



VŠB – Technická Univerzita Ostrava

Fakulta Strojní

Seznam příkladů k samostatnému řešení

Modelování přenosu tepla, hmoty a hybnosti, ENERGETIKA

Marcalík Patrik, Kozubková, Milada, Bojko Marian
Ostrava 2020

Obsah

OBSAH SEMINÁRNÍ PRÁCE.....	3
1 ŘEŠENÍ PROUDĚNÍ VÝMĚNÍKEM TEPLA S USPOŘÁDÁNÍM TRUBEK DO KŘÍŽE, A (ANDÓ RADEK) – ENER-1	4
2 ŘEŠENÍ PROUDĚNÍ VÝMĚNÍKEM TEPLA S USPOŘÁDÁNÍM TRUBEK DO KŘÍŽE, B (BORTLÍČEK TOMÁŠ) – ENER-2	8
3 ŘEŠENÍ PROUDĚNÍ VÝMĚNÍKEM TEPLA S USPOŘÁDÁNÍM TRUBEK VEDLE SEBE, A (COPKO MICHAL) – ENER-3.....	12
4 ŘEŠENÍ PROUDĚNÍ VÝMĚNÍKEM TEPLA S USPOŘÁDÁNÍM TRUBEK VEDLE SEBE, B (HOFROVÁ SÁRA) – ENER 4	16
5 ŘEŠENÍ PROUDĚNÍ KRBOVÝM VÝMĚNÍKEM TEPLA S USPOŘÁDÁNÍM TRUBEK VEDLE SEBE, A (HRŮZEK ROSTISLAV) – ENER 5	20
6 ŘEŠENÍ PROUDĚNÍ KRBOVÝM VÝMĚNÍKEM TEPLA S USPOŘÁDÁNÍM TRUBEK VEDLE SEBE, B (JANOTA DAVID) – ENER -6.....	24
7 ŘEŠENÍ PROUDĚNÍ KRBOVÝM VÝMĚNÍKEM TEPLA S USPOŘÁDÁNÍM TRUBEK DO KŘÍŽE, A (KASZOVÁ TEREZA) – ENER - 7.....	28
8 ŘEŠENÍ PROUDĚNÍ KRBOVÝM VÝMĚNÍKEM TEPLA S USPOŘÁDÁNÍM TRUBEK DO KŘÍŽE, B (KUDĚLA MARTIN) – ENER 8.....	33
9 ŘEŠENÍ PŘESTUPU TEPLA V ERG CHLADIČI, A (LUKEŠ ROMAN) – ENER - 9	37
10 ŘEŠENÍ PŘESTUPU TEPLA V ERG CHLADIČI, B (NOVÁK LUKÁŠ) – ENER -10	42

OBSAH SEMINÁRNÍ PRÁCE

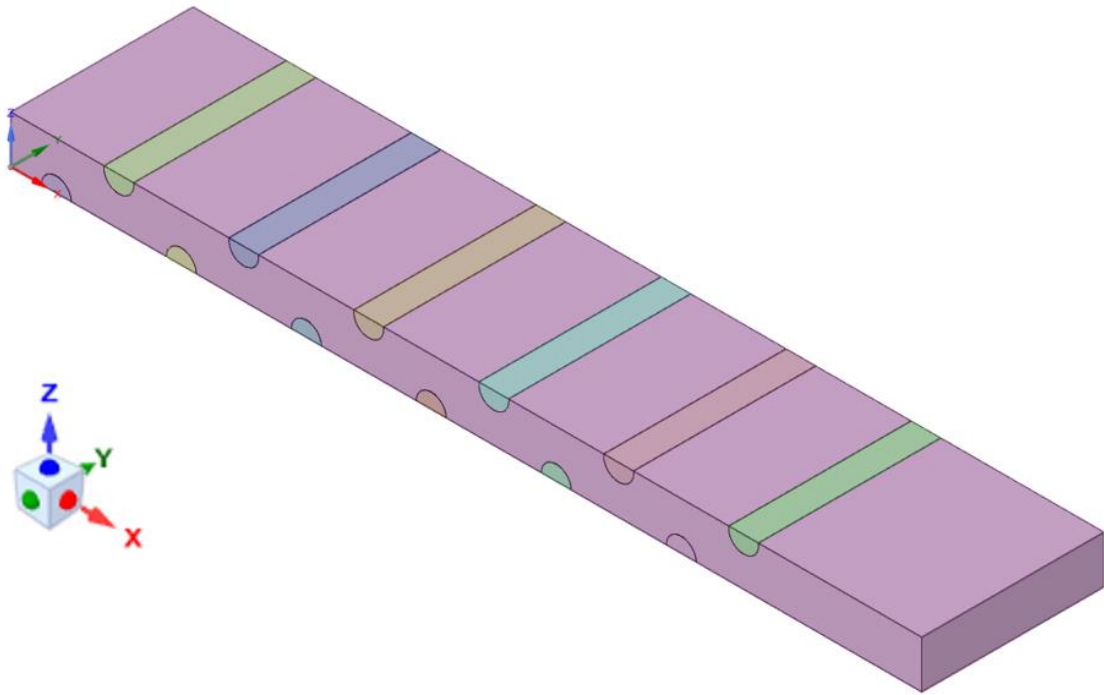
- Popis problému, fyzikálních vlastností, okrajových podmínek
- **Definice matematického modelu**, teoretické a empirické vztahy pro Re , Pr , Nu , součinitel přestupu tepla a jejich odhad (pokud to má smysl)
- ANSYS DesignModeler – tvorba modelu, okrajové podmínky, oblasti proudícího média
- ANSYS Meshing – síťování (zhuštění pomocí inflation, metoda sweep, počet buněk menší než 500 000), zobrazit síť a graficky na modelu okrajové podmínky
- ANSYS Fluent –
- Start ANSYS Fluent, prověřit následující parametry: jednotky a rozměry oblasti, počet buněk, záporné objemy
- Zobrazení sítě včetně okrajových podmínek, kontrola
- **Definovat model, materiály, okrajové podmínky**
- Inicializace, výpočet
- Zobrazení reziduálů,
- Vytvoření pomocných řezů
- Zobrazení vektorů rychlosti, kontur statického tlaku, rychlosti, teploty, efektivní viskozity, XY grafem tepelný tok skrz stěnu do kapaliny a vzduchu,
- Nastavení referenčních hodnot pro teplotu a hydraulický rozměr dh pro kapalinu, XY plot součinitele přestupu tepla a Nusseltova čísla, určit průměrné hodnoty pro součinitel přestupu tepla a Nusseltovo číslo
- Nastavení referenčních hodnot pro teplotu a hydraulický rozměr dh pro vzduch, XY plot součinitele přestupu tepla a Nusseltova čísla, určit průměrné hodnoty pro součinitel přestupu tepla a Nusseltovo číslo
- Určit průměrné hodnoty tlaků a vypočítat ztrátový součinitel pro kapalinu a vzduch
- Porovnání výsledků z CFD simulace a odhadu - tabulka
- Závěr

Pozn. Nezapomeňte přesně definovat matematický model, okrajové podmínky

Příklady jsou pro pedagogické účely zjednodušené z hlediska fyzikálních vlastností a geometrie. Pro 3D úlohy tohoto typu by počet buněk určitě přesáhl 500 000.

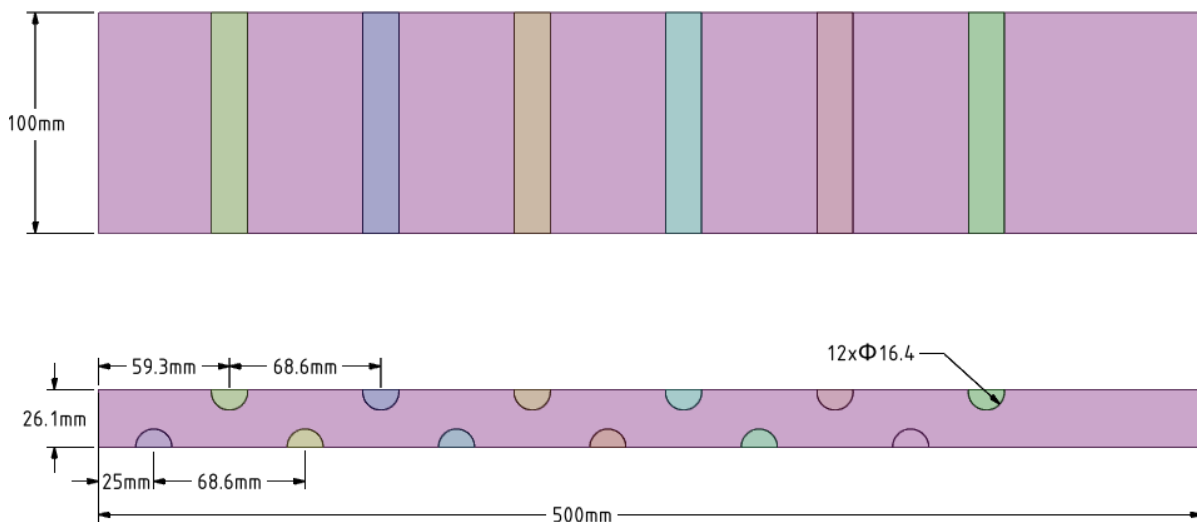
1 ŘEŠENÍ PROUDĚNÍ VÝMĚNÍKEM TEPLA S USPOŘÁDÁNÍM TRUBEK DO KŘÍŽE, A (ANDÓ RADEK) – ENERG-1

Proveďte matematickou simulaci proudění vody a vzduchu ve zjednodušené geometrii výměníku tepla s přestupem tepla z horké vody do studeného vzduchu přes stěnu ocelové trubky. Definujte jednotlivé oblasti a parametry dle zadaných okrajových podmínek a výsledky zhodnoťte.



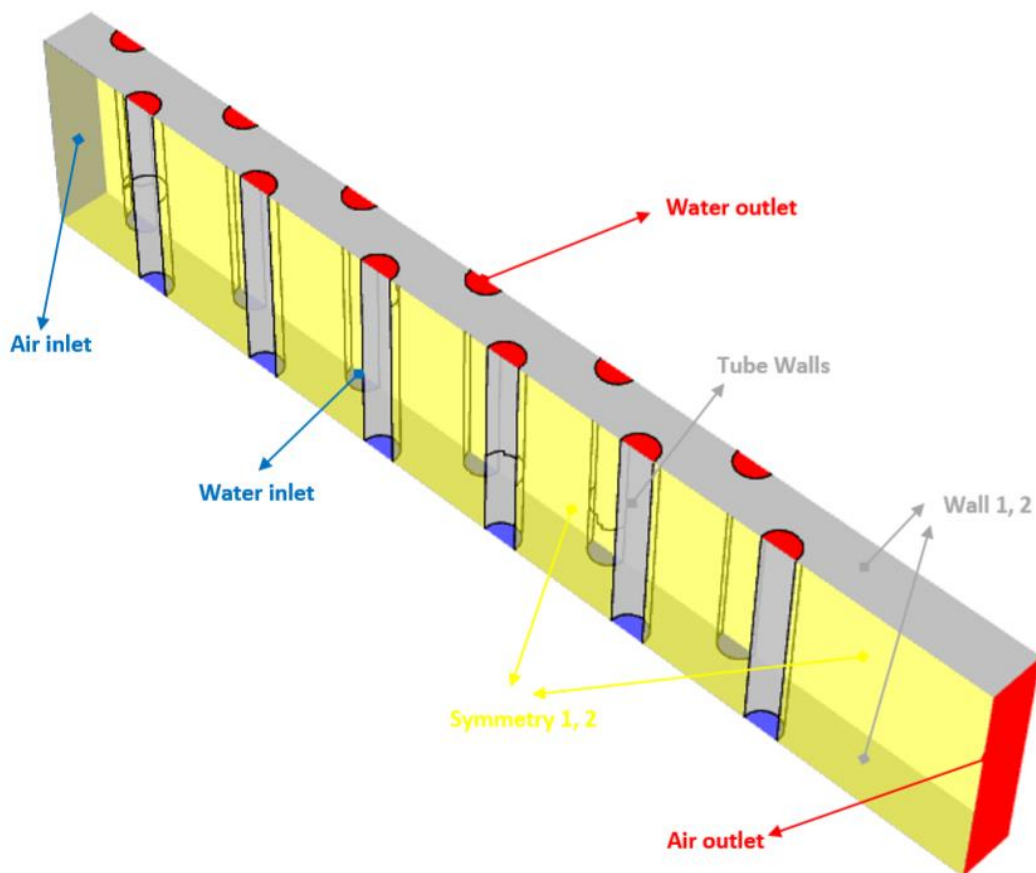
obr. 1.1 – Zjednodušená geometrii výměníku tepla

Rozměry této geometrie jsou specifikovány na následujícím obrázku.



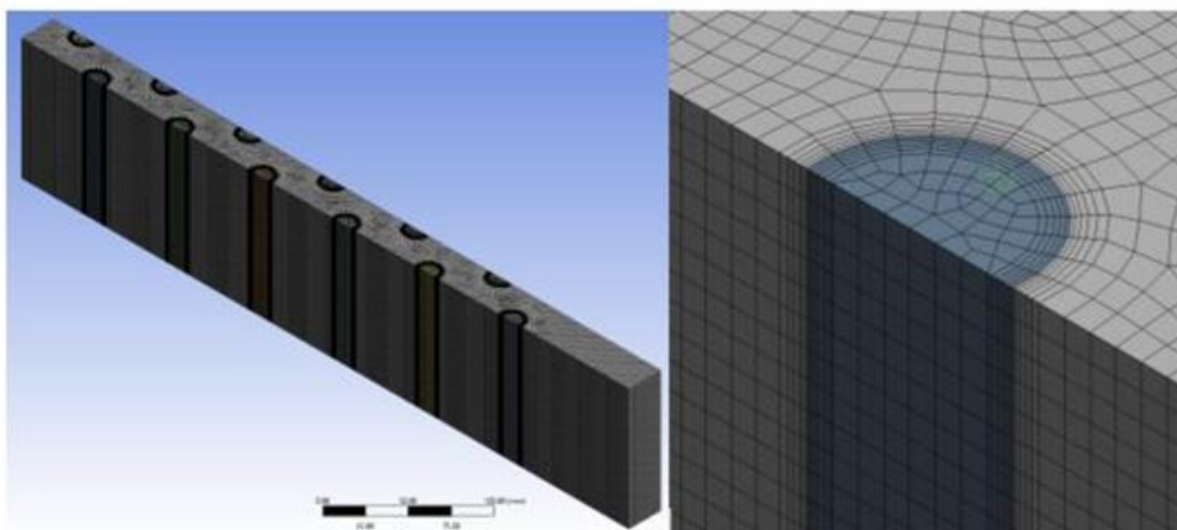
obr. 1.2 – Rozměry oblasti výměníku tepla

Okrajové podmínky dané geometrie jsou zobrazeny na obr. 1.3



obr. 1.3– Okrajové podmínky výměníku tepla

V programu ANSYS Meshing vytvořte výpočetní síť se zhuštěním u stěn trubek a použijte Inflation a Sweep.



obr. 1.4 – Zhuštění v okolí trubek s proudící vodou

Fyzikální vlastnosti proudících médií a pevného materiálu jsou definovány Tab. 1.1

Tab. 1.1 – Fyzikální vlastnosti materiálu (ocel, voda) při 300 K:

Materiál	Ocel	Voda	Vzduch	Jednotka
hustota ρ	8030	998	1.225	[kg.m ⁻³]
měrná tepelná kapacita c_p	502.48	4182	1006.43	[J.kg ⁻¹ K ⁻¹]
tepelná vodivost λ	16.27	0.6	0.0242	[W.m ⁻¹ K ⁻¹]
viskozita η		0.001	1.7894e-05	[kg.m ⁻¹ s ⁻¹]

Typy okrajových podmínek jsou následující:

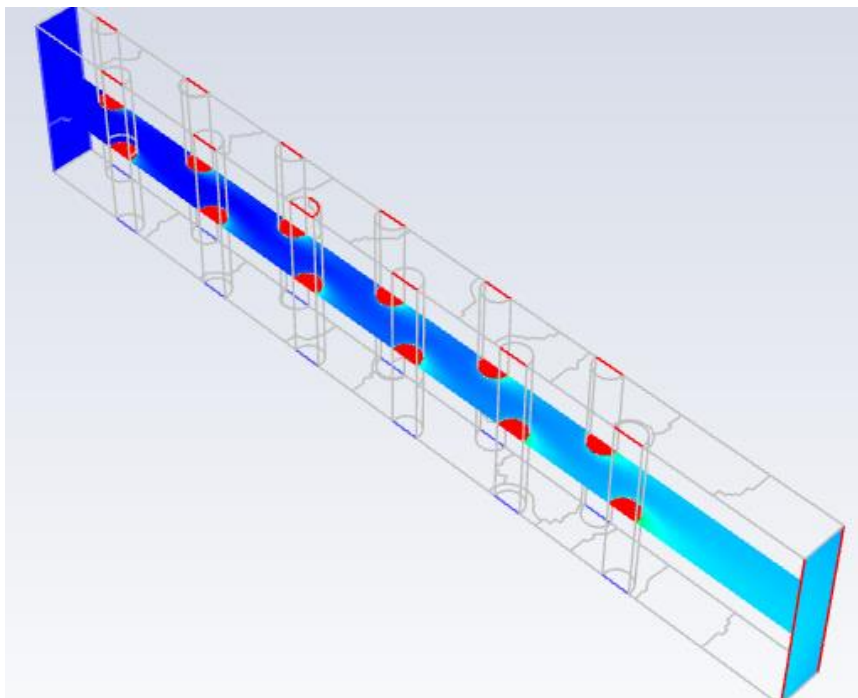
- Water inlet ⇒ „Velocity inlet“
- Water outlet ⇒ „Pressure outlet“
- Wall 1,2 ⇒ „Wall“
- Tubes wall ⇒ „Wall“
- Air inlet ⇒ „Velocity inlet“
- Air outlet ⇒ „Pressure outlet“
- Symmetry ⇒ „Symmetry“
- Fluid water ⇒ „Fluid“
- Fluid air ⇒ „Fluid“

Specifikace okrajových podmínek je uvedena v Tab. 1.2.

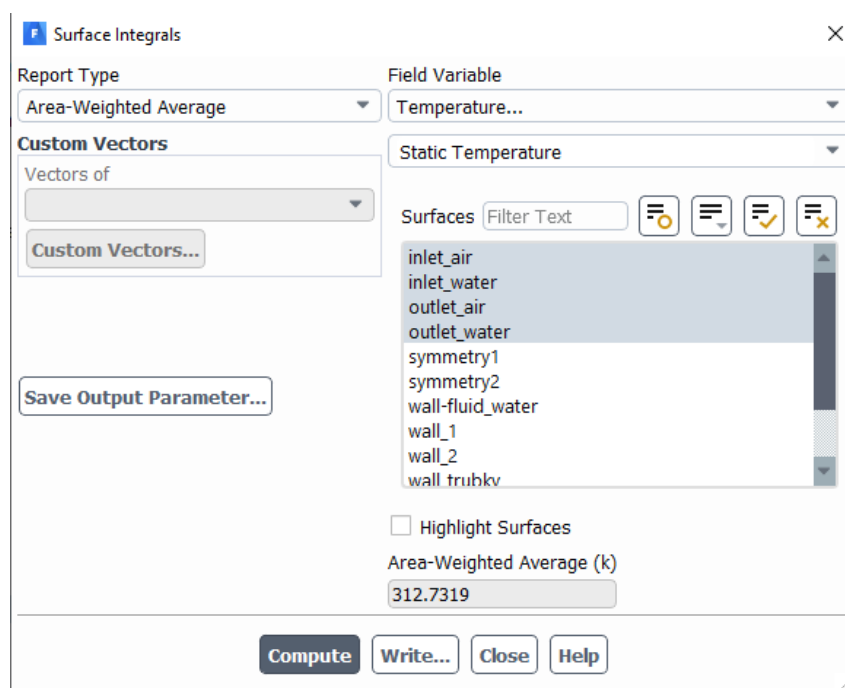
Tab. 1.2– Okrajové podmínky:

	Water inlet	Water outlet	Tubes wall	Air inlet	Air outlet	Wall 1,2	Jednotky
Teplota T	353	353	coupled	283	283	izolovaná	[K]
Rychlost v	0.2			0.5			[m.s ⁻¹]
Tlak p		0			0		[Pa]
Intenzita turbulence I	0.1	0.1		0.1	0.1		[%]
Hydraulický průměr D_h	0.0164	0.0164		0.0261	0.0261		[m]

Příklady výsledků:



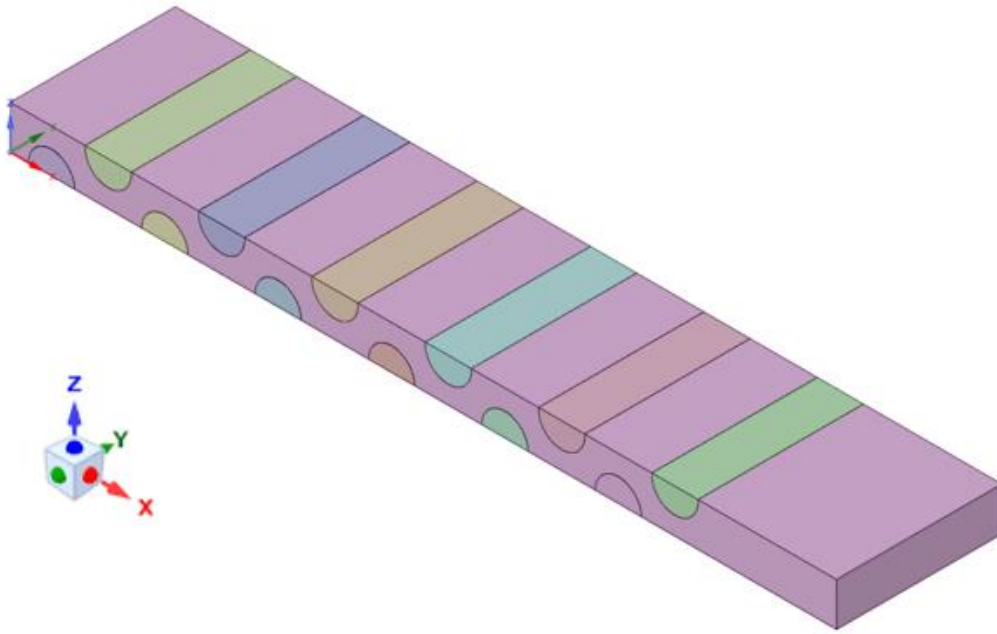
obr. 1.5 Kontury teploty ve vyhodnocovacím řezu



obr. 1.6 Průměrné hodnoty teploty na vstupu a výstupu

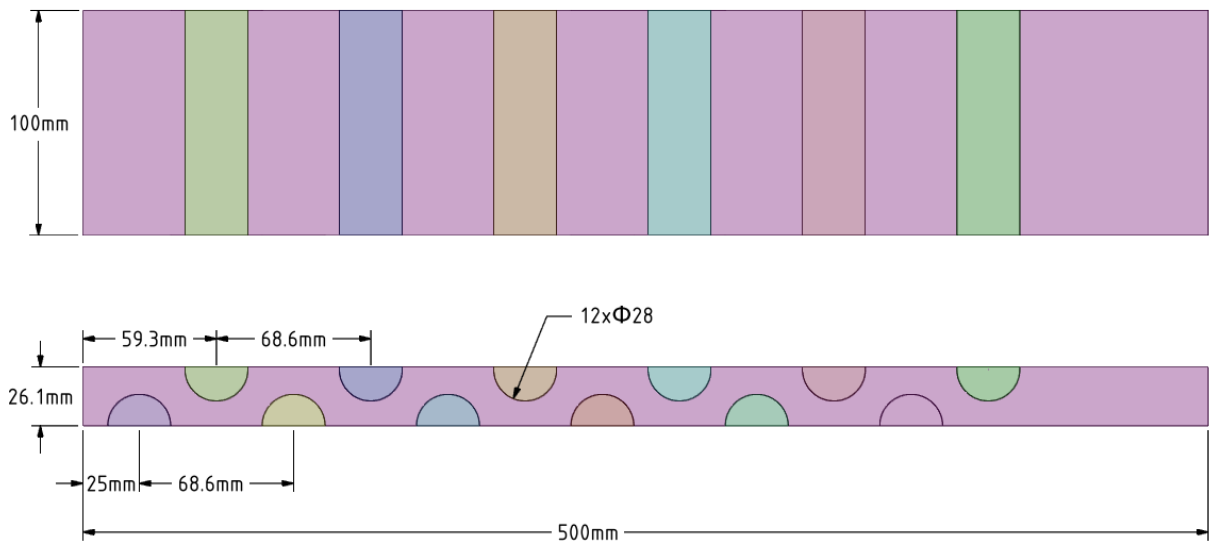
2 ŘEŠENÍ PROUDĚNÍ VÝMĚNÍKEM TEPLA S USPOŘADÁNÍM TRUBEK DO KŘÍŽE, B (BORTLÍČEK TOMÁŠ) – ENERG-2

Proved'te matematickou simulaci proudění vody a vzduchu ve zjednodušené geometrii výměníku tepla s přestupem tepla z horké vody do studeného vzduchu přes stěnu ocelové trubky. Definujte jednotlivé oblasti a parametry dle zadaných okrajových podmínek a výsledky zhodno'te.



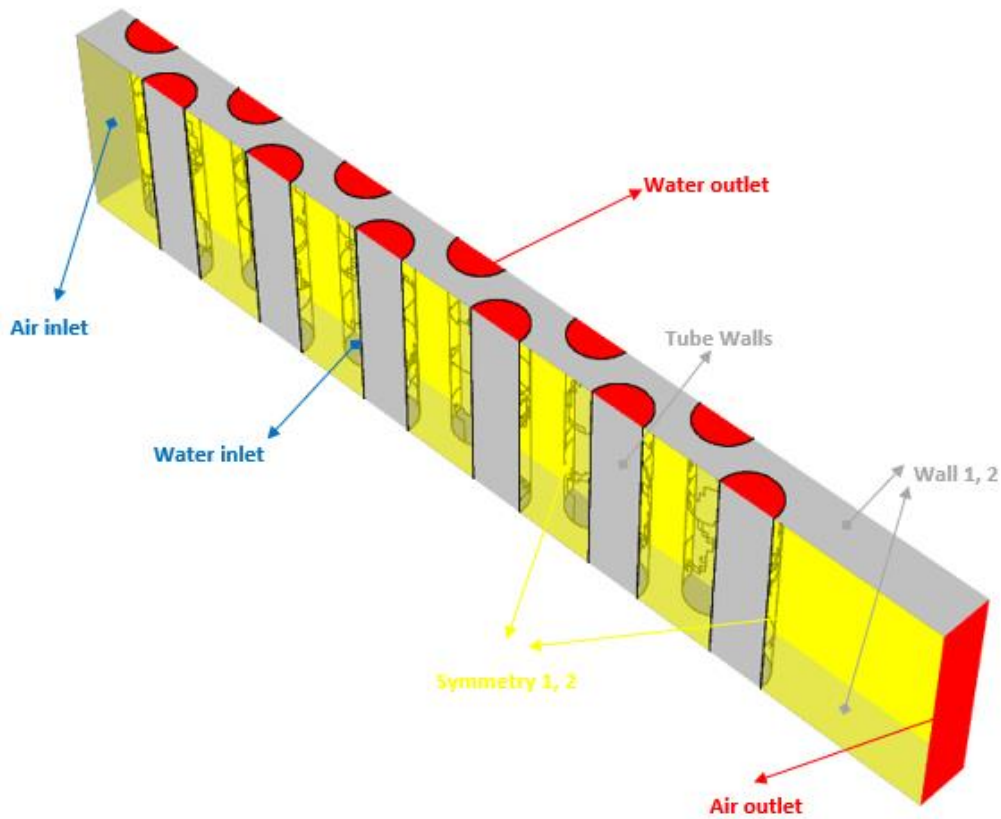
obr. 2.1 – Zjednodušená geometrii výměníku tepla

Rozměry této geometrie jsou specifikovány na následujícím obrázku.



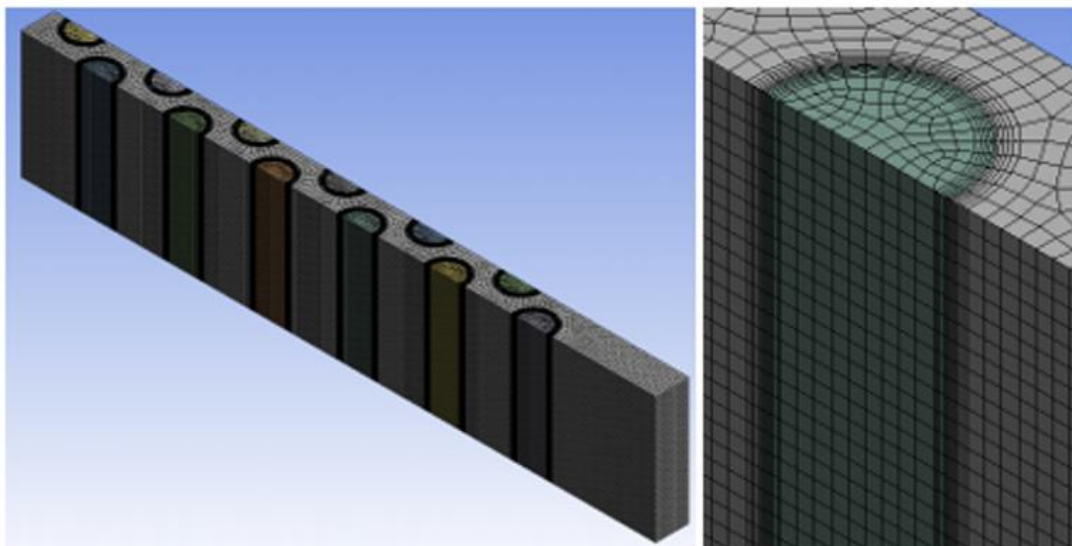
obr. 2.2 – Rozměry oblasti výměníku tepla

Okrajové podmínky dané geometrie jsou zobrazeny na obr. 2.3



obr. 2.3– Okrajové podmínky výměníku tepla

V programu ANSYS Meshing vytvořte výpočetní síť se zhuštěním u stěn trubek a použijte Inflation a Sweep.



obr. 2.4 – Zhuštění v okolí trubek s proudící vodou

Fyzikální vlastnosti proudících médií a pevného materiálu jsou definovány Tab. 2.1.

Tab. 2.1 – Fyzikální vlastnosti materiálu (ocel, voda) při 300 K:

Materiál	Ocel	Voda	Vzduch	Jednotka
hustota ρ	8030	998	1.225	[kg.m ⁻³]
měrná tepelná kapacita c_p	502.48	4182	1006.43	[J.kg ⁻¹ K ⁻¹]
tepelná vodivost λ	16.27	0.6	0.0242	[W.m ⁻¹ K ⁻¹]
viskozita η		0.001	1.7894e-05	[kg.m ⁻¹ s ⁻¹]

Typy okrajových podmínek jsou následující:

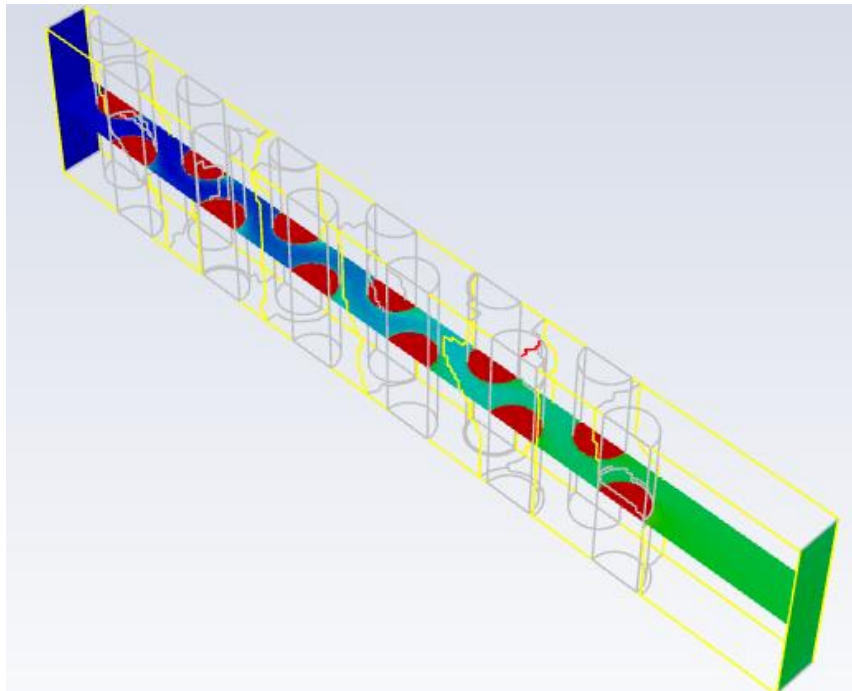
- Water inlet \Rightarrow „Velocity inlet“
- Water outlet \Rightarrow „Pressure outlet“
- Wall 1,2 \Rightarrow „Wall“
- Tubes wall \Rightarrow „Wall“
- Air inlet \Rightarrow „Velocity inlet“
- Air outlet \Rightarrow „Pressure outlet“
- Symmetry \Rightarrow „Symmetry“
- Fluid water \Rightarrow „Fluid“
- Fluid air \Rightarrow „Fluid“

Specifikace okrajových podmínek je uvedena v Tab. 2.2.

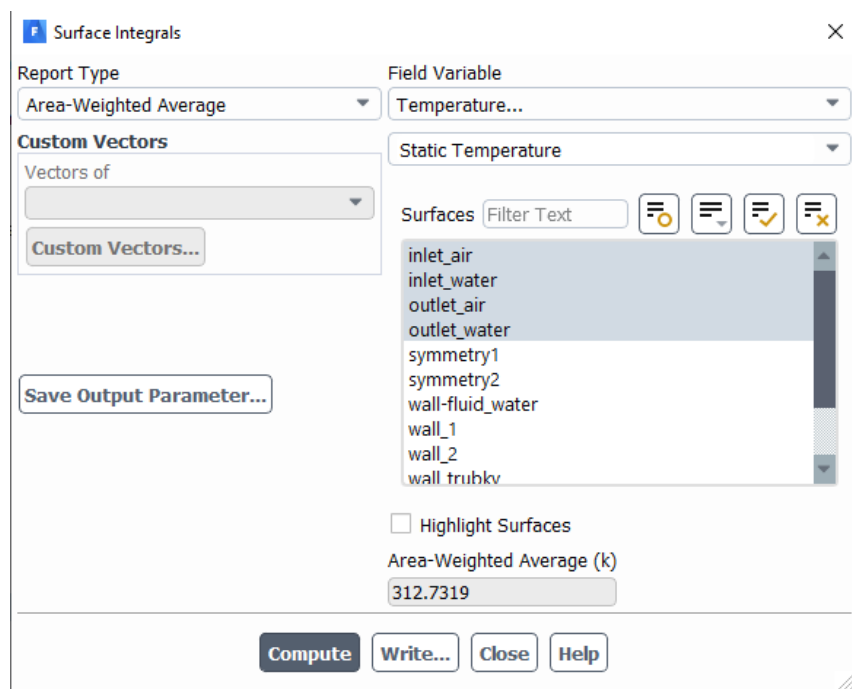
Tab. 2.2– Okrajové podmínky:

	Water inlet	Water outlet	Tubes wall	Air inlet	Air outlet	Wall 1,2	Jednotky
Teplota T	353	353	coupled	283	283	izolovaná	[K]
Rychlost v	0.2			0.5			[m.s ⁻¹]
Tlak p		0			0		[Pa]
Intenzita turbulence I	0.1	0.1		0.1	0.1		[%]
Hydraulický průměr D_h	0.028	0.028		0.0261	0.0261		[m]

Příklady výsledků:



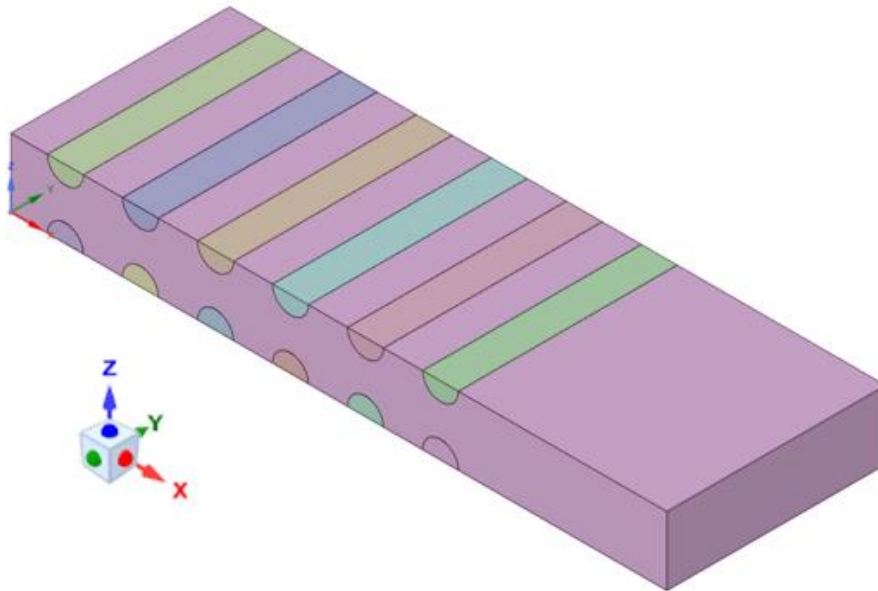
obr. 2.5 Kontury teploty ve vyhodnocovacím řezu



obr. 2.6 Průměrné hodnoty teploty na vstupu a výstupu

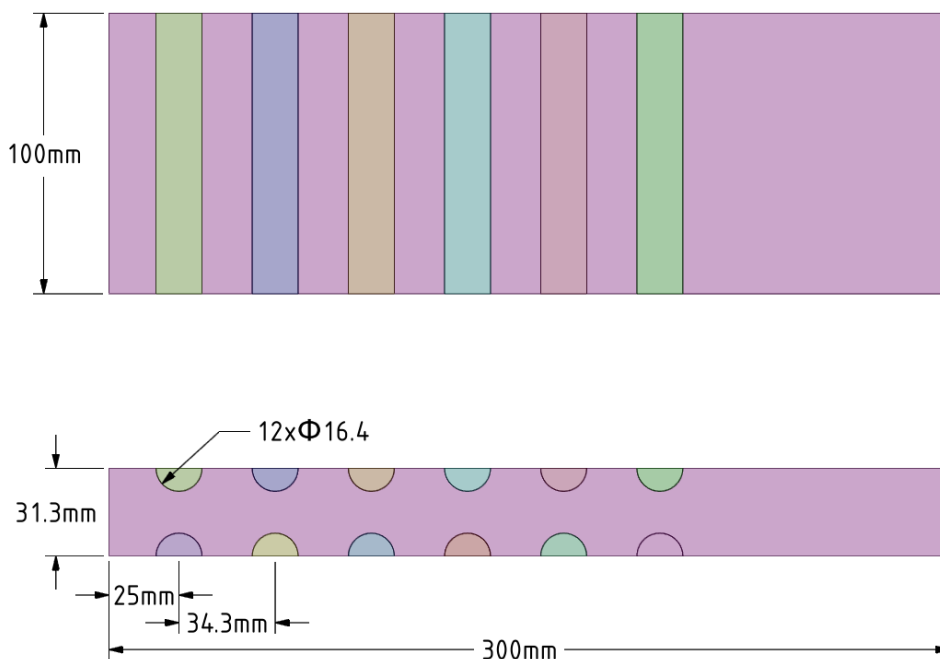
3 ŘEŠENÍ PROUDĚNÍ VÝMĚNÍKEM TEPLA S USPOŘÁDÁNÍM TRUBEK VEDLE SEBE, A (COPKO MICHAL) – ENERG-3

Proveďte matematickou simulaci proudění vody a vzduchu ve zjednodušené geometrii výměníku tepla s přestupem tepla horké vody do studeného vzduchu přes stěnu ocelové trubky. Definujte jednotlivé oblasti a parametry dle zadaných okrajových podmínek a výsledky zhodnoťte.



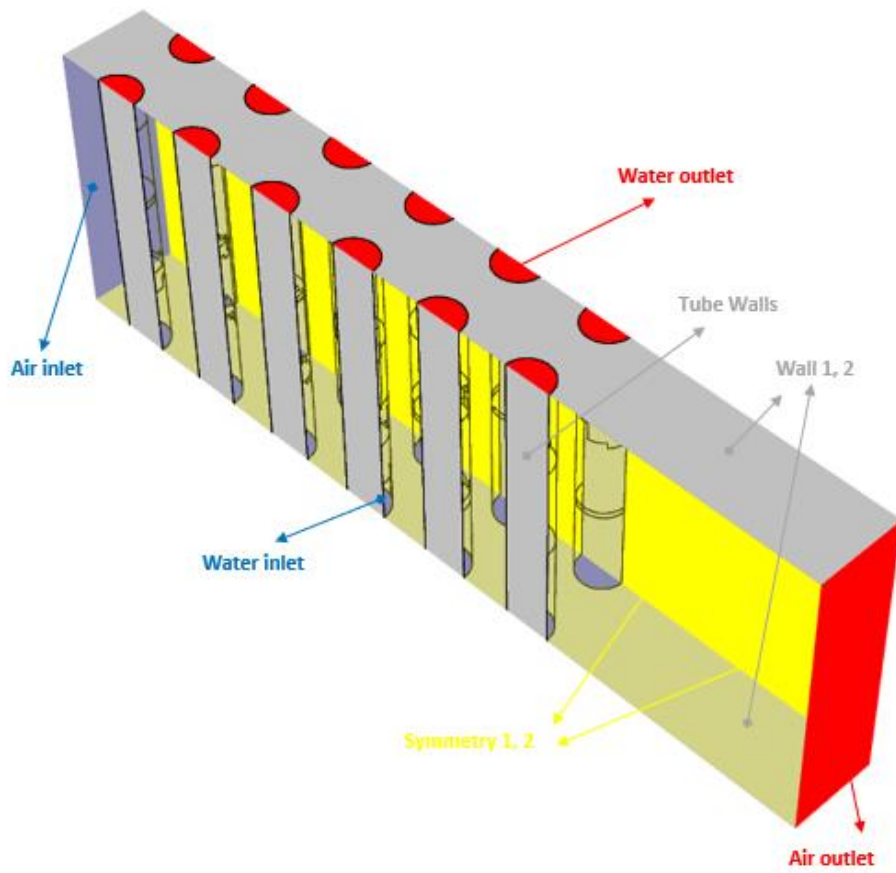
obr. 3.1 – Zjednodušená geometrii výměníku tepla

Rozměry této geometrie jsou specifikovány na následujícím obrázku.



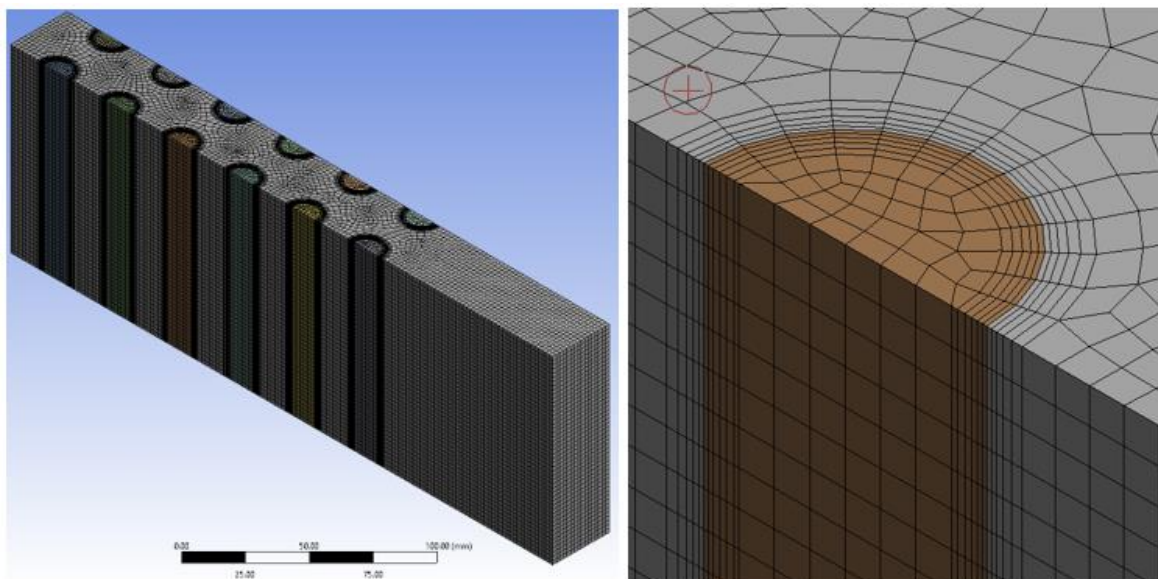
obr. 3.2 – Rozměry oblasti výměníku tepla

Okrajové podmínky dané geometrie jsou zobrazeny na obr. 3.3.



obr. 3.3– Okrajové podmínky výměníku tepla

V programu ANSYS Meshing vytvořte výpočetní síť se zhuštěním u stěn trubek a použijte Inflation a Sweep.



obr. 3.4 – Zhuštění v okolí trubek s proudící vodou

Fyzikální vlastnosti proudících médií a pevného materiálu jsou definovány Tab. 3.1.

Tab. 3.1 – Fyzikální vlastnosti materiálu (ocel, voda) při 300 K:

Materiál	Ocel	Voda	Vzduch	Jednotka
hustota ρ	8030	998	1.225	[kg.m ⁻³]
měrná tepelná kapacita c_p	502.48	4182	1006.43	[J.kg ⁻¹ K ⁻¹]
tepelná vodivost λ	16.27	0.6	0.0242	[W.m ⁻¹ K ⁻¹]
viskozita η		0.001	1.7894e-05	[kg.m ⁻¹ s ⁻¹]

Typy okrajových podmínek jsou následující:

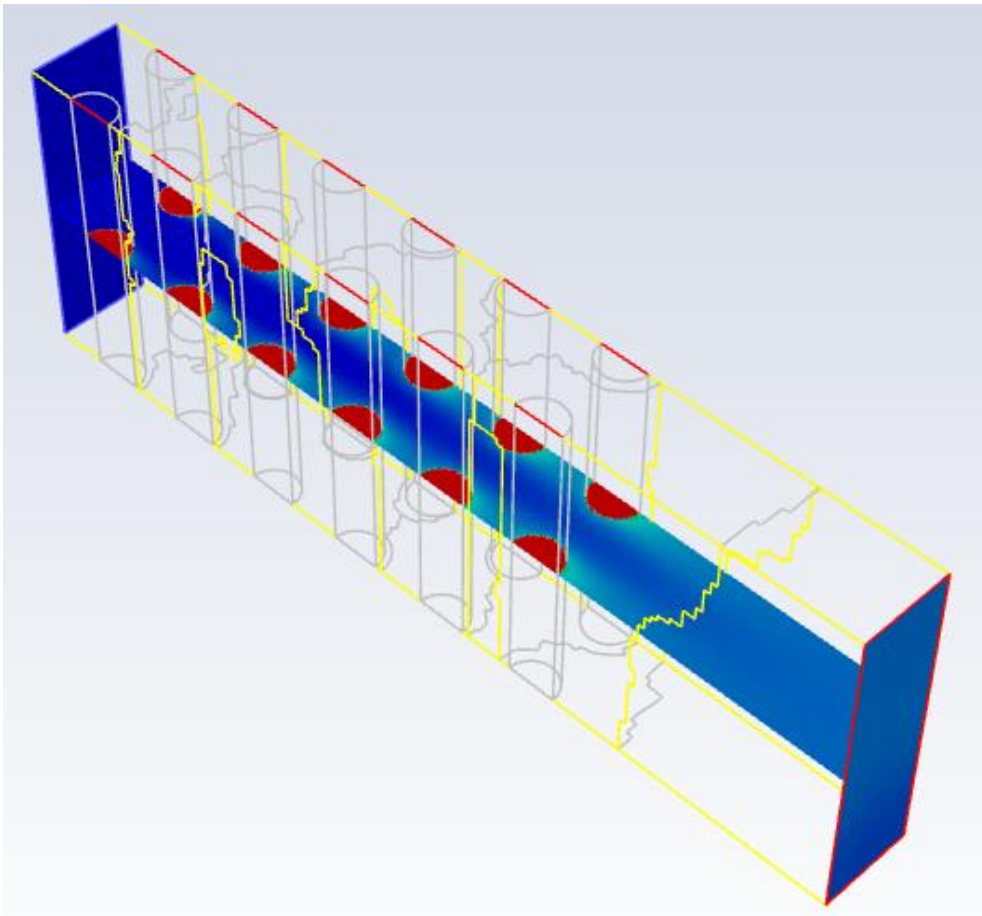
- Water inlet \Rightarrow „Velocity inlet“
- Water outlet \Rightarrow „Pressure outlet“
- Wall 1,2 \Rightarrow „Wall“
- Tubes wall \Rightarrow „Wall“
- Air inlet \Rightarrow „Velocity inlet“
- Air outlet \Rightarrow „Pressure outlet“
- Symmetry \Rightarrow „Symmetry“
- Fluid water \Rightarrow „Fluid“
- Fluid air \Rightarrow „Fluid“

Specifikace okrajových podmínek je uvedena v Tab. 3.2.

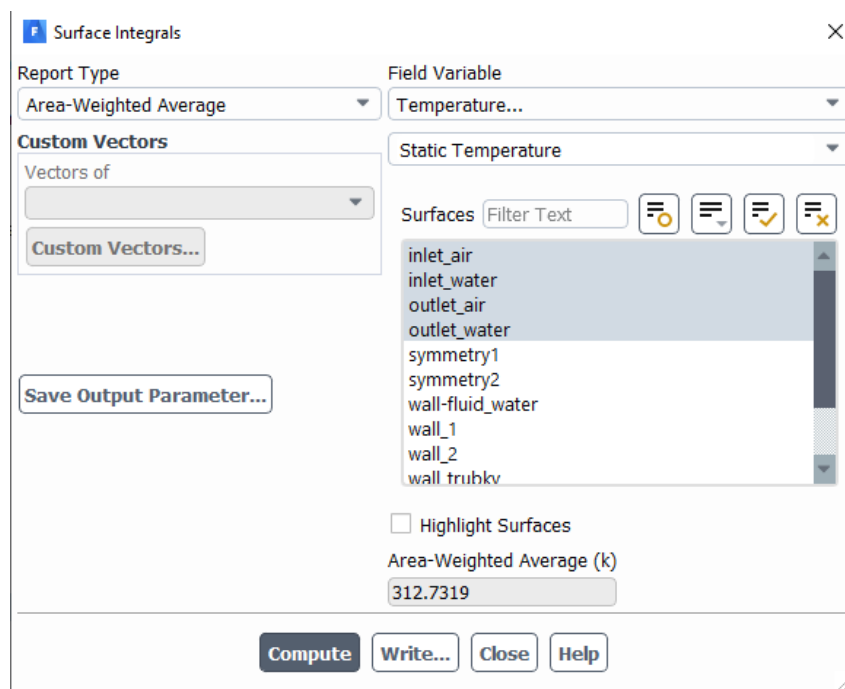
Tab. 3.2– Okrajové podmínky:

	Water inlet	Water outlet	Tubes wall	Air inlet	Air outlet	Wall 1,2	Jednotky
Teplota T	353	353	coupled	283	283	izolovaná	[K]
Rychlost v	0.2			0.5			[m.s ⁻¹]
Tlak p		0			0		[Pa]
Intenzita turbulence I	0.1	0.1		0.1	0.1		[%]
Hydraulický průměr D_h	0.0164	0.0164		0.0313	0.0313		[m]

Příklady výsledků:



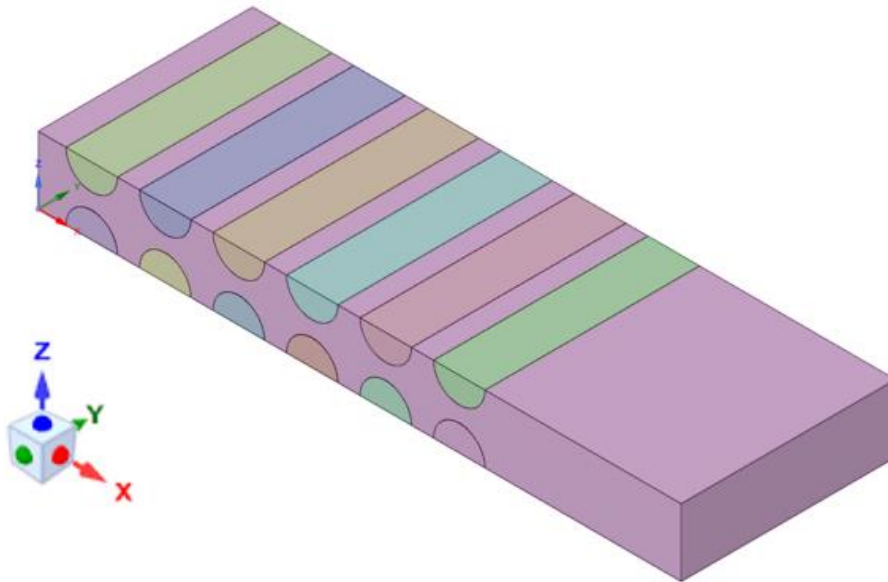
obr. 3.5 Kontury teploty ve vyhodnocovacím řezu



obr. 3.6 Průměrné hodnoty teploty na vstupu a výstupu

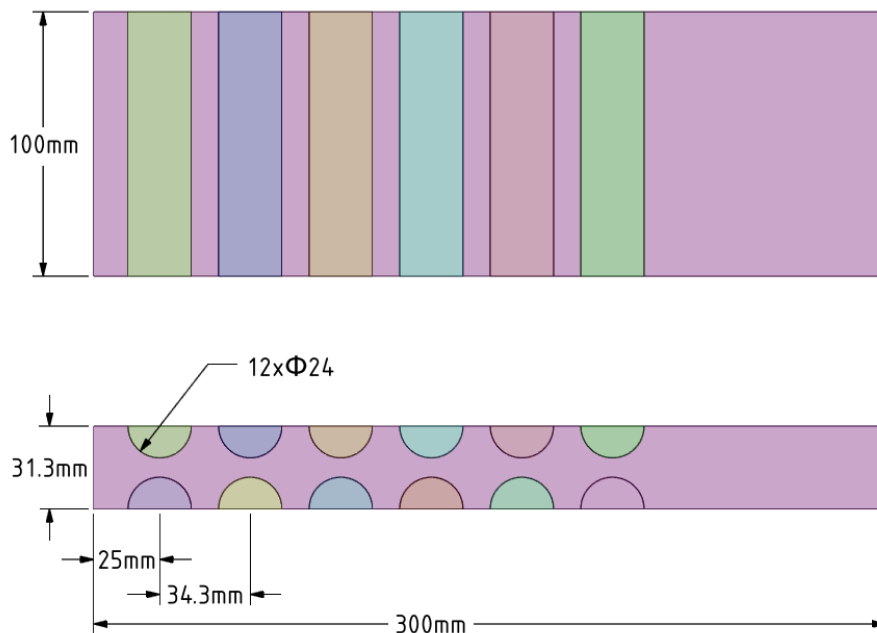
4 ŘEŠENÍ PROUDĚNÍ VÝMĚNÍKEM TEPLA S USPOŘÁDÁNÍM TRUBEK VEDLE SEBE, B (HOFROVÁ SÁRA) – ENERG 4

Proveďte matematickou simulaci proudění vody a vzduchu ve zjednodušené geometrii výměníku tepla s přestupem tepla z horké vody do studeného vzduchu přes stěnu ocelové trubky. Definujte jednotlivé oblasti a parametry dle zadaných okrajových podmínek a výsledky zhodnoťte.



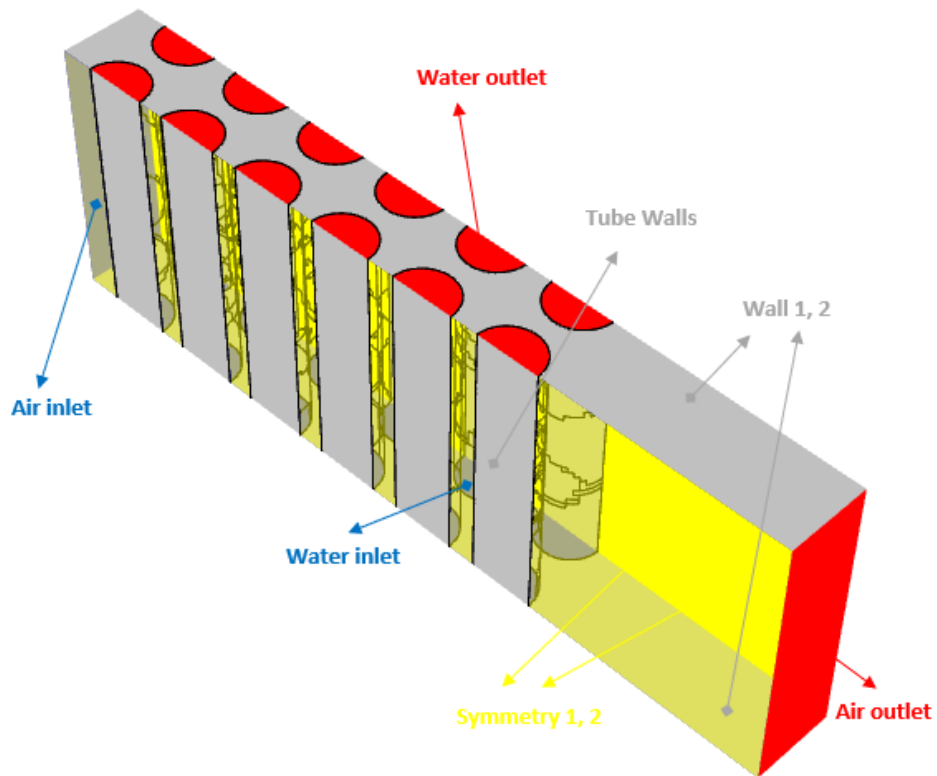
obr. 4.1 – Zjednodušená geometrii výměníku tepla

Rozměry této geometrie jsou specifikovány na následujícím obrázku.



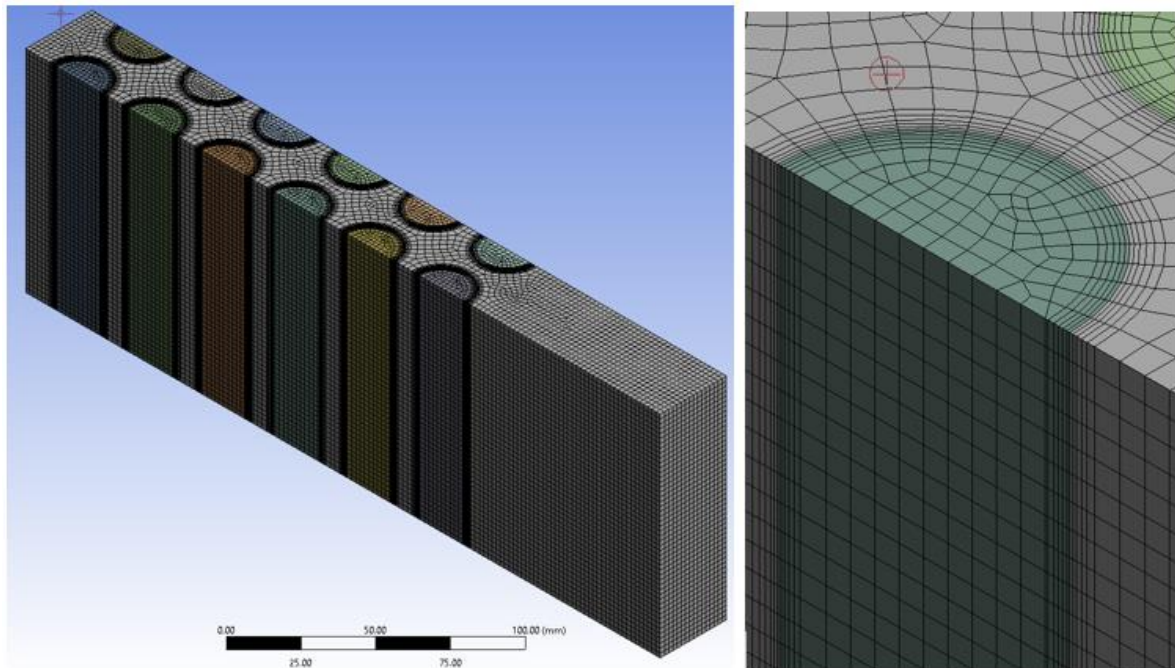
obr. 4.2 – Rozměry oblasti výměníku tepla

Okrajové podmínky dané geometrie jsou zobrazeny na obr. 4.3



obr. 4.3– Okrajové podmínky výměníku tepla

V programu ANSYS Meshing vytvořte výpočetní síť se zhuštěním u stěn trubek a použijte Inflation a Sweep.



obr. 4.4 – Zhuštění v okolí trubek s proudící vodou

Fyzikální vlastnosti proudících médií a pevného materiálu jsou definovány Tab. 4.1.

Tab. 4.1 – Fyzikální vlastnosti materiálu (ocel, voda) při 300 K:

Materiál	Ocel	Voda	Vzduch	Jednotka
hustota ρ	8030	998	1.225	[kg.m ⁻³]
měrná tepelná kapacita c_p	502.48	4182	1006.43	[J.kg ⁻¹ K ⁻¹]
tepelná vodivost λ	16.27	0.6	0.0242	[W.m ⁻¹ K ⁻¹]
viskozita η		0.001	1.7894e-05	[kg.m ⁻¹ s ⁻¹]

Typy okrajových podmínek jsou následující:

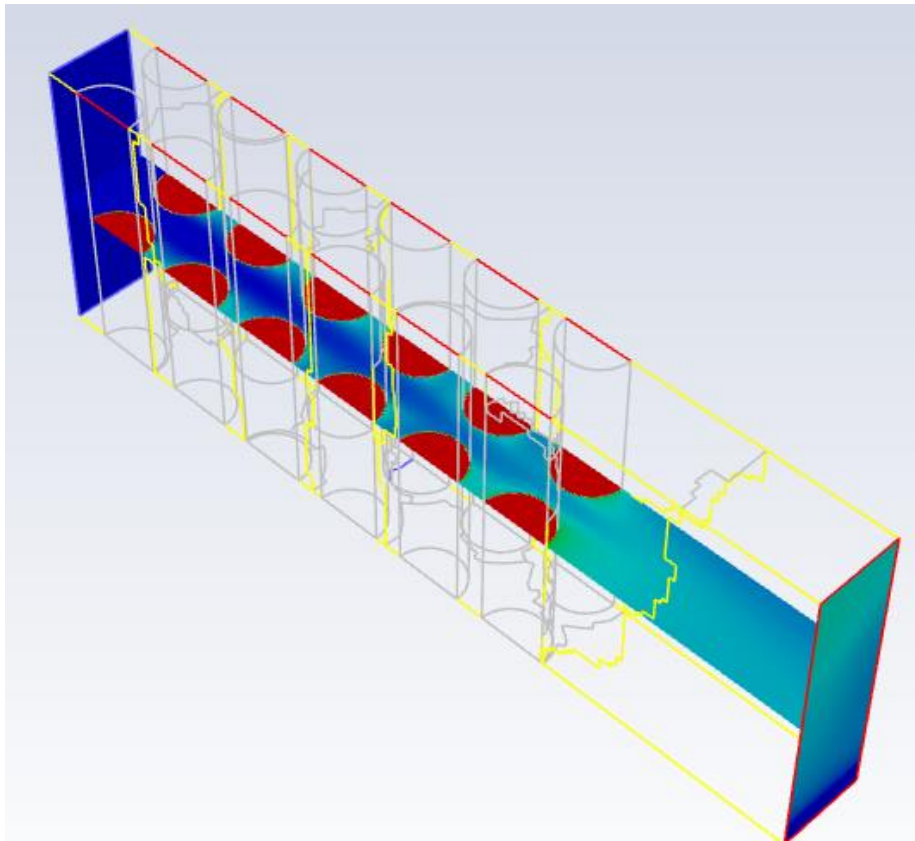
- Water inlet \Rightarrow „Velocity inlet“
- Water outlet \Rightarrow „Pressure outlet“
- Wall 1,2 \Rightarrow „Wall“
- Tubes wall \Rightarrow „Wall“
- Air inlet \Rightarrow „Velocity inlet“
- Air outlet \Rightarrow „Pressure outlet“
- Symmetry \Rightarrow „Symmetry“
- Fluid water \Rightarrow „Fluid“
- Fluid air \Rightarrow „Fluid“

Specifikace okrajových podmínek je uvedena v Tab. 4.2.

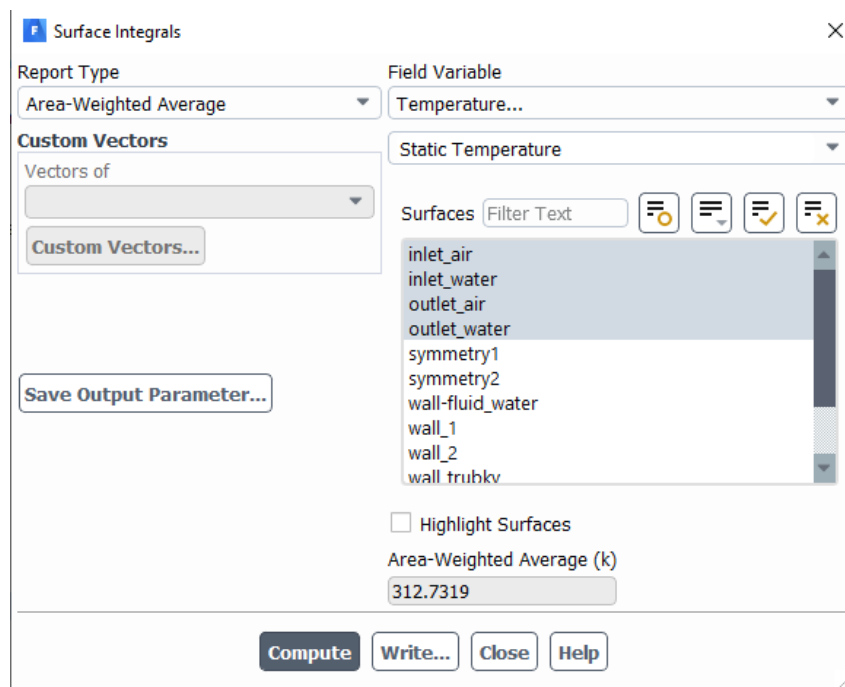
Tab. 4.2– Okrajové podmínky:

	Water inlet	Water outlet	Tubes wall	Air inlet	Air outlet	Wall 1,2	Jednotky
Teplota T	353	353	coupled	283	283	izolovaná	[K]
Rychlost v	0.2			0.5			[m.s ⁻¹]
Tlak p		0			0		[Pa]
Intenzita turbulence I	0.1	0.1		0.1	0.1		[%]
Hydraulický průměr D_h	0.024	0.024		0.0313	0.0313		[m]

Příklady výsledků:



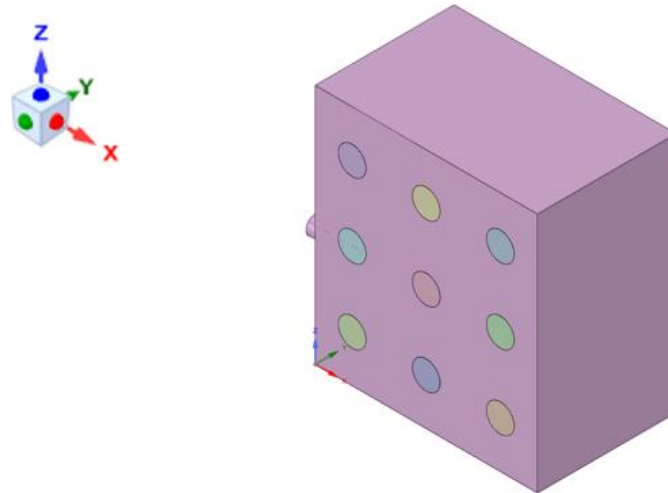
obr. 4.5 Kontury teploty ve vyhodnocovacím řezu



obr. 4.6 Průměrné hodnoty teploty na vstupu a výstupu

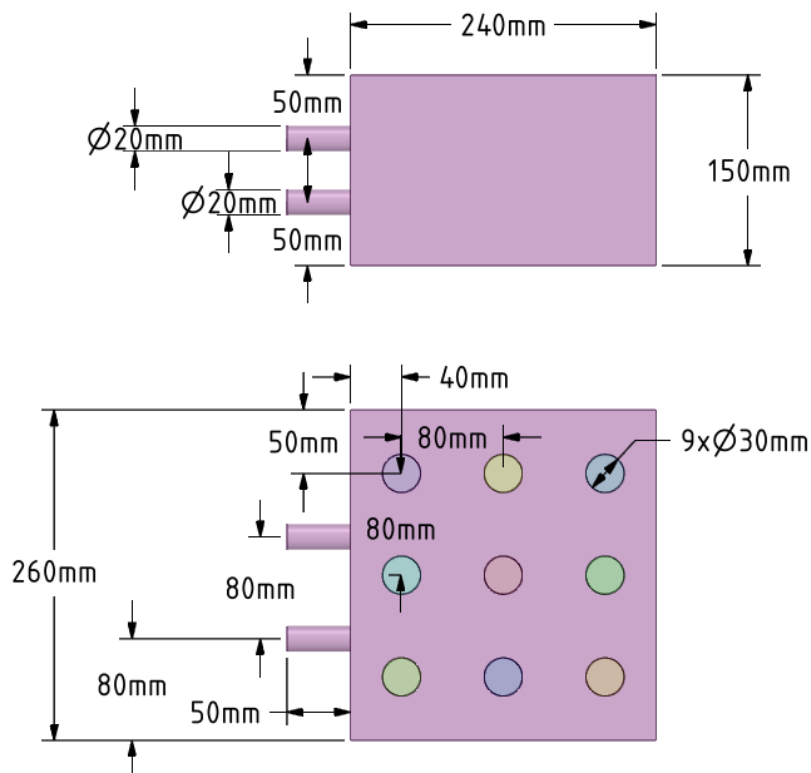
5 ŘEŠENÍ PROUDĚNÍ KRBOVÝM VÝMĚNÍKEM TEPLA S USPOŘÁDÁNÍM TRUBEK VEDLE SEBE, A (HRŮZEK ROSTISLAV) – ENERG 5

Proveďte matematickou simulaci proudění vody a vzduchu ve zjednodušené geometrii krbového výměníku tepla s přestupem tepla z horké vody do studeného vzduchu přes stěnu ocelové trubky. Definujte jednotlivé oblasti a parametry dle zadaných okrajových podmínek a výsledky zhodnoťte.



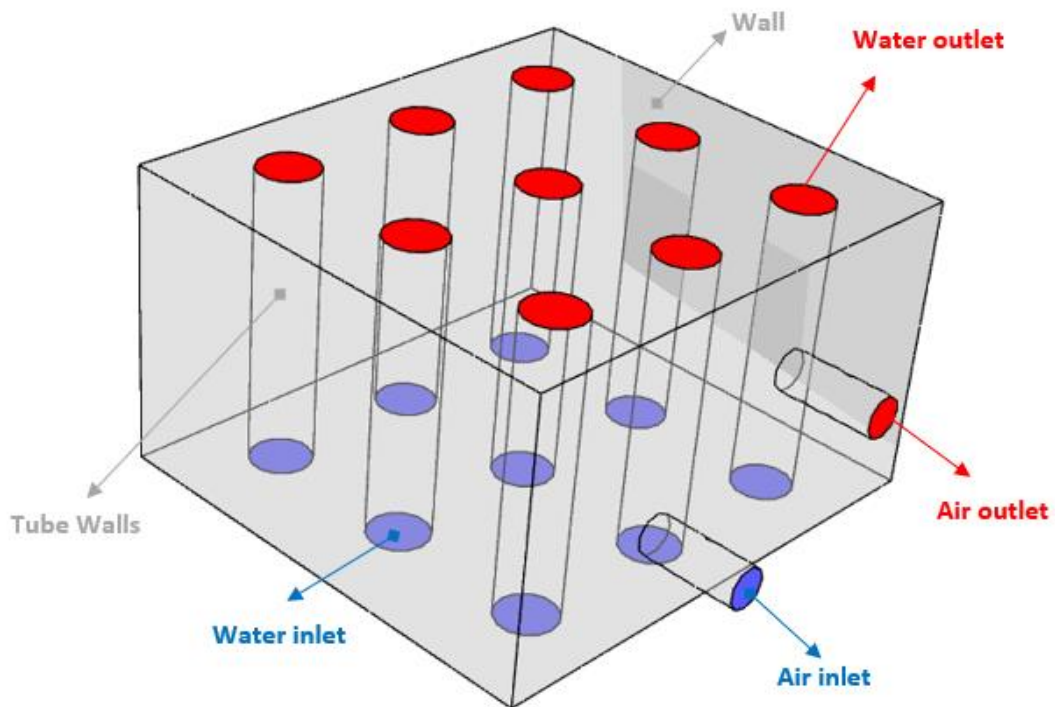
obr. 5.1 – Zjednodušená geometrii výměníku tepla

Rozměry této geometrie jsou specifikovány na následujícím obrázku.



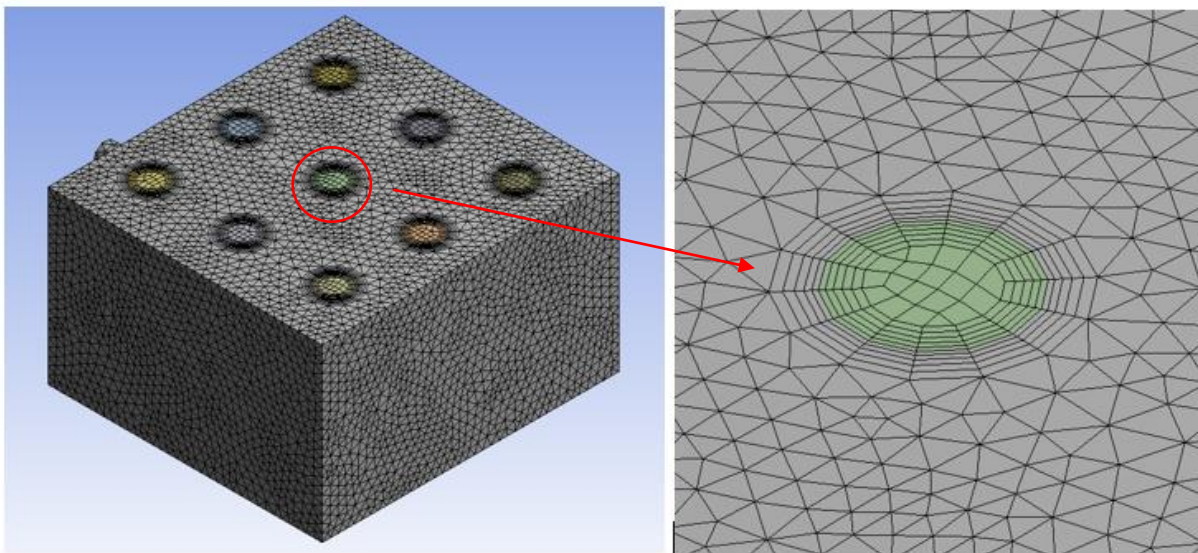
obr. 5.2 – Rozměry oblasti výměníku tepla

Okrajové podmínky dané geometrie jsou zobrazeny na obr. 5.3.



obr. 5.3– Okrajové podmínky výměníku tepla

V programu ANSYS Meshing vytvořte výpočetní síť se zhuštěním u stěn trubek a použijte Inflation a Sweep.



obr. 5.4 – Zhuštění v okolí trubek s proudící vodou

Fyzikální vlastnosti proudících médií a pevného materiálu jsou definovány Tab. 5.1.

Tab. 5.1 – Fyzikální vlastnosti materiálu (ocel, voda) při 300 K:

Materiál	Ocel	Voda	Vzduch	Jednotka
hustota ρ	8030	998	1.225	[kg.m ⁻³]
měrná tepelná kapacita c_p	502.48	4182	1006.43	[J.kg ⁻¹ K ⁻¹]
tepelná vodivost λ	16.27	0.6	0.0242	[W.m ⁻¹ K ⁻¹]
viskozita η		0.001	1.7894e-05	[kg.m ⁻¹ s ⁻¹]

Typy okrajových podmínek jsou následující:

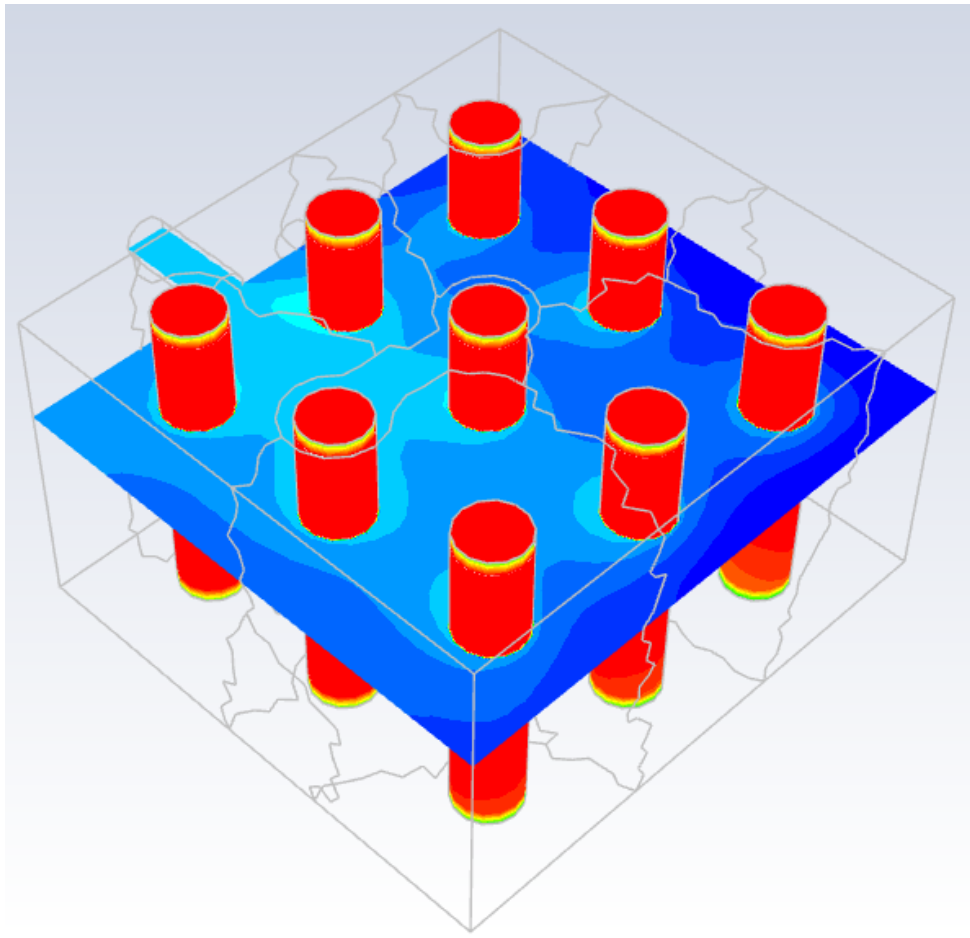
- Water inlet \Rightarrow „Velocity inlet“
- Water outlet \Rightarrow „Pressure outlet“
- Wall \Rightarrow „Wall“
- Tubes wall \Rightarrow „Wall“
- Air inlet \Rightarrow „Velocity inlet“
- Air outlet \Rightarrow „Pressure outlet“
- Water fluid \Rightarrow „Fluid“
- Air fluid \Rightarrow „Fluid“

Specifikace okrajových podmínek je uvedena v Tab. 5.2– Okrajové podmínky:Tab. 5.2.

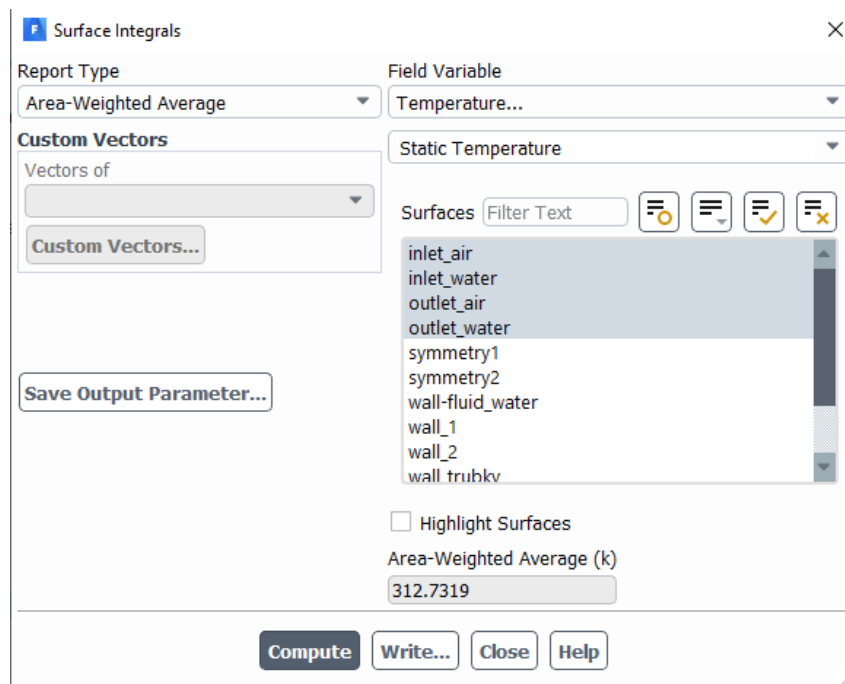
Tab. 5.2– Okrajové podmínky:

	Water inlet	Water outlet	Tubes wall	Air inlet	Air outlet	Wall	Jednotky
Teplota T	353	353	coupled	283	283	izolovaná	[K]
Rychlost v	0.2			0.5			[m.s ⁻¹]
Tlak p		0			0		[Pa]
Intenzita turbulence I	0.1	0.1		0.1	0.1		[%]
Hydraulický průměr D_h	0.03	0.03		0.02	0.02		[m]

Příklady výsledků:



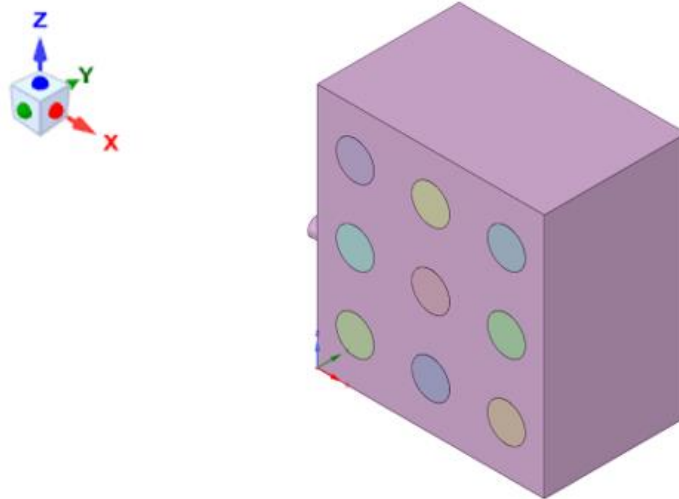
obr. 5.5 Kontury teploty na vyhodnocovacím řezu



obr. 5.6 Průměrné hodnoty teploty na vstupu a výstupu

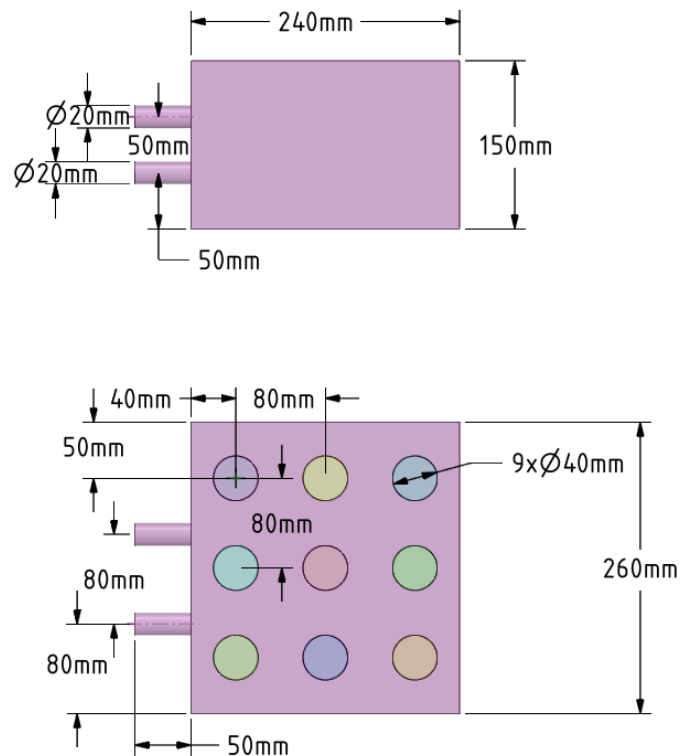
6 ŘEŠENÍ PROUDĚNÍ KRBOVÝM VÝMĚNÍKEM TEPLA S USPOŘÁDÁNÍM TRUBEK VEDLE SEBE, B (JANOŤA DAVID) – ENERĢ -6

Proveďte matematickou simulaci proudění vody a vzduchu ve zjednodušené geometrii krbového výměníku tepla s přestupem tepla z horké vody do studeného vzduchu přes stěnu ocelové trubky. Definujte jednotlivé oblasti a parametry dle zadaných okrajových podmínek a výsledky zhodnoťte.



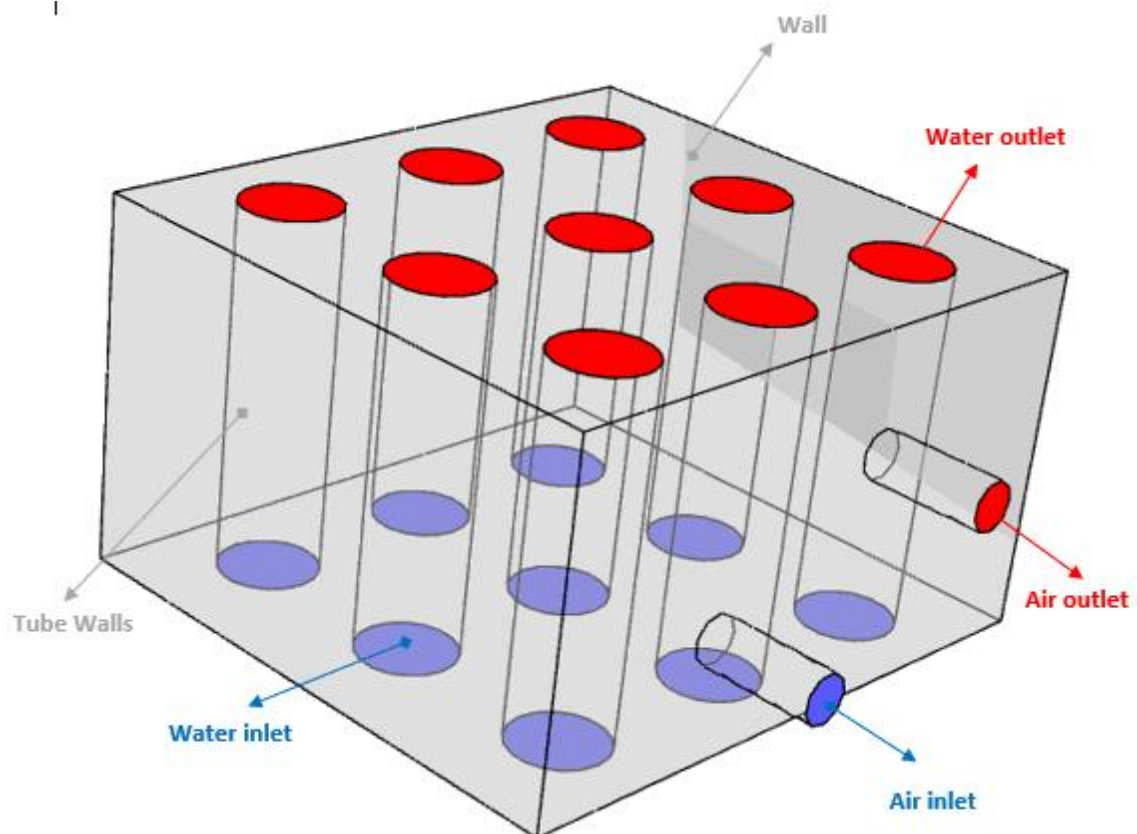
obr. 6.1 – Zjednodušená geometrii výměníku tepla

Rozměry této geometrie jsou specifikovány na následujícím obrázku.



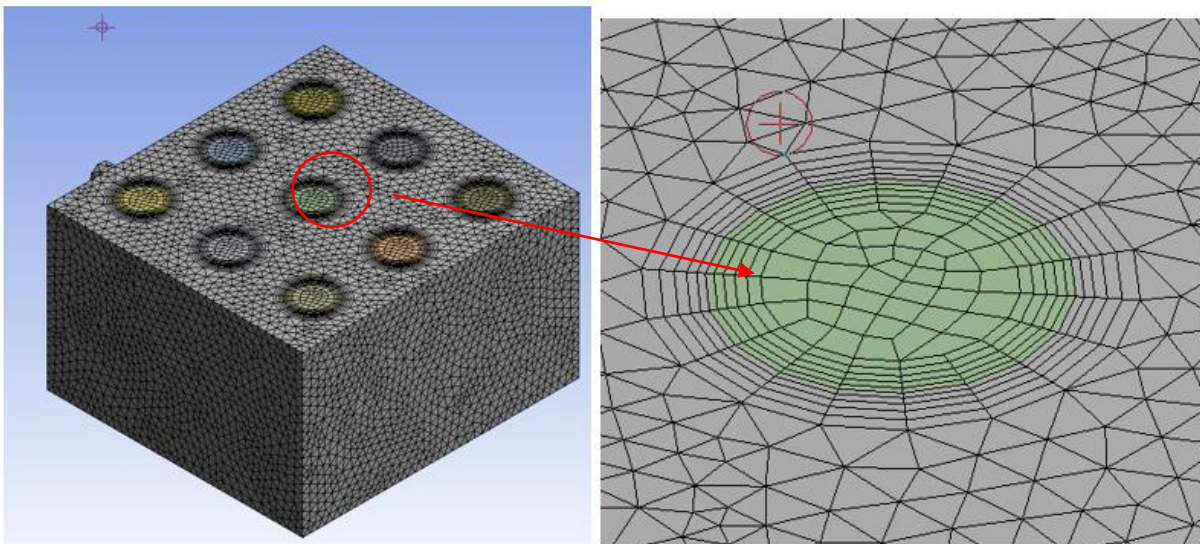
obr. 6.2 – Rozměry oblasti výměníku tepla

Okrajové podmínky dané geometrie jsou zobrazeny na obr. 6.3.



obr. 6.3– Okrajové podmínky výměníku tepla

V programu ANSYS Meshing vytvořte výpočetní síť se zhuštěním u stěn trubek a použijte Inflation a Sweep.



obr. 6.4 – Zhuštění v okolí trubek s proudící vodou

Fyzikální vlastnosti proudících médií a pevného materiálu jsou definovány Tab. 6.1.

Tab. 6.1 – Fyzikální vlastnosti materiálu (ocel, vzduch) při 300 K:

Materiál	Ocel	Voda	Vzduch	Jednotka
hustota ρ	8030	998	1.225	[kg.m ⁻³]
měrná tepelná kapacita c_p	502.48	4182	1006.43	[J.kg ⁻¹ K ⁻¹]
tepelná vodivost λ	16.27	0.6	0.0242	[W.m ⁻¹ K ⁻¹]
viskozita η		0.001	1.7894e-05	[kg.m ⁻¹ s ⁻¹]

Typy okrajových podmínek jsou následující:

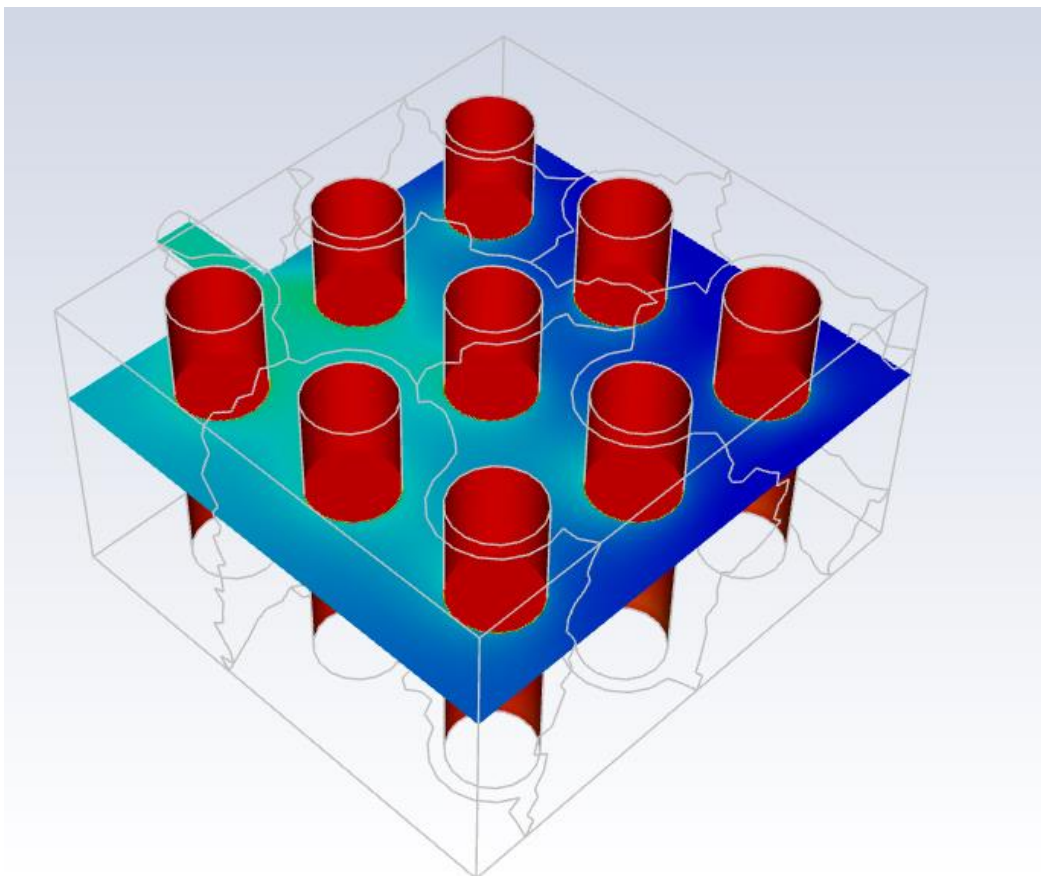
- Water inlet \Rightarrow „Velocity inlet“
- Water outlet \Rightarrow „Pressure outlet“
- Wall \Rightarrow „Wall“
- Tubes wall \Rightarrow „Wall“
- Flue gas inlet \Rightarrow „Velocity inlet“
- Flue gas outlet \Rightarrow „Pressure outlet“
- Water fluid \Rightarrow „Fluid“
- Air fluid \Rightarrow „Fluid“

Specifikace okrajových podmínek je uvedena v Tab. 6.2.

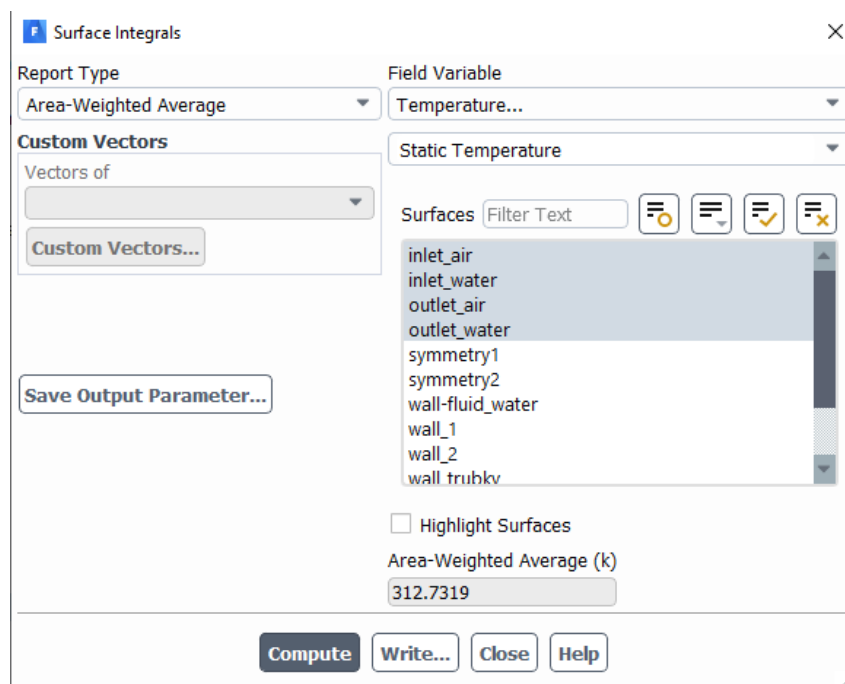
Tab. 6.2– Okrajové podmínky:

	Water inlet	Water outlet	Tubes wall	Air inlet	Air outlet	Wall	Jednotky
Teplota T	353	353	coupled	283	283	izolovaná	[K]
Rychlost v	0.2			0.5			[m.s ⁻¹]
Tlak p		0			0		[Pa]
Intenzita turbulence I	0.1	0.1		0.1	0.1		[%]
Hydraulický průměr D_h	0.04	0.04		0.02	0.02		[m]

Příklady výsledků:



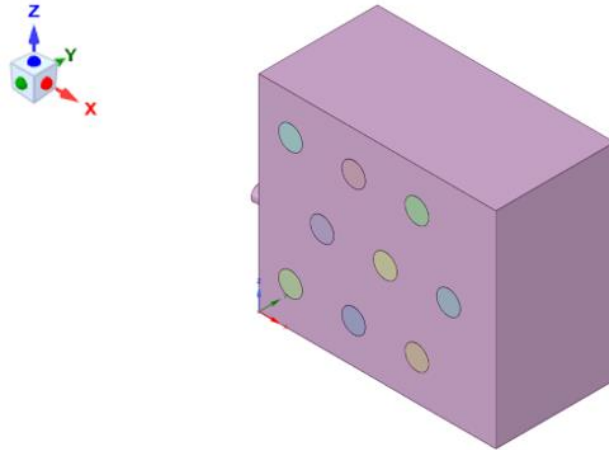
obr. 6.5 Kontury teploty na vyhodnocovacím řezu



obr. 6.6 Průměrné hodnoty teploty na vstupu a výstupu

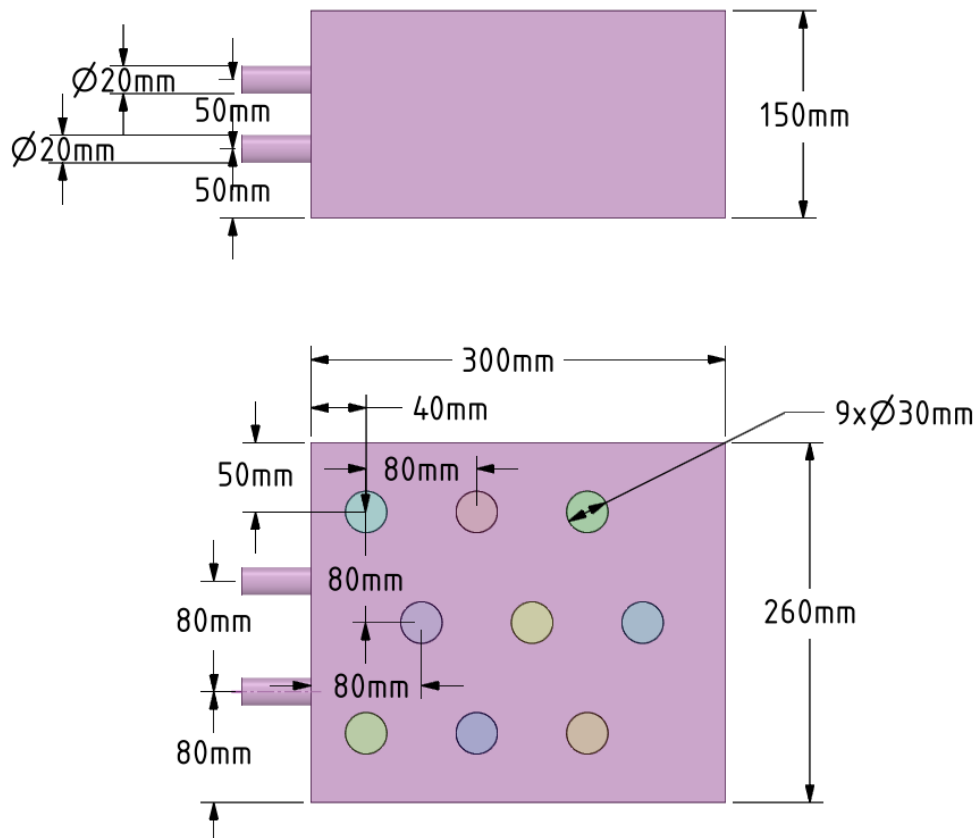
7 ŘEŠENÍ PROUDĚNÍ KRBOVÝM VÝMĚNÍKEM TEPLA S USPOŘÁDÁNÍM TRUBEK DO KŘÍŽE, A (KASZOVÁ TEREZA) – ENERG - 7

Proveďte matematickou simulaci proudění vody a vzduchu ve zjednodušené geometrii krbového výměníku tepla s přestupem tepla z horké vody do studeného vzduchu přes stěnu ocelové trubky. Definujte jednotlivé oblasti a parametry dle zadaných okrajových podmínek a výsledky zhodnoťte.



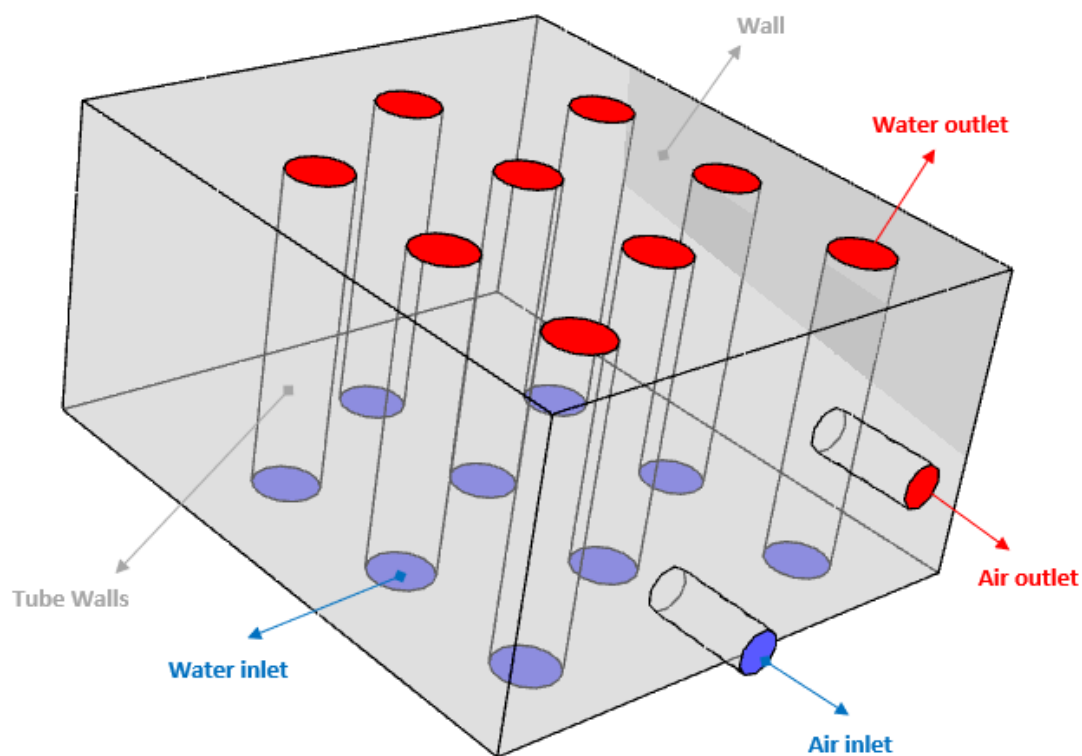
obr. 7.1 – Zjednodušená geometrii výměníku tepla

Rozměry této geometrie jsou specifikovány na následujícím obrázku.



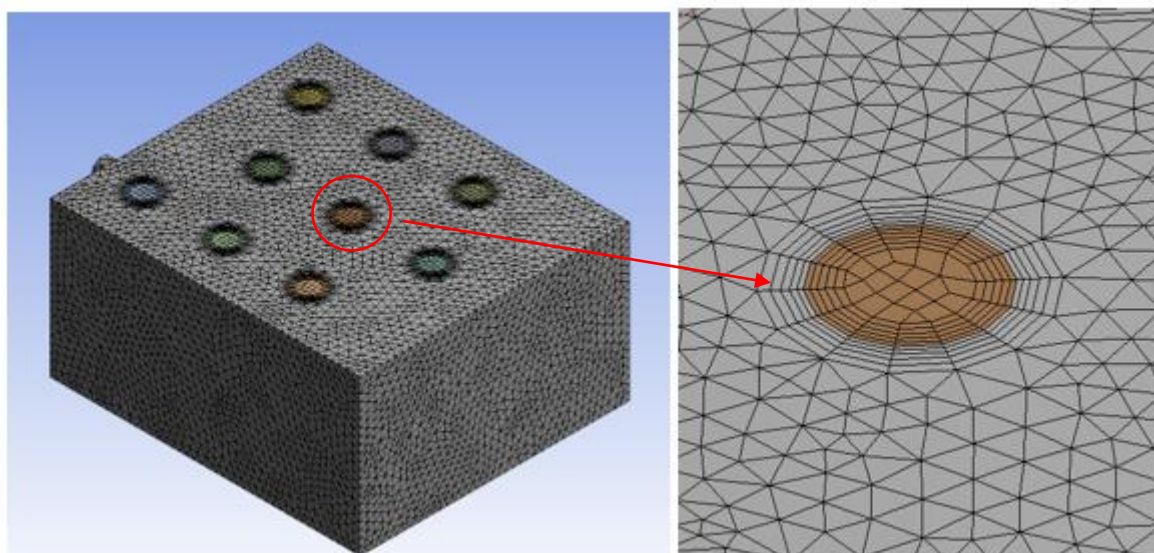
obr. 7.2 – Rozměry oblasti výměníku tepla

Okrajové podmínky dané geometrie jsou zobrazeny na obr. 7.3– Okrajové podmínky výměníku teplaobr. 7.3.



obr. 7.3– Okrajové podmínky výměníku tepla

V programu ANSYS Meshing vytvořte výpočetní síť se zhuštěním u stěn trubek a použijte Inflation a Sweep.



obr. 7.4 – Zhuštění v okolí trubek s proudící vodou

Fyzikální vlastnosti proudících médií a pevného materiálu jsou definovány Tab. 7.1.

Tab. 7.1 – Fyzikální vlastnosti materiálu (ocel, voda) při 300 K:

Materiál	Ocel	Voda	Vzduch	Jednotka
hustota ρ	8030	998	1.225	[kg.m ⁻³]
měrná tepelná kapacita c_p	502.48	4182	1006.43	[J.kg ⁻¹ K ⁻¹]
tepelná vodivost λ	16.27	0.6	0.0242	[W.m ⁻¹ K ⁻¹]
viskozita η		0.001	1.7894e-05	[kg.m ⁻¹ s ⁻¹]

Typy okrajových podmínek jsou následující:

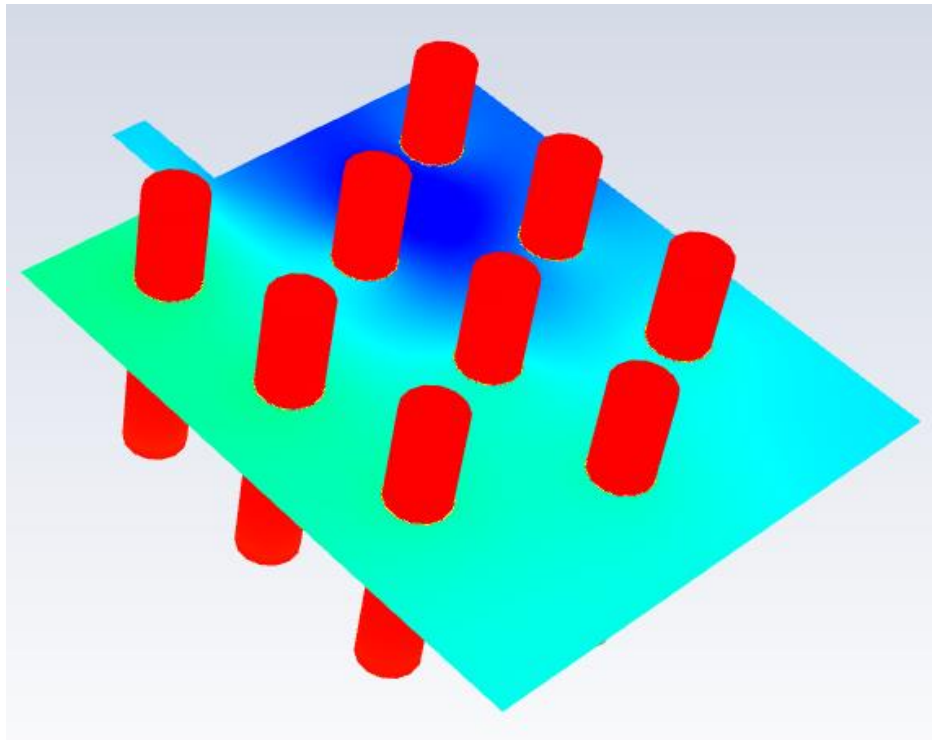
- Water inlet \Rightarrow „Velocity inlet“
- Water outlet \Rightarrow „Pressure outlet“
- Wall \Rightarrow „Wall“
- Tubes wall \Rightarrow „Wall“
- Flue gas inlet \Rightarrow „Velocity inlet“
- Flue gas outlet \Rightarrow „Pressure outlet“
- Water fluid \Rightarrow „Fluid“
- Air fluid \Rightarrow „Fluid“

Specifikace okrajových podmínek je uvedena v Tab. 7.2.

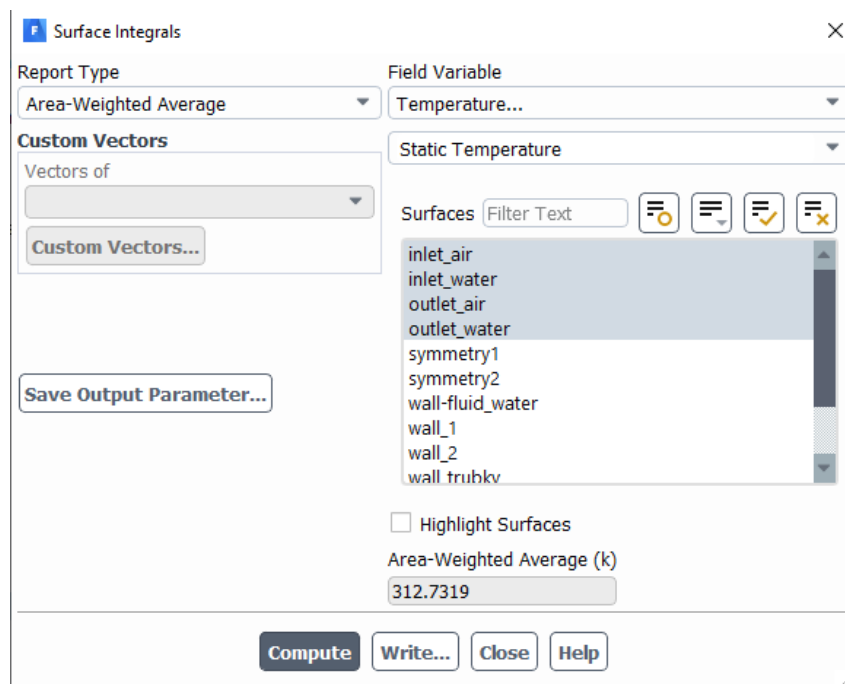
Tab. 7.2– Okrajové podmínky:

	Water inlet	Water outlet	Tubes wall	Flue gas inlet	Flue gas outlet	Wall	Jednotky
Teplota T	353	353	coupled	283	283	izolovaná	[K]
Rychlost v	0.2			0.1			[m.s ⁻¹]
Tlak p		0			0		[Pa]
Intenzita turbulence I	0.1	0.1		0.1	0.1		[%]
Hydraulický průměr D_h	0.03	0.03		0.02	0.02		[m]

Příklady výsledků:



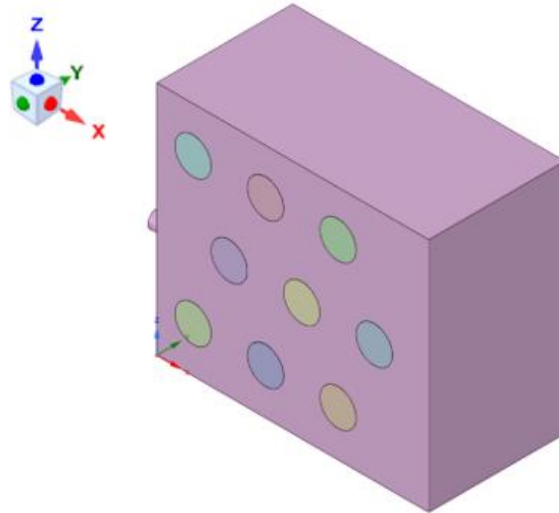
obr. 7.5 Kontury teploty na vyhodnocovacím řezu



obr. 7.6 Průměrné hodnoty teploty na vstupu a výstupu

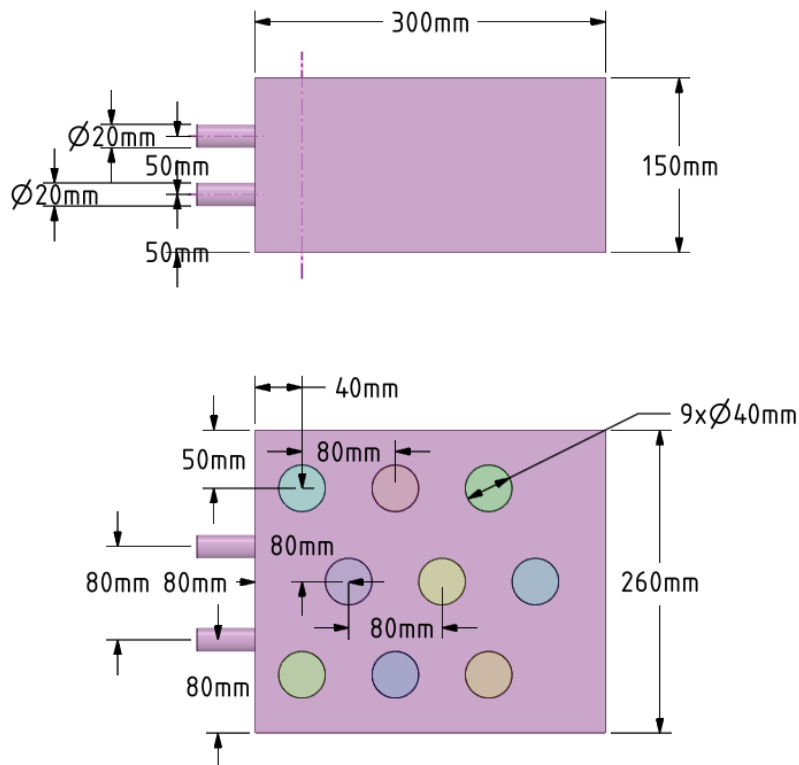
8 ŘEŠENÍ PROUDĚNÍ KRBOVÝM VÝMĚNÍKEM TEPLA S USPOŘÁDÁNÍM TRUBEK DO KŘÍŽE, B (KUDĚLA MARTIN) – ENERG 8

Proveďte matematickou simulaci proudění vody a vzduchu ve zjednodušené geometrii krbového výměníku tepla s přestupem tepla z horké vody do studeného vzduchu přes stěnu ocelové trubky. Definujte jednotlivé oblasti a parametry dle zadaných okrajových podmínek a výsledky zhodnoťte.



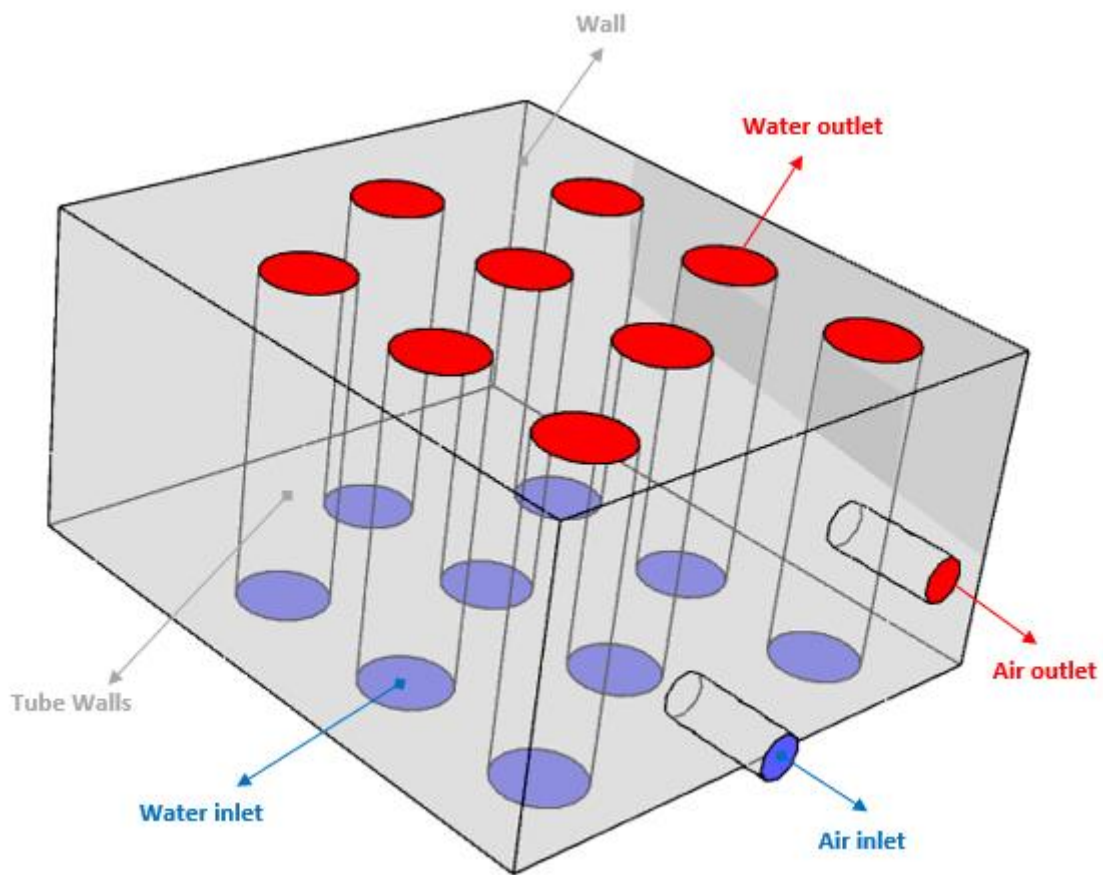
obr. 8.1 – Zjednodušená geometrii výměníku tepla

Rozměry této geometrie jsou specifikovány na následujícím obrázku.



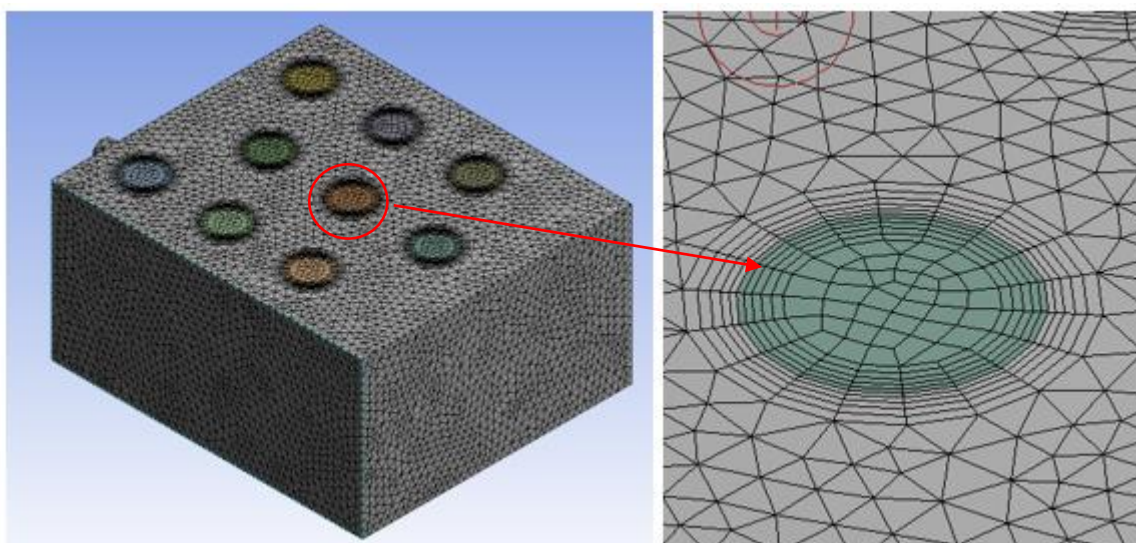
obr. 8.2 – Rozměry oblasti výměníku tepla

Okrajové podmínky dané geometrie jsou zobrazeny obr. 8.3.



obr. 8.3– Okrajové podmínky výměníku tepla

V programu ANSYS Meshing vytvořte výpočetní síť se zhuštěním u stěn trubek a použijte Inflation a Sweep.



obr. 8.4 – Zhuštění v okolí trubek s proudící vodou

Fyzikální vlastnosti proudících médií a pevného materiálu jsou definovány Tab. 8.1.

Tab. 8.1 – Fyzikální vlastnosti materiálu (ocel, voda) při 300 K:

Materiál	Ocel	Voda	Vzduch	Jednotka
hustota ρ	8030	998	1.225	[kg.m ⁻³]
měrná tepelná kapacita c_p	502.48	4182	1006.43	[J.kg ⁻¹ K ⁻¹]
tepelná vodivost λ	16.27	0.6	0.0242	[W.m ⁻¹ K ⁻¹]
viskozita η		0.001	1.7894e-05	[kg.m ⁻¹ s ⁻¹]

Typy okrajových podmínek jsou následující:

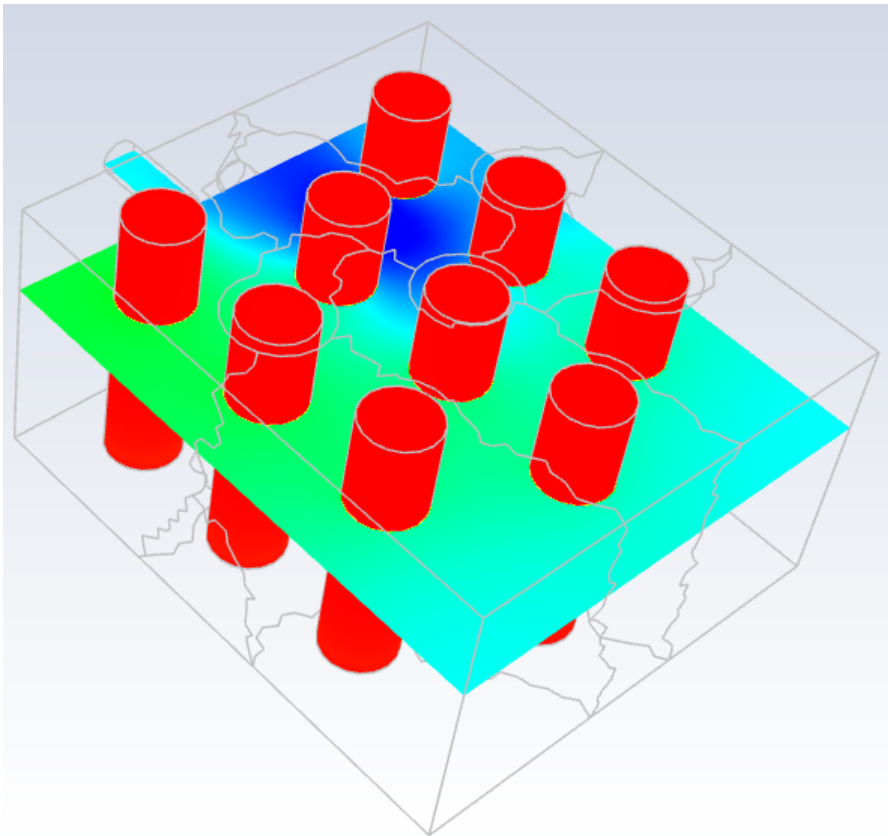
- Water inlet \Rightarrow „Velocity inlet“
- Water outlet \Rightarrow „Pressure outlet“
- Wall \Rightarrow „Wall“
- Tubes wall \Rightarrow „Wall“
- Flue gas inlet \Rightarrow „Velocity inlet“
- Flue gas outlet \Rightarrow „Pressure outlet“
- Water fluid \Rightarrow „Fluid“
- Air fluid \Rightarrow „Fluid“

Specifikace okrajových podmínek je uvedena v Tab. 8.2.

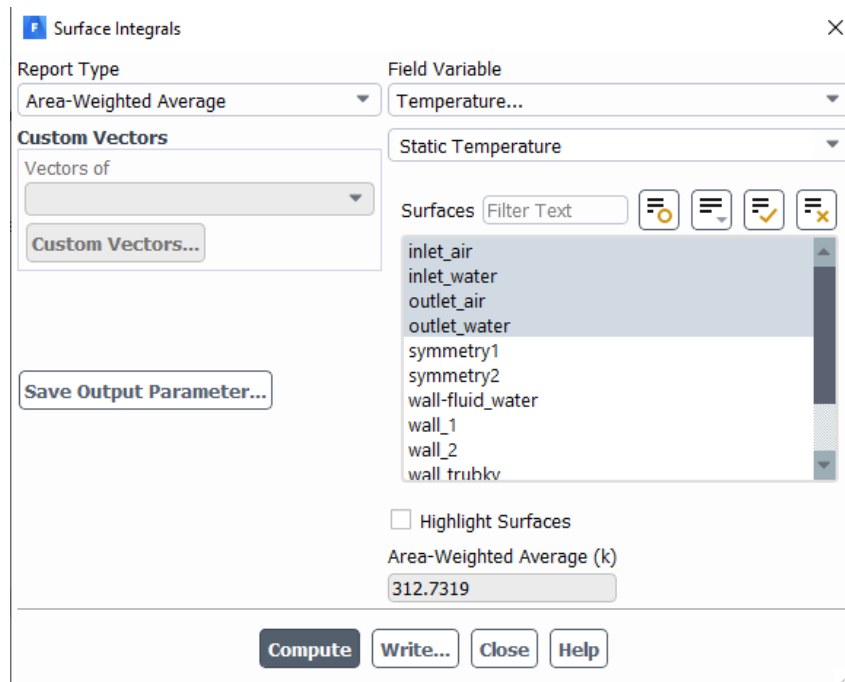
Tab. 8.2– Okrajové podmínky:

	Water inlet	Water outlet	Tubes wall	Air inlet	Air outlet	Wall	Jednotky
Teplota T	353	353	coupled	283	283	izolovaná	[K]
Rychlost v	0.2			0.5			[m.s ⁻¹]
Tlak p		0			0		[Pa]
Intenzita turbulence I	0.1	0.1		0.1	0.1		[%]
Hydraulický průměr D_h	0.04	0.04		0.02	0.02		[m]

Příklady výsledků:



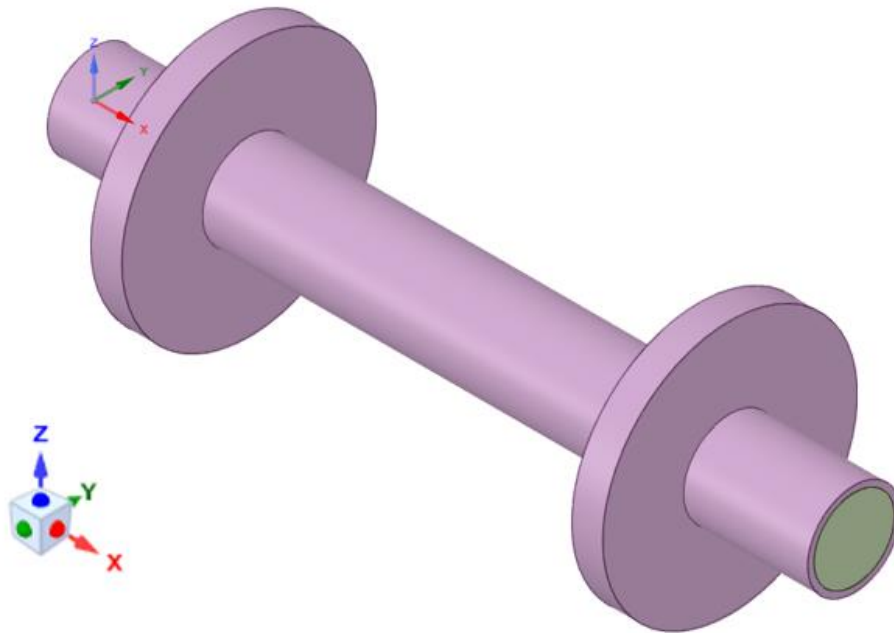
obr. 8.5 Kontury teploty na vyhodnocovacím řezu



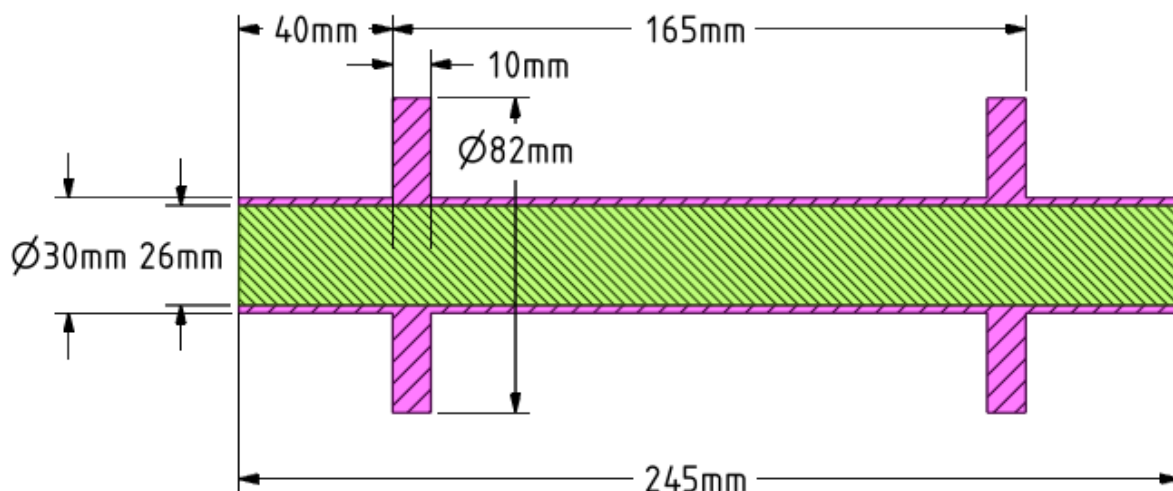
obr. 8.6 Průměrné hodnoty teploty na vstupu a výstupu

9 ŘEŠENÍ PŘESTUPU TEPLA V ERG CHLADIČI, A (LUKEŠ ROMAN) – ENERG - 9

Proveďte matematickou simulaci proudění vzduchu s přestupem tepla v EGR chladiči, který je v poloze „By-Pass“. Tvar a rozměry EGR chladiče jsou patrné z obr. 9.1 **Chyba! Nenalezen zdroj odkazů.** Definujte jednotlivé oblasti a parametry dle zadaných okrajových podmínek a výsledky zhodnoťte.



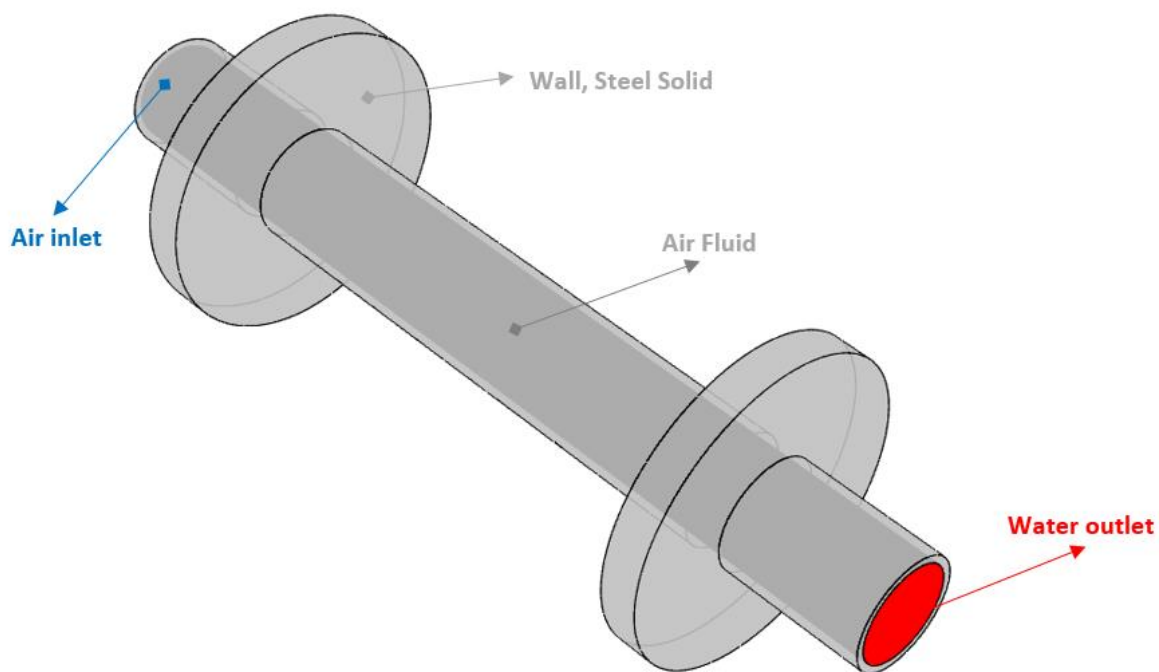
obr. 9.1 Provedení ERG chladiče



obr. 9.2 Rozměry ERG chladiče

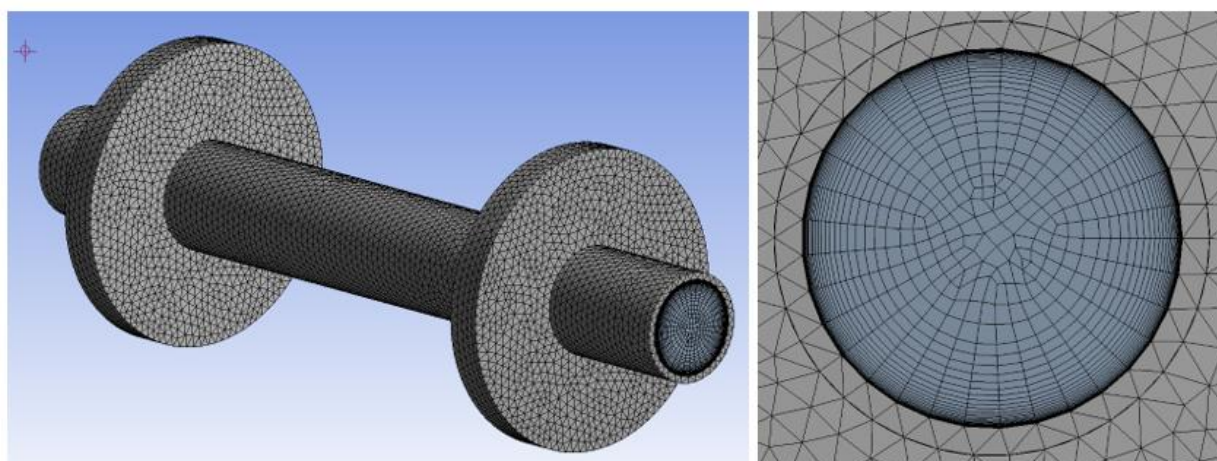
Pozn.: Definujte v celé oblasti operační tlak (operating condition) - 180000 Pa

Okrajové podmínky pojmenujte dle obr. 9.3.



obr. 9.3 Okrajové podmínky ERG chladiče

V programu ANSYS Meshing vytvořte výpočetní síť s mezní vrstvou v oblasti stěny, viz obr. 9.4.



obr. 9.4 Mezní vrstva v okolí stěny

Fyzikální vlastnosti proudících médií a pevného materiálu jsou definovány v *Tab. 9.1*.

Tab. 9.1 – Fyzikální vlastnosti materiálu (ocel, vzduch) při 300 K:

Materiál	Ocel	Vzduch	Jednotky
hustota ρ	8030	1.225	[kg.m ⁻³]
měrná tepelná kapacita c_p	502.48	1006.43	[J.kg ⁻¹ K ⁻¹]
tepelná vodivost λ	16.27	0.0242	[W.m ⁻¹ K ⁻¹]
viskozita η		1.7894e-05	[kg.m ⁻¹ s ⁻¹]

Typy okrajových podmínek jsou následující:

- Air inlet ⇒ „velocity inlet“
- Air outlet ⇒ „pressure outlet“
- Wall ⇒ „Wall“
- Interface Wall ⇒ „Wall“
- Interior – air ⇒ „Fluid“
- Interior – steel ⇒ „Solid“

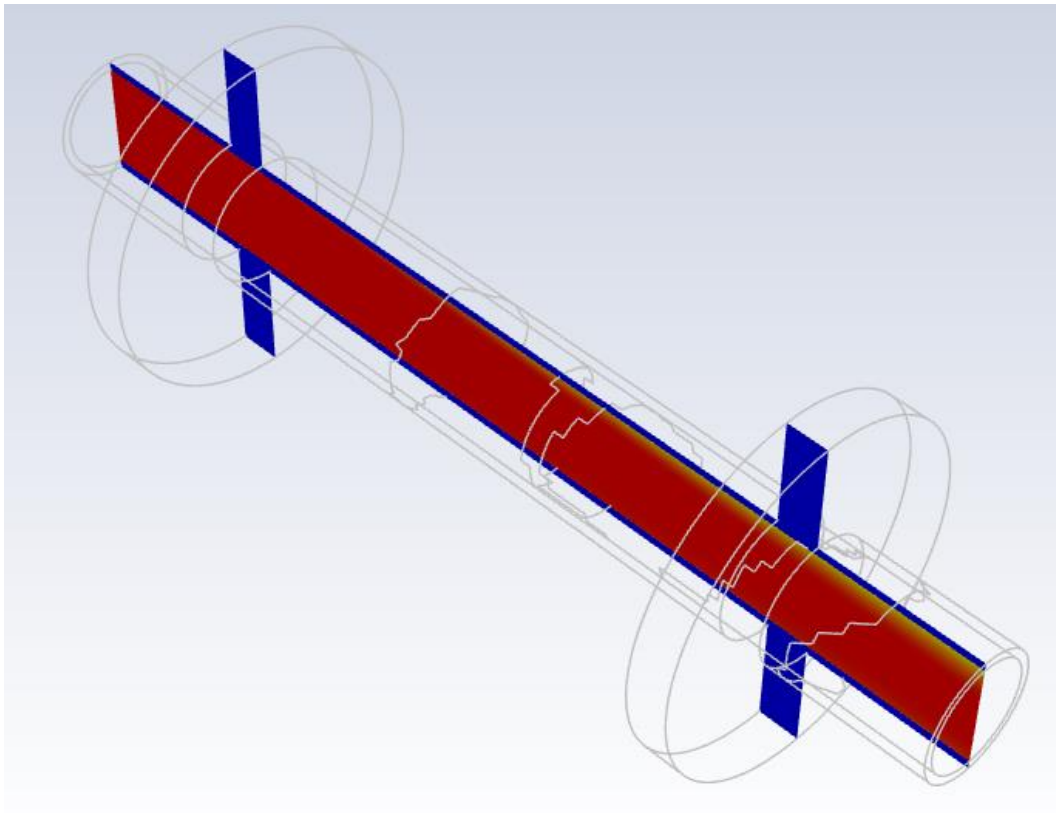
Specifikace okrajových podmínek je uvedena v

Tab. 9.2.

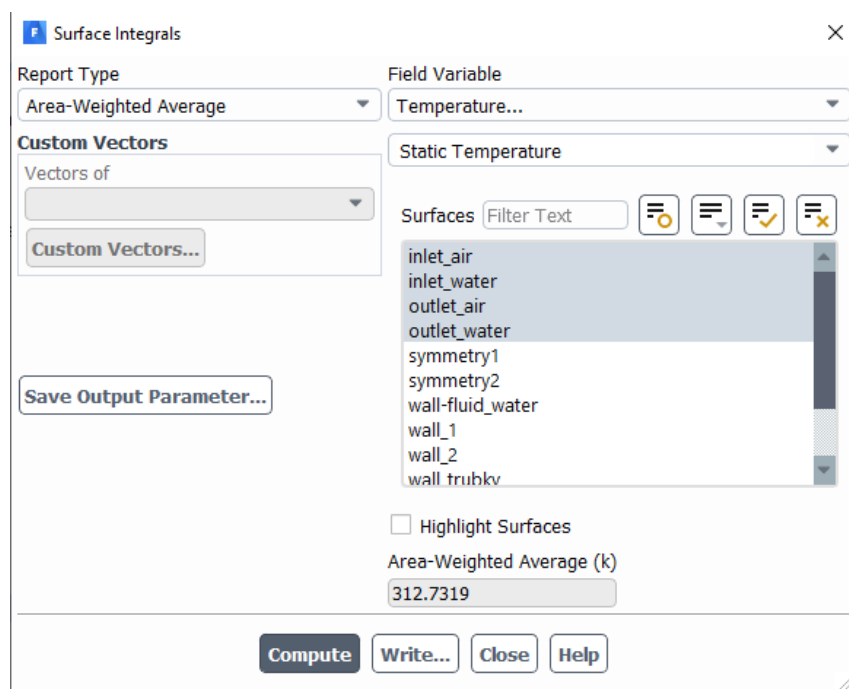
Tab. 9.2 – Okrajové podmínky:

	Air inlet	Air outlet	Wall	Jednotky
teplota T	693.15	693.15	373.15	[K]
rychlost v	2			[m.s ⁻¹]
tlak p		180000		[Pa]
Intenzita turbulence I	0.1	0.1		[%]
Hydraulický průměr D_h	0.026	0.026		[m]

Příklad řešení



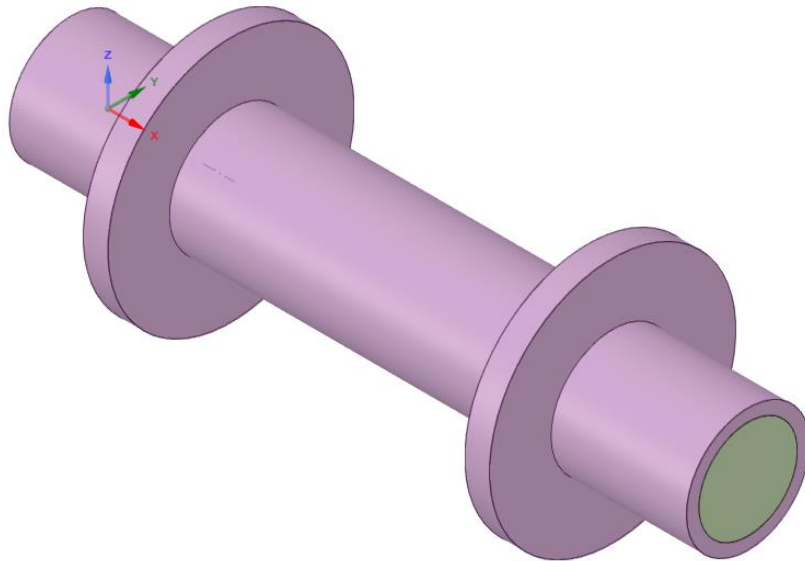
obr. 9.5 Kontury teploty na vyhodnocovacím řezu



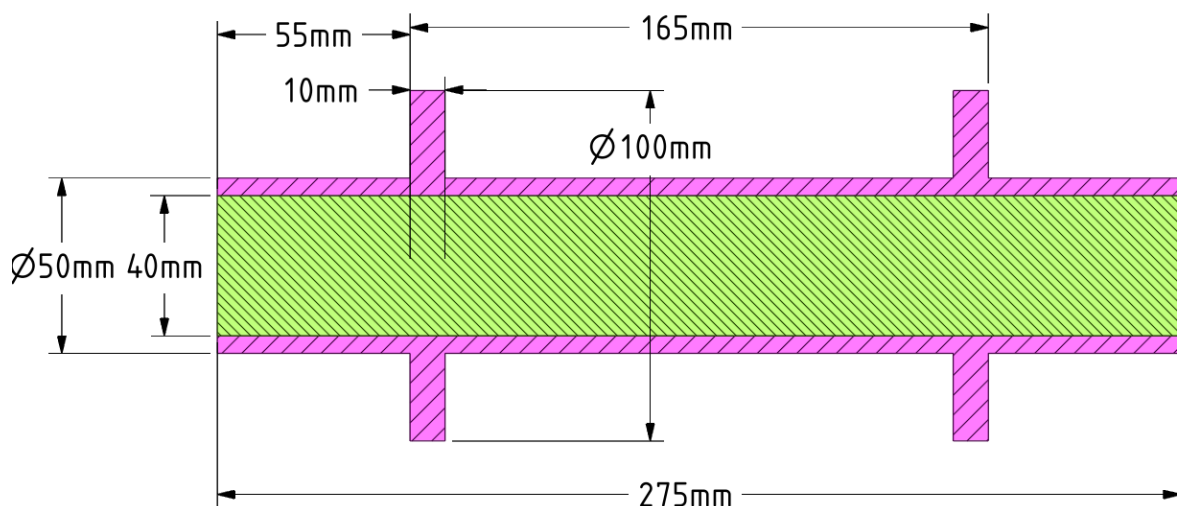
obr. 9.6 Průměrné hodnoty teploty na vstupu a výstupu

10 ŘEŠENÍ PŘESTUPU TEPLA V ERG CHLADIČI, B (NOVÁK LUKÁŠ) – ENERG -10

Proveďte matematickou simulaci proudění vzduchu s přestupem tepla v EGR chladiči, který je v poloze „By-Pass“ pro různé varianty vstupní rychlosti. Tvar a rozměry EGR chladiče jsou patrné z Obr. 10.2. Definujte jednotlivé oblasti a parametry dle zadaných okrajových podmínek a výsledky zhodnoťte.



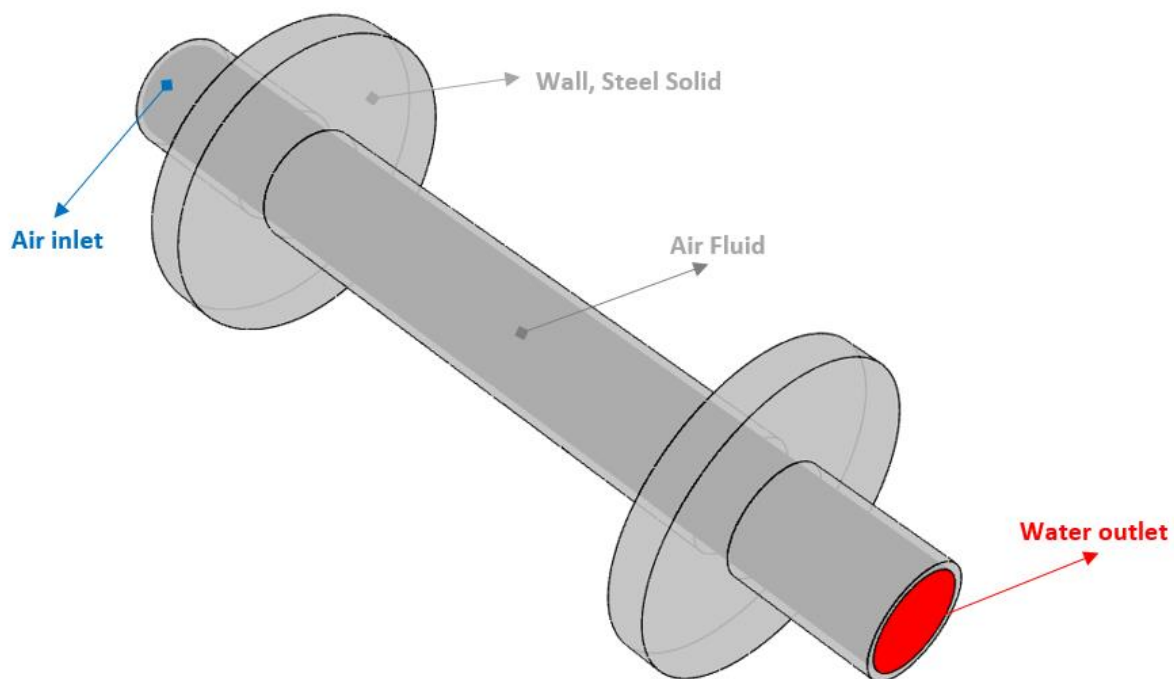
obr. 10.1 Provedení ERG chladiče



obr. 10.2 Rozměry ERG chladiče

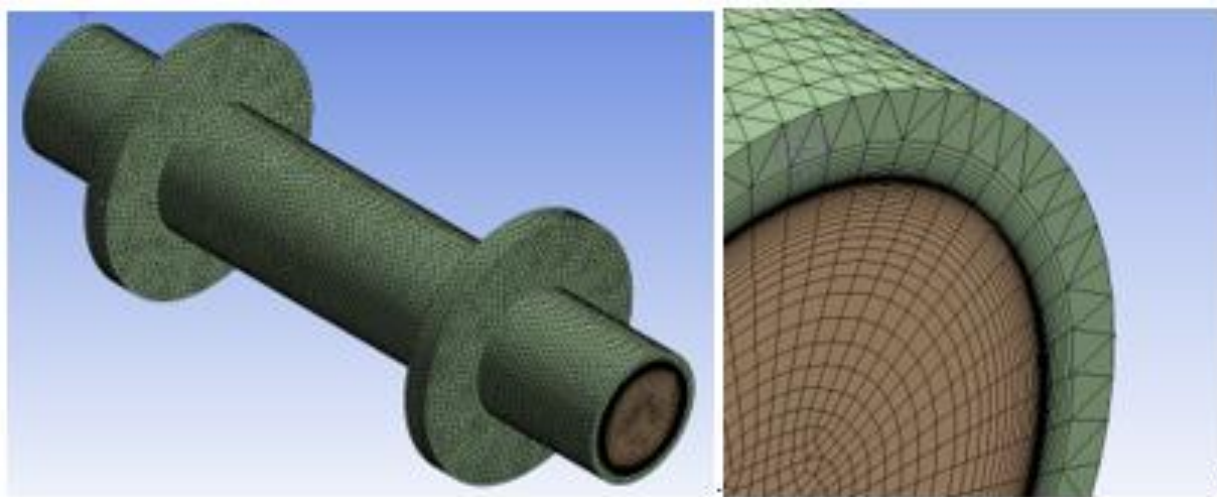
Pozn.: Definujte v celé oblasti operační tlak (operating condition) - 180000 Pa

Okrajové podmínky pojmenujte dle Obr. 10.3



obr. 10.3 Okrajové podmínky ERG chladiče

V programu ANSYS Meshing vytvořte výpočetní síť s mezní vrstvou v oblasti stěny, viz Obr. 10.4.



obr. 10.4 Mezní vrstva v okolí stěny

Fyzikální vlastnosti proudících médií a pevného materiálu jsou definovány v Tab. 10.1

Tab. 10.1 – Fyzikální vlastnosti materiálu (ocel, vzduch) při 300 K:

Materiál	Ocel	Vzduch	Jednotky
hustota ρ	8030	1.225	[kg.m ⁻³]
měrná tepelná kapacita c_p	502.48	1006.43	[J.kg ⁻¹ K ⁻¹]
tepelná vodivost λ	16.27	0.0242	[W.m ⁻¹ K ⁻¹]
viskozita η		1.7894e-05	[kg.m ⁻¹ s ⁻¹]

Typy okrajových podmínek jsou následující:

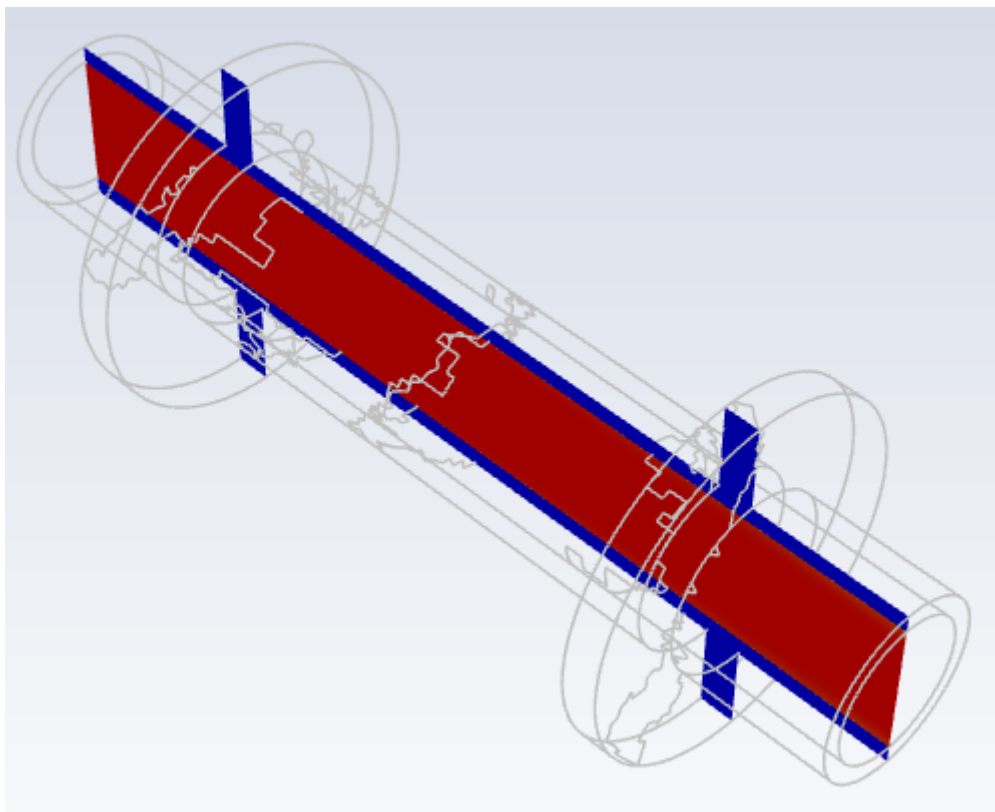
- Air inlet ⇒ „velocity inlet“
- Air outlet ⇒ „pressure outlet“
- Wall ⇒ „Wall“
- Interface Wall ⇒ „Wall“
- Interior – air ⇒ „Fluid“
- Interior – steel ⇒ „Solid“

Specifikace okrajových podmínek je uvedena v Tab. 10.2.

Tab. 10.2 – Okrajové podmínky:

	Air inlet	Air outlet	Wall	Jednotky
teplota T	693.15	693.15	373.15	[K]
rychlost v	0.1			[m.s ⁻¹]
tlak p		180000		[Pa]
Intenzita turbulence I	0.1	0.1		[%]
Hydraulický průměr D_h	0.04	0.04		[m]

Příklad řešení



obr. 10.5 Kontury teploty na vyhodnocovacím řezu

A screenshot of a software interface window titled "Surface Integrals". The window has a close button (X) in the top right corner. It contains several sections:

- Report Type:** A dropdown menu set to "Area-Weighted Average".
- Field Variable:** A dropdown menu set to "Temperature...".
- Static Temperature:** A dropdown menu set to "Static Temperature".
- Custom Vectors:** A section with a "Vectors of" dropdown menu and a "Custom Vectors..." button.
- Surfaces:** A list of surfaces with a "Filter Text" input field and icons for selection, deselection, and deletion. The list includes: inlet_air, inlet_water, outlet_air, outlet_water, symmetry1, symmetry2, wall-fluid_water, wall_1, wall_2, and wall trubkv.
- Highlight Surfaces:** A checkbox that is currently unchecked.
- Area-Weighted Average (k):** A text box displaying the value "312.7319".
- Buttons:** "Compute", "Write...", "Close", and "Help" buttons are located at the bottom of the window.

obr. 10.6 Průměrné hodnoty teploty na vstupu a výstupu