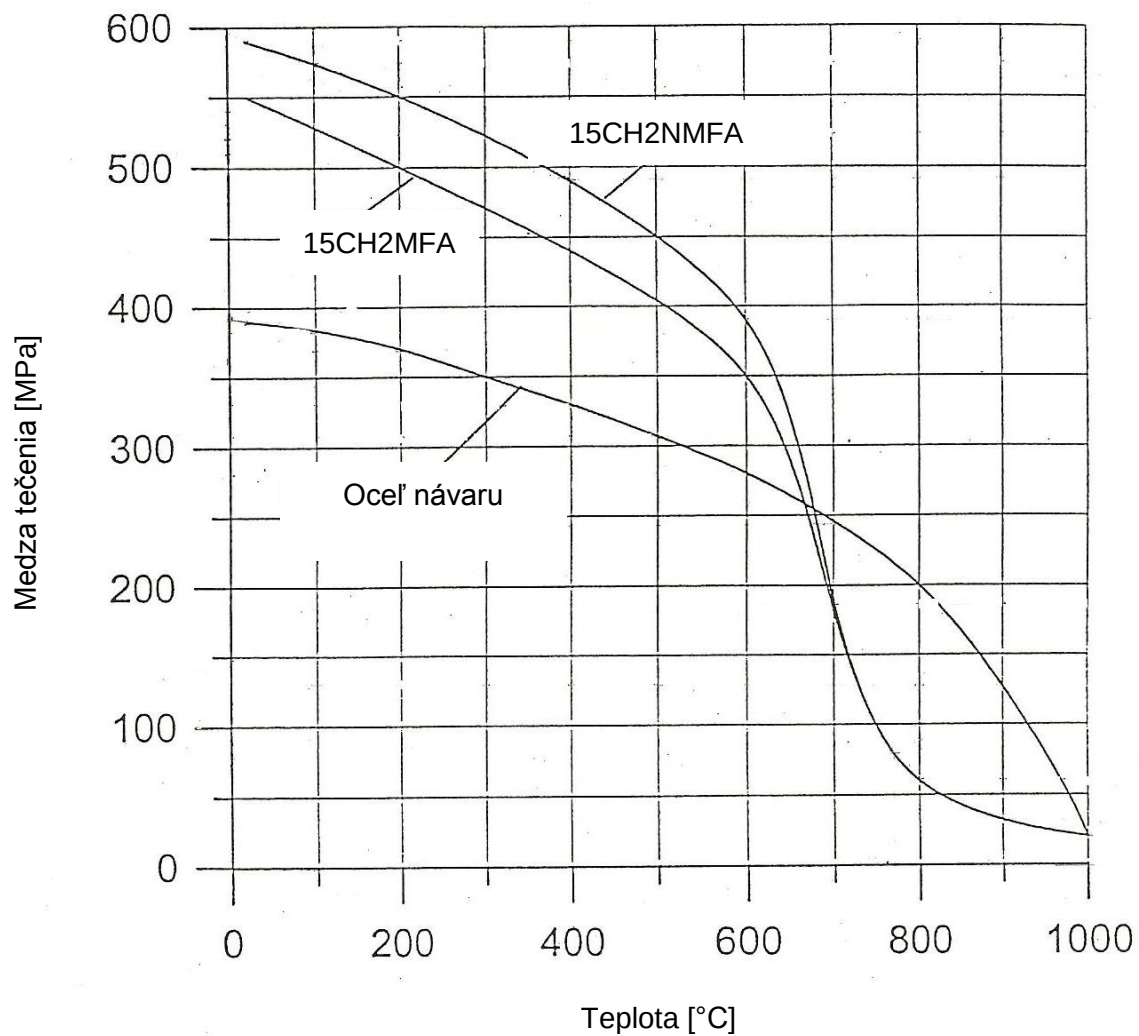
7.2.0.2.2.1.2 Oceľové konštrukčné časti primárneho okruhu

Jednotlivé oceľové konštrukčné časti primárneho okruhu sú vyrobené z rôznych typov oceľí. Základným konštrukčným materiálom TNR je oceľ GOST 15Ch2MFA, častí primárneho okruhu (najmä potrubie) je oceľ GOST 08Ch18N10T a oceľ 22K (hydroakumulátory, parogenerátory).

Oceľ perlitická 15Ch2MFA				
Teplota [°C]	Modul pružnosti v ťahu $E \cdot 10^{-3}$ [MPa]	Teplotný súčiniteľ dĺžkovej rozťažnosti $\alpha_t \cdot 10^6$ [K ⁻¹]	Súčiniteľ tepelnej vodivosti λ [W.m ⁻¹ K ⁻¹]	Stredné merné teplo c_p [J.kg ⁻¹ K ⁻¹]
20	210	11,5	35,9	445
100	205	11,9	37,3	477
200	200	12,5	38,1	520
300	195	13,1	37,3	562
350	190	13,4	-	-
Oceľ austenitická 08Ch18N10T				
20	201	16,4	15,32	511
100	198	16,6	16,33	520
200	193	17,0	17,59	536
300	189	17,2	18,85	554
350	186	17,3	19,48	565
Oceľ perlitická 22K				
20	207	12,2	51,3	456,1
100	204	12,3	49,4	492,6
200	201	12,8	46,5	538,2
300	196	13,4	45,6	583,8
350	192	13,5	43,9	606,6
Oceľ 17247				
20	200	-	15,0	500
100	194	16,0	-	-
200	186	17,0	-	-
300	179	17,0	-	-
350	172	18,0	-	-
Oceľ perlitická 11416, 11378				
20	206	-		
50	204	-		
100	201	11,0		
150	196	11,6		
200	191	12,1		
250	186	12,5		
300	181	12,9		
350	176	13,2		
Oceľ 17348				
20	199	-	15,0	500
100	196	17,8	15,2	-
200	187	18,0	-	-
300	178	18,1	15,6	-
400	168	18,2	-	-

7.2.0.2.2.1.3 Mechanické a termodynamické vlastnosti konštrukčných materiálov pri vysokej teplote

Mechanické vlastnosti materiálov TNR - medza tečenia ocelí v závislosti od teploty - metaľ naplavki (ocel' návaru) a ocelí 15Ch2NMFA (VVER1000) a 15Ch2MFA (VVER440).



Medza tečenia v závislosti od teploty pre ocel' telesa TNR a ocele vnútorného návaru TNR

7.2.0.2.2.1.4 Tepelná izolácia primárneho okruhu

Tepelná izolácia primárneho okruhu je pre účely deterministických výpočtových analýz reprezentovaná homogénnou vrstvou príslušnej hrúbky. Tepelná izolácia primárneho okruhu je uvedená v technickej správe PNM34361102.

Hlavné izolačné materiály potrubí:

MATRAC IZOMER TT - Izolačná výplň je zo skleného vlákna, vyrobeného z bezalkalického hlinito-boritokremičitého skla EUTAL. Obal izolačného matracu je zo sklenej tkaniny a je šitý sklenou nitou. Sklená tkanina a sklená niť je tak isto vyrobená z bezalkalického hlinito-borito-kremičitého skla EUTAL.

ROHOŽ KOBEMAT - Izolačným materiálom je vpichovaná rohož zo skleného vlákna, vyrobená z bezalkalického hlinito-borito-kremičitého skla EUTAL. Izolačná rohož je určená pre izoláciu potrubí s priemerom < Ø 32 mm. Pre dosiahnutie predpísanej hrúbky je aplikovaná vo viacerých vrstvách až do jej dosiahnutia.

OPLECHOVANIE IZOLÁCIE v miestnostiach hermetickej zóny, je povrchová úprava izolácie z nerezového plechu, alebo hliníkový plech.

Nerezový plech triedy 17 a hrúbky 0,5 mm.

Maximálne prípustné tepelné straty z izolovaných povrchov potrubí [W.m⁻¹] a rovinných plôch vnútri budovy [W.m⁻²] (výpočtová teplota prostredia 25°C)

Vonkajší priemer potrubia bez izolácie [mm]	Teplota médií vnútri potrubia [°C]										
	50	75	100	125	150	200	225	250	300	325	350
10	8,1	14,0	20,9	29,0	34,9	47,7	54,7	61,6	74,4	82,6	88,4
20	11,6	18,6	26,8	34,9	43,0	58,1	66,3	74,4	89,5	98,8	104,7
32	14,0	23,3	32,6	40,7	50,0	67,4	76,7	86,0	104,7	115,1	122,1
48	15,1	25,6	36,0	46,5	57,0	75,6	87,2	97,7	118,6	130,2	138,4
57	16,3	26,7	37,2	50,0	61,6	81,4	93,0	104,7	125,6	139,5	147,7
76	17,4	29,0	43,0	57,0	67,4	90,7	103,5	115,1	139,5	153,5	164,0
89	18,6	31,4	45,3	60,5	72,1	95,3	109,3	122,1	146,5	162,8	173,3
108	25,6	39,5	52,3	66,3	79,1	104,7	118,6	131,4	159,3	175,6	186,0
133	31,4	46,5	61,6	75,6	88,4	117,4	132,6	146,5	176,7	193,0	204,7
159	36,0	52,3	69,8	83,7	97,7	130,2	145,3	162,8	193,3	210,5	223,3
194	40,7	58,1	76,7	93,0	108,1	144,2	160,5	180,0	211,6	232,6	246,5
219	44,2	60,5	81,4	98,8	116,3	153,5	174,4	191,9	227,9	248,8	264,0
273	48,8	68,6	90,7	110,5	129,1	169,8	191,9	212,8	253,5	277,9	294,2
325	52,3	75,6	98,8	118,6	141,9	186,0	209,9	232,6	279,1	305,8	323,3
377	58,1	81,4	107,0	130,2	152,3	203,5	226,7	253,5	302,3	330,2	348,8
426	61,6	87,2	114,0	139,5	162,8	220,9	244,2	273,3	325,6	355,8	374,4
478	69,8	96,2	126,5	154,7	180,2	238,4	265,1	294,2	352,3	383,7	395,3
529	76,7	104,7	139,5	168,6	197,7	255,8	284,9	314,0	377,9	412,8	436,0
630	95,3	127,9	162,8	197,7	226,7	294,2	325,6	360,5	430,2	468,6	494,2
720	110,5	145,3	186,0	220,9	255,8	325,6	360,5	395,3	470,9	516,3	546,5
820	127,9	168,6	209,3	255,8	290,7	366,3	407,0	441,9	517,4	566,3	598,8
Rovinná plocha	58,1	67,4	75,6	84,9	93,0	110,5	118,6	126,7	144,2	153,5	163,7

Vzťah na prepočet maximálnych dovolených strát pre inú teplotu prostredia miestnosti:

$$q_0 = q_t \frac{t_i - t_e}{t_i - 25}$$

q_0 – korigovaná dovolená strata

q_t – dovolené tepelné straty z predchádzajúcej tabuľky

t_i – teplota média v izolovanom zariadení

t_e – teplota prostredia, v ktorom sa nachádza izolované zariadenie

7.2.0.2.2.2 Reaktor VVER-440/V213

Tlakovodný reaktor V-213 je vodovodný, energetický, heterogénny reaktor, pracujúci na báze štiepnej reakcie pôsobením tepelných neutrónov.

7.2.0.2.2.2.1 Prietochné prierezy v reaktore

Prietochné prierezy v reaktore sú uvedené v technickej správe PNM34361102.

7.2.0.2.2.2.2 Objemy chladiva vnútri častí reaktora

Objemy chladiva vo vnútri reaktora sú uvedené v technickej správe PNM34361102.

7.2.0.2.2.2.3 Výškové kóty častí reaktora

Výškové kóty častí reaktora sú uvedené v technickej správe PNM34361102.

7.2.0.2.2.2.4 Hmotnosti celého kompletu zariadenia reaktora

Hmotnosti celého kompletu zariadenia reaktora sú uvedené v technickej správe PNM34361102.

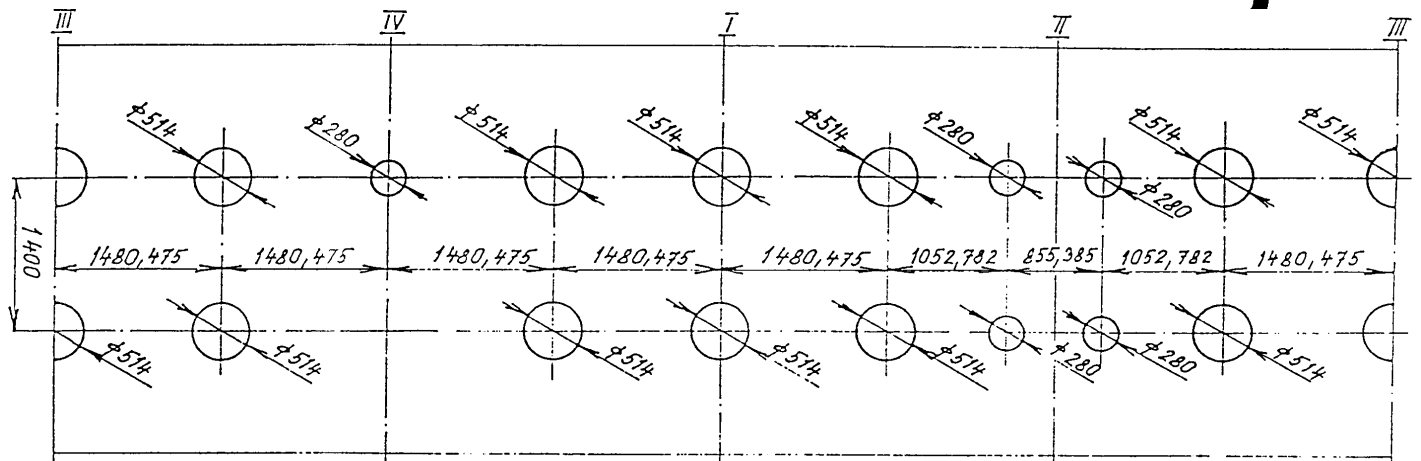
7.2.0.2.2.2.5 Tlaková nádoba reaktora (TNR)

Tlaková nádoba reaktora je určená k rozmiestneniu vnútroreaktorových častí, aktívnej zóny a k udržaniu vnútorného prevádzkového tlaku.

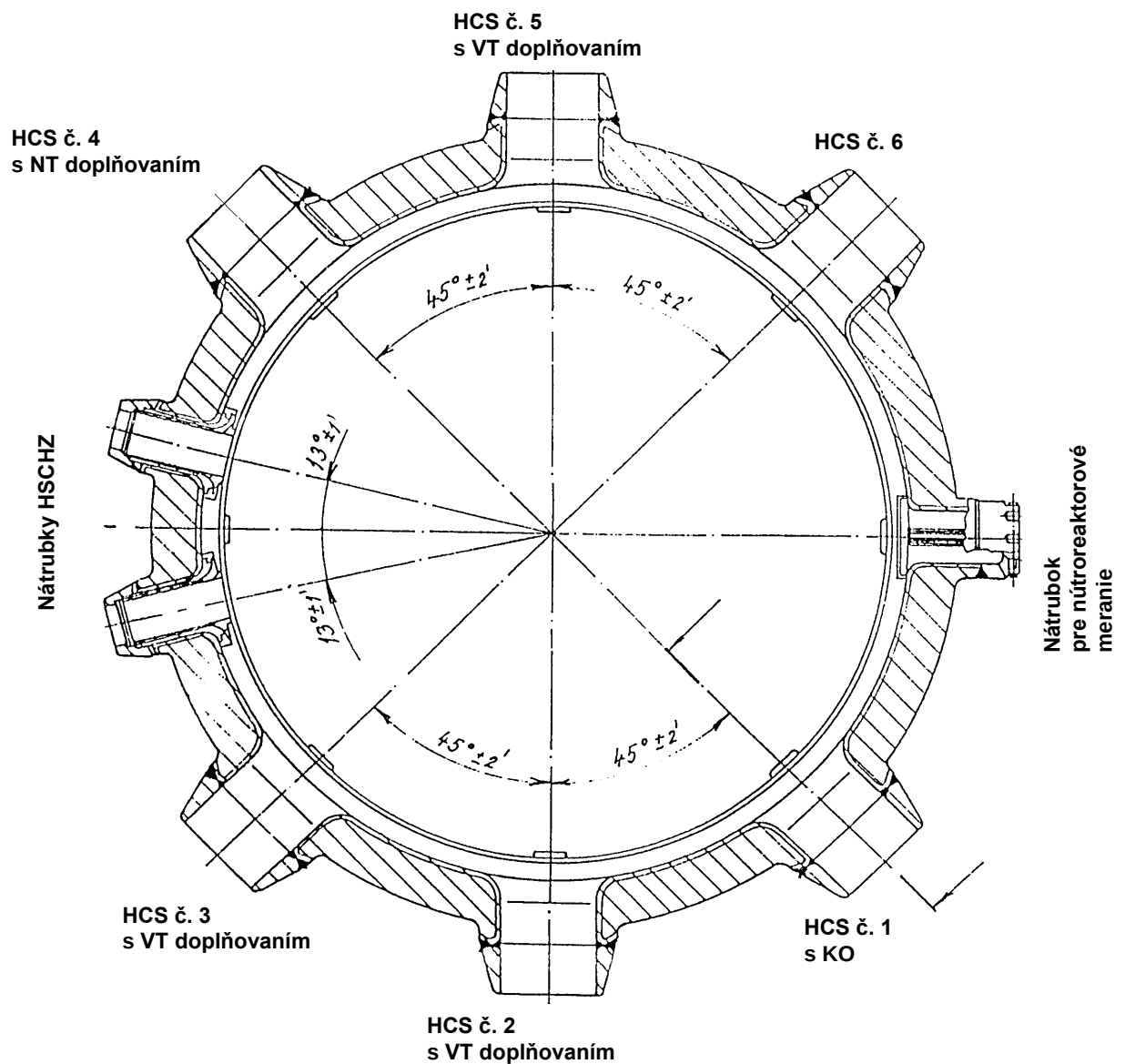
	Hodnota	Rozmer
Vonkajší priemer TNR - prírubový prstenec	4270	mm
Vnútorný priemer TNR - prírubový prstenec	3340	mm
Hrúbka prírubového prstenca + vnútorná výstelka	456 + 9	mm
Vonkajší priemer TNR - pod prírubovým prstencom	3980	mm
Vnútorný priemer TNR - pod prírubovým prstencom	3542	mm
Hrúbka steny TNR + vnútorná výstelka - pod prírubovým prstencom	210 + 9	mm
Hrúbka príruby	465	mm
Celková výška TNR	11805	mm
Vonkajší priemer TNR cez nátrubky	4710	mm
Nátrubky hlavných cirkulačných slučiek DN500:		
počet horných nátrubkov (výstupných)	6	ks
počet dolných nátrubkov (vstupných)	6	ks
Vnútorný priemer hlavných nátrubkov	494	mm

Veko nádoby reaktora

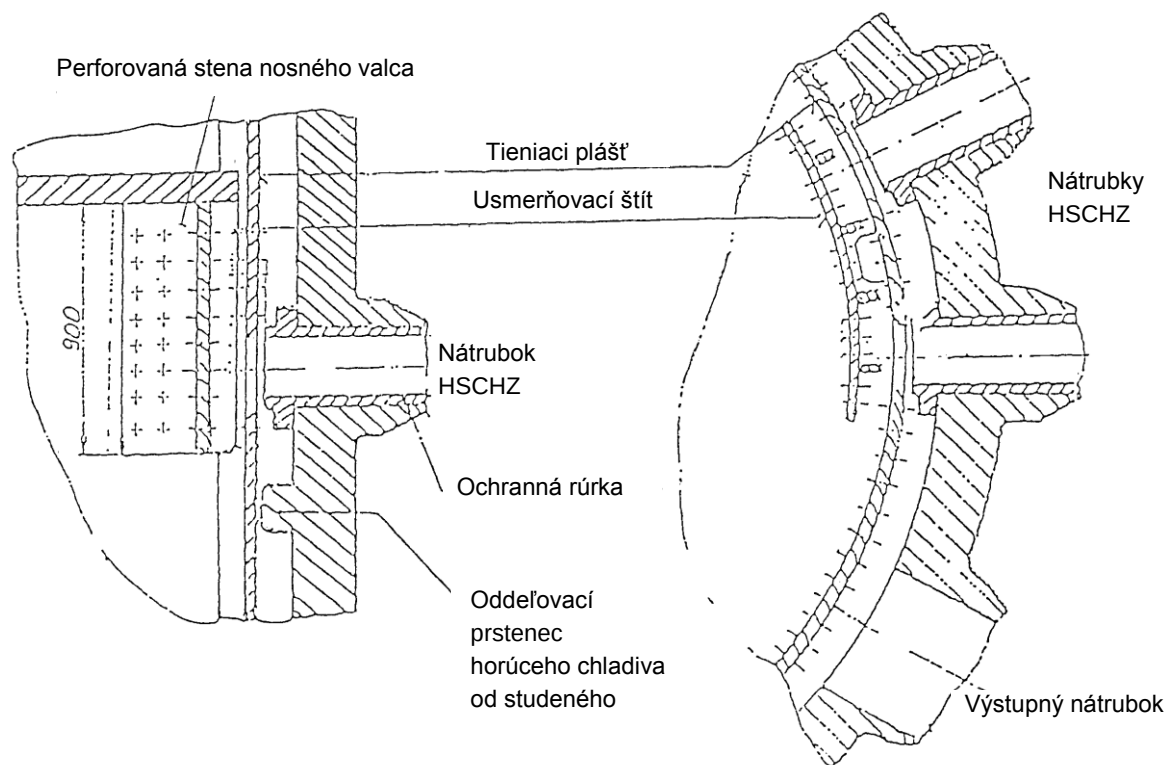
je odnímateľná časť TNR. Je to výkovok polguľovitého tvaru s nerezovou výstelkou z vnútornej strany. V hornej časti má 37 nátrubkov, na ktoré sú navarené puzdrá pohonov HRK. Na obvode veka reaktora je : 12 nátrubkov pre vyvedenie merania teploty na výstupe z palivových kaziet, 6 nátrubkov pre vyvedenie merania n-toku v AZ, výstupok na obvode telesa veka reaktora slúži na utesnenie HDR reaktora.



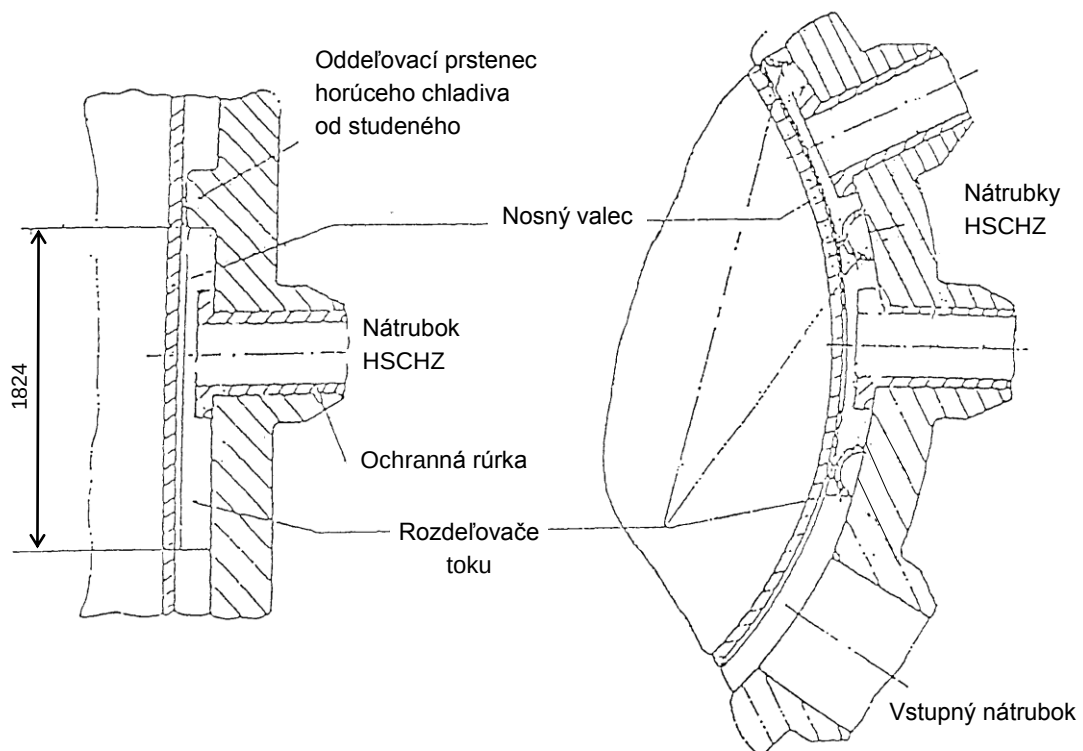
Obr. 7.2.0.2.2.5-1 Rozvinutý plášť reaktora



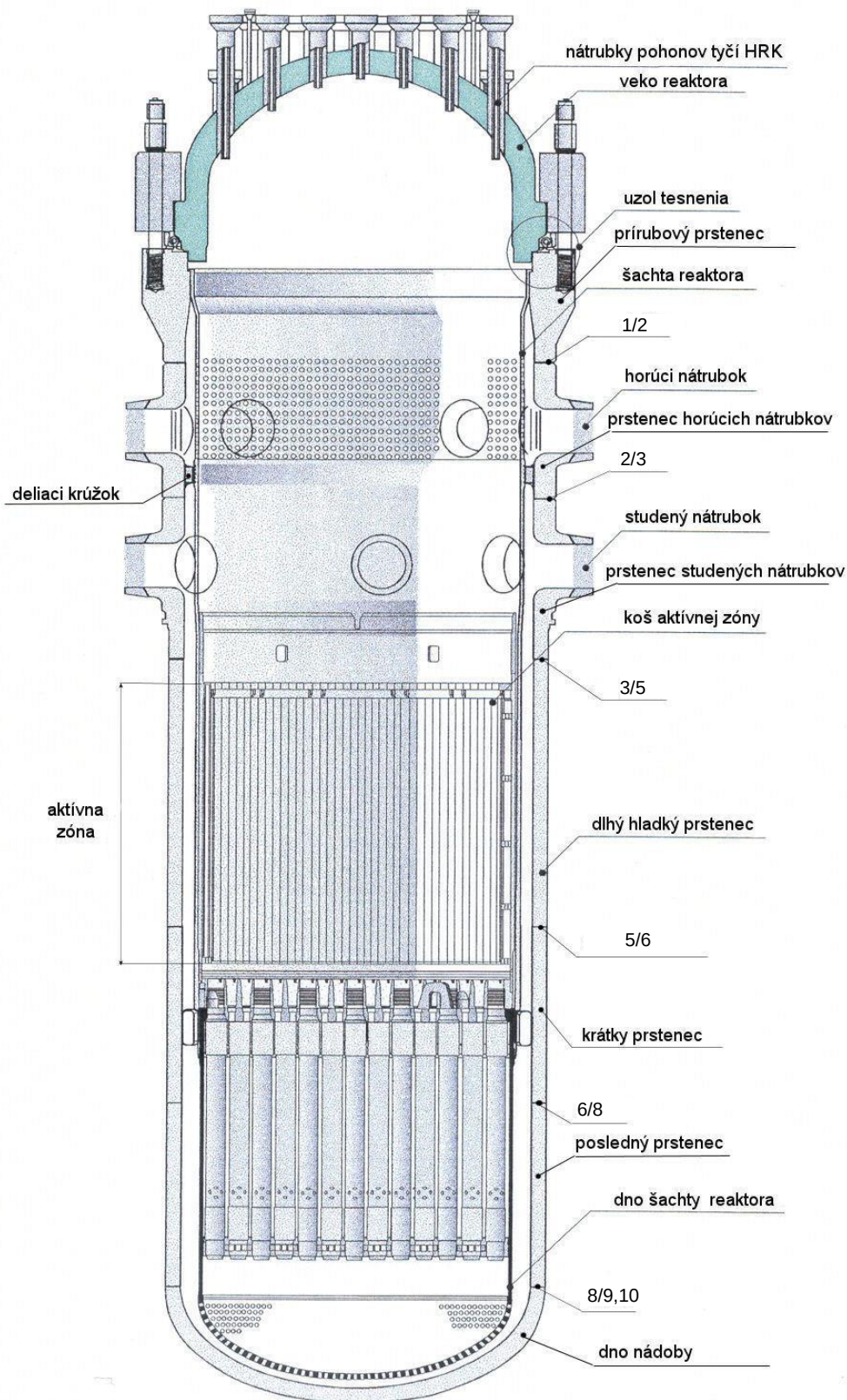
Obr. 7.2.0.2.2.5-2 Rez reaktorovou nádobou v oblasti horných (výstupných) nátrubkov



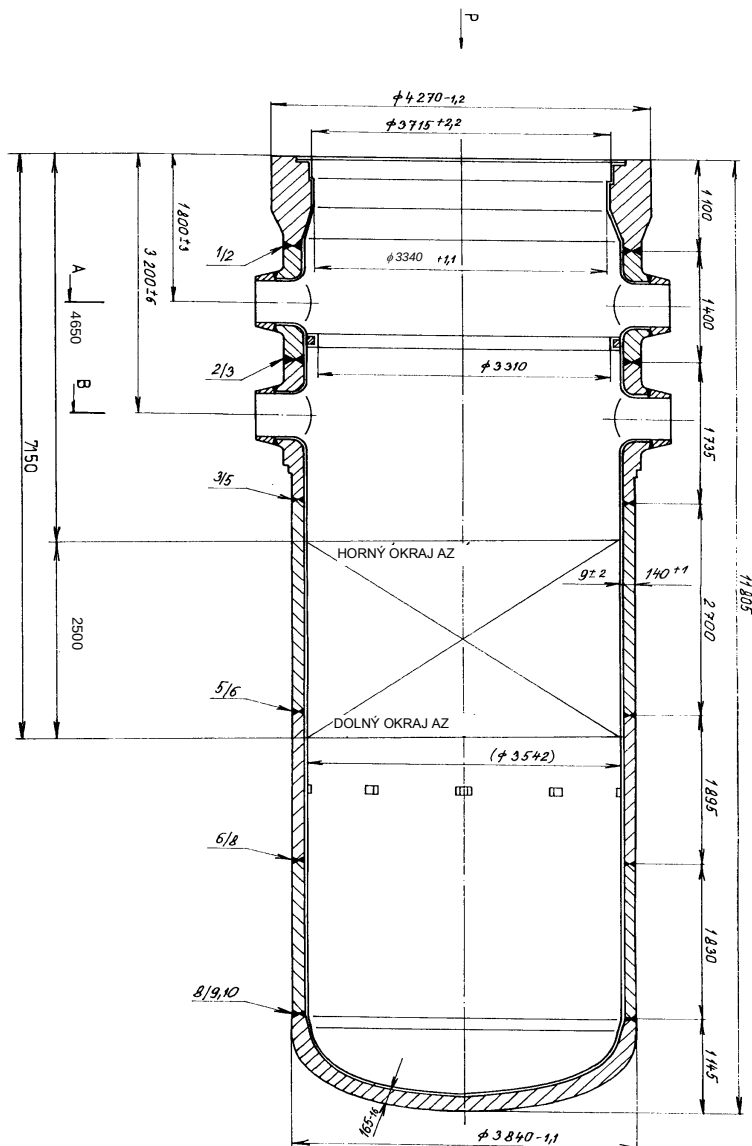
Obr. 7.2.0.2.2.2.5-3 Usmerňovací štít v oblasti výstupných nátrubkov v mieste pripojenia HA



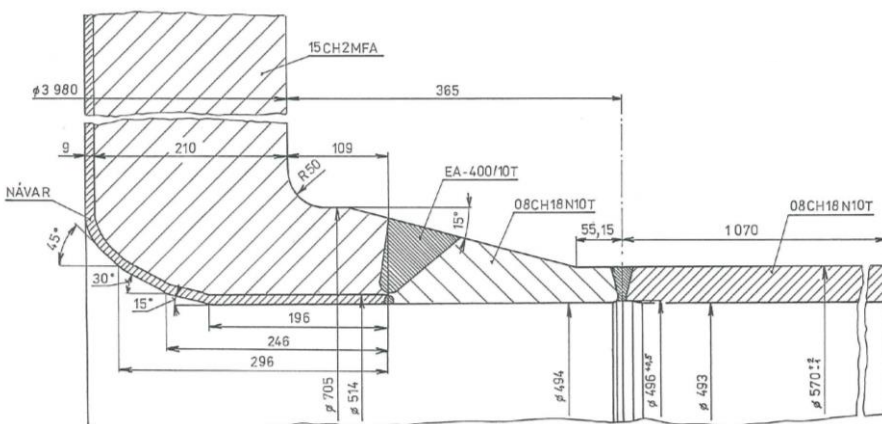
Obr. 7.2.0.2.2.2.5-4 Rozdeľovače toku v oblasti vstup. nátrubkov v mieste pripojenia HA



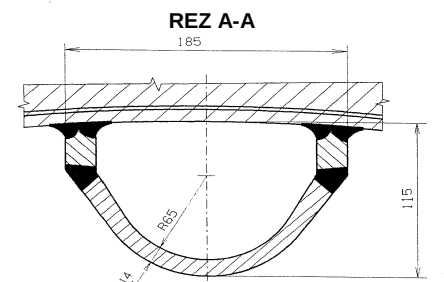
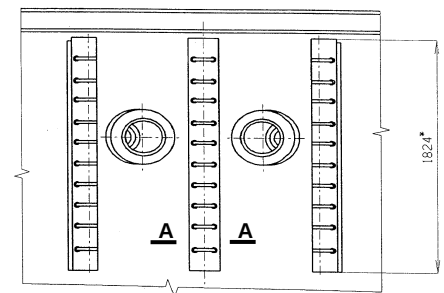
Obr. 7.2.0.2.2.5-5 Tlaková nádoba reaktora s vekom reaktora



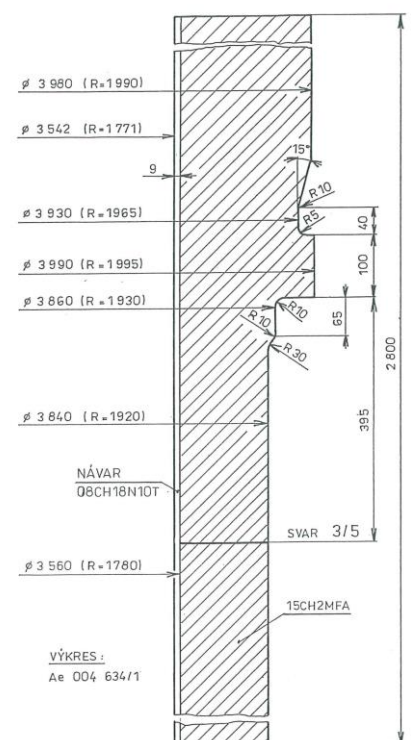
Obr. 7.2.0.2.2.5-6 Tlaková nádoba reaktora - rozmerový náčrt



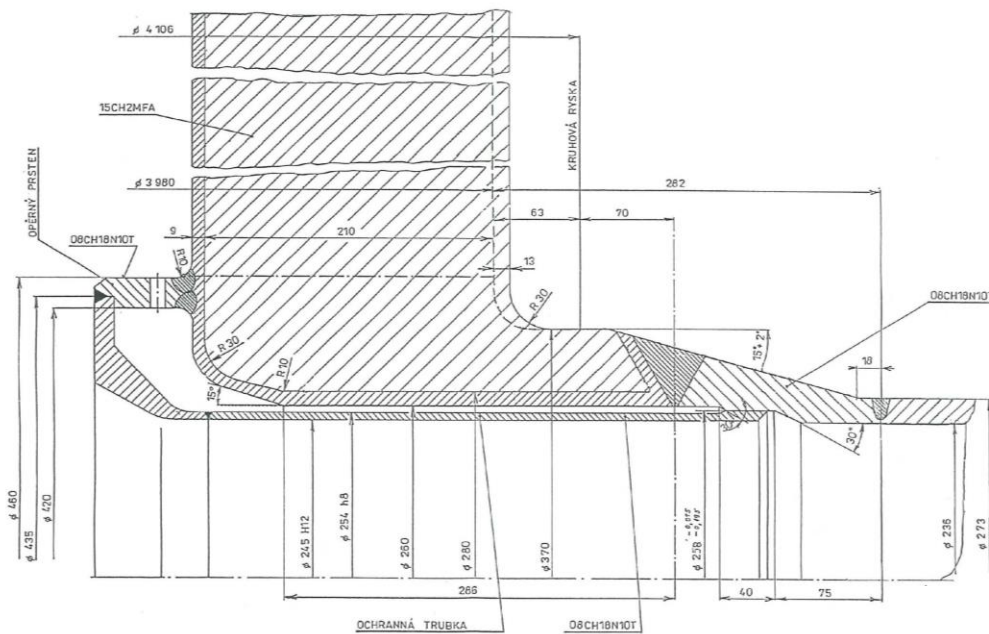
Obr. 7.2.0.2.2.5-8 Tlaková nádoba reaktora - hlavný nátrubok DN500



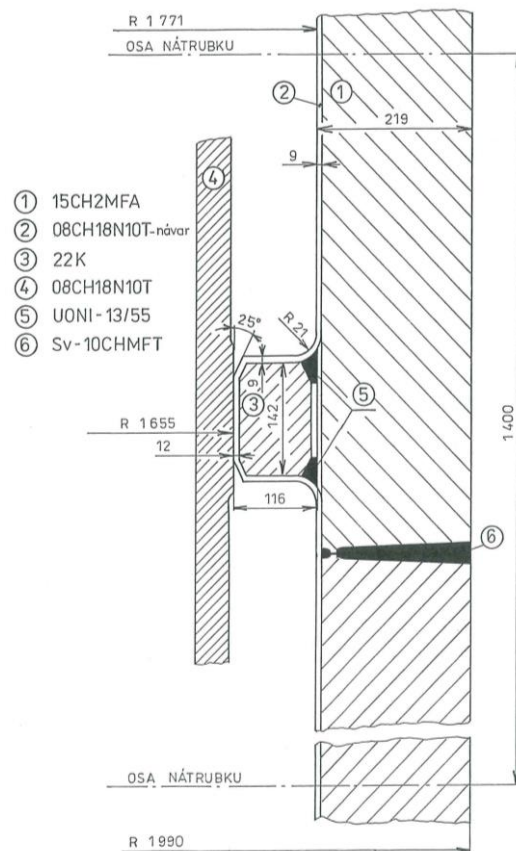
Obr. 7.2.0.2.2.5-7 Tlaková nádoba reaktora - rozdeľovače toku



Obr. 7.2.0.2.2.5-11 Tlaková nádoba reaktora - oporný nákrúžok



Obr. 7.2.0.2.2.5-9
Tlaková nádoba reaktora
– nátrubok HSCHZ DN250



Obr. 7.2.0.2.2.5-10
Tlaková nádoba reaktora
– deliaci prstenec

7.2.0.2.2.2.6 Aktívna zóna

Aktívna zóna jadrového reaktora a jej prvky sú určené na generovanie tepla a jeho odovzdanie chladivu z povrchu palivových prútikov počas určenej životnosti bez presiahnutia povolených limitov poškodenia palivových prútikov.

	Hodnota	Rozmer
Počet palivových kaziet - PK	312	ks
Počet havarijných a regulačných kaziet - HRK	37	ks
Celkový počet kaziet v AZ	349	ks
Na JE budú vo všetkých palivových zväzkoch s tepelným výkonom reaktora 1375 MWt použité kazety druhej generácie. V prvej zväzke to budú neprofilované kazety s obohatením 1,6, 2,4, 3,6 % ^{235}U . Od druhej vsádzky budú zväzky obsahujúce gadolíniové prútiky a so stredným obohatením 4,87 %. Od piatej a v nasledujúcich nepárnych vsádzkach bude do centra aktívnej zóny na dva roky zväzok z jednej kazety HRK s obohatením palivovej časti 1,6 %.		

7.2.0.2.2.2.6.1 Palivová kazeta

Detailné informácie o palivovej kazete sú uvedené v technickej správe PNM34361102.

Pracovná palivová kazeta druhej generácie pozostáva:

- zo zväzku palivových prútikov a palivových prútikov s gadolíniom
- hlavice
- pätky
- obalovej rúry

7.2.0.2.2.2.6.2 Havarijná a regulačná kazeta

Detailné informácie o palivovej kazete sú uvedené v technickej správe PNM34361102.

Kazeta HRK pozostáva z absorpčného nadstavca a palivovej časti HRK spojených navzájom spojovacou tyčou, ktorá sa zasa spája s tyčou pohonu.

Kazeta HRK plní nasledovné funkcie:

- zabezpečuje rýchle prerušenie štiepnej reťazovej reakcie v reaktore, rýchlym zavedením absorbátora do aktívnej zóny a súčasne vyvedením palivovej časti z aktívnej zóny;
- zúčastňuje sa automatickej regulácie s cieľom udržiavania výkonu reaktora na zadanej úrovni a jeho prevedenia z jednej úrovne výkonu na druhú;
- kompenzuje rýchle zmeny reaktivity (teplotný, výkonový efekt, otrava, atď.).

Obalová rúra palivovej časti HRK je konštrukčne analogická s obalovou rúrou PK s výnimkou nasledujúcich odlišností:

- chýbajú otvory priemeru 9 mm;
- na koncoch rúry sa na každej stene nachádzajú po dva otvory, určené na upevnenie k hlavici a pätky;
- na vnútornom povrchu obalovej rúry je rozmiestnených 6 doštičiek z hafnia (po jednej na každej strane);
- obalová rúra sa vyrába bez vypuklín.

7.2.0.2.2.6.3 Palivový prúťik a Gd palivový prúťik

Detailné informácie o palivovom prúťiku sú uvedené v technickej správe PNM34361102.

7.2.0.2.2.6.4 Dištančné mriežky

Detailné informácie o dištančných mriežkach sú uvedené v technickej správe PNM34361102.

7.2.0.2.2.6.5 Konštrukčné materiály

V konštrukcii PK, palivovej časti kazety HRK a nadstavca je použitá oceľ typu 12Ch18N10T (08Ch18N10T, 06Ch18N10T) a zirkóniové zliatiny E-110 a E-125.

Hustota ocelí 12Ch18N10T, 12Ch18N12T

Značka ocele	Hustota , kg/m ³ , pri teplote, °C							
	20	100	200	300	400	500	600	700
12Ch18N10T	7900	-	-	-	-	-	-	-
12Ch18N12T	7900	7870	7830	7780	7740	7700	7850	7610

Merné teplo ocele 08Ch18N10T

Značka ocele	Merné teplo , J/kg.°C, pri teplote, °C							
	20	100	200	300	400	500	600	700
08Ch18N10T	461	494	515	536	549	561	574	595

Tepelná vodivosť ocelí 08Ch18N10T, 12Ch18N12T

Značka ocele	Tepelná vodivosť , W/m.°C, pri teplote, °C							
	20	100	200	300	400	500	600	700
08Ch18N10T	-	16	18	19	-	-	-	-
12Ch18N12T	15	16	18	19	21	23	25	27

Fyzikálne vlastnosti materiálu rúrok (pokrytia) zliatina E-110

Teplota skúšok, °C	Modul pružnosti v ťahu E, MPa	Koeficient teplotnej rozťažnosti, $\alpha \cdot 10^{-6}$, 1/K	Merná tepelná vodivosť λ , W/mK	Merné teplo Cp, J/kgK
20	96000	5,3	17,2	282
380	72000	5,5	20,3	361

Tepelná vodivosť zliatiny E-110 v závislosti od teploty

Teplota, K	293	473	673	873	973	1273	1473	1673
Tepelná vodivosť, W/m.K	17,2	19,3	20,5	21,8	22,9	27,8	30,1	32,3

Merné teplo zliatiny E-110 v závislosti od teploty

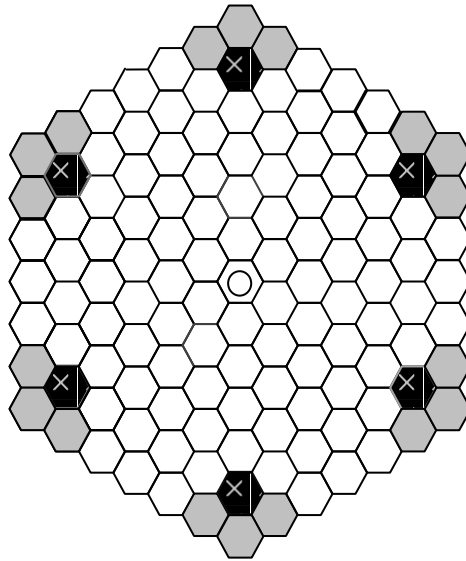
Teplota, K	Merné teplo c_p , J / g.K
298	0,282
400	0,32
500	0,35
600	0,36
700	0,35
800	0,41
900	0,42
1000	0,62
1050	0,41
1100	1,21
1150	0,66
1200	0,33

7.2.0.2.2.6.6 Palivo

Ako palivo sa používa spekaný oxid uraničitý v tvare tabletiiek, z ktorých sa formuje palivové jadro palivového prútika. Detailné informácie o palive sú uvedené v technickej správe PNM34361102.

7.2.0.2.2.6.7 Absorpčné materiály

V palivovej časti kazety HRK ako absorpčný materiál slúži hafnium vo forme doštičiek, privarených k vnútornému povrchu obalovej rúry. Detailné informácie o absorpčných materiáloch sú uvedené v technickej správe PNM34361102.

7.2.0.2.2.6.8 Schéma profilovania palivového zväzku so stredným obohatením 4,87 %

Obohatenie uránu (počet prútikov)



4,95 % (102 ks)



4,6 % (18 ks)

4,4%U²³⁵+3,35%Gd₂O₃ (6 ks)

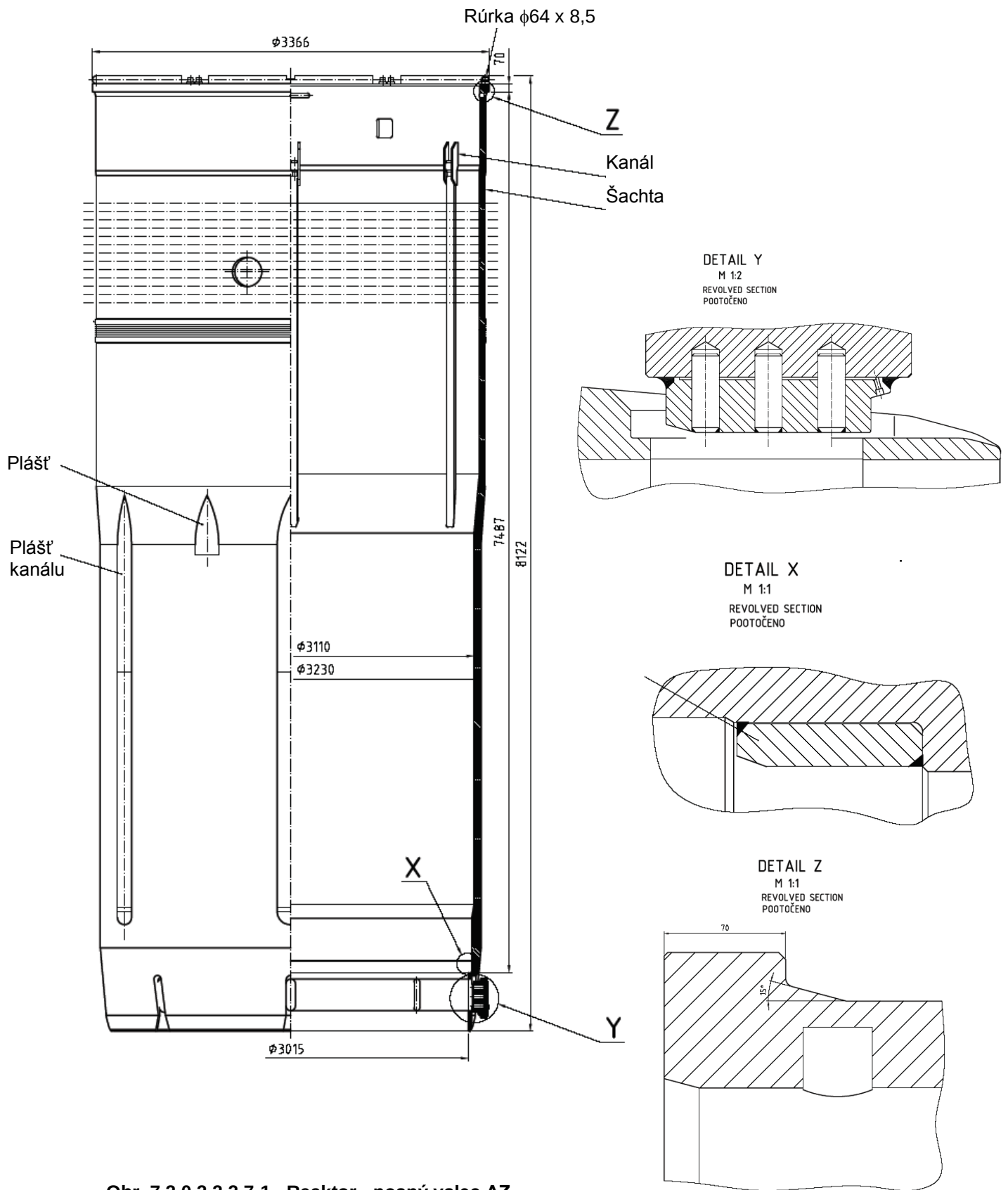
centrálna rúrka

7.2.0.2.2.2.7 Ostatné vnútroreaktorové konštrukcie

7.2.0.2.2.2.7.1 Šachta reaktora - nosný valec AZ

Šachta reaktora je nosnou konštrukciou dna šachty a AZ. V hornej časti má po celom obvode zväčšený priemer a týmto výstupkom je zavesená na prírubovom prstenci v hornej časti TNR. Je určená k usmerneniu toku chladiva I.O. a chráni tlakovú nádobu pred silným Ra-žiarením aktívnej zóny.

	Hodnota	Rozmer
Šachta reaktora - nosný valec AZ:		
Max. vonkajší priemer - výstupok	3366	mm
Vonkajší priemer - pod výstupkom	3310	mm
Vonkajší priemer pod perforovanou oblasťou	3300	mm
Vnútorný priemer pod perforovanou oblasťou	3200	mm
Perforácia nosného valca v oblasti výstupných nátrubkov:		
Počet otvorov	1302	ks
Priemer otvorov	32	mm
Výška perforovanej oblasti	800	mm
Vonkajší priemer v oblasti AZ	3230	mm
Vnútorný priemer v oblasti AZ	3110	mm
Hrúbka steny v oblasti AZ	60	mm
Max. hrúbka steny nosného valca	80	mm
0,5 m vysoká kužeľová prechodová časť valca, priemer ktorej sa mení z 3300 mm na 3230 mm, je výškovo na úrovni medzi dolnými nátrubkami a dolnou mrežou BOR		
Prekrytie nosného valca a dna šachty	595	mm
Vonkajší priemer dolného okraja nosného valca	3050	mm
sa na dĺžke 0,685 m rozširuje na priemer	3230	mm
Vnútorný priemer dolného okraja nosného valca	3015	mm
Celková výška šachty reaktora	8047	mm
Celková hmotnosť nosného valca	38 345	kg
Materiál šachty reaktora	08CH18N10T	-

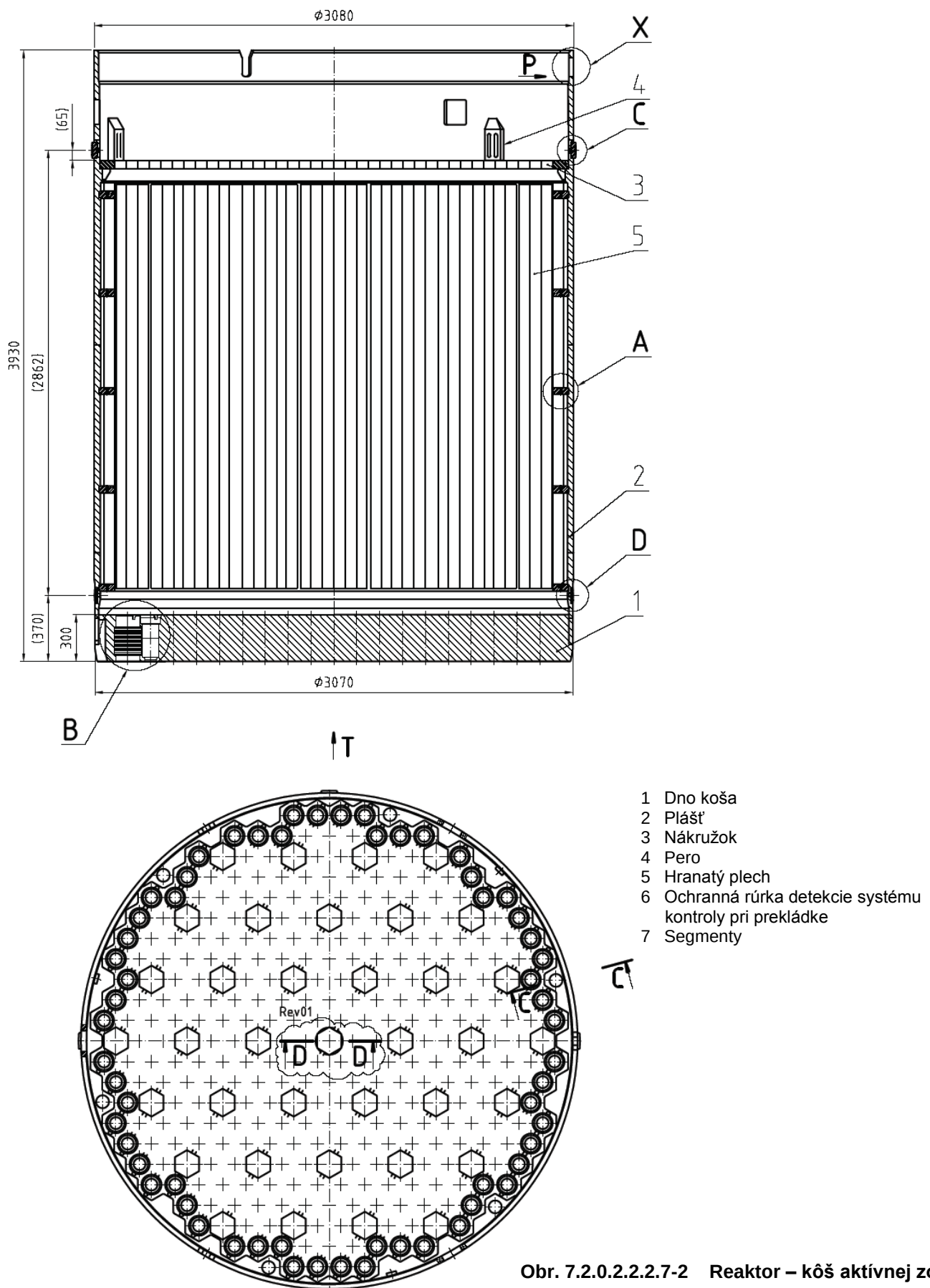


Obr. 7.2.0.2.2.7-1 Reaktor - nosný valec AZ

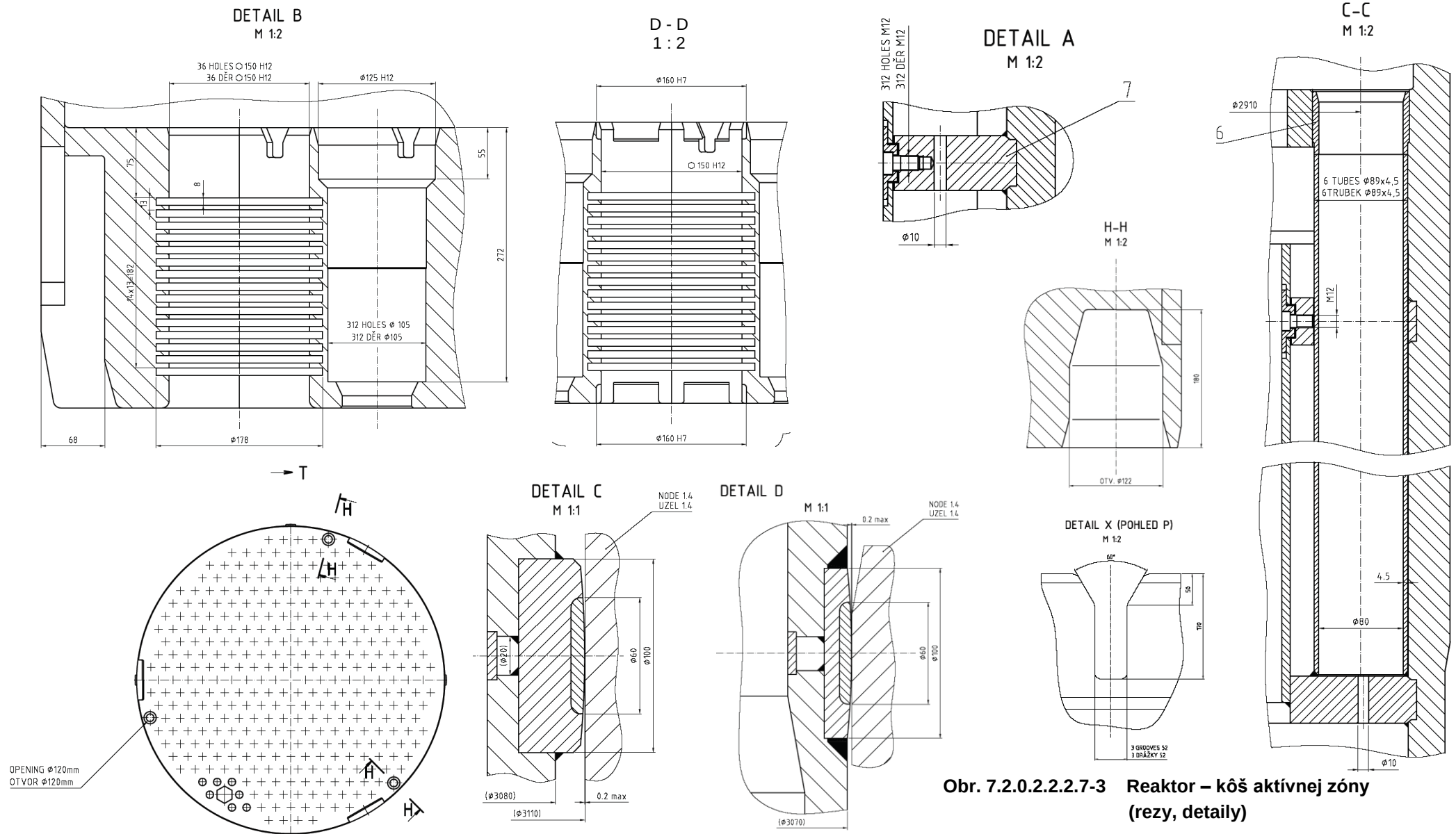
7.2.0.2.2.7.2 Kôš aktívnej zóny

Kôš aktívnej zóny je určený na uloženie palivových kaziet. Skladá sa z nosnej dosky valcového plášťa s ohraničením aktívnej zóny.

	Hodnota	Rozmer
Kôš aktívnej zóny:		
Vonkajší priemer v hornej časti	3080	mm
Vnútorný priemer v hornej časti	3020	mm
Vnútorný priemer v oblasti AZ	3010	mm
Výška (vrátane nosnej mreže koša AZ)	3930	mm
Hrúbka nosnej mreže (dna) koša AZ	300	mm
Vonkajší priemer nosnej mreže (dna) koša AZ	3070	mm
V nosnej mreže koša AZ je:		
312 otvorov (pre zasunutie spodných koncov PK) s priemerom	125	mm
37 šesťhranných otvorov s labyrintovým tesnením (pre prechod HRK)	150	mm
V plášti nad dnom koša AZ je : 42 otvorov s priemerom (pre zabezpečenie chladenia vonkajšej časti plášťa)	10	mm
Po výške AZ sú k plášťu koša AZ privarené v 5-tich radách segmenty, na ktorých je priskrutkovaný plech s lisovanými žľabov, ktorý vymedzuje priestor pre AZ.		
V segmentoch sú otvory (po 66 ks) s priemerom	10	mm
Po obvode AZ - v priestore medzi plechom z lisovaných žľabov a plášťom koša AZ je symetricky umiestnených 6 rúrok s priemerom	89 x 4,5	mm
Celková hmotnosť koša aktívnej zóny	22 001	kg
Materiál koša aktívnej zóny	08CH18N10T	-



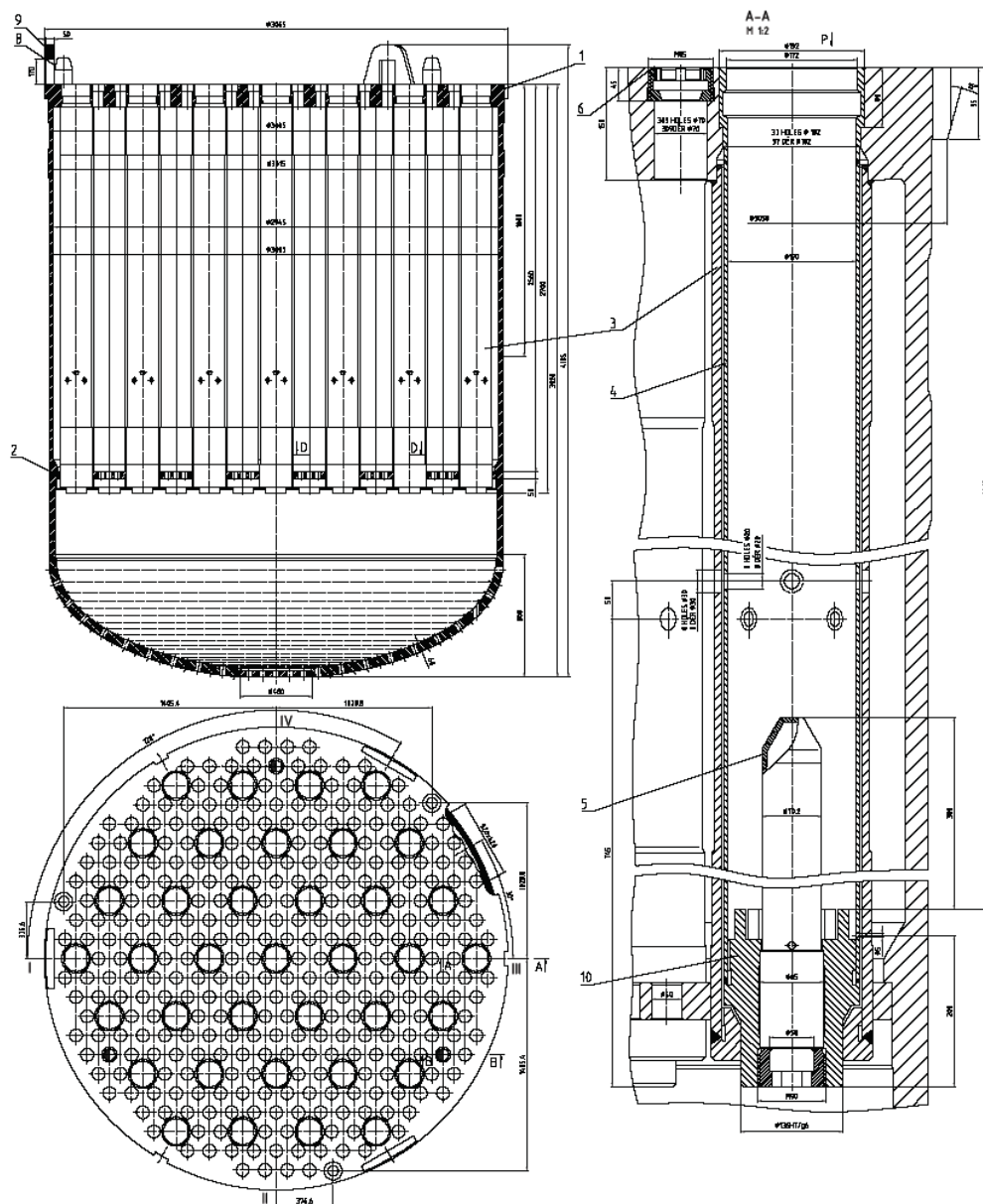
Obr. 7.2.0.2.2.7-2 Reaktor – kôš aktívnej zóny



7.2.0.2.2.7.3 Dno šachty reaktora - nosného valca

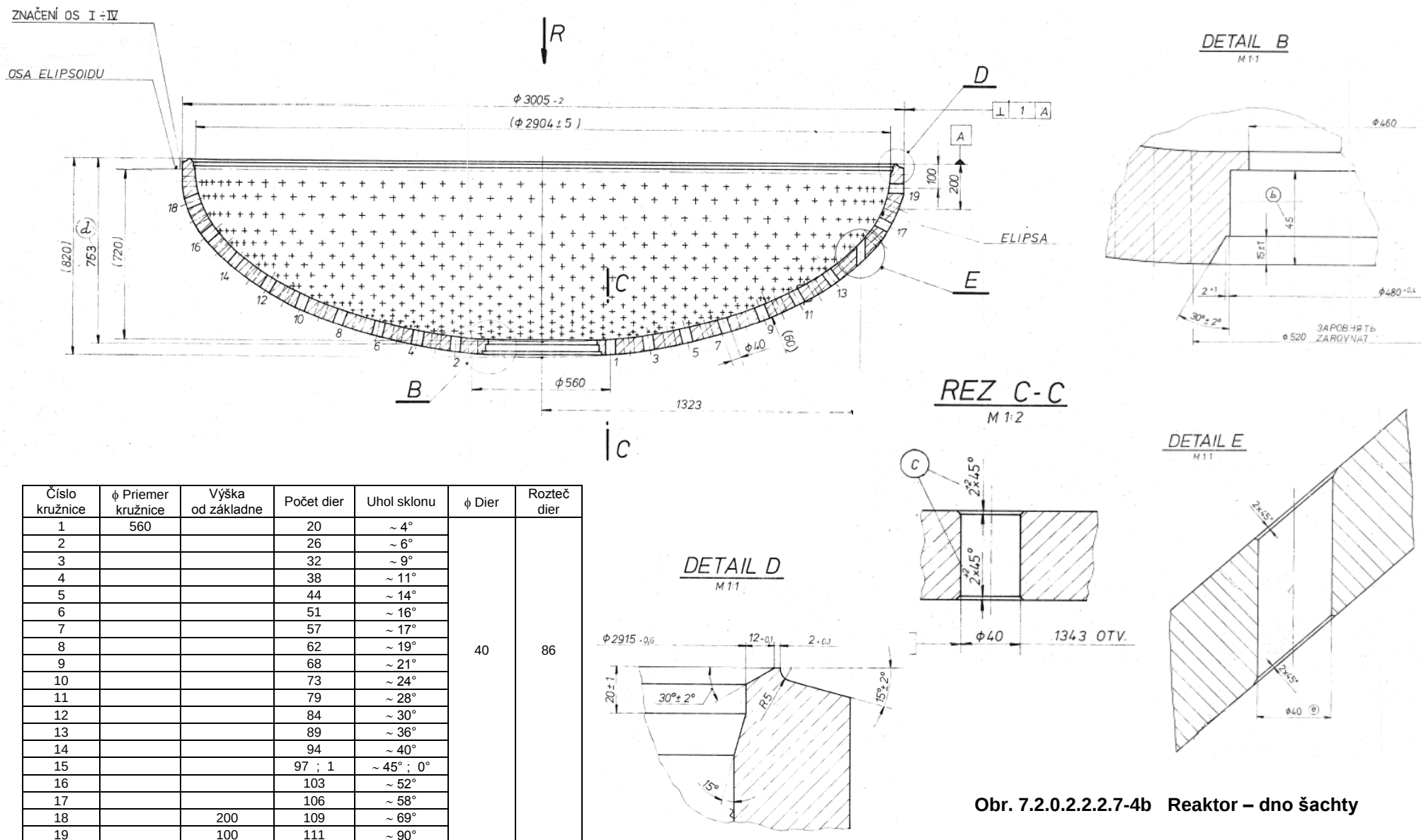
Dno šachty reaktora - nosného valca je určené k stabilizácii prúdu vody pred vstupom do AZ, je v ňom vytvorený priestor pre palivové časti kaziet HRK pri ich zasúvaní do AZ a sú v ňom hydraulické tlmiče pádu kaziet HRK.

	Hodnota	Rozmer
Vonkajší priemer	3005	mm
Vnútorý priemer nad dolnou mrežou	2945	mm
Vnútorý priemer pod dolnou mrežou	2885	mm
Výška vonkajšieho valcového plášťa dna po začiatok prekrytia nosným valcom	2517	mm
Výška (dno + valcová časť)	3920	mm
Max. vonkajší priemer (v oblasti hornej mreže dna nosného valca)	3065	mm
Max. výška	4185	mm
Elipsoidické perforované dno: Vnútorá výška	748	mm
Vonkajšia výška	808	mm
Hrúbka steny	60	mm
Perforácia 1363 otvorov s priemerom	40	mm
Horná mreža dna nosného valca (prilieha zdola ku dnu koša AZ): Hrúbka	150	mm
V hornej mreži je: 312 voľných otvorov s priemerom $\phi 76$ mm so vstavanou clonou priemerom $\phi 50$ mm pre prívod chladiacej vody k palivovým kazetám; Vo zvyšných 37 otvoroch sú upevnené ochranné rúry kaziet HRK		
Voľná výška medzi dolnou a hornou mrežou dna nosného valca	2410	mm
Výška dolnej mreže nad prechodom k elipsoidickému perforov. dnu	502	mm
Dolná mreža: Hrúbka	50	mm
V dolnej mreži je: 37 otvorov s priemerom $\phi 214$ mm pre zavarenie vonkajších rúr; 1662 otvorov s priemerom $\phi 40$ mm pre priechod chladiča		
Dvojité ochranné rúry kaziet HRK (medzi hornou a dolnou mrežou dna nosného valca): Počet	37	ks
Vonkajšia rúra: - vonkajší priemer	205	mm
- vnútorý priemer	185	mm
Vnútorá rúra: - vonkajší priemer	180	mm
- vnútorý priemer	170	mm
Perforácia rúr (vstup do kanálov HRK):		
Počet otvorov (po 4 v dvoch radách)	8	ks
Výšky otvorov nad dolnou mrežou sú	605 655	mm mm
Priemery (koaxiálnych) otvorov:		
Vo vonkajšej rúre	30	mm
Vo vnútornej rúre	20	mm
Vo vnútri každej ochrannej rúrky je umiestnená rúrka tlmenia, obsahujúca v dolnej časti tlmič priemeru 79,2mm a výšky 380mm, a taktiež oporné rebrá, ktoré vytvárajú dolný koncový doraz kaziet HRK.		
Celková hmotnosť dna nosného valca	30 795	kg
Materiál dna nosného valca:	08CH18N10T	-



- 1 Horná doska
- 2 Spodná doska
- 3 Vonkajšia ochranná rúrka
- 4 Vnútrorná rúrka
- 5 Čap tlmíča
- 6 Clona $\phi 50$ (M85)
- 7 Clona $\phi 50$ (M100)
- 8 Čap
- 9 Záves
- 10 Hlavica tlmíča

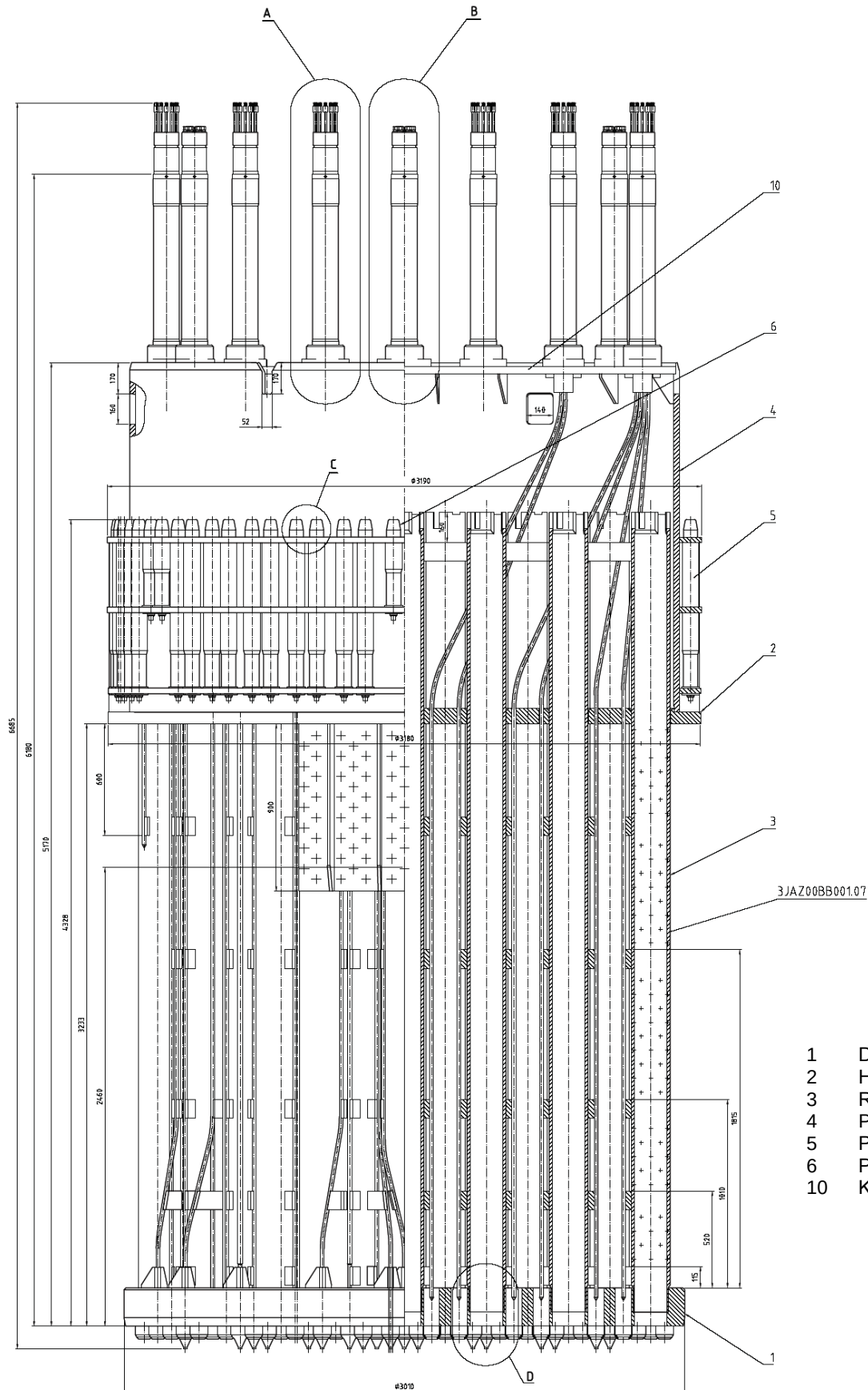
Obr. 7.2.0.2.2.7-4a Reaktor – dno šachty



7.2.0.2.2.7.4 Blok ochranných rúr

Blok ochranných rúr je položený na AZ. Zaisťuje polohu koša AZ vo vertikálnom smere a súčasne fixuje rozteč hlavíc palivových kaziet. V bloku ochranných rúr sú upevnené vodiace trubky pre vedenie termočlánkov a snímačov systému vnútroreaktorovej kontroly. Vodiace rúry zabezpečujú vedenie spojovacích tyčí HRK v zvislom smere. V hornej časti je privarený valcový plášť, na ktorom je pripevnených 72 prítlačných pružinových blokov. Cez pružinové bloky je blok ochranných rúr pritláčaný vekom tlakovej nádoby ku košu AZ. Tým zabezpečuje stálu polohu AZ voči šachte.

	Hodnota	Rozmer
Max. vonkajší priemer BOR	3190	mm
Max. výška BOR	6685	mm
Blok ochranných rúr (BOR) (skladá sa z ochranných vodiacich rúr kaziet HRK, upevnených v hornej a dolnej mreži):		
Počet rúr	37	ks
Vonkajší priemer vodiacich rúr	210	mm
Vnútorý priemer vodiacich rúr	178	mm
Dĺžka vodiacich rúr	4185	mm
Pozdĺž 2960 mm výšky vodiacich rúr má každá rúra 198 otvorov s priemerom	32	mm
Horná mreža BOR:		
Hrúbka	80	mm
Priemer hornej mreže	3180	mm
Vzdialenosť hornej mreže od spodného okraja veka reaktora	974	mm
Otvory v hornej mreži: 37 otvorov s priemerom 210mm pre upevnenie ochranných vodiacich rúr Medzi otvormi pre ochranné rúry je 212 voľných otvorov s priemerom 90 mm pre priechod chladiwa 216 otvorov s priemerom 20,5mm, 25,5mm, 27mm, 32mm a 42mm pre prechod kanálov TČ a kanálov merania neutrónového toku		
Dolná mreža BOR:		
Hrúbka	200	mm
Priemer dolnej mreže BOR	3010	mm
Otvory v dolnej mreži: 37 otvorov s priemerom 188 mm pre priechod a upevnenie ochranných vodiacich rúr 312 otvorov s priemerom 85 mm pre priechod chladiwa		
Výška dolnej mreže BOR nad dnom koša AZ	2932	mm
Voľná výška medzi hornou a dolnou mrežou BOR	3033	mm
Hĺbka zasunutia BOR do koša AZ	698	mm
Plášť BOR:		
Priemer	2950	mm
Výška	1877	mm
Celková hmotnosť BOR	35 033	kg
Materiál BOR:	08CH18N10T	-



- 1 Dolná doska s nadstavcami
- 2 Horná doska
- 3 Rúry kaziet HRK
- 4 Plášť BOR
- 5 Pružinový blok I.
- 6 Pružinový blok II.
- 10 Krúžok

Obr. 7.2.0.2.2.7-5 Reaktor – blok ochranných rúr

7.2.0.2.2.7.5 Vložená tyč

Vložená tyč je spojovací element medzi pohonom HRK a kazetou HRK.

	Hodnota	Rozmer
Max. priemer trubkovej konštrukcie	170	mm
Max. dĺžka	4839	mm
Vonkajšie púzdro s priemerom	155	mm
Dĺžka púzdra	636	mm
Spojovacia tyč pohonov HRK:		
Vonkajší priemer	40	mm
Vnútorný priemer	30	mm
Hrúbka	5	mm
Hmotnosť vlozenej tyče:	61	kg
Materiál vlozenej tyče:	08CH18N10T	-

7.2.0.2.2.3 Hlavný cirkulačný okruh

Odvod tepla z aktívnej zóny reaktora sa zabezpečuje šiestimi cirkulačnými slučkami. V každej slučke sú dve vetvy - horúca a studená. Každá slučka obsahuje zariadenia:

- Hlavné cirkulačné potrubie
- Hlavné uzatváracie armatúry
- Hlavné cirkulačné čerpadlo
- Parogenerátor

Na jednu slučku - horúcu vetvu je napojené spojovacie potrubie s KO.
 - studenú vetvu je napojené potrubie vstreku do KO.

Na tri slučky (studená vetva) je pripojené potrubie vysokotlakových systémov.

Na jednu slučku (horúca a studená vetva) je napojený nízkotlakový systém.

Všetky tieto pripojenia sú zrealizované v neoddeliteľnej časti príslušnej vetvy.

7.2.0.2.2.3.1 Hlavné cirkulačné potrubie

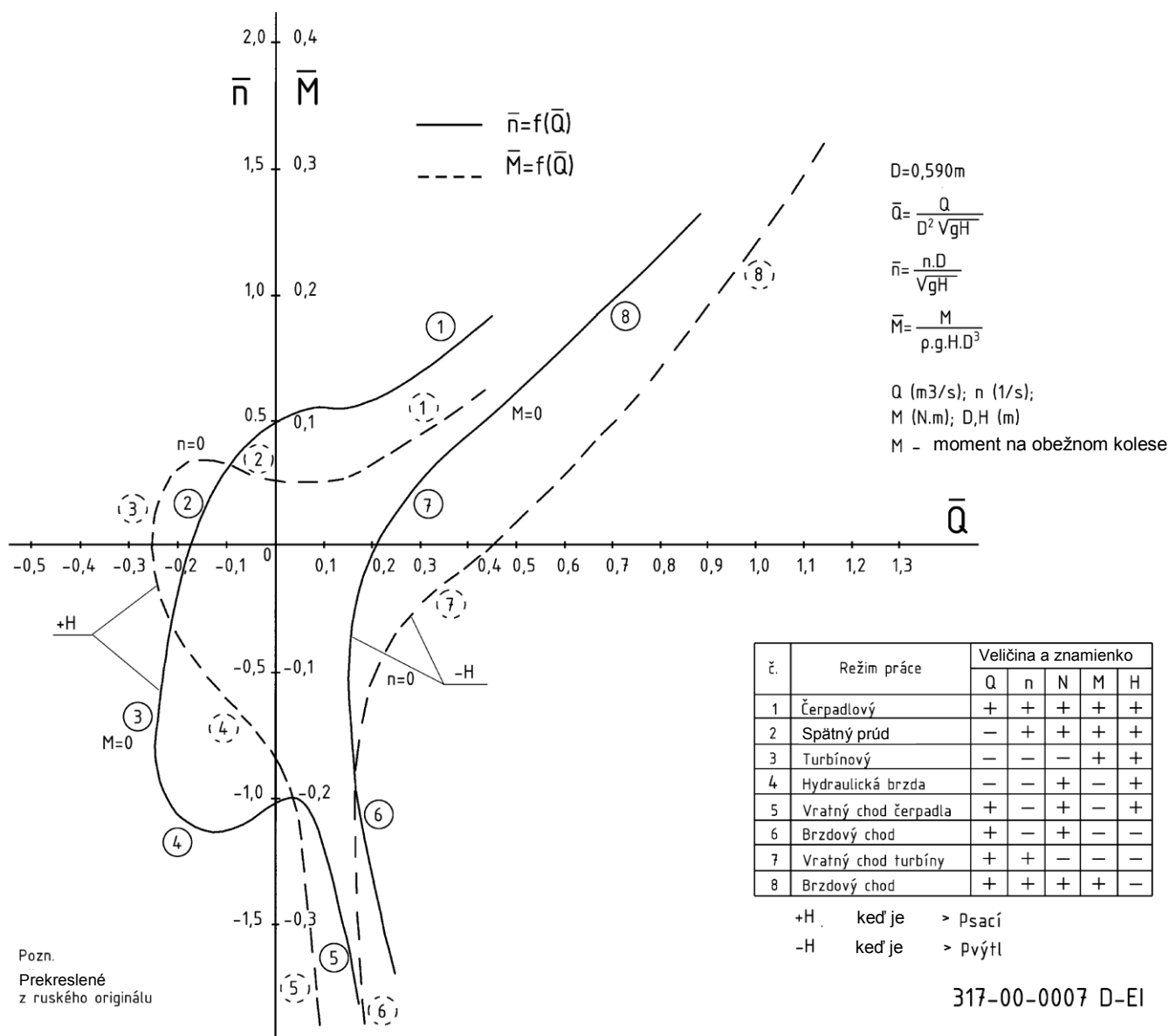
Horúca vetva:	Hodnota	Rozmer
Vonkajší priemer potrubia s toleranciami	566	mm
Vnútorný priemer potrubia s toleranciami	496	mm
Ohyby: Na neoddeliteľnej časti horúcej vetvy je dvomi ohybmi 30° s polomerom 2,5 m vytvorené zníženie na úroveň studených nátrubkov reaktora Napojenie na PG je ohybom 90° s polomerom 0,620 m		
Studená vetva:		
Vonkajší priemer potrubia s toleranciami	566 +2/-1	mm
Vnútorný priemer potrubia s toleranciami	496 +0/-1	mm
Hrúbka potrubia s toleranciami	$t_{\min}=34,5$ $t_{\max}=36,5$	mm
Potrubie prepojenia sifónov		
Studená a horúca vetva slučky č. 1 a slučky č. 6 sú v najnižšom bode HCP prepojené armatúrami. Prepojenie je určené k zdrenážovaniu vodného stĺpca hydrouzáveru na horúcej vetve HCP, ktorý v prípade havarijného režimu (roztrhnutie primárneho potrubia medzi reaktorom a HCČ) bráni pare vznikajúcej v reaktore vo voľnom prúdení do PG.		
Materiál hlavného cirkulačného potrubia	08Ch18N12T	-

7.2.0.2.2.3.2 Hlavné cirkulačné čerpadlo

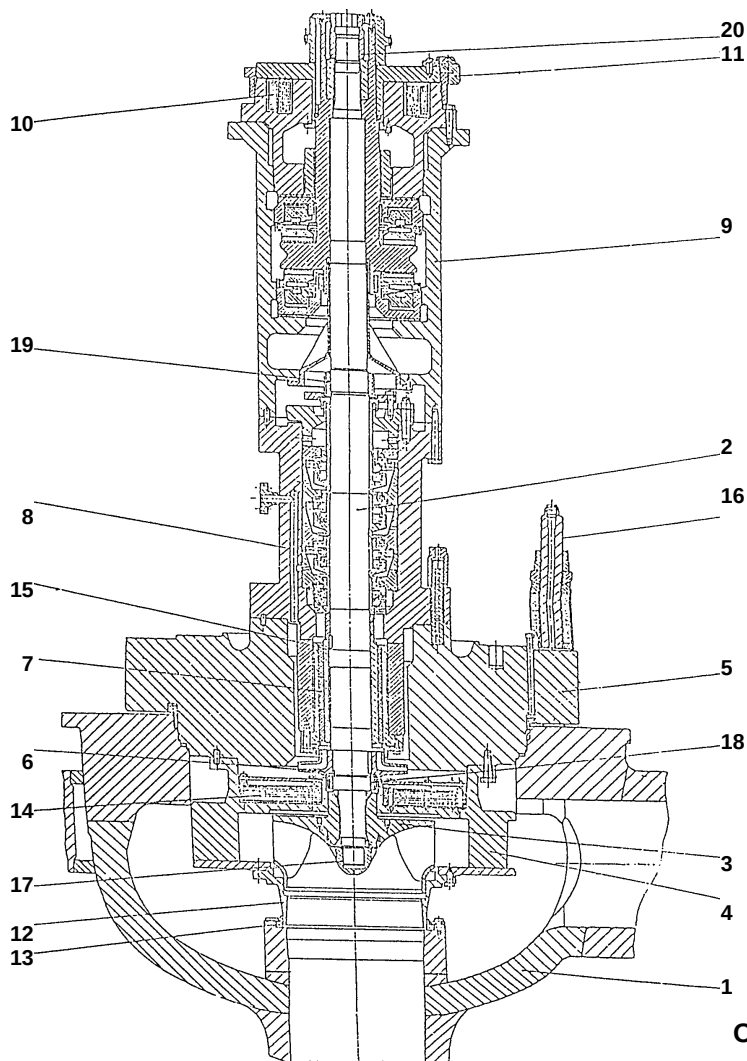
HCČ slúži k zabezpečeniu nútenej cirkulácie chladiva v I.O. cez AZ reaktora a podieľa sa dobehom na odvedení zvyškového výkonu z AZ. Tlakový rozdiel (Δp) sa využíva pre cirkuláciu vody cez očistku vôd I.O. a na vstreky do kompenzátora objemu. Pre jeden reaktorový blok je zabudovaných šesť HCČ, ktoré sú umiestnené za PG na studenej slučke HCP (reaktor - horúca slučka - HUA - PG - studená slučka - satie HCČ - výtlak HCČ - HUA - reaktor).

Hodnota menovitého prietoku HCČ predstavuje nominálny prietok pri 100% výkone reaktora (1375 MW). Požadovaný prietok HCČ vychádza z projektovej požiadavky na jeho výkon.

Z nameraných čerpadlových charakteristík (grafov závislosti dopravnej výšky na prietochom množstve) konkrétnych čerpadiel pre MO34, boli odčítané zodpovedajúce prevádzkové body čerpadiel pre nominálne prietochné množstvo $Q=7100 \text{ m}^3/\text{h}$ a pre požadované množstvo $Q=7250 \text{ m}^3/\text{h}$.

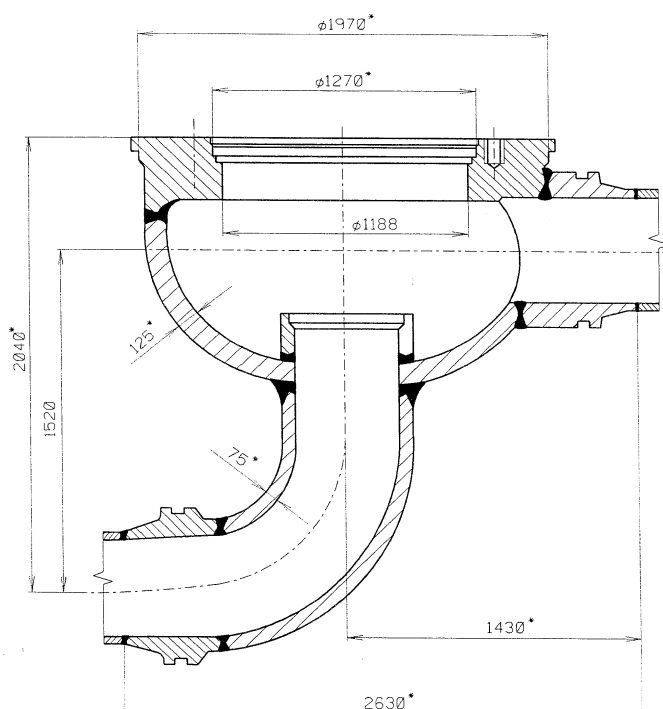


Obr. 7.2.0.2.3.2-1 Úplná štvorkvadrantná charakteristika čerpadla typu GCN-317



- | | |
|----|--------------------------|
| 1 | teleso |
| 2 | hriadeľ |
| 3 | obežné koleso |
| 4 | rozdávač |
| 5 | prítlačná prírubu |
| 6 | pomocné obežné koleso |
| 7 | spodné radiálne ložisko |
| 8 | mechanické upchávky |
| 9 | radiálne axiálne ložisko |
| 10 | elektromagnet |
| 11 | antireverzné zariadenie |
| 12 | medzikus |
| 13 | tesniaci labyrint |
| 14 | tepelná bariéra |
| 15 | púzdro |
| 16 | skrutka |
| 17 | kryt |
| 18 | matica |
| 19 | matica |
| 20 | matica |

Obr. 7.2.0.2.2.3.2-2 Hlavné cirkulačné čerpadlo

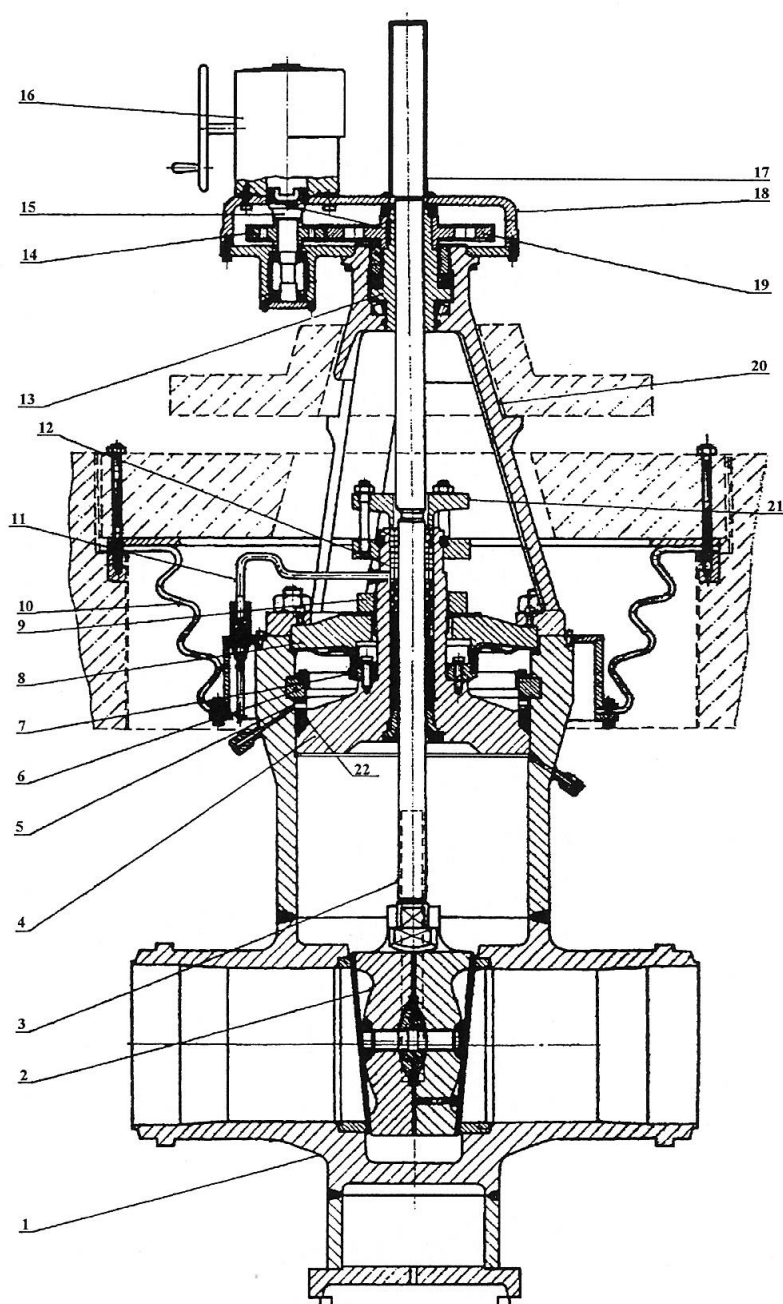


Obr. 7.2.0.2.2.3.2-3 Hlavné cirkulačné čerpadlo - teleso

7.2.0.2.2.3.3 Hlavná uzatváracia armatúra

Hlavné uzatváracie armatúry DN 500 slúžia k oddeleniu cirkulačnej slučky I.O. od reaktora pri:

- poruche na niektorej cirkulačnej slučke I.O.
- údržbárskych prácach na cirkulačnej slučke I.O., HCČ a PG
- počet HUA na reaktorový blok - 12 ks
- prietokné množstvo chladiva - 7250 m³/hod



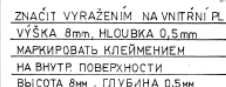
- 1 - teleso
- 2 - klin
- 3 - vreteno
- 4 - tlakotesné veko
- 5 - oporný krúžok
- 6 - delený krúžok
- 7 - tesniaca membrána
- 8 - oporná doska
- 9 - matica tlakotesného veka
- 10 - pryžový vlnovec
- 11 - odsávací systém upchávky
- 12 - upchávka
- 13 - vretenová matica
- 14 - hnacie koleso
- 15 - čap
- 16 - elektrický servopohon
- 17 - kryt
- 18 - skriňa
- 19 - hnané koleso
- 20 - strmeň
- 21 - upchávkové veko
- 22 - mäkký tesniaci krúžok

Obr. 7.2.0.2.2.3.3-1 Hlavná uzatváracia armatúra

7.2.0.2.2.3.4 Parogenerátor (primárna strana)

Parogenerátor slúži na odvod tepla z primárneho okruhu do sekundárneho okruhu.

- počet PG na reaktorový blok - 6 ks



ОЖЕЛИТ
ПРИТУПИТЬ

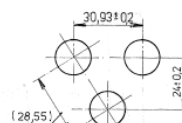
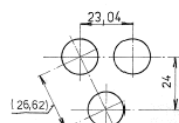
125 мм

2:0,5 x 45°

1074

800

— ПОУЗЕ
КРОМКИ
ТОЛЬКО



NA KOLEKTORU JE CELKEM 5536 OTVORU
НА КОЛЛЕКТОРЕ ВООБЩЕ 5536 ОТВЕРСТИЙ

[illegible]

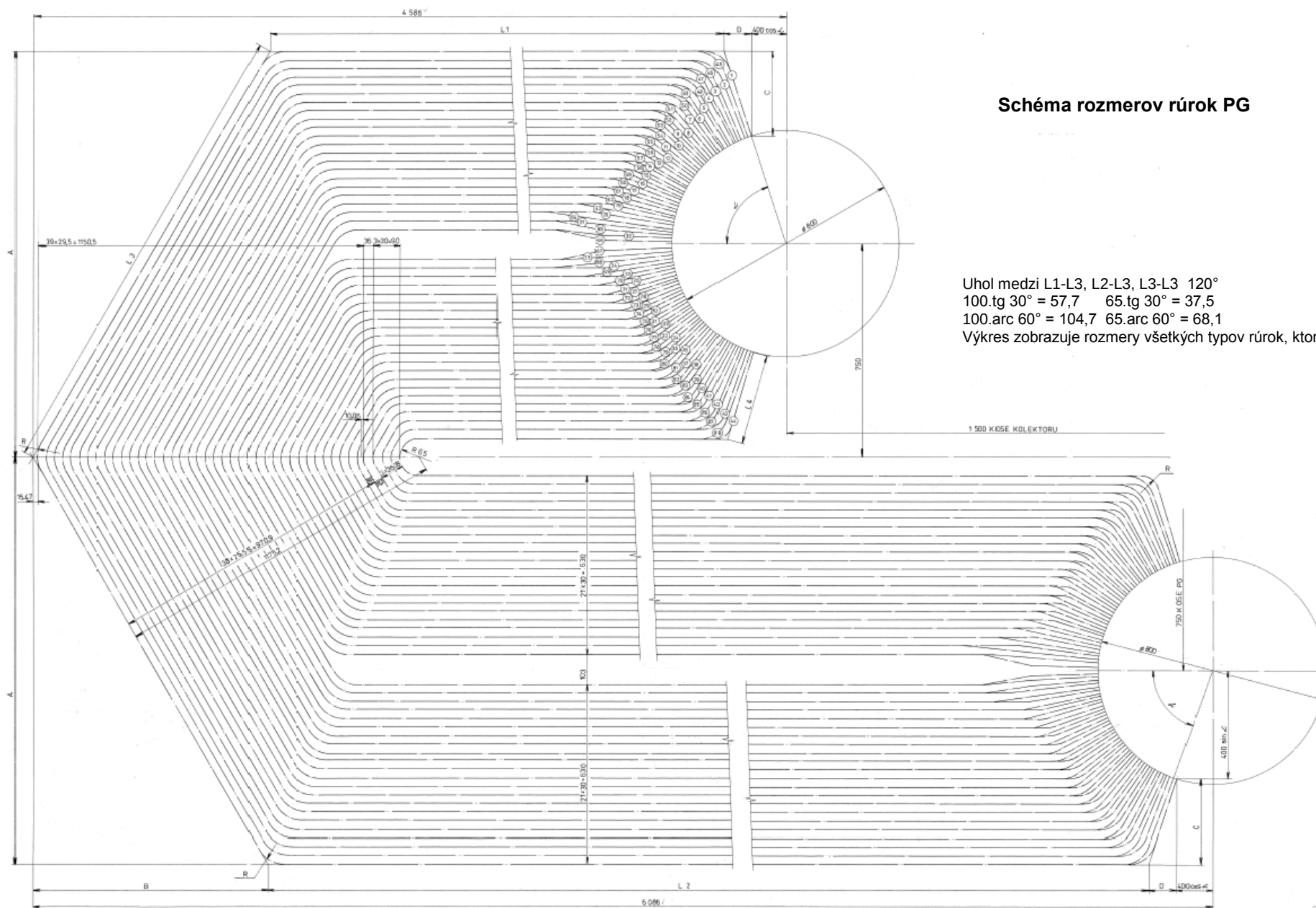
Schéma rozmerov rúrok PG

Uhol medzi L1-L3, L2-L3, L3-L3 120°

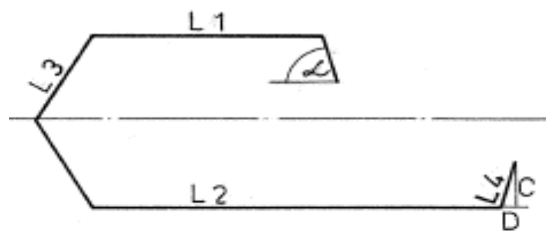
$100 \cdot \tan 30^\circ = 57,7$ $65 \cdot \tan 30^\circ = 37,5$

$100 \cdot \arccos 60^\circ = 104,7$ $65 \cdot \arccos 60^\circ = 68,1$

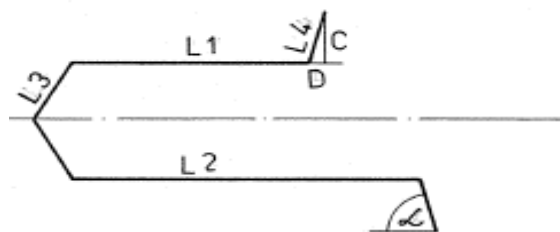
Výkres zobrazuje rozmery všetkých typov rúrok, ktoré sa vyskytujú v PG



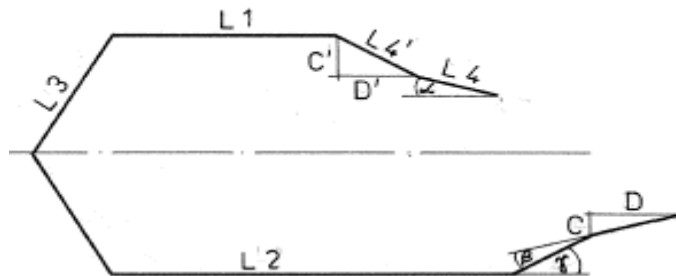
TYP 1 TR 1÷21, 45÷64



TYP 2 TR 23÷44, 68÷88



TYP 3 TR 22, 65, 66



TYP 4 TR 67

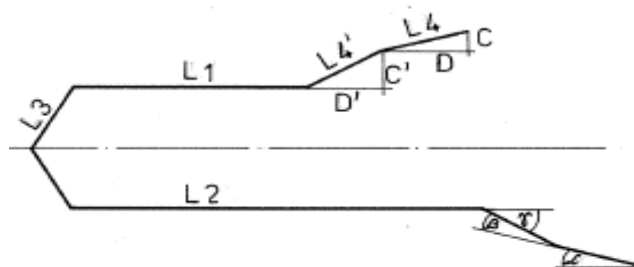
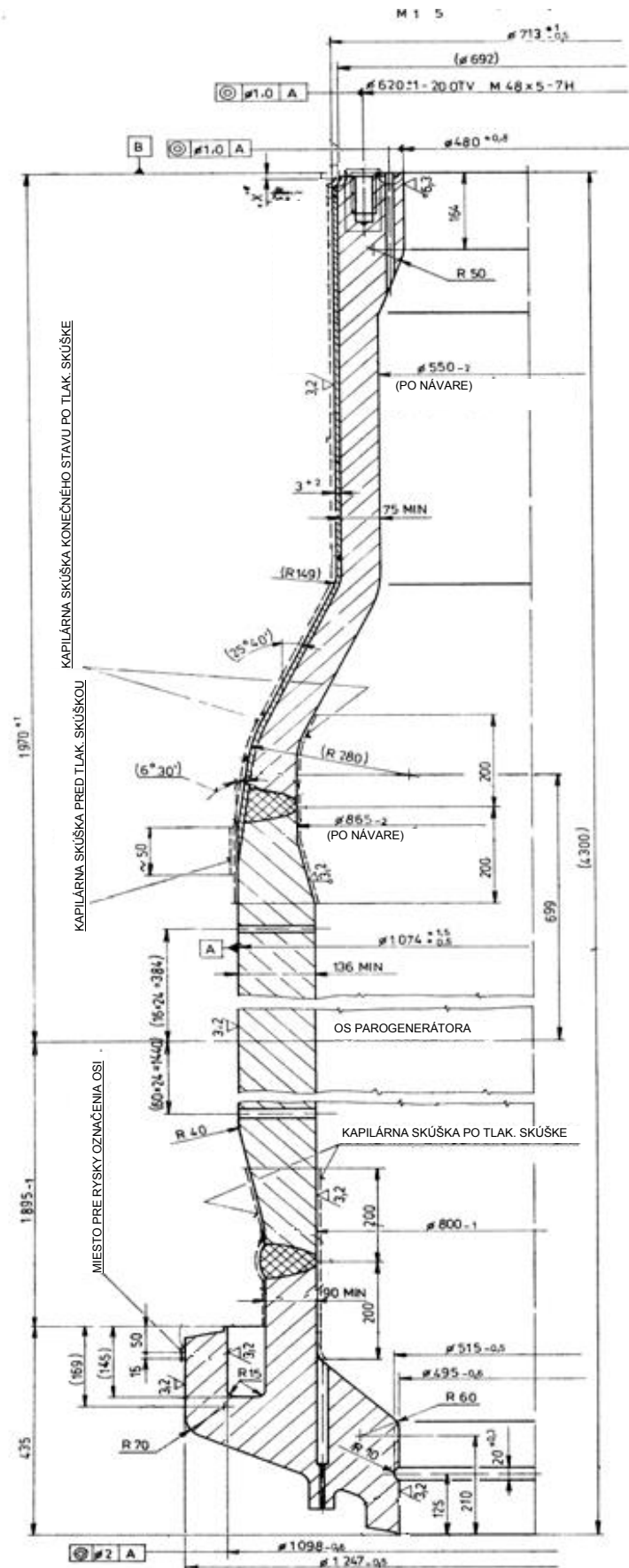


Schéma rozmerov rúrok PG

Rozmery rúrok PG (viď. predchádzajúce schémy)

Rúrky č.	Rozmer														
	400 sin α	400 cos α	A	B	C	D	L1	L2	L3	L4	L4'	α	C'/ γ	D'/ β	R
	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[°]	[mm/°]	[mm/°]	[mm]
1	380,4	123,6	1428	824,5	297,6	96,7	3541,2	5041,2	1648,9	312,9		72,0			100
2	372,7	145,3	1398	807,1	275,3	107,3	3496,7	4996,7	1614,3	295,5		68,7			
3	363,7	166,5	1368	789,8	254,3	116,4	3454,2	4954,2	1579,6	279,7		65,4			
4	353,5	187,2	1338	772,5	234,5	124,2	3413,7	4913,7	1545,0	265,3		62,1			
5	342,1	207,3	1308	755,2	215,9	130,7	3374,9	4874,9	1510,4	252,4		58,8			
6	329,7	226,6	1278	737,9	189,4	136,3	3337,7	4837,7	1475,7	240,7		55,5			
7	316,1	245,2	1248	720,5	181,9	141,1	3302,2	4802,2	1441,1	230,3		52,5			
8	301,4	263,0	1218	703,2	166,6	145,3	3268,0	4768,0	1406,4	221,1		48,9			
9	285,8	279,9	1188	685,9	152,2	149,1	3235,2	4735,2	1371,8	214,0		45,6			
10	269,2	295,9	1158	668,6	138,8	152,5	3203,5	4703,5	1337,1	206,2		42,3			
11	251,7	310,9	1128	651,3	126,3	155,9	3172,9	4672,9	1302,8	200,7		39,0			
12	233,4	324,8	1098	633,9	114,6	159,5	3143,3	4643,3	1267,9	196,4		35,7			
13	214,3	337,7	1068	616,6	103,7	163,4	3114,3	4614,3	1233,2	193,5		32,4			
14	194,5	349,5	1038	599,3	93,5	167,9	3085,8	4585,8	1198,6	192,2		29,1			
15	174,1	360,1	1008	581,4	86,9	173,6	3057,3	4557,3	1163,9	192,8		25,8			
16	153,1	369,5	978	564,7	74,9	180,9	3028,4	4528,4	1129,3	195,8		22,5			
17	131,5	377,8	948	547,3	66,5	190,8	2998,1	4498,1	1094,7	202,1		19,2			
18	109,6	384,7	918	530,0	58,4	205,1	2994,7	4464,7	1060,0	213,2		15,9			
19	87,3	390,4	888	512,7	50,7	227,0	2924,9	4424,9	1025,4	232,6		12,6			
20	64,6	394,7	858	495,4	43,4	264,8	2870,6	4370,6	990,7	268,3		9,3			
21	41,8	397,8	828	478,1	36,2	344,3	2775,8	4275,8	956,1	346,2		6,0			
22	18,8	399,6	798	460,7	11,1	235,8	2705,6	4205,6	921,5	236,1	165,7	2,7	18,0/6,236	164,7/3,536	
23	29,3	398,9	695	401,3	25,7	350,0	2786,8	4286,8	802,5	351,0		4,2			
24	52,2	396,6	665	383,9	32,8	249,1	2877,9	4377,9	767,9	251,2		7,5			
25	75,0	393,0	635	366,6	40,1	209,9	2908,5	4408,5	733,2	213,7		10,8			
26	97,4	388,0	605	349,3	47,6	189,3	2921,9	4421,9	698,6	195,2		14,1			
27	119,6	381,7	575	332,0	55,4	176,7	2928,6	4428,6	664,0	185,2		17,4			
28	141,1	374,2	545	314,7	63,6	168,3	2932,3	4432,3	629,3	180,0		20,7			
29	162,7	365,4	515	297,3	72,3	162,4	2934,8	4434,8	594,7	177,8		24,0			
30	183,5	355,4	484	280,0	81,5	158,0	2937,0	4437,0	560,0	177,8		27,3			
31	203,6	344,3	455	262,2	91,4	154,5	2939,5	4439,5	525,4	179,5		30,6			
32	223,1	332,0	425	245,4	101,2	151,7	2942,5	4442,3	490,8	182,7		33,9			
33	241,8	318,6	395	228,1	113,2	149,1	2946,2	4446,2	456,1	187,2		37,2			
34	259,8	304,2	365	210,7	125,2	146,6	2951,0	4451,0	421,5	192,8		40,5			
35	236,9	288,7	335	193,4	138,1	144,1	2956,8	4456,8	386,8	199,6		43,8			
36	293,0	272,3	305	176,1	152,0	141,2	2963,9	4463,9	352,2	207,5		47,1			
37	308,2	255,0	275	158,8	166,8	138,0	2972,3	4472,3	317,5	216,5		50,4			
38	322,4	236,8	245	141,5	182,6	134,2	2982,1	4482,1	282,9	226,6		53,7			
39	335,5	217,9	215	124,2	199,5	129,6	2993,4	4493,4	248,3	237,9		57,0			
40	347,5	198,2	185	106,8	217,6	124,1	3001,0	4501,0	213,6	250,5		60,3			65
41	358,3	177,9	155	89,5	236,7	117,5	3009,2	4509,2	179,0	264,3		63,9			
42	367,9	156,9	125	72,2	257,1	109,7	3025,3	4525,3	144,3	279,5		66,9			
43	376,4	135,5	95	54,9	278,7	100,3	3043,4	4543,4	109,7	296,2		70,2			
44	383,5	113,6	65	65,0	301,5	89,3	3026,1	4526,1	204,2	314,4		73,5			
45	376,7	134,5	1428	824,5	301,3	107,6	3519,4	5019,4	1648,9	319,9		70,35			100
46	368,3	156,0	1398	807,1	279,7	118,4	3474,9	4974,9	1614,3	303,7		60,05			

47	358,7	176,9	1368	789,8	259,3	127,9	3432,4	4932,4	1579,6	289,1		63,75			
48	348,0	197,3	1338	772,5	240,0	136,1	3391,6	4891,6	1545,0	275,9		60,45			
49	336,0	217,0	1308	755,2	222,0	143,3	3352,5	4852,5	1510,4	264,2		57,15			
50	323,0	236,0	1278	737,9	205,0	149,8	3314,9	4814,9	1475,7	253,9		53,85			
51	308,9	254,2	1248	720,5	185,1	155,6	3278,7	4778,7	1441,1	244,9		50,55			
52	293,7	271,5	1218	703,2	174,3	161,1	3243,6	4743,6	1406,4	237,3		47,25			
53	277,6	288,0	1188	685,9	160,4	166,4	3209,7	4709,7	1371,8	231,1		43,95			
54	260,6	303,5	1158	668,6	147,4	171,7	3176,7	4676,7	1337,1	226,3		40,65			
55	242,7	318,0	1128	651,3	135,3	177,3	3144,4	4644,4	1302,5	223,1		37,35			
56	224,0	331,4	1098	633,9	124,0	183,5	3112,6	4612,6	1267,9	221,5		34,05			
57	204,5	343,8	1098	616,6	113,5	190,8	3080,9	4580,9	1233,2	222,0		30,75			
58	184,4	355,0	1038	599,3	103,6	195,5	3048,8	4548,8	1198,6	224,8		27,45			
59	163,7	365,0	1008	581,4	94,4	210,4	3015,6	4515,6	1163,9	230,6		24,15			
60	142,4	373,8	978	564,7	85,6	224,8	2980,2	4480,2	1129,3	240,6		20,85			
61	120,6	381,4	948	547,3	77,4	244,7	2940,6	4440,6	1094,7	256,6		17,55			
62	98,5	387,7	918	530,0	69,5	273,8	2893,0	4393,0	1060,0	282,5		14,25			
63	76,0	392,7	888	512,7	62,0	320,6	2829,0	4329,0	1025,4	326,5		10,95			
64	53,2	396,4	858	495,4	54,8	407,6	2726,0	4226,0	990,7	411,3		7,65			
65	30,3	398,8	828	478,1	17,9	235,4	2717,9	4217,9	956,1	236,1	168,4	4,35	29,6/10,124	165,8/5,774	
66	7,3	399,9	798	460,7	4,3	236,0	2705,7	4205,7	921,5	236,0	168,0	1,05	36,3/12,478	164,0/11,428	
67	17,8	399,6	695	401,3	10,5	235,8	2735,8	4235,8	802,5	236,0	166,7	2,55	26,7/9,217	164,5/6,667	
68	40,8	397,9	665	383,9	44,2	431,7	2693,9	4193,9	787,9	734,0		5,85			
69	63,6	394,6	635	366,6	51,4	319,1	2797,4	4297,4	733,2	323,2		9,15			
70	86,2	390,6	605	349,3	58,8	266,2	2842,4	4342,4	698,6	272,6		12,45			
71	108,6	385,0	575	332,0	66,4	235,5	2866,5	4366,5	664,0	244,7		15,75			
72	130,6	378,1	545	312,7	74,4	215,6	2881,1	4381,1	629,4	228,1		19,05			
73	152,1	370,0	515	297,3	82,9	201,6	2891,1	4391,1	594,7	218,0		22,35			
74	173,1	360,6	485	280,0	91,9	191,3	2898,6	4398,6	560,0	212,2		25,65			
75	193,6	350,0	455	262,7	101,4	183,3	2905,0	4405,0	525,4	209,5		28,95			
76	213,4	338,3	425	245,4	111,6	176,8	2911,0	4411,0	490,8	209,1		32,25			
77	232,6	325,4	395	228,1	122,4	171,3	2917,1	4417,1	456,1	210,6		35,55			
78	250,9	311,5	365	210,7	134,1	166,5	2923,8	4423,8	421,5	213,8		38,85			
79	268,4	296,6	335	193,4	146,6	161,9	2931,1	4431,1	386,8	218,4		42,15			
80	285,1	280,6	305	176,1	160,0	157,5	2939,3	4439,3	352,2	224,4		45,45			
81	300,7	263,7	275	158,8	174,3	152,8	2948,6	4448,6	317,5	231,8		48,75			
82	315,4	246,0	245	141,5	189,6	147,9	2959,2	4459,2	282,9	240,4		52,05			
83	329,1	227,4	215	124,1	205,9	142,3	2971,1	4471,1	248,3	250,4		55,35			
84	341,6	208,1	185	106,8	223,4	136,1	2979,1	4479,1	213,6	261,6		58,65			
85	353,0	188,1	155	89,5	242,0	128,9	2987,5	4487,5	179,0	274,2		61,95			
86	363,3	167,5	125	72,2	261,7	120,7	3003,8	4503,8	144,3	288,2		65,25			
87	372,3	146,3	95	54,9	282,7	111,1	3021,9	4521,9	109,7	303,7		68,55			
88	380,1	124,6	65	65,0	304,7	99,9	3004,5	4504,4	204,2	320,7		71,85			



Obr. 7.2.0.2.2.3.4-1 Parogenerátor - primárny kolektor

7.2.0.2.2.4 Systém kompenzácie objemu

Systém kompenzácie objemu je určený k:

- vytvoreniu počiatočného tlaku v I.O. v režime spúšťania pomocou dusíkového vankúša
- udržaniu tlaku v I.O.
- na kompenzáciu tlakových zmien v I.O. počas normálnej prevádzky a v prechodovom režime bloku
- na kompenzáciu objemu chladiva I.O. vplyvom zmeny teploty chladiva I.O..

Systém kompenzácie objemu zahŕňa:

- kompenzátor objemu
- uzol poistných ventilov KO
- barbotážnu nádrž
- chladič paroplynnej zmesi BN
- spojovacie potrubie a armatúry
- potrubie odtlakovania I.O. v režime ťažkej havárie
- obmedzovacie zariadenie havarijných účinkov
- protiseizmický tlmič

7.2.0.2.2.4.1 Kompenzátor objemu

Materiál nádoby KO	11416.1	-
Materiál vnútorného zariadenia KO	08CH18N10T	-
Materiál návaru	08CH19N10G2B	-
Materiál EOKO	08CH18N10T	-

Výškové kóty KO:		
Dno KO, prípoj spojovacieho potrubia s I.O.	12,550	m
Rozvetvenie spojovacieho potrubia	10,956	m
Miesto pripojenia spojovacieho potrubia (2. a 3. úsek) k I.O.	8,72	m
Veko KO	23,42	m

7.2.0.2.2.4.1.1 Potrubie sprchovania parného priestoru kompenzátora objemu

Na sprchový systém v parnom priestore KO je chladivo privedené z neoddeliteľnej časti studenej vetvy HCP500 trasou DN100.

V režime plánovaného odstavenia je pre dochladzovanie KO určená trasa od výtlačku HCČ DN100 s uzatváracou armatúrou, s regulačnou armatúrou a uzatváracou armatúrou. Regulačná armatúra zaisťuje rýchlosť dochladzovania I.O. 30 °C/hod a súčasne rozdiel teplôt v KO a v horúcej vetve jednej zo slučiek HCP500 bol 65 °C alebo 30 °C podľa voľby operátora.

Regulačná armatúra

Výpočtové parametre: 13,7 MPa / 335°C

Regulačný rozsah: 8 t/hod (pri $\Delta p=0,1\text{MPa}$) až 60 t/hod (pri tlaku $\Delta p=0,05\text{MPa}$)

Prietokový súčiniteľ plno otvorenej armatúry $K_{vs}=118\text{ t/hod}$

Aby bolo možné regulovať tlak v KO vstrekaním chladného média do parného priestoru i v prípade, kedy nie je k dispozícii potrebný rozdiel tlakov medzi horúcou a studenou vetvou HCP (v režime plánovaného odstavenia bloku alebo v prípade, kedy nepracuje HCČ na tejto vetve), je do KO privedené chladivo od čerpadiel dopĺňovania a bórovej regulácie hlavnou a pomocnou trasou vstreku.

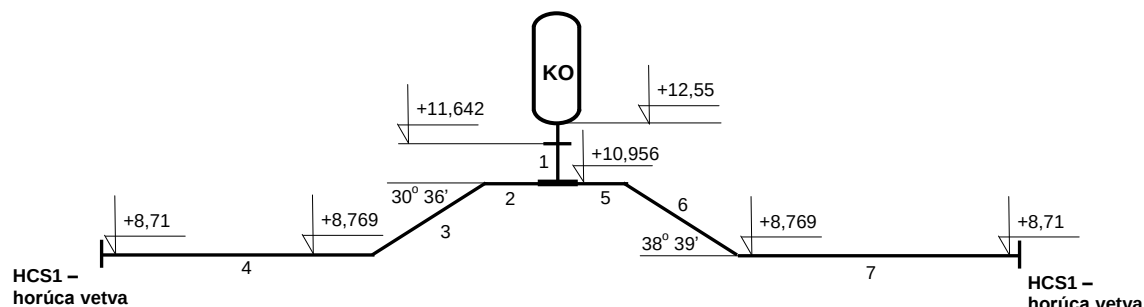
Hlavná trasa vstreku chladiva do KO od DČ zahrňuje potrubný systém DN100 s prevádzkovými parametrami 12,7 MPa / 70°C s regulačnou armatúrou a uzatváracou armatúrou a slúži v režime dochladzovania I.O.

Pomocná trasa vstreku chladiva do KO zahrňuje potrubnú trasu DN100 a slúži v režime dochladzovania I.O. pri výpadku hlavnej trasy vstreku od NDČ.

Bloky armatúr DN50 zaisťujú automatické regulovateľné sprchovanie parného vankúša KO vodou z výtlačku HCČ1 odstupňované podľa tlaku v KO začínajúc 12,55 MPa a končiac 12,95 MPa .

7.2.0.2.2.4.1.2 Potrubie spájajúce vodný priestor KO s horúcou vetvou

Potrubie spájajúce vodný priestor KO s horúcou vetvou primárnej cirkulačnej slučky sa po výstupe z KO (1. úsek) vetví na dve paralelné vetvy (2. a 3. úsek).

Obr. 7.2.0.2.2.4.1-3 Potrubie $\phi 245 \times 19N$ z kompenzátora objemu do HCS 1

Potrubie od horúcej vetvy HCS1 do kompenzátora objemu							
Úsek číslo	1	2	3	4	5	6	7
Dĺžka bez skrátenia ohybov [mm]	686	6056	4330	12776	6051	3513	14680
Dĺžka so skrátením ohybov [mm]	686	5738	4330	11509	5707	3513	13606
Spolu bez skrátenia ohybov [mm]	686	23162 (úsek č. 2÷4)			24244 (úsek č. 5÷7)		
Spolu so skrátením ohybov [mm]	686	21577 (úsek č. 2÷4)			22826 (úsek č. 5÷7)		
Priemer potrubia [mm]	$\phi 325 \times 24$	$\phi 245 \times 19$			$\phi 245 \times 19$		
Ohyby na potrubí		R 850 90° medzi úsekmi č. 3-4, 4 2-krát (počet : 3) R 400 90° medzi úsekmi č. 2-3, 4 (počet : 2) R 340 90° úsek č. 2 (počet : 1)			R 850 90° medzi úsekmi č. 6-7, 7 (počet : 2) R 400 90° úsek č. 5, 5-6, 7 2-krát (počet : 4)		

Poznámka: V dĺžke úsekov č. 2 a 5 je zahrnutý aj T-kus (pri každom úseku 1/2 dĺžky) s $\phi 325 \times 24$ mm a prechod z DN 300 na DN 200.

7.2.0.2.2.4.2 Uzol poistných ventilov KO

Uzol PV KO sa skladá z dvoch HPV a jedného OV. Para od poistovacích ventilov alebo od odľahčovacieho ventilu je vedená do barbotážnej nádrže. V normálnom prevádzkovom režime sú PV KO ako aj OV KO v polohe ZATVORENÉ.

Režim „Feed and Bleed“

Hlavný poistný ventil s jeho riadiacimi impulznými ventilmi bol na tento režim modelovo odskúšaný na stende a to ako na režim so sýtou parou, tak na režim s vodou pri tlakoch až do 17 MPa.

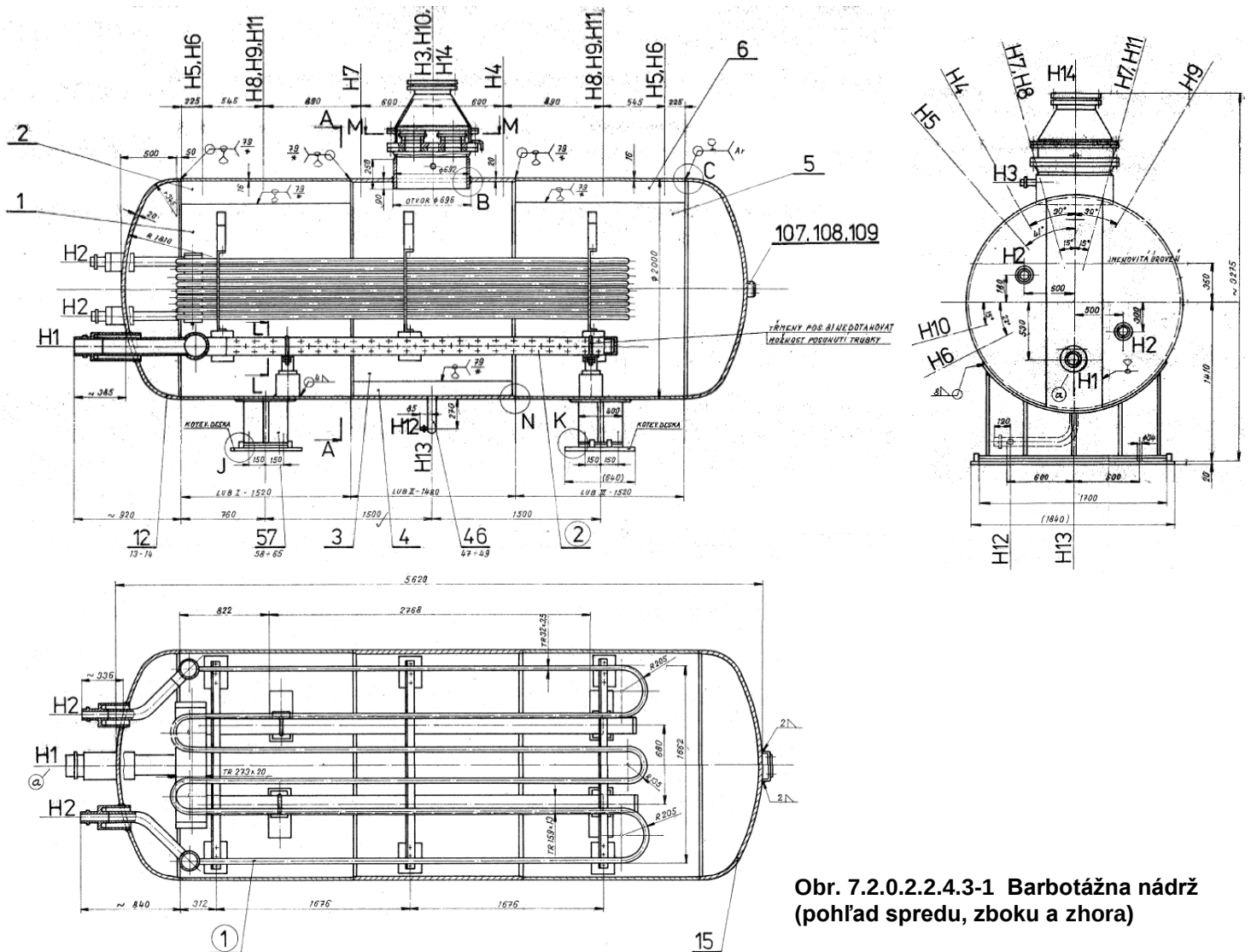
Pokiaľ budeme predpokladať, že pri tomto havarijnom režime z akýchkoľvek dôvodov nedôjde k otvoreniu OV a dôjde k otvoreniu iba jedného z dvoch HPV, potom z týchto skúšok vyplývajú nasledujúce prietoky pri medzných parametroch (údaje podľa výrobcu Sempell) :

- prietok sýtej pary pri 15 MPa / 345°C: 38 kg/s (136,8 t/hod)
- prietok podchladenej vody pri 1 MPa / 130 - 150°C: 42 kg/s (151,2 t/hod)

Odľahčovací ventil je nastavený tlakovo o 0,7 MPa nižšie ako otvárací tlak prvého z oboch hlavných poistných ventilov, čím je zaistené, že pri stúpaní tlaku v KO sa OV KO otvára ako prvý a k otvoreniu PV KO nemusí ani dôjsť. V prípade, že by tento odľahčovací ventil sa zasekol v otvorenej polohe, uzavrie sa „ručne z velína“ predradený elektroventil a nedôjde k ďalšiemu vyprázdňovaniu primárneho okruhu – to je hlavný zmysel inštalácie odľahčovacieho ventilu.

7.2.0.2.2.4.3 Barbotážna nádrž

Barbotážna nádrž slúži na odvod tepla z média, ktoré preteká cez poistné ventily a odľahčovací ventil KO v prípade, že sú tieto ventily uvedené do činnosti.



7.2.0.2.2.4.4 Systém ochrany proti studenému pretlakovaniu TNR

Systém ochrany proti studenému pretlakovaniu TNR vykonáva:

- Automatické odstavenie zariadení, ktoré by mohli spôsobiť v priebehu nábehu alebo odstavovania bloku zvýšenie tlaku v I.O. až na hodnotu blízku hodnotám krivky krehkého lomu TNR. .
- Automatické otvorenie odľahčovacieho ventilu KO za účelom zníženia tlaku v I.O.
- Automatické zatvorenie oddeľovacieho ventilu OV KO za účelom zabránenia znižovania tlaku v I.O. pri nezatvorení OV KO. V prípade B&F (núdzové odpúšťanie a doplňovanie) systém blokuje zatvorenie oddeľovacieho ventilu a riadiacich ventilov.

Systém ochrany proti studenému pretlakovaniu TNR je súčasťou systému obmedzenia výkonu reaktora (RLS).

7.2.0.2.2.5 Havarijný systém chladenia AZ

Z hľadiska funkcie sa delí na dva základné nezávislé systémy: pasívny a aktívny.

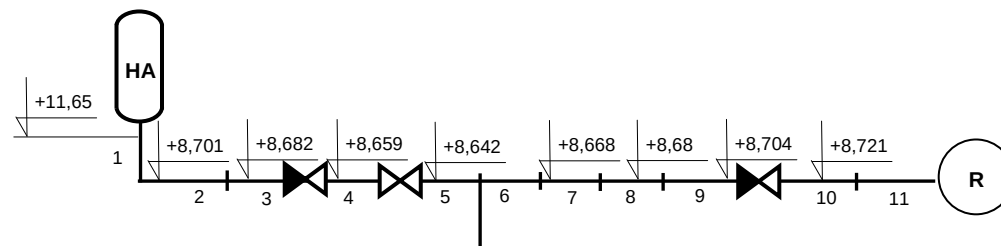
7.2.0.2.2.5.1 Pasívny havarijný systém chladenia AZ

Pasívny nízkotlakový HSCHZ systém pracuje samovoľne, uvádza sa do prevádzky bez vonkajšieho iniciačného impulzu a bez prívodu energie (na základe rozdielu tlakov medzi tlakovými zásobníkmi a primárnym okruhom). Tento systém tvoria dva nezávislé a funkčne identické podsystémy, to znamená, že z hľadiska jadrovej bezpečnosti je 100 % zálohovaný.

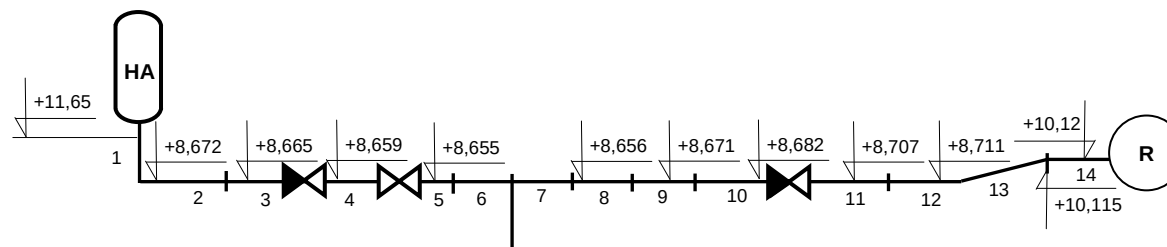
Každý podsystém je tvorený dvoma tlakovými zásobníkmi (hydroakumulátormi HA), ktoré sú spojené s reaktorom potrubím DN 250. Jeden z dvojice HA je pripojený pod AZ a druhý nad AZ. Tlakový rozdiel medzi primárnym okruhom a HA je udržiavaný dvoma spätnými klapkami DN 250.

Hydroakumulátory

	Hodnota	Rozmer
Vnútorný priemer HA	2995	mm
Hrúbka steny valcovej časti	88	mm
Hrúbka stien eliptických dien	108	mm
Celková vnútorná výška	10295	mm
Celková vonkajšia výška	11480	mm
Menovitý (geometrický) objem	60	m ³
Pracovný objem	roztok 40 dusík 20	m ³ m ³
Pracovné médium	roztok H ₃ BO ₃ 12 g/kg, + dusík N ₂ (nad hladinou)	
Pracovná teplota HA	60	°C
Pracovný tlak HA	3,5	MPa ^{abs}
Hydroakumulátorom je ponechaná možnosť dotlakovať zásobníky na tlak 6,0 MPa ^{abs} pomocou vysokotlakového dusíka.		
Každý HA má 2 ks prírubových poistných ventilov s prítlačným magnetom, ktoré slúžia proti nadmernému stúpaniu tlaku dusíkového vankúša HA		
Materiál HA	22K+08CH18N10T uhlíková ocel' plátovaná nerezom	-
Hrúbka izoácie	60	mm
Hmotnosť prázdnej nádrže HA	80 335	kg



Potrubie od hydroakumulátora:											
Úsek číslo :	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Dĺžka bez skrátenia ohybov [mm]	2949 (2947)	5300 (5300)	4494 (4494)	1427 (1427)	4135 (4135)	2738 (2738)	3974 (3974)	2953 (2953)	5586 (5511)	4516 (4591)	1146 (1146)
Spolu bez skrátenia ohybov [mm]	39218 (39216)										
Priemer potrubia [mm]	ϕ 273 x 20 N										
Ohyby na potrubí	R 450 90°	medzi úsekmi č. 1-2 (počet : 1)					R 450 30°	medzi úsekmi č. 7-8 (počet : 1)			
	R 450 90°	medzi úsekmi č. 2-3 (počet : 1)					R 450 60°	medzi úsekmi č. 8-9 (počet : 1)			
	R 450 45°	medzi úsekmi č. 6-7 (počet : 1)					R 450 13°	medzi úsekmi č. 10-11 (počet : 1)			



Potrubie od hydroakumulátora:														
Úsek číslo :	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Dĺžka bez skrátenia ohybov [mm]	2978 (2978)	1740 (1739)	907 (909)	1081 (1080)	558 (558)	2918 (2918)	3130 (3130)	3851 (3851)	2355 (2355)	4624 (4624)	1846 (1846)	1041 (1041)	2809 (2809)	1284 (1284)
Spolu bez skrátenia ohybov [mm]	31122 (31122)													
Priemer potrubia [mm]	φ 273 x 20 N													
Ohyby na potrubí	R 450 90°	medzi úsekmi č. 1-2 (počet : 1)						R 450 60°	medzi úsekmi č. 9-10 (počet : 1)					
	R 381 45°	medzi úsekmi č. 2-3 (počet : 1)						R 450 13°	medzi úsekmi č. 11-12 (počet : 1)					
	R 381 45°	medzi úsekmi č. 5-6 (počet : 1)						R 450 30°	medzi úsekmi č. 12-13 (počet : 1)					
	R 450 45°	medzi úsekmi č. 7-8 (počet : 1)						R 450 13°	medzi úsekmi č. 13-14 (počet : 1)					
	R 450 30°	medzi úsekmi č. 8-9 (počet : 1)												

7.2.0.2.2.5.2 Vysokotlakový aktívny havarijný systém chladenia AZ

Systém je tvorený tromi funkčne samostatnými podsystémami, ktoré sú strojne, elektricky i stavebne oddelené, aby pri havárii jedného systému nebola ovplyvnená funkčnosť susedných podsystémov.

Každý podsystém tvoria nasledovné zariadenia:

- havarijná zásobná nádrž,
- vysokotlakové havarijné čerpadlo,
- armatúry, potrubné trasy, elektroohrievače a SKR.

Hlavné výtlačné trasy VT čerpadiel sú zaústené do neoddeliteľných častí studených vetiev slučiek.

Počas normálnej prevádzky bloku je vysokotlakový HSCHZ v pohotovosti a nevykonáva žiadne iné činnosti. Na satie vysokotlakových havarijných čerpadiel sa privádza roztok 40 g $\text{H}_3\text{BO}_3/\text{kg H}_2\text{O}$ z havarijných zásobných nádrží. V prípade nutnosti je možné satie čerpadla jedného uzla prepojiť na ktorúkoľvek nádrž druhých dvoch uzlov.

Na výtlačku čerpadla je trojcestný ventil, ktorý plní funkciu rozdeľovača prietoku do I.O. a späť do nádrže JNF pre recirkuláciu.

V prípade, že hladina v havarijných zásobných nádržiach vysokotlakového HSCHZ klesne pod limitnú hodnotu, automaticky sa premanipuluje satie VTČ na sanie z havarijných zásobných nádrží nízkotlakového HSCHZ, a ak aj tam klesne hladina na minimálnu, čerpadlo bude sať roztok z podlahy boxov PG cez chladič sprchového systému a následne zavrie sanie z JNG nádrže.

Havarijnú zásobnú nádrž 20 a 60

	Hodnota	Rozmer
Výška nádrže	3 656	mm
Vonkajší priemer	6 000	mm
Pracovný objem	90	m^3
Menovitý objem	109	m^3
Médium	roztok 40 g $\text{H}_3\text{BO}_3/\text{kg H}_2\text{O}$	-
Pracovný tlak média	hydrostat.+0,101	MPa^{abs}
Pracovná teplota média	48 - 55	$^{\circ}\text{C}$
Maximálna teplota média	60	$^{\circ}\text{C}$
Hmotnosť prázdnej nádrže	12 630	kg
Materiál	17 247.4	

Havarijná zásobná nádrž 40

	Hodnota	Rozmer
Vonkajšie rozmery (viacvalec V)	5000x7500x3576	mm
Pracovný objem	101	m ³
Menovitý objem	122	m ³
Médium	roztok 40 g H ₃ BO ₃ /kg H ₂ O	-
Pracovný tlak média	hydrostat.+0,101	MPa ^{abs}
Pracovná teplota média	48 - 55	°C
Maximálna teplota média	60	°C
Maximálna výška hladiny	3200	mm
Minimálna výška hladiny	500	mm
Hmotnosť prázdnej nádrže	12880	kg
Materiál	17 247.4	-

Vysokotlakové havarijné čerpadlá

	Hodnota	Rozmer
Nominálny prietok	65	m ³ /h
Maximálny prietok	102	m ³ /h
Minimálny prietok	19	m ³ /h
Pracovné médium	roztok 40 g H ₃ BO ₃ /kg H ₂ O	-
Pracovná teplota média	60	°C
Záverný tlak	13,26*	MPa ^{abs}
Sací tlak nom / min	0,18 / 0,15	MPa ^{abs}
Sacia výška min / max	6 / 11,5	m
Hustota za prevádzkových podmienok	1000,3	kg/m ³
Merná energia	12753	J/kg
Sacia rýchlosť	2,2	m/s
Otáčky čerpadla	2981	rpm
Materiál telesa	08CH18N10T	-
Celková hmotnosť čerpadla	8287	kg
VTČ sa zapína / vypína automaticky pri pôsobení príslušných signálov ESFAS VTČ sa vypína z dôvodu ochrany proti natlakovaniu za studena pri súčasnom pôsobení príslušných signálov RLS		

Stredná charakteristika VTČ (závislosť prietoku do I.O. od tlaku v I.O.) bola stanovená na základe údajov od výrobcu, pričom ventil na obtokovej trase sa uvažuje zatvorený. Pre účely TH analýz bola zo strednej charakteristiky stanovená aj minimálna a maximálna charakteristika. Minimálna charakteristika VTČ bola stanovená tak, že tlak bol znížený o 2% a prietok bol znížený o 10%. Maximálna charakteristika VTČ bola stanovená tak, že tlak bol zvýšený o 2% a prietok bol zvýšený o 10%.

Ventil rohový spätný vo výtlaku VTČ (v HZ)

	Hodnota	Rozmer
Pracovný tlak nom / max	12,69 / 13,7	MPa
Pracovná teplota nom / max	267 / 325	°C
Max. prietok	102	t/h
Tlak. strata pri Q _{max}	6,5	kPa
DN potrubnej trasy / Rozmer potrubia	DN125 / 133 x 11	mm

Trojcestný ventil vo výtlaku VTČ

	Hodnota	Rozmer
Prietok min./norm./max.	22 / 65 / 102	m ³ /h
Dp AB min./norm./max. („A“ Inlet, „B“ Outlet)	0 / 190 / 8617,59	kPa
Dp AC min./norm./max. („A“ Inlet, „C“ Bypass)	13058,51 / 0 / 0	kPa
Tlak na vstupe ARV v bode A („A“ Inlet) min./norm./max.	13,26 / 12,94 / 11,62	MPa
Prietok koeficient KV min./norm./max.	1,9252 / 8,1068 / 10,9877	m ³ /h
Maximálny pracovný tlak média	14	MPa
Pracovná teplota média	60	°C
Hmotnosť	152	kg
Vstup DN / PN	DN80 / PN160	
Výstup DN / PN	DN80 / PN160	
Bypass DN / PN	DN50 / PN160	

RČA s elektrickým pohonom vo výtlaku VTČ

	Hodnota	Rozmer
Pracovný tlak nom / max	14 / 14	MPa ^{abs}
Pracovná teplota nom / max	60 / 80	°C
Max. prietok	102	m ³ /h
Max. doba na zatvorenia ventilu / Max. doba na otvorenia ventilu	10,9 / 10,9	s
Súčiniteľ miestnej tlakovej straty	0,66	
Pripojenie ventilu (rozmer)	133 x 11	mm
DN / PN	DN125 / PN160	

Uzatvárací ventil s el. pohonom vo výtlaku VTČ

	Hodnota	Rozmer
Pracovný tlak nom / max	14 / 14	MPa
Pracovná teplota nom / max	60 / 80	°C
Max. doba na uzavretia ventilu / Max. doba na otvorenia ventilu	6,5 / 6,5	s
Max. prietok	102	m ³ /h
Súčiniteľ miestnej tlakovej straty	4,5	
Pripojenie ventilu (rozmer)	133 x 11	mm
DN / PN	DN125 / PN250	

Ventil regulačný s el. pohonom vo výtlaku čerpadla na obtoku

	Hodnota	Rozmer
Prietok min. / norm. / max.	2,752 / 13,859 / 53,18	t/h
Tlak min. / norm. / max.	13,14 / 13,14 / 12,88	MPa ^{abs}
Pracovná teplota	60	°C
Diferenčný tlak min. / norm. / max.	0,337 / 2,139 / 11,336	MPa
Vstup. rozmer armatúry / Výstup. rozmer armatúry	57 x 6 / 57 x 6	mm
DN	50	

7.2.0.2.2.5.3 Nízkotlakový aktívny havarijný systém chladenia AZ

Systém je tvorený tromi nezávislými okruhmi.

Každý okruh tvoria nasledovné zariadenia:

- havarijné zásobné nádrže
- nízkotlakové havarijné čerpadlo
- armatúry, potrubné trasy, elektroohrievače, SKR

Hlavné výtláčne trasy NT čerpadiel sú pripojené:

- k reaktoru
- do neoddeliteľnej časti horúcej a studenej vetvy slučky

Počas normálnej prevádzky bloku je nízkotlakový HSCHZ v pohotovosti a nevykonáva žiadne iné činnosti. Na satie nízkotlakových havarijných čerpadiel sa privádza roztok H₃BO₃ 12 g/kg z havarijných zásobných nádrží. Jeden podsystém má z dispozičných dôvodov dve havarijné nádrže.

Pri poklese hladiny v havarijných zásobných nádržiach nízkotlakého HSCHZ na menej ako limitná hodnota automaticky sa premanipuluje sanie nízkotlakových havarijných čerpadiel na sanie z podlahy HZ cez chladič sprchového systému.

Havarijné zásobné nádrže 20 a 60

	Hodnota	Rozmer
Vonkajšie rozmery (viacvalec V)	6000x15900x3576	mm
Pracovný objem	261	m ³
Menovitý objem	316	m ³
Médium	roztok H ₃ BO ₃ 12 g/kg	-
Pracovný tlak média	hydrostat. +0,101	MPa ^{abs}
Hustota pri 20°C	1003,4	kg/m ³
Pracovná teplota média	48 - 55	°C
Maximálna teplota média	60	°C
Nom. výška hladiny	3200	mm
Hmotnosť prázdnej nádrže	27 375	kg
Materiál	17 247.4	-

Havarijná zásobná nádrž 40-1

	Hodnota	Rozmer
Vonkajšie rozmery (viacvalec V)	5000x15000x3576	mm
Pracovný objem	216	m ³
Menovitý objem	262	m ³
Médium	roztok H ₃ BO ₃ 12 g/kg	-
Pracovný tlak média	hydrostat. +0,101	MPa ^{abs}
Pracovná teplota média	48 - 55	°C
Maximálna teplota média	60	°C
Nom. výška hladiny	3200	mm
Hmotnosť prázdnej nádrže	24275	kg
Materiál	17 247.4	-

Havarijná zásobná nádrž 40-2

	Hodnota	Rozmer
Vonkajšie rozmery (valec V)	5000x3666	mm
Vnútorný priemer	4992	mm
Pracovný objem	63	m ³
Menovitý objem	76	m ³
Médium	roztok H ₃ BO ₃ 12 g/kg	-
Pracovný tlak média	hydrostat. +0,101	MPa ^{abs}
Pracovná teplota média	48 - 55	°C
Maximálna teplota média	60	°C
Nom. výška hladiny	3200	mm
Hmotnosť prázdnej nádrže	10 132	kg
Materiál	17 247.4	

Nízkotlakové havarijné čerpadlá

	Hodnota	Rozmer
Nominálny prietok	800	m ³ /h
Minimálny / maximálny prietok	210 / 1008	m ³ /h
Pracovná teplota média	125	°C
Sacia výška min. / max	6,1 / 12,5	m
Druh média v zariadení	roztok H ₃ BO ₃ 12 g/kg	-
Sací tlak nom. / min.	0,2 / 0,16	MPa ^{abs}
Záverný tlak	0,955*	MPa ^{abs}
Hustota	944,6	kg/m ³
Merná energia	687	J/kg
Sacia rýchlosť	3,1	m/s
Otáčky čerpadla	1478	rpm
Materiál	9.4460	-
Celková hmotnosť	3046	kg
NTČ sa zapína / vypína automaticky pri pôsobení príslušných signálov ESFAS		

Stredná charakteristika NTČ (závislosť prietoku do I.O. od tlaku v I.O.) bola stanovená na základe údajov od výrobcu. Pre účely TH analýz bola zo strednej charakteristiky stanovená aj minimálna a maximálna charakteristika. Minimálna charakteristika NTČ bola stanovená tak, že tlak bol znížený o 2% a prietok bol znížený o 10%. Maximálna charakteristika NTČ bola stanovená tak, že tlak bol zvýšený o 2% a prietok bol zvýšený o 10%.

Rýchločinná armatúra na výtlačnej trase NT čerpadla

	Hodnota	Rozmer
Pracovný tlak nom / max	2,4 / 14	MPa ^{abs}
Pracovná teplota	125	°C
Max. doba na uzavretia ventilu / Max. doba na otvorenia ventilu	11,5 / 11,5	s
Max. prietok	800	m ³ /h
Súčiniteľ miestnej tlakovej straty	0,35	
Pripojenie ventilu (rozmer)	273 x 20	mm
DN / PN	DN250 / PN160	
Armatúra sa otvára automaticky pri pôsobení príslušných signálov ESFAS		

Regulačný ventil vo výtláčnej trase NT čerpadla

	Hodnota	Rozmer
Prietok min / nom / max	10 / 250 / 800	t/h
Teplota	125	°C
Tlak	2,4	m ³ /h
Diferenčný tlak Qmin / Qnom / Qmax	0,675 / 0,57 / 0,15	MPa
Vstup. rozmer armatúry / Výstup. rozmer armatúry	273x20 / 273x20	mm
DN	DN250	
Reg. ventil sa otvára automaticky pri pôsobení príslušných signálov ESFAS Reg. ventil slúži k ručnému diaľkovému nastaveniu (zníženiu) prietoku na výtlaku NT čerpadla v režimoch s nízkym protitlakom v I.O., pri seismickom dochladzovaní pomocou systému havarijného dochladzovania, resp. v režimoch s odtlakovaným (otvoreným) reaktorom.		

Ventil vo výtláčnej trase NT čerpadla (v HZ)

	Hodnota	Rozmer
Pracovný tlak	14	MPa
Pracovná teplota média	325	°C
Max. doba na uzavretia ventilu / Max. doba na otvorenia ventilu	53 / 53	s
Max prietok	800	m ³ /h
Súčiniteľ miestnej tlakovej straty	0,31	
Prípojenie ventilu (rozmer)	273 x 20	mm
DN / PN	DN250 / PN160	
Ventil sa automaticky otvára a je blokový v otvorenej polohe pri pôsobení príslušného signálu ESFAS. Operátor uzatvára ventil v režime havarijného dochladzovania pri zemetrasení, pri tlaku I.O. a teplote v studenej vetve I.O. menšej než limitné hodnoty.		

Ventil v HZ

	Hodnota	Rozmer
Pracovný tlak	12,69	MPa
Pracovná teplota média	295	°C
Max. doba na uzavretia ventilu / Max. doba na otvorenia ventilu	53 / 53	s
Prípojenie ventilu (rozmer)	273 x 20	mm

7.2.0.2.2.5.4 Systém havarijného dochladzovania bloku po seizmickej udalosti

Dochladzovanie bloku pri seizmickej udalosti prebieha v dvoch režimoch:

1. v parnom režime - odpúšťaním pary cez PS-A a dopĺňaním PG s vodou systému SHN
2. vo vodnom režime - havarijným systémom dochladzovania bloku pri seizmickej udalosti

Systém tvoria tri podsystémy

Každý podsystém tvoria nasledovné zariadenia:

- chladič sprchového systému
- nízkotlakové havarijné čerpadlo
- armatúry, potrubné trasy a SKR.

Ku koncu parného režimu, kedy teplota chladiva v studenej vetve I.O. bude znížená cca na 125 °C, operátor otvára armatúry, nastavuje prietok cez nízkotlakové havarijné čerpadlo a odvod tepla sa uskutočňuje cez chladič sprchového systému. V tejto fáze sú zastavené HCČ a tlak v I.O. je asi 0,8 MPa. Rýchlosť chladenia I.O. nesmie prevyšovať 30 °C/hod. Každý z troch systémov havarijného dochladzovania je sám schopný dochladzovať reaktor vo vodnom režime a odvádzať zostatkové teplo až do teploty chladiva I.O. na výstupe z AZ 60 °C. Chladivo zo systému HSCHZ cirkuluje v okruhu: reaktor - potrubie systému - chladič sprchového systému - NT čerpadlo - reaktor. Vhodný rozdiel teplôt medzi I.O. a chladivom z HSCHZ (50-60°C) je udržiavaný reguláciou prietoku chladiva cez tepelný výmenník a mimo neho regulačnými armatúrami. Chladenie I.O. pomocou HSCHZ trvá približne 3 hod. Rovnakým spôsobom prebieha dochladzovanie reaktora v prípade, že dôjde k zemetraseniu až vo fáze dochladzovania reaktora vo vodnom režime pri plánovanom odstavení reaktora a pri výmene paliva.

Uzatváracia armatúra 20, 60 - 2

	Hodnota	Rozmer
Pracovný tlak média	14	MPa ^{abs}
Pracovná teplota média	325	°C
Max. prietok	550	m ³ /h
Max. doba uzavretia / otvorenia ventilu	53 / 53	s
Súčiniteľ miestnej tlakovej straty	0,31	-
Pripojenie ventilu (rozmer)	273 x 20	mm
DN / PN	DN250 / PN160	

Uzatváracia armatúra 40 - 2

	Hodnota	Rozmer
Pracovný tlak média	12,36	MPa ^{abs}
Pracovná teplota média	295	°C
Max. doba uzavretia / otvorenia ventilu	53 / 53	s
Pripojenie ventilu (rozmer)	273 x 20	mm

Uzatváracia armatúra 20, 40, 60 - 4

	Hodnota	Rozmer
Pracovný tlak média	1,6	MPa ^{abs}
Pracovná teplota média	160	°C
Max. prietok	550	m ³ /h
Max. doba uzavretia / otvorenia ventilu	27 / 27	s
Súčiniteľ miestnej tlakovej straty	0,2	-
Prípojenie ventilu (rozmer)	273 x 11	mm
DN / PN	DN250 / PN40	

Regulačná armatúra 20,40,60-005

	Hodnota	Rozmer
Pracovný tlak média min / max	1,6 / 1,6	MPa ^{abs}
Teplota média min / max	160 / 160	°C
Prietok min / max	100 / 650	t/h
Diferenčný tlak min / max	0,35 / 0,012	MPa
Výstupný rozmer armatúry	273 x 11	mm
DN	DN250	

Regulačná armatúra 20,40,60-006

	Hodnota	Rozmer
Pracovný tlak média min / max	1,6 / 1,6	MPa ^{abs}
Teplota média min / max	160 / 160	°C
Prietok min / max	0 / 550	t/h
Diferenčný tlak min / max	0,48 / 0,045	MPa
Výstupný rozmer armatúry	219 x 11	mm
DN	DN200	

7.2.0.2.2.6 Systém dopĺňovania a bórovej regulácie primárneho okruhu a systém odpúšťania primárneho okruhu**Systém normálneho dopĺňovania a bórovej regulácie je určený k:**

- prívodu vody na uchpávky HCČ vo všetkých režimoch prevádzky JE
- dopĺňovanie I.O. (kompenzácia neorganizovaných únikov)
- vrátenie organizovaných únikov vo všetkých režimoch prevádzky JE do I.O.
- dopĺňovanie I.O. v režimoch bórovej regulácie
- dopĺňovaniu I.O. v havarijných režimoch (netesnosti primárneho okruhu, prasknutie parovodu)
- dochladzovaniu KO (v prípade odstavených HCČ)
- regulovanému prívodu čistého kondenzátu do odplyňovačov dopĺňovania a bórovej regulácie
- zaplneniu I.O.

Odplynený čistý kondenzát v odplyňovači bórovej regulácie alebo chladivo I.O. odplynené v odplyňovači dopĺňovania sú privádzané na sanie dopĺňovacích čerpadiel cez regeneračné výmenníky, v ktorých sa ochladzujú na cca nižšiu teplotu. Pri zvýšení teploty odplyneného chladiva za týmito chladičmi sa uvádzajú do prevádzky dochladzovače (chladiace médium - technická voda).

Tri navzájom prepojené doplňovacie čerpadla zabezpečujú spoľahlivú dodávku doplňovanej vody do I.O., pričom pre nominálny režim stačí prevádzka jedného čerpadla a ostatné dve sú v rezerve.

Rezervné doplňovacie čerpadlo sa uvádza automaticky do prevádzky pri znížení uvedeného tlakového rozdielu na 0,3 MPa alebo pri znížení úrovne hladiny v kompenzátore objemu o 400 mm pod nominálnou hladinou.

Vzhľadom k nestabilnému chodu hydraulickej spojky doplňovacieho čerpadla pri prietochných množstvách menších ako 18 m³/h je výtlak doplňovacieho čerpadla vybavený recirkulačnou trasou zavedenou do odplyňovača doplňovania a bórovej regulácie s prietokom 10 m³/h alebo 60 m³/h. Potom doplňovacie čerpadlo aj pri minimálnom požadovanom prietochnom množstve (12 m³/h na upchávku HCČ +10 m³/h trasou recirkulácie) pracuje v oblasti stabilného chodu hydraulickej spojky.

Predradené čerpadlo

	Hodnota	Rozmer
Prietok nom. / max. / min.	70 / 90 / 21	m ³ /h
Sací tlak nom. / min.	0,3 / 0,25	MPa ^{abs}
Záverný tlak	0,9	MPa ^{abs}
Max. pracovná teplota média	70	°C
Otáčky	2879	ot/min
Nomin. tlaková výška	500	J/kg
Nátoková výška min. / max.	15 / 19	m

Doplňovacie čerpadlo

	Hodnota	Rozmer
Prietok nom. / max. / min.	50 / 60 / 10	m ³ /h
Sací tlak nom. / min.	0,8 / 0,3	MPa ^{abs}
Záverný tlak	14,7	MPa ^{abs}
Max. pracovná teplota média	70	°C
Otáčky	8980	ot/min
Nomin. tlaková výška	12950	J/kg
Pracuje nepretržite a automaticky udržiava tlak vo výtlačnej trase o 0,4÷ 0,7 MPa väčší ako je výtlak HCČ.		

V analýzach bezpečnosti sa tento systém uvažuje vtedy, keď zhoršuje priebeh sledovaných parametrov, preto sa ďalej uvádza maximálne množstvo chladiva doplňovaného do I.O.. Z hľadiska kompenzácie objemu chladiva v I.O. pracuje uvedený systém v týchto základných režimoch:

Normálna prevádzka

Do I.O. doplňujú chladivo tri agregáty z dvojice odplyňovačov. Pracovný, hlavná rezerva a záložný. V každej trase sa nachádza jedno predradné a jedno doplňovacie čerpadlo. Regulátor na odpúšťaní udržiava hladinu KO v rozmedzí +/- 0,0 mm. Maximálny prietok podávaný pracovným NDČ je 60 m³/h. Ak je prietok vyšší, zapracuje ochrana a čerpadlo odstavi. 12 m³/h sa podáva na upchávky HCČ a dodaný prietok do I.O. je:

- maximálny prietok je (60 + 60) m³/h – 12m³/h
- zatiaľ čo reálny prietok je (50 + 50) m³/h - 12 m³/h

Trasou odpúšťania z I.O. sa späť do odplyňovača z I.O. vracia také množstvo chladiva, aby sa udržiavala stabilná nominálna hladina KO. Toto chladivo je prečerpávané dvojicou čerpadiel. Zvyšné chladivo z I.O. sa vracia späť systémom organizovaných únikov.

Havarijná prevádzka bez zásahu operátora

Pri malom úniku chladiva I.O. hladina v KO klesá a systém odpúšťania reguluje hladinu KO na +/-0 mm privieraním armatúry na odpúšťaní I.O.. Hladina v pracovnom odplyňovači klesá.

Ak pri väčšom úniku chladiva I.O. poklesne hladina KO o -400 mm automatika spúšťa hlavné rezervné čerpadlo s maximálnym prietokom 60 m³/h. Toto čerpadlo sa tiež spúšťa ak delta p vo výtlačnom kolektore poklesne na 0,3 MPa.

Objem chladiva v pracovnom odplyňovači je 19 m³. Pri poklese hladiny v odplyňovači o 700 mm (2160 - 700 = 1460 mm) sa odstaví pracovné NDČ. Funkciu pracovného odplyňovača dočasne preberá rezervný odplyňovač bórovej regulácie s kapacitou 19 m³. Na pripojenie je však potrebný zásah operátora. Pri činnosti bez zásahu operátora sa po výpadku pracovného odplyňovača dopĺňovanie do I.O. zo systému normálneho dopĺňovania zastaví.

Celkovo je teda v prípade malého úniku chladiva z I.O. v automatickom režime bez zásahu operátora možné doplniť približne 5-6 m³ chladiva.

Všetky pracujúce ND čerpadlá tiež vypína signál ESFAS Veľký únik.

Havarijná prevádzka so zásahom operátora

So zásahom operátora je možné na sanie ND čerpadla a do odplyňovačov namanipulovať chladivo z dvoch nádrží, z ktorých každá má pracovný objem 50 m³. V jednej je koncentrácia H₃BO₃ 12 g/kg a v druhej 40 g/kg. Nádrž z koncentráciou kyseliny boritej 12 g/kg nie je podľa LaP sledovaná. Nádrž z koncentráciou kyseliny boritej 40 g/kg je podľa LaP sledovaná. Minimálny objem chladiva, ktorý je operátor schopný dodať do I.O. je rovný 50 m³ a maximálny objem je rovný 100 m³.

Odplyňovač dopĺňovania a bórovej regulácie

	Hodnota	Rozmer
Pracovný objem	19	m ³
Geometrický objem	31	m ³
Pracovný tlak média	0,12 / 0,45	MPa ^{abs}
Pracovná teplota média	104 / 138	°C
Rozmer	priemer 3000 výška 7620	mm mm
Max. tlak média	0,6	MPa ^{abs}
Max. teplota média	138	°C
Plocha vykurovacieho hada	53,5	m ²

Chladič doplnovacej vody

	Hodnota	Rozmer
<i>Voda I.O do odplyňovača:</i>		
Pracovný tlak na vstupe	0,74	MPa ^{abs}
Teplota na vstupe	50	°C
Teplota na výstupe	103	°C
Množstvo	79,44	t/h
Objem	2,7	m ³
<i>Voda I.O z odplyňovača:</i>		
Pracovný tlak na vstupe	0,3	MPa ^{abs}
Teplota na vstupe	104	°C
Teplota na výstupe	70	°C
Množstvo	57,66	t/h
Objem	1,8	m ³
Teplovýmenná plocha	124	m ²
Výkon	2653	kW
Koeficient prestupu tepla: čistý / zanesený	2,7152 / 1,096	kW/m ² .°C
Počet rúrok	154	ks
Priemer rúrky	16 x 1,2	mm
Dĺžka rúrky	5477	mm

Dochlazovač doplnovacej vody

	Hodnota	Rozmer
<i>Chladené médium (voda I.O.):</i>		
Teplota na vstupe	65	°C
Teplota na výstupe	54,18	°C
Tlak na vstupe	0,4	MPa ^{abs}
Množstvo	58,5	t/h
Objem	0,25	m ³
<i>Chladiace médium (TVD):</i>		
Teplota na vstupe	33	°C
Teplota na výstupe	38,87	°C
Tlak na vstupe	0,805	MPa ^{abs}
Množstvo	110	t/h
Objem	0,3	m ³
Teplovýmenná plocha	35	m ²
Výkon	747	kW
Koeficient prestupu tepla: čistý / zanesený	2,734 / 1,532	kW/m ² .°C
Počet rúrok	520	ks
Priemer rúrky	16 x 1,2	mm
Dĺžka rúrky	1456	mm

Systém odpúšťania chladiva je určený k:

- odpúšťaniu chladiva z I.O. vo všetkých režimoch prevádzky JE
- odvodu chladiva na odplynenie
- odvodu odplyneného chladiva na čistiacu stanicu drenážnych vôd I.O., prípadne do nádrží nečistého kondenzátu
- počiatočnému zaplneniu I.O.
- vyprázdňovaniu I.O.
- odvodu roztokov po deaktivácii vnútorných povrchov zariadení I.O.

Odpúšťanie chladiva I.O. vo všetkých režimoch zaisťujú čerpadlá odpúšťania.

Pri nominálnej prevádzke bloku je v chode čerpadlo napojené na odplyňovač dopĺňovania. Výtlak čerpadiel je vybavený recirkulačnou trasou uvedenú do prevádzky pri spustení čerpadiel a odstavenej po dosiahnutí prietoku 30 m³/h. Pri znížení prietoku pod 30 m³/h sa recirkulačná trasa opäť otvára. Odpustené chladivo prim. okruhu je výtlačnými trasami odvádzané k čistiacej stanici a nádržiam „nečistého“ kondenzátu.

Nominálne parametre ve výtlačnej trase pri nom. prevádzke sú Q = 50 m³/h, tlak p = 0,36 MPa, teplota = 50°C. Systém obsahuje dve na sebe nezávislé vzájomne zameniteľné potrubné trasy.

Čerpadlo odpúšťania chladiva I.O.

	Hodnota	Rozmer
Dopravované médium :	voda s obsahom 12 g/l H ₃ BO ₃	-
Prietok nomin. / maxim. / minim.	50 / 61 / 15,12	m ³ /hod
Záverny tlak	0,94	MPa ^{abs}
Sací tlak nomin. / minim.	0,32 / 0,29	MPa ^{abs}
Nátoková výška minim. / maxim.	19 / 21	m
Pracovná teplota	70	°C
Otáčky	2930	ot/min

Zberný box

	Hodnota	Rozmer
Pracovná teplota	55	°C
Pracovný tlak	0,1	MPa ^{abs}
Geometrický objem / Pracovný objem	0,23 / 0,1	m ³

7.2.0.2.2.7 Ostatné systémy so vzťahom k primárnemu okruhu

7.2.0.2.2.7.1 Systém havarijného odvodu paroplynnej zmesi z I.O.

Systém havarijného odvodu paroplynnej zmesi z I.O. slúži na odvod paroplynnej zmesi (hlavne nekondenzovateľných plynov) z priestoru pod vekom reaktora a zo všetkých primárnych kolektorov PG v havarijnom režime a po seizmickej udalosti v režime prirodzenej cirkulácie.

Nekondenzujúce plyny (ako napr. vodík alebo dusík) vznikajú v havarijných situáciách spojených s prudkým poklesom tlaku. Tieto plyny sa uvoľňujú:

a) z chladiva I.O. pri:

- poklese tlaku v I.O.
- tepelno-radiačnom rozklade amoniaku
- doplňovaní chladiva do I.O. z HA
- rádiolýze

b) pri netesnosti alebo zlyhaní uzavieracej funkcie guľových plavákových ventilov HA

c) pri korózii Zr pokrytia PČ

Prudký pokles tlaku v I.O. môže nastať pri haváriách spojených s únikom chladiva I.O. (LOCA), pri prudkom vychladení I.O., pri falošnom zapracovaní vstrekov do KO.

Systém musí spoľahlivo pracovať v havarijných stavoch, po seizmickej udalosti a pri úplnej strate napájania vlastnej spotreby.

Pre havarijné odplyňovanie reaktora slúži uzatvárateľná potrubná trasa vychádzajúca z najvyššieho miesta reaktorovej nádoby, t.j. cez mechanizmus pohonu centrálnej regulačnej kazety (HRK). Z hornej časti tohoto pohonu, na výškovej kóte 21,61m, vychádza odplyňovacie potrubie DN10 (vnútorný $\varnothing$ 10mm) a celkovej dĺžke 13,55m. Potrubie zostupuje pozdĺž horného bloku a prechádza betónovou šachtou reaktora smerom k uzatváracím ventilom DN15, nasleduje zväčšenie prierezu z DN10 na DN15 (vnútorný $\varnothing$ 13mm) a 4 uzatváracie ventily DN15 vo dvoch paralelných vetvách. Tu je najnižší bod odplyňovacej trasy.

Potrubie DN15 od ventilov DN15 pokračuje ku kolektoru havarijného odplyňovania parogenerátorov. Celková dĺžka potrubia DN15 k T kusu, kde dochádza opäť k zväčšeniu svetlosti z DN15 na DN32 (vnútorný $\varnothing$ 31mm) je 23,5m. Tento T kus slúži súčasne k pripojeniu prvého PG (PG č.6). Kolektor obchádza postupne všetky PG. Dĺžka potrubia DN32 od 1. T kusu (PG č.6) až po posledný (PG č.1) je 51,44m. Potrubie je potom zaústené do barbotážnej nádrže (BN) kompenzátoru objemu (KO) - presnejšie do pripojovacieho potrubia KO DN150 (vnútorný $\varnothing$ 139mm) (v blízkosti BN). Celková dĺžka trasy od kanálu pohonu HRK k vyústeniu do BN je 123,05m.

Počas normálnej prevádzky systém nie je využívaný. Na odvzdušňovanie centrálnej kazety HRK pri nábehu bloku je využívaný systém organizovaných únikov, drenáží a odvzdušnení. Systém je prevádzkovaný iba v havarijných režimoch použitím symptómovo orientovaných havarijných postupov.

Systém musí byť prevádzkyschopný v režimoch 1 ÷ 5, keď je I.O. uzavretý. Prevádzková neschopnosť systému je povolená v režimoch 6 a 7, kedy je reaktor roztesnený a odtlakovaný.

Prevádzkové parametre systému sú $p = 12,36 \text{ MPa}$ a $t = 289^\circ\text{C}$.

7.2.0.2.2.7.2 Systém technickej vody dôležitej (TVD) v reaktorovne

Systém technickej vody dôležitej (TVD) v reaktorovni je určený k zásobovaniu technickou chladiacou vodou dôležitou tých systémov v reaktorovni, ktorých spotrebiče nemajú pracovné médium rádioaktívne. Pre chladenie aktívnych a potenciálne aktívnych systémov sa najskôr využíva systémov vložených okruhov chladenia a potom systému TVD.

Systém je tvorený tromi nezávislými systémami TVD :

- I. systém TVD
- II. systém TVD
- III. systém TVD

Každý zo systémov je zásobovaný zo samostatného systému čerpacej stanice TVD, prostredníctvom vonkajších rozvodov a následne potrubných rozvodov v strojovni. Jedná sa o cirkulačný systém, kedy je TVD po vstupe do reaktorovne cez radu „V“, rozdelená do niekoľko slučiek a je rozvádzaná po bloku k jednotlivým spotrebičom a následne zase zvedená do jedného vratného kolektora, ktorým reaktorovňu opúšťa a vedie späť do strojovne a ďalej do ventilátorovej chladiacej veže.

Výnimku tvorí zásobovanie TVD výmenníkov HSCHZ, ktoré majú zvláštne privody a odvody z hlavného rozvodu TVD v strojovni priamo do príslušných kobiek HVB.

Základné pracovné parametre TVD v reaktorovni 3. bloku sú:

Teplota technickej vody dôležitej (TVD)	
1) Max. teplota TVD je 36 °C, podľa údajov o výkonnosti poskytnutých dodávateľom chladiacich veží s núteným prúdením. Táto maximálna teplota TVD sa dosahuje pri činnosti veže za nasledujúcich podmienok: prietok vody 4000 m ³ /h; rozsah teplôt: 19°C; teplota vzduchu prepočítaná na 100 %-nú vlhkosť (Wet Bulb Temperature): 33,8°C Prekročenie medznej hodnoty 33 °C TVD po dobu cca 58,5 hod. na max. 36 °C prichádza v úvahu pri súčasnom splnení nasledujúcich podmienok: - odstavený jeden systém TVD - „veľká havária“ jedného bloku a dochladzovanie druhého bloku - päťdenný teplotný extrém	
2) Min. teplota TVD je cca 5 - 15 °C. Teplotný extrém +5 °C môže nastať maximálne pri dlhotrvajúcom extrémne mrazivom zimnom období, kedy by sa TVD nestačila viacej prehriať pri svojom prietoku cez strojovňu.	
Tlaky TVD na vstupe do reaktorovne	
(spotrebiče reaktorovne)	
max. tlak	- 0,845 MPa
nom. tlak	- 0,711 MPa
(výmenníky HSCHZ)	
max. tlak	- 0,858 MPa
nom. tlak	- 0,253 MPa
Pozn.: Nom. tlak v tomto prípade zodpovedá nominálnej prevádzke 2 blokov.	

7.2.0.2.3 SEKUNDÁRNY OKRUH

7.2.0.2.3.1 Parogenerátor (sekundárna strana)

	Hodnota	Rozmer
Typ PG	PGV 213	-
Dĺžka plášťa	11800	mm
Vnútorň priemer PG	3210	mm
Plášť PG je zvarný z dvoch krajných valcov o hrúbke,	75	mm
a vonkajšom priemere	3360	mm
dvoch stredných valcov o hrúbke,	135	mm
a vonkajšom priemere	3480	mm
dvoch eliptických dien o hrúbke	88	mm
a výške	950	mm
Dĺžka valcovej časti plášťa PG	9900	mm
V eliptickom dne je prielez	$\phi 470$	mm
Výstupný parný kolektor:		
je tvorený rúrou	$\phi 465 \times 22$	mm
dĺžka rúry	8920	mm
para z priestorov separácie sa privádza 5 hrdlami	$\phi 273 \times 16,5$	mm
materiál	ocel' 22 K	-
Materiál plášťa a dna PG	ocel' 22K	-
Hmotnosť suchého PG (v rozsahu dodávky)	185000	kg
Hmotnosť celkom zaplneného PG (vodou v I. a II.O.)	~ 271500	kg
Základné technické charakteristiky PG:		
Parný výkon	444	t/h
Tlak v I. okruhu		
- na vstupe do PG	12,33	MPa ^{abs}
- výpočtový	13,73	MPa
- tlak pri tlakových skúškach	19,12	MPa
Tlak pary v II. okruhu		
- pracovný	4,74	MPa ^{abs}
- výpočtový	5,59	MPa
Teplota I. okruhu		
- priemerná teplota na výstupe z PG	266,9	°C
- priemerná teplota na vstupe do PG	295	°C
- výpočtová teplota	325	°C
- teplota pri tlakovej skúške	min. 6	°C
Teplota II. okruhu		
- pracovná teplota	260,6	°C
- výpočtová teplota	271	°C
- teplota pri tlakovej skúške	min. 70	°C
Prietokné množstvo chladiva v I. okruhu (Q_{nom})	7250	m ³ /h
Teplota napájacej vody	215,8	°C

Teplota havarijného dopĺňovania	5 ÷ 164	°C
Množstvo vody havarijného dopĺňovania na blok	65	t/h
Vlhkosť pary na výstupe z PG Vlhkosť pary sa zaručuje pri: a) ustálenom parnom výkone až do 100%, b) udržiavanie úrovne hladiny max. 150 mm nad rúrkovým zväzkom.	0,25	%
Rýchlosť pary v bubne po vyparení	0,24	m/s
Prietochné množstvo kontinuálneho odluhu	13,5	m ³ /h
Prietochné množstvo periodického odluhu (zo šiestich PG 1x denne 10 min)	30	m ³ /h
Hydraulický odpor PG v I. okruhu pri Q _{nom}	78,453 ± 19,613	kPa
Hydraulický odpor PG ve II. okruhu	11,768	kPa
<i>Pozn: Vyššie uvedené hodnoty sú iba výpočtové, skutočné pracovné parametre je nutné určiť experimentálne pri garančnom meraní.</i>		
Plný objem zaplnenej sekundárnej časti PG	75	m ³
Pracovný objem sekundárnej časti PG	48,4	m ³

Regulácia hladiny v PG

- v nominálnom režime je udržiavaná rovnováha medzi nominálnou produkciou pary generovanej v PG a množstvom privádzanej napájacej vody z výtlaku hlavných napájaciek na základe pôsobenia regulátora hladiny v PG. Pôsobením na reg. ventily na hlavnom prívode nap. vody udržiava regulátor hladinu vody v PG v rozmedzí ± 50 mm od nominálnej, tj. v rozmedzí zaručujúcom spoľahlivú prevádzku separačných zariadení i úplné využitie prestupu tepla teplovýmennou plochou.

Nominálna výška hladiny v PG je (500±50)mm od osy PG, čo zodpovedá celkovému objemu 48,4 m³.

Koncepcia riešenia rozvodu napájacej vody PG

V rámci modernizácie PG bude na EMO34 použitý inovovaný horný rozvod napájacej vody v súlade s rozvodom napájacej vody na PG EMO12. Nový rozvod je zhotovený z nerezového materiálu. Na existujúce potrubie $\phi 273 \times 16$ je privarená vidlicová rozvážacia komora, z ktorej vystupujú dve vetvy potrubia $\phi 159 \times 6,3$ mm (symetricky na obidve strany). Na toto rozvážacie potrubie je prostredníctvom rúrok $\phi 33,7 \times 2,6$ napojených šesť výtokových usmerňovacích hubíc v tvare krabice, ktoré ústia do horných partií vertikálnej strednej medzery v horúcej časti zväzku teplovýmenných rúrok (v osi horúceho kolektoru) takto: dve výtokové sekcie do kratšej časti zväzku a štyri výtokové sekcie do dlhšej časti zväzku. Pod každou krabicou je usmerňovací plech, ktorý smeruje napájaciu vodu do horizontálnej medzery v teplosmennom zväzku. Toto riešenie zaisťuje prívod zvýšeného množstva napájacej vody do oblasti primárnych kolektorov. Dochádza tak k vyplavovaniu nazhromaždených solí z tejto pre životnosť PG veľmi dôležitej oblasti a k presunu určitej časti objemu vody s relatívne vysokým obsahom solí do miest, odkiaľ možno tieto soli odluhovať.

7.2.0.2.3.2 Systém doplňovania chladiva do PG

Napájacia voda je do hlavného napájacieho napájacieho kolektora privedená z výtlaku ENČ cez VTO trasami DN450 alebo z výtlaku HNČ trasami DN100. Hlavný napájací kolektor je rozdelený na dve polovice uzatváracími armatúrami a s obtokovými armatúrami. Z jednej polovice HNK sú napájané PG 01, 03, 05 a z druhej polovice PG 02, 04, 06. Z HNK je napájacia voda k PG privedená potrubiami DN 250.

Na každej z uvedených trás je napájacia hlava, obtok napájacej hlavy a uzatváracia armatúra. Napájacia hlava je tvorená uzatváracou armatúrou, regulačným ventilom, jej obtok uzatváracou armatúrou a regulačným ventilom. Za napájacou hlavou je uzatváracia armatúra. Napájacia hlava udržiava konštantnú hladinu v PG pri rôznych prevádzkových režimoch. Nominálny prietok cez napájaciu hlavu je 445 t/h (vzťahuje sa pre 100% výkon reaktora 1375 MWt).

Hlavná trasa napájacej vody bude prevádzkovaná aj pre malé prietoky pod 90 t/hod a nábehová trasa bude využívaná ako rezervná.

V prípade havarijného poklesu hladiny v dvoch pracujúcich parogenerátoroch (PG) je napájanie PG zaisťované superhavarijnými napájačkami. Zapojenie superhavarijných napájačiek je riešené tak, že pre dvojicu parogenerátorov je samostatné superhavarijné napájacie čerpadlo so samostatnou havarijnou zásobnou nádržou demi-vody.

Hlavné parametre potrubia napájacej vody (vzťahuje sa pre 100% výkon reaktora 1375 MWt)

	Hodnota	Rozmer
Teplota napájacej vody	215,79	°C
Stredný pracovný tlak v PG	4,74	MPa
Prietochné množstvo všetkými trasami (na 6 PG)	2677	t/hod

Uzatváracie armatúry na napájacej trase za napájacou hlavou

	Hodnota	Rozmer
Teplota nom. / max.	222 / 245	°C
Tlak nom. / max.	~4,9 / 9,7	MPa g
Max. diferenciálny tlak uzavretého ventilu	9,7	MPa g
Prevádzková doba od otvorenia po zatvorenie	20	s
Prevádzková doba od zatvorenia po otvorenie	20	s
Maximálny prietok	516,3	t/h
Difer. tlak @ maximálny prietok	1,0	kPa
Maximálny prípustný krútiaci moment	781	Nm

Regulačné armatúry na napájacej hlave

				Hodnota				Rozmer
Médium	Fáza		Stav	Napájacia voda		Mono	Liquid	
Prietok	Min.	Norm.	Max.	30	504,7	504,7	588	t/h
Teplota	Q Min.	Q Norm.	Q Max.	60	222,2	222,2	222,2	°C
Tlak	Q Min.	Q Norm.	Q Max.	0,72	5,046	6,071	5,091	MPa g
Diferenčný tlak	Q Min.	Q Norm.	Q Max.	700	300	1375	300	kPa
Projektový tlak				9,7				MPa g
Projektová teplota				245				°C
Max. diferenčný tlak uzatv. armatúry				9,7				MPa g
Škrtiaci moment				20				s
Chod pohonu				76				mm

Regulačné armatúry na obtoku napájacej hlavy

				Hodnota				Rozmer
Médium	Fáza		Stav	Napájacia voda		Mono	Liquid	
Prietok	Min.	Norm.	Max.	11	60	126,18		t/h
Teplota	Q Min.	Q Norm.	Q Max.	99,6	166,1	222,2		°C
Tlak	Q Min.	Q Norm.	Q Max.	7,017	5,574	5,046		MPa g
Diferenčný tlak	Q Min.	Q Norm.	Q Max.	7000	965	300		kPa
Projektový tlak				9,7				MPa g
Projektová teplota				245				°C
Max. diferenčný tlak uzatv. armatúry				9,7				MPa g
Škrtiaci moment				20				s
Chod pohonu				76				mm

Parametre clôn na napájacom potrubí

		Hodnota	Rozmer
Vnútorný priemer potrubia / hrúbka potrubia		408,2 / 24,5	mm
Prietok	min / nom / max	480 / 1515 / 1550	t/h
Teplota	nom	224	°C
Tlak	nom	5,1	MPa g
Hustota	min	838	kg/m ³
Dĺžka prietok. úseku		2600	mm
Škrtiaci priemer		248,2282	

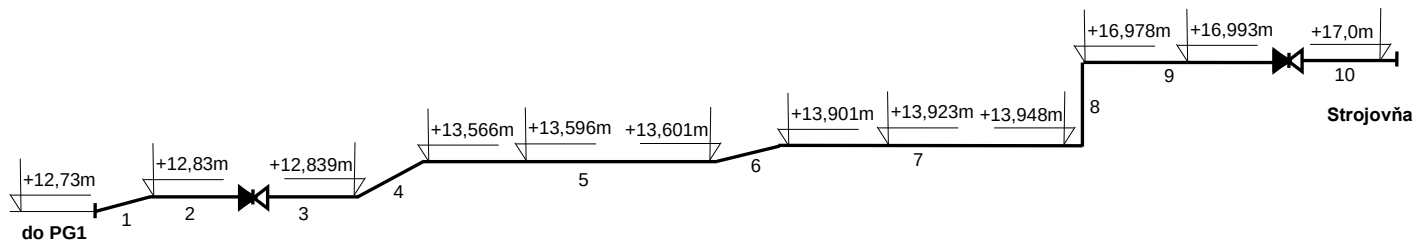
	Hodnota	Rozmer
Vnútorný priemer potrubia / hrúbka potrubia	280,92 / 21,44	mm
Prietok min / nom / max	157 / 758 / 775	t/h
Teplota nom	166,1	°C
Tlak nom	5,37	MPa g
Hustota min	905	kg/m ³
Dĺžka prietok. úseku	1800	mm
Škrtiaci priemer	209,9632	

	Hodnota	Rozmer
Vnútorný priemer potrubia / hrúbka potrubia	236,48 / 18,26	mm
Prietok min / nom / max	105 / 505 / 588	t/h
Teplota nom	224	°C
Tlak nom	4,75	MPa g
Hustota min	838	kg/m ³
Dĺžka prietok. úseku	1600	mm
Škrtiaci priemer	178,1894	

7.2.0.2.3.2.1 Napájacie potrubia

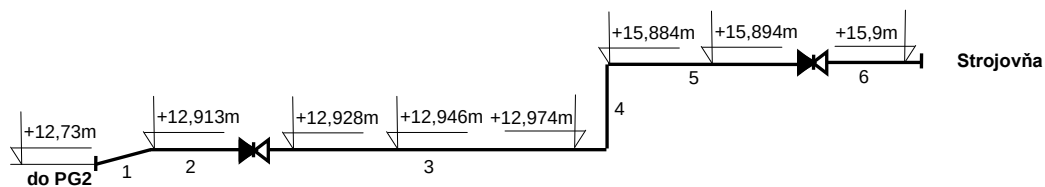
Rozmery napájacích potrubí sú uvedené na nasledovných schémach.

Napájacie potrubie do PG1 - v HZ



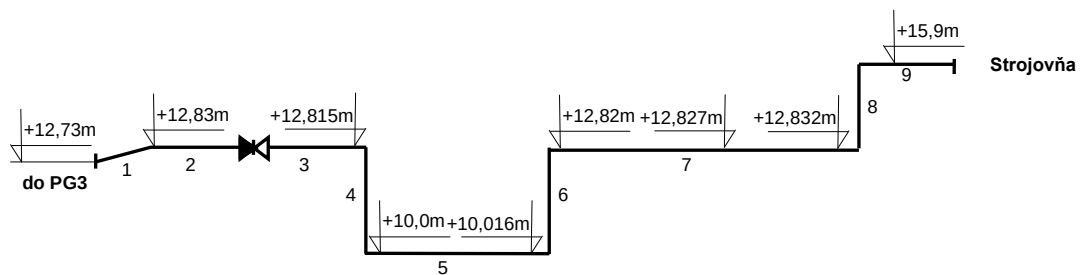
Napájacie potrubia do PG1 – v HZ																
Úsek číslo:	1	2	3	4	5a	5b	5c	6	7a	7b	7c	7d	8	9a	9b	10
Dĺžka bez skrátenia ohybov [mm]	200	2482	1000	1447	1998	4884	3371	1148	2502	3737	2528	6866	3031	2534	3387	675
Priemer potrubia [mm]	φ273x16	φ273x10	φ273x16			φ273x10	φ273x16			φ273x10	φ273x16	φ273x10			φ273x16	φ273x10
Spolu bez skrátenia ohybov [mm]	41790															
Ohyby na potrubí	R 380mm 30° medzi úsekmi č. 1-2, úsek č. 2 1x (počet: 2) R 1000mm 30° medzi úsekmi č. 3-4, 4-5 (počet: 2) R 1000mm 45° úsek č. 5 1x, 7 1x, 9 1x (počet: 3) R 1000mm 15° medzi úsekmi č. 5-6, 6-7 (počet: 2) R 380mm 90° medzi úsekmi č. 7-8, 8-9 (počet: 2)															

Napájacie potrubie do PG2 - v HZ



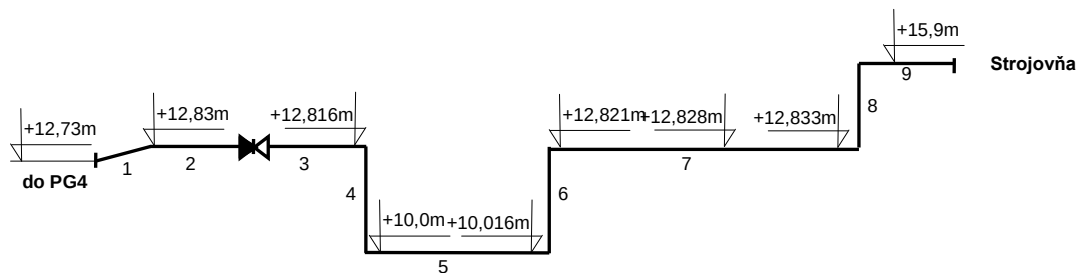
Napájacie potrubia do PG2 – v HZ									
Úsek číslo :	1	2	3a	3b	3c	4	5a	5b	6
Dĺžka bez skrátenia ohybov [mm]	366	2449	6838	2528	7866	2910	1534	3387	675
Priemer potrubia [mm]	φ273x16		φ273x10	φ273x16	φ273x10			φ273x16	φ273x10
Spolu bez skrátenia ohybov [mm]	28553								
Ohyby na potrubí	R 1000mm 30° medzi úsekmi č. 1-2 (počet: 1) R 380mm 90° medzi úsekmi č. 3-4, 4-5, 3 1x (počet: 3) R 1000mm 45° úsek č. 3 1x, 5 1x (počet: 2)								

Napájacie potrubie do PG3 - v HZ



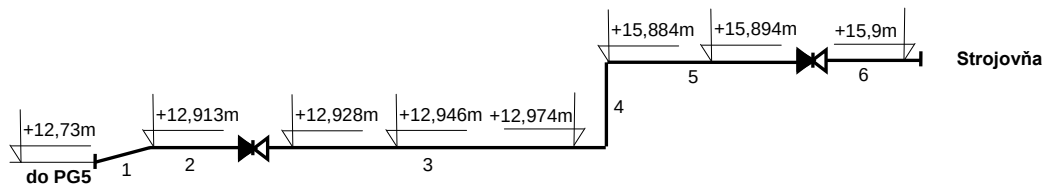
Napájacie potrubia do PG3 –v HZ														
Úsek číslo :	1	2	3	4a	4b	5a	5b	6a	6b	7a	7b	7c	8	9
Dĺžka bez skrátenia ohybov [mm]	200	1962	3270	2114	701	2337	2896	2105	699	1435	2280	379	3068	600
Priemer potrubia [mm]	φ273x16	φ273x10	φ273x16		φ273x10		φ273x16		φ273x10		φ273x16	φ273x10		
Spolu bez skrátenia ohybov [mm]	23776													
Ohyby na potrubí	R 380mm 30° medzi úsekmi č. 1-2 (počet: 1) R 1250mm 90° medzi úsekmi č. 3-4, 5-6 (počet: 2) R 1000mm 45° úsek č. 7 1x, (počet: 1) R 380mm 90° medzi úsekmi č. 4-5, 6-7, 7-8, 8-9, úsek č. 2 1x (počet: 5)													

Napájacie potrubie do PG4 - v HZ



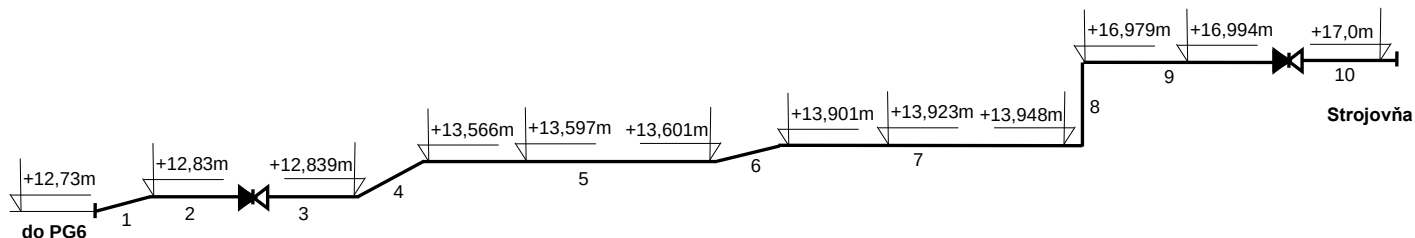
Napájacie potrubia do PG4 - v HZ														
Úsek číslo :	1	2	3	4a	4b	5a	5b	6a	6b	7a	7b	7c	8	9
Dĺžka bez skrátenia ohybov [mm]	200	1962	3270	2114	701	2337	2896	2105	699	1435	2280	379	3068	600
Priemer potrubia [mm]	φ273x16	φ273x10	φ273x16		φ273x10		φ273x16		φ273x10		φ273x16	φ273x10		
Spolu bez skrátenia ohybov [mm]	23776													
Ohyby na potrubí	R 380mm 30° medzi úsekmi č. 1-2 (počet: 1) R 1250mm 90° medzi úsekmi č. 3-4, 5-6 (počet: 2) R 1000mm 45° úsek č. 7 1x (počet: 1) R 380mm 90° medzi úsekmi č. 4-5, 6-7, 7-8, 8-9 úsek č. 2 1x (počet: 5)													

Napájacie potrubie do PG5 - v HZ



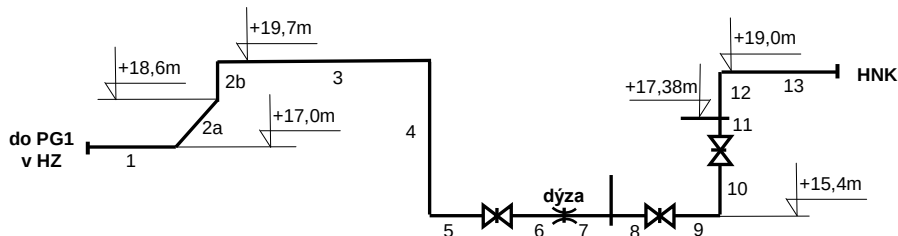
Napájacie potrubia do PG5 –v HZ									
Úsek číslo :	1	2	3a	3b	3c	4	5a	5b	6
Dĺžka bez skrátenia ohybov [mm]	366	2449	6836	2528	7866	2910	1534	3387	675
Priemer potrubia [mm]	φ273x16		φ273x10	φ273x16	φ273x10			φ273x16	φ273x10
Spolu bez skrátenia ohybov [mm]	28551								
Ohyby na potrubí	R 1000mm 30° medzi úsekmi č. 1-2 (počet: 1)								
	R 380mm 90° medzi úsekmi č. 3-4, 4-5, 3 1x (počet: 3)								
	R 1000mm 45° úsek č. 3 1x, 5 1x (počet: 2)								

Napájacie potrubie do PG6 - v HZ



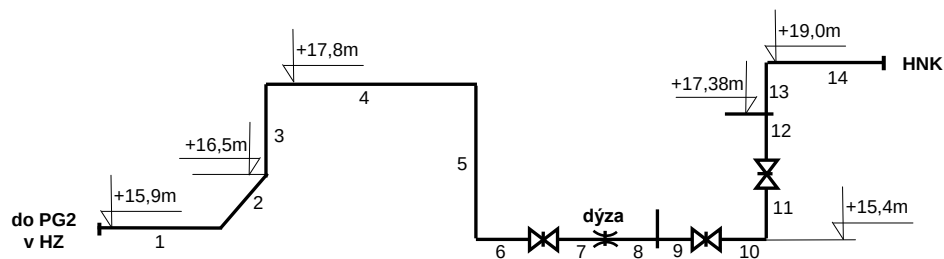
Napájacie potrubia do PG6 –v HZ																
Úsek číslo:	1	2	3	4	5a	5b	5c	6	7a	7b	7c	7d	8	9a	9b	10
Dĺžka bez skrátenia ohybov [mm]	200	2482	1000	1447	1998	4885	3371	1148	2502	3737	2528	6866	3031	2534	3387	675
Priemer potrubia [mm]	φ273x16	φ273x10	φ273x16			φ273x10	φ273x16			φ273x10	φ273x16	φ273x10			φ273x16	φ273x10
Spolu bez skrátenia ohybov [mm]	41791															
Ohyby na potrubí	R 380mm 30° medzi úsekmi č. 1-2 (počet: 1) R 1000mm 30° medzi úsekmi č. 3-4, 4-5 (počet: 2) R 1000mm 45° úsek č. 5 1x, 7 1x, 9 1x (počet: 3) R 1000mm 15° medzi úsekmi č. 5-6, 6-7 (počet: 2) R 380mm 90° medzi úsekmi č. 7-8, 8-9, úsek č. 2 1x (počet: 3)															

Napájacie potrubie do PG1 - v strojovni



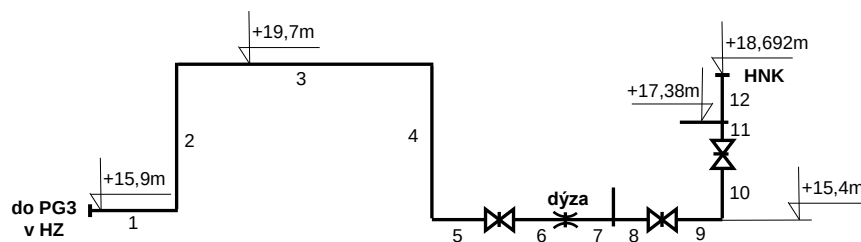
Napájacie potrubie do PG1 – strojovňa														
Úsek číslo :	1	2a	2b	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Dĺžka bez skrátenia ohybov [mm]	700	2263	1100	16200	4300	1900	2200	3800	699	1900	1281	699	1620	5992
Spolu bez skrátenia ohybov [mm]	44654													
Priemer potrubia [mm]	φ273x18,26													
Ohyby na potrubí	R 381mm 90° medzi úsekmi č. 2b-3, 3 1x, 3-4, 4-5, 9-10, 12-13, 13 1x (počet: 7) R 381mm 45° medzi úsekmi č. 1-2a, 2a-2b (počet : 2)													

Napájacie potrubie do PG2 - v strojovni



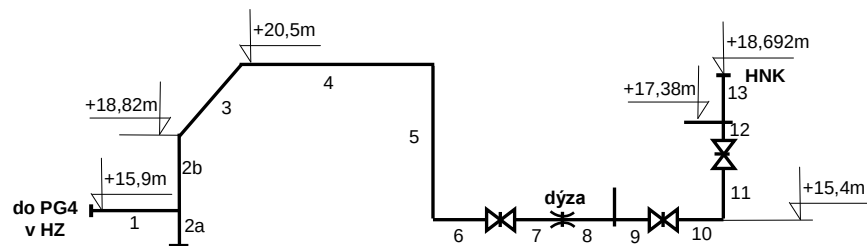
Napájacie potrubie do PG2 – strojovňa														
Úsek číslo :	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Dĺžka bez skrátenia ohybov [mm]	1500	849	1300	27800	2400	1900	2200	3800	699	1900	1281	699	1620	5492
Spolu bez skrátenia ohybov [mm]	53440													
Priemer potrubia [mm]	ϕ273x18,26													
Ohyby na potrubí	R 381mm 90° medzi úsekmi č. 3-4, 4 2x, 4-5, 5-6, 10-11, 13-14, 14 1x (počet : 8) R 381mm 45° medzi úsekmi č. 1-2, 2-3 (počet : 2)													

Napájacie potrubie do PG3 - v strojovni



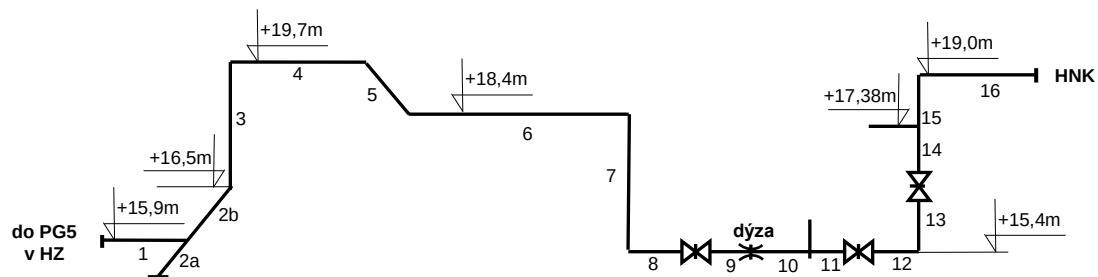
Napájacie potrubie do PG3 – strojovňa												
Úsek číslo :	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Dĺžka bez skrátenia ohybov [mm]	1500	3800	14250	4300	1900	2200	3800	699	1900	1261	699	1312
Spolu bez skrátenia ohybov [mm]	37621											
Priemer potrubia [mm]	φ273x18,26											
Ohyby na potrubí	R 381mm 90° medzi úsekmi č. 1-2, 2-3, 3 1x, 3-4, 4-5, 9-10 (počet: 6)											

Napájacie potrubie do PG4 - v strojovni



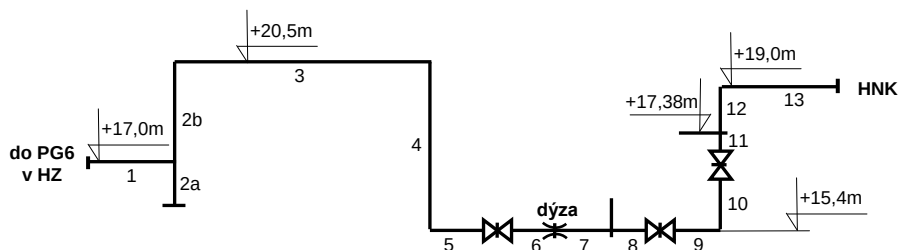
Napájacie potrubie do PG4 – strojovňa														
Úsek číslo :	1	2a	2b	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Dĺžka bez skrátenia ohybov [mm]	381	216	2920	2348	13009	5100	1900	2200	3800	699	1900	1281	699	1312
Spolu bez skrátenia ohybov [mm]	37765													
Priemer potrubia [mm]	φ273x18,26													
Ohyby na potrubí	R 381mm 90° medzi úsekmi č. 1-2a, 1-2b, 4 1x, 4-5, 5-6, 10-11 (počet: 6) R 381mm 45° medzi úsekmi č. 2b-3, 3-4 (počet: 2)													

Napájacie potrubie do PG5 - v strojovni



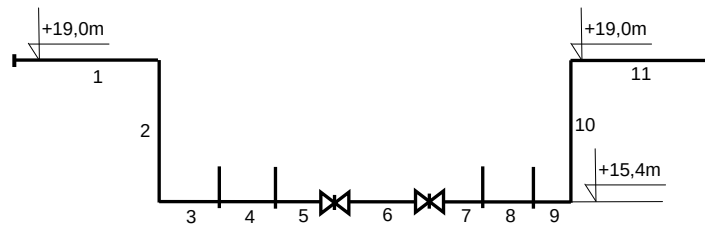
Napájacie potrubie do PG5 – strojovňa																	
Úsek číslo :	1	2a	2b	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Dĺžka bez skrátenia ohybov [mm]	381	216	849	3200	4258	1838	21607	3000	1900	2200	3800	699	1900	1281	699	1620	4992
Spolu bez skrátenia ohybov [mm]	54440																
Priemer potrubia [mm]	ø273x18,26																
Ohyby na potrubí	R 381mm 90° medzi úsekmi č. 3-4, 6 1x, 6-7, 7-8,12-13, 15-16, 16 1x (počet: 7) R 381mm 45° medzi úsekmi č. 1-2a, 1-2b, 2b-3, 4-5, 5-6, 6 1x, (počet: 6)																

Napájacie potrubie do PG6 - v strojovni



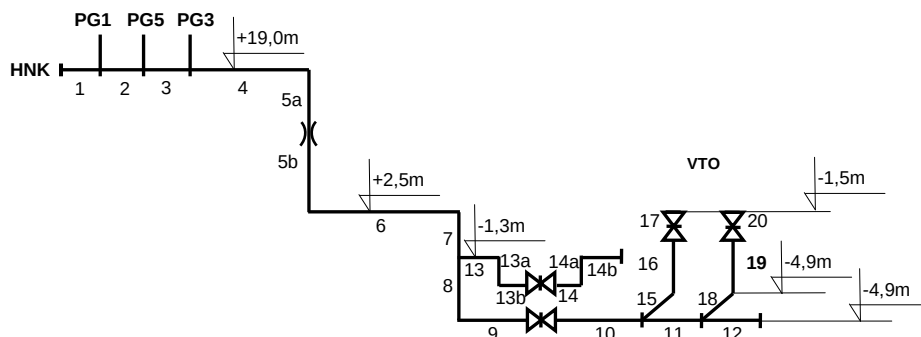
Napájacie potrubie do PG6 – strojovňa														
Úsek číslo :	1	2a	2b	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Dĺžka bez skrátenia ohybov [mm]	516	216	3500	17284	5100	1900	2200	3800	699	1900	1281	699	1620	6492
Spolu bez skrátenia ohybov [mm]	47207													
Priemer potrubia [mm]	φ273x18,26													
Ohyby na potrubí	R 381mm 90° medzi úsekmi č. 1-2a, 1-2b, 2b-3, 3 1x, 3-4, 4-5, 9-10, 12-13, 13 1x (počet:9)													

Hlavný napájací kolektor - v strojovni

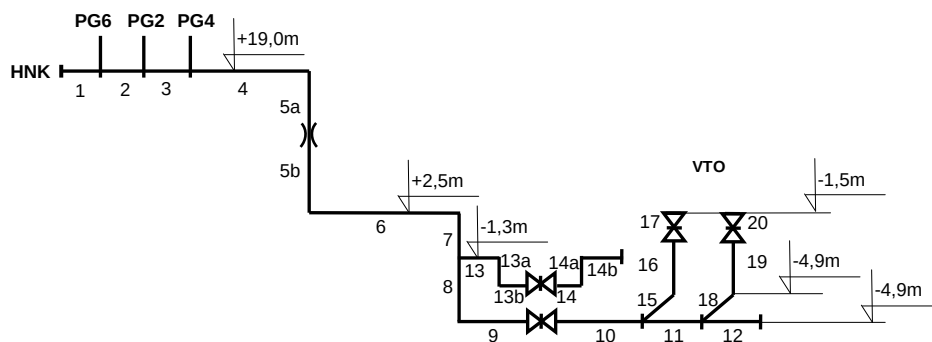


Hlavný napájací kolektor – strojovňa											
Úsek číslo :	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Dĺžka bez skrátenia ohybov [mm]	10957	3600	2082	768	2550	3000	2300	618	2089	3600	11257
Spolu bez skrátenia ohybov [mm]	42821										
Priemer potrubia [mm]	φ457x24,50										
Ohyby na potrubí	R 1371mm 90° medzi úsekmi č. 1 1x, 1-2, 2-3, 9-10, 10-11, 11 1x (počet: 6)										

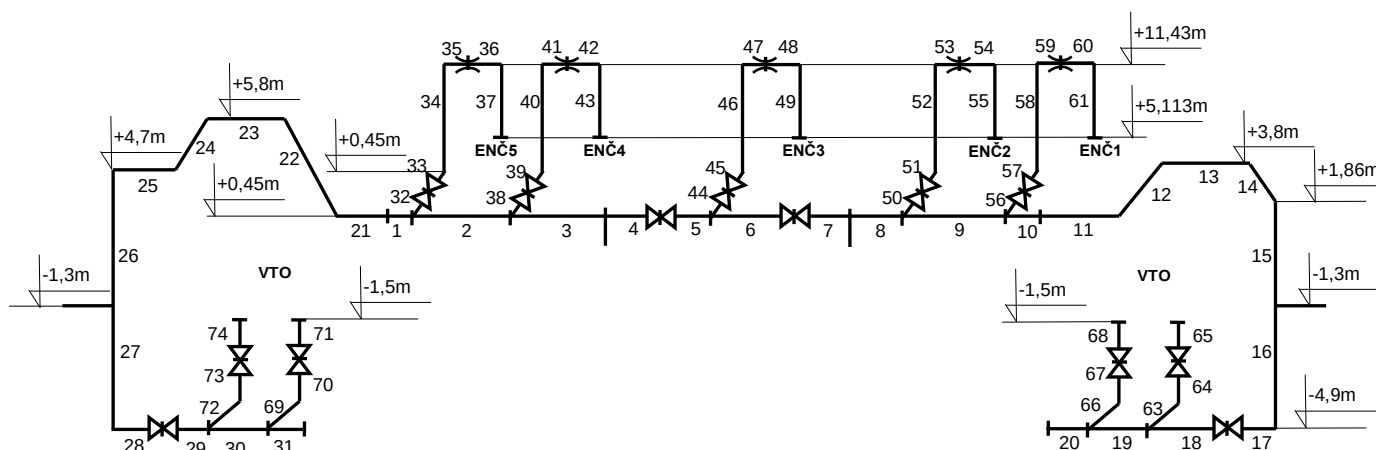
Napájacie potrubie od výtlaku ENČ cez VTO - v strojovni



Napájacie potrubia od výtlaku ENČ cez VTO – strojovňa																									
Úsek číslo:	1	2	3	4	5a	5b	6	7	8	9	10	11	12	13	13a	13b	14	14a	14b	15	16	17	18	19	20
Dĺžka bez skráteneia ohybov [mm]	343	1000	2100	11900	7772	8728	14413	3800	3600	3467	1451	1484	739	4214	1371	2189	4026	1371	4529	1837	2943	457	1838	2943	457
Spolu bez skráteneia ohybov [mm]	60797													17700					5237			5238			
Priemer potrubia [mm]	φ457x24,50													φ324x21,44					φ324x21,44			φ324x21,44			
Ohyby na potrubí	R 1371mm 90° medzi úsekmi č. 4 1x, 4-5a, 5b-6, 6-7,8-9 (počet: 5) R 1371mm 69,50° medzi úsekmi č. 6 1x (počet:1) R 1371mm 55,50° medzi úsekmi č. 6 1x (počet:1)													R 972mm 90° na úseku č.13 1x,13-13a, 14a-14b, 14b 1x (počet:4) R 457mm 90° na úseku č.13a-13b, 14-14a (počet:2)					R 972mm 90° medzi úsekmi č.15-16 (počet:1)			R 972mm 90° medzi úsekmi č.18-19 (počet:1)			



Napájacie potrubia od výtlaaku ENČ cez VTO – strojovňa																									
Úsek číslo:	1	2	3	4	5a	5b	6	7	8	9	10	11	12	13	13a	13b	14	14a	14b	15	16	17	18	19	20
Dĺžka bez skrátenia ohybov [mm]	343	1000	2600	10578	7772	8728	12681	3800	3600	3468	1450	1485	739	4214	1371	2189	4026	1371	4529	1837	2943	457	1838	2943	457
Spolu bez skrátenia ohybov [mm]	58244													17700						5237			5238		
Priemer potrubia [mm]	φ457x24,50													φ324x21,44						φ324x21,44			φ324x21,44		
Ohyby na potrubí	R 1371mm 90° medzi úsekmi č. 4 1x, 4-5a, 5b-6, 6-7, 8-9 (počet:5) R 1371mm 70° medzi úsekmi č. 6 1x (počet:1)													R 972mm 90° na úseku č.13 1x,13-13a, 14a-14b, 14b 1x (počet:4) R 457mm 90° na úseku č.13a-13b, 14-14a (počet:2)						R 972mm 90° medzi úsekmi č.16-17 (počet:1)			R 972mm 90° medzi úsekmi č.19-20 (počet:1)		



Napájacie potrubia od výtaku ENČ cez VTO – strojovňa																				
Úsek číslo:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Dĺžka bez skrátenia ohybov [mm]	343	2680	1480	1125	1625	1625	1325	1280	2680	343	5297	3444	7450	2744	3160	3600	3567	1551	1484	1041
Spolu bez skrátenia ohybov [mm]	14506										33338									
Priemer potrubia [mm]	φ457x25,50										φ457x24,50									
Ohyby na potrubí											R 1371mm 90° medzi úsekmi č.11-12,12-13,13-14, 16-17 (počet:4) R 1371mm 45° č.14-15 (počet:1)									

Úsek číslo:	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	63,66, 69,72	64,67	70,73	65,68, 71,74	32	33	34	35	36	37
Dĺžka bez skrátenia ohybov [mm]	2807	5470	12537	2200	9998	6000	3600	3367	1551	1484	1041	à 2158	à 2768	à 2918	à 632	1116	2184	10980	2499	5314	6317
Spolu bez skrátenia ohybov [mm]	50055											5552 5708				28410					
Priemer potrubia [mm]	φ457x24,50											DN 300 φ324x21,44				DN 300 φ324x21,44					
Ohyby na potrubí	R 1371mm 90° medzi úsekmi č.21-22,22-23,25-26,27-28 (počet:4) R 1371mm 30° č.23-24, 24-25 (počet:2)											R 972mm 90° medzi úsekmi č.63-64,66-67,69-70,72-73 (počet:4)				R 972mm 90° medzi úsekmi č. 33-34,34-35,36-37 (počet:3)					

Úsek číslo:	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61
Dĺžka bez skrátenia ohybov [mm]	1116	2184	10980	2550	7114	6317	1116	2184	10980	2486	5314	6317	1116	2184	10980	2550	5314	6317	1116	2184	10980	2700	5113	6317
Spolu bez skrátenia ohybov [mm]	30261						28397						28450						28410					
Priemer potrubia [mm]	DN 300 φ324x21,44						DN 300 φ324x21,44						DN 300 φ324x21,44						DN 300 φ324x21,44					
Ohyby na potrubí	R 972mm 90° medzi úsekmi č. 39-40,40-41,42-43 (počet:3)						R 972mm 90° medzi úsekmi č. 45-46,46-47,48-49 (počet:3)						R 972mm 90° medzi úsekmi č. 51-52,52-53,54-55 (počet:3)						R 972mm 90° medzi úsekmi č. 57-58,58-59,60-61 (počet:3)					

7.2.0.2.3.2.2 Hlavné napájacie čerpadlá (ENČ)

Napájacie čerpadlá sajú napájaciu vodu z napájacích nádrží. Spoločný sací kolektor DN600 je pripojený na každú napájaciu nádrž vždy dvoma hrdlami DN500.

Pre jeden blok je použitých 5 napájacích čerpadiel. Ľubovoľné 4 čerpadlá kryjú plný výkon bloku, piate je rezervné. Do sacích trás hlavných napájacích čerpadiel sú zapojené odbočky na havarijné napájacie čerpadlá.

Hlavné napájacie čerpadlá

	Hodnota	Rozmer
Počet na blok	5	ks
Ľubovoľné 4 čerpadlá kryjú plný výkon bloku, piate je rezervné.		

Podmienky	90% nominálny trvalý výkon	Maximálny trvalý výkon	PV PG otvorené	Projekt	Rozmer
Prietok	740,24	840	743,5	789,5	m ³ /h
Tlak na saní	0,851	0,842	0,851	0,817	MPa ^{abs}
Tlak na výtlaku	≥ 5,466	≥ 5,709	≥ 6,629	7,05	MPa ^{abs}
Teplota na saní	166,08	166,08	166,08	164	°C
Výtlačná výška	≥ 522	≥ 550	≥ 653,6	703,6	m
Hustota	901,5	902,2	901,5	903,4	kg/m ³

Dispozičné umiestnenie

Hlavné napájacie čerpadlá sú umiestnené v strojovni medzi TG na napájacej stolici.
--

Prietoková charakteristika pre pracujúce 1, 2, 3 a 4 ENČ ¹⁾

Tlak II.O. [MPa ^{abs}]	6,22	6,31	7,02	7,64	8,16	8,55	8,82	9,03	9,07
Prietok 1 ENČ [kg/s]	229,27	226,83	201,63	176,43	151,22	126,02	100,82	75,61	70,78

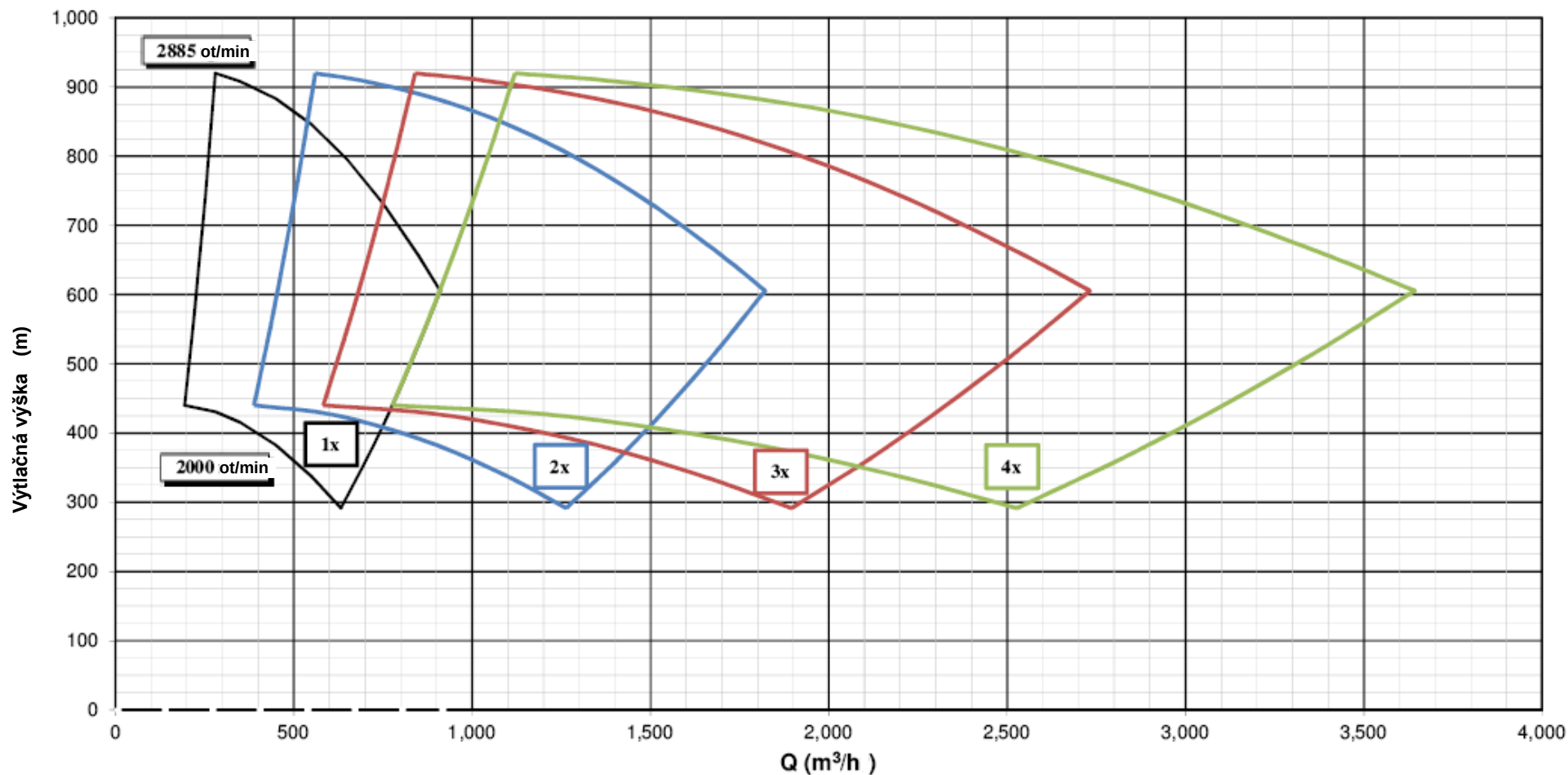
Tlak II.O. [MPa ^{abs}]	6,24	6,48	7,35	8,04	8,56	8,87	9,06
Prietok 2 ENČ [kg/s]	458,71	441,07	378,06	315,05	252,04	189,03	140,96

Tlak II.O. [MPa ^{abs}]	6,23	6,79	7,35	7,84	8,23	8,54	8,79	8,97	9,06
Prietok 3 ENČ [kg/s]	688,37	630,10	567,09	504,08	441,07	378,06	315,05	252,04	211,20

Tlak II.O. [MPa ^{abs}]	6,23	6,49	6,94	7,35	7,70	8,05
Prietok 4 ENČ [kg/s]	916,50	882,13	819,12	756,11	693,10	630,10
Tlak II.O. [MPa ^{abs}]	8,32	8,52	8,75	8,89	9,00	9,06
Prietok 4 ENČ [kg/s]	597,09	504,08	441,07	378,06	315,05	283,42

¹⁾ Vzťahuje sa k saníu z napájacej nádrže pri tlaku 0,72 MPa^{abs} / 166°C

Zákazník	Slovenske Elektrarne	Prevádzka	Napájanie tepelného výmenníka	Max. rýchlosť (ot/min)	2885	Označ. čerpadla	xLAC0yAP001
Sídlo	EMO	Kvapalina	Napájacia voda	Min. rýchlosť (ot/min)	2000		x=3,4 y=1,2,3,4,5
Typ čerpadla	250KHX - 85CHTA	Počet stupňov	4	Merná hmotnosť	0.903		



Obr. 7.2.0.2.3.2.1-1 Diagram paralelnej prevádzky hlavných napájacích čerpadiel

7.2.0.2.3.2.3 Havarijné napájacie čerpadlá (HNČ)

Systém havarijných napájacích čerpadiel vrátane potrubných trás sania a výtaku slúži k doprave napájacej vody z NN do PG v režimoch nominálnych i havarijných (napr. pri nábehu bloku, dochladzovaní bloku, držaní bloku v horúcej rezerve, pri prasknutí parovodov, pri výpadku elektr. Napájania siete vlastnej spotreby, atď.).

Pre účely nábehu a odstavovania bloku sú inštalované dve havarijné napájacie čerpadlá (HNČ) poháňané elektromotormi a dodávajúce napájaciu vodu do PG v dobe, kedy sú ENČ mimo prevádzky. Satie HNČ je vyvedené zo spoločného sacieho kolektora ENČ. Výtlačné potrubie od HNČ je zavedené do spoločného napájacieho kolektora pred napájacie hlavy.

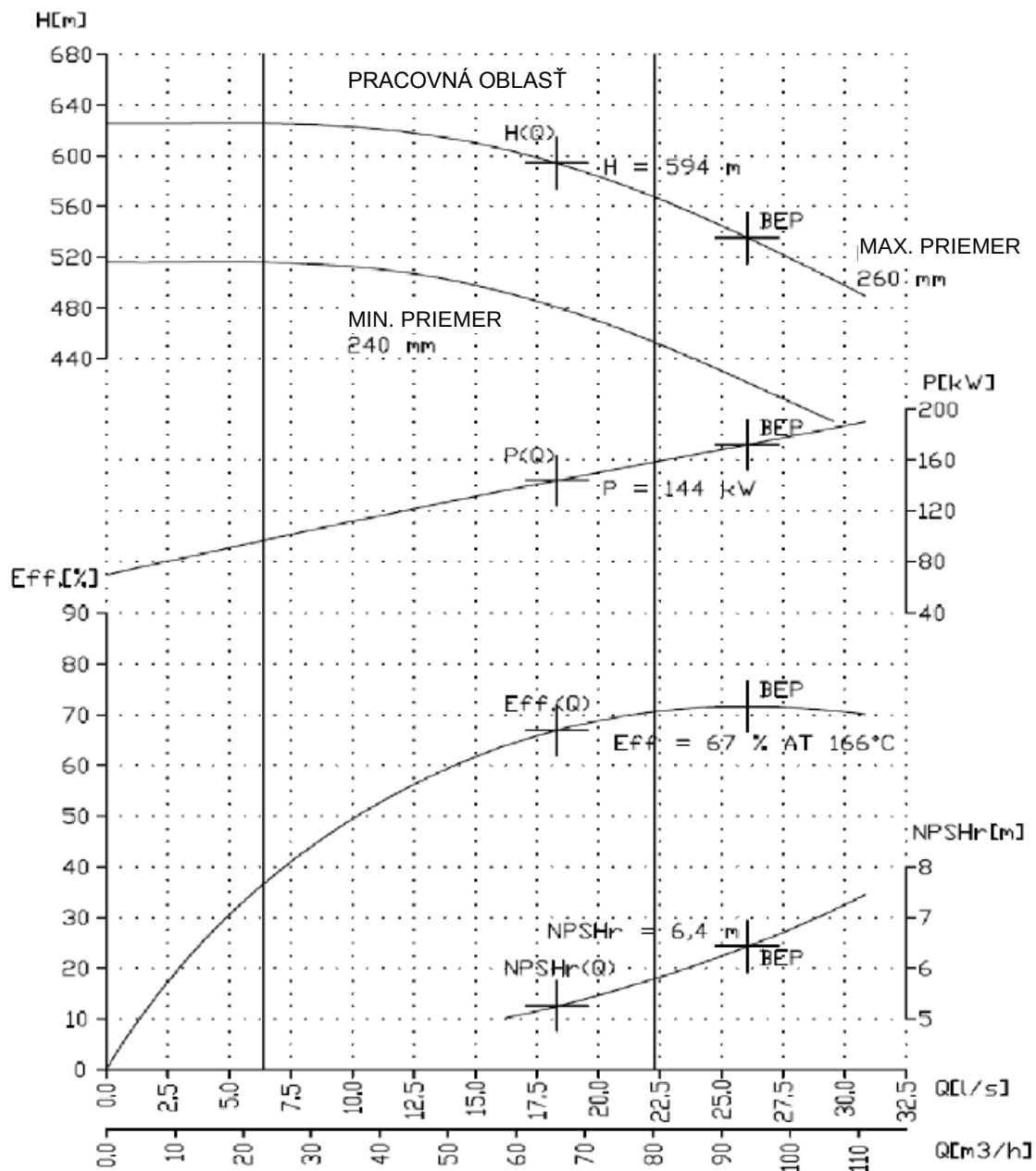
Havarijné napájacie čerpadlá

	Hodnota	Rozmer
Počet na blok (1 pracovné, 1 rezervné)	2	ks
Prevádzková teplota	25 - 166,1	°C
Hustota pri prevádzkovej teplote	997 - 991	kg/m ³
Prietok	Nomin. 67 Maxim. 80 Minim. 22	m ³ /h
Dopravná výška	594	m
Záverný bod	626	m
Tlak na saní	Nomin. 0,92 (166°C) Minim. 0,32 (25°C)	MPa ^{abs}
DN / PN sanie	DN 125 / PN 40	
DN / PN výtlač	DN 100 / PN 160	
HNČ sa zapína / vypína / je blokované pri pôsobení príslušných signálov ESFAS. Signály ESFAS majú prioritu pred pôsobením technologických ochrán a blokád.		

Charakteristika havarijného napájacieho čerpadla

V tabuľke je uvedená charakteristika 1 HNČ v závislosti od tlaku v príslušajúcom polkolektore HNK. Výškový rozdiel medzi HNK a výtlačom HNČ je rovný 14,7 m a tlak na saní HNČ je 0,92 MPa^{abs}. Pre šírku impelera 260 mm je vypracovaná nominálna charakteristika jedného systému HNČ.

POČET STUPŇOV ČERPADLA : 7
 MENOVIÉ OTÁČKY : 2970 [ot/min]
 TEPLOTA : 166 [°C]
 MENOVIÝ PRIETOK : 67 m³/h (18,6 l/s)



20.4.2010

VD506059

BEP - Best Efficiency Point

(Najefektívnejší pracovný bod)

NPSH_r [m] - The required Net Positive Suction Head

(Požadovaná rezerva do vzniku kavitácie)

Obr. 7.2.0.2.3.2.2-1 Diagram havarijného napájacieho čerpadla

7.2.0.2.3.2.4 Systém napájacích nádrží (NN)

Systém napájacích nádrží slúži na vytvorenie zásoby napájacej vody a požadovanej nátokovej výšky na saní napájacích čerpadiel. K termickému odplynieniu a dohriatiu kondenzátu dopravovaného do NN a vytvoreniu tlaku v NN je do odplyňovačov NN a priamo do NN privedená para z kolektora 0,7 MPa. Každý blok je vybavený dvomi napájacími nádržami. Každá nádrž má 2 odplyňovače horizontálneho prevedenia. Napájacie nádrže sú po parnej a vodnej strane navzájom prepojené.

Napájacia nádrž

	Hodnota	Rozmer
Počet na blok	2	ks
Horizontálna nádrž - priemer / dĺžka	3200 / 21620	mm
Skutočný objem	165	m ³
Vodný objem	100	m ³
Prevádzková teplota	166,1	°C
Prevádzkový tlak	0,72	MPa
Hmotnosť	58530	kg

Odplyňovač

	Hodnota	Rozmer
Počet na blok (na napájaciu nádrž)	4 (2)	ks
Priemer / Výška	2500 / 5300	mm
Menovitý výkon	133,2	kg/s
Prevádzková teplota	166,1	°C
Prevádzkový tlak	0,72	MPa
Hmotnosť	10160	kg

7.2.0.2.3.2.5 Systém superhavarijného napájania (SHN)

Systém SHN zabezpečuje napájanie parogenerátorov vodou zo zásobných nádrží demivody a tým zabezpečuje dochladenie primárneho okruhu na parametre nutné pre prechod na systém havarijného dochladenia a tým možné dochladenie I.O. do studeného stavu.

Napájanie PG s SHN nastáva v prípade, kedy nie je možné napájať PG s hlavnými napájacími čerpadlami (ENČ) alebo s havarijnými napájacími čerpadlami (HNČ).

Superhavarijné napájanie tak zachováva schopnosť PG odvádzať teplo naakumulované v I.O., PG a zbytkové teplo AZ tým, že v PG dochádza k zmene napájacej vody na paru a táto je odvádzaná do hlavného kondenzátora alebo do atmosféry.

Vzhľadom na svoju bezpečnostnú funkciu je systém tvorený 3 redundantnými podsystémami. Každý podsystém je schopný zabezpečiť podmienky odvodu tepla z I.O. do II.O. v havarijných situáciách.

- Zásobná nádrž demineralizovanej vody s minimálnou zásobou vody 650 m³ je základou zložkou každého podsystému. Zásobná nádrž má pracovný objem 770 m³.
- Teplota vody v zásobných nádržiach je min. 20°C a max. 35 °C.
- Max. prietok superhavarijnej napájacej vody do PG jedným podsystémom je 19,4 kg/s.

Každý z podsystémov SHN slúži pre napájanie jednej dvojice PG:

Základné pracovné parametre SHN:

Pracovný tlak média	6,74 MPa
Pracovná teplota média	25 °C
Maximálna teplota média	35 °C
Minimálna teplota média a nádrže	5 °C

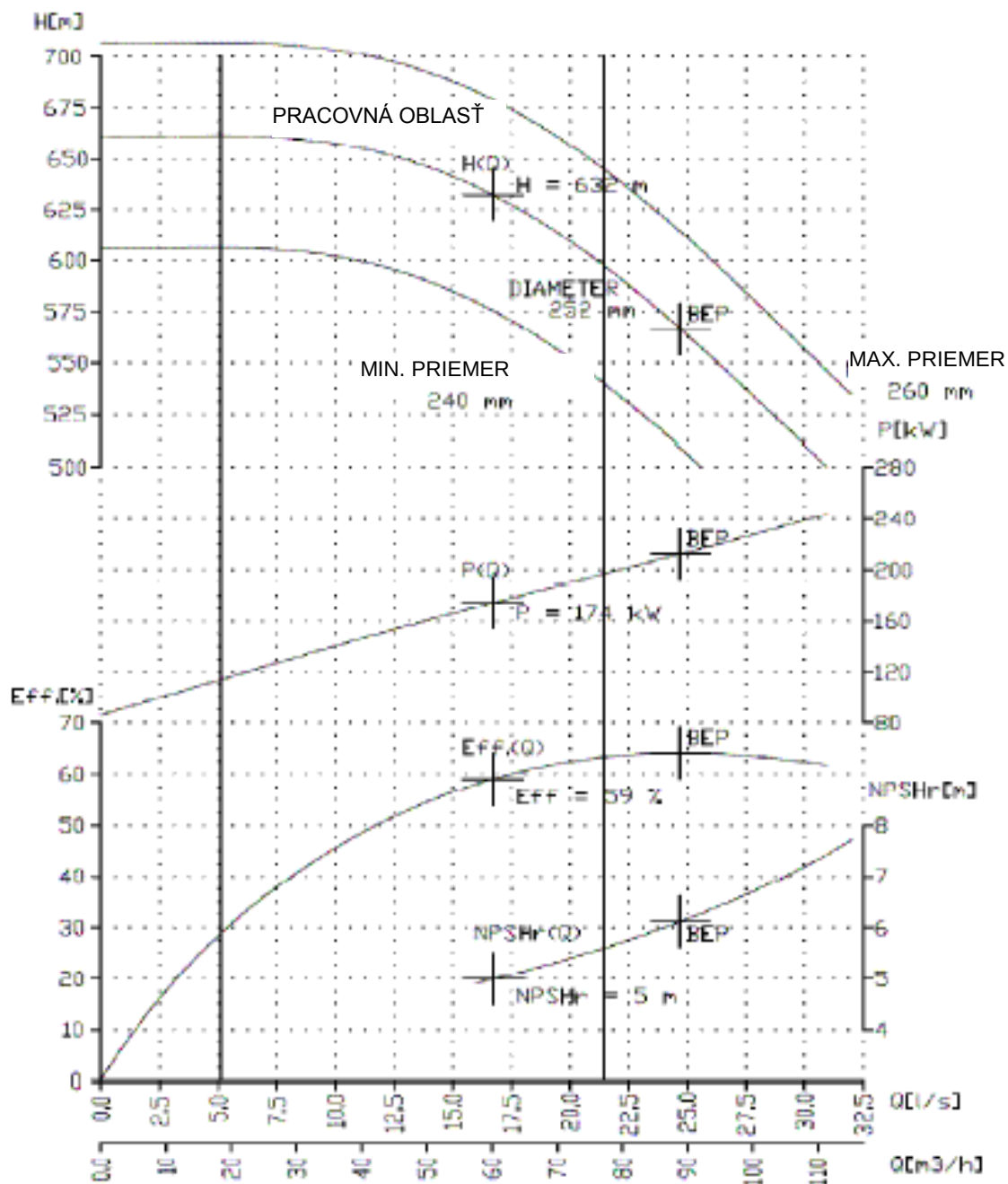
Zásobné nádrže demi-vody

	Hodnota	Rozmer
Konstrukčný objem	811	m ³
Pracovný objem	770	m ³
Vnútny priemer nádrže	8587	mm
Konstrukčná výška (od dna po úplný vrch nádrže)	15498	mm
Teplota sa udržiava v rozpätí	20 - 35	°C

Superhavarijné napájacie čerpadlo

	Hodnota			Rozmer
Prietok	Nomin. 60	Maxim. 76	Minim. 18	m ³ /h
Prevádzková teplota	10 - 40			°C
Hustota pri prevádzkovej teplote	999,7 - 992,2			kg/m ³
Dopravná výška	632			m
Záverný bod	688			m
Tlak na saní	Nomin. 0,28	Minim. 0,12		MPa ^{abs}
SHNČ sa zapína / vypína / je blokované pri pôsobení príslušných signálov ESFAS. Signály ESFAS majú prioritu pred pôsobením technologických ochrán a blokad.				

POČET STUPŇOV ČERPADLA : 8
 MENOVIÉ OTÁČKY : 2969 [ot/min]
 TEPLOTA : 40 [°C]
 MENOVIÝ PRIETOK : 60 m³/h (16,7 l/s)



20.4.2010

VD506146

BEP - Best Efficiency Point
 NPSHr [m] - The required Net Positive Suction Head

(Najefektívnejší pracovný bod)
 (Požadovaná rezerva do vzniku kavitácie)

Obr. 7.2.0.2.3.2.4-1 Diagram superhavarijného napájacieho čerpadla

Prevádzka systému SHN
- Za normálnej prevádzky bloku systém nepracuje a je v stave pohotovosti.
- Systém sa uvádza do prevádzky pri vzniku signálu ESFAS
- Čerpadlá sú ovládané automaticky od signálu ESFAS, alebo ručne diaľkovo z BD alebo z ND.
- S využitím systému SHN sa počíta aj pri dochladení po seizmickej udalosti, nakoľko tento systém je projektovaný a vyhotovený ako seizmicky odolný.
- Na zriadenie dodávky vody zo systému SHN do PG je potrebná činnosť operátora, ktorý otvára ventil na trase SHN pred vstupom do PG.

7.2.0.2.3.3 Systém odberu pary z PG

Parovody sú určené k odvodu suchej sýtej pary od PG do hlavného parného kolektoru a ďalej k turbínam. Parovody musia byť kvalifikované na paru, v havarijných podmienkach (únik z I.O. do II.O., Bleed & Feed na II.O.) na parovodnú zmes a vodu.

Potrubný systém zahrňuje šesť parovodov. Mimo HZ sú parovody vybavené súborom poistných ventilov, prepúšťacími stanicami do atmosféry (PS-A), uzatváracími armatúrami a odbermi SKR. Pre spoľahlivú funkciu systému boli na parovody doplnené odvodušňovacie trasy. Tri parovody sú napojené na jednu polovicu HPK a ostatné tri parovody na druhú polovicu HPK.

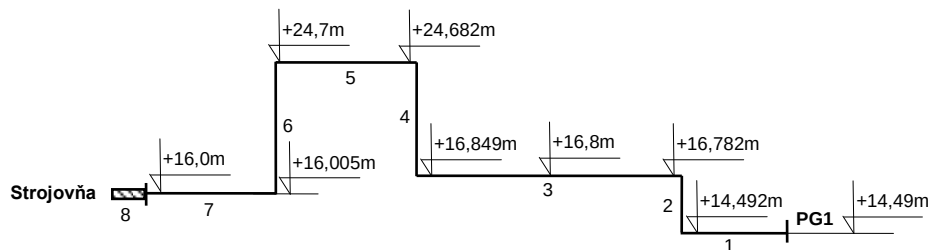
Hlavné parametre systému odvodu pary z PG ¹

	Hodnota	Rozmer
Prietokné množstvo pary na jeden parovod	442	t/hod
Prietokné množstvo pary na turbíny	2 x 368,39	kg/s
Stredný pracovný tlak v PG	4,7	MPa ^{abs}
Pracovná teplota pary v PG	260,1	°C
Tlak pary v HPK	4,58	MPa ^{abs}

¹ Pri 100% výkone reaktora

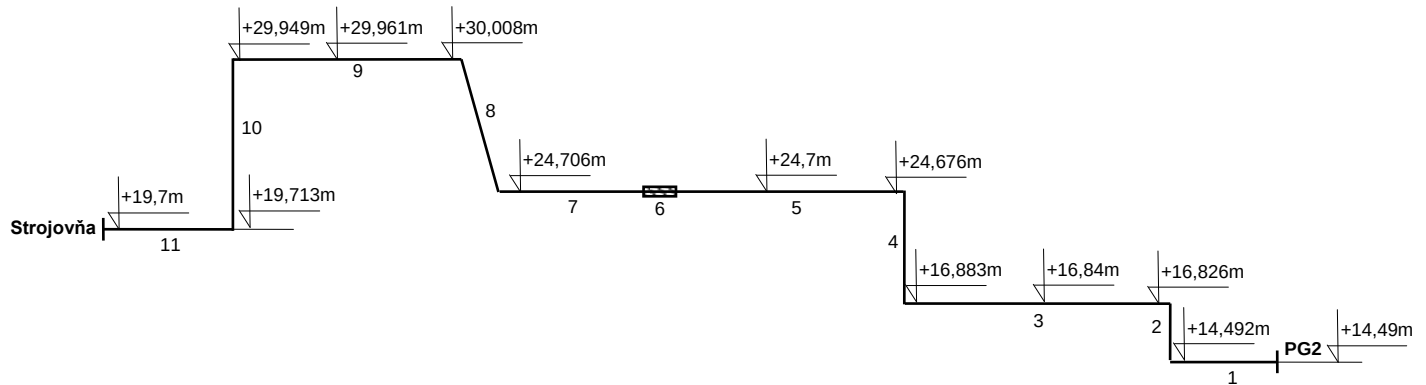
7.2.0.2.3.3.1 Parné potrubia

Parné potrubie od PG1 - v HZ



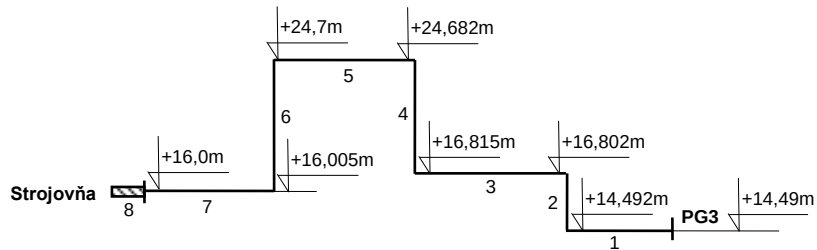
Parné potrubie od PG1 –v HZ								
Úsek číslo :	1	2	3	4	5	6	7	8 (priechodka)
Dĺžka bez skrátenia ohybov [mm]	688	2290	22414	7833	6400	8695	1200	3200
Spolu bez skrátenia ohybov [mm]	49520							3200
Priemer potrubia [mm]	DN 450 ϕ 457x16							
Ohyby na potrubí	R 686 90° medzi úsekmi č. 1-2, 2-3, 3-4, 4-5, 5-6, 6-7, na úseku 3 1x (počet : 7)							

Parné potrubie od PG2 - mimo HZ



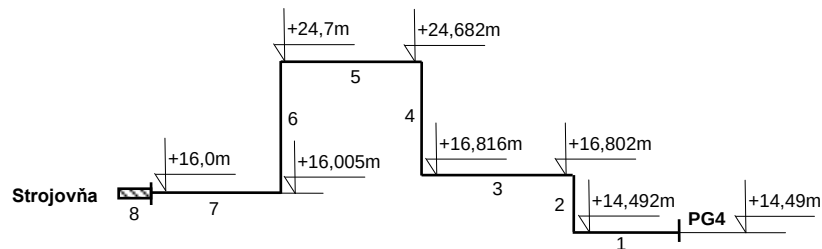
Parné potrubie od PG2 – mimo HZ											
Úsek číslo :	1	2	3	4	5	6 (priechodka)	7	8	9	10	11
Dĺžka bez skrátenia ohybov [mm]	688	2334	19000	7794	14950	3200	1895	5331	19255	10236	4300
Spolu bez skrátenia ohybov [mm]	88983										
Priemer potrubia [mm]	DN 450 ϕ 457x16										
Ohyby na potrubí	R 686 90° medzi úsekmi č. 1-2, 2-3, 3-4, 4-5, na úseku 3 1x, 5 1x (počet: 6) R 1600 90° medzi úsekmi č. 7-8, 8-9, 9-10,10-11 (počet: 4) R 1600 30° na úseku č. 9 1x (počet: 1)										

Parné potrubie od PG3 -v HZ



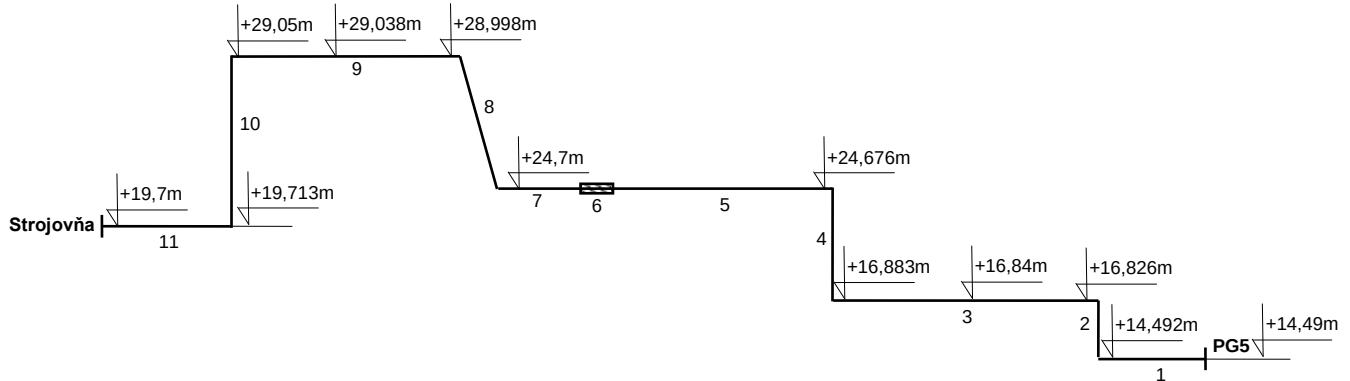
Parné potrubie od PG3 – v HZ								
Úsek číslo :	1	2	3	4	5	6	7	8 (priechodka)
Dĺžka bez skrátenia ohybov [mm]	688	2310	5206	7867	6000	8695	1600	3200
Spolu bez skrátenia ohybov [mm]	32366							3200
Priemer potrubia [mm]	DN 450 ϕ 457x16							
Ohyby na potrubí	R 686 90° medzi úsekmi č. 1-2, 2-3, 3-4, 4-5, 5-6, 6-7 (počet : 6)							

Parné potrubie od PG4 - v HZ



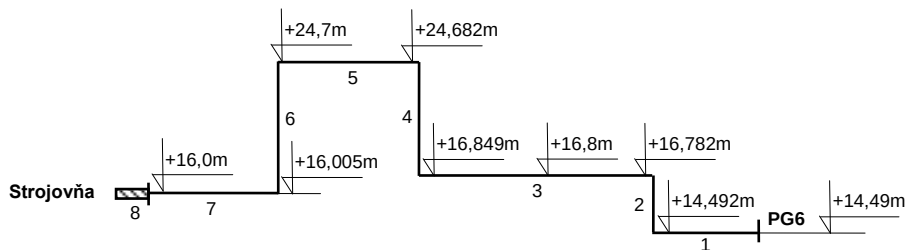
Parné potrubie od PG4 –v HZ								
Úsek číslo :	1	2	3	4	5	6	7	8 (priechodka)
Dĺžka bez skrátenia ohybov [mm]	688	2309	5206	7867	6000	8695	1600	3200
Spolu bez skrátenia ohybov [mm]	32365							3200
Priemer potrubia [mm]	DN 450 ϕ 457x16							
Ohyby na potrubí	R 686 90° medzi úsekmi č. 1-2, 2-3, 3-4, 4-5, 5-6, 6-7 (počet : 6)							

Parné potrubie od PG5 - v HZ a mimo HZ



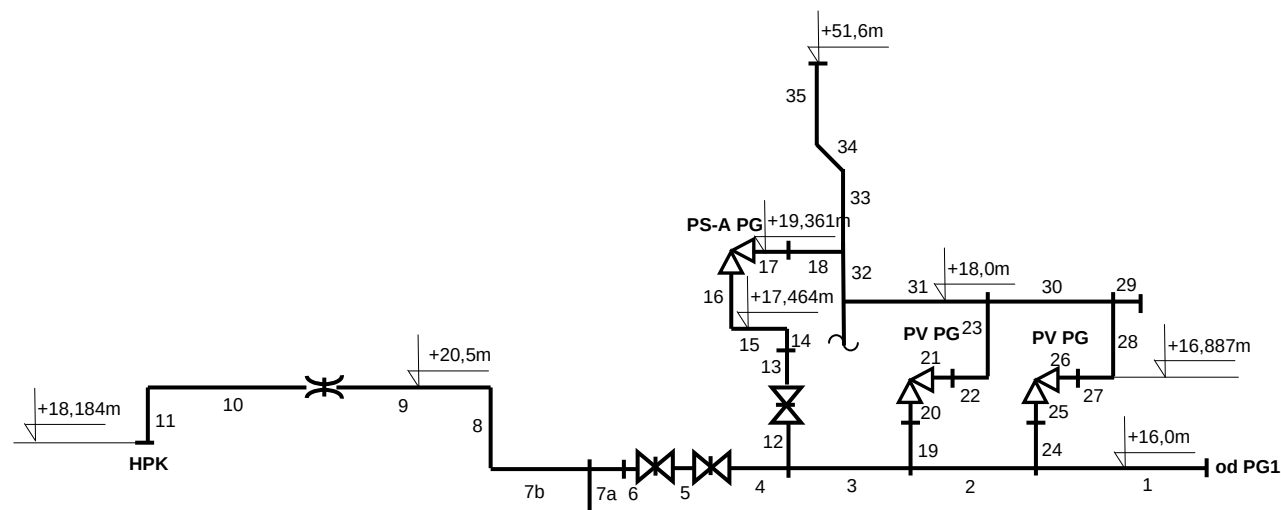
Parné potrubie od PG5 – v HZ a mimo HZ											
Úsek číslo :	1	2	3	4	5	6 (priechodka)	7	8	9	10	11
Dĺžka bez skrátenia ohybov [mm]	688	2334	19000	7794	14950	3200	690	4333	20444	9337	4300
Spolu bez skrátenia ohybov [mm]	87070										
Priemer potrubia [mm]	DN 450 ϕ 457x16										
Ohyby na potrubí	R 686 90° medzi úsekmi č. 1-2, 2-3, 3-4, 4-5, 7-8, 8-9, na úseku 3 1x, 5 1x (počet: 8) R 1600 90° medzi úsekmi č. 9-10,10-11 (počet: 2) R 1600 30° na úseku č. 9 1x (počet: 1)										

Parné potrubie od PG6 - v HZ

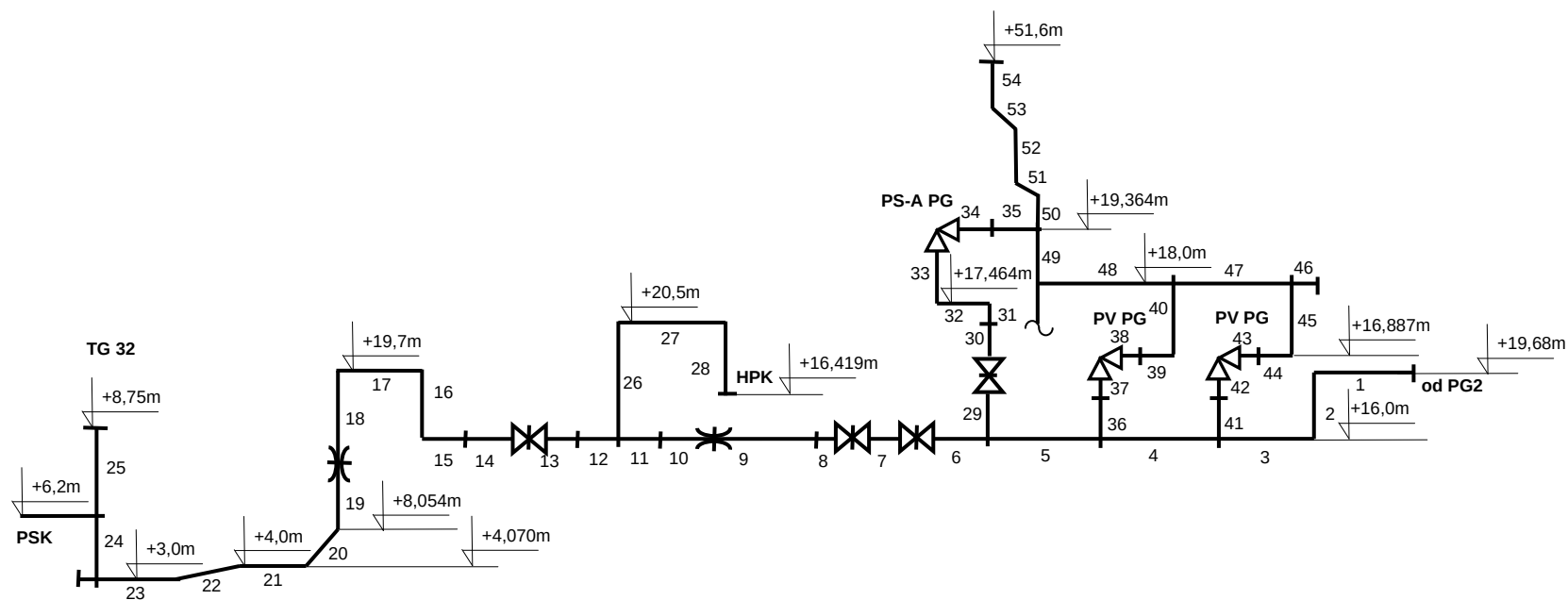


Parné potrubie od PG6 – v HZ								
Úsek číslo :	1	2	3	4	5	6	7	8 (priechodka)
Dĺžka bez skrátenia ohybov [mm]	688	2290	22414	7833	6400	8695	1200	3200
Spolu bez skrátenia ohybov [mm]	49520							3200
Priemer potrubia [mm]	DN 450 ϕ 457x16							
Ohyby na potrubí	R 686 90° medzi úsekmi č. 1-2, 2-3, 3-4, 4-5, 5-6, 6-7, úsek č.3 1x (počet: 7)							

Parné potrubie od PG1 - v strojovni

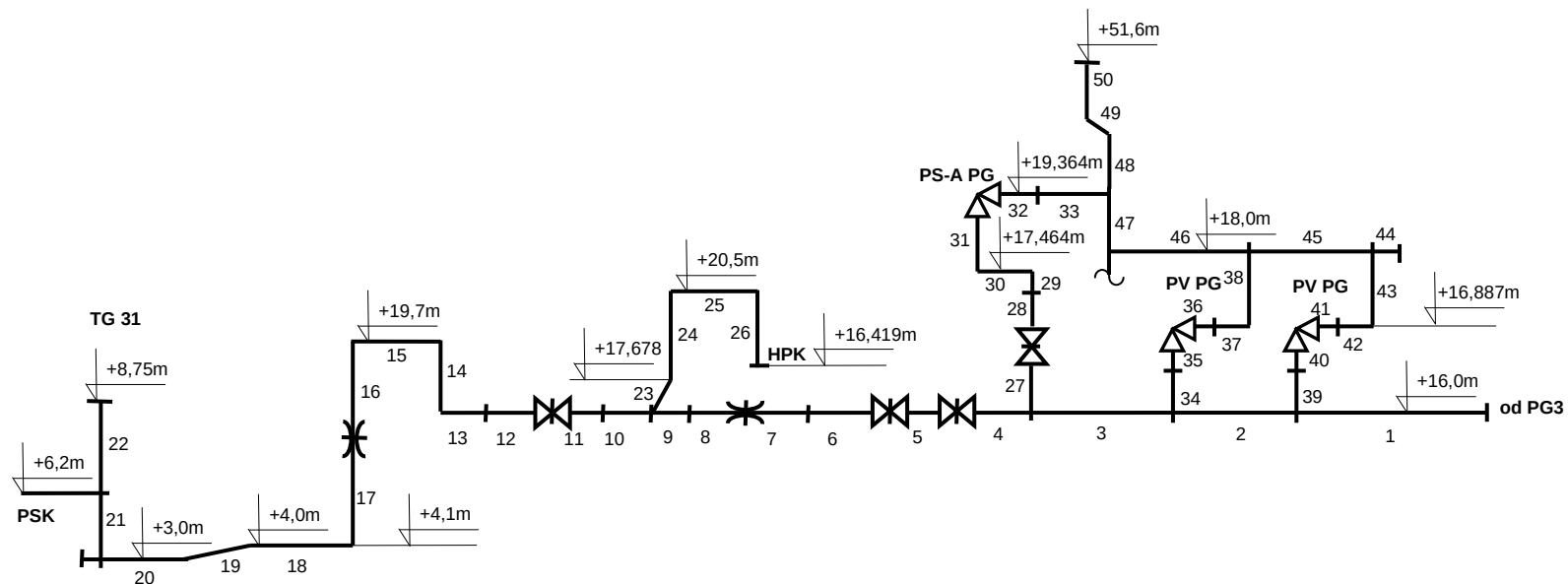


Parné potrubie od PG1 – v strojovni																										
Úsek číslo:	1	2	3	7a	7b	8	12	13	14	15	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	32	33
Dĺžka bez skrátenia ohybov [mm]	2725	875	638	889	3592	4500	635	372	457	6076	936	1425	467	420	440	560	1113	467	420	440	560	1113	381	875	1361	14622
	4	5	6	9	10	11			16														31		34	35
	5018	1475	546	8875	9387	2316			1897														7732		1432	16604
Spolu bez skrátenia ohybov [mm]	11277 (úsek č. 1-6)			29559 (úsek č. 7-11)			1007		8430		936	1425	467	860		560	1113	467	860		560	1113	8988 (úsek č. 29-31)		34019 (úsek č. 32-35)	
Priemer potrubia [mm]	DN450 φ457x16,5 (úsek č.1-6)			DN500 φ508x18 (úsek č. 7-11)			DN150 φ168,3 x10,97		DN200 φ219,1x10,31		DN500 φ508x9,53	DN500 φ508x9,53	DN200 φ219,1x12,5	DN200xDN350 (by NI)		DN350 φ355,6x7,92	DN350 φ355,6x7,92	DN200 φ219,1x12,5	DN200xDN350 (by NI)		DN350 φ355,6x7,92	DN350 φ355,6x7,92	DN500x9,53		DN 600 φ610x9,53	
Ohyby na potrubí	R 1371mm 90° na úseku č. 4 (počet:1)			R 1524mm 90° medzi úsekmi č. 7-8, 8-9, 10-11, na úseku č. 10 (počet: 4)			-		R 657,3mm 90° medzi úsekmi č. 14-15, 15 2x, 15-16 (počet: 4)		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	R 762mm 90° na úseku č. 31 2x (počet: 2)		R 762mm 45° medzi úsekmi č. 33-34, 34-35 (počet: 2)		

Parné potrubie od PG2 - v strojovni

Parné potrubie od PG2 – v strojovni																																		
Úsek číslo:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35						
Dĺžka bez skrátenia ohybov [mm]	5700	3680	3991	962	927	3060	1500	546	6691	3482	1727	780	747	2797	2076	3700	12400	8500	4500	7600	4081	635	371	457	3800	1606	936	3400						
											19	20	21	22	23	24	25																	
											3146	4600	14000	3824	33032	3200	2550																	
Spolu bez skrátenia ohybov [mm]	20366 (úsek č. 1-8)								10173 (úsek č. 9-10)		97147 (úsek č. 11-25)						16181 (úsek č. 26-28)			1006 (úsek č. 29-30)		6799 (úsek č. 31-34)			3400									
Priemer potrubia [mm]	DN 450 φ 457x16,5								DN 500 φ508x18		DN 550 φ559x19						DN 550 φ559x19			DN 150 φ168,3 x 10,97		DN 200 φ219,1x 10,31		DN 500	DN 500 φ508x9,73									
Ohyby na potrubí	R1371mm 90° medzi úsekmí č. 1-2, 2-3 (počet 2)								-		R1677mm 90° medzi úsekmí č. 15-16,16-17,17-18, na úseku č. 21, 23 (počet 5) R1677mm 30° medzi úsekmí č. 19-20 (počet 1) R1677 mm 60° medzi úsekmí č. 20-21 (počet 1) R1677mm 15° medzi úsekmí č. 21-22, 22-23 (počet 2) R1677mm 45° úsek č. 23 3x (počet 3)						R1677mm 90° medzi úsekmí č. 26-27, 27-28, na úseku č. 27 (počet 3)			-		R657,3mm 90° medzi úsekmí č. 31-32 (počet 1) R328,65mm 90° medzi úsekmí č. 32-33 (počet 1)			R762mm 90° na úseku č. 35									

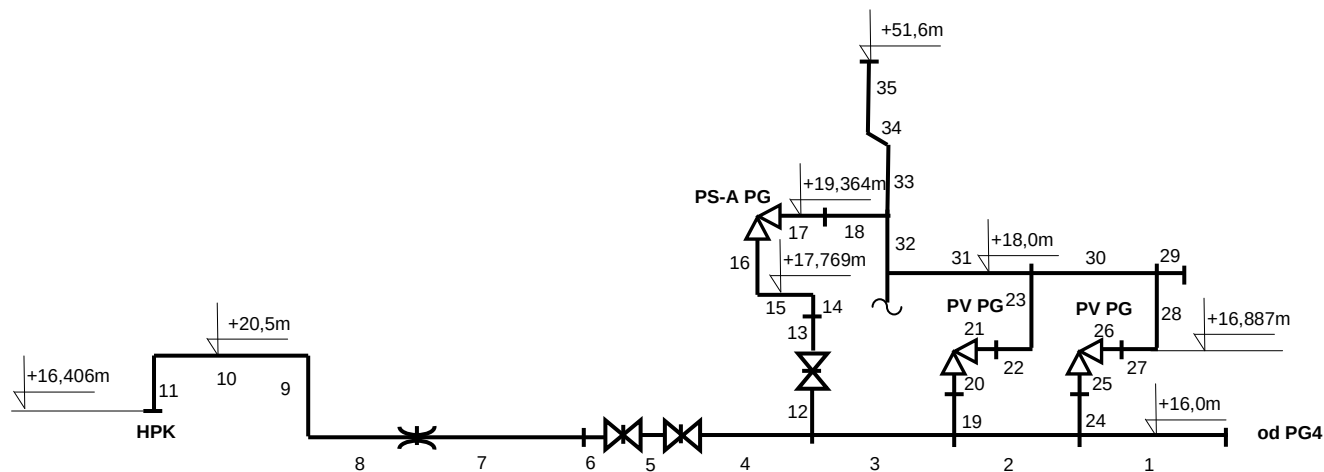
Parné potrubie od PG2 – v strojovni																			
Úsek číslo:	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
Dĺžka bez skrátenia ohybov [mm]	467	420	440	1660	1113	467	420	440	1660	1113	381	962	9007	1364	677	1072	13213	1185	16580
Spolu bez skrátenia ohybov [mm]	467	860		1660	1113	467	860		1660	1113	10350			34091					
Priemer potrubia [mm]	DN200 φ219,1x12,5	DN200xDN350 (by NI)		DN 350 φ355,6 x 7,92	DN350 φ355,6 x 7,92	DN200 φ219,1 x 10,31	DN200xDN350 (by NI)		DN350 φ355,6 x 7,92	DN350 φ355,6 x 7,92	DN 500 φ508 x 9,53			DN 600 φ610 x 9,53					
Ohyby na potrubí	-	-		-	-	-	-		-	-	R762mm 90° na úseku č. 48 (počet 1)			R915mm 30° medzi úsekmi č. 50-51, 51-52 (počet 2) R915mm 45° medzi úsekmi č. 52-53, 53-54 (počet 2)					

Parné potrubie od PG3 - v strojovni

Parné potrubie od PG3 – v strojovni																							
Úsek číslo:	1	2	3	7	8	9	10	11	12	13	14	15	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33
Dĺžka bez skrátenia ohybov [mm]	6238	962	650	6880	2512	927	969	747	747	2403	3700	23250	2548	2822	14785	4081	635	371	457	3800	1900	936	3947
	4	5	6			16	17	18	19	20	21	22											
	6439	1411	546			8500	7100	33848	3864	29362	3200	2550											
Spolu bez skrátenia ohybov [mm]	16246 (úsek č. 1-6)			9392 (úsek č. 7-8)		121267 (úsek č. 9-22)							24236 (úsek č. 23-26)			1006 (úsek č. 27-28)		7093 (úsek č. 29-32)				3947	
Priemer potrubia [mm]	DN 450 φ457x16			DN 500 φ508x18		DN 550 φ559x19							DN 550 φ559x19			DN150 φ168,3x10,97		DN200 φ219,1x10,31		DN500		DN500 φ508x9,73	
Ohyby na potrubí	R1371mm 90° úsek č. 1 (počet 1)			-		R1677mm 90° medzi úsekmi č. 13-14,14-15,15-16,17-18, na úseku č. 15, 18, 20 (počet 7) R1677mm 15° medzi úsekmi č. 18-19,19-20 (počet 2) R1677mm 30° úsek č. 18 (počet 1) R1677mm 45° úsek č. 20 3x (počet 3)							R1677mm 50° medzi úsekmi č. 24-25 (počet 1) R1677mm 90° medzi úsekmi č. 25-26, 26-27, na úseku č. 25 2x (počet 4)			-		R915mm 90° medzi úsekmi č. 30-31, 31-32 (počet 2)				R762mm 45° na úseku č. 34	

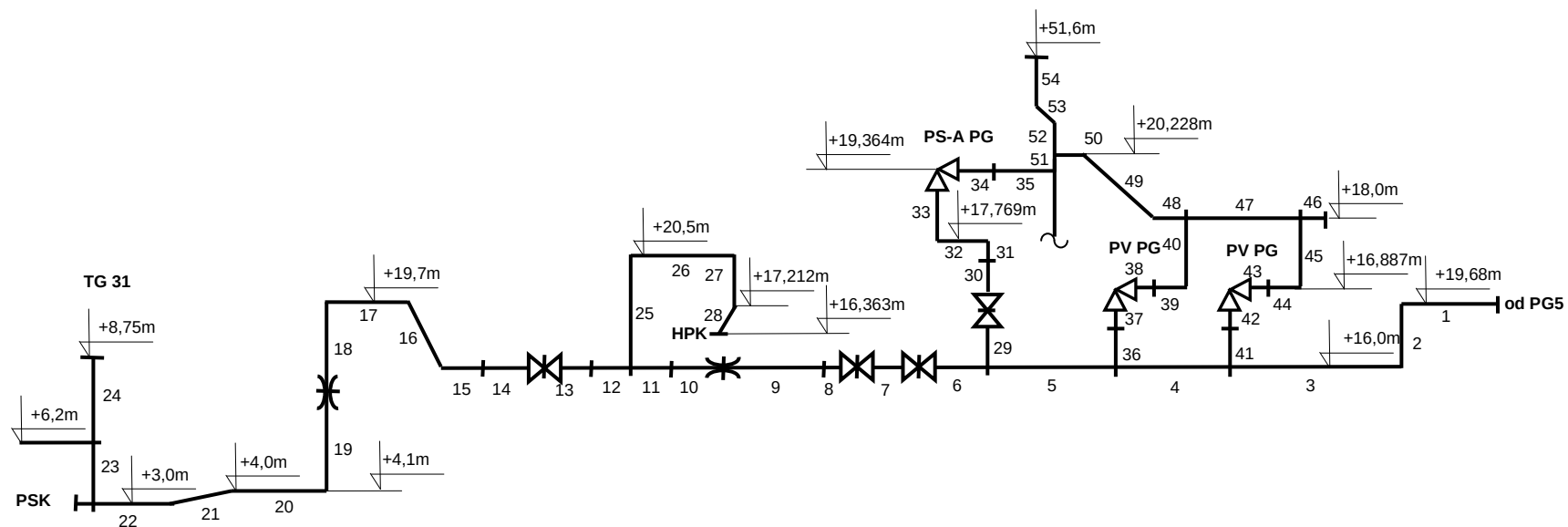
Parné potrubie od PG3 – v strojovni																	
Úsek číslo:	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
Dĺžka bez skrátenia ohybov [mm]	467	420	440	560	1113	467	420	440	560	1113	381	962	6038	1364	14619	1253	16532
Spolu bez skrátenia ohybov [mm]	467	860		560	1113	467	860		560	1113	7371			33768			
Priemer potrubia [mm]	DN200 φ219,1x12,5	DN200xDN350 (By NI)		DN350 φ355,6x7,92	DN350 φ355,6x7,92	DN200 φ219,1x10,31	DN 200xDN350 (By NI)		DN350 φ355,6x7,92	DN350 φ355,6x7,92	DN500 φ508x9,53			DN600 φ610x9,53			
Ohyby na potrubí	-	-		-	-	-	-		-	-	R762mm 90° úsek č. 46 (počet 1)			R915mm 30° medzi úsekmi č. 48-49, 49-50 (počet 2)			

Parné potrubie od PG4 - v strojovni



Parné potrubie od PG4 – v strojovni																																
Úsek číslo :	1	2	3	7	8	9	12	13	14	15	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	32	33						
Dĺžka bez skrátenia ohybov [mm]	1450	962	830	8683	5350	4500	635	371	762	2266	936	3045	467	420	440	560	1113	467	420	440	560	1113	381	962	1364	14804						
	4	5	6	10	11				16														31		34	35						
	6687	1492	546	4200	4094				1595														1440		1152	16617						
Spolu bez skrátenia ohybov [mm]	11967 (úsek č. 1-6)		26827 (úsek č. 7-11)				1006		5559 (úsek č. 14-17)		3045		467		860		560		1113		467		860		560		1113		2783		33937	
Priemer potrubia [mm]	DN 450 φ457x16,50 (úsek č. 1-6)		DN 500 φ508x18 (úsek č. 7-11)				DN150 φ168,3x10,97		DN200 φ219,1x10,31		DN500 φ508x9,53	DN500 φ508x9,53	DN200 φ219,1x10,31	DN200xDN350 (By NI)		DN350 φ355,6x7,92	DN350 φ355,6x7,92	DN200 φ219,1x10,31	DN200xDN350 (By NI)		DN350 φ355,6x7,92	DN350 φ355,6x7,92	DN500 φ508x9,53	DN600 φ600x9,53								
Ohyby na potrubí	R1371mm 90° na úseku č. 4 (počet: 1)		R1524mm 90° medzi úsekmi č. 8-9, 9-10, 10-11, (počet: 3)				-		R657mm 90° medzi úsekmi č. 14-15, 15-16 (počet: 2) R657mm 30° na úseku č. 15 (počet: 1)		R762mm 45° na úseku č. 18 (počet: 1)		-	-	-	-	-	-	-	-	-	R762mm 45° na úseku č. 31 (počet: 1)		R914mm 45° medzi úsekmi č. 33-34, 34-35 (počet: 2)								

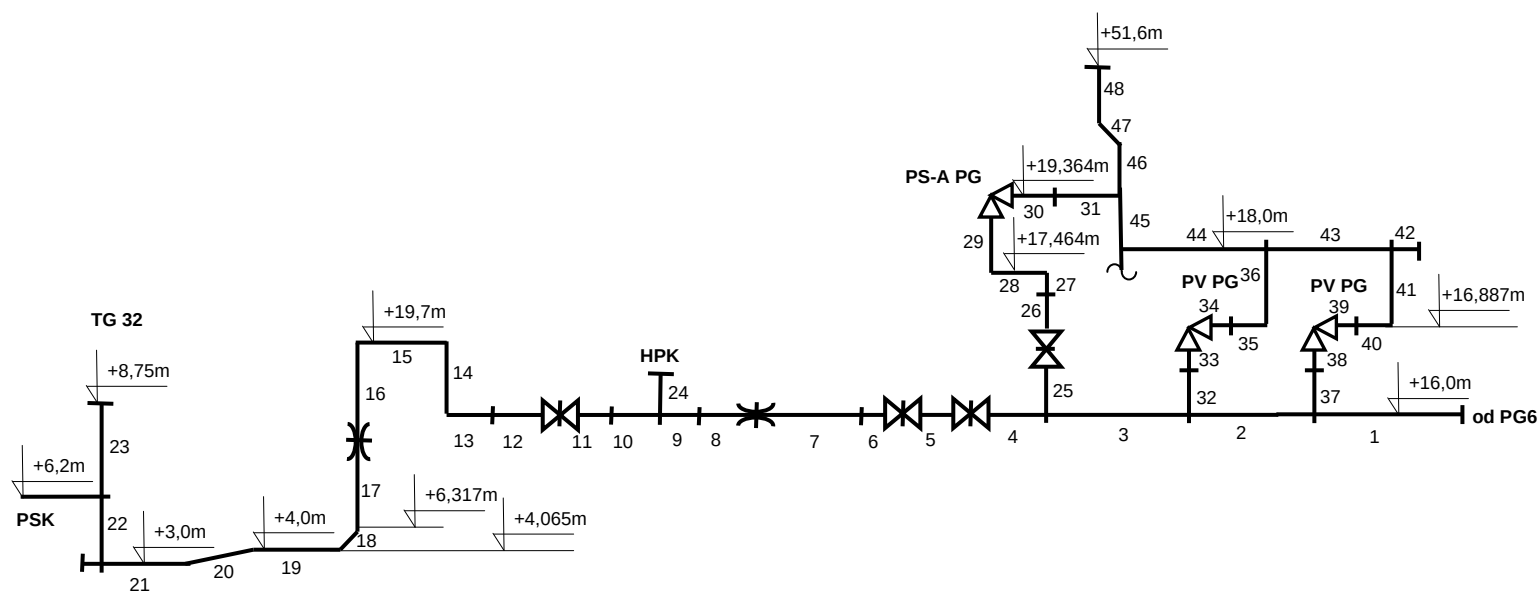
Parné potrubie od PG5 - v strojovni



Parné potrubie od PG5 – v strojovni																													
Úsek číslo:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	
Dĺžka bez skrátenia ohybov [mm]	4400	3680	3572	962	820	1330	1500	546	8134	4093	927	553	747	747	3263	4137	25360	4500	8400	3287	981	635	371	762	4262	1595	963	2600	
											18	19	20	21	22	23	24												
											8500	7100	33828	3864	34062	3200	2550												
Spolu bez skrátenia ohybov [mm]	16810 (úsek č. 1-8)								12227		128938 (úsek č. 11-24)						17168				1006		7555				2600		
Priemer potrubia [mm]	DN 450 φ457x16,5								DN 500 φ508x18		DN 550 φ559x19						DN 550 φ559x19				DN150 φ168,3x10,97		DN200 φ219,1x10,31		DN500 φ559	DN500 φ508x9,53			
Ohyby na potrubí	R1371mm 90° medzi úsekmi č. 1-2, 2-3 (počet 2)								-		R1677mm 60° medzi úsekmi č. 15-16, na úseku č. 20 (počet 2) R1677mm 30° medzi úsekmi č. 16-17, 19-20 (počet 2) R1677mm 90° medzi úsekmi č. 17-18, na úseku č. 17, 20, 22 (počet 4) R1677mm 15° medzi úsekmi č. 20-21, 21-22 (počet 2) R1677mm 45° úsek č. 22 3x (počet 3)						R1677mm 90° medzi úsekmi č. 25-26, 26-27, na úseku č. 26 (počet 3) R1677mm 30° medzi úsekmi č. 27-28 (počet 1)				-		R305mm 90° medzi úsekmi č. 31-32, 32-33, na úseku č. 32 (počet 3) R305mm 45° na úseku č. 32 2x (počet 2)				R762mm 45° úsek č. 35 (počet 1)		

Parné potrubie od PG5 – v strojovni																			
Úsek číslo:	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
Dĺžka bez skrátenia ohybov [mm]	467	420	440	560	1113	467	420	440	560	1113	381	962	2382	3151	3422	864	14043	1131	16529
Spolu bez skrátenia ohybov [mm]	467	860		560	1113	467	860		560	1113	10298				32557				
Priemer potrubia [mm]	DN200 φ219,1x10,31	DN200xDN350 (By NI)		DN350 φ355,6x7,92	DN350 φ355,6x7,92	DN200 φ219,1x10,31	DN200xDN350 (By NI)		DN350 φ355,6x7,92	DN350 φ355,6x7,92	DN500 φ508x9,53				DN600 φ610x9,53				
Ohyby na potrubí	-	-		-	-	-	-		-	-	R762mm 90° medzi úsekmi č. 48-49, úsek č. 50 (počet 2) R762mm 45° medzi úsekmi č. 49-50 (počet 1)				R914mm 45° medzi úsekmi č. 50-51, 51-52 (počet 2)				

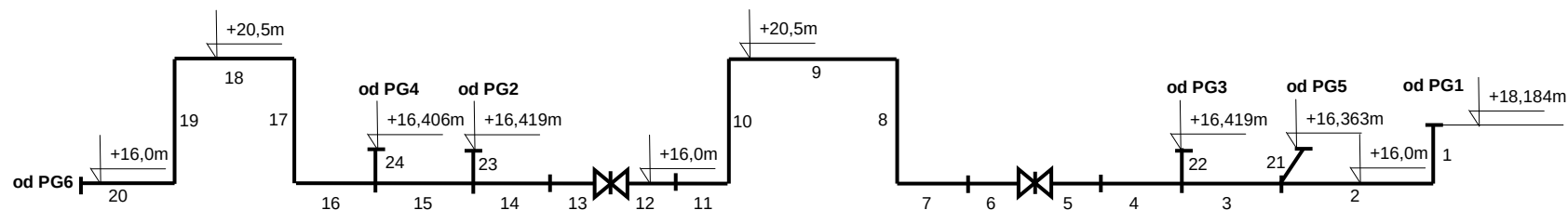
Parné potrubie od PG6 - v strojovni



Parné potrubie od PG6 – v strojovni																								
Úsek číslo:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	24	25	26	27	28	29	30	31
Dĺžka bez skrátenia ohybov [mm]	6639	912	649	5050	1450	546	5270	2457	927	753	747	747	2253	3700	25300	8500	419	635	371	457	3949	1900	934	1314
									17	18	19	20	21	22	23									
									4883	2600	15000	3864	29362	3200	2550									
Spolu bez skrátenia ohybov [mm]	15246 (úsek č. 1-6)						7727 (úsek č. 7-8)		104451 (úsek č. 9-23)								419	1006		7240 (úsek č. 27-30)				1314
Priemer potrubia [mm]	DN 450 φ457x16,50						DN 500 φ508x18		DN 550 φ559x19								DN 550 φ559x19	DN150 φ168x10,97		DN200 φ219x10,31		DN500 φ559	DN500 φ559x19	
Ohyby na potrubí	R1371mm 90° úsek č. 1 (počet 1)						-		R1677mm 90° medzi úsekmi č. 13-14,14-15,15-16,18-19, na úseku č. 15, 19, 21 (počet 7) R1677mm 15° medzi úsekmi č. 19-20, 20-21 (počet 2) R1677mm 30° medzi úsekmi č. 17-18 (počet 1) R1677mm 45° úsek č. 21 3x (počet 3)								-	-		R657mm 90° medzi úsekmi č. 27-28, 28-29, na úseku č. 28 1x (počet 3) R657mm 45° na úseku č. 28 2x (počet 2)				-

Parné potrubie od PG6 – v strojovni																	
Úsek číslo:	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
Dĺžka bez skrátenia ohybov [mm]	467	420	440	419	1113	467	420	440	419	1113	381	912	3565	1364	14906	1131	16530
Spolu bez skrátenia ohybov [mm]	467	860		419	1113	467	860		419	1113	4858			33931			
Priemer potrubia [mm]	DN200 φ219,1x10,31	DN200xDN350 (By NI)		DN350 φ355,6x7,92	DN350 φ355,6x7,92	DN200 φ219,1x10,31	DN200xDN350 (By NI)		DN350 φ355,6x7,92	DN350 φ355,6x7,92	DN500 φ508x9,53			DN600 φ610x9,53			
Ohyby na potrubí	-	-		-	-	-	-		-	-	R762mm 45° na úseku č. 44 (počet 1)			R914mm 45° medzi úsekmi č. 46-47, 47-48 (počet 2)			

Hlavný parný kolektor - HPK



Hlavný parný kolektor																								
Úsek číslo :	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Dĺžka bez skrátenia ohybov [mm]	2184	6600	1550	419	2131	4124	1676	4500	32700	4500	2353	747	747	2006	3500	2500	4500	4200	4500	1981	419	419	419	406
Spolu bez skrátenia ohybov [mm]	10753				6255		45729					1494			23187							1663		
Spolu bez skrátenia ohybov [mm]	89081																							
Priemer potrubia [mm]	DN 550 ϕ 559 x 19																							
Ohyby na potrubí	R1677mm 90° medzi úsekmi č. 1-2 (počet: 1)				-		R1677mm 90° medzi úsekmi č. 7-8, 8-9, 10-11, 9-10, úsek č. 9 2x (počet: 6)					-			R1677mm 90° medzi úsekmi č. 16-17, 17-18,18-19,19-20 (počet: 4)									

7.2.0.2.3.4 Armatúry a poistné zariadenia na parnej časti II.O.

7.2.0.2.3.4.1 Poistné ventily PG - PV PG

PV PG slúžia ako ochranné bezpečnostné zariadenie proti natlakovaniu PG a parovodov a na odvod zvyškového tepla v príslušných prevádzkových stavoch a havarijných podmienkach s neporušenou tlakovou hranicou I.O.

V rámci jedného bloku je na každom parovode jeden PV PG - hlavný a jeden PV PG - kontrolný. Sumárne PV PG musia zabezpečiť automatické prepustenie nominálneho prietoku pary z PG a musia zabezpečiť diverzifikačné, riadené vychladenie bloku do 130°C v I.O.

7.2.0.2.3.4.2 Prepúšťacie stanice do atmosféry - PS-A PG

PS-A PG zabezpečujú regulované prepúšťanie pary, parovodnej zmesi do atmosféry v prípade nemožnosti použiť obtokových ventilov turbíny (PSK), ktoré odvádzajú ostrú paru priamo do kondenzátora. Ďalej PS-A PG sú určené k tomu, aby vypúšťali ostrú paru pri spúšťaní, alebo odstavovaní energetického bloku, kedy je potreba pary pre TG menšia ako je parný výkon PG a pri nadbytočnom zvýšení tlaku ostrej pary po náhlom znížení záťaže TG.

Na každom parovode z PG je jedna PS-A, ktorá pozostáva z jedného uzatváracieho ventilu a jedného regulačného ventilu, s hĺbkosťou 200 t/hod a musia zabezpečiť riadené vychladenie bloku do 130°C v I.O.

Za normálnej prevádzky sú PS-A zatvorené a jedna z nich je navolená v automatickom ovládaní. PS-A sa otvára automaticky, pri zvýšení tlaku na 5,4 MPa^{abs} v PG. Pri poklese tlaku na 4,8 MPa^{abs} v PG sa zatvárajú.

PS-A PG sú nainštalované na parovodoch mimo hermetickú zónu, pred RČA. Výfukové potrubie je zavedené do spoločného výfukového potrubia DN 530x8 s PV PG vedúceho do atmosféry na strechu strojovne.

7.2.0.2.3.4.3 Rýchločinná armatúra - RČA na parovodoch

RČA zabezpečujú spoľahlivé a bezpečné oddelenie porušeného PG alebo oddelenie PG od porušených parovodov za RČA.

Na každom parovode sú dve RČA, pričom na jednej z nich je nainštalovaný obtok a jedna RČA je s dvojitým nezávislým ovládaním na zatvorenie.

7.2.0.2.3.4.3

7.2.0.2.3.4.3

7.2.0.2.3.4.3

7.2.0.2.3.4.3

7.2.0.2.3.4.3

7.2.0.2.3.4.3

7.2.0.2.3.4.3

7.2.0.2.3.4.3

7.2.0.2.3.4.3

7.2.0.2.3.4.3

7.2.0.2.3.4.3

7.2.0.2.3.5 Parná turbína

Typ: trojtelesová parná turbína

Technické parametre turbíny

Menovitý výkon - meraný na svorkách generátora	232,6	MW
Menovité otáčky	3000	ot/min
Menovitý tlak pary pred RZV	4,4	MPa ^{abs}
Menovitá teplota pary pred RZV	256,07	°C
Maximálna teplota chladiacej vody	33,8	°C
Menovitá teplota chladiacej vody	19	°C

Riešenie obidvoch turbosústrojov bloku je rovnaké. Vlastná kondenzačná turbína na sýtu paru s ôsmimi neregulovanými odbermi je trojtelesová s jedným VT dielom a dvoma NT dielmi. Každá turbína je vybavená 2 separátormi – prehrievačmi, ktoré odlučujú vlhkosť a prehrievajú paru v dvoch stupňoch. K turbíne je pripojený trojfázový turboalternátor so statickým budičom a priamym chladením statorového vinutia kondenzátom a okružným chladením rotoru a statorových plechov vodíkom. Kondenzátor turbíny je dvojtlakový, v modulovom prevedení s titánovými rúrkami. Turbínový kondenzát je z kondenzátora prečerpávaný dvomi stupňami kondenzátnych čerpadel cez blokovú úpravu turbínových kondenzátov a 5-stupňovú nízkotlakovú regeneráciu do napájacích nádrží. Na výtlaku napájacích čerpadel je u každej TG skupina 2 vysokotlakových regeneračných ohrievačov vykurovaných z neregulovaných odberov TG.

7.2.0.2.3.5.1 VT rýchlozáverné ventily turbíny a regulačné ventily

	Hodnota	Rozmer
Pracovný tlak média	4,4	MPa ^{abs}
Maximálny tlak média	5,9	MPa ^{abs}
Pracovná teplota média	256	°C
Maximálna teplota média	275	°C
Jednočinný (tlak kvapaliny oproti sile pružiny) dvojpolohový (zavretý/otvorený) vyvážený pohon rýchlozáverného ventilu sa presune do otvorenej polohy pôsobením tlaku kvapaliny na píst a uzavrie sa silou tanierových pružín. Uzatvárací čas pohonu je 0,3 s. Koncová fáza uzatvárania ventilu je tlmená. Uzatváracia rýchlosť v tlmenej fáze sa dá upraviť clonou.		

Regulačné ventily turbíny

Regulačný ventil HP je ovládaný jednočinným (tlak kvapaliny oproti sile pružiny) vyváženým pohonom. Presunutie do otvorenej polohy sa realizuje pracovným tlakom kvapaliny, ktorá sa zavádza pod piest. **Čas presunutia medzi polohou otvorenia a zatvorenia je približne 1,2 s (to platí pre oba smery – otváranie a zatváranie).** Zatváranie pohonu je zabezpečené upustením tlaku kvapaliny pod piestom.

Zatvárací čas regulačného ventilu je 0,3 s, keď sa privedie prúd do solenoidu sedlového ventilu. Dobeň do koncovnej polohy je tlmený. Rýchlosť zatvárania v časti utlmenia je možné nastaviť clonou, ktorá sa nachádza na vstupe do priestoru pod piestom pohonu.

Obtokový ventil turbíny

Regulačný ventil VT je ovládaný jednočinným (tlak kvapaliny oproti sile pružiny) vyváženým pohonom. Presunutie do otvorenej polohy sa realizuje pracovným tlakom kvapaliny, ktorá sa zavádza pod piest. **Čas presunutia medzi polohou otvorenia a zatvorenia je približne 1,2 s (to platí pre oba smery – otváranie a zatváranie).** Zatváranie pohonu je zabezpečené upustením tlaku kvapaliny pod piestom.

Zatvárací čas regulačného ventilu je 0,3 s, keď sa prúd privede do solenoidu sedlového ventilu. Dobeň do koncovnej polohy je tlmený. Rýchlosť zatvárania v časti utlmenia je možné nastaviť clonou, ktorá sa nachádza na vstupe do priestoru pod piestom pohonu.

NT núdzové rýchlozáverné klapky turbíny

Jednočinný (tlak kvapaliny oproti sile pružiny) dvojpolohový (zavretý/otvorený) vyvážený pohon núdzovej rýchlozávernej klapky sa presune do otvorenej polohy pôsobením tlaku kvapaliny na piest a uzavrie silou špirálových pružín. **Uzatvárací čas pohonu je 0,3 s.** Koncová fáza uzatvárania klapkového ventilu je tlmená. Uzatváracia rýchlosť v tlmenej fáze sa dá upraviť clonou.

Regulačné klapky NT turbíny

Regulačná klapka NT je ovládaná jednočinným (tlak kvapaliny oproti sile pružiny) vyváženým pohonom. Presunutie do otvorenej polohy sa realizuje pracovným tlakom kvapaliny, ktorá sa zavádza pod piest. **Čas presunutia medzi polohou otvorenia a zatvorenia je približne 1,2 s (to platí pre oba smery – otváranie a zatváranie).** Zatváranie pohonu je zabezpečené uvoľnením tlaku kvapaliny pod piestom.

Zatvárací čas LP regulačnej klapky je 0,3 s, keď sa prúd privede do solenoidu sedlového ventilu. Dobeň do koncovnej polohy je tlmený. Rýchlosť zatvárania v časti utlmenia je možné nastaviť clonou, ktorá sa nachádza na vstupe do priestoru pod piestom pohonu.

7.2.0.2.3.5.2 Ventil prepúšťacej stanice do kondenzátora /PSK/

	Hodnota				Rozmer
	Minimum	Nominal	Nom. naplno otvorený	Max. naplno otvorený	
Vstupný tlak ventilu	0,5	4,4	4,6	5,6	MPa ^{abs}
Vstupná teplota ventilu	151,90	256,07	258,80	271,20	°C
Prietok na vstupe ventilu	5,00	455,00	530,00	653,00	t/h
Entalpia na vstupe ventilu	2748,26	2798,66	2797,38	2788,08	kJ/kg
Výstupný tlak ventilu	0,50	4,24	3,99	4,85	MPa ^{abs}
Výstupná teplota ventilu	151,88	253,78	250,18	262,04	°C
Požadované Kv	1580,00	1580,00	1580,00	1580,00	
Aktuálne Kv	1580,00	1580,00	1580,00	1580,00	
Zdvih ventilu	163,00	163,00	163,00	163,00	mm
Otvorená/Zatvorená Doba (modulačná) - technická špecifikácia požiadavky				5	s
Otvorená/Zatvorená Doba (modulačná) – funkčný výsledok testu				2	s
	Minimum	Nominal	Nom. naplno otvorený	Max. naplno otvorený	
Vstupný tlak ventilu	0,50	4,24	3,99	4,85	MPa ^{abs}
Vstupná teplota ventilu	151,88	253,78	250,18	262,04	°C
Prietok na vstupe ventilu	5,00	455,00	530,00	653,00	t/h
Výstupný tlak ventilu	0,09	1,15	1,33	1,534	MPa ^{abs}
Výstupná teplota ventilu	135,35	192,18	196,36	199,36	°C
Požadované Kv	91,78	1025,16	1269,11	1275,04	
Požadované Cv	106,24	1186,62	1469,00	1475,85	
Aktuálne Kv	1298,00	1298,00	1298,00	1298,00	
Aktuálne Cv	1502,44	1502,44	1502,44	1502,44	
Maxim. zdvih ventilu	163,00	163,00	163,00	163,00	mm
Požadovaný zdvih ventilu	20,33	125,52	162,36	162,82	mm
Otvorená/Zatvorená Doba (modulačná)				5	s
Otvorená/Zatvorená Doba (trip)				3	s
Ovládanie :					
Automatické alebo manuálne ovládanie z hlavnej blokovej dozorne. Možnosť manuálneho ovládania PSK z BD je požadovaná, aby bolo možné ovládanie tlaku na napájaní v rozsahu 0,1÷ 4,9 MPa (pre potenciálne použitie PSK na odvod zvyškového tepla z bloku).					
Automatické ovládanie :					
1) Jeden regulátor pre každý blok ovláda štyri PSK dvoch TG (dve PSK na TG) v konfigurácii rozdelených rozsahov medzi TG. Dve PKS každého TG sú ovládané paralelne a spoločne.					
2) Ak hltnosť predvolených dvoch PSK jedného TG nezníži tlak pod hodnotu zodpovedajúcu nastaveniu HPK plus 2,2 MPa dostatočne rýchlo, otvoria sa dve PSK druhej turbíny podľa charakteristiky rozdelených rozsahov keď sú predvolené PSK plne otvorené Optimálny čas pre úplné otvorenie PSK by nemal byť nastavený, kým sa nezohľadní dynamika prúdenia pary za PSK.					
3) Uzatváracie armatúry PSK sa zatvárajú pri tlaku 4,4 MPa ^{abs} . Regulačné armatúry PSK sa uzatvárajú pri poklese tlaku v HPK pod úroveň 4,62 MPa ^{abs} .					

4) V prípade odstavenia turbíny PSK musia byť rýchlo otvorené, bez ohľadu na požiadavku regulátora tlaku a bez čakania na nárast tlaku v HPK, aby sa adekvátne zreguloval prechodový proces so zmenou tlaku.
Ochrany činnosti PSK:
1) PSK sa zatvára pri dosiahnutí hladiny v zodpovedajúcom kondenzátore.
2) Keď dôjde k strate elektrického napájania bloku, tlak ovládacieho oleja poklesne - PSK sa nemôžu otvoriť alebo sa zatvoria, ak boli otvorené. V prípade úplnej SNVS (vnútornej i vonkajšej) sa automaticky zatvárajú oddeľovacie armatúry na trase obtoku pomocou olejových akumulátorov, zatiaľ čo regulačné ventily zostanú v nezmenenej pozícii. Táto činnosť je automaticky iniciovaná hydraulickým systémom a nečaká na špeciálny signál od systému DCS.
3) Keď sa vákuum v kondenzátore turbíny zhorší, PSK príslušnej turbíny sa zatvorí alebo jej otvorenie je blokové. Zhoršenie vákua na 25 kPa sa signalizuje opticky aj zvukovo na hlavnej blokovej dozorni.
1) Pokles prietoku vstrekovateľného kondenzátu na 60 t/h v spoločnej trase na sprchy by mal byť signalizovaný výstražným alarmom v hlavnej blokovej dozorni. Keď sa množstvo vstrekovateľného kondenzátu ďalej znižuje (merané v spoločnej trase vstrekovania kondenzátu), na 45 t/h (po časovom oneskorení, vziať do úvahy prechodné prúdenie), príslušná PSK sa zatvorí.
5) Keď tlak v HPK poklesne na limitnú hodnotu za predpokladu, že nie je zvolený režim dochladzovania alebo nábehu.
6) V prípade ak signál "actuator fault" je aktívny
7) Ak je požiadavka na otvorenie PSK viac ako 10% a armatúra je po 5 s stále uzatvorená
8) Ak je požiadavka na otvorenie oddeľovacej armatúry PSK a po 5 s je stále uzatvorená.

7.2.0.2.3.6 Systém odluhu PG

Systém odluhu parogenerátorov slúži k:

- vykonávaníu trvalého a periodického odluhovania PG
- vypúšťaniu PG
- odvodušneniu sekundárnej strany PG

Trvalý odluh sa vykonáva za účelom udržiavania soľného režimu a hladiny iónov chlóru vo vode II.O. v množstve 0,5% celkového prietoku vody II.O.

Periodický odkal PG je vykonávaný za účelom odstránenia kalu a produktu s vysokým obsahom solí o max. celkovom prietochom množstve 30 m³/hod.

	Hodnota	Rozmer
Expandér odluhu		-
Objem	5,5	m ³
Pracovný tlak	0,882	MPa
Max. prietochné množstvo (pri kontinuálnom odluhu a periodickom odkale)	44	m ³ /h
Chladič odluhov - regeneračný		-
Chladené médium (medzirúrkový priestor)	odluh PG	-
Množstvo	35	t/h
Teplota na vstupe	169	°C
Teplota na výstupe	50	°C
Pracovný tlak	0,8	MPa
Chladiace médium (priestor v rúrkach)	turbínový kondenzát	-
Množstvo	65	t/h
Teplota na vstupe	30	°C
Pracovný tlak	1,2	MPa
Dochlazovač odluhu		-
Chladené médium (rúrkový priestor)	odluh PG	-
Množstvo	35	t/h
Teplota na vstupe	169	°C
Pracovná teplota na výstupe	45 max. 50	°C °C
Pracovný tlak	0,8	MPa
Chladiace médium (medzirúrkový priestor)	technická voda	-
Množstvo	max. 200	t/h
Teplota na vstupe	15 - 33	°C
Pracovný tlak	0,408	MPa
Čerpadlo vypúšťacej nádrže		-
Dopravované množstvo	20	m ³ /h
Výtlačná výška	500	J/kg
Pracovná teplota	max. 60	°C

	Hodnota	Rozmer
Vypúšťacia nádrž s hydrouzáverom		-
Objem	25	m ³
Pracovný tlak	atmosférický	
Pracovná teplota	max. 60	°C
Médium	odluh PG	-
Zariadenia sú umiestnené mimo hermetickej zóny		

7.2.0.2.4 BAZÉN SKLADOVANIA VYHORETÉHO PALIVA

Bazén skladovania vyhoretého paliva je určený pre prechodné skladovanie vyhoretého alebo ožiareného paliva pred jeho odvozom z HVB.

Skladovanie vyhoretých palivových kaziet na JE je dané vysokým zvyškovým výkonom paliva po vybratí z reaktora. Preto musí zostať v BSVP až do doby, kedy výkon a radiácia poklesne na úroveň, pri ktorej je možné odvieť toto palivo z HVB. V skladovacej časti BSVP, ktorá je stále zaplavená vodou, sú palivové kazety uložené do ukladacej mreže vo zvislej polohe. Táto poloha umožňuje dobré chladenie kaziet prirodzenou cirkuláciou chladiacej vody. Pri revíziách vnútorných častí reaktora sa nad stabilnú ukladaciu mrežu vkladá mreža rezervná za súčasného zvýšenia hladiny vody v bazéne.

Stabilná ukladacia mreža BSVP

	Hodnota	Rozmer
Materiál mreže - nerez. oceľ	17348.3	-
Celková hmotnosť dodávaných dielov mreže	47 255	kg

Rezervná ukladacia mreža BSVP

	Hodnota	Rozmer
Rezervná ukladacia mreža sa skladá z troch sekcií, dve sú obdĺžnikového tvaru a tretia je lichobežníková. Každá sekcia rezervnej ukladacej mreže je tvorená dolnou, strednou a hornou doskou.		
Materiál mreže - nerez. oceľ	17348.3	-
Hmotnosť	26 087	kg

Hermetické puzdro pre poškodené palivové kazety

	Hodnota	Rozmer
Hmotnosť jedného puzdra	139	kg
Materiál	nehrdzavejúca kyselinovzdorná oceľ	-

Prekrytie skladovacieho bazénu vyhoretého paliva

	Hodnota	Rozmer
Materiál	Uhlík. oceľ tr.11	-
Hmotnosť	8717	kg

Hladina v bazéne skladovania vyhoretého paliva podľa LaP:

Pre bazén skladovania vyhoretého paliva musia byť splnené nasledovné podmienky:

- a. Minimálna hladina na kóte +14,45 m, počas skladovania ožiarených palivových kaziet v dolnom rošte bazénu skladovania vyhoretého paliva.
- b. Minimálna hladina na kóte +21,0 m, počas manipulácií s ožiarenými palivovými kazetami alebo v dobe skladovania ožiarených palivových kaziet v hornom rošte bazénu skladovania vyhoretého paliva.

7.2.0.2.4.1 Základné technické parametre systému chladenia BSVP

Základné technické parametre systému chladenia BSVP sú uvedené v technickej správe PNM34361102

7.2.0.2.5 HERMETICKÁ ZÓNA

Hermetická zóna (hermetické priestory, kontajnement) je súhrn všetkých priestorov na danom bloku JE, ktorého vonkajšia hranica je počas prevádzky voči vonkajšej atmosfére hermeticky uzavretá. Hermetická zóna predstavuje poslednú bariéru pred únikom rádioaktívnych produktov štiepenia do okolia JE.

Projektová hodnota trvalých netesností HZ je maximálne 2% objemu atmosféry HZ za 24 hodín pri projektovom vnútornom pretlaku v HZ.

7.2.0.2.5.1 Geometricko - materiálové charakteristiky hermetickej zóny

Geometricko - materiálové charakteristiky hermetickej zóny sú uvedené v technickej správe PNM34361102

Serpentinitové betóny a zásypy šachty reaktora

Serpentinitovými betónmi a zásypmi sa plnia nasledujúce dodávkové uzly reaktorového zariadenia:

	Hustota	Objem	Hmotnosť
Uzol 1.14 - Základové časti betónovej šachty Nosný prstenec Serpentinitový betón č. 3	1950 kg.m ⁻³	1 m ³	1950 kg
Uzol 1.16 - Kanály ionizačných komôr Serpentinitový betón č. 3 Serpentinitový piesok veľkosti drviny 2 - 2,5 mm	1950 kg.m ⁻³ 1250 kg.m ⁻³	1 m ³ 1 m ³	1950 kg 1250 kg
Uzol 1.19 - Horná a spodná biologická ochrana Železoserpentinitový zásyp	3500 kg.m ⁻³	9 m ³	31500 kg
Uzol 1.24 - Oporný rám Vnútorný prstenec Železoserpentinitový zásyp Stredný prstenec Serpentinitový betón č. 1 Serpentinitový betón č. 3	3500 kg.m ⁻³ 2300 kg.m ⁻³ 1950 kg.m ⁻³	2 m ³ 5 m ³ 5 m ³	7000 kg 11500 kg 9750 kg
Uzol 1.25 - Oceľová konštrukcia suchej ochrany Serpentinitový betón zloženia č. 1	2300 kg.m ⁻³	30 m ³	69000 kg
Uzol 1.27 - Veľkorozmerové časti tienenia a mechanizmy otáčania Serpentinitový betón zloženia č. 3	1950 kg.m ⁻³	6 m ³	11700 kg
Uzol 1.30 – Zdvíhací mechanizmus závesov ionizačných komôr s uzlom protizávažia a kladkami Serpentinitový betón zloženia č. 3	1950 kg.m ⁻³		

Ťažký betón

Do tejto skupiny betónov sú zaradené betóny používané v rámci výstavby objektu HVB v SE MO34 v priestoroch kontrolovanej zóny (tam, kde by mohlo prísť k ohrozeniu pracovníkov obsluhy pôsobením ionizujúceho žiarenia a únikom tohto žiarenia do vonkajšieho prostredia). Ďalej sa ťažké betóny používajú ako lokalizácia a zabránenie šírenia Ra látok v miestnostiach HZ (mimo hranice HZ), kde je zdroj úniku Ra látok (v havarijnej situácii) na miestach, kde je použitie betónov tienenia z hľadiska konštrukčného riešenia

nedostatočné. Použitie týchto betónov je limitované ich umiestnením v priestoroch HZ tam, kde netvoria hranicu HZ a nehermetickej zóny a v priestoroch nehermetickej zóny.

Pre podmienky SE MO34 je objemová hmotnosť ťažkého betónu stanovená na 3560 kg/m³.

Ťažký betón je použitý medzi šachtou reaktora a vymieracím bazénom v priestore okolo hydrouzáveru aj okolo vzduchotechnických zariadení.

7.2.0.2.5.2 Systém znižovania tlaku v hermetickej zóne a lokalizácia únikov

Účelom systému zníženia tlaku v hermetickej zóne a lokalizácie havárie je zabránenie úniku rádioaktívnych látok do okolia JE pri úniku vysokoenergetického chladiva I.O. do priestoru HZ.

Z hľadiska funkcie sa rozdeľuje na:

- aktívny sprchový systém
- pasívny vákuobarbotážny systém
- rušič vákua

7.2.0.2.5.2.1 Sprchový systém

Sprchový systém je tvorený tromi funkčne samostatnými, nezávislými podsystémami.

Každý podsystém pozostáva zo:

- sprchového čerpadla
- nádrže roztoku N_2H_4 , KOH, H_3BO_3
- vodoprúdového čerpadla
- tepelného výmenníka HSCHZ
- sitovej konštrukcie
- spojovacieho potrubia, armatúr a sprchových trysiek

Každý podsystém sprchového systému je funkčne zviazaný s príslušným aktívnym podsystémom havarijného chladenia aktívnej zóny a sú spolu umiestnené v samostatných miestnostiach.

Sprchové čerpadlá čerpajú chladivo z nádrže nízkotlakového systému havarijného chladenia aktívnej zóny. Po vyčerpaní nádrže nízkotlakového systému havarijného chladenia aktívnej zóny je satie sprchového čerpadla prepnuté na zberné nádrže na podlahe boxu PG a HCČ, kde sa zhromažďuje voda uniknutá z porušeného primárneho okruhu a voda dodávaná sprchovým systémom. Pri saní vody z podlahy boxu PG a HCČ prechádza voda cez tepelný výmenník HSCHZ pred vstupom na satie sprchového čerpadla a nízkotlakového čerpadla HSCHZ.

Sprchové čerpadlo

	Hodnota	Rozmer
Pracovná teplota	125	°C
Prietok nominálny / maximálny / minimálny	520 / 579 / 220	m ³ /h
Sacia výška minimálna / maximálna	6,1 / 12,5	m
Sací tlak nominálny / minimálny	0,2 / 0,16	MPa ^{abs}
Merná energia	430	J/kg
Záverňý tlak *	0,645	MPa ^{abs}
Sacia rýchlosť	2,01	m/s
Otáčky	985	ot/min
Sprchové čerpadlo sa zapína / vypína / je blokové pri pôsobení príslušných signálov ESFAS.		

* Tlak na výtlaku zahŕňa hydrostatický tlak vodného stĺpca medzi čerpadlom a nádržou.

Nádrže sprchového systému (zásobné nádrže reagentov)

	Hodnota	Rozmer
Menovitý objem	13	m ³
Pracovný objem	10	m ³
Pracovná teplota	30	°C
Roztok so zložením	H ₃ BO ₃ 40 g/kg, draslík 98 g/kg, N ₂ H ₄ 10 g/kg	
Hmotnosť	2532	kg

Tepelný výmenník HSCHZ

	Hodnota	Rozmer
Typ	horizontálny	-
Teplovýmenná plocha	1110	m ²
Počet rúrok	2958	ks
Rozmer rúrok	Ø20x2	mm
Dĺžka rúrok	6000	mm
Koeficient prestupu - čistý	2763,8	kW/(m ² .K)
Koeficient prestupu - zanesený	1013,6	kW/(m ² .K)
Rozmery	ø1800x7739	mm
Hmotnosť	31 358	kg
<i>Chladené médium (medzirúrkový priestor)</i>	<i>chladiivo I.O. a zo sprch, zbierané z podlahy boxu PG pri havárii</i>	-
Prietok	1500840	kg/h
Vstupný tlak	1,3	MPa ^{abs}
Tlaková strata výpočtová	64,1	kPa
Teplota na vstupe	106,5	°C
Teplota na výstupe	80	°C
Hustota (106,5°C / 80°C)	959 / 978	kg/m ³
Tepelná kapacita (106,5°C / 80°C)	4,253 / 4,224	kJ/kg.K
Vodivosť (106,5°C / 80°C)	0,680 / 0,660	W/m.K
Rýchlosť média	1,09	m/s
Výkon	46930	kW
Objem	8,5	m ³
<i>Chladiace médium (v rúrkach)</i>	<i>technická voda dôležitá</i>	-
Prietok	1491480	kg/h
Vstupný tlak	0,85	MPa ^{abs}
Tlaková strata výpočtová	23,9	kPa
Teplota na vstupe	33	°C
Teplota na výstupe	73,2	°C
Hustota (33°C / 73,2°C)	994 / 975	kg/m ³
Tepelná kapacita (33°C / 73,2°C)	4,187 / 4,2	kJ/kg.K
Vodivosť (33°C / 73,2°C)	0,620 / 0,660	W/m.K
Rýchlosť média	1,41	m/s
Výkon	69840	kW
Objem	5,5	m ³

Pre prevádzku sitových konštrukcií nad vtokovými otvormi do recirkulačného potrubia sú charakteristické nasledujúce údaje:

Sitová konštrukcia - typ I

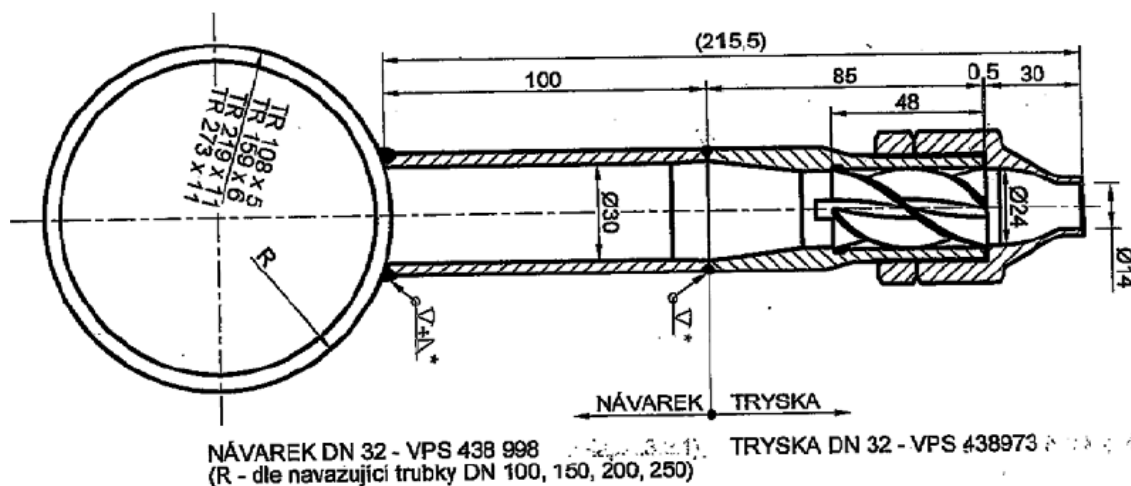
	Hodnota	Rozmer
Výška zberača nad podlahou boxu	710	mm
Rozmer zberného kanála	200x650	mm
Celková hmotnosť	4800	kg
Počet na jeden blok	1	ks
Podtlaková prevádzka:		
Minimálna výška hladiny meraná od kóty +6,05 m	1,1	m
Maximálny prietok zberačom	1400	m ³ /h
Maximálna rýchlosť kvapaliny k sitovej konštrukcii Bude uvedené v kvalifikačnej dokumentácii (PNM34388493)	1,42	cm/s
Rovnotlaková prevádzka:		
Minimálna výška hladiny meraná od kóty +6,05m	0,63	m
Maximálny prietok	280 (krátkodobo 800)	m ³ /h (m ³ /h)
Maximálna rýchlosť kvapaliny k sitovej konštrukcii	0,43 (krátkodobo 1,2)	cm/s (cm/s)

Sitová konštrukcia - typ II

	Hodnota	Rozmer
Výška zberača nad podlahou boxu	500	mm
Rozmer zberného kanála	200x570	mm
Celková hmotnosť	4700	kg
Počet na jeden blok	2	ks
Podtlaková prevádzka:		
Minimálna výška hladiny meraná od kóty +6,05 m	1,1	m
Maximálny prietok zberačom	1400	m ³ /h
Maximálna rýchlosť kvapaliny k sitovej konštrukcii Bude uvedené v kvalifikačnej dokumentácii (PNM34388493)	0,97	cm/s
Rovnotlaká prevádzka :		
Minimálna výška hladiny meraná od kóty +6,05 m	0,63	m
Maximálny prietok	280 (krátkodobo 800)	m ³ /h (m ³ /h)

Sprchové kolektory s tryskami

	Hodnota	Rozmer
Počet rúrkových kolektorov	3	-
Rozostup sprchových trysiek Uhly sklonu rozstrekovacích trysiek sú vzájomne vystriedané a natočené tak, aby striekali do priestoru a vzájomne sa neovplyvňovali.	cca 1,5	m
Priemer sprchových kvapiek	1 - 1,5	mm



Sprchová tryska s potrubím

Rýchločinný ventil na výtlačnej trase sprchového čerpadla

	Hodnota	Rozmer
Pracovný tlak média	1,6	MPa
Pracovná teplota média	125	°C
Max. prietok	520	m ³ /h
Max. doba na uzavretia ventilu / Max. doba na otvorenia ventilu	18,2 / 18,2	s
Rozmer pripojenia ventilu	273 x 11	mm
DN / PN	250 / 40	
Koeficient miestnej tlakovej straty	0,4	
Ventil sa otvára / zatvára pri pôsobení príslušných signálov ESFAS.		

7.2.0.2.5.2.2 Vákuobarbotážny systém

Vákuobarbotážny systém JMP je pasívny systém znižovania tlaku v HZ, ktorý sa uplatňuje v súčinnosti so sprchovým systémom pri haváriách s väčším únikom vysokoenergetického média z I.O. alebo II.O. do HZ.

Hlavnými časťami vákuobarbotážneho systému sú:

- barbotážna veža
- barbotážne žľaby
- spätné klapky DN500
- prepúšťacie spätné klapky DN250
- záchytné plynojemy
- čerpadlo odvodu roztoku barbotážnych žľabov
- chladič roztoku.

Barbotážna veža

	Hodnota	Rozmer
Základné rozmery BV (vnútorné)	8,55x39,0x41,9	m
S ostatnými priestormi HZ je barbotážna veža prepojená spojovacou chodbou o prietochom priereze cca 11x7m, ktorá je zaústená do spodnej časti šachty barbotážnej veže. V prípade havárie s únikom chladiwa I.O. alebo II.O. do priestorov HZ sa odtiaľto parovzdušná zmes rozvádza pod barbotážne žľaby.		
Barbotážne žľaby sú umiestnené v 12 poschodiach nad sebou.		

Barbotážne žľaby

	Hodnota	Rozmer
Na každom poschodí je umiestnených 10 žľabov, ktoré sú navzájom prepojené. Každý žľab sa skladá zo 17 samostatných sekcií okrem žľabu na 12. poschodí, ktorý je kratší o jednu sekciu. Žľaby na 1. až 3. poschodí sú v strednej časti kratšie o jednu vaňu (umiestnená clona, ktorá tlmi tlakový náraz paroplynnej zmesi). Každá sekcia sa skladá z hornej (korýtka o rozmere 643x106x1880mm) a spodnej časti (603x750x1920mm) vystuženej rebrami. Horné časti sú pomocou rebier privarené k dnám spodných častí tak, aby medzi spodnou hranou bočnej steny hornej časti sekcie a dnom spodnej časti sekcie ostal priechod (50mm) pre parovzdušnú zmes, ktorého prierez bol stanovený pre režim MPH. Parovzdušná zmes sa ku každému žľabu privádza pomocou kanálov vytvorených opornými nosníkmi I600, dnami (privarenými k nosníkom) a bočnými plechmi. Rozpätie medzi nosníkmi je 2000mm. Spodné okraje vrchných korýtok majú pílovitý tvar umožňujúci rovnomernejšie rozdelenie parovzdušnej zmesi pri jej prebublávaní vodným uzáverom.		
Priestor nad barbotážnymi žľabmi je cez zdvojené spätné klapky DN 500 spojený so záchytnými komorami (plynojemami). Pred potrubím $\phi 500$ je umiestnený odlučovač vody, ktorého úlohou je obmedziť prienik kvapalnej fázy z priestoru nad korýtkami do záchytných komôr.		
Priestor nad barbotážnymi žľabmi je zároveň prostredníctvom špeciálnych samozatváracích spätných klapiek DN 250 prepojený s priestormi šachty barbotážnej veže.		
Perforovaný plech pre pasívne sprchovanie ŠLH umožňuje pasívne sprchovanie priestoru ŠLH pri vytečení vody z barbotážnych žľabov na hornú časť hermetickej komory (sklon 2 % smerom k ŠLH) nachádzajúcej sa o jedno poschodie nižšie. Perforovaný plech sa nachádza v hornej časti na čelách hermetických komôr zo strany ŠLH.		
Barbotážne žľaby sú naplnené s roztokom kyseliny boritej	roztok H_3BO_3 na 12 g/ kg	-

Zaplnenie vodou i vypúšťanie je možné uskutočňovať pre každé poschodie barbotážnych žľabov zvlášť, pomocou potrubia DN 150 zo spoločného rozdeľovacieho kolektoru.		
Barbotážne žľaby majú sklon 2 ‰ smerom k reaktorovej nádobe.		
Materiál (nerez. plech hrúbky 3 mm)	17 247.4	-
Objem vody v žľaboch (12 podlaží), keď je hladina 0,5m	1339	m ³
Objem vody v žľaboch (12 podlaží), keď je hladina 0,48m	1285	m ³
Objem vody v žľaboch (12 podlaží), keď je hladina 0,46m	1232	m ³
Objem vody v žľaboch (12 podlaží), keď je hladina 0,45m	1205	m ³
Objem vody v žľaboch podľa podlaží : 12. podlažie	106,535 (hladina 0,5m)	m ³
	102,24 (hladina 0,48m)	m ³
4. až 11. podlažie	907,795 (hladina 0,5m)	m ³
	871,2 (hladina 0,48m)	m ³
1. až 3. podlažie	324,879 (hladina 0,5m)	m ³
	311,783 (hladina 0,48m)	m ³
Nominálna teplota roztoku H ₃ BO ₃ v žľaboch	40	°C
Limitná teplota roztoku v žľaboch počas normálnej prevádzky	50	°C
Maximálna teplota roztoku v žľaboch počas LB LOCA	127	°C
Pracovný tlak	0,105	MPa ^{abs}

Spätné klapky DN500 s tlmičmi

	Hodnota	Rozmer
Klapka je určená k prepúšťaniu alebo k zabráneniu prúdenia vzduchu pri havárii z objemu pod plášťom barbotéra do objemu plynojemov.		
Umiestnenie	v stene medzi barbotážnou šachtou a záchytnými komorami	-
Počet klapiek na žľabe	2	ks
Počet klapiek na VBS	24	ks
Priemer klapky	500	mm
Začiatok otvárania pri tlakovom spáde medzi barbotážnymi žľabmi a záchytnými komorami	0,5	kPa
Úplné otvorenie (95%) pri tlakovom spáde medzi barbotážnymi žľabmi a záchytnými komorami	10	kPa
Maximálny povolený spätný tlak	0,17	MPa
Maximálny povolený únik vzduchu pri maximálnom povolenom spätnom tlaku	3,6	l/s
Maximálny čas otvorenia pri rýchlosti zmeny tlaku 0,07 MPa/s	0,3	s
Hmotnosť jednej klapky	154	kg

Prepúšťacie spätné klapky DN250

	Hodnota	Rozmer
Klapky sú určené k plneniu dvoch funkcií: 1. Pri „malej“ havárii zabraňujú unikaniu vody z barbotážnych korýtok vyrovnávaním tlaku medzi objemom plášťa barbotážnych korýtok a objemom šachty barbotážneho kondenzátora. 2. Pri „veľkej“ havárii v dôsledku samozatvorenia zaisťujú rýchly únik vody z barbotážnych korýtok do barbotážneho kondenzátora, a tak posilňujú proces kondenzácie pary.		
Umiestnenie	na bočnej stene žľabu	-
Počet klapiek na žľabe	2	ks
Počet klapiek na VBS	24	ks
Priemer klapky	250	mm
Začiatok otvárania pri tlakovom spáde medzi priestorom nad roztokom barbotéru a šachtou barbotéru	0,2	kPa
Úplné otvorenie pri tlakovom spáde medzi priestorom nad roztokom barbotéru a šachtou barbotéru	0,8	kPa
Hodnota pretlaku zablokovania v uzatvorenej polohe (odblokovanie do otvorenej polohy):	65 ± 5	kPa
Maximálny povolený únik vzduchu pri tlakovom spáde 1 kPa	5	l/s
Maximálny čas otvorenia pri rýchlosti zmeny tlaku 0,5 kPa/s	1	s
Hmotnosť	50	kg

Čerpadlo vákuobarbotážneho systému

	Hodnota	Rozmer
Prietok min / nom / max	10,2 / 50 / 53	m ³ /h
Záverný tlak	1,16	Mpa ^{abs}
Pracovná teplota média	60	°C
Sací tlak nom / min	0,58 / 0,178	Mpa ^{abs}
Sacia výška min / max	7,8 / 48	m
Otáčky	2847	ot/min
Čerpadlo sa automaticky vypína pri zvýšení teploty roztoku za čerpadlom na 60 °C. V prípade, že by došlo k havárii za stavu, kedy je čerpadlo zapnuté, vypína ho operátor.		

Chladič roztoku zo žľabov vákuobarbotážneho systému

	Hodnota	Rozmer
Typ	horizontálny	-
Tepl výmenná plocha	106	m ²
Materiál	nerez	-
Výkon	853,7	kW
Vonkajší priemer plášťa	800	mm
Hrúbka plášťa	6	mm
Počet rúrok	740	ks
Vonkajší priemer rúrky	20	mm
Hrúbka rúrky	2	mm
Chladené médium (medzirúrkový priestor)	roztok z barbotážnych žľabov	-
Vstupný tlak	0,7	Mpa ^{abs}
Prietok	39 600	kg/h
Max. teplota na vstupe	60	°C
Max. teplota na výstupe	41,6	°C
Rýchlosť média	0,34	m/s
Objem	0,56	m ³
Chladiace médium (v rúrkach)	technická voda nedôležitá	-
Vstupný tlak	1,0	Mpa ^{abs}
Prietok	119 160	kg/h
Max. teplota na vstupe	33	°C
Max. teplota na výstupe	39	°C
Rýchlosť média	0,45	m/s
Objem	0,79	m ³
Koeficient prestupu tepla - čistý	1,180	kW/m ² /°C
Koeficient prestupu tepla - zanesený	0,685	kW/m ² /°C

Funkčný popis zariadenia systému

Popis funkcie - pri havárii s únikom chladiva v HP prechádza parovzdušná zmes vodným uzáverom v barbotážnych žľaboch, kde sa ochladí a z kondenzuje parná frakcia. Nezkondenzované plyny prechádzajú cez bloky spätných klapiek do záchytných plynojemov, kde ostanú lokalizované. Pokiaľ tlak v HP nedosiahne určitého maxima 0,17 MPa(abs), vyrovnáva sa potenciálny pretlak priestoru nad hladinou barbotážnych žľabov oproti tlaku v HP cez spätné klapky DN250. Ak tlak v HP prekročí počas havárie toto maximum, spätné klapky DN250 sa mechanicky uzamknú. Ďalší pokles tlaku v šachte barbotážnej veže a následný pretlak v barbotážnych žľaboch nemôže byť vyrovnávaný cez spätné klapky DN250 a spôsobí vyliatie obsahu žľabov do priestoru pod žľabmi.

Hlavné funkcie vákuobarbotážneho systému:

- kondenzuje paru, vznikajúcu pri úniku netesnosťami I.O., resp. II.O.,
- lokalizuje nekondenzovateľnú plynnú zmes v plynojemoch,
- sprchuje objem šachty barbotážnej veže roztokom zo žľabov a znižuje tlak v HP.

Označenie matematických symbolov pre popis činnosti:

p_1 - tlak plynnej atmosféry nad hladinou roztoku barbotéru

p_2 - tlak plynnej (paroplynnej) atmosféry v boxe PG

p_3 - tlak plynnej atmosféry v záchytných komorách

$\Delta p = p_2 - p_1$ - tlakový spád, vytvárajúci barbotáž paroplynnej zmesi pri $\Delta p > 5$ kPa

$\Delta p_1 = p_1 - p_3$ - tlakový spád, pripájajúci objem záchytných komôr pri $\Delta p_1 > 0,5$ kPa

$\Delta p_2 = p_1 - p_2$ - tlakový spád spôsobujúci vyliatie obsahu žľabov

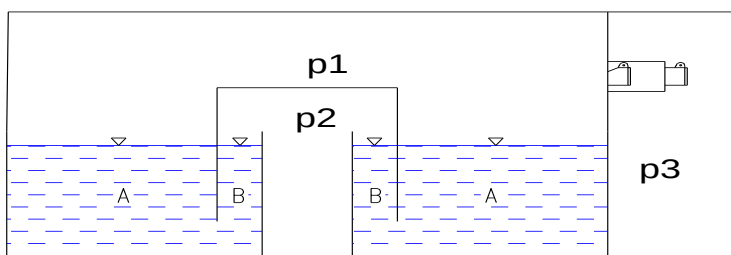
Počiatočný stav: $\Delta p = 0$

$\Delta p_1 = 0$

Hladina roztoku v barbotéri: 47 ÷ 48cm

Teplota roztoku v barbotéri: 20 ÷ 40°C

Systém je pripravený k činnosti.



I.FÁZA:

$\Delta p < 5$ kPa

$\Delta p_1 = 0$ kPa

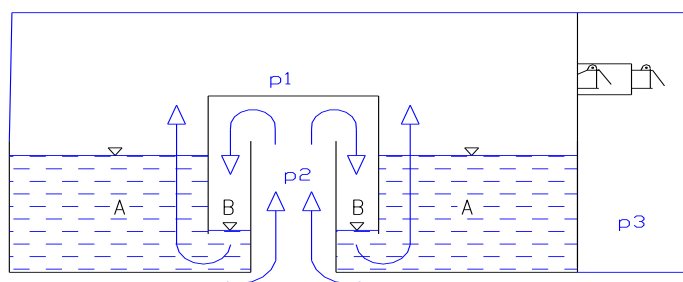
Ako následok tlakového rozdielu p_1 a p_2 sa vytvorí nová hladina vody vnútri (A) a mimo (B) objemu korýtok barbotážnych žľabov.

II.FÁZA:

$\Delta p > 5$ kPa

$\Delta p_1 >$ otvárací tlak spätných klapiek DN500 (0,5 kPa)

Ak sa dosiahne maximálny možný rozdiel hladín vnútri a mimo korýtok barbotážnych žľabov, otvorí sa hydrouzáver, a tým dôjde k prebublávaniu plynu z boxu PG nad hladinu roztoku barbotéru. Prietok cez barbotážne žľaby zvýši tlak nad vodným uzáverom. Ak tlak nad vodným uzáverom dosiahne hodnotu otváracieho tlaku spätných klapiek DN500 (0,5 kPa), nekondenzujúce plyny uniknú do pripojeného plynojemu. Parná frakcia parovzdušnej zmesi pretekajúca cez barbotážne žľaby skondenzuje a následne zvýši teplotu a hladinu vodnej náplne žľabov. Ak tlak v šachte barbotážnej veže dosiahne $p_2 = 170 \text{ kPa}^{\text{abs}}$, dôjde k zablokovaniu samouzatváracích klapiek DN250 v zatvorenej polohe. Redukcia výtoku z miesta netesnosti spolu s akumuláciou tepla vo zostavách a stenách kontajneru spôsobí pokles tlaku v HP. Prietok cez žľaby barbotážnej veže sa zastaví, keď tlakový rozdiel Δp bude menší než 5 kPa.

**III.FÁZA:**

$$\Delta p < 5 \text{ kPa}$$

$$\Delta p_1 = 0 \text{ kPa}$$

Prietok cez barbotážne žľaby je zastavený. Keď tlakový rozdiel medzi plynojemom a pripojeným žľabom poklesne pod 0,5 kPa, dôjde k uzavretiu spätnej klapky DN500 a izolácii príslušného plynojemu. Ďalší pokles tlaku v šachte povedie v vyrovnaní hladín A a B.

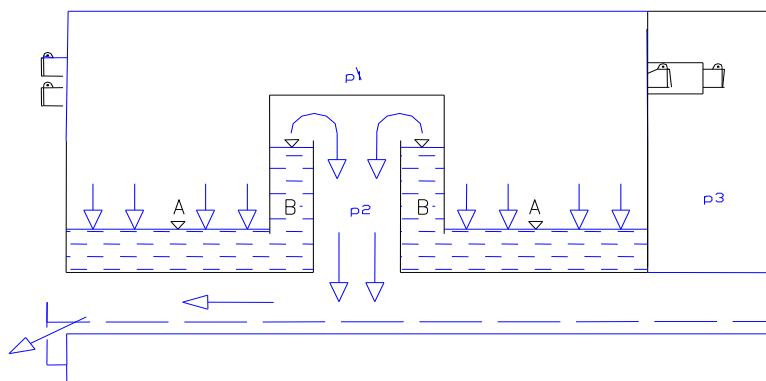
IV.FÁZA:

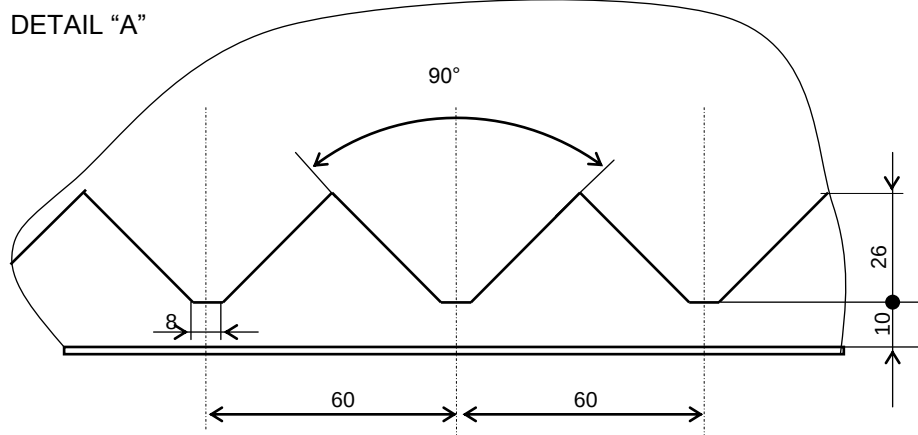
$$\Delta p < 0 \text{ kPa}$$

$$\Delta p_1 < 0 \text{ kPa}$$

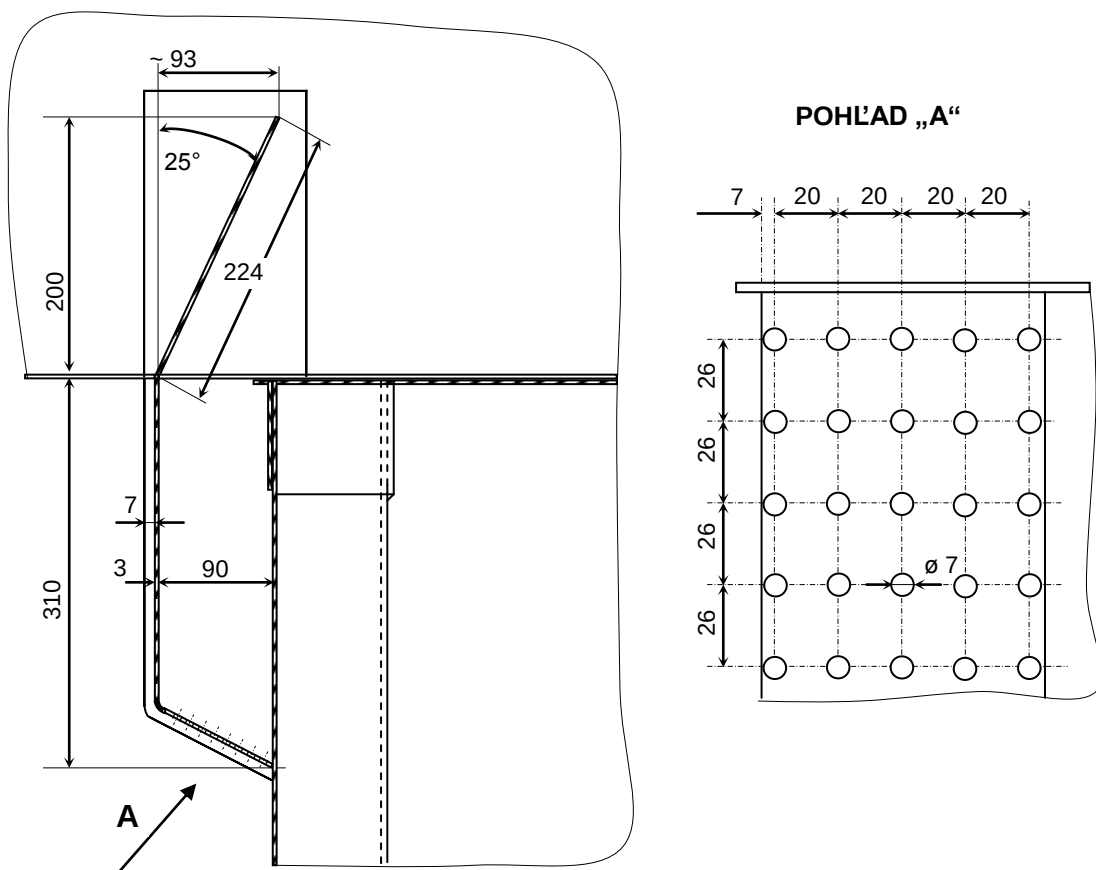
V závislosti od veľkosti tlaku p_2 nastanú dve možnosti ďalšej činnosti:

Ak $p_2 > 170 \text{ kPa}^{\text{abs}}$, samouzatváracie klapky zostávajú zablokované v zatvorenej polohe a tlakový spád Δp_2 spôsobí úplné alebo čiastočné vylíatie a sprchovanie roztoku barbotéru, čo urýchli pokles tlaku v šachte barbotéru a v boxe PG.





Obr. 7.2.0.2.5-1 Barbotážne žľaby - priečny rez



Obr. 7.2.0.2.5-2 Perforovaný plech pre pasívne sprchovanie ŠLH

7.2.0.2.5.2.3 Rušič vákua

Podľa rušič vákua pozostáva z vybudovaných potrubných trás, ktoré spájajú každý plynojem s priestorom barbotážnej veže. Každú trasu tvorí odbočka napojená na neoddeliteľnú časť odvetrania plynojemu. Na plynojemoch je tento systém zdvojený. K dispozícii je tak 6 línii pre vypustenie rušiča vákua. Systém napájania je budovaný tak, aby každý systém zaisteného napájania napájal dvojicu trás vedúcich z odlišných plynojemov. Pre správnu funkciu sa vyžaduje správna funkcia dvoch trás. Koncept systému a napájanie armatúr zabezpečuje redundanciu 3 x 100% v rozsahu DBA. Vyústenia do šachty barbotéra nesmie ohroziť vysokými rýchlosťami prúdenia bezpečnostné systémy určené k odstaveniu bloku.

Rušič vákua plní funkciu pri zaistení zachovania tesnosti tretej bariéry voči šíreniu štiepných produktov do okolia a je súčasťou tretej úrovne ochrany do hĺbky pri projektových, nadprojektových a ťažkých haváriách.

Každá línia rušiča vákua je osadená rýchločinnou armatúrou napájanou zo systému zaisteného napájania II. kategórie a mechanickú spätnú klapku, ktorej úlohou je zabrániť zhoršeniu bezpečnostnej funkcie barbotážneho systému pri chybnom otvorení rýchločinnnej armatúry.

Úlohou systému je zabezpečiť dve funkcie:

- zabrániť vzniku nebezpečne hlbokého podtlaku v priestore boxe PG
- zabrániť nárastu tlakovej diferencie medzi plynojemami, alebo medzi plynojemami a šachtou barbotéra nad limitnú hodnotu, ktoré by ohrozilo statiku stavebnej časti kontajneru,

pričom zabezpečovanie druhej funkcie je potrebné výlučne v oblasti ťažkých havárií bloku. Predpokladom pre vzniknutie nebezpečne hlbokého podtlaku v kontajneru je v oblasti projektových havárií zlyhanie automatického odstavenia niektorej redundancie sprchového systému, ktoré sa automaticky odstavujú od podtlaku podľa ESFAS signálu. V oblasti ťažkých havárií je dosiahnutie potenciálne nebezpečného stavu dané hodnotou, na ktorej sa tlak v kontajneru udržiava počas horenia a rekombinácie vodíka. Obecne, pásma, v ktorom je prevádzkyschopnosť systému rušiča vákua bezpečnostne významnou začína od udržiavania tlaku v kontajneru počas horenia a rekombinácie vodíka na 160 kPa^{abs}.

Napájanie a ovládanie rušičov vákua je odlišné pre oblasť projektových havárií a pre oblasť ťažkých havárií.

V oblasti ťažkých havárií sa predpokladá manuálne ovládanie rušičov. Automatika otvárania rušičov vákua môže byť deaktivovaná v súlade s pokynom v SAMG, avšak ich ďalšia činnosť neobmedzuje účel a funkciu rušičov v oblasti ťažkej havárie. Napájanie vybraných armatúr je po vstupe do oblasti ťažkej havárie prepnuté na systém určený pre ťažké havárie - SZN S.

Pri normálnej prevádzke je rušič vákua v pohotovosti. Je vyžadované, aby normálnu prevádzku bloku neovplyvňoval.

V priebehu a po seizmickej udalosti je rušič vákua plne funkčný. Seizmická kategória 1a.

Rušič vákua musí byť počas a po havárii typu LOCA plne funkčný. To znamená, že z hľadiska kvalifikácie podmienok prostredia musí systém rušičov vákua zohľadňovať podmienky prostredia pre havarijné stavy (LOCA).

Rušič vákua má potrubie o menovitej svetlosti 200 mm.

Hermetický uzáver rychločinný

	Hodnota	Rozmer
Max. tlakový rozdiel pri zatvorení ventilu	600000	Pa
Pracovný / projektovaný tlak média	250000 / 350000	Pa
Pracovná / projektovaná teplota média	160 / 300	°C
Čas pre otvorenie / zatvorenie uzáveru	do 20 / do 20	s
Max. prietok	1098	m ³ /h
Tlak. strata pri Q _{max}	0,06	kPa
Max. dovolený moment	1200	Nm
Tlak pred armatúrou	0,250	MPa
Tlak za armatúrou	0,08	MPa

Spätná klapka rušiča vákua

	Hodnota	Rozmer
Projektovaný tlak média	350000	Pa
Pracovná teplota média	150	°C
Max. rýchlosť prúdenia	88,1	m/s
Max. objemový prietok	2,77	m ³ /s

7.2.0.2.5.3 Vzduchotechnika hermetickej zóny

Podľa funkcie sú vzduchotechnické systémy hermetickej zóny rozdelené na niekoľko systémov

Cirkulačné systémy, ktoré zabezpečujú odvod tepla z HZ a filtrovanie vzduchu v HZ.

- cirkulačný systém chladenia boxu PG

Udržiava teplotu vzduchu v požadovaných medziach. Celkové cirkulované množstvo vzduchu pri paralelnom chode dvoch ventilátorov je 130 000 m³/h. Teplo a vodná para sa odvádzajú zo vzduchu pomocou povrchových chladičov. Systém má na potrubí, ktoré odvádzajú vzduch z plynojemov, nainštalovaných 6ks rýchločinných armatúr (rušič vakuá), ktoré prepúšťaním média z plynojemov do HP zamedzí poklesu vakuá v HP pod hodnotu 18 kPa.

- cirkulačný systém chladenia šachty reaktora

Množstvo vetracieho vzduchu je 65 000 m³/h. Vzduch je do šachty privádzaný na vhodných miestach potrubím zabudovaným do stavby. Odvod vzduchu zo šachty reaktora - SOR je 4-mi potrubiami do boxu PG. Zo šachty reaktora prúdi vzduch do boxu PG cez otvory pre priechod primárneho potrubia. Najnižšia možná teplota privádzaného vzduchu je +35°C. Potrubie systému je po výstupe zo strojovne VZT vybavené dvoma armatúrami s možnosťou napúšťania vody do šachty reaktora. Pre zamedzenie vniknutiu vody do strojovne systému po ťažkej havárii bolo potrubie VZT v spojovacom koridore zdvihnuté a tým vytvorený „sifón“, ktorý zamedzí vniknutiu vody z plynojemov do strojovne. Nátokové otvory sú vybavené ochrannou mrežou s okami 100x100mm, ktoré zabránia vniknutiu nečistôt do šachty reaktora.

Pre potreby prípadného prívodu chladiva do šachty reaktora cez žľaby VBS sa do boku sifónového uzáveru v smere k šachte (zo strany boxu PG) je osadený zaslepený nátrubok DN150. Sifónový uzáver je osadený trojsegmentovou prietržnou membránou, ktorá sa plne otvorí pri pretlaku max. 50 kPa zo strany spojovacieho koridoru nezávisle od rýchlosti zvyšovania tlaku. Membrána je osadená na vnútornej strane oblúka sifónu (v smere rozdeľovacej steny spojovacieho koridoru).

- cirkulačný systém pre filtráciu vzduchu v boxe PG a paluby HCČ

Zaisťuje filtráciu hermetického priestoru v prípade, že aktivita obsiahnutá vo vzduchu HP presiahne stanovenú medzu. Množstvo filtrovaného vzduchu je 9 500 m³/h.

- cirkulačný systém chladenia paluby HCČ

Množstvo vetracieho vzduchu je 20 000 m³/h.

- cirkulačný systém chladenia miestnosti el. motorov systémov C-1, C-2

Vzduchový výkon systému je 10 000 m³/h.

Prívodné systémy, ktoré zabezpečujú prívod čerstvého upraveného vzduchu do hermetickej zóny počas prevádzky resp. odstávky bloku.

- prívodný systém do HZ (vo vzduchotesnej zóne)

Zaisťuje dodávku čerstvého vzduchu o výkone 1000 m³/h, ktorým sa prevetrávajú miestnosti HP a v normálnom režime i priestory HP s možnosťou periodickej obsluhy, a to než do nich vstúpi obsluha.

- prívodný systém do HZ – opravárenský (vo vzduchotesnej zóne)

Systém zaisťuje provetranie HP pred vstupom obsluhy a v priebehu odstavenia reaktora pri výmene paliva a pri opravárenských prácach. Množstvo vzduchu je 40 000 m³/h.

Odvodné systémy, ktoré zabezpečujú odvod vzduchu cez filtračnú stanicu a udržanie podtlaku v hermetickej zóne počas prevádzky bloku a odvod vzduchu cez filtračnú stanicu počas odstávky bloku.

- odsávací systém pre udržanie podtlaku v HZ (vo vzduchotesnej zóne)

Systém zaisťuje v hermetickom priestore tlak o 200Pa nižší oproti okolitým priestorom. Prívod a odvod vzduchu v HP, zaisťuje, že vzduch prúdi medzi priestory vo smere zväčšujúcej sa aktivity. Z priestoru boxu parogenerátorov odsáva 1250 m³/h vzduchu. Rozdiel + 250 m³/h oproti privádzanému množstvu (1000 m³/h) je hradený prienikom vzduchu cez netesnosti HP. Ďalších 300 m³/h je odsávané z priestoru barbotéra. Zmena množstva odsávaného vzduchu sa rieši reguláciou prietoku pri uvádzaní systému do prevádzky na základe skutočných netesností odsávaného priestoru.

- odsávací systém z HZ - opravárenský (vo vzduchotesnej zóne)

Systém zaisťuje vetranie HP v období odstavenia reaktora a výmeny paliva a v období výmeny atmosféry HP pre prípad vstupu obsluhy a v pohavarijných stavoch. Môže byť prevádzkovaný i ako cirkulačný. Vzduchový výkon je 40 000 m³/h.

Odstránenie pohavarijného vodíka

- Systém zaisťuje riadené spaľovanie pohavarijného vodíka v priestoroch kontajneru bez ohrozenia jeho integrity a bezpečnosti.

Ostatné vzduchotechnické systémy nie sú pre deterministické analýzy relevantné.

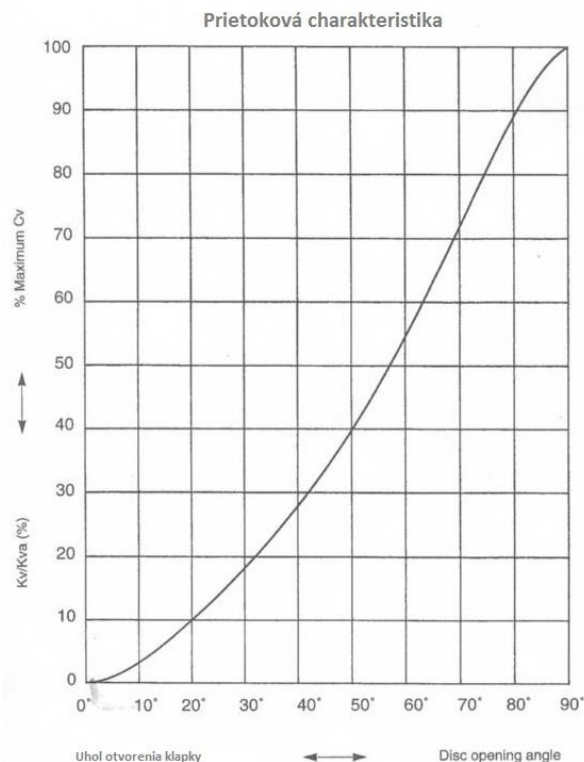
Aktívne zariadenia žiadneho vzduchotechnického systému hermetickej zóny nie sú pri analýzach havarijných podmienok štandardne modelované. Ich činnosť (alebo nečinnosť) je do scenára zahrnutá vhodnou voľbou okrajových alebo počiatočných podmienok, ktoré odrážajú stav a činnosť daného systému.

Hermetické uzávery (HU) (nazývané aj klapky alebo armatúry) sú montované do vzduchotechnických potrubí na hranici hermetickej zóny v deliacich konštrukciách miestností hermetického priestoru v JE, kde uzavretím vzduchovodov v miestach osadenia zabraňujú šíreniu rádioaktivity v potrubí.

Tieto armatúry používajú identickú konštrukciu, bez ohľadu na to či sa jedná o regulačný, rychločinný alebo plynosný uzáver. Konštrukčný rozdiel je iba v použití elektropohonov pre štandardné vyhotovenie a vo farebnom vyhotovení.

Parametre uzáveru - DN 200

Typ armatúry a vyhotovenie	Uzatváracia klapka trojexcentrická prírubová s elektropohonom AUMA
Menovitá svetlosť DN	200
PN	10
Najvyšší dovolený tlak (PS)	1,0 MPa pre teplotu 20 °C
Najvyššia dovolená teplota (TS)	420 °C (s ohľadom na materiál tesnenia grafit)
Najvyšší pracovný tlak (PO max)	0,35 MPa pre teplotu 300 °C
Najvyššia pracovná teplota (TO max)	300 °C
Pracovný tlak (PO)	podtlak max. 0,1 MPa tlak max. 0,35 MPa
Pracovné médium	Vzduch
Najvyšší pracovný tlakový spád (Δp_u max)	0,0035 MPa
Prípustný prienik uzáverom pri zatvorenej armatúre	0,0 (dm ³ /min)
Stratový súčiniteľ (ξ)	0,37
Prietočná charakteristika medzi polohou o - z	nelineárna
Pevnosť	1,0 MPa do 100 °C
Požadovaný čas pre prestavenie o – z /sec/	SAI 6-180 do 3 s, SAI 6-45 do 20 s, SG10.1-22 viac než 15 s, SAN7.1-180 do 3 s, 11NA1E - do 17s
Krútiaci moment na čape	pre Δp_u 0,35 MPa 383 Nm
Vnútrotná tesnosť	uzáver tesný bez úniku
Kategória seizmickej odolnosti	1a, 1b



Parametre uzáveru - DN 1000

Typ armatúry a vyhotovenie	Uzatváracia klapka dvojexcentrická prírubová
Menovitá svetlosť DN	1000
PN	6
Najvyšší dovolený tlak (PS)	0,6 MPa pre teplotu 20 °C
Najvyššia dovolená teplota (TS)	150 °C (s ohľadom na materiál tesnenia VITON)
Najvyšší pracovný tlak (PO max)	0,56 MPa pre teplotu 150 °C
Najvyššia pracovná teplota (TO max)	150 °C
Pracovný tlak (PO)	podtlak max. 0,1 MPa pretlak max. 0,25 MPa
Pracovné médium	Vzduch
Prípustný prienik uzáverom pri zatvorenej armatúre (jednostranný pretlak do 0,6 MPa pri teplote 20 °C)	0,0 (mm ³ /sec)
Stratový súčiniteľ (ξ)	0,37
Prietočná charakteristika medzi polohou o - z	nelineárna
Pevnosť	0,6 MPa do 100 °C
Požadovaný čas pre prestavenie o – z /sec/	t > 15 sec
Krútiaci moment na čape	pre Δpu 0,6 MPa 8900 Nm pro Δpu 0,25 MPa max. 4300 Nm
Kategória seizmickej odolnosti	1b

7.2.0.2.6 NEUTRÓNOVO-FYZIKÁLNE PARAMETRE

7.2.0.2.6.1 Hodnoty neutrónovo-fyzikálnych parametrov reaktorov MO34 v 1. kampani (kazety 2. generácie s obohatením 1,6 %, 2,4 % a 3,6 %)

Sú uvedené v technickej správe PNM34361102.

7.2.0.2.6.1.1 Relatívne axiálne rozloženie výkonu (1. kampaň)

Je uvedené v technickej správe PNM34361102.

7.2.0.2.6.1.2 Matice reaktivity (1. kampaň)

Matica reaktivity [%] pre začiatok kampane, Matica reaktivity [β_e] pre začiatok kampane ($\beta_{ef} = 0,73$ %), Matica reaktivity [%] pre koniec kampane a Matica reaktivity [β_{ef}] pre koniec kampane ($\beta_{ef} = 0,62$ %) sú uvedené v technickej správe PNM34361102.

7.2.0.2.6.1.3 Závislosť reaktivity [%] na hustote moderátora – konzervatívny odhad (1. kampaň)

Je uvedená v technickej správe PNM34361102.

7.2.0.2.6.1.4 Závislosť reaktivity [%] na teplote paliva – konzervatívny odhad (1. kampaň)

Je uvedená v technickej správe PNM34361102.

7.2.0.2.6.1.5 Kinetické parametre – konzervatívne a najlepšie odhady (1. kampaň)

Sú uvedené v technickej správe PNM34361102.

7.2.0.2.6.1.6 Relatívny podiel jednotlivých skupín oneskorených neutrónov $\beta_{i,ef}$ / β_{ef} (1. kampaň)

Je uvedený v technickej správe PNM34361102.

7.2.0.2.6.1.7 Účinnosť regulačných kaziet [%] – konzervatívny odhad (1. kampaň)

Je uvedená v technickej správe PNM34361102.

7.2.0.2.6.1.8 Závislosť relatívnej účinnosti regulačných kaziet na polohe – konzervatívny odhad (1. kampaň)

Je uvedená v technickej správe PNM34361102.

7.2.0.2.6.1.9 Závislosť účinnosti 6., 5. a 4. skupiny regulačných kaziet [%] na polohe – najlepší odhad (1. kampaň)

Je uvedená v technickej správe PNM34361102.

7.2.0.2.6.1.10 Vstupné údaje pre kontrolu súladu s kap. 6.1.3 BS (1. kampaň)

Sú uvedené v technickej správe PNM34361102.

7.2.0.2.6.1.11 Porovnanie rozsahu vstupných parametrov pre RELAP5 s intervalmi dovolených hodnôt v kap. 6.1.3 BS (1. kampaň)

Je uvedené v technickej správe PNM34361102.

7.2.0.2.6.1.12 Zostatkový výkon reaktora na konci kampane (1. kampaň)

Je uvedený v technickej správe PNM34361102.

7.2.0.2.6.2 Hodnoty neutrónovo-fyzikálnych parametrov reaktorov MO34 s palivom obohatenia 4,87%

Sú uvedené v technickej správe PNM34361102.

7.2.0.2.6.2.1 Relatívne axiálne rozloženie výkonu

Je uvedené v technickej správe PNM34361102.

7.2.0.2.6.2.2 Matice reaktivity

Matica reaktivity [%] pre začiatok kampane, Matica reaktivity [β_e] pre začiatok kampane ($\beta_{ef} = 0,63 \%$), Matica reaktivity [%] pre koniec kampane a Matica reaktivity [β_{ef}] pre koniec kampane ($\beta_{ef} = 0,58 \%$) sú uvedené v technickej správe PNM34361102.

7.2.0.2.6.2.3 Závislosť reaktivity [%] na hustote moderátora – konzervatívny odhad

Je uvedená v technickej správe PNM34361102.

7.2.0.2.6.2.4 Závislosť reaktivity [%] na teplote paliva – konzervatívny odhad

Je uvedená v technickej správe PNM34361102.

7.2.0.2.6.2.5 Kinetické parametre – konzervatívne a najlepšie odhady

Sú uvedené v technickej správe PNM34361102.

7.2.0.2.6.2.6 Relatívny podiel jednotlivých skupín oneskorených neutrónov $\beta_{i,ef} / \beta_{ef}$

Je uvedený v technickej správe PNM34361102.

7.2.0.2.6.2.7 Účinnosť regulačných kaziet [%] – konzervatívny odhad

Je uvedená v technickej správe PNM34361102.

7.2.0.2.6.2.8 Závislosť relatívnej účinnosti regulačných kaziet na polohe – konzervatívny odhad

Je uvedená v technickej správe PNM34361102.

7.2.0.2.6.2.9 Závislosť účinnosti 6., 5. a 4. skupiny regulačných kaziet [%] na polohe – najlepší odhad

Je uvedená v technickej správe PNM34361102.

7.2.0.2.6.2.10 Vstupné údaje pre kontrolu súladu s kap. 6.1.3 BS

Sú uvedené v technickej správe PNM34361102.

7.2.0.2.6.2.11 Porovnanie rozsahu vstupných parametrov pre RELAP5 s intervalmi dovolených hodnôt v kap. 6.1.3 BS

Je uvedené v technickej správe PNM34361102.

7.2.0.2.6.2.12 Zostatkový výkon reaktora na konci kampane

Je uvedený v technickej správe PNM34361102.

7.2.0.2.6.2.13 Zostatkový výkon

(Palivo Gd-2 s obohatením 4,87 %, stacionárna kampaň reaktora VVER-440 s nominálnym výkonom 1375 MW)

Je uvedený v technickej správe PNM34361102.

7.2.0.2.6.2.14 Zostatkový výkon pre BSVP

(Palivo Gd-2 s obohatením 4,87 %, stacionárna kampaň reaktora VVER-440 s nominálnym výkonom 1375 MW)

Je uvedený v technickej správe PNM34361102.

7.2.0.2.7 BEZPEČNOSTNÉ A RIADIACE SYSTÉMY BLOKU

Z pohľadu deterministických analýz sú kontrolné a riadiace systémy (SKR), uvažované v analýzach, rozdelené na bezpečnostné a riadiace systémy.

Bezpečnostné systémy (skupiny) sú tie, ktoré zabezpečujú bezpečnostné funkcie a skladajú sa z ochranných, výkonných a podporných bezpečnostných systémov. Tieto systémy sú projektované a prevádzkované tak, aby sa vyznačovali vysokou spoľahlivosťou a zaručili plnenie ich projektovej funkcie v prípade potreby. Ich funkcia v prípade výzvy na činnosť môže byť obmedzená maximálne v rozsahu tzv. kritéria jednoduchšej poruchy.

Riadiace systémy sú v deterministických analýzach modelované spravidla v obmedzenom rozsahu. V príslušnej kapitole sú preto uvedené iba tie informácie, ktoré sú relevantné pre daný účel použitia tejto Databázy.

7.2.0.2.7.1 Bezpečnostné systémy (pre bezpečnostné analýzy)

Z bezpečnostných systémov sú v tejto kapitole uvedené len ochranné systémy, ktoré monitorujú prevádzku reaktorového bloku a v prípade zistenia abnormálnych podmienok automaticky iniciujú činnosti, ktoré zabráňujú vzniku nebezpečných alebo potenciálne nebezpečných podmienok.

Výkonné a podporné bezpečnostné systémy, ktoré sú relevantné pre uskutočňovanie výpočtových analýz, sú uvedené v popisoch jednotlivých technologických zariadení.

Ako bezpečnostné systémy sú klasifikované nasledujúce systémy MO34:

- RTS + DRTS - automatické odstavenie reaktora
- ESFAS - systém zaistenia bezpečnosti
- Vysokotlakový systém HSCHZ
- Nízkotlakový systém HSCHZ - aktívny i pasívny
- Sprchový systém hermetických boxov
- Systém havarijného dochladzovania bloku po seizmickej udalosti
- Vákuo-barbotážny systém
- Systém superhavarijného napájania PG
- Systém technickej vody dôležitej
- Zaistené elektrické napájanie I. kategórie
- Zaistené elektrické napájanie II. kategórie (DG)
- Poistné ventily KO (PV KO)
- Poistné ventily PG (PV PG)
- Prepúšťacie stanice do atmosféry na parovodoch (PS-A PG)
- RČA na parovodoch
- RČA na napájacej vode
- RČA na oddelení hermetickej zóny
- RČA na oddelení seizmických a neseizmických zariadení

7.2.0.2.7.1.1 Ochranné systémy reaktora

Systém rýchleho odstavenia reaktora od technologických parametrov realizuje funkciu ochrany od výkonu reaktora pri prekročení nastavených medzí technologických parametrov a je súčasťou ochranného systému automatického odstavenia reaktora.

Ochranný systém automatického odstavenia reaktora tvoria:

- systém merania neutrónového toku
- systém rýchleho odstavenia reaktora
- diverzitný systém rýchleho odstavenia reaktora
- BREAKER-e
- systém monitorovania seizmicity

Systémy pracujú plne automaticky bez možnosti zásahu operátora.

Operátor môže aktivovať akčný signál AO prostredníctvom tlačidiel z BD a ND s väzbou na BREAKERe A, B.

7.2.0.2.7.1.2 Systém zaistenia bezpečnosti

Bezpečnostný riadiaci systém ESFAS tvorí súčasť ochranných systémov bloku JE. Jeho úlohou je rozoznávajúť vznik havarijných podmienok na bloku a riadenie systémov určených pre zmiernenie následkov týchto podmienok.

Zoznam uvedený nižšie obsahuje len signály relevantné pre analýzy bezpečnosti. Signály pre nehydraulické parametre sú vynechané.

Pri modelovaní jednotlivých signálov ESFAS v TH analýzach bolo zohľadnené predpokladané reálne oneskorenie celého meracieho reťazca, to znamená, že oneskorenie medzi signálom na ESFAS a začiatkom činnosti akčného člena bolo uvažované 2 s.

7.2.0.2.7.2 Riadiace systémy

Riadiace systémy sú systémy, ktoré nespĺňajú kritériá stanovené pre bezpečnostné systémy. Do skupiny riadiacich systémov sú zaradené systémy a komponenty normálnej prevádzky. V súlade s aplikovaným konzervativizmom na vykonávanie bezpečnostných analýz je spôsob uvažovania prevádzkyschopnosti riadiacich systémov nasledovný:

- riadiaci systém sa uvažuje, ak jeho správna činnosť zhoršuje priebeh parametrov, pre ktoré sa overuje splnenie kritérií prijateľnosti,
- riadiaci systém sa neuvažuje, ak jeho správna činnosť zlepšuje priebeh parametrov, pre ktoré sa overuje splnenie kritérií prijateľnosti.

V súlade s doporučeným spôsobom sa v bezpečnostných analýzach nepredpokladá, že riadiaci systém pracuje nesprávne (v rozpore s projektom) a zhoršuje priebeh parametrov, pre ktoré sa overuje splnenie kritérií prijateľnosti. Výnimkou sú prípady, že nesprávna funkcia riadiaceho systému je analyzovaná iniciálnou udalosťou alebo je s ňou príčinne spojená.

Medzi riadiace systémy sú zaradené nasledujúce systémy MO34:

- Systém obmedzenia výkonu reaktora
- Systém riadenia výkonu reaktora
- Systém ovládania kaziet HRK
- Regulátor turbíny
- Systém regulácie tlaku v I.O. – vstreky do KO, EOKO
- Systém normálneho dopĺňovania do I.O.
- Systém normálneho napájania PG vrátane regulácie hladiny
- Systém havarijného napájania PG (HNČ)
- OV KO
- RZV TG
- RV TG

- HCČ
- HPU k TG
- Sekčné armatúry na HPK (medzi HPK-1,3,5 a HPK-2,4,6)
- PSK

7.2.0.2.7.2.1 Regulačné okruhy I.O.

7.2.0.2.7.2.1.1 Systém obmedzenia výkonu reaktora

Štruktúra pre digitálny systém obmedzenia výkonu reaktora JE MO34 je založená na digitálnom systéme SKR platformy TELEPERM XS.

Úlohou systému je riešiť vybrané abnormálne situácie na bloku tak, aby sa predišlo pôsobeniu RPS znížením a obmedzením maximálneho výkonu reaktora v čase, kedy sú presiahnuté technologické a neutrónovo-fyzikálne parametre.

Systém automaticky obmedzuje výkon reaktora v závislosti od počtu pracujúcich HCČ. V prípade prekročenia dovolenej úrovne výkonu reaktora je generovaný signál AO3. Signál trvá dovtedy, pokiaľ výkon reaktora neklesne pod dovolenú hodnotu.

Výkon reaktora je vyhodnocovaný zo signálu neutrónového toku, ktorý je pravidelne korigovaný v závislosti od poklesu teploty v pracujúcich slučkách primárneho okruhu.

Počet pracujúcich slučiek je vyhodnocovaný podľa tlakového rozdielu v parogenerátoroch (na primárnej strane)

V závislosti od ich významu sú signály ochrany reaktora rozdelené do troch úrovní. Do systému sú zahrnuté iba dve z troch úrovní ochrany reaktora a navyše je pridaná aj ochrana proti studenému pretlakovaniu TNR:

- Signály na obmedzenie (znižovanie) výkonu reaktora v prípade abnormálnej prevádzky postupným zasúvaním HRK.
- Signály na zákaz zdvíhania HRK s cieľom zastaviť rast výkonu reaktora.
- Signály ochrany proti studenému pretlakovaniu TNR.

Pre zníženie výkonu reaktora systém vydáva príkazy pre postupné zasúvanie skupín HRK do AZ rýchlosťou 2 cm/s.

Signály AO4 zabráňujú vyťahovaniu HRK s cieľom zabrániť nárastu výkonu reaktora.

Ochrana proti studenému pretlakovaniu TNR bola dodatočne priradená do systému RLS. Tlak v TNR bude tiež obmedzovaný systémom RLS v závislosti od teploty primárneho chladiva.

7.2.0.2.7.2.1.2 Automatický regulátor výkonu reaktora

Regulátor reaktora je určený pre reguláciu výkonu reaktora v súlade s výkonmi turbogenerátorov a k stabilizácii výkonu reaktora na zadanej úrovni.

Spôsob riadenia

Regulátor reaktora pracuje automaticky, manuálna voľba režimov a nastavenie zadanej hodnoty tlaku je tlačidlami z BD. Signalizácia stavov je na pulte BD a počítačového informačného a radiaceho systému.

V závislosti na voľbe spôsobu ovládania pohybu kaziet HRK sa zariadenie môže nachádzať v niektorom z nasledujúcich prevádzkových režimov:

- A. Ručné ovládanie pohybu HRK
- B. Automatické ovládanie pohybu HRK
- C. Zasúvanie kaziet HRK zásahom AO3

Štruktúra regulátora

Vo vnútornej štruktúre regulátor obsahuje:

- regulátor výkonu reaktora, ktorý zabezpečuje režim „N“,
- regulátor tlaku, ktorý zabezpečuje režim „T“ a „S“,
- obvody logického riadenia, ktoré zabezpečujú prepínanie režimov a blokády regulátora.

Regulácia výkonu

Regulovanou veličinou v režime „N“ je signál neutrónového výkonu, ktorý je privedený zo systému EXCORE.

Výstupné signály sú v príslušnom smere blokované ak pôsobí „Zákaz Viac“, „Zákaz Menej“ alebo ak nie je automatický režim „N“.

Ak nie je RCS v automatickom režime „N“, sleduje hodnota výkonu v pamäti aktuálnu hodnotu N výkonu. Pri prepnutí do automatického režimu „N“ sa sledovanie zastaví na dosiahnutej hodnote a regulátor v režime „N“ stabilizuje N-výkon reaktora na aktuálnej hodnote s necitlivosťou $\pm 2\%$ aktuálneho výkonu.

Regulácia tlaku

Cieľovú hodnotu zadaného tlaku je možné nastaviť manuálne nastavením požadovanej hodnoty na monitore BD. Zmena zadanej hodnoty tlaku na cieľovú hodnotu prebehne nastaveným trendom.

- Regulácia v režime „T“

Prepnutím do režimu „T“ aktivuje sa výstup regulátora tlaku, ktorý stabilizuje tlak v HPK na zadanej hodnote s necitlivosťou $\pm 50\text{kPa}$.

- Regulácia v režime „S”

V režime „S“ je blokovaný výstup na riadenie pohybu HRK a reguláciu reaktora zabezpečujú iba teplotné koeficienty reaktivity paliva a chladiva. Regulátor sa automaticky prepne do režimu „T“ pri prekročení nastavenej hodnoty odchýlky tlaku v HPK (220 kPa).

Manuálna voľba režimov regulátora

- Počas ručného riadenia HRK je možné predvoliť režim „T“ alebo „N“ tlačidlami „Režim T“ alebo „Režim N“ na obslužnom pulte regulátora na BD.
- Počas automatického riadenia HRK je možná voľba režimov „N“, „T“ a „S“ príslušnými tlačidlami na obslužnom pulte BD. Do režimu „S“ je možné prepnúť regulátor len z režimu „T“.

Automatická voľba režimov

Veľkosť prvého kroku pri automatickom prepnutí do režimu „T“ je závislá na veľkosti regulačnej odchýlky tlaku a nastavenej derivačnej konštanty a zodpovedá súčasnemu stavu.

7.2.0.2.7.2.1.3 Systém ovládania kaziet HRK

Systém ovládania kaziet HRK je určený pre reguláciu, zastavenie alebo spomalenie štiepnej reakcie v aktívnej zóne reaktora v závislosti na radiacích signáloch. Regulácia štiepnej reakcie sa vykonáva pohybom regulačných kaziet HRK v aktívnej zóne. Regulačných kaziet je 37 a sú rozdelené do 6 skupín. V prvých piatich skupinách je vždy šesť kaziet a v šiestej skupine je sedem kaziet.

Maximálna rýchlosť pohybu kaziet v pracovnom režime je 20 mm/s, pri zapôsobení záložných signálov AO1/Z od systému rýchleho odstavenia reaktora dôjde k odpojeniu napájania všetkých motorov a tým k spusteniu kaziet rýchlosťou 200 až 300 mm/s. Rýchlosť je v tomto prípade obmedzovaná mechanickým odstredivým regulátorom.

7.2.0.2.7.2.2 Regulačné okruhy II.O.

7.2.0.2.7.2.2.1 Regulácia hladiny v PG

Činnosť pri plnom zaťažení

Regulačný okruh udržuje hladinu v parogenerátore na zadanej hodnote 0 mm zmenou polohy regulačného ventilu na trase napájacej vody.

Poruchovou veličinou je :

- kolísanie odberu pary z hlavného parného kolektora,
- kolísanie množstva napájacej vody,
- zmena výkonu reaktora.

Regulácia bola navrhnutá ako 3-parametrová regulácia. Hlavným parametrom regulácie je aktuálna hladina v PG, ktorá sa porovnáva s nastavenou hodnotou 0 mm a vstupuje do PI úrovne regulátora. Aby sa dali predvídať odchýlky hladiny v dôsledku nevyrovnanej hmotnostnej bilancie, rozdiel medzi množstvom pary odchádzajúcej z PG a množstvom napájacej vody dodávanej do PG sa posiela na výstup PI-regulátora (otvorená regulačná slučka). Signál o množstve pary je utlmený elementom prvého rádu.

Aby sa predišlo preťaženiu napájacích čerpadiel nadmernými požiadavkami na napájaciu vodu, každé napájacie čerpadlo má regulátor maximálneho prietoku, s rozsahom, ktorý udrží činnosť napájacieho čerpadla v povolenej prevádzkovej oblasti definovanej prevádzkovými charakteristikami dodávateľa. Výstup z týchto regulátorov maximálneho prietoku obmedzuje výstup z regulátora hladiny výberom MIN, keď požiadavka na napájaciu vodu prevyšuje dovolené množstvo.

V tomto prípade sa nepredpokladá prepnutie regulátora hladiny do manuálneho režimu, ale len signalizácia anomálie operátorovi.

Regulačný okruh nie je zaradený do žiadneho systému zaisteného napájania.

Spôsob regulácie: regulačný ventil mení množstvo napájacej vody do PG v závislosti na množstve pary z PG a hladine v PG.

Blokády:

Regulačný ventil sa zatvára pri hladine > +75 mm a teplote v IO > 140 °C.

Regulačný ventil sa zatvorí, ak je zatvorená oddeľovacia armatúra.

Nábehová regulácia

Počas spúšťania bloku udržiavajú regulačné okruhy hladinu v PG na nastavenej hodnote (0 mm vo vzťahu k nominálnej hladine) regulovaním prietoku napájacej vody do PG regulačným ventilom v napájacej trase v obtoku hlavného regulačného ventilu.

Počas normálnej prevádzky bloku v prípade abnormálnych podmienok a poklese hladiny v PG pod -50 mm od nominálnej hladiny sa nastavená regulačná hodnota zmení na -50 mm, aby sa tento ventil otvoril ako podpora hlavného regulačného ventilu hladiny v PG.

Poruchovou veličinou je zmena hladiny v PG.

Počas spúšťania bloku je nastavená regulačná hladina 0 mm. V prípade odchýlky medzi skutočnou hladinou v PG a nastavenou hodnotou, PI regulátor prostredníctvom regulačného ventilu zmení prietok napájacej vody do PG tak, aby udržal hladinu na nastavenej hodnote. Počas normálnej prevádzky bloku sú oddeľovacia armatúra a nábehová regulačná armatúra zatvorené a hladina v PG je regulovaná hlavnou regulačnou armatúrou.

V prípade abnormálnych podmienok a poklese hladiny v PG na -50 mm od nominálnej hladiny, sa oddeľovacia armatúra otvára a regulačná armatúra sa prepne do automatického režimu s nastavenou hodnotou regulácie -50 mm. Ak hladina ďalej klesá pod -50 mm, začne sa regulačná armatúra otvárať a prispieva k napájaniu PG ako podpora hlavnej regulačnej armatúry.

Operátor má možnosť odstrániť nastavenú výšku hladiny (-50 mm) nastavením regulátora do manuálneho režimu.

Prestavenie je automaticky odstránené, keď oddeľovacia armatúra je zatvorená alebo keď je oddeľovacia armatúra k hlavnej regulačnej armatúre zatvorená.

Regulačný obvod je priradený do 1., 2., 3. bezpečnostného systému.

Spôsob regulácie: regulačný ventil mení množstvo napájacej vody do PG v závislosti na hladine v PG.

Blokády:

V prípade nízkej hladiny v PG (< -50 mm) alebo ak predradená oddeľovacia armatúra nie je zatvorená, armatúra je prepnutá do manuálneho režimu.

Armatúra je nútene zatvorená, keď je predradená oddeľovacia armatúra zatvorená a regulátor je nastavený na automatický režim.

Havarijná regulácia

Regulačný okruh udržiava počas havárie hladinu v parogenerátore prítokovým regulačným ventilom na konštantnej žiadanej hodnote 0 mm.

Poruchovou veličinou je zmena hladiny v PG.

Regulačný obvod je priradený do 1., 2., 3. bezpečnostného systému.

Spôsob regulácie: škrténím množstva DEMI vody do PG podľa požadovanej hladiny v PG.

Regulačný ventil je pri normálnej prevádzke bloku v režime „RUKA“ a je uzavretý.

Blokády:

RV zatvorí prioritne signálom ESFAS – Roztrhnutie parovodu, ak nepôsobí signál ESFAS - zemetrasenie.

7.2.0.2.7.2.2.2 Regulátor prietoku napájacej vody napájacím čerpadlom ENČ

Úlohou regulátora je udržiavať prietok napájacej vody z jednotlivých ENČ do výtlačného kolektora na zadanej hodnote. Výstupný signál regulátora sa porovnáva v bloku MIN s limitujúcou hodnotou z ochrany pracovnej oblasti každého napájacieho čerpadla, ktorý nedovolí prekročiť dovolených prietokov napájacej vody cez každé čerpadlo.

Poruchovou veličinou je zmena prietoku napájacej vody.

Regulačný okruh nie je zaradený do žiadneho systému zaisteného napájania.

Spôsob regulácie:

Nastavenie prietoku z regulačného okruhu je porovnané s meraným prietokom vo výtlačnej trase ENČ a odchýlka je spracovaná v PI-regulátore. Výstupný signál z regulátora je porovnaný v bloku MIN s obmedzujúcim signálom ochrany pracovnej oblasti ENČ, ktorý nedovolí prekročiť dovoleného prietoku napájacej vody cez čerpadlo.

Výsledný signál pôsobí na hydrospojku pohonu regulačného orgánu, čím mení rýchlosť čerpadla.

Blokády regulačného okruhu nie sú.

7.2.0.2.7.2.2.3 Regulácia prietoku na výtlaku HNČ

Regulačný okruh udržiava konštantný prietok napájacej vody vo výtlaku havarijného napájacieho čerpadla. Žiadaná hodnota prietoku je 70 t/h.

Poruchovou veličinou je zmena prietoku napájacej vody cez havarijné napájacie čerpadlo pri výpadku hlavných napájacích čerpadiel.

Regulačný obvod je priradený do 1., 2. bezpečnostného systému.

Spôsob regulácie: regulačné ventily na výtlaku havarijných napájačiek v prípade vyššieho prietoku než stanoveného škrtí výtlak HNČ(1-2) tak, aby nedošlo k prekročeniu stanoveného prietoku.

Blokády regulačného okruhu nie sú.

7.2.0.2.7.2.2.4 Regulácia prietoku na výtlaku SHNČ

Regulačný okruh udržiava konštantný prietok napájacej vody vo výtlaku superhavarijného napájacieho čerpadla. Žiadaná hodnota prietoku je 70 t/h.

Poruchovou veličinou je zmena prietoku napájacej vody cez superhavarijné napájacie čerpadlo pri výpadku hlavných napájacích čerpadiel.

Regulačný obvod je priradený do 1., 2., 3. bezpečnostného systému.

Spôsob regulácie: regulačný ventil na výtlaku SHNČ(1-3) v prípade vyššieho prietoku než stanoveného škrtí výtlak SHNČ(1-3) tak, aby nedošlo k prekročeniu stanoveného prietoku.

Blokády regulačného okruhu nie sú.

7.2.0.2.7.2.2.5 Regulácia tlaku v PG - PS-A

Úlohou regulátora je:

- zabezpečiť odvod pary pri stúpnutí tlaku v parovode PG nad nastavenú medzu,
- zabezpečiť znižovanie tlaku v parovode PG pri dochladzovaní bloku.

Poruchovou veličinou je zmena tlaku v parovode PG (1-6).

Keď je zvolený režim „regulácie tlaku“, tlak na výstupe z PG je regulačným parametrom, ktorý je porovnaný s pevnou hodnotou 5,0 MPa^{abs}. V prípade regulačnej odchýlky regulátor otvára regulačnú armatúru.

Počas normálnej prevádzky bloku je regulátor v manuálnom režime a regulačná armatúra je zatvorená.

Keď bol vybraný „režim vychladzovania“, operátor by mal mať možnosť:

- 1) V manuálnom režime: operátor kontroluje tlak v príslušnom PG len manuálne.
- 2) V automatickom režime: tlak v príslušnom PG sa kontroluje automaticky podľa nastavenej hodnoty. Operátor zmení nastavenie regulátora PS-A z referenčného tlaku (normálne 5,0 MPa^{abs}) na 0,098 MPa^{abs}. Požadované nastavenie vstupu do regulátora bude zadané operátorom separátne pre každý regulátor.

Mala by byť vypočítaná rýchlosť zmeny, aby sa mohol kontrolovať trend poklesu tlaku pary podľa dovolenej rýchlosti poklesu teploty primárneho okruhu (30°C/h).

Spôsob regulácie: regulačný ventil ostrej pary do atmosféry (PS-A) v prípade potreby škrtí odvod pary z PG do atmosféry tak, aby nedošlo k prekročeniu požadovanej hodnoty tlaku pary za PG.

Blokády:

Prepnutie regulačnej armatúry do automatického režimu pre aspoň jednu z nasledujúcich podmienok:

1. Oddeľovacia armatúra pred PS-A nezatvorená
2. Signály ESFAS ukončia svoju činnosť na ventiloch
3. Regulačná odchýlka regulátora > 0,2 MPa
4. Obidve turbíny odstavené alebo odmietajú záťaž

Regulátor prejde do manuálneho režimu, pri súčasnom splnení nasledujúcich podmienok:

- 1) Regulačná odchýlka regulátora < 0,2 MPa
- 2) Žiadna, alebo len jedna turbína je odstavená alebo odmieta záťaž
- 3) Poloha prepúšťacej armatúry < 1% z 30 s

ALEBO pre nasledujúcu podmienku:

Regulovaná premenná „nízkej kvality“**7.2.0.2.7.2.2.6 Regulácia konštantného tlakového rozdielu na výtlaku napájacích hláv**

Úlohou regulátora je udržiavať tlakový rozdiel na armatúrach regulácie hladiny v PG na nastavenej hodnote $\Delta p = 0,3 \text{ MPa}$, regulovaním rýchlosti otáčania napájacích čerpadiel regulátormi.

Poruchovými veličinami sú celkový prietok pary z PG a pokles tlaku na regulačných ventiloch [napájacej vody do] PG.

Pokles tlaku na každom regulačnom ventile PG sa meria a je považovaný za platný len ak sú príslušný oddeľovací ventil a zodpovedajúci predradený ventil obidva nezatvorené.

Vybrané minimum z poklesov tlaku je porovnané s nastavenou hodnotou $\Delta P = 0,3 \text{ MPa}$ a vstupuje do regulátora ako regulačná odchýlka. Regulátor napájacej hlavy upraví svoj výstup tak, aby bola regulačná odchýlka nulová, aby všetky regulačné ventily hladín pracovali s poklesom tlaku najmenej $0,3 \text{ MPa}$.

V prípade neplatného signálu jedného merania prietoku pary je meranie zmrazené na poslednej platnej hodnote a regulátor ΔP bude naďalej pracovať ako korekčný faktor podľa zmrazeného referenčného prietoku pary.

V prípade neplatného signálu jedného merania ΔP na regulačnom ventile, regulátor ΔP bude nútené prepnutý do manuálneho režimu a signál žiadanej hodnoty z celkového prietoku pary bude naďalej považovaný za referenčnú požiadavku pre regulátory otáčok napájacích čerpadiel.

Signalizácia o abnormálnych podmienkach je iniciovaná po príchode neplatného signálu z merania.

Regulačný okruh nie je zaradený do žiadneho systému zaisteného napájania.

Metóda regulácie: Zmena rýchlosti otáčok napájacích čerpadiel, aby sa udržal požadovaný tlakový rozdiel na regulačných ventiloch napájacích hláv.

Blokády: Tento regulačný okruh nemá žiadne blokády.

7.2.0.2.7.2.2.7 Ochrana pracovnej oblasti regulátora napájacej vody

Úlohou regulátora je udržiavať činnosť napájacích čerpadiel v dovolenej oblasti pracovnej charakteristiky napájacích čerpadiel a zabrániť odchýlke z prevádzkových podmienok.

Poruchovou veličinou je posun pracovného bodu napájacieho čerpadla mimo dovolenej pracovnej oblasti v dôsledku nadmernej požiadavky na prietok napájacej vody.

Ochrana pracovnej oblasti má zabrániť preťaženiu čerpadiel v dôsledku nadmerných požiadaviek na prietok napájacej vody z regulačných okruhov napájacej vody.

Maximálny dovoľený prietok je funkciou rýchlosti otáčania čerpadla (krivka dodaná výrobcom).

7.2.0.2.8 Prehľad dovolených a limitných parametrov bloku

Súhrn všetkých limitných hodnôt parametrov, ktoré predstavujú bezpečnostné obmedzenia prevádzkových stavov bloku a ktoré sú využité pre hodnotenie bezpečnosti prevádzky bloku, je uvedený v technickej správe PNM34361102.

7.2.0.3 ROZDIELNE ÚDAJE PRE 4. BLOK MO34

Kapitola bude doplnená pred zahájením výpočtov a analýz pre 4. blok.

REFERENCIE

Zoznam referencií je uvedené v technickej správe PNM34361102.

ZOZNAM VÝKRESOV

Zoznam výkresov je uvedené v technickej správe PNM34361102.