



ŽILINSKÁ UNIVERZITA V ŽILINE

Strojnícka fakulta



VÝSKUM PRENOSU TEPLA Z KÚRENISKA DO VODNÉHO PRIESTORU V MALÝCH ZDROJOCH TEPLA POMOCOU TEPELNÝCH TRUBÍC

Ing. Katarína KADUCHOVÁ, PhD.

**Seminár ku projektu: „Rozvoj spolupráce medzi VEC a KET so zameraním na odborný rast
doktorandov a výskumných pracovníkov“ ITMS 22410320106**

Demänovská dolina, 13.03 – 14.03.2014

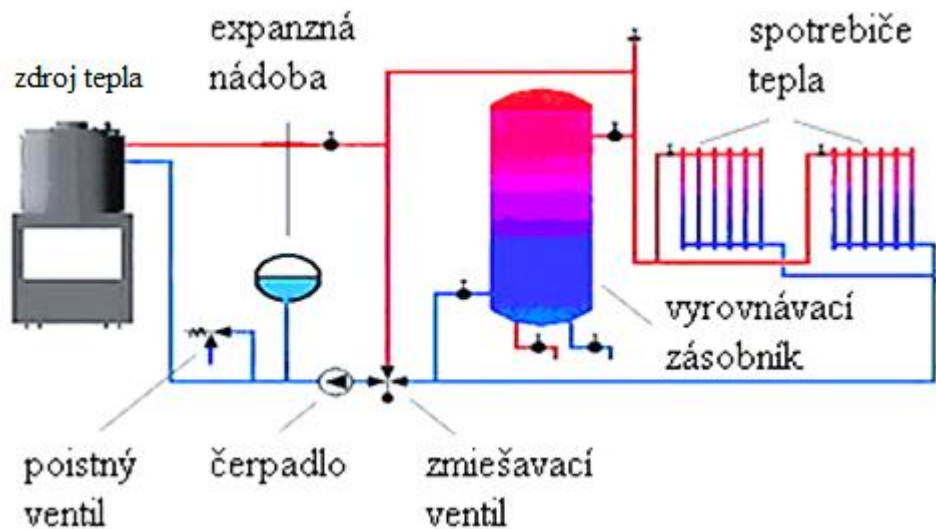
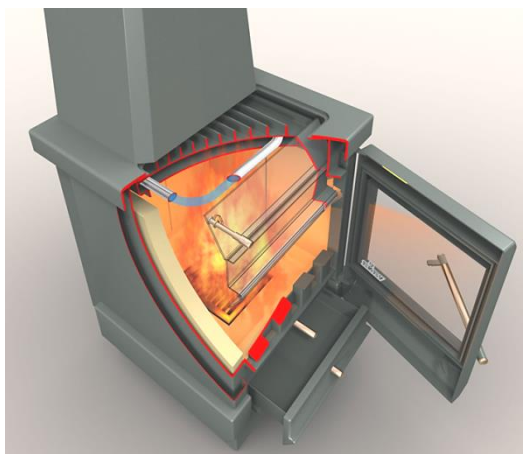


**PROGRAM
CEZHRANIČNEJ
SPOLUPRÁCE**
SLOVENSKÁ REPUBLIKA
ČESKÁ REPUBLIKA

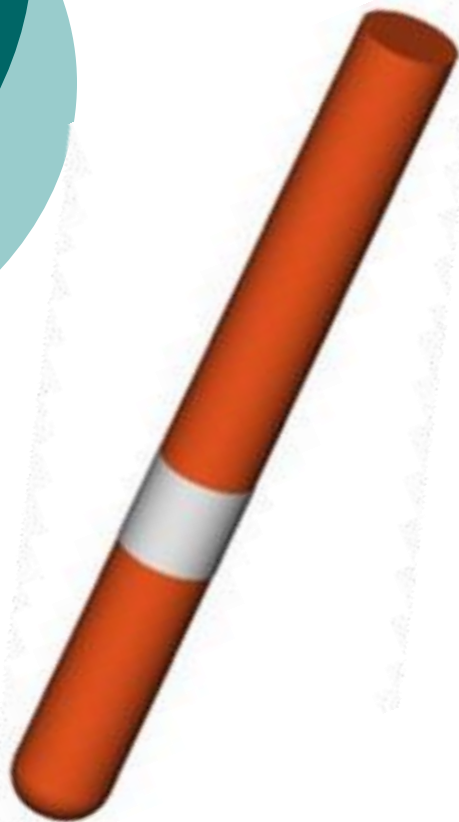


**EURÓPSKA ÚNIA
EURÓPSKY FOND
REGIONÁLNEHO ROZVOJA**
SPOLOČNE BEZ HRANÍC

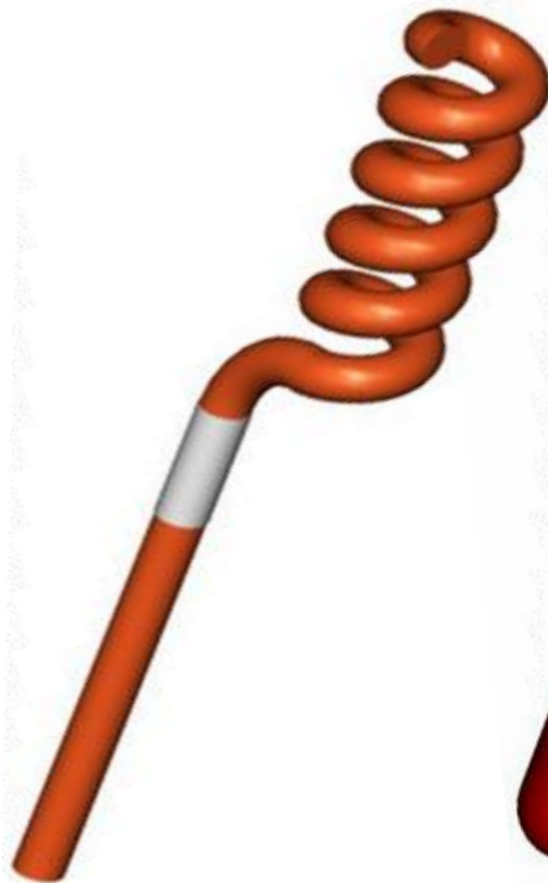
Doterajšie spôsoby ohrevu vody v lokálnych zdrojoch tepla na spaľovanie biomasy



Tvar tepelných trubíc



**Hladké
tepelné trubice**



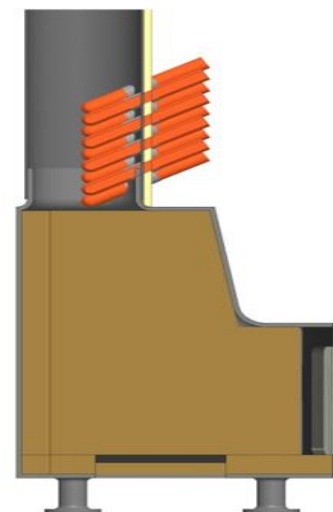
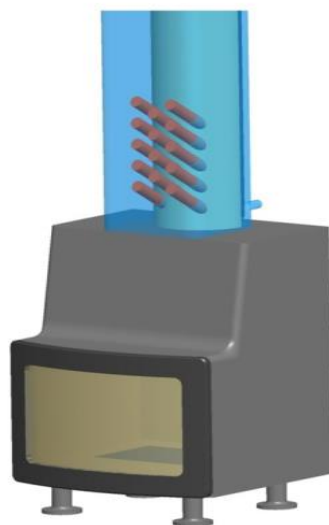
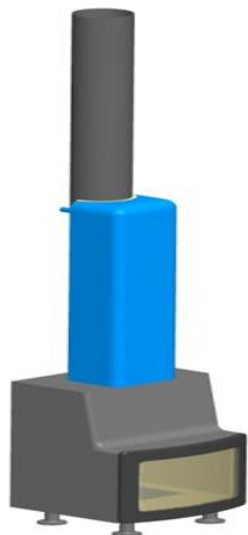
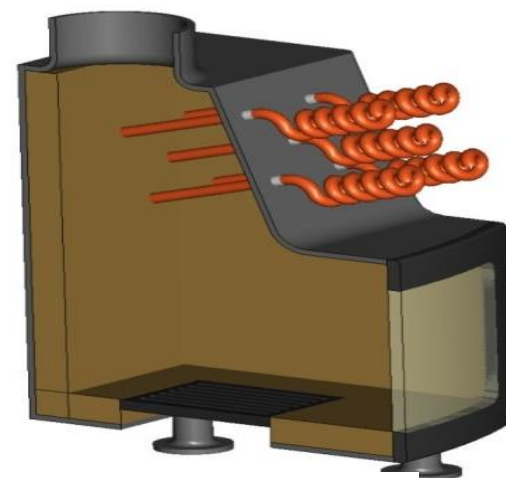
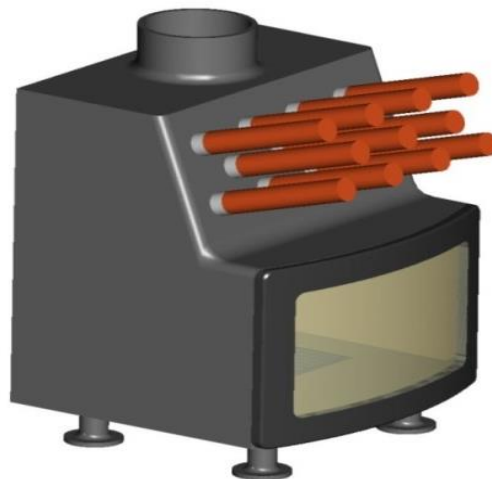
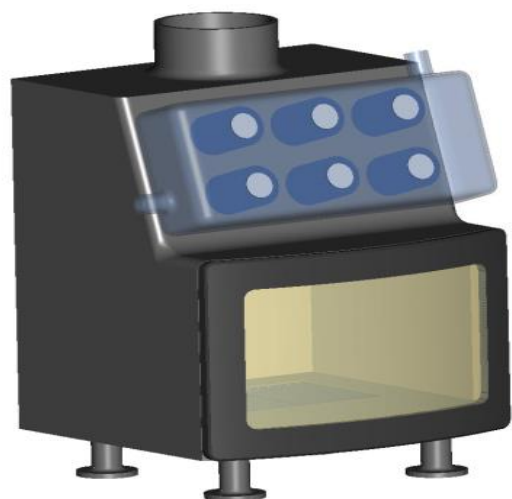
**Špirálové
tepelné trubice**



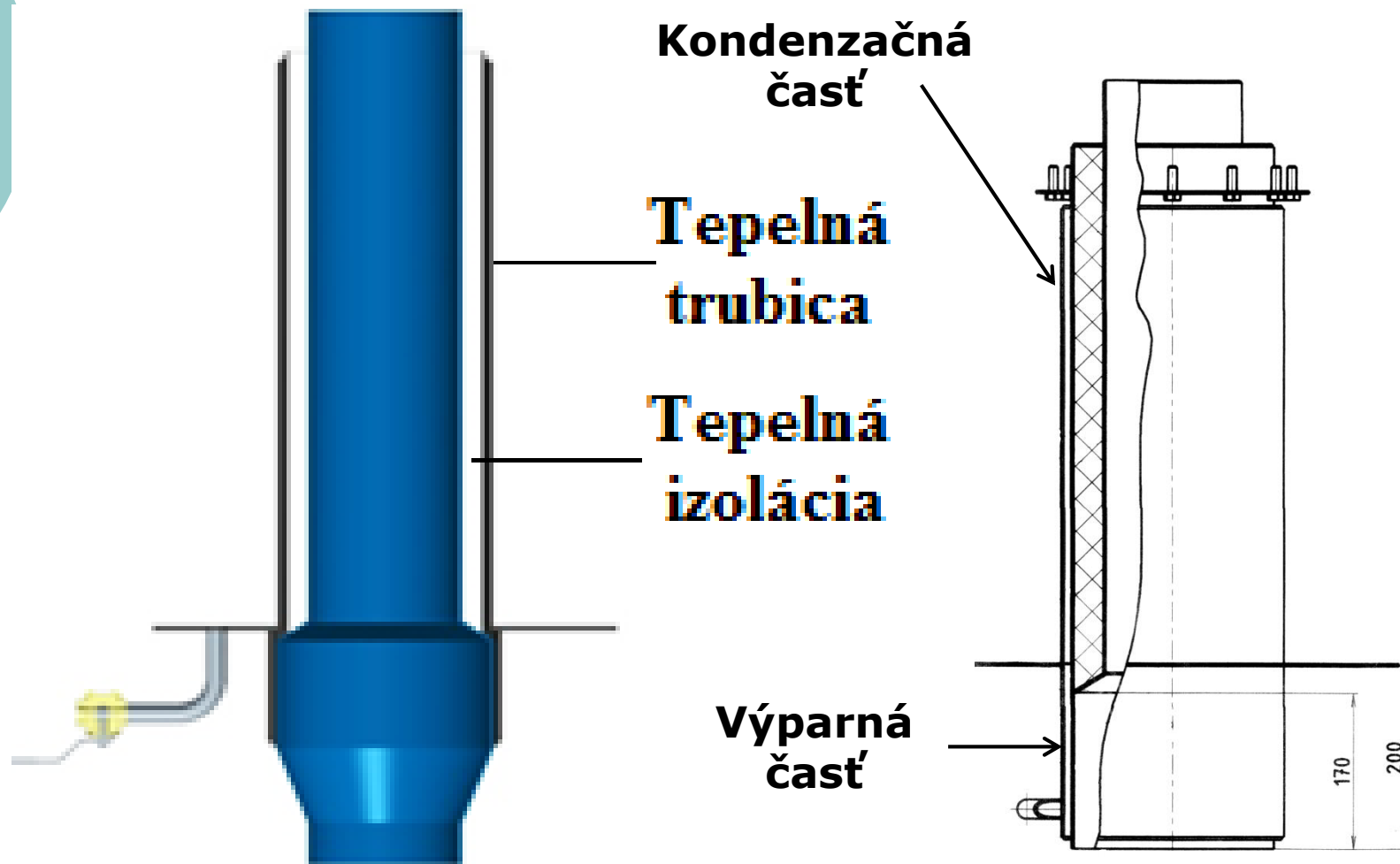
**Rebrované
tepelné trubice**



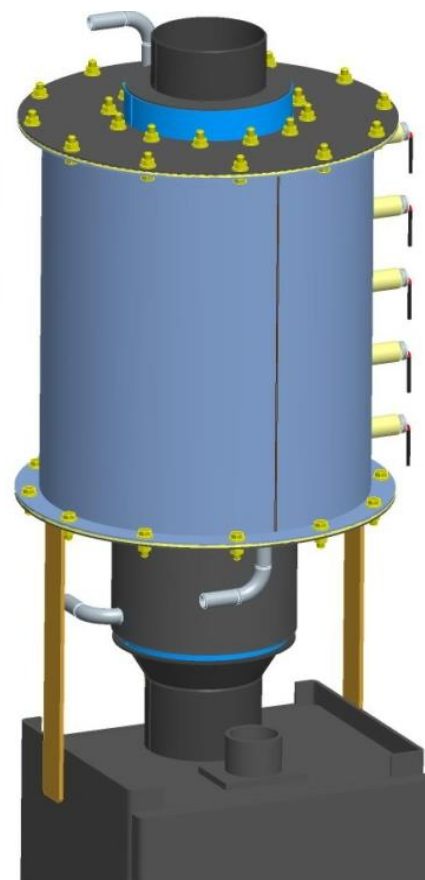
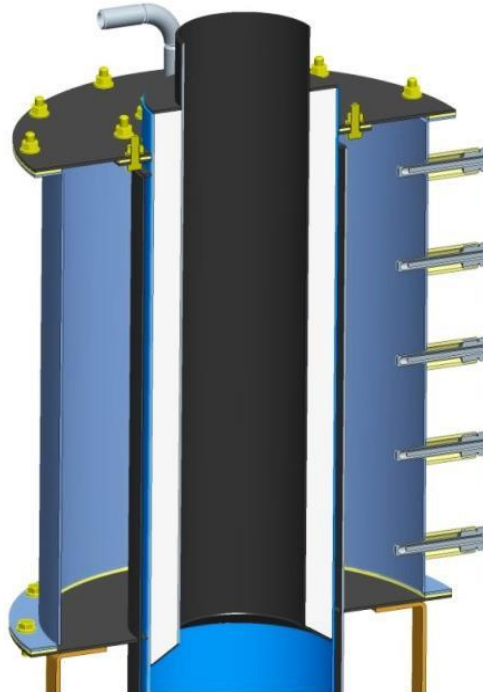
Návrh experimentálneho zásobníka teplej vody



Tvar tepelnej trubice umiestnenej v experimentálnom zásobníku teplej vody



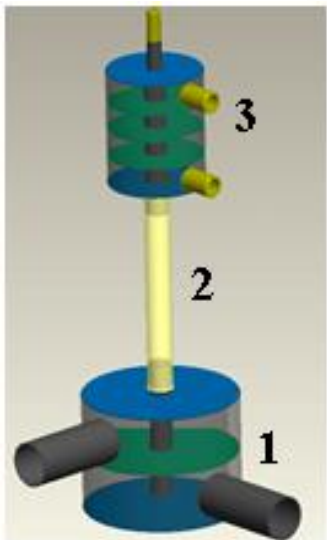
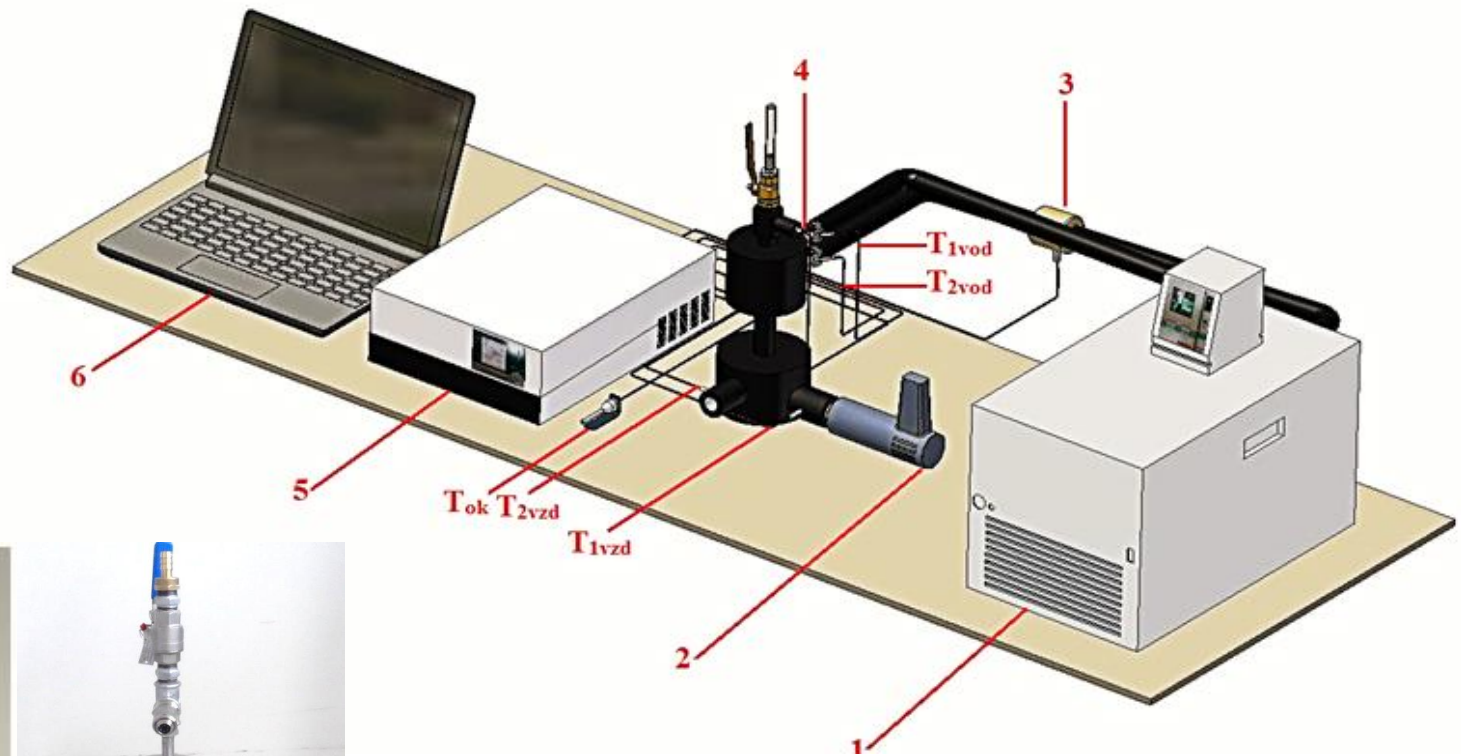
Návrh experimentálneho zásobníka teplej vody s integrovanou tepelnou trubicou



Pracovné látky

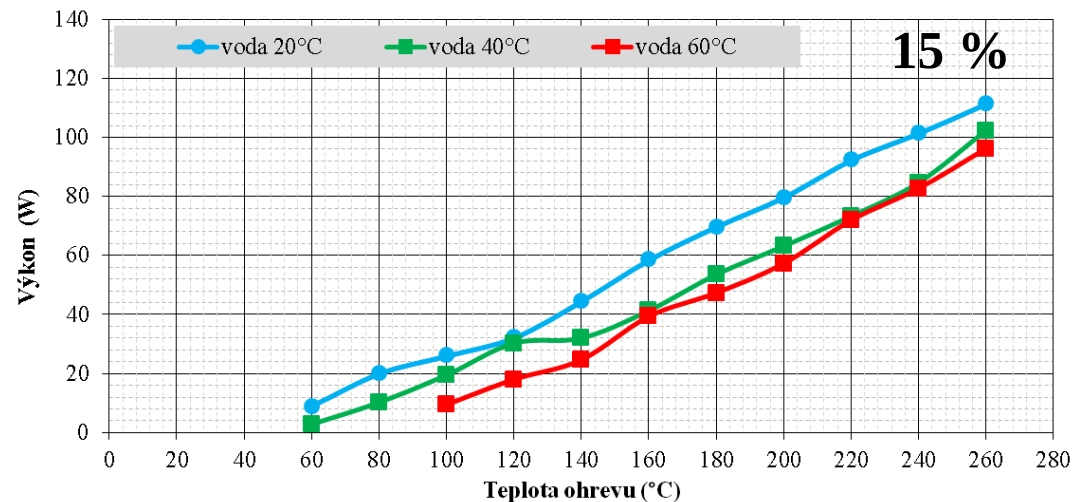
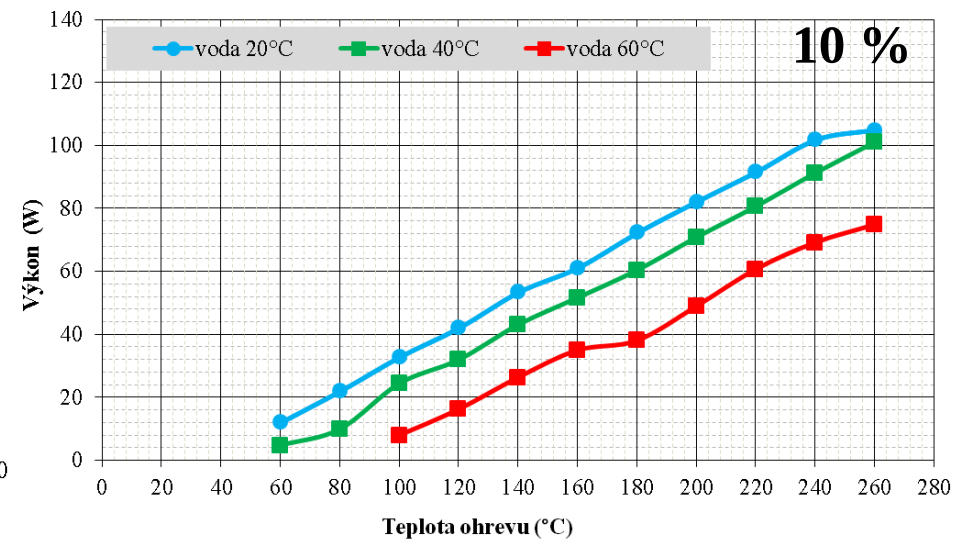
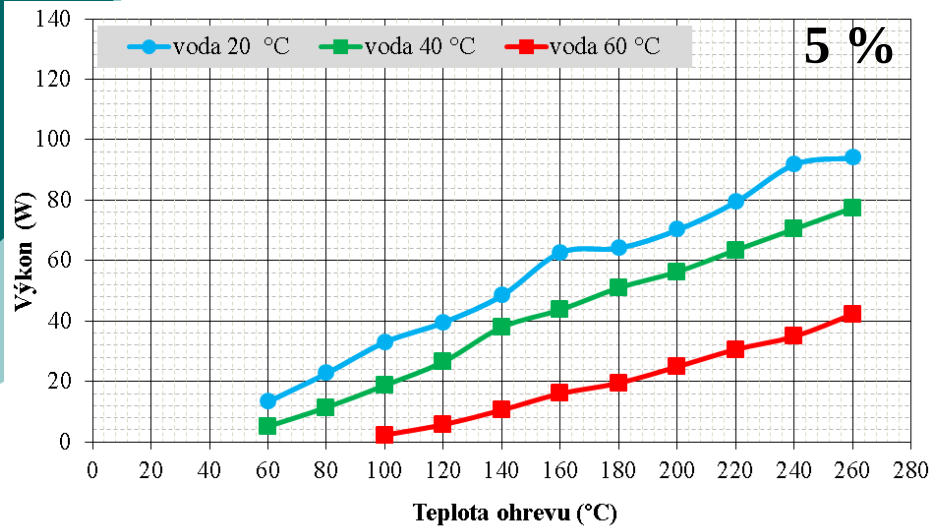
Pracovná kvapalina	Bod varu [°C]	Pracovná oblasť [°C]	Bod tuhnutia pri atmosférickom tlaku [°C]
voda	100	30 až 200	0
etanol	78	0 až 130	-112
metanol	64	10 až 130	-98
acetón	57	0 až 120	-95

Testovanie náplne tepelnej trubice

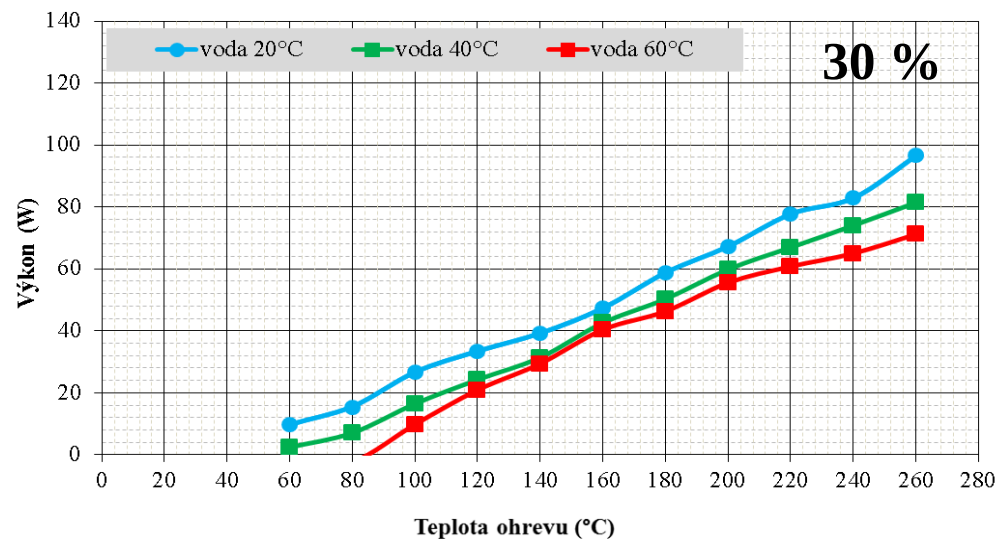
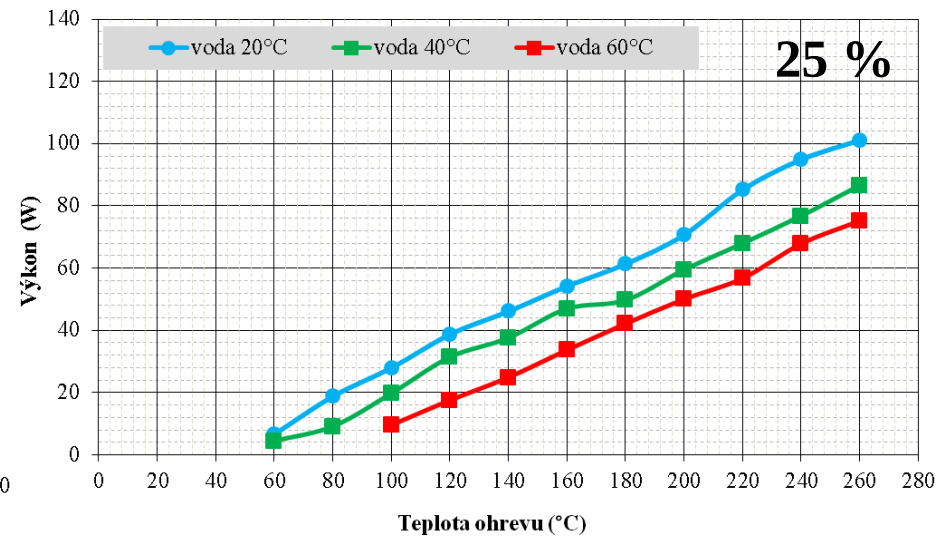
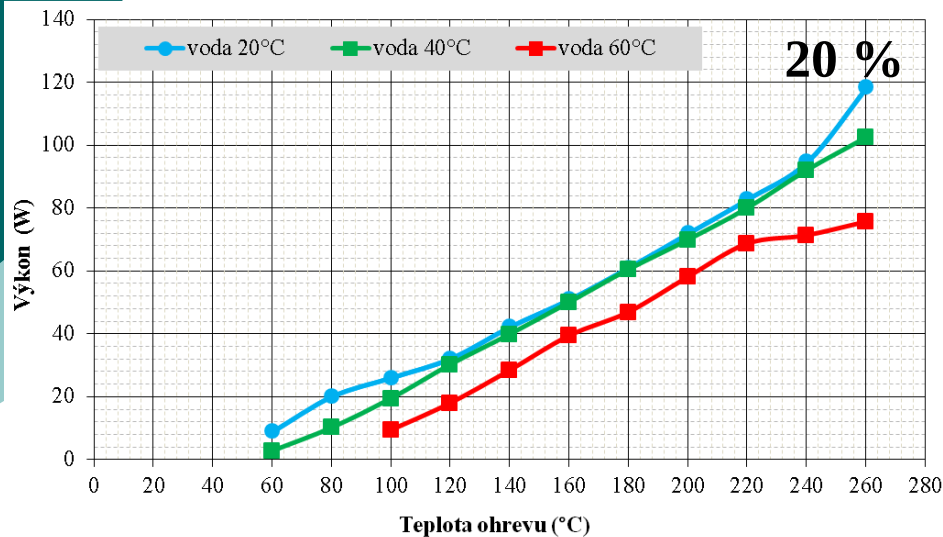


1 – termostát, 2 – teplovzdušný ohrev, 3 – prietokomer, 4 – tlakomer, 5 – meracia ústredňa, 6 – počítač, T_{1vzd} – vstupná teplota vzduchu, T_{2vzd} – výstupná teplota vzduchu, T_{1vod} – vstupná teplota chladiacej vody, T_{2vod} – výstupná teplota chladiacej vody, T_{ok} – teplota okolia.

Testovanie náplne tepelnej trubice

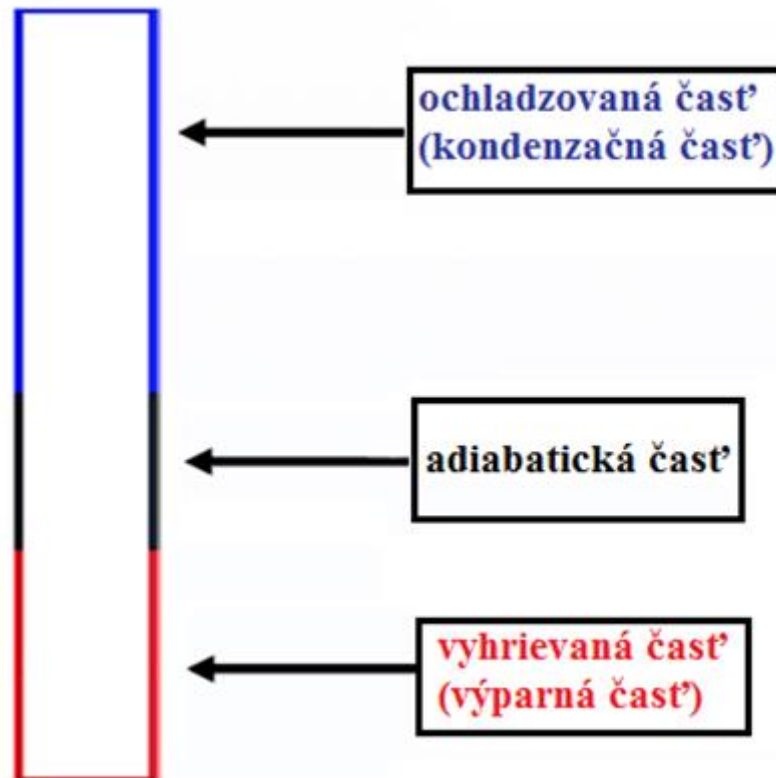


Testovanie náplne tepelnej trubice

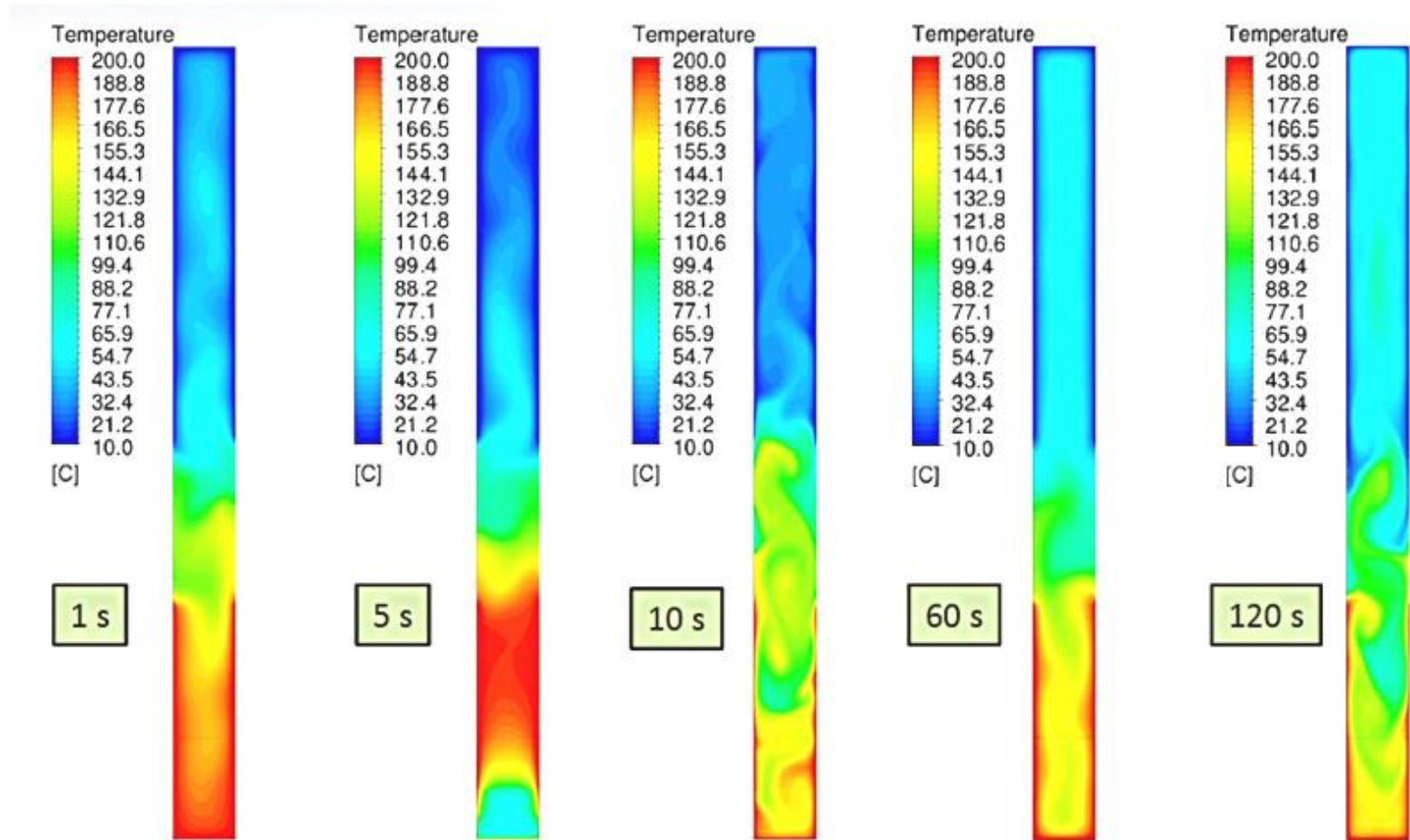


CFD simulácia tepelnej trubice

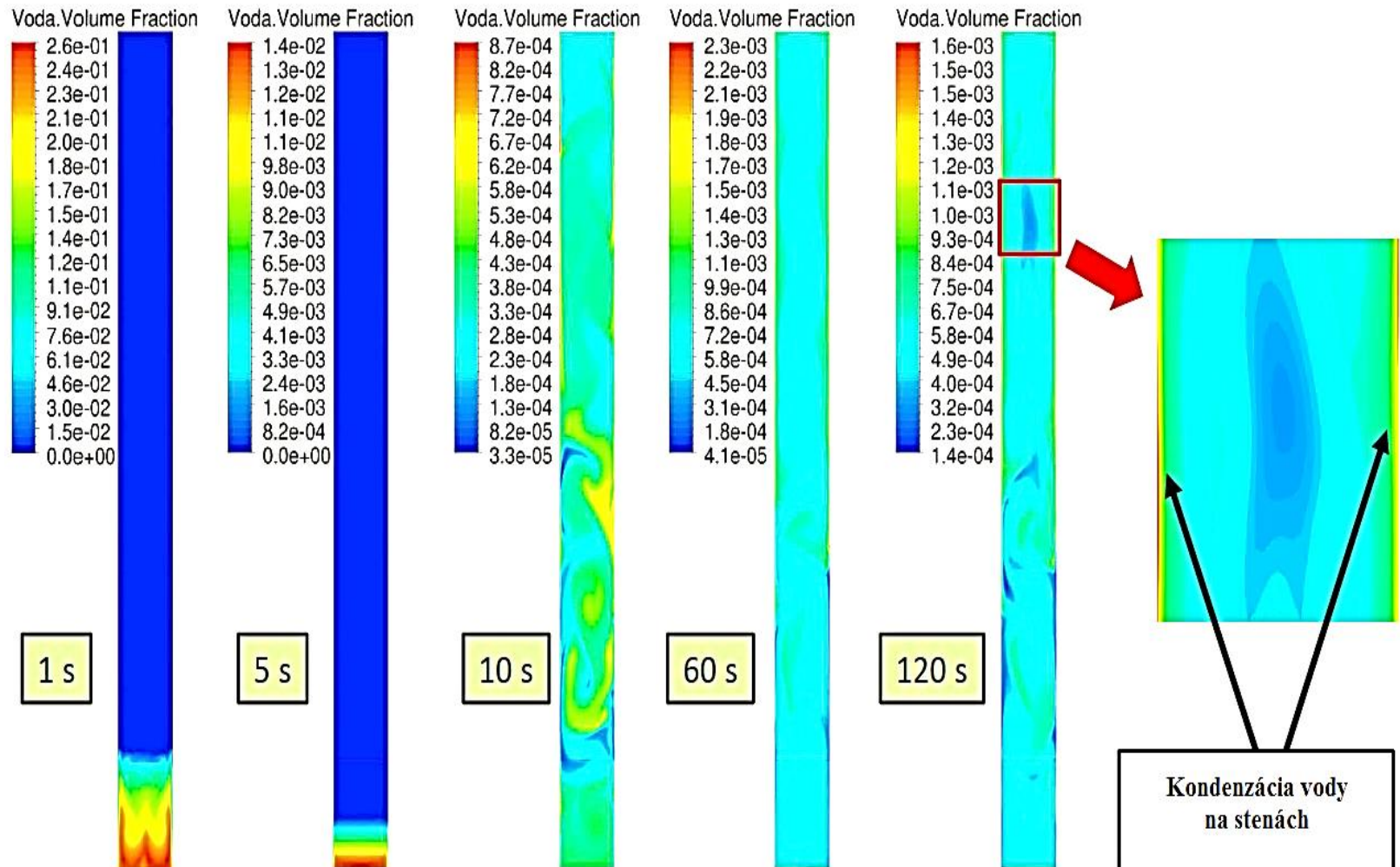
- Multifázový model (mixture).
- Pre popis medzifázového transportu hmoty bol použitý model Evaporation Condensation.



Výsledok 2D simulácie



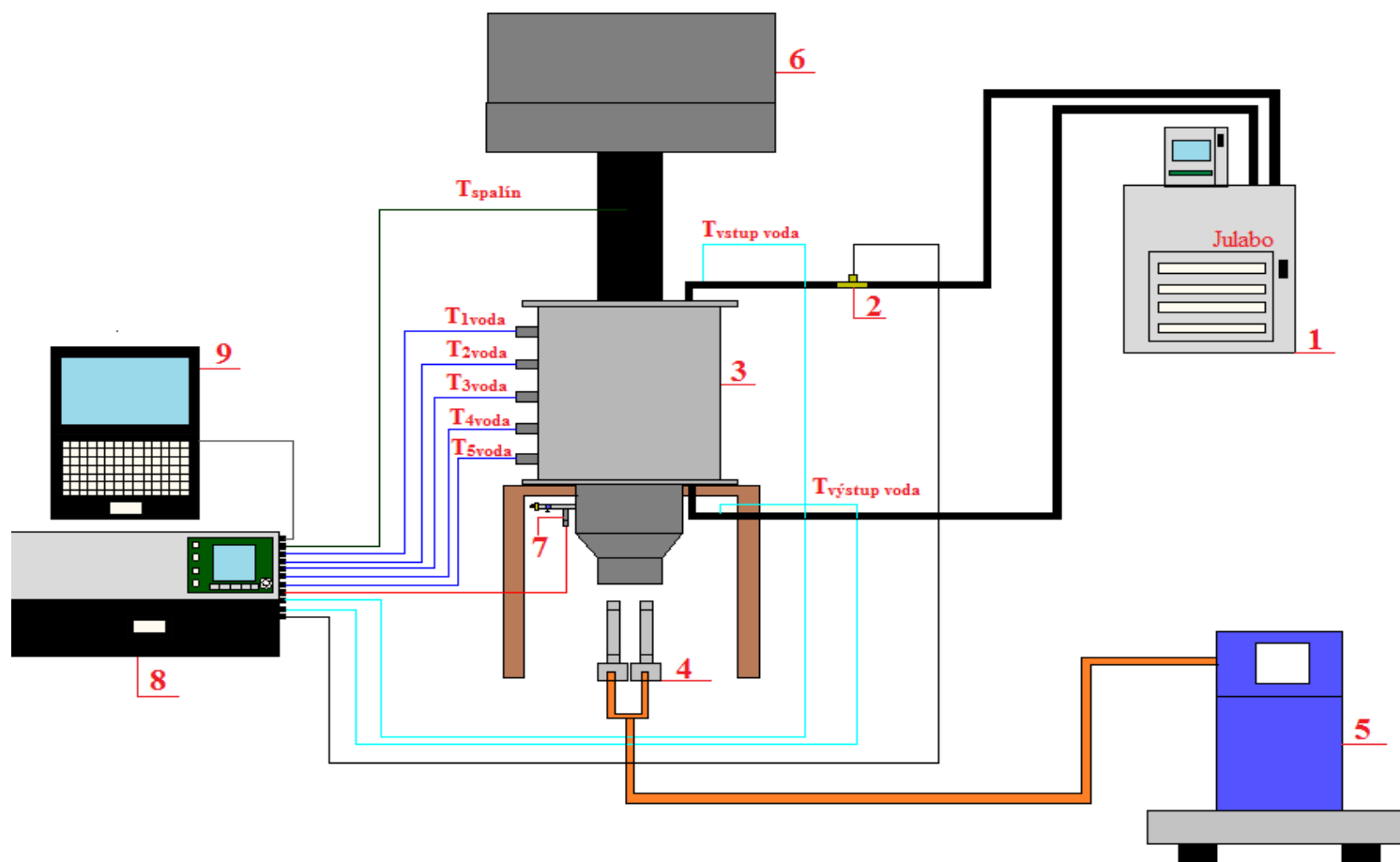
Výsledok 2D simulácie



Výsledky z numerickej simulácie tepelnej trubice (2D, 3D)

	60 s	600 s	900 s
2D 13 %	383 W	342 W	353 W
2D 20 %	206 W	237 W	
3D 13 %	62 W		
Meranie	80 W		

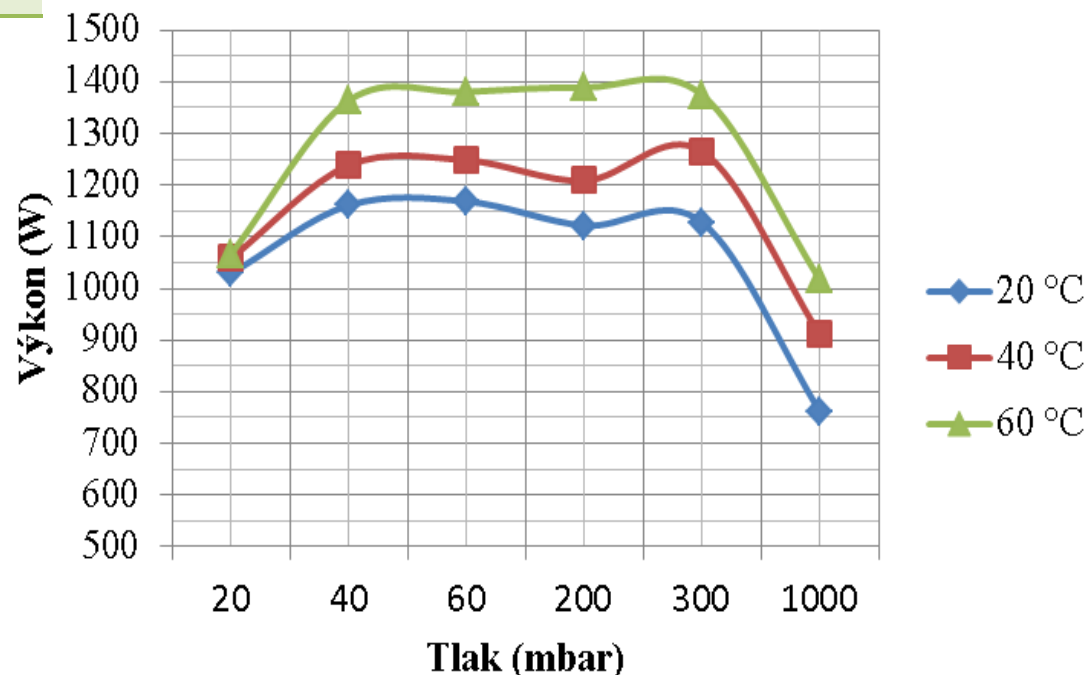
Meranie experimentálneho zásobníka teplej vody



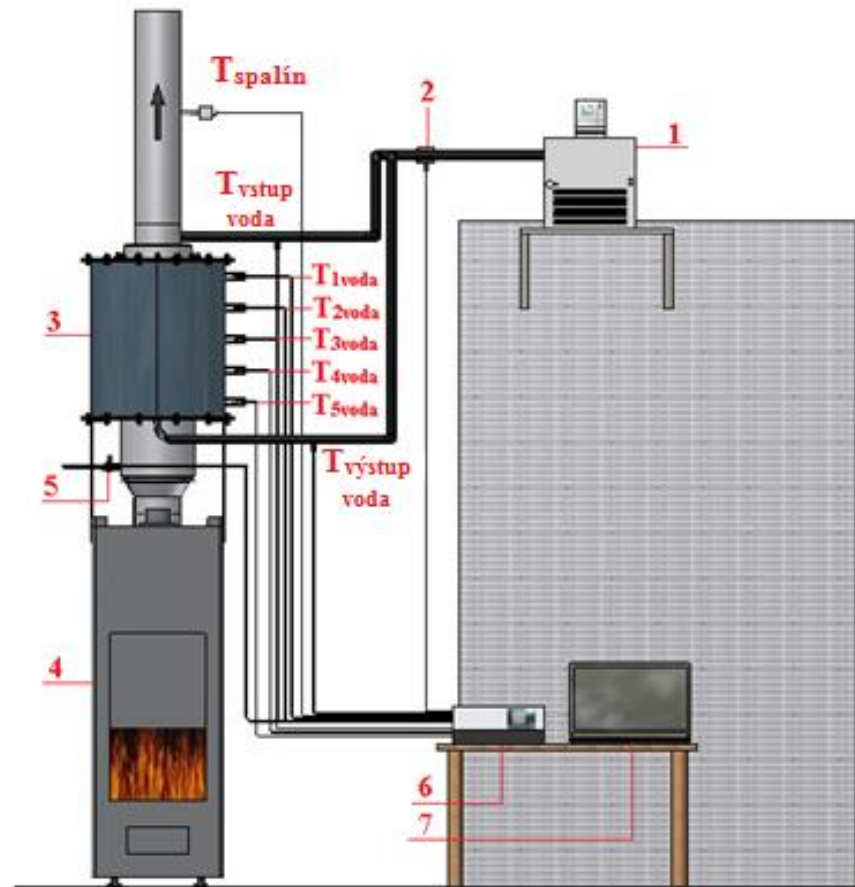
1 – termostat, 2 – prietokomer, 3 – zásobník teplej vody, 4 – plynové horáky, 5 – propán-butánová fľaša + váha, 6 – odsávací zákryt, 7 – tlakomer, 8 – meracia ústredňa, 9 – počítač, $T_{\text{spalín}}$ – teplota spalín, $T_{\text{vstup voda}}$ – vstupná teplota chladiacej vody, $T_{\text{výstup voda}}$ – výstupná teplota chladiacej vody, $T_{1\text{voda}}$ až $T_{5\text{voda}}$ – teploty v zásobníku teplej vody

Meranie experimentálneho zásobníka teplej vody

Tlak (mbar)	Teplota chladenia		
	20 °C	40 °C	60 °C
20	1029	1059	1067
40	1161	1239	1364
60	1169	1248	1381
200	1122	1209	1389
300	1128	1266	1375
1000	762	911	1017

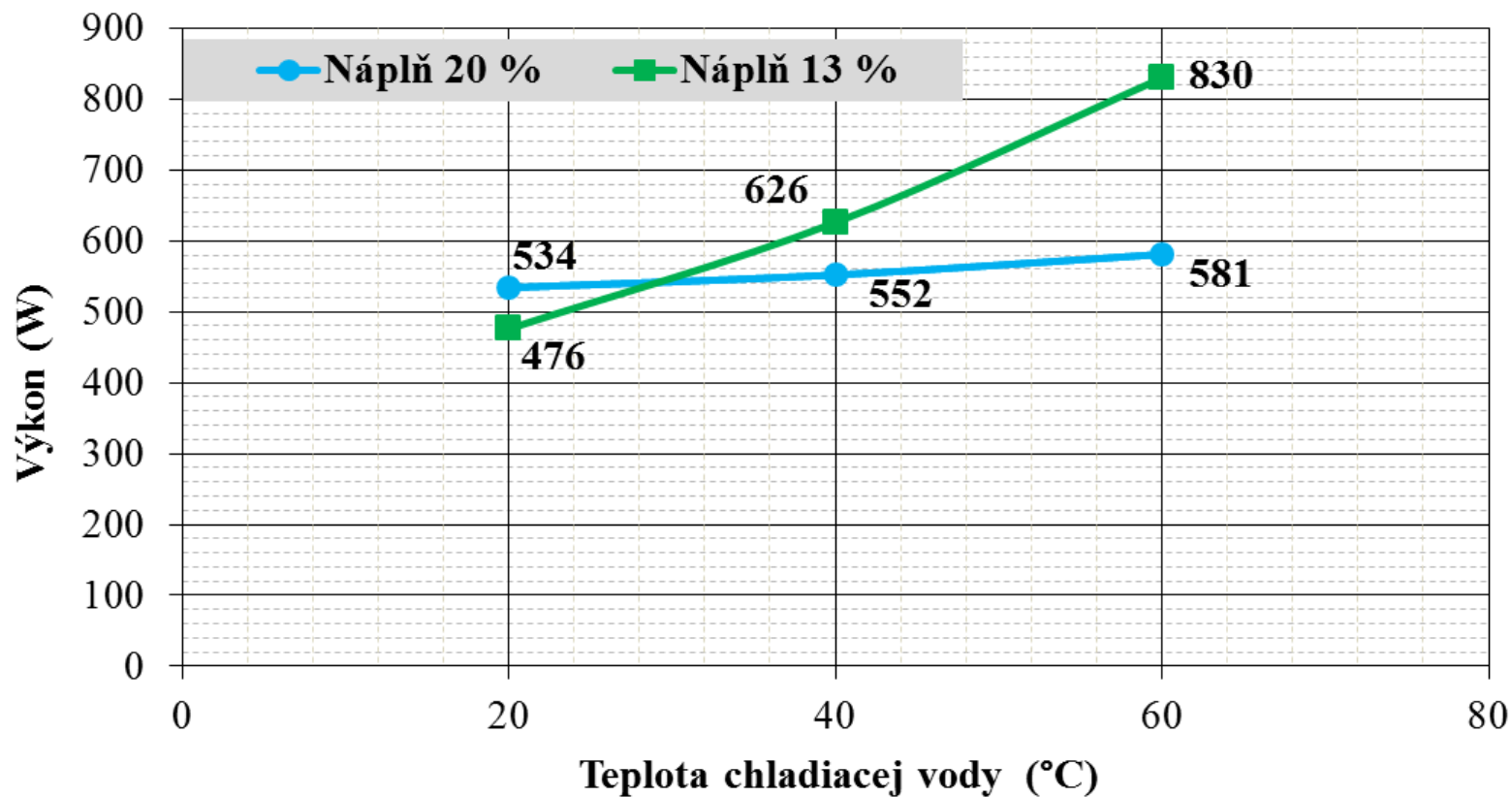


Meranie experimentálneho zásobníka teplej vody na krbových kachliach



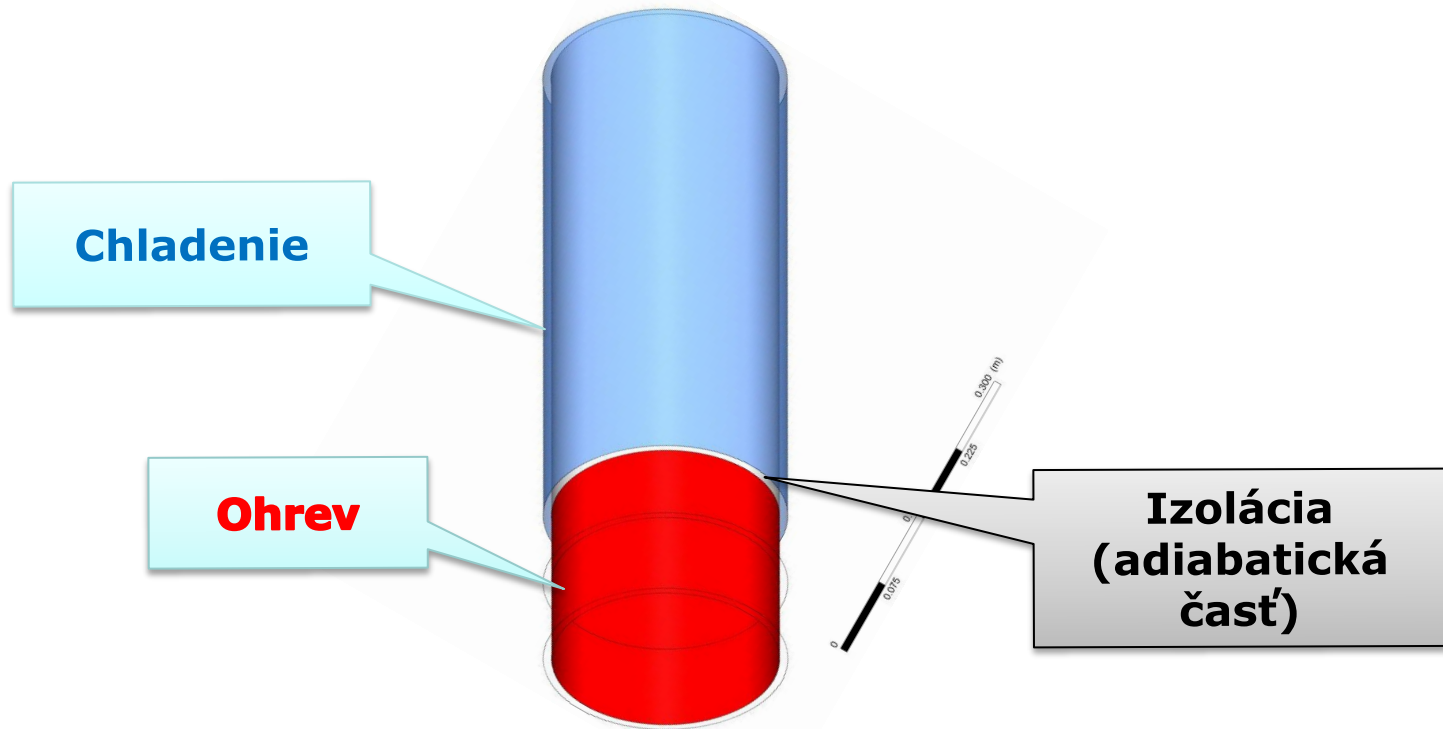
1 – termostat, 2 – prietokomer, 3 – zásobník teplej vody, 4 – krbové kachle, 5 – tlakomer, 6 – meracia ústredňa, 7 – počítač, $T_{\text{spalín}}$ – teplota spalín, $T_{\text{vstup voda}}$ – vstupná teplota chladiacej vody, $T_{\text{výstup voda}}$ – výstupná teplota chladiacej vody, $T_{1\text{voda}}$ až $T_{5\text{voda}}$ – teploty v zásobníku teplej vody

Výkony tepelnej trubice v experimentálnom zásobníku teplej vody (ohrev krbovými kachľami)



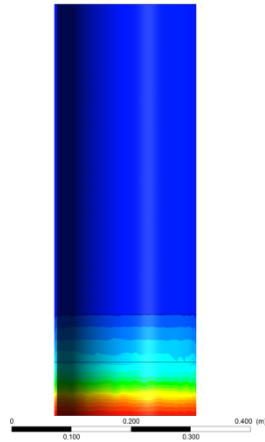
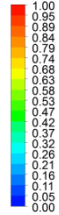
CFD simulácia tepelnej trubice v experimentálnom zásobníku teplej vody

- Multifázový model (mixture).
- Pre popis medzifázového transportu hmoty bol použitý model Evaporation Condensation.



Numerická simulácia tepelnej trubice

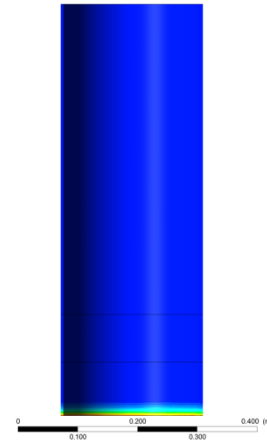
Voda Volume Fraction



1 s

ANSYS
FLUENT

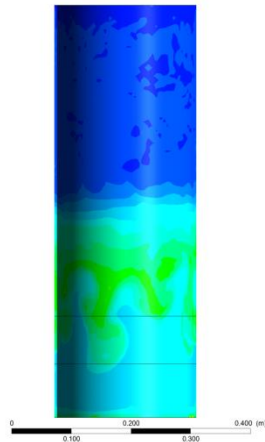
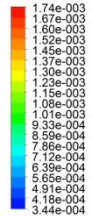
Voda Volume Fraction



5 s

ANSYS
FLUENT

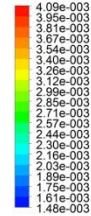
Voda Volume Fraction



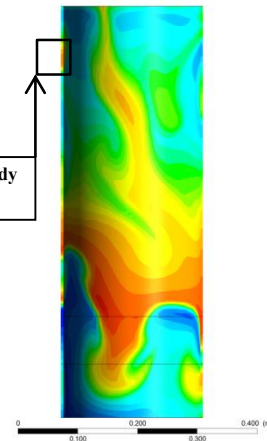
10 s

ANSYS
FLUENT

Voda Volume Fraction



Kondenzácia vody
na stene



60 s

ANSYS
FLUENT

Výsledky z numerickej simulácie a merania

	60 s	180 s	360 s	600 s
CFD 13 %	712 W	920 W	707 W	662 W
Meranie 13 % Doba ohrevu	1026 W	550W	520W	673 W
Meranie 13 % Výkon				830 W



ĎAKUJEM ZA POZORNOST

Prednáška bola spracovaná v rámci projektu:

„Rozvoj spolupráce medzi VEC a KET so zameraním na odborný rast doktorandov a výskumných pracovníkov“

ITMS 22410320106