



VŠB – Technická Univerzita Ostrava

Fakulta Strojní

Seznam příkladů k samostatnému řešení

**Modelování přenosu tepla, hmoty a hybnosti, ENERGETIKA, HYDRAULIKA A
PNEUMATIKA**

Marcalík Patrik, Kozubková, Milada, Bojko Marian
Ostrava 2020

Obsah

OBSAH SEMINÁRNÍ PRÁCE.....	3
1 ŘEŠENÍ PROUDĚNÍ VÝMĚNÍKEM TEPLA S USPOŘÁDÁNÍM TRUBEK DO KŘÍŽE, A (BYSTROŇ MAREK) – ENERG-1	4
2 ŘEŠENÍ PROUDĚNÍ VÝMĚNÍKEM TEPLA S USPOŘÁDÁNÍM TRUBEK DO KŘÍŽE, B (GEBAUER ONDŘEJ) – ENERG-2.....	8
3 ŘEŠENÍ PROUDĚNÍ VÝMĚNÍKEM TEPLA S USPOŘÁDÁNÍM TRUBEK VEDLE SEBE, A (GRABOVSKÁ ŠÁRKA) – ENERG-3.....	12
4 ŘEŠENÍ PROUDĚNÍ VÝMĚNÍKEM TEPLA S USPOŘÁDÁNÍM TRUBEK VEDLE SEBE, B (HLAVENKOVÁ JANA) – ENERG 4	16
5 ŘEŠENÍ PROUDĚNÍ KRBOVÝM VÝMĚNÍKEM TEPLA S USPOŘÁDÁNÍM TRUBEK VEDLE SEBE, A (JANUSZ ADAM) – ENERG 5	20
6 ŘEŠENÍ PROUDĚNÍ KRBOVÝM VÝMĚNÍKEM TEPLA S USPOŘÁDÁNÍM TRUBEK VEDLE SEBE, B (MĚCHURA ZDENĚK) – ENERG -6	24
7 ŘEŠENÍ PROUDĚNÍ KRBOVÝM VÝMĚNÍKEM TEPLA S USPOŘÁDÁNÍM TRUBEK DO KŘÍŽE, A (NOVÁK LIBOR) – ENERG - 7.....	28
8 ŘEŠENÍ PROUDĚNÍ KRBOVÝM VÝMĚNÍKEM TEPLA S USPOŘÁDÁNÍM TRUBEK DO KŘÍŽE, B (NOVÁK PAVEL) – ENERG 8.....	32
9 ŘEŠENÍ PROUDĚNÍ HYDRAULICKÝM OBVODEM S DVĚMA KOLENY I (LIČKA MIROSLAV) – HYD1	36
10 ŘEŠENÍ PROUDĚNÍ HYDRAULICKÝM OBVODEM S DVĚMA KOLENY II (MASNICA MICHAL) – HYD2	41
11 ŘEŠENÍ PROUDĚNÍ HYDRAULICKÝM OBVODEM S T KUSEM A KOLENEM I (NOVÁK JAKUB) – HYD3	46
12 ŘEŠENÍ PROUDĚNÍ HYDRAULICKÝM OBVODEM S T KUSEM A KOLENEM II (PRUCEK DANIEL) – HYD4.....	51
13 ŘEŠENÍ PROUDĚNÍ HYDRAULICKÝM OBVODEM S 2 VÝSTUPY (VÍTEK TOMÁŠ) – HYD5	56

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.

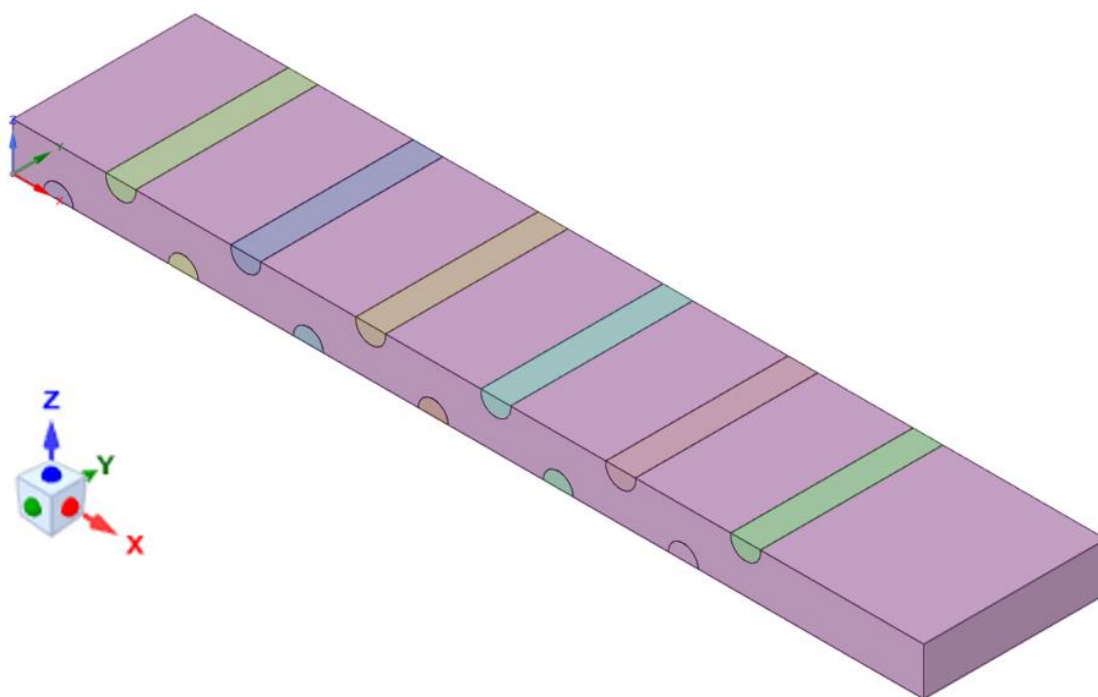
Pozn.

Okrajová podmínka pro okolí vzduchu AirOutlet je obvykle definována jako Pressure outlet ($p=0$). Vzhledem ke špatné konvergenci může být nahrazena podmínkou Velocity inlet ($v_x=0.001$ m/s, což je prakticky bez proudění pro vzduch).

Pro lepší konvergenci se při inicializaci musejí zadat hodnoty teploty pro vodu a vzduch pomocí Patch.

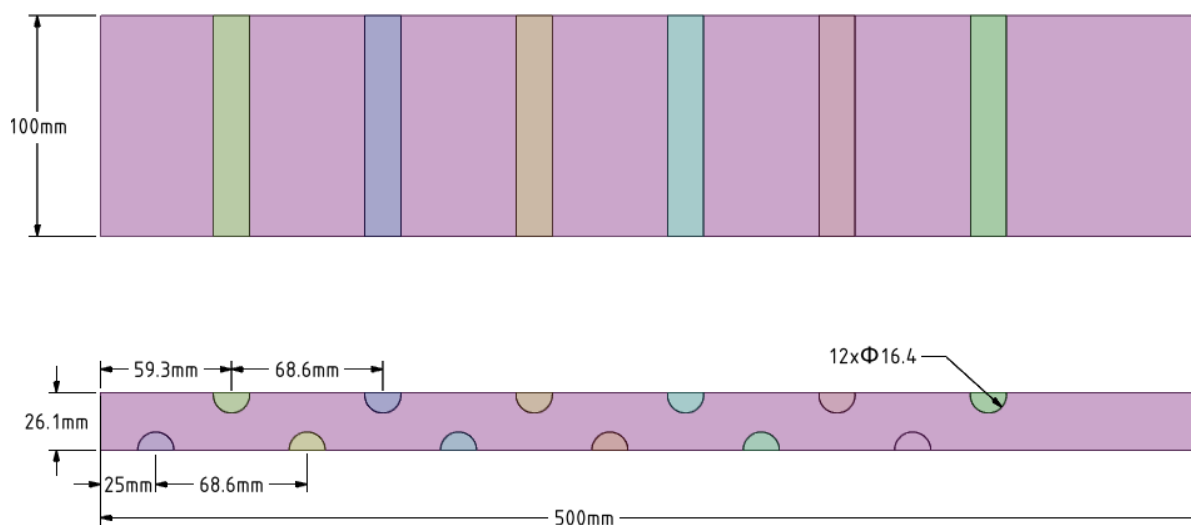
1 ŘEŠENÍ PROUDĚNÍ VÝMĚNÍKEM TEPLA S USPOŘÁDÁNÍM TRUBEK DO KŘÍŽE, A (BYSTROŇ MAREK) – ENERG-1

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.



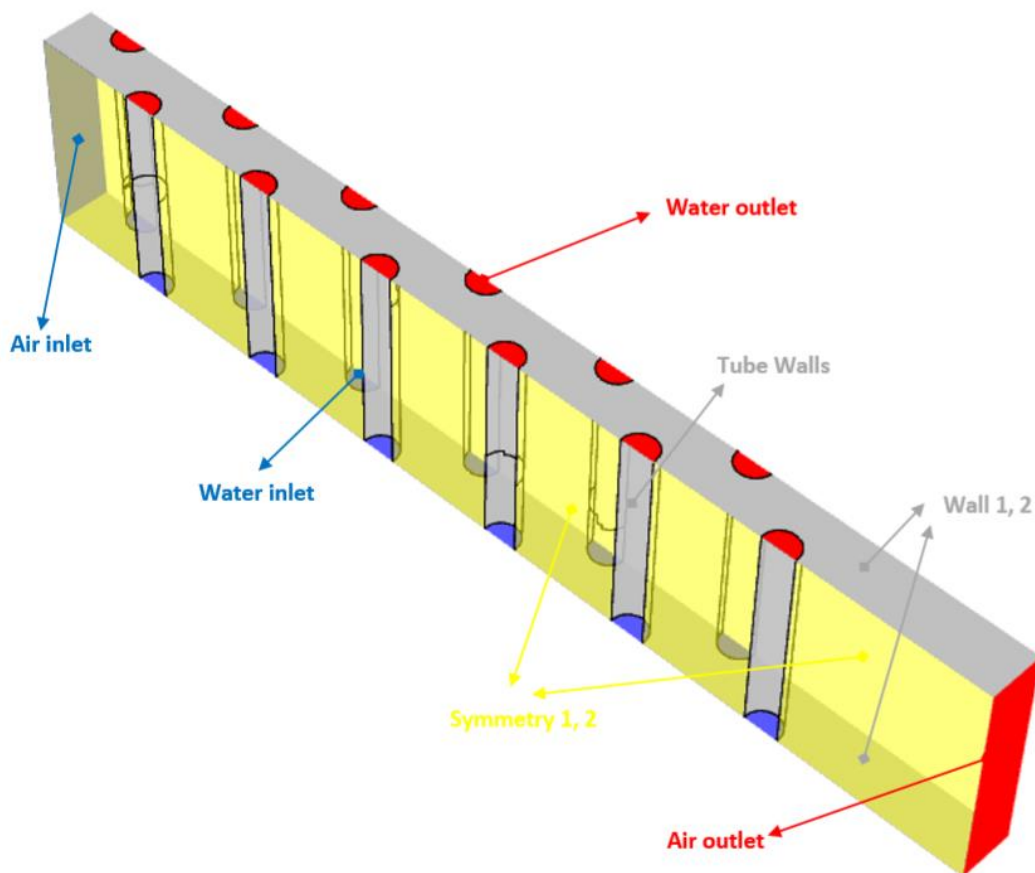
obr. 1.1 – Zjednodušená geometrii výměníku tepla

Rozměry této geometrie jsou specifikovány na následujícím obrázku.



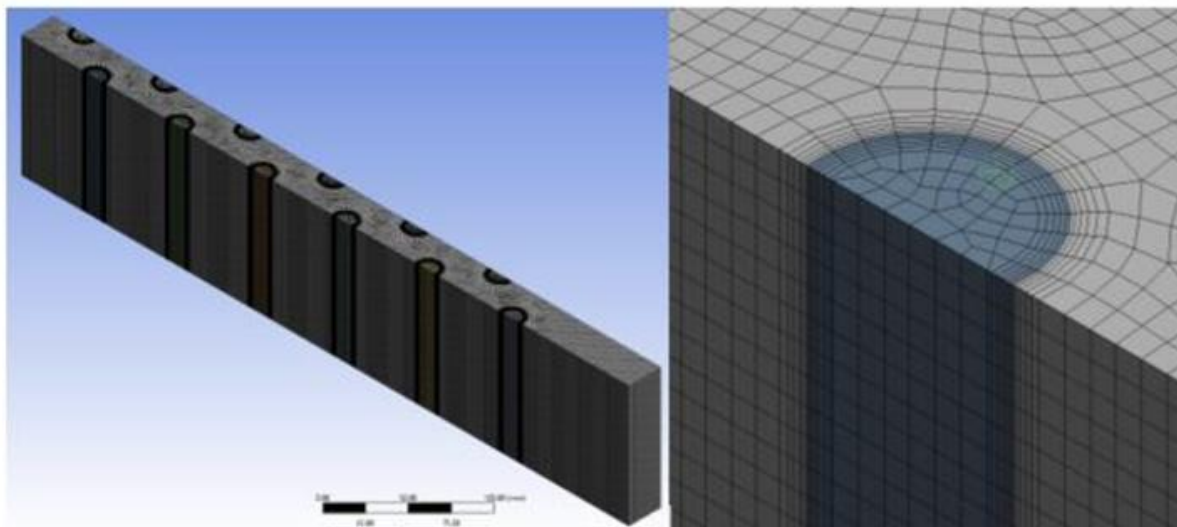
obr. 1.2 – Rozměry oblasti výměníku tepla

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, 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:

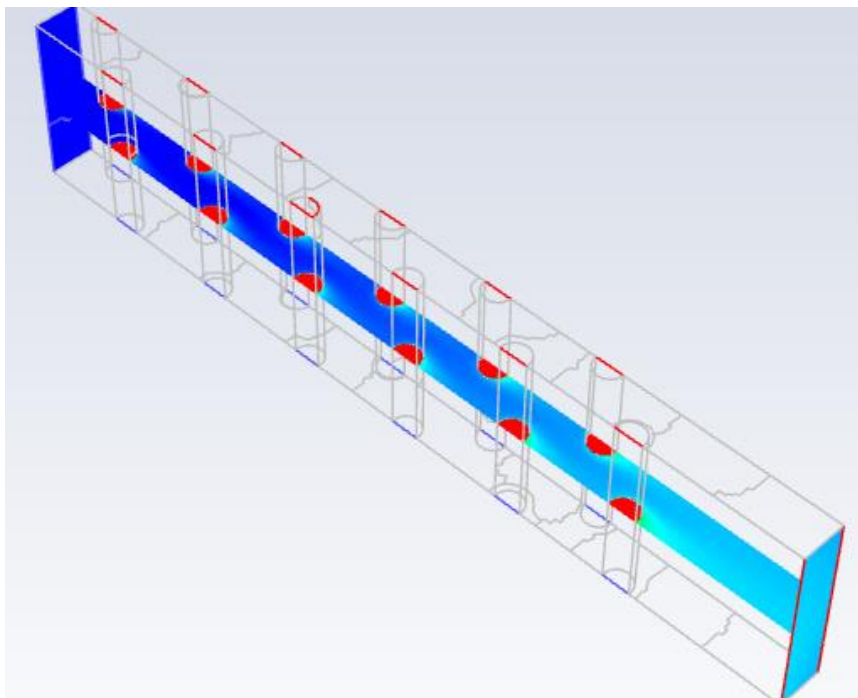
- Water inlet $\Rightarrow$ „Velocity inlet“
- Water outlet $\Rightarrow$ „Pressure outlet“
- Wall 1,2 $\Rightarrow$ „Wall“
- Tubes wall $\Rightarrow$ „Wall“
- Air inlet $\Rightarrow$ „Velocity inlet“
- Air outlet $\Rightarrow$ „Pressure outlet“
- Symmetry $\Rightarrow$ „Symmetry“
- Fluid water $\Rightarrow$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

Specifikace okrajových podmínek je uvedena v Tab. 1.2.

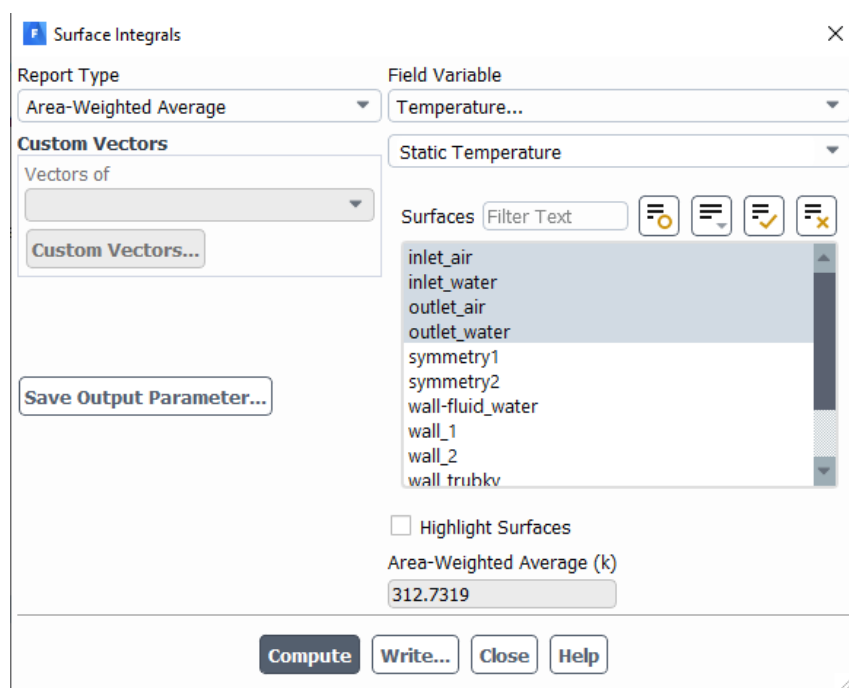
Tab. 1.2– Okrajové podmínky:

	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:



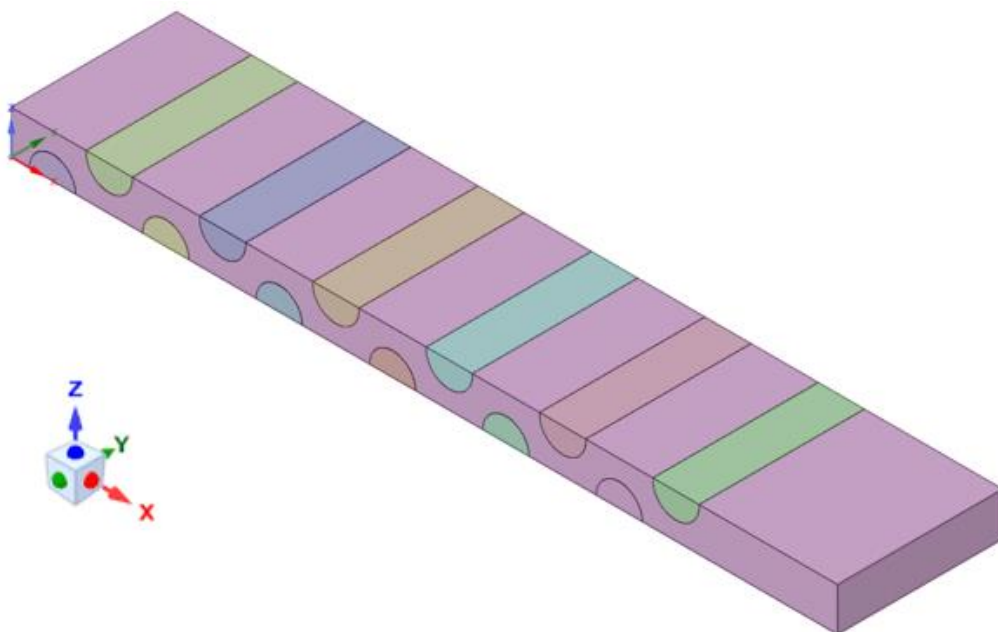
obr. 1.5 Kontury teploty ve vyhodnocovacím řezu



obr. 1.6 Průměrné hodnoty teploty na vstupu a výstupu

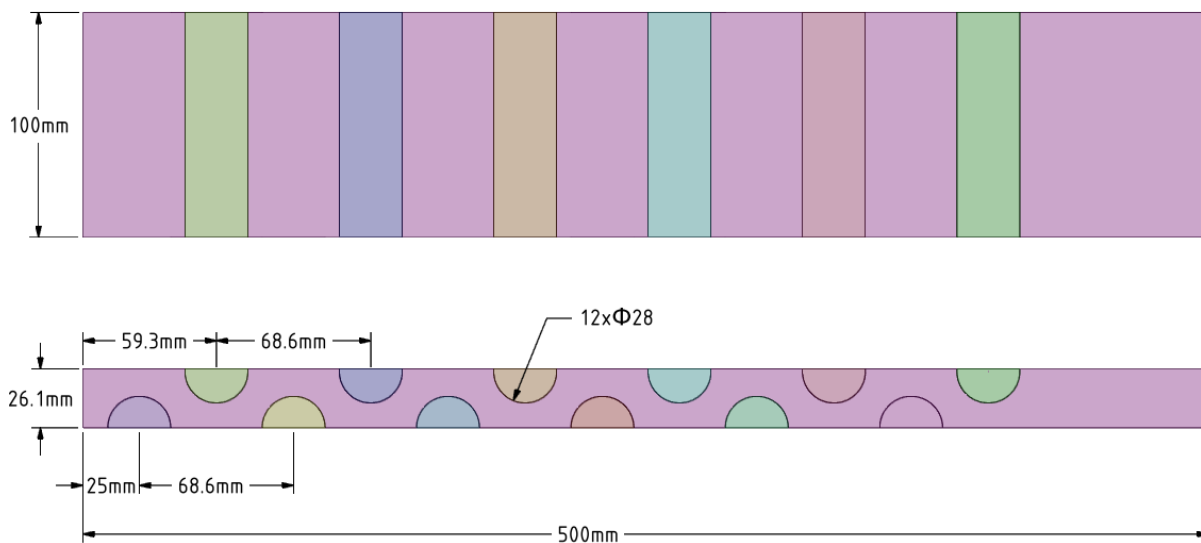
2 ŘEŠENÍ PROUDĚNÍ VÝMĚNÍKEM TEPLA S USPOŘÁDÁNÍM TRUBEK DO KŘÍŽE, B (GEBAUER ONDŘEJ) – ENERG-2

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.



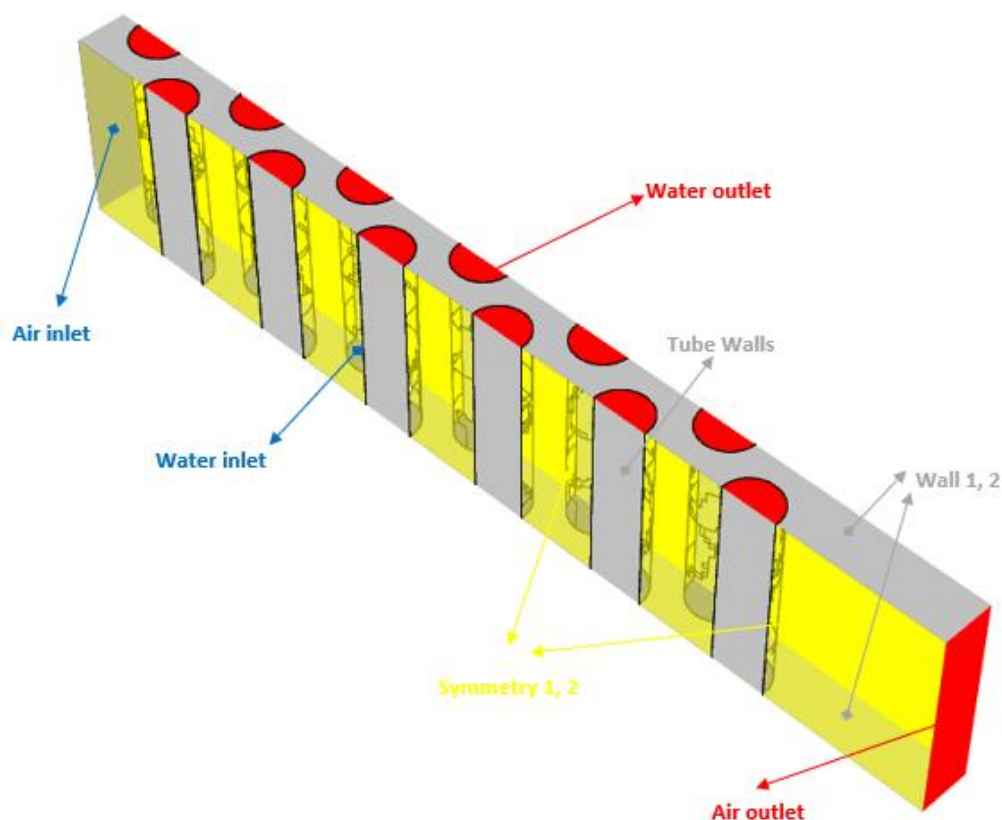
obr. 2.1 – Zjednodušená geometrii výměníku tepla

Rozměry této geometrie jsou specifikovány na následujícím obrázku.



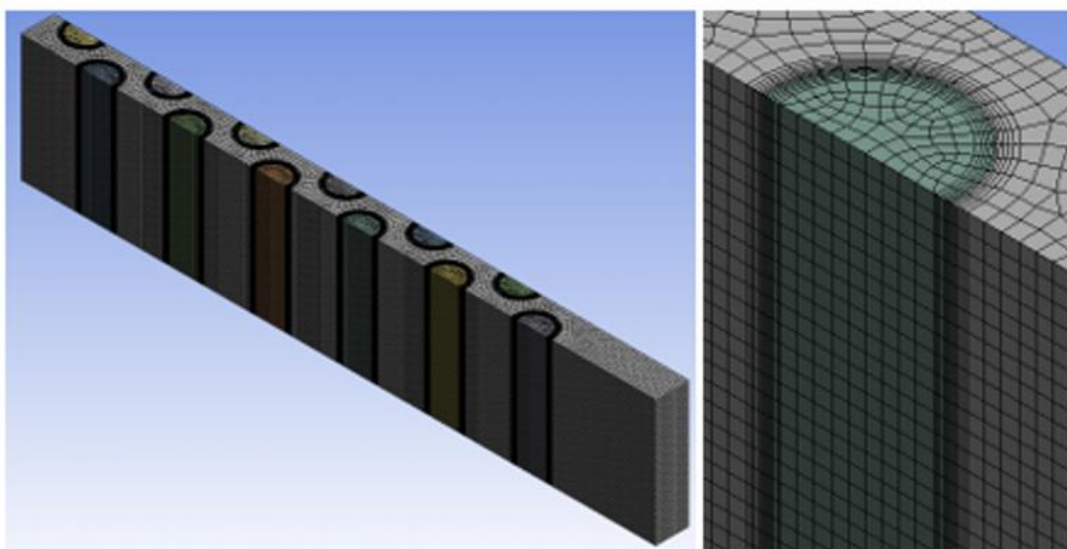
obr. 2.2 – Rozměry oblasti výměníku tepla

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:

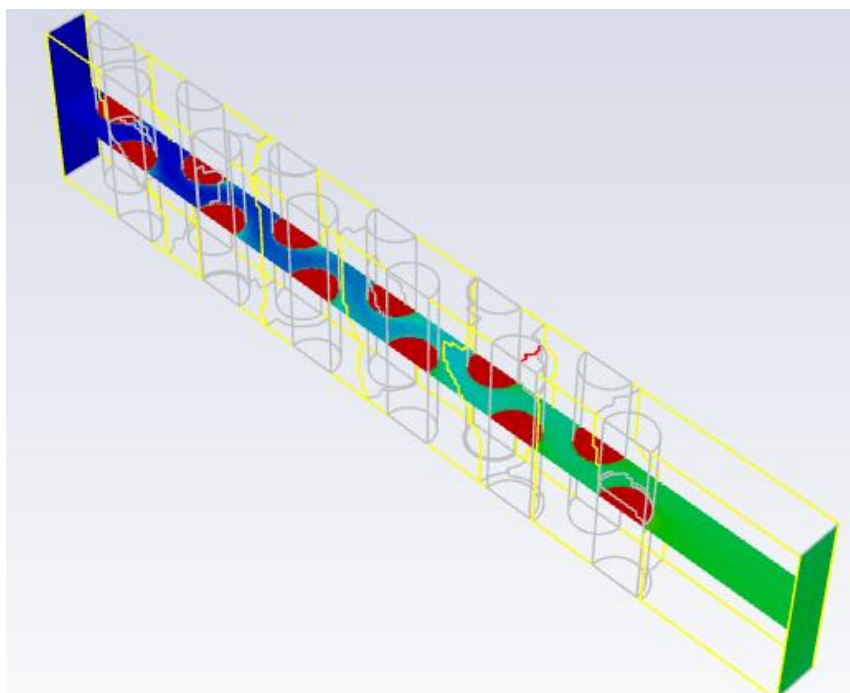
- Water inlet $\Rightarrow$ „Velocity inlet“
- Water outlet $\Rightarrow$ „Pressure outlet“
- Wall 1,2 $\Rightarrow$ „Wall“
- Tubes wall $\Rightarrow$ „Wall“
- Air inlet $\Rightarrow$ „Velocity inlet“
- Air outlet $\Rightarrow$ „Pressure outlet“
- Symmetry $\Rightarrow$ „Symmetry“
- Fluid water $\Rightarrow$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

Specifikace okrajových podmínek je uvedena v Tab. 2.2.

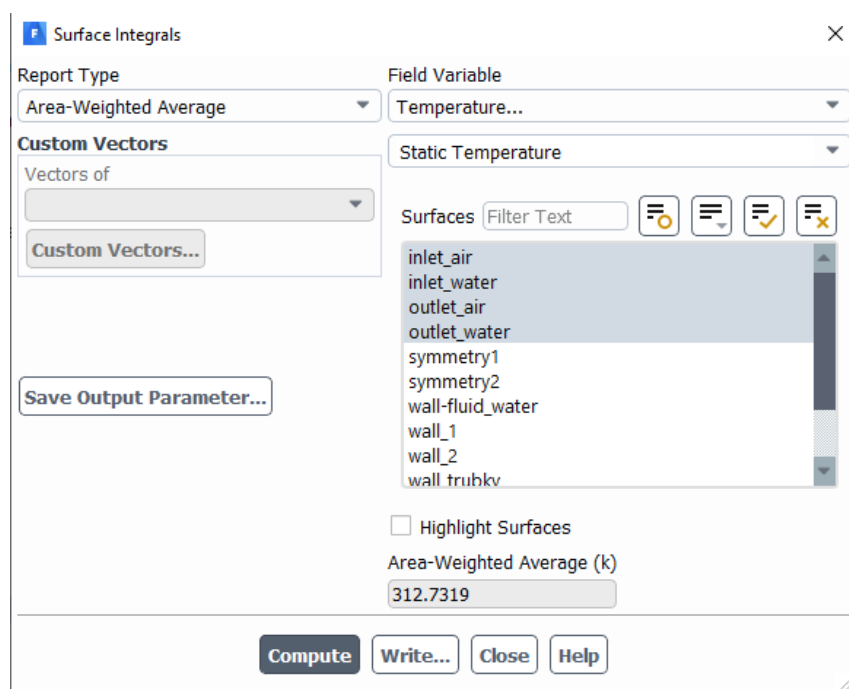
Tab. 2.2– Okrajové podmínky:

	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:



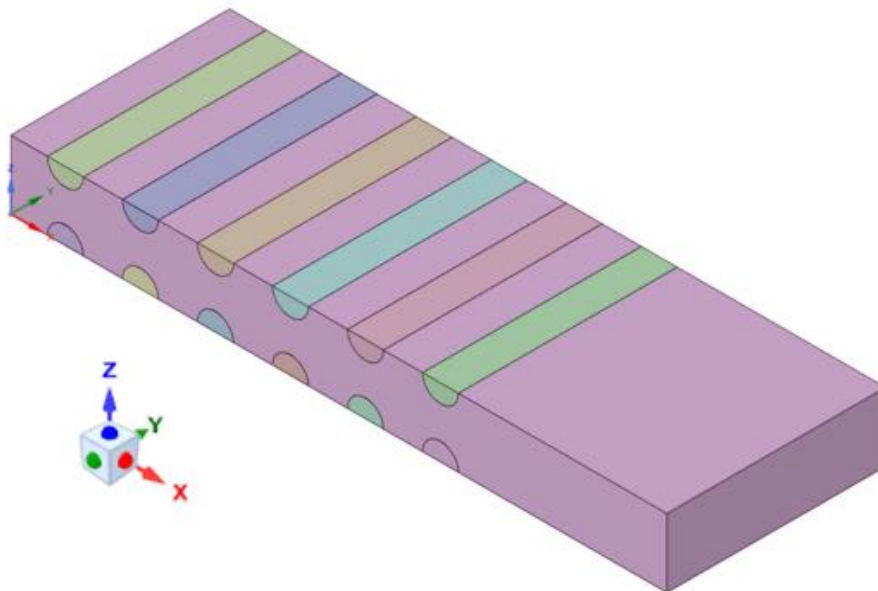
obr. 2.5 Kontury teploty ve vyhodnocovacím řezu



obr. 2.6 Průměrné hodnoty teploty na vstupu a výstupu

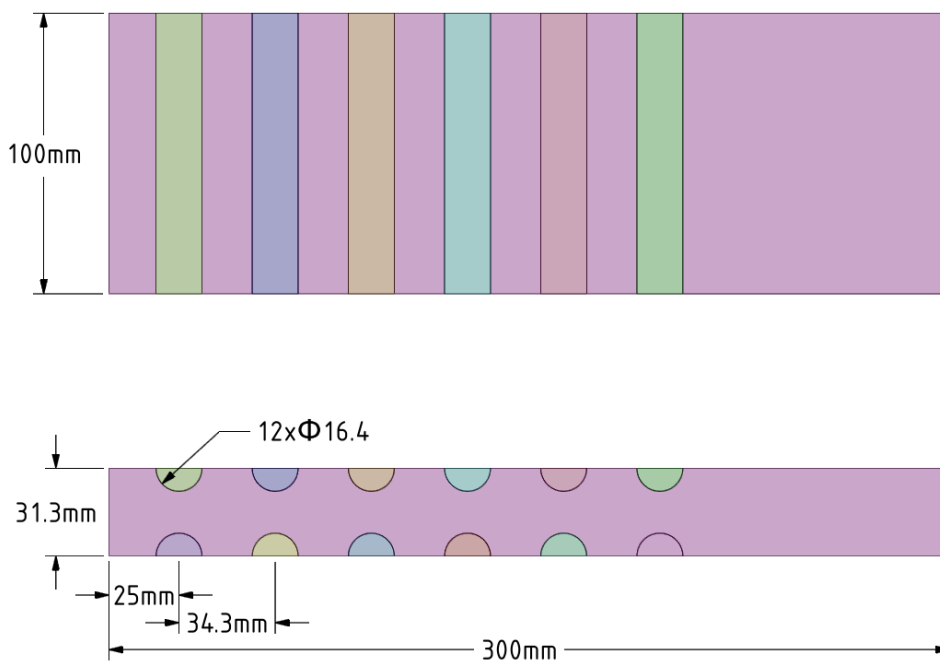
VEDLE SEBE, A (GRABOVSKÁ ŠÁRKA) – ENERG-3

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.



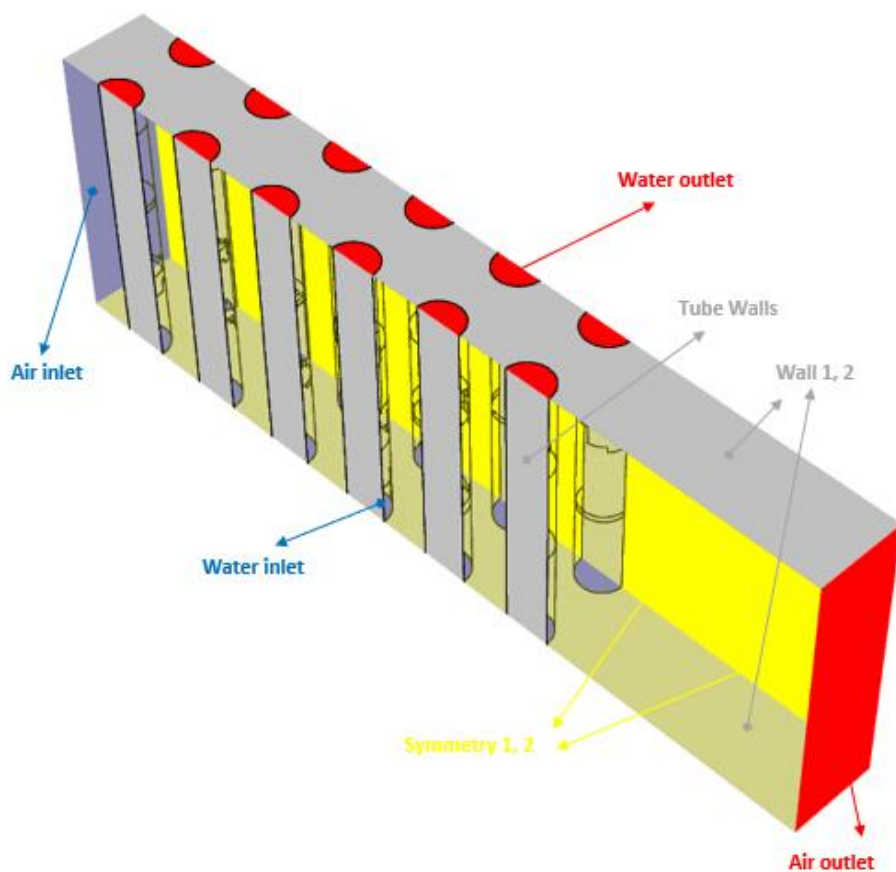
obr. 3.1 – Zjednodušená geometrii výměníku tepla

Rozměry této geometrie jsou specifikovány na následujícím obrázku.



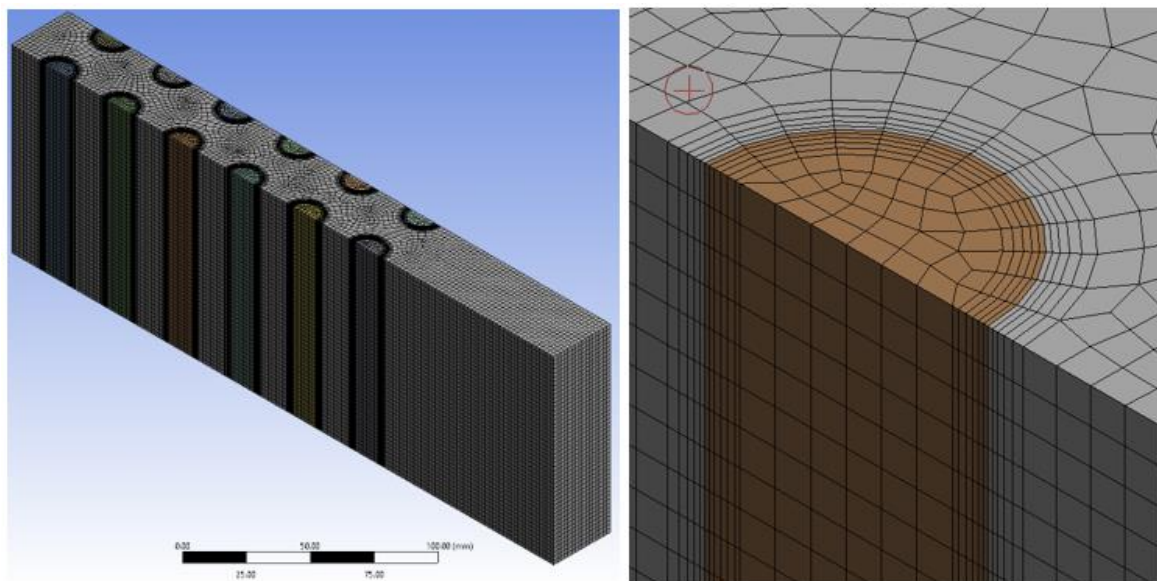
obr. 3.2 – Rozměry oblasti výměníku tepla

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, 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:

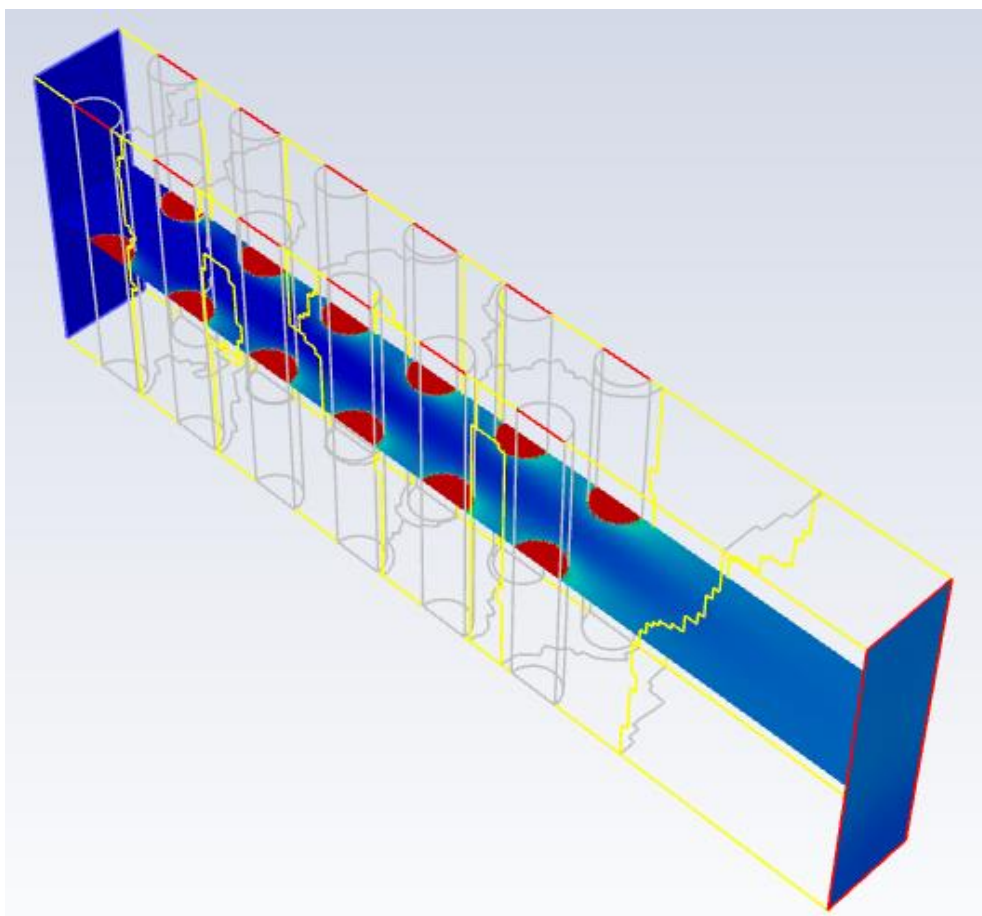
- Water inlet $\Rightarrow$ „Velocity inlet“
- Water outlet $\Rightarrow$ „Pressure outlet“
- Wall 1,2 $\Rightarrow$ „Wall“
- Tubes wall $\Rightarrow$ „Wall“
- Air inlet $\Rightarrow$ „Velocity inlet“
- Air outlet $\Rightarrow$ „Pressure outlet“
- Symmetry $\Rightarrow$ „Symmetry“
- Fluid water $\Rightarrow$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

Specifikace okrajových podmínek je uvedena v Tab. 3.2.

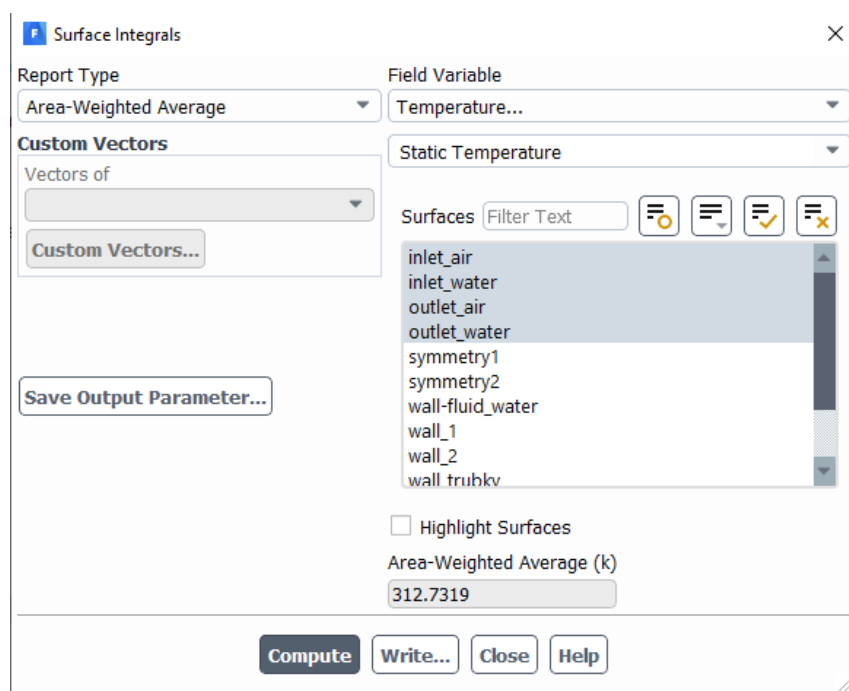
Tab. 3.2– Okrajové podmínky:

	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:



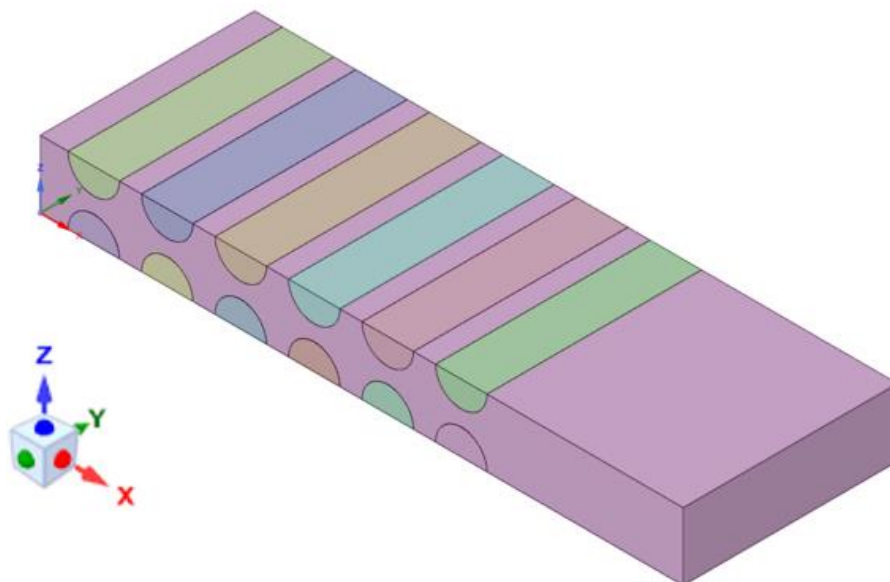
obr. 3.5 Kontury teploty ve vyhodnocovacím řezu



obr. 3.6 Průměrné hodnoty teploty na vstupu a výstupu

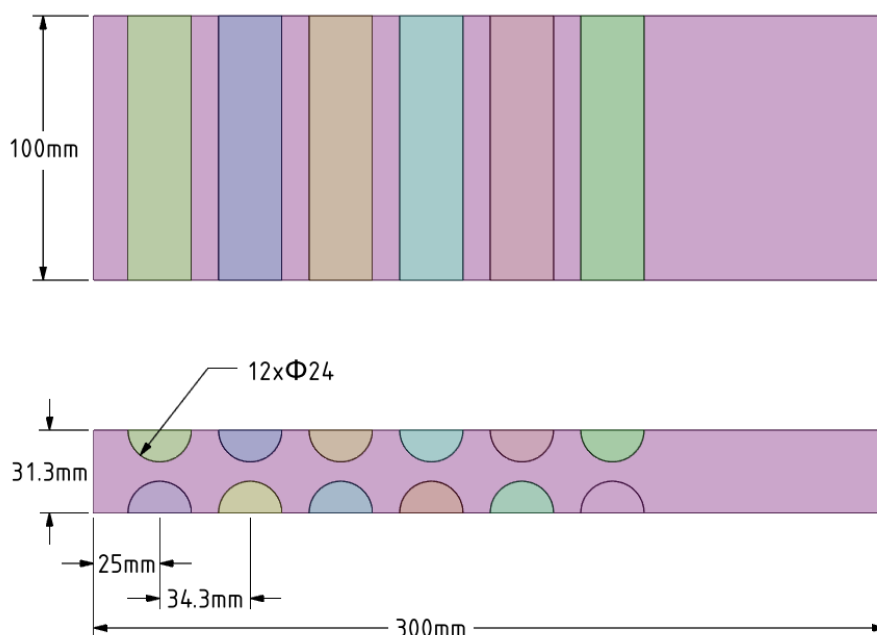
4 ŘEŠENÍ PROUDĚNÍ VÝMĚNÍKEM TEPLA S USPOŘÁDÁNÍM TRUBEK VEDLE SEBE, B (HLAVENKOVÁ JANA) – ENERG 4

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.



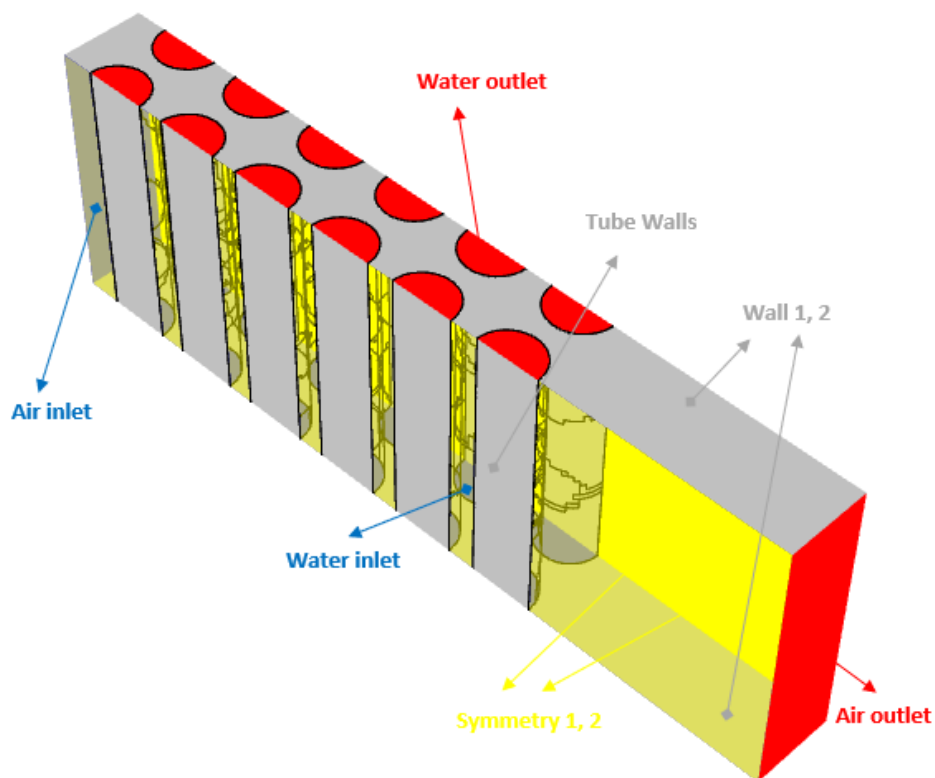
obr. 4.1 – Zjednodušená geometrii výměníku tepla

Rozměry této geometrie jsou specifikovány na následujícím obrázku.



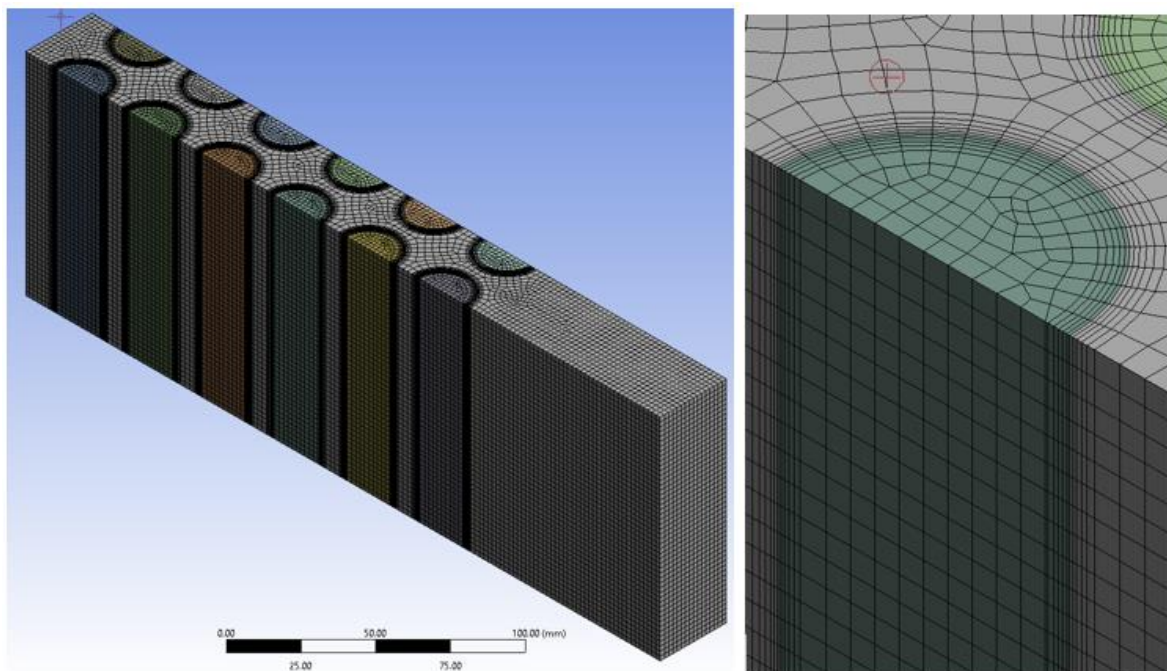
obr. 4.2 – Rozměry oblasti výměníku tepla

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:

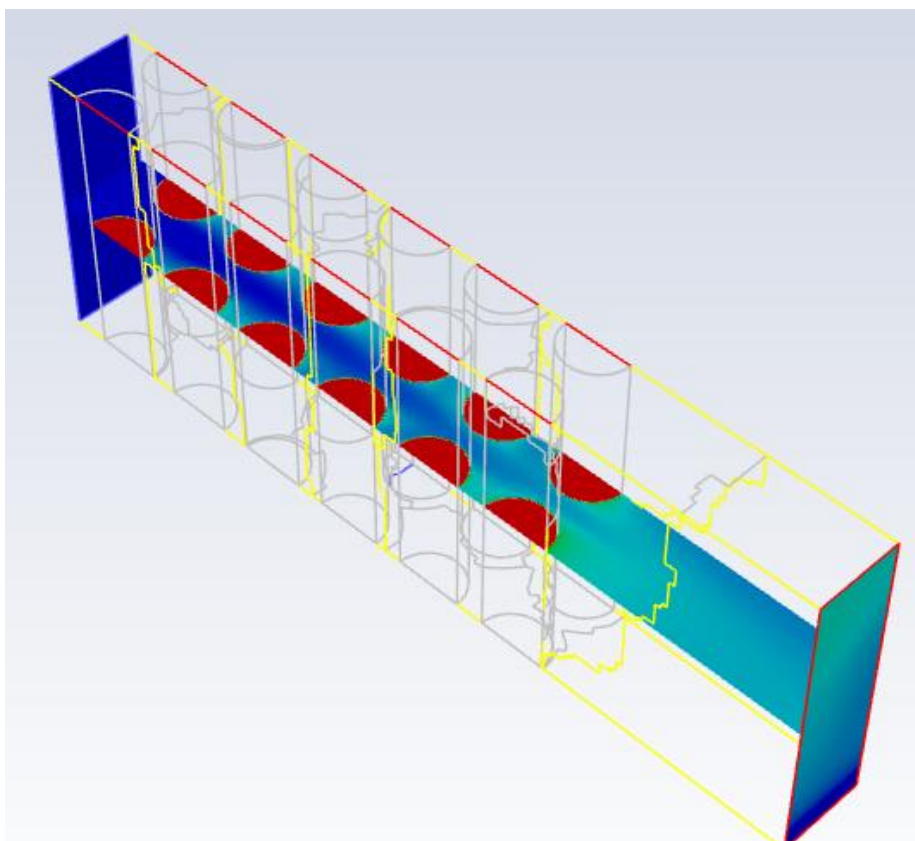
- Water inlet $\Rightarrow$ „Velocity inlet“
- Water outlet $\Rightarrow$ „Pressure outlet“
- Wall 1,2 $\Rightarrow$ „Wall“
- Tubes wall $\Rightarrow$ „Wall“
- Air inlet $\Rightarrow$ „Velocity inlet“
- Air outlet $\Rightarrow$ „Pressure outlet“
- Symmetry $\Rightarrow$ „Symmetry“
- Fluid water $\Rightarrow$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

Specifikace okrajových podmínek je uvedena v Tab. 4.2.

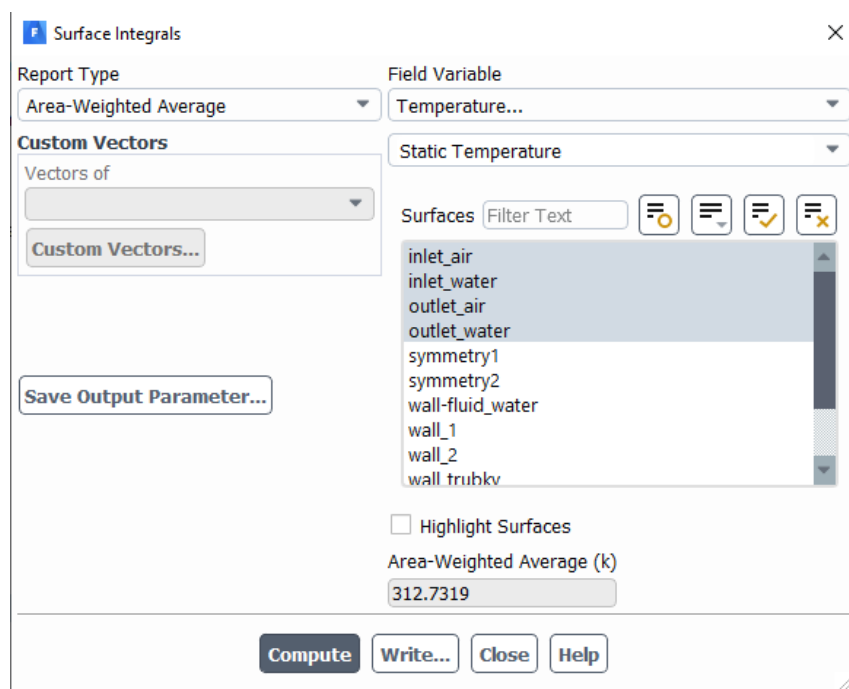
Tab. 4.2– Okrajové podmínky:

	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:



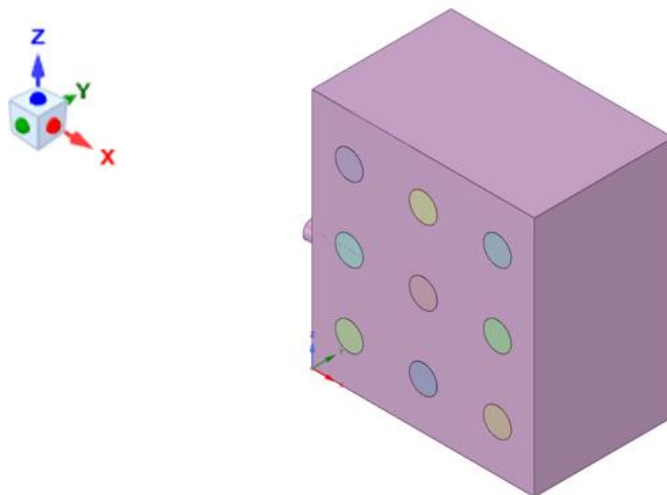
obr. 4.5 Kontury teploty ve vyhodnocovacím řezu



obr. 4.6 Průměrné hodnoty teploty na vstupu a výstupu

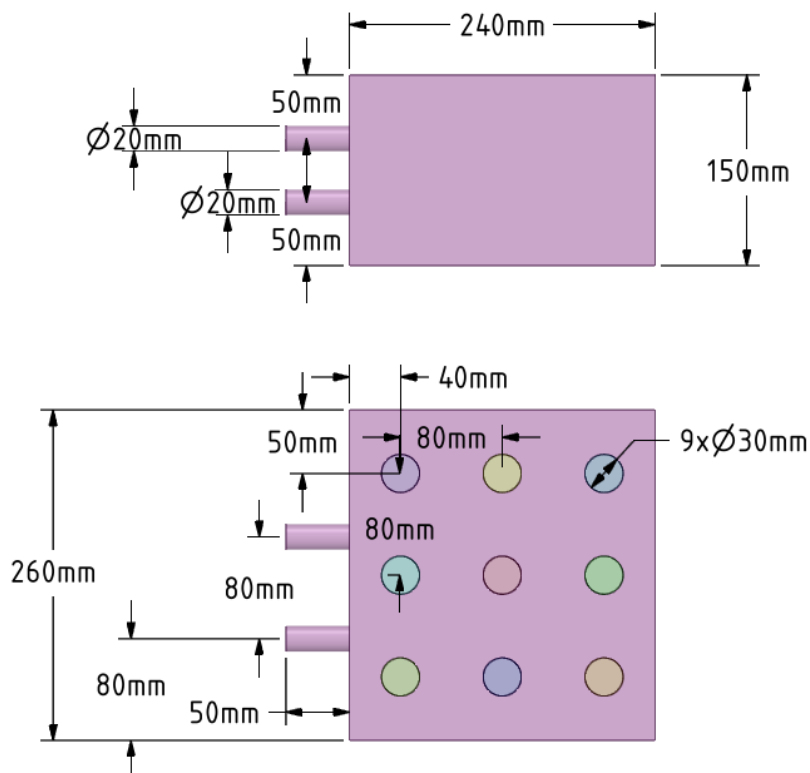
5 ŘEŠENÍ PROUDĚNÍ KRBVÝM VÝMĚNÍKEM TEPLA S USPOŘÁDÁNÍM TRUBEK VEDLE SEBE, A (JANUSZ ADAM) – ENERG 5

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.



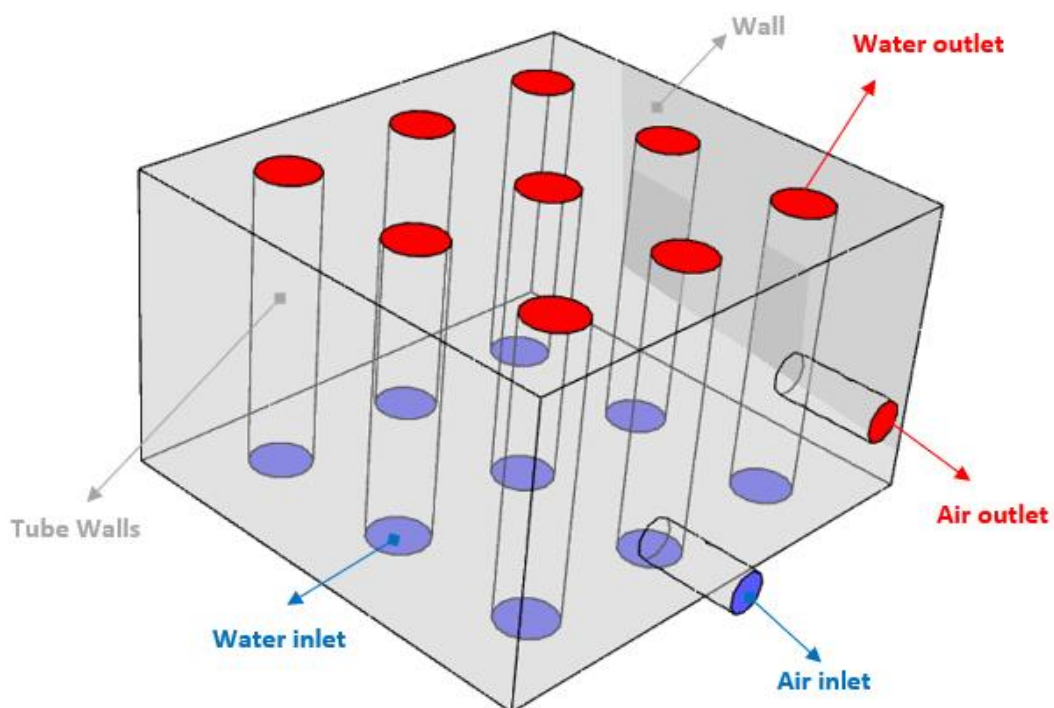
obr. 5.1 – Zjednodušená geometrii výměníku tepla

Rozměry této geometrie jsou specifikovány na následujícím obrázku.



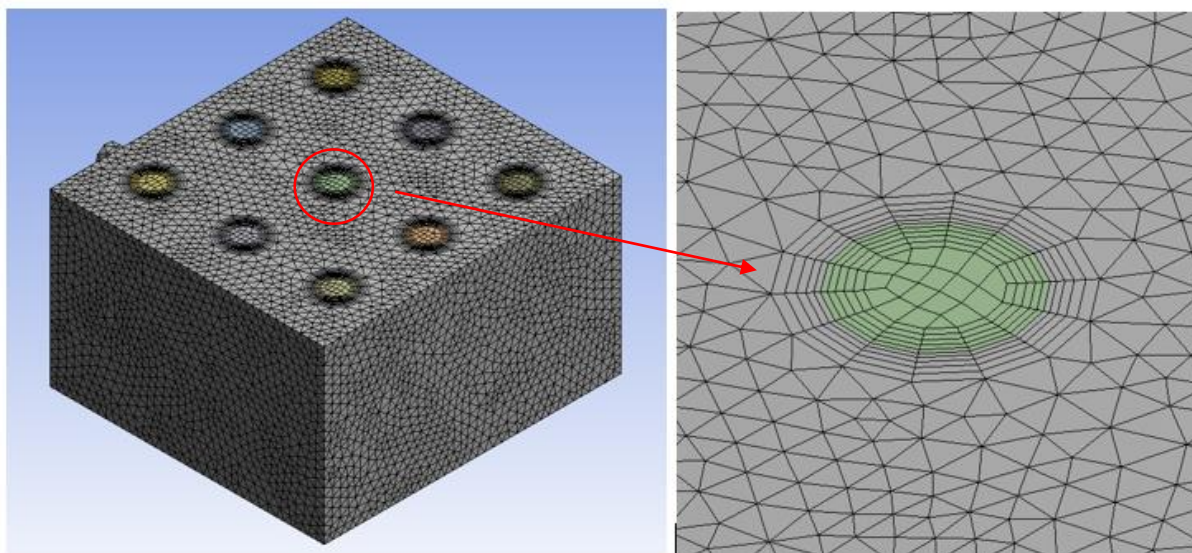
obr. 5.2 – Rozměry oblasti výměníku tepla

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:

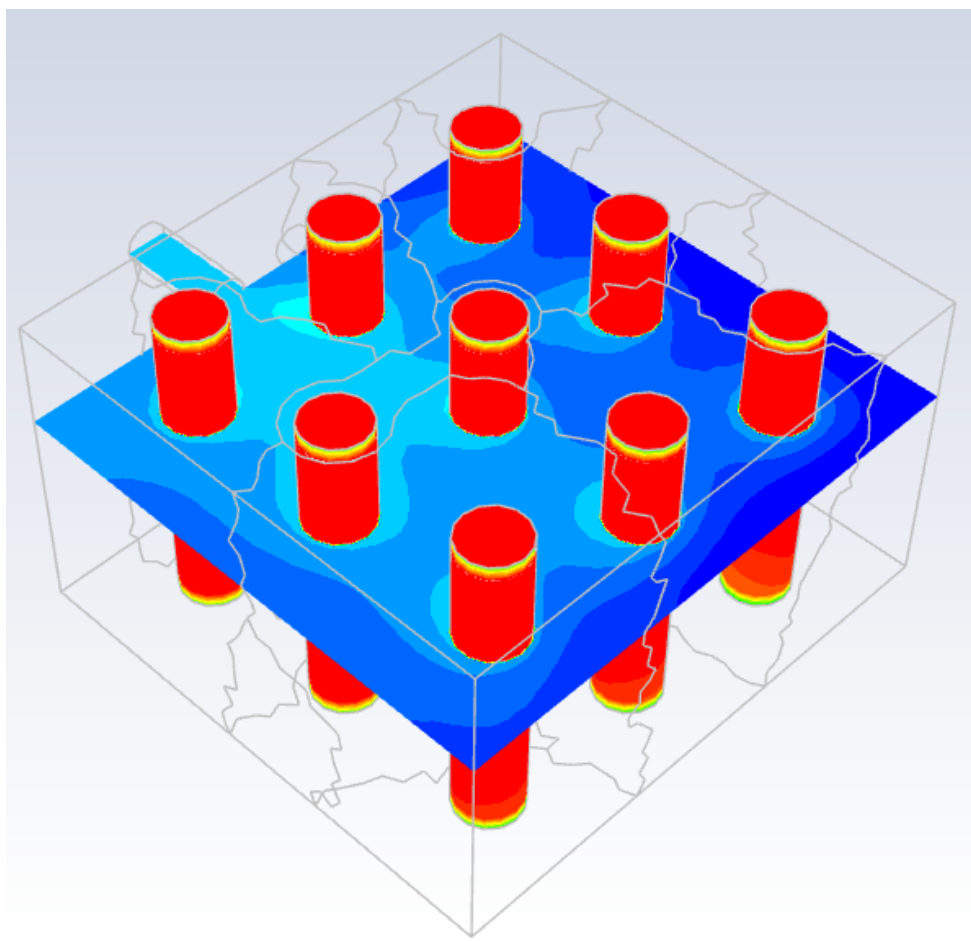
- Water inlet $\Rightarrow$ „Velocity inlet“
- Water outlet $\Rightarrow$ „Pressure outlet“
- Wall $\Rightarrow$ „Wall“
- Tubes wall $\Rightarrow$ „Wall“
- Air inlet $\Rightarrow$ „Velocity inlet“
- Air outlet $\Rightarrow$ „Pressure outlet“
- Water fluid $\Rightarrow$ „Fluid“
- Air fluid $\Rightarrow$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

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

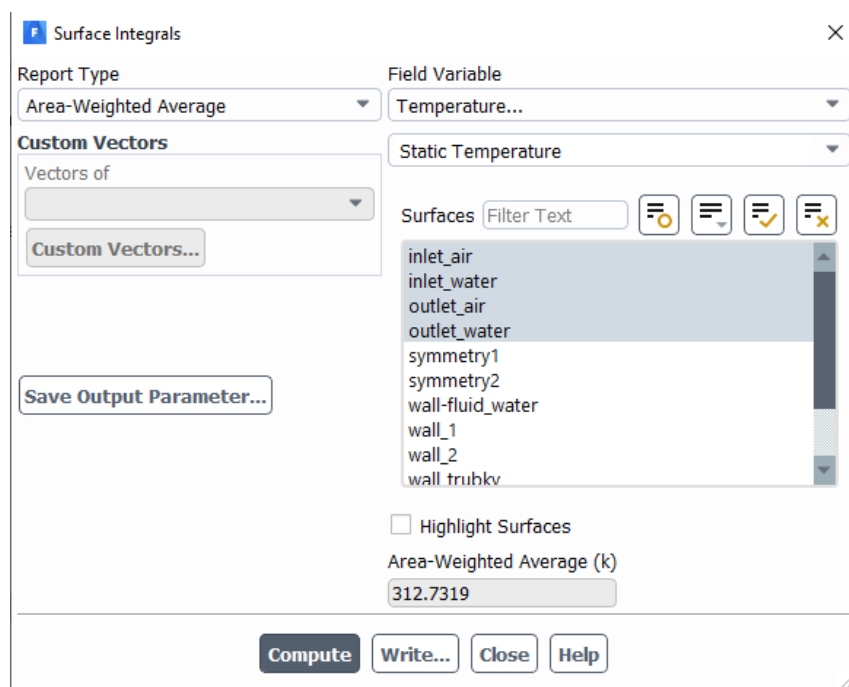
Tab. 5.2– Okrajové podmínky:

	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:



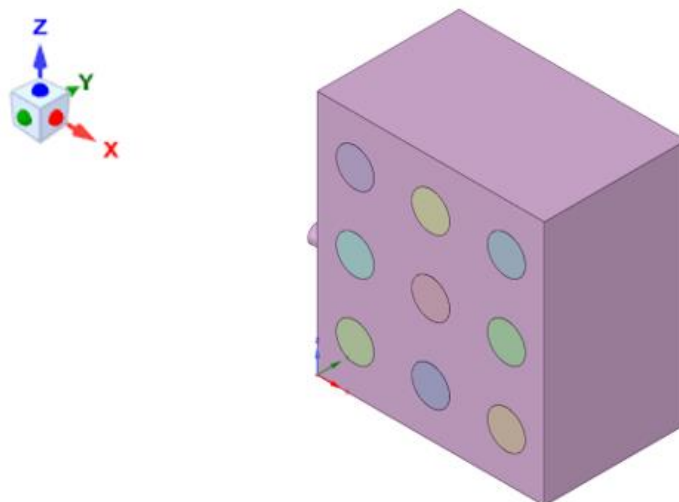
obr. 5.5 Kontury teploty na vyhodnocovacím řezu



obr. 5.6 Průměrné hodnoty teploty na vstupu a výstupu

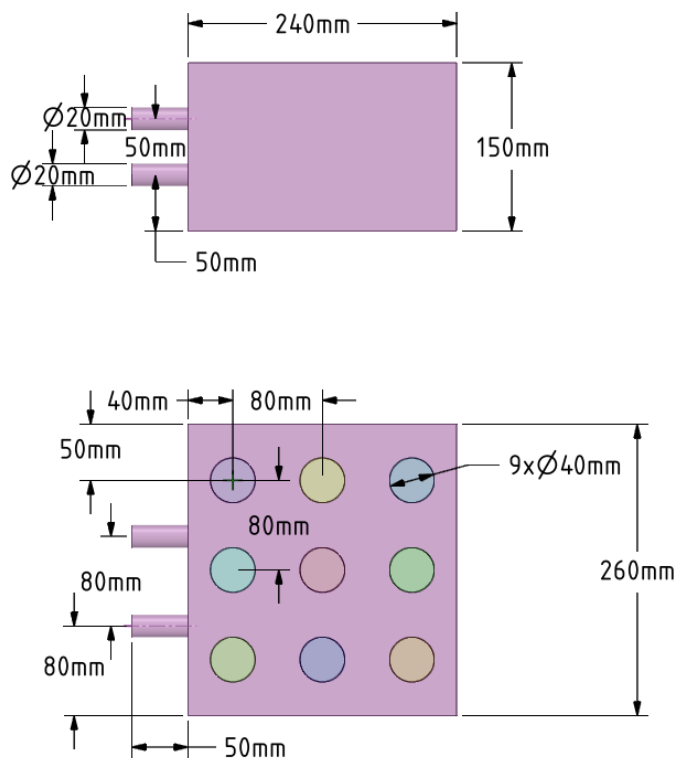
6 ŘEŠENÍ PROUDĚNÍ KRBVÝM VÝMĚNÍKEM TEPLA S USPOŘÁDÁNÍM TRUBEK VEDLE SEBE, B (MĚCHURA ZDENĚK) – ENERG -6

Proved'te 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 zhodno'te.



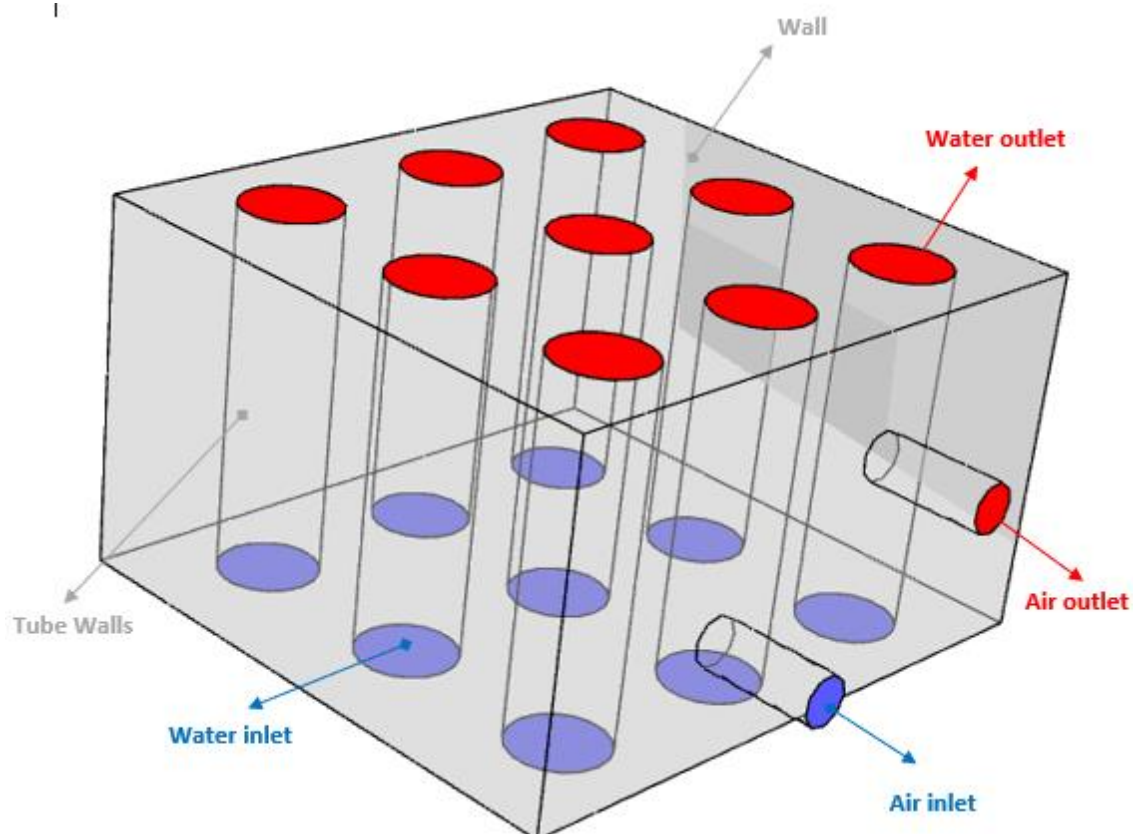
obr. 6.1 – Zjednodušená geometrii výměníku tepla

Rozměry této geometrie jsou specifikovány na následujícím obrázku.



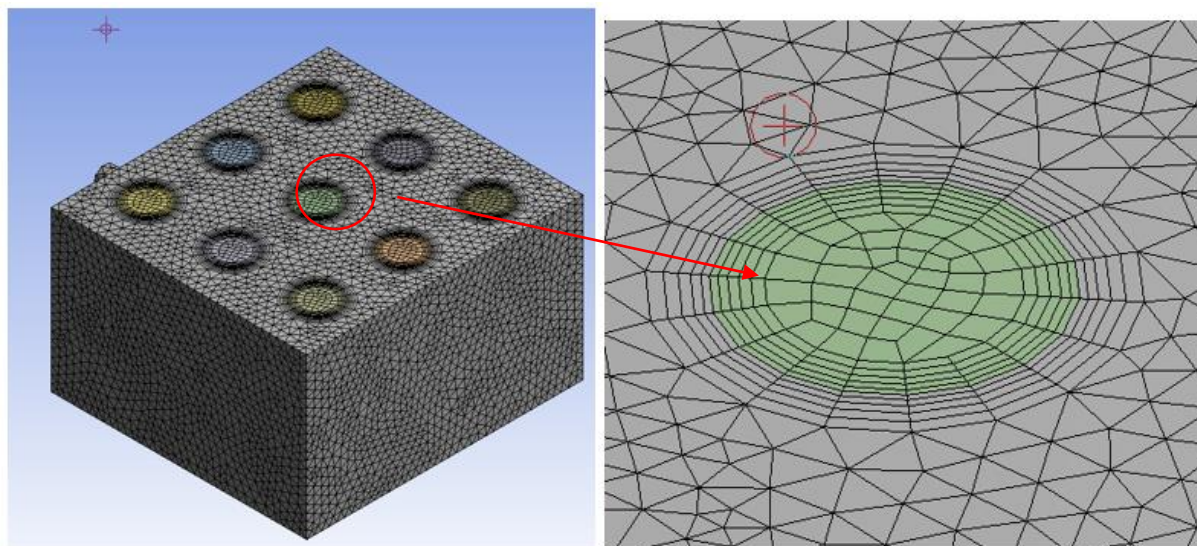
obr. 6.2 – Rozměry oblasti výměníku tepla

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:

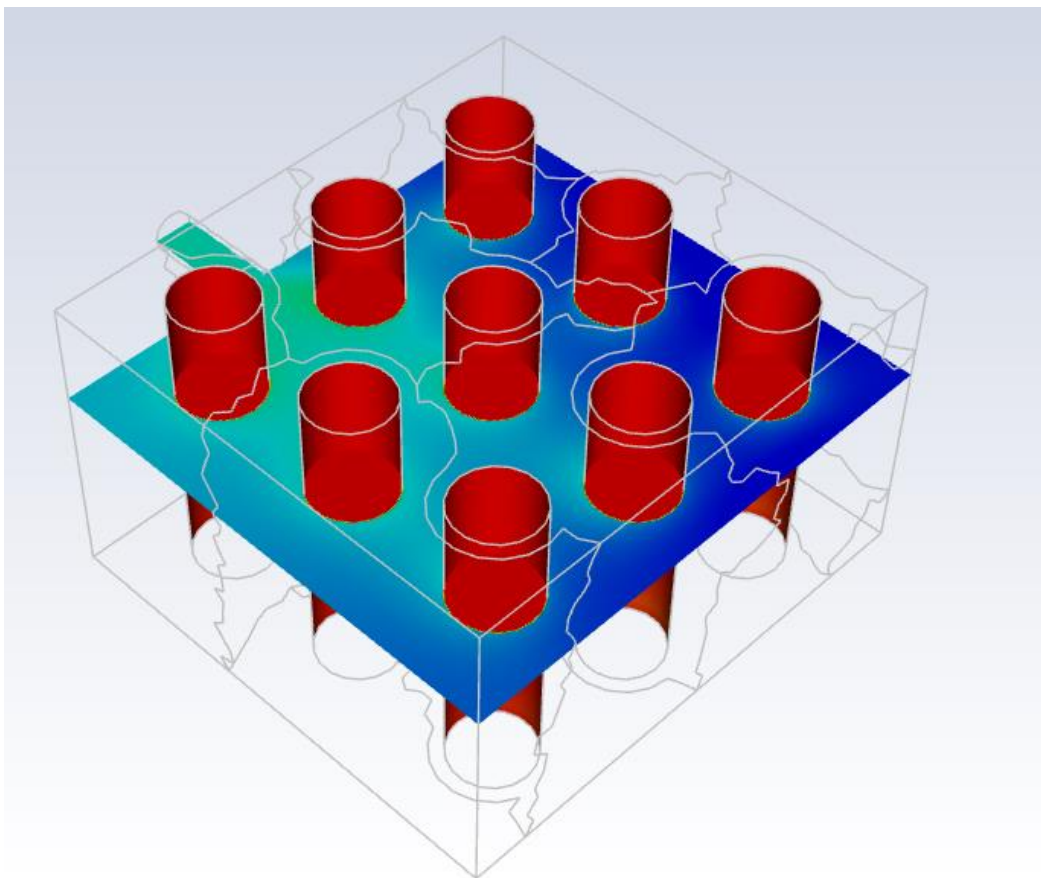
- Water inlet $\Rightarrow$ „Velocity inlet“
- Water outlet $\Rightarrow$ „Pressure outlet“
- Wall $\Rightarrow$ „Wall“
- Tubes wall $\Rightarrow$ „Wall“
- Flue gas inlet $\Rightarrow$ „Velocity inlet“
- Flue gas outlet $\Rightarrow$ „Pressure outlet“
- Water fluid $\Rightarrow$ „Fluid“
- Air fluid $\Rightarrow$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

Specifikace okrajových podmínek je uvedena v Tab. 6.2.

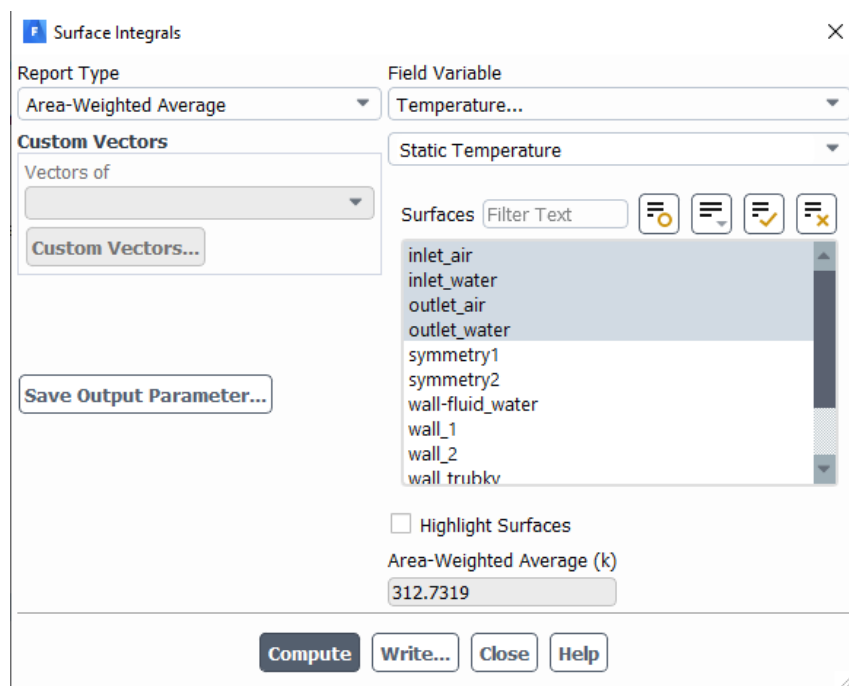
Tab. 6.2– Okrajové podmínky:

	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:



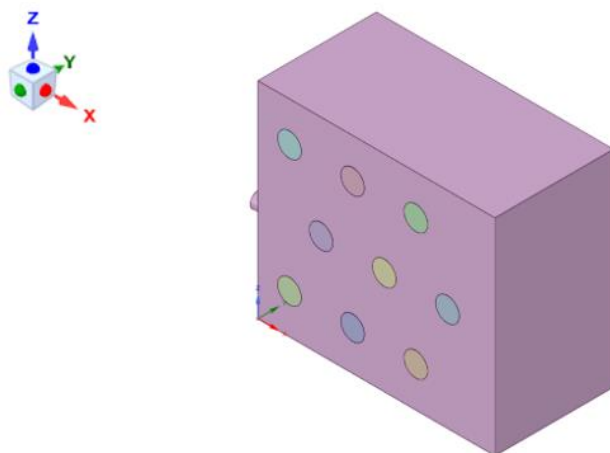
obr. 6.5 Kontury teploty na vyhodnocovacím řezu



obr. 6.6 Průměrné hodnoty teploty na vstupu a výstupu

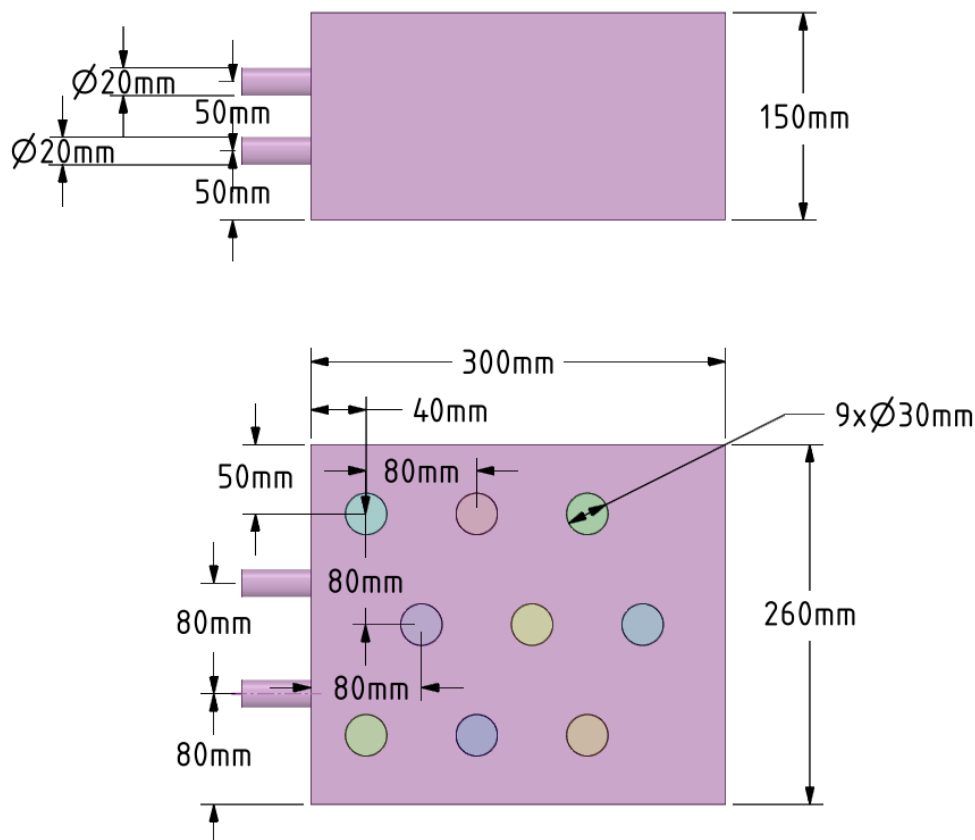
7 ŘEŠENÍ PROUDĚNÍ KRBOVÝM VÝMĚNÍKEM TEPLA S USPOŘÁDÁNÍM TRUBEK DO KŘÍŽE, A (NOVÁK LIBOR) – ENERG - 7

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.



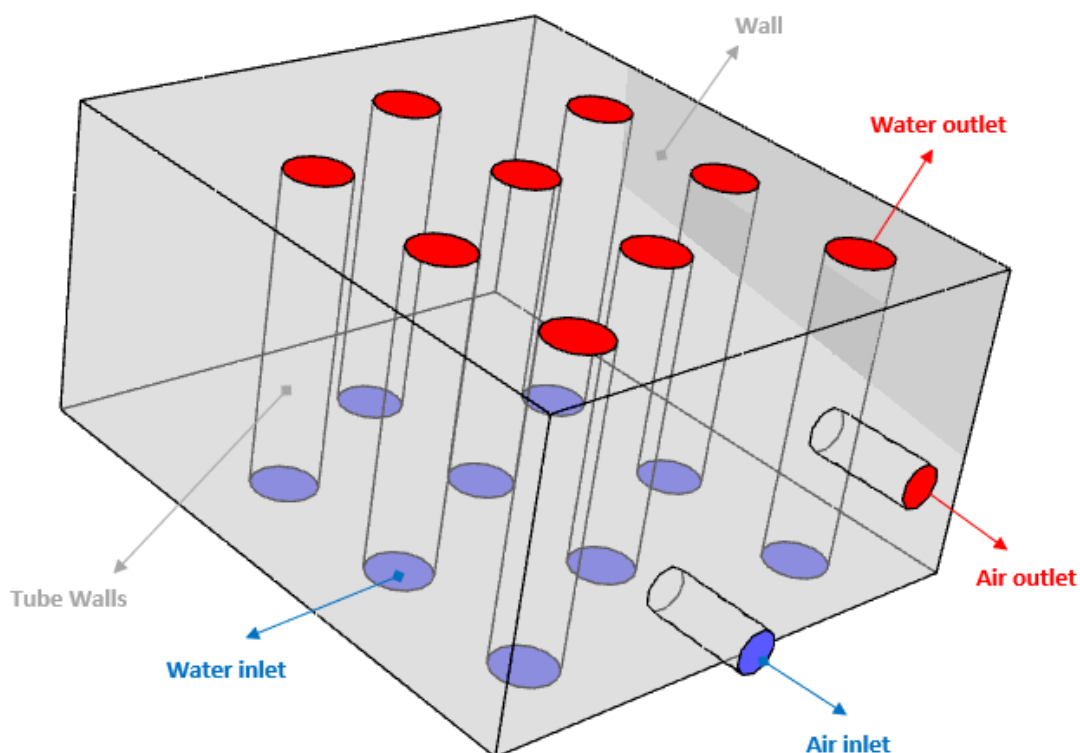
obr. 7.1 – Zjednodušená geometrii výměníku tepla

Rozměry této geometrie jsou specifikovány na následujícím obrázku.



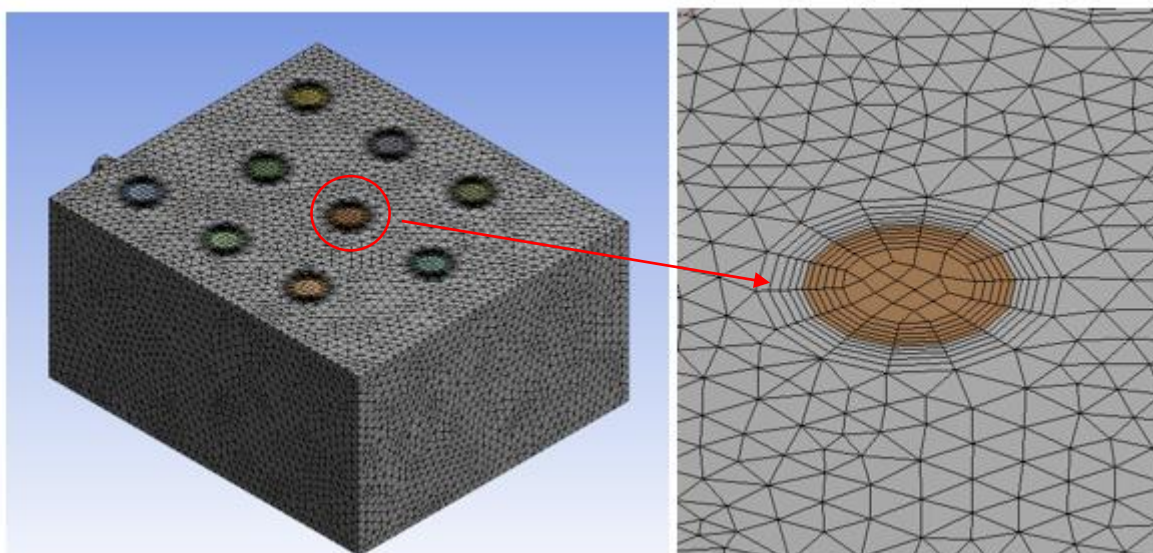
obr. 7.2 – Rozměry oblasti výměníku tepla

Okrajové podmínky dané geometrie jsou zobrazeny na obr. 7.3– *Okrajové podmínky výměníku tepla* obr. 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:

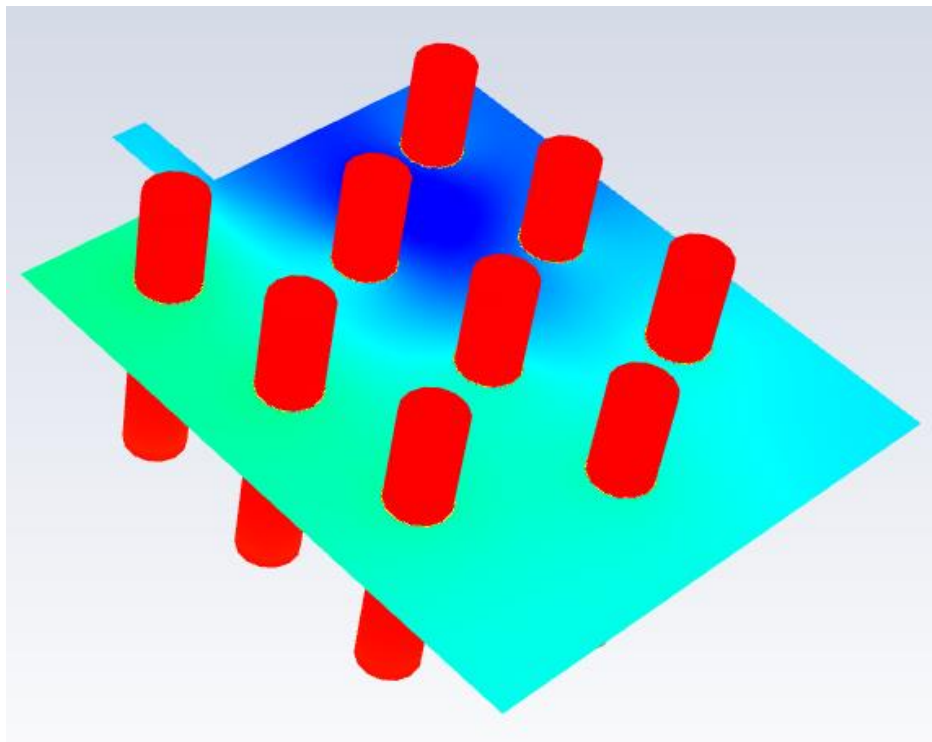
- Water inlet $\Rightarrow$ „Velocity inlet“
- Water outlet $\Rightarrow$ „Pressure outlet“
- Wall $\Rightarrow$ „Wall“
- Tubes wall $\Rightarrow$ „Wall“
- Flue gas inlet $\Rightarrow$ „Velocity inlet“
- Flue gas outlet $\Rightarrow$ „Pressure outlet“
- Water fluid $\Rightarrow$ „Fluid“
- Air fluid $\Rightarrow$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

Specifikace okrajových podmínek je uvedena v Tab. 7.2.

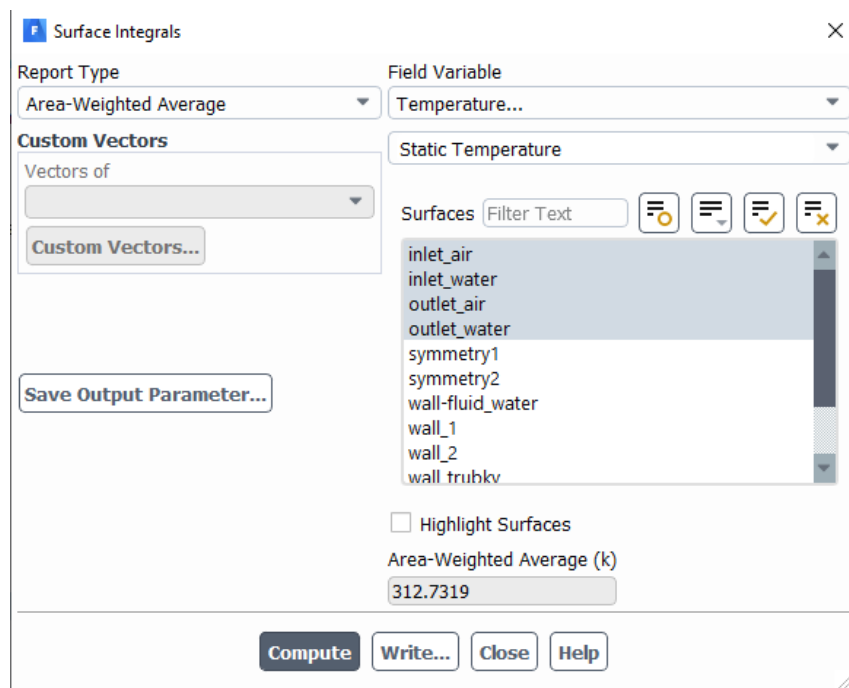
Tab. 7.2– Okrajové podmínky:

	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:



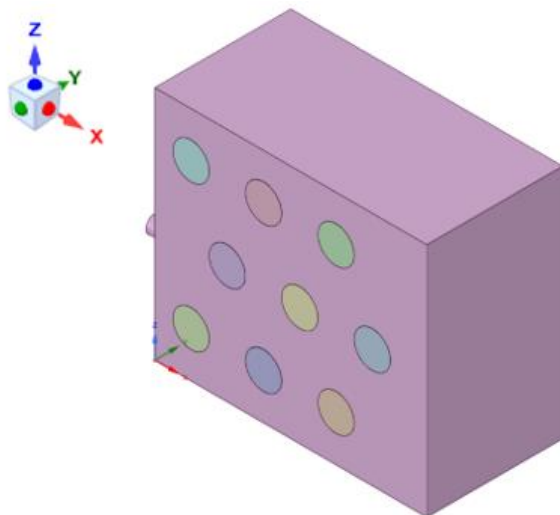
obr. 7.5 Kontury teploty na vyhodnocovacím řezu



obr. 7.6 Průměrné hodnoty teploty na vstupu a výstupu

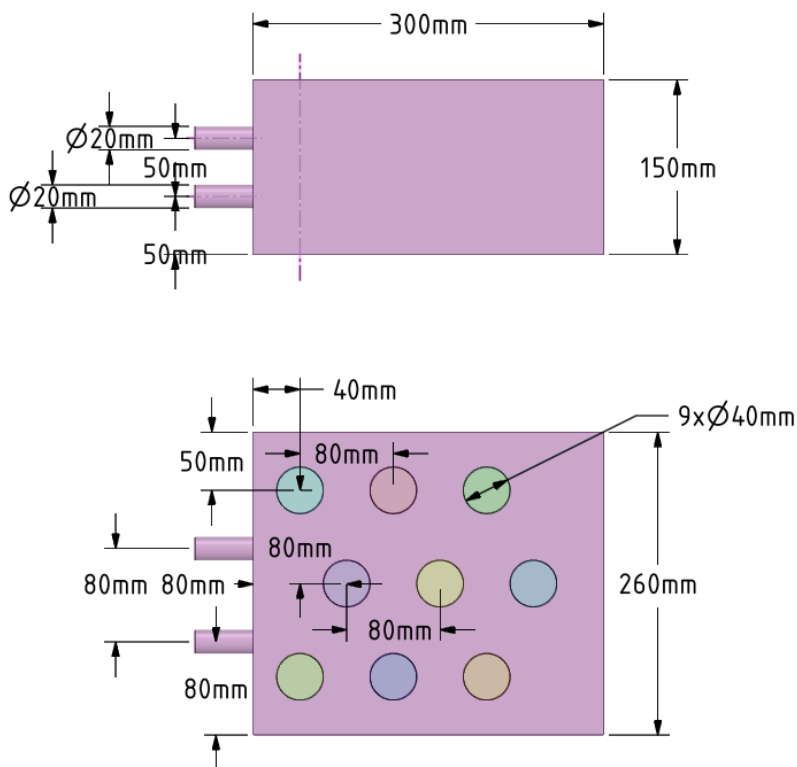
8 ŘEŠENÍ PROUDĚNÍ KRBVÝM VÝMĚNÍKEM TEPLA S USPOŘÁDÁNÍM TRUBEK DO KŘÍŽE, B (NOVÁK PAVEL) – ENERG 8

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.



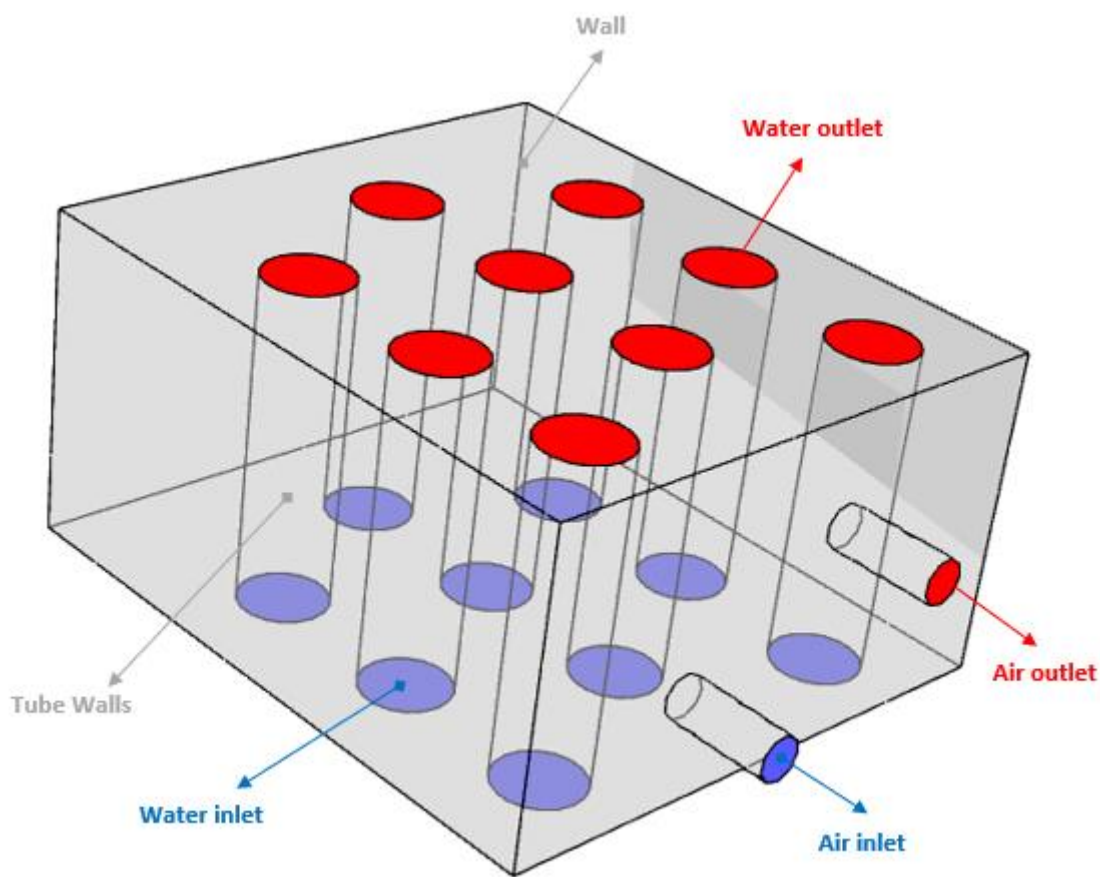
obr. 8.1 – Zjednodušená geometrii výměníku tepla

Rozměry této geometrie jsou specifikovány na následujícím obrázku.



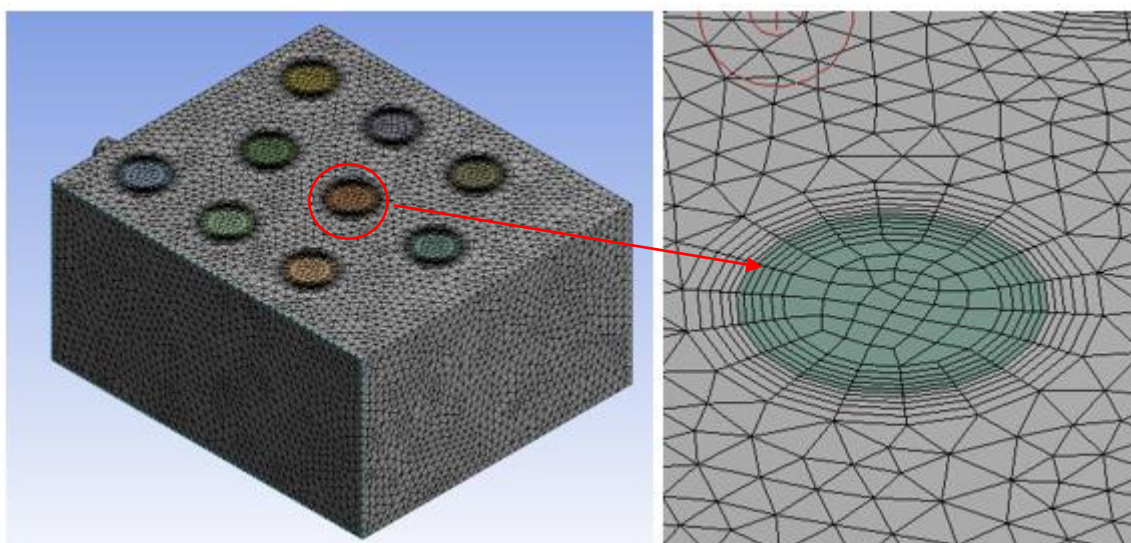
obr. 8.2 – Rozměry oblasti výměníku tepla

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:

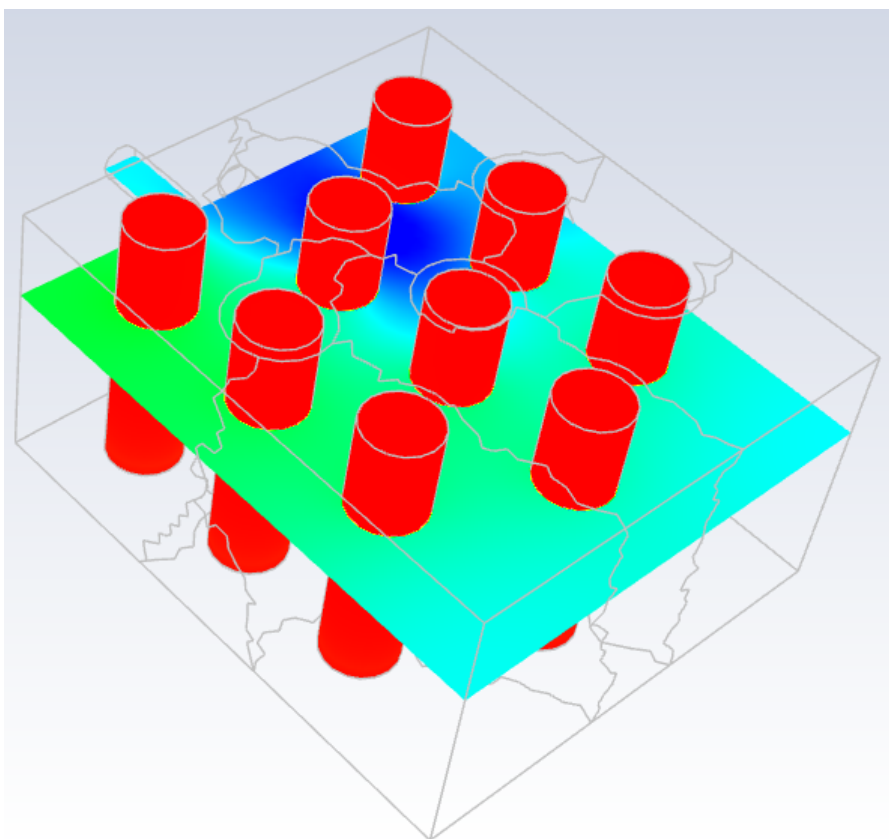
- Water inlet $\Rightarrow$ „Velocity inlet“
- Water outlet $\Rightarrow$ „Pressure outlet“
- Wall $\Rightarrow$ „Wall“
- Tubes wall $\Rightarrow$ „Wall“
- Flue gas inlet $\Rightarrow$ „Velocity inlet“
- Flue gas outlet $\Rightarrow$ „Pressure outlet“
- Water fluid $\Rightarrow$ „Fluid“
- Air fluid $\Rightarrow$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

Specifikace okrajových podmínek je uvedena v Tab. 8.2.

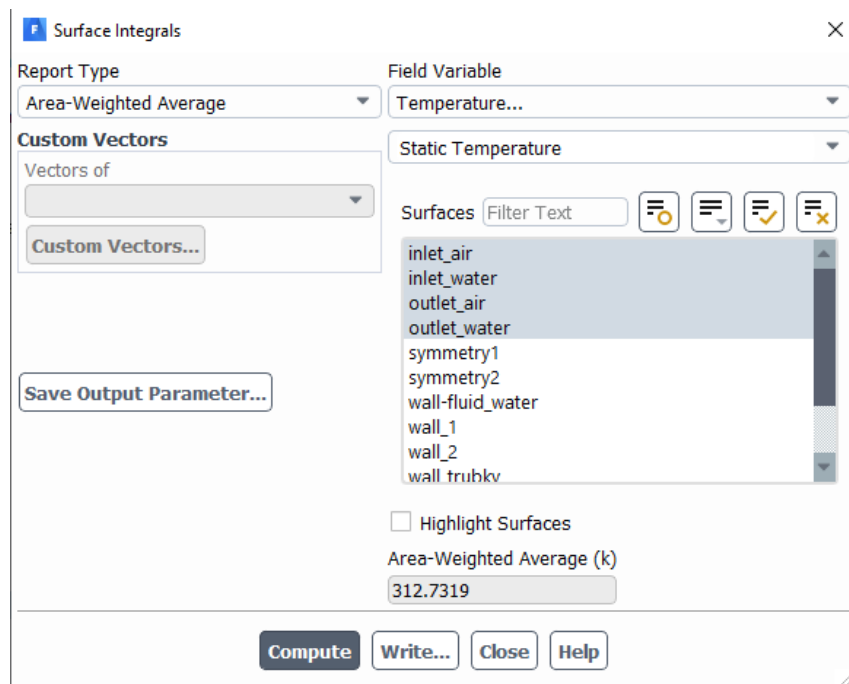
Tab. 8.2– Okrajové podmínky:

	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

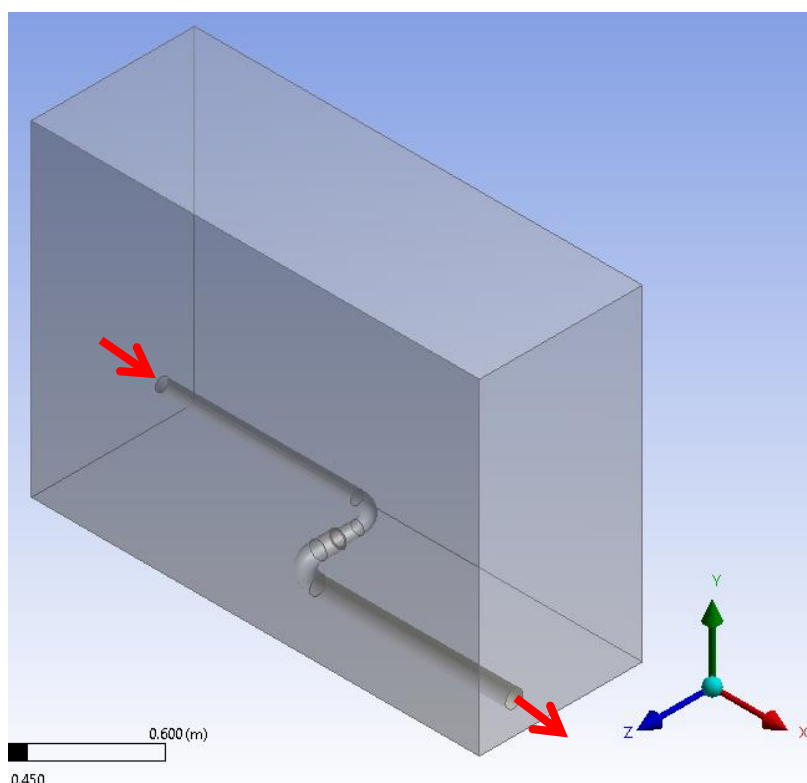
9 ŘEŠENÍ PROUDĚNÍ HYDRAULICKÝM OBVODEM S DVĚMA KOLENY I (LIČKA MIROSLAV) – HYD1

Provedte matematickou simulaci proudění vody v obvodu s přestupem tepla do okolního vzduchu. Na oblast působí gravitační síla. Definujte jednotlivé oblasti a parametry dle zadaných okrajových podmínek a výsledky zhodnoťte.

Příklady hydraulického potrubí a fitinek jsou následující:



Prvky jsou zjednodušené, definované vnitřním průměrem, redukce se skládá jen z trubek, koleny má shodný vnitřní průměr, jako připojená trubka. Po nakreslení každého elementu je třeba definovat novou rovinu na konci prvku a nový prvek na ni navázat.



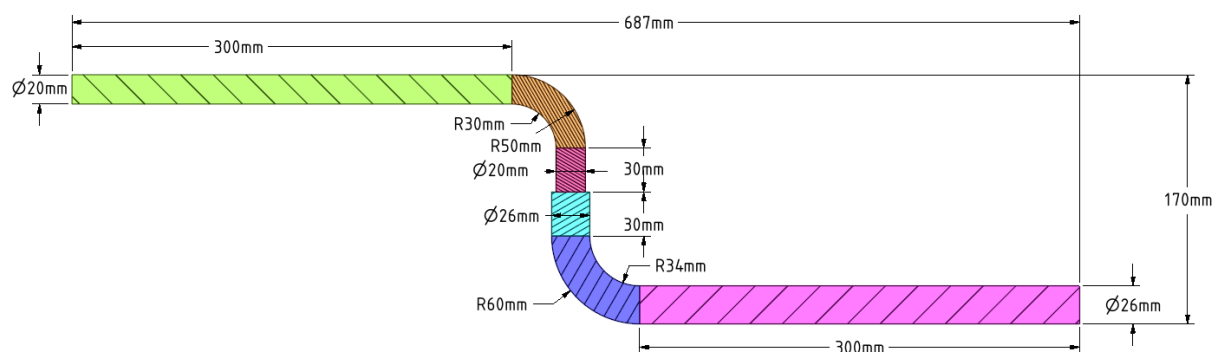
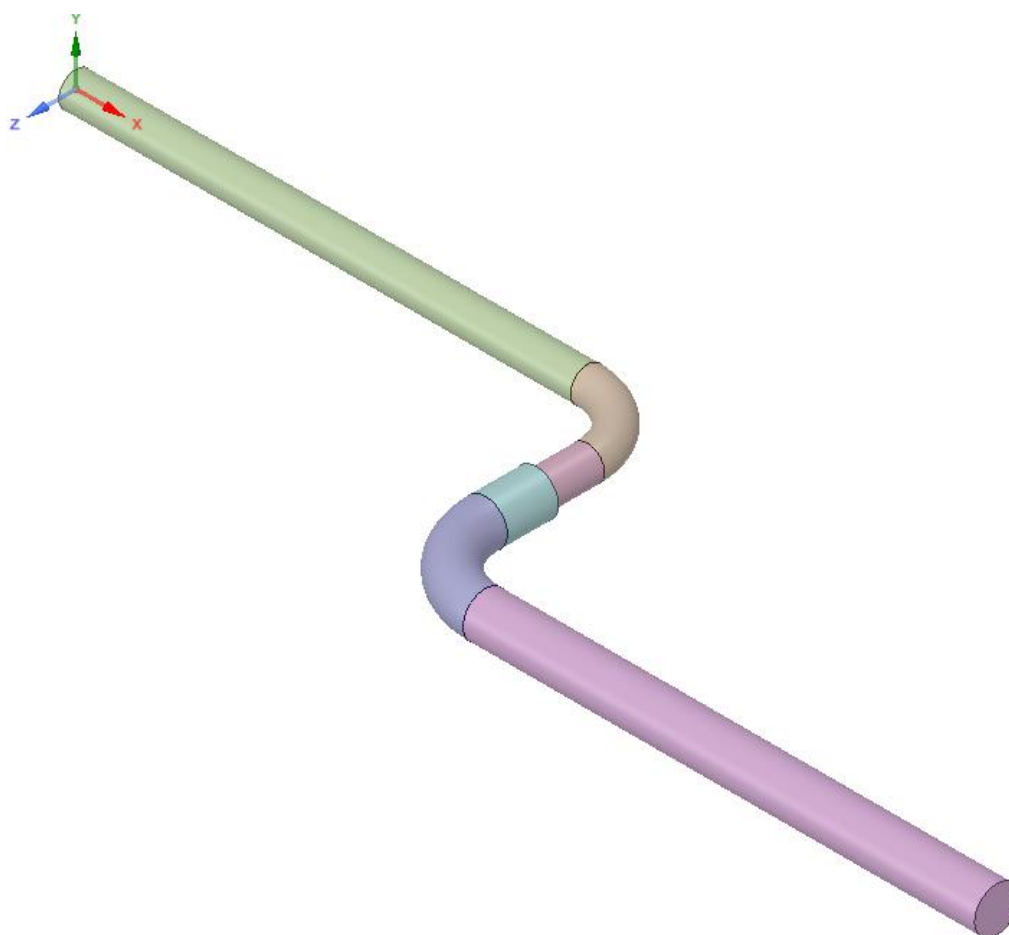
obr. 9.1 – Hydraulický obvod s koleny a okolní oblastí

Rozměry okolní oblasti jsou zadány dvěma body na úhlopříčce zleva doprava:

(0.0 -0.05 0.05) m

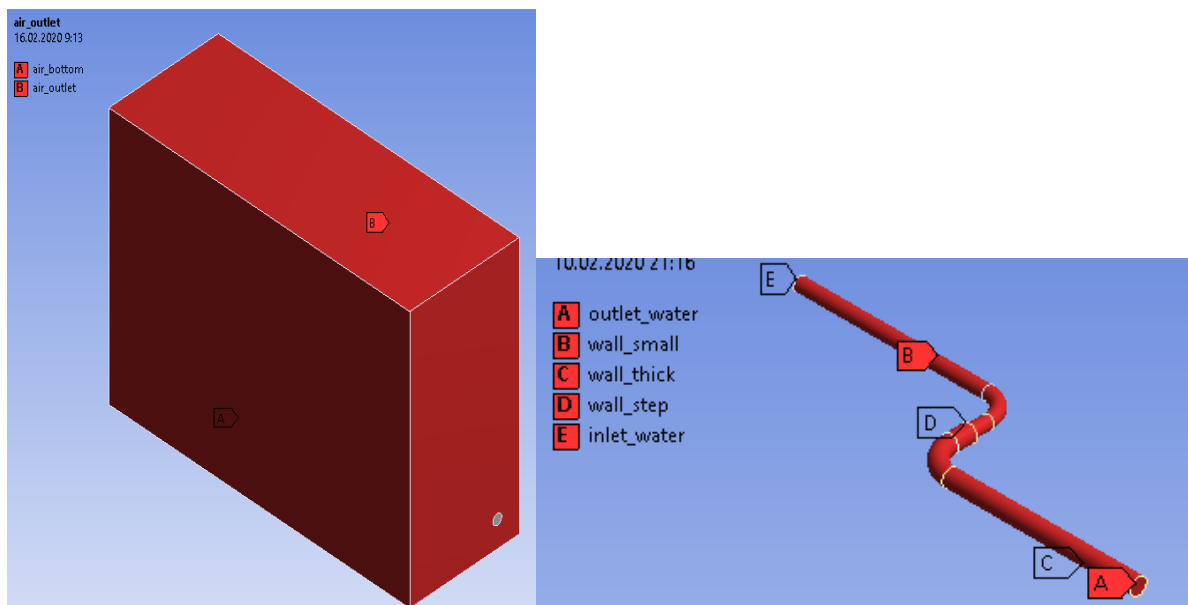
(0.687 0.45 -0.02) m

Rozměry hydraulických elementů jsou specifikovány na následujícím obrázku.



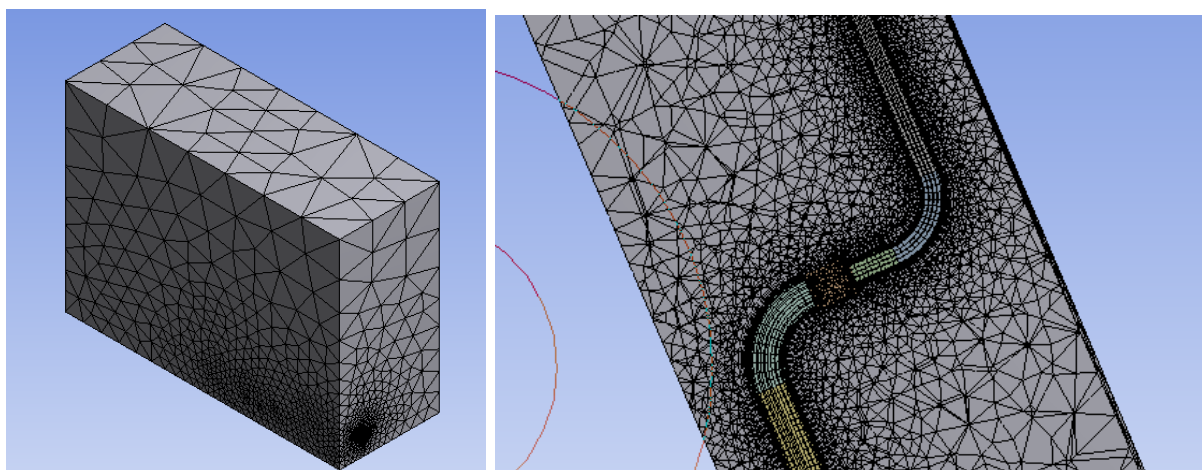
obr. 9.2 – Schéma hydraulického obvodu a kótování elementů

Okrajové podmínky oblasti vzduchu a trubkového systému jsou zobrazeny na obr. 1.3



obr. 9.3– Okrajové podmínky oblasti vzduchu a trubkového systému

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



obr. 9.4 – Zhuštění v okolí stěny kolena

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

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

Materiál	Ocel	Voda	Vzduch	Jednotka
hustota ρ	8030	998	Ideal gas	[kg.m ⁻³]
měrná tepelná kapacita c_p	502.48	4182	Kinetic theory	[J.kg ⁻¹ K ⁻¹]
tepelná vodivost λ	16.27	0.6	Kinetic theory	[W.m ⁻¹ K ⁻¹]
viskozita η		0.001	Kinetic theory	[kg.m ⁻¹ s ⁻¹]

Typy okrajových podmínek jsou následující:

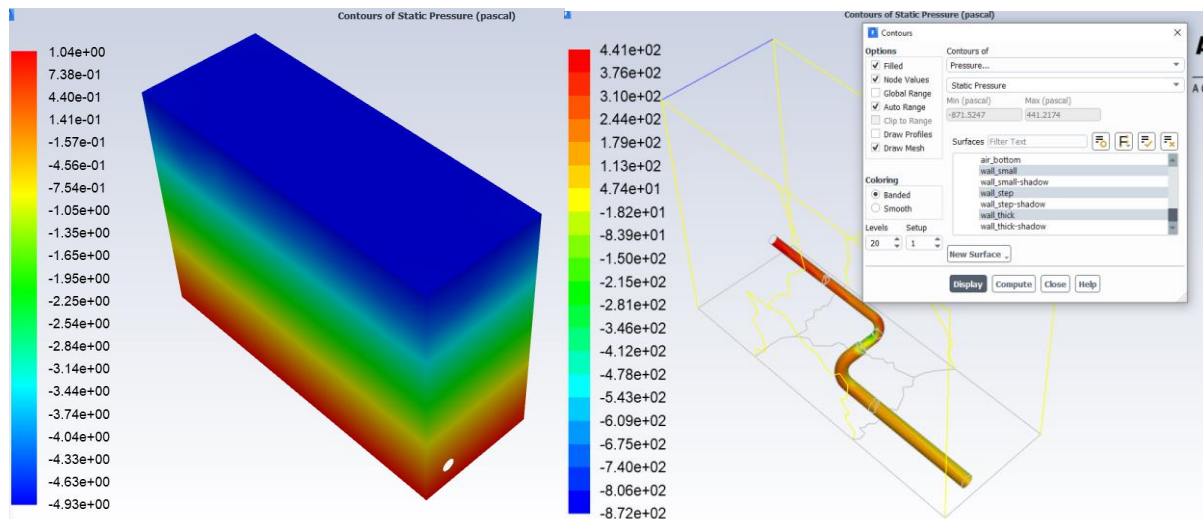
- Vstup voda $\Rightarrow$ „Velocity inlet“
- Výstup voda $\Rightarrow$ „Pressure outlet“
- Stěna silná, tenká, skok $\Rightarrow$ „Wall“
- Výstup okolí vzduch $\Rightarrow$ „Pressure outlet“
- Dolní stěna okolí vzduch $\Rightarrow$ „Wall“
- Oblast voda $\Rightarrow$ „Fluid“
- Oblast vzduch $\Rightarrow$ „Fluid“

Specifikace okrajových podmínek je uvedena v Tab. 1.2.

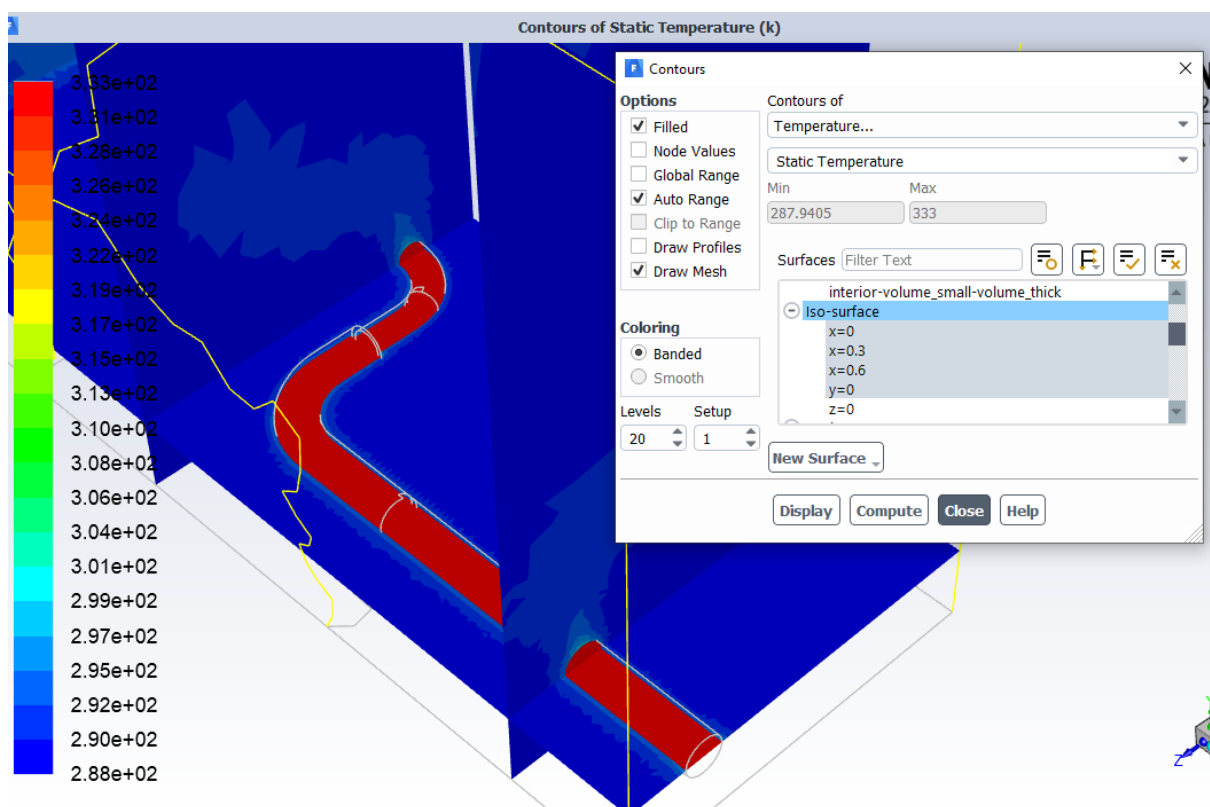
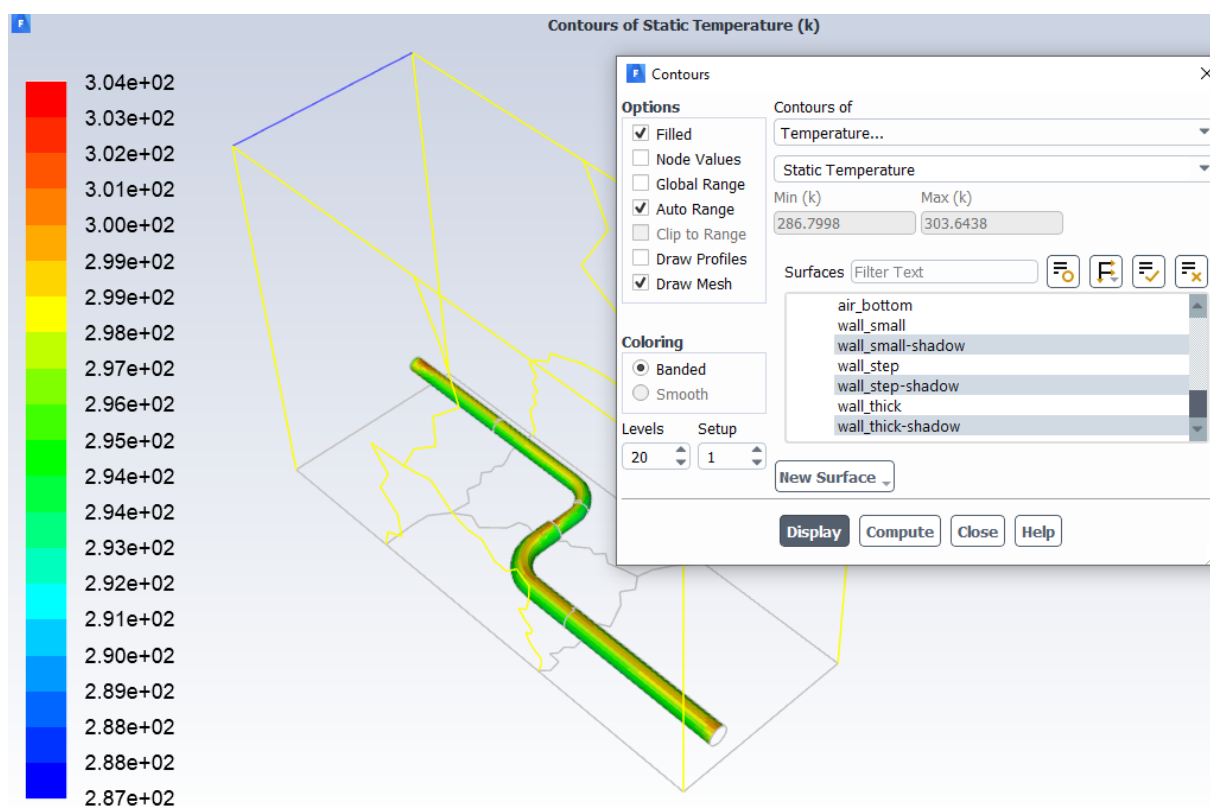
Tab. 9.2– Okrajové podmínky:

	Vstup voda	Vystup voda	Stěny voda	Vystup vzduch	Dolní stěna vzduch	Jednotky
Teplota T	333	333	coupled	300	izolovaná	[K]
Rychlost v	0.3			(0.01)		[m.s ⁻¹]
Tlak p		0		0		[Pa]
Intenzita turbulence I	0.1	0.1		0.1		[%]
Hydraulický průměr D_h	0.2	0.026		0.5		[m]

Příklady výsledků:



obr. 9.5 Statický tlak



obr. 9.6 Statická teplota na trubce a v příčném řezu

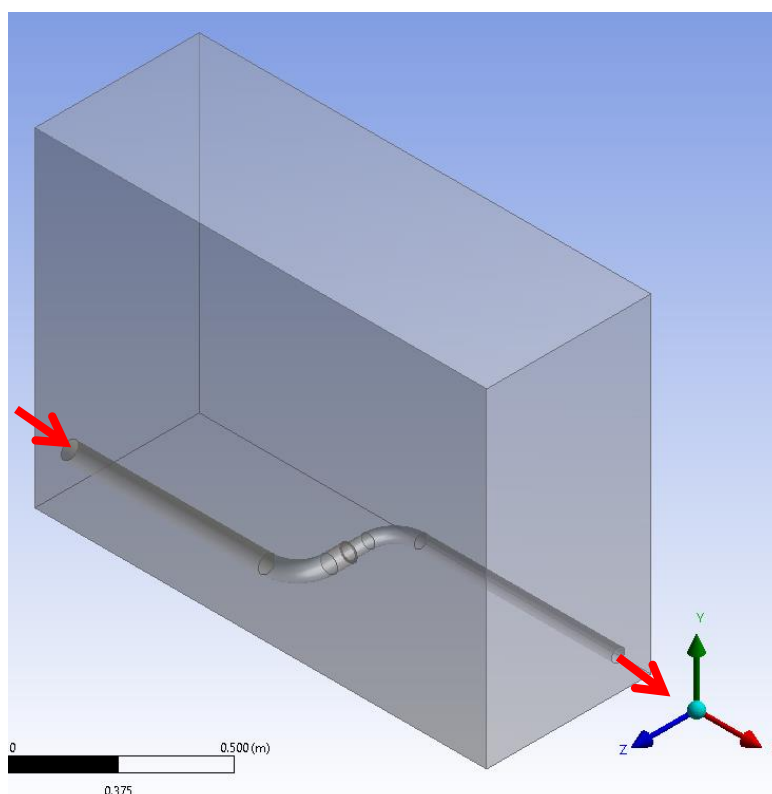
10 ŘEŠENÍ PROUDĚNÍ HYDRAULICKÝM OBVODEM S DVĚMA KOLENY II (MASNICA MICHAL) – HYD2

Provedte matematickou simulaci proudění vody v obvodu s přestupem tepla do okolního vzduchu. Na oblast působí gravitační síla. Definujte jednotlivé oblasti a parametry dle zadaných okrajových podmínek a výsledky zhodnoťte.

Příklady hydraulického potrubí a fitinek jsou následující:



Prvky jsou zjednodušené, definované vnitřním průměrem, redukce se skládá jen z trubek, koleny má shodný vnitřní průměr, jako připojená trubka. Po nakreslení každého elementu je třeba definovat novou rovinu na konci prvku a nový prvek na ni navázat.

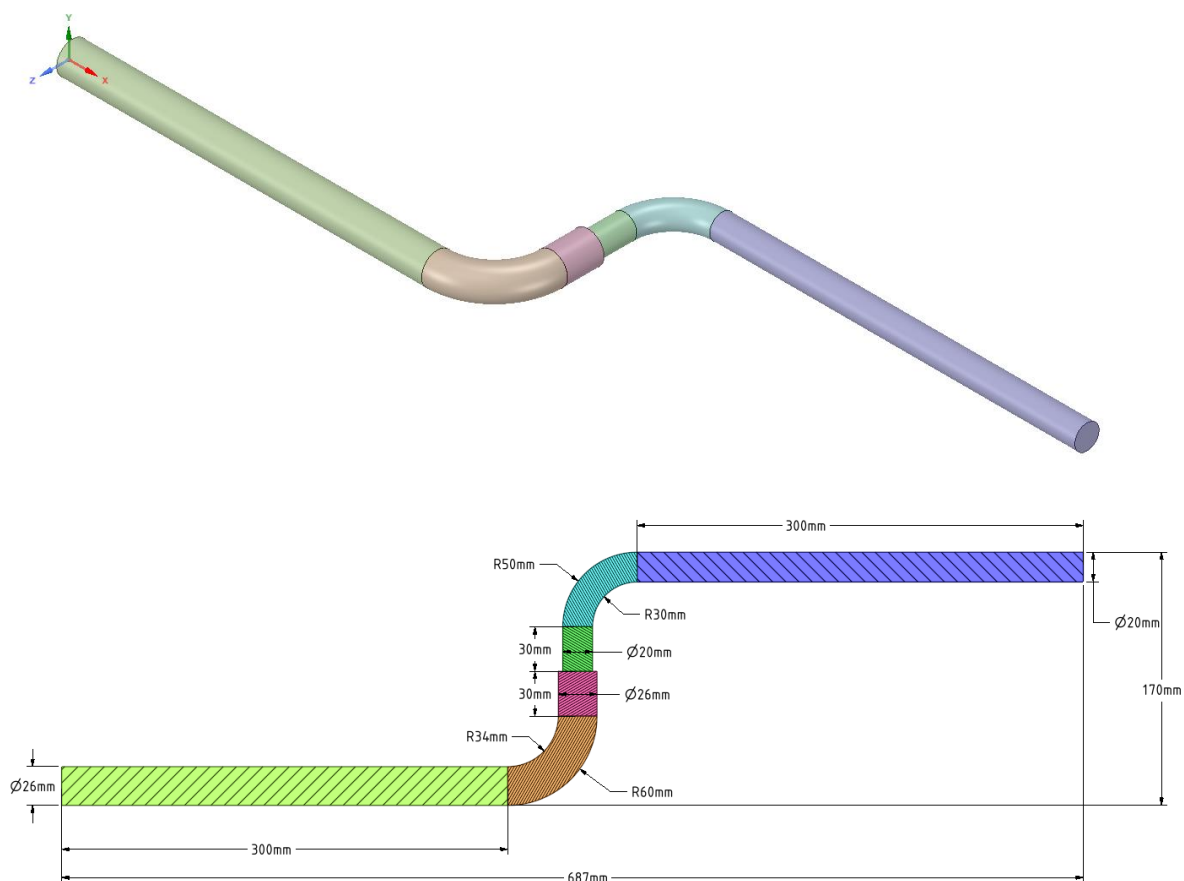


obr. 10.1 – Hydraulický obvod s koleny a okolní oblastí

Rozměry okolní oblasti jsou zadány dvěma body na úhlopříčce zleva doprava:

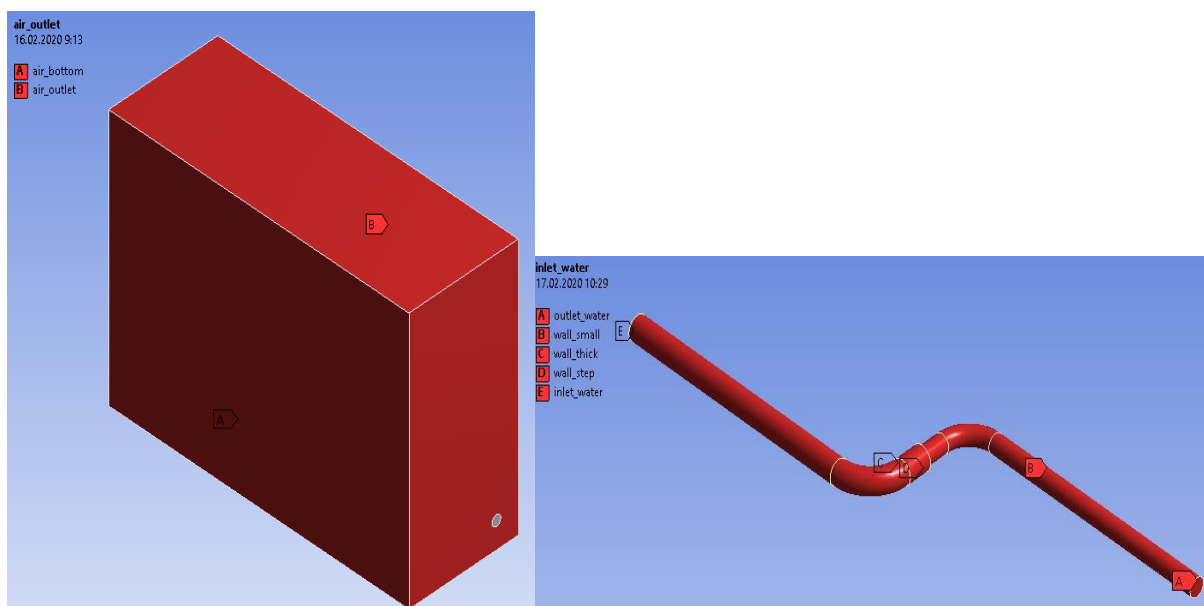
(0.0 -0.05 0.05) m
(0.687 0.45 -0.02) m

Rozměry hydraulických elementů jsou specifikovány na následujícím obrázku.



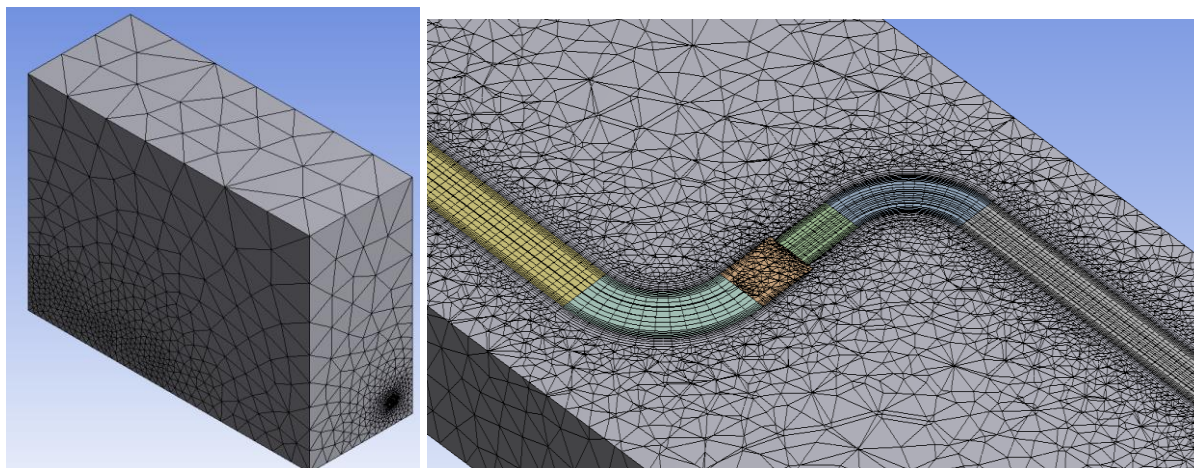
obr. 10.2 – Schéma hydraulického obvodu a kótování elementů

Okrajové podmínky oblasti vzduchu a trubkového systému jsou zobrazeny na obr. 1.3



obr. 10.3– Okrajové podmínky oblasti vzduchu a trubkového systému

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



obr. 10.4 – Zhuštění v okolí stěny kolena

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

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

Materiál	Ocel	Voda	Vzduch	Jednotka
hustota ρ	8030	998	Ideal gas	[kg.m ⁻³]
měrná tepelná kapacita c_p	502.48	4182	Kinetic theory	[J.kg ⁻¹ K ⁻¹]
tepelná vodivost λ	16.27	0.6	Kinetic theory	[W.m ⁻¹ K ⁻¹]
viskozita η		0.001	Kinetic theory	[kg.m ⁻¹ s ⁻¹]

Typy okrajových podmínek jsou následující:

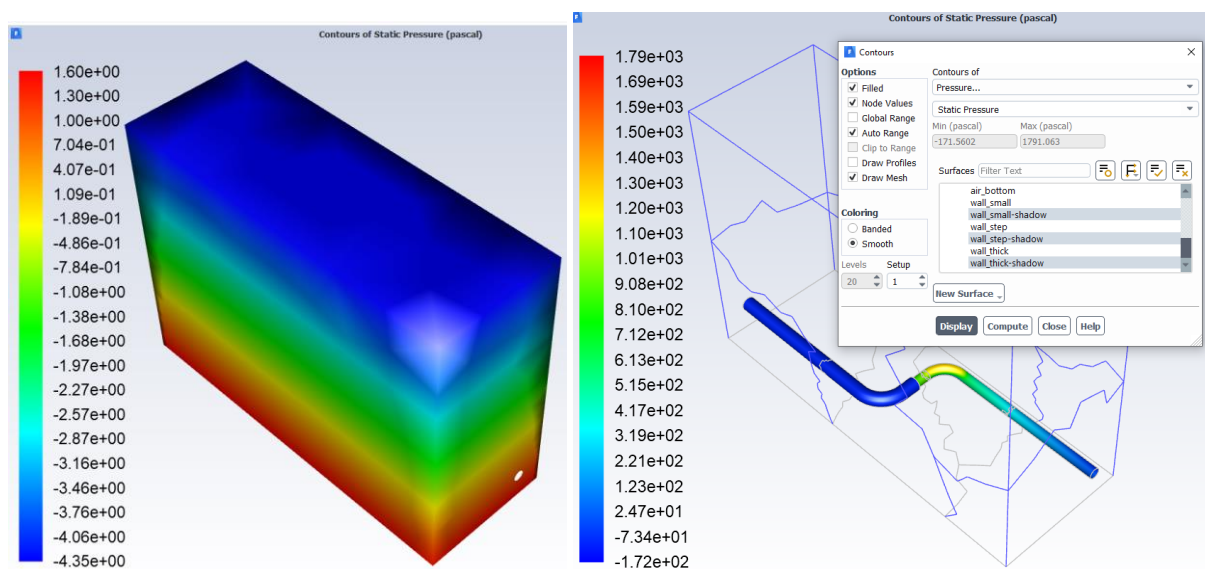
- Vstup voda $\Rightarrow$ „Velocity inlet“
- Výstup voda $\Rightarrow$ „Pressure outlet“
- Stěna silná, tenká, skok $\Rightarrow$ „Wall“
- Výstup okolí vzduch $\Rightarrow$ „Pressure outlet“
- Dolní stěna okolí vzduch $\Rightarrow$ „Wall“
- Oblast voda $\Rightarrow$ „Fluid“
- Oblast vzduch $\Rightarrow$ „Fluid“

Specifikace okrajových podmínek je uvedena v Tab. 1.2.

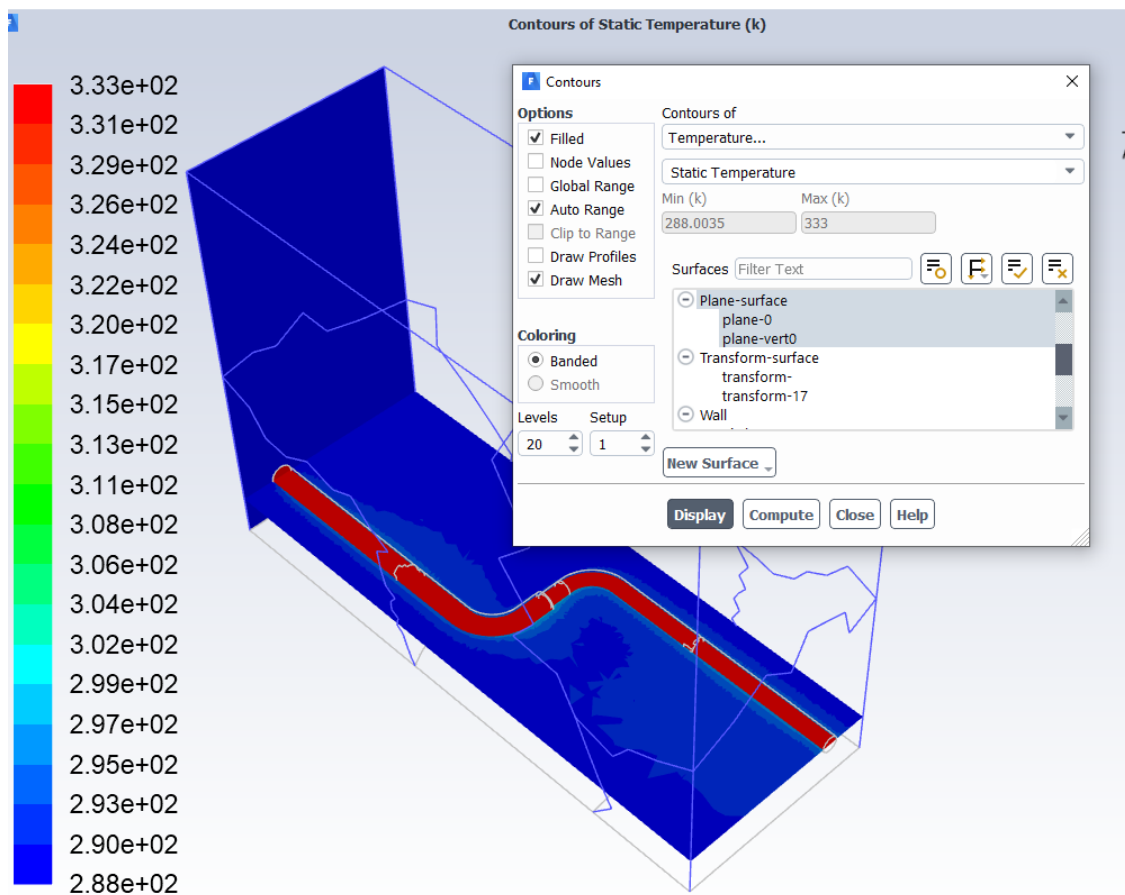
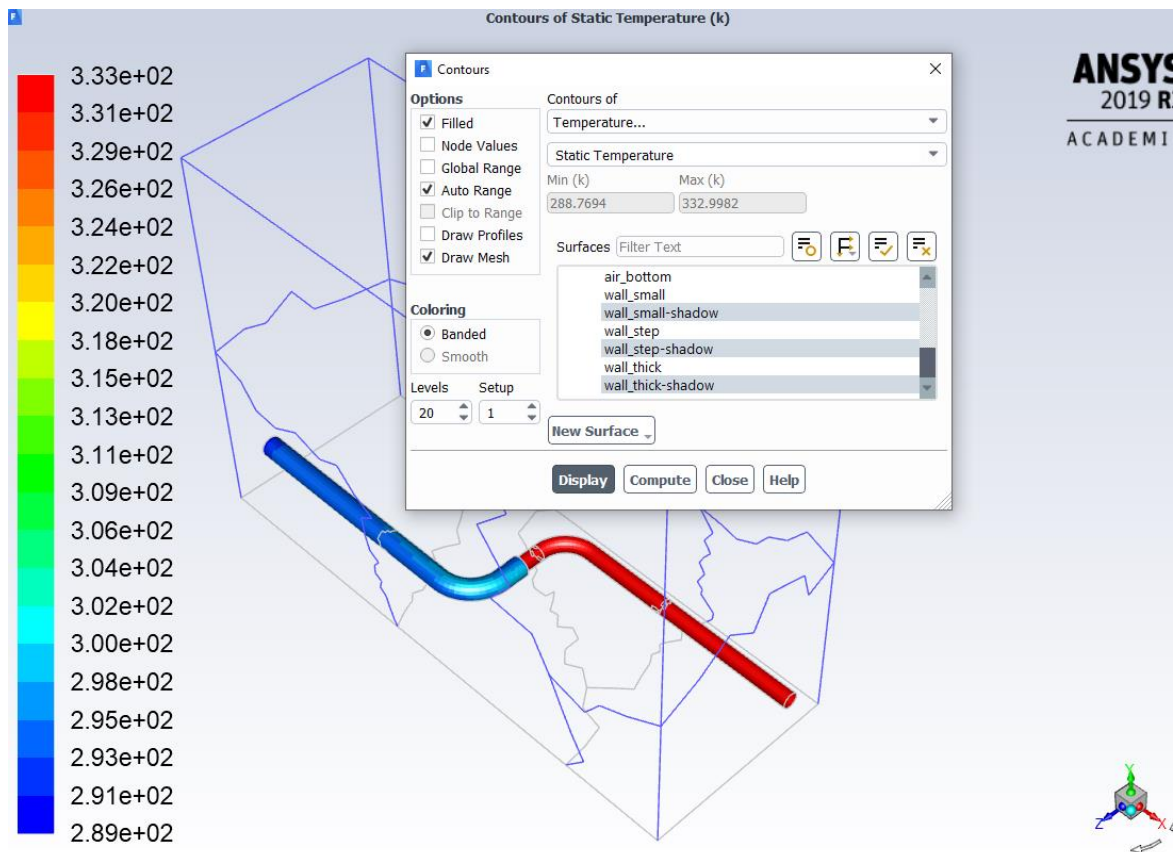
Tab. 10.2– Okrajové podmínky:

	Vstup voda	Vystup voda	Stěny voda	Vystup vzduch	Dolní stěna vzduch	Jednotky
Teplota T	333	333	coupled	300	izolovaná	[K]
Rychlost v	0.3			(0.01)		[m.s ⁻¹]
Tlak p		0		0		[Pa]
Intenzita turbulence I	0.1	0.1		0.1		[%]
Hydraulický průměr D_h	0.2	0.026		0.5		[m]

Příklady výsledků:



obr. 10.5 Statický tlak



obr. 10.6 Statická teplota na trubce a v příčném řezu

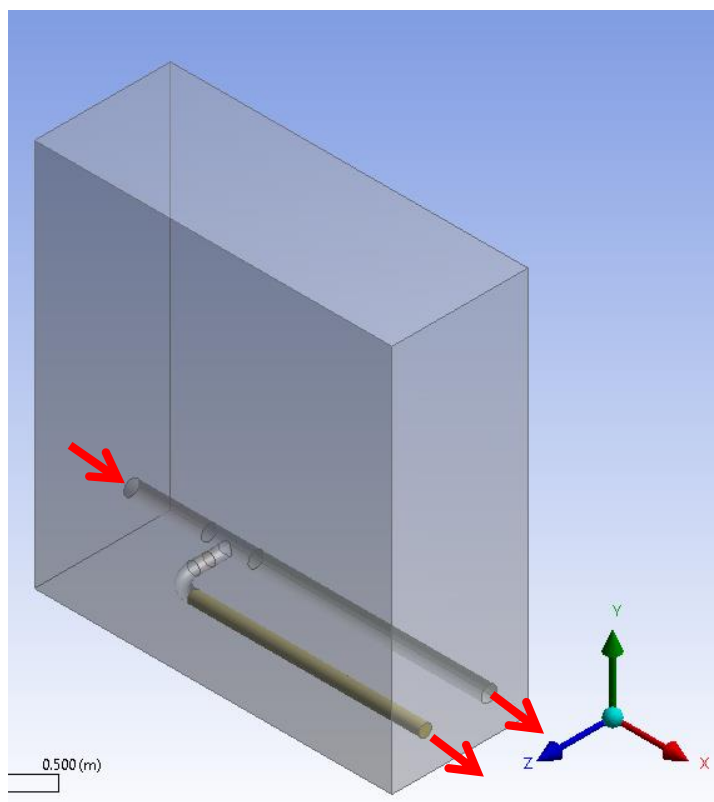
11 ŘEŠENÍ PROUDĚNÍ HYDRAULICKÝM OBVODEM S T KUSEM A KOLENEM I (NOVÁK JAKUB) – HYD3

Proveďte matematickou simulaci proudění vody v obvodu s přestupem tepla do okolního vzduchu dle obr. 11.1. Na oblast působí gravitační síla. Definujte jednotlivé oblasti a parametry dle zadaných okrajových podmínek a výsledky zhodnoťte.

Příklady hydraulického potrubí a fitinek jsou následující:



Prvky jsou zjednodušené, definované vnitřním průměrem, redukce se skládá jen z trubek, koleno má shodný vnitřní průměr, jako připojená trubka. Po nakreslení každého elementu je třeba definovat novou rovinu na konci prvku a nový prvek na ni navázat.

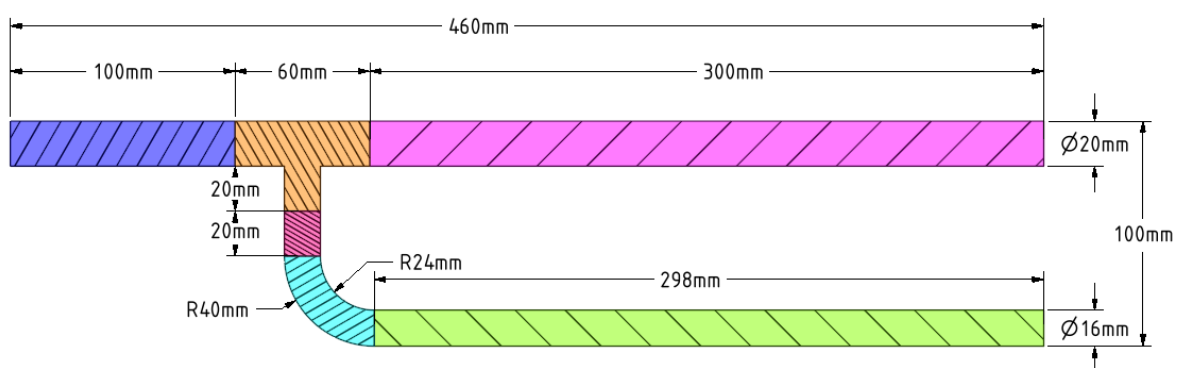
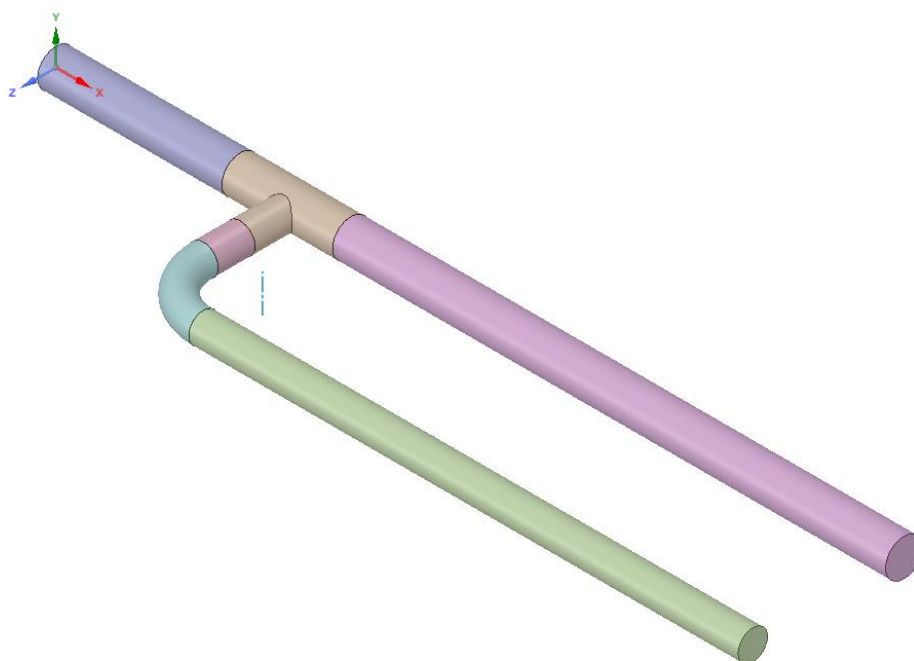


obr. 11.1 – Hydraulický obvod s koleny a okolní oblastí

Rozměry okolní oblasti jsou zadány dvěma body na úhlopříčce zleva doprava:

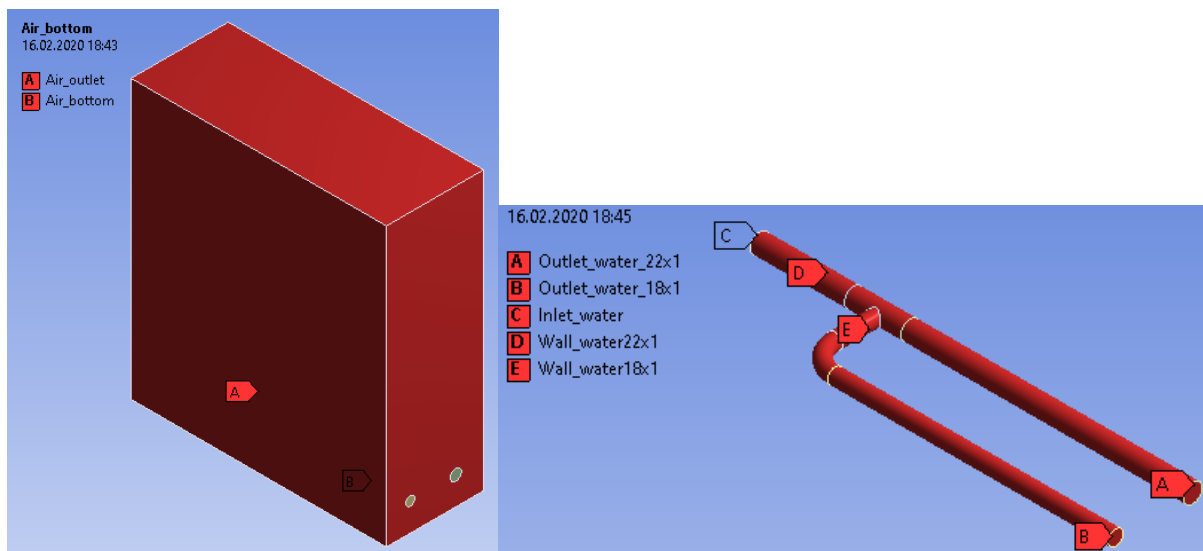
(0.0 -0.05 0.125) m
(0.46 0.045 -0.05) m

Rozměry hydraulických elementů jsou specifikovány na následujícím obrázku.



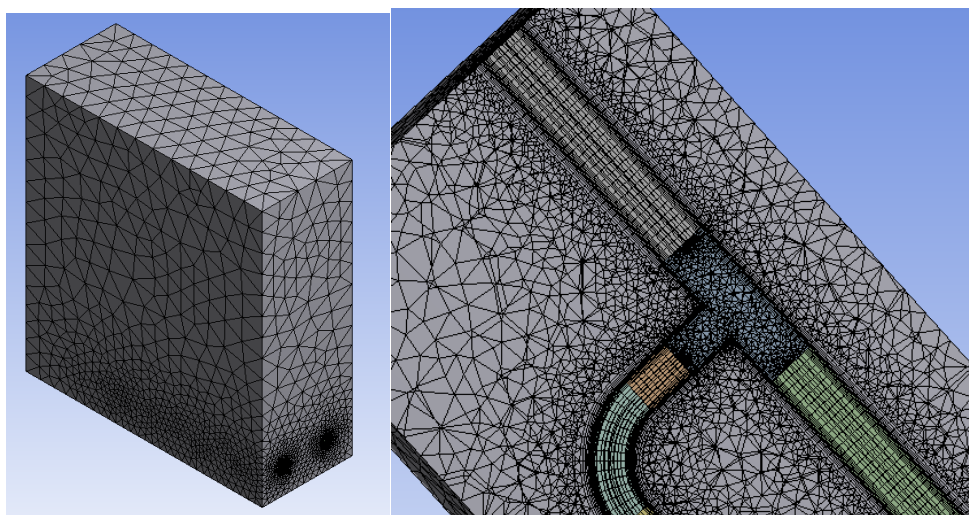
obr. 11.2 – Schéma hydraulického obvodu a kótování elementů

Okrajové podmínky oblasti vzduchu a trubkového systému jsou zobrazeny na obr. 11.3.



obr. 11.3– Okrajové podmínky oblasti vzduchu a trubkového systému

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



obr. 11.4 – Zhuštění v okolí stěny kolena

Fyzikální vlastnosti proudících médií a pevného materiálu jsou definovány v

Tab. 11.1 – Fyzikální vlastnosti materiálu (ocel, voda) při 300 K:

Materiál	Ocel	Voda	Vzduch	Jednotka
hustota ρ	8030	998	Ideal gas	[kg.m ⁻³]
měrná tepelná kapacita c_p	502.48	4182	Kinetic theory	[J.kg ⁻¹ K ⁻¹]
tepelná vodivost λ	16.27	0.6	Kinetic theory	[W.m ⁻¹ K ⁻¹]
viskozita η		0.001	Kinetic theory	[kg.m ⁻¹ s ⁻¹]

Typy okrajových podmínek jsou následující:

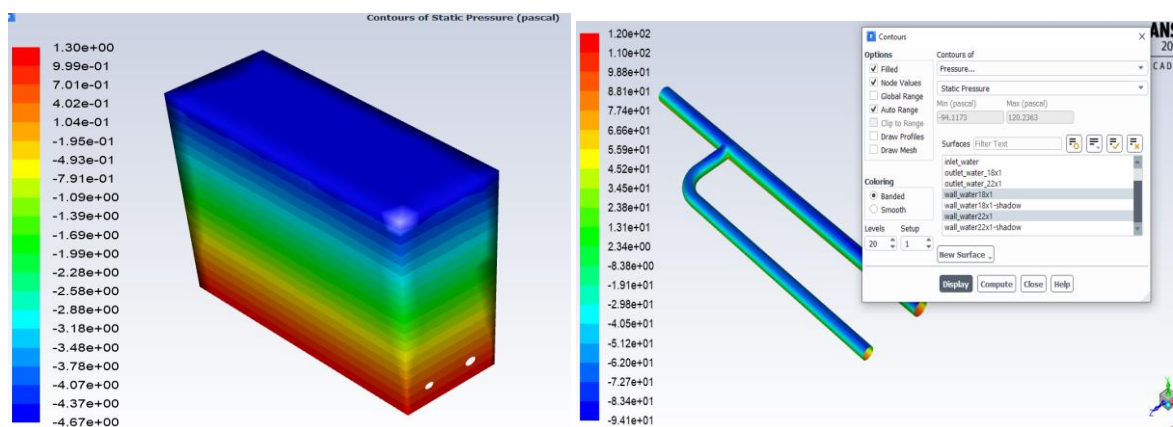
- Vstup voda $\Rightarrow$ „Velocity inlet“
- Výstup voda $\Rightarrow$ „Pressure outlet“
- Stěna silná, tenká, skok $\Rightarrow$ „Wall“
- Výstup okolí vzduch $\Rightarrow$ „Pressure outlet“
- Dolní stěna okolí vzduch $\Rightarrow$ „Wall“
- Oblast voda $\Rightarrow$ „Fluid“
- Oblast vzduch $\Rightarrow$ „Fluid“

Specifikace okrajových podmínek je uvedena v Tab. 1.1 Tab. 11.2.

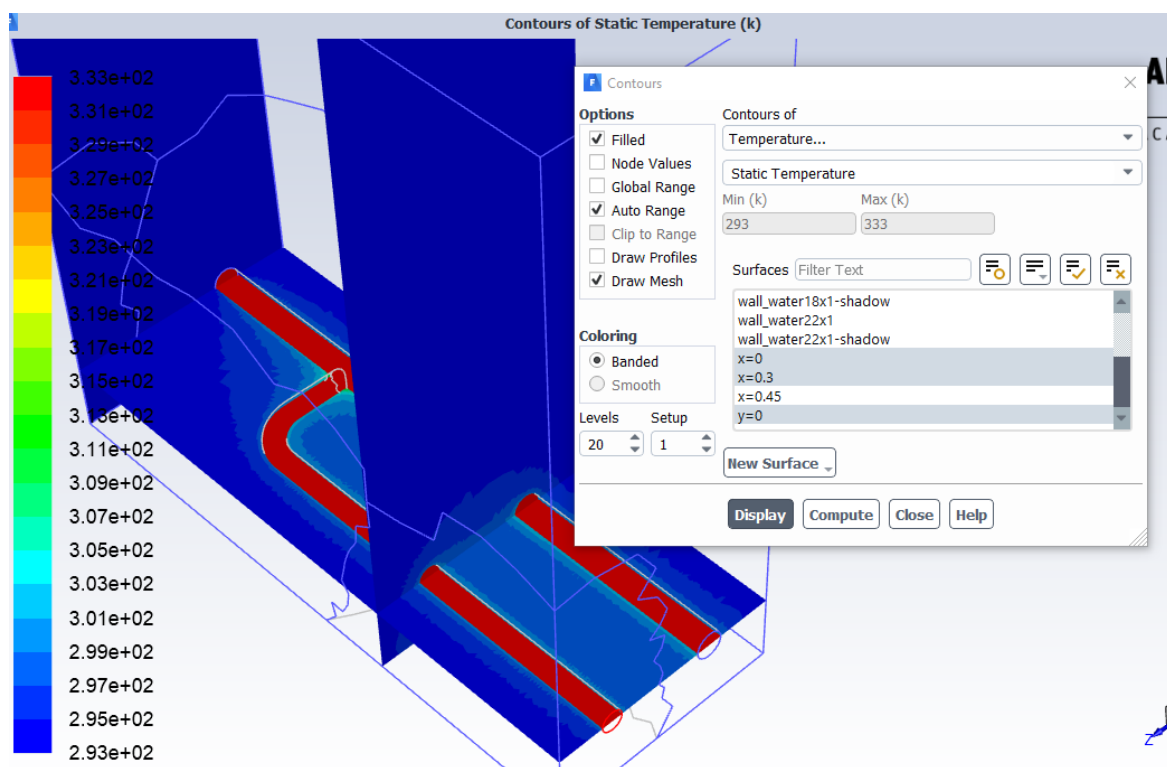
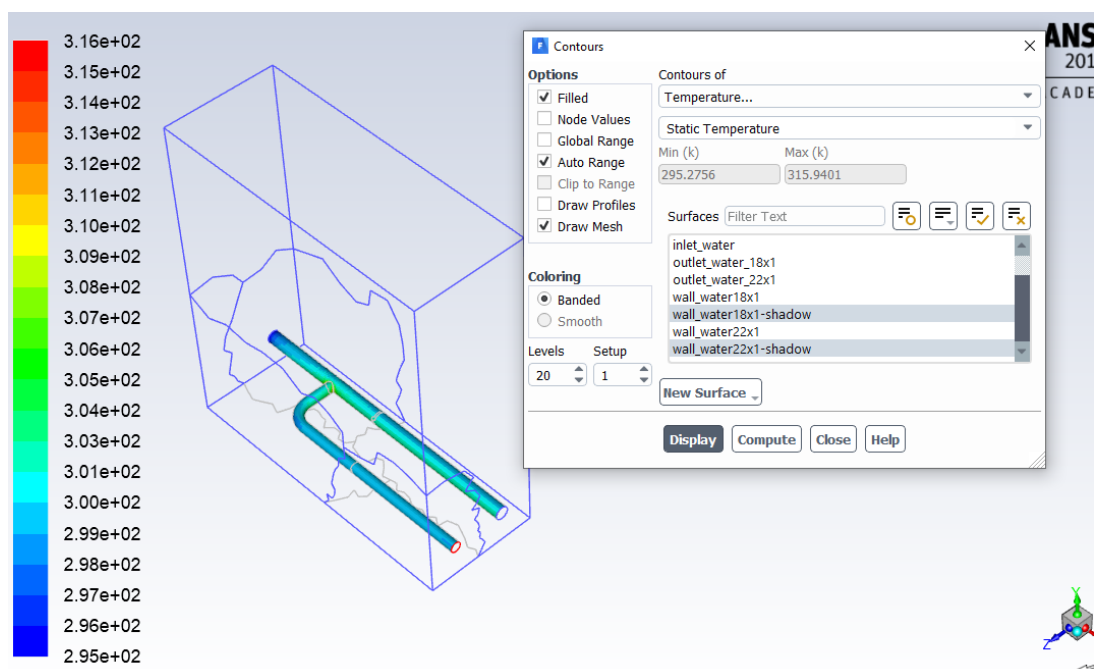
Tab. 11.2– Okrajové podmínky:

	Vstup voda	Vystup voda	Stěny voda	Vystup vzduch	Dolní stěna vzduch	Jednotky
Teplota T	333	333	coupled	300	izolovaná	[K]
Velocity u	0.3			(0.01)		[m.s ⁻¹]
Tlak p		0		0		[Pa]
Intenzita turbulence I	0.1	0.1		0.1		[%]
Hydraulický průměr D_h	0.2	0.026		0.5		[m]

Příklady výsledků:



obr. 11.5 Statický tlak



obr. 11.6 Statická teplota na trubce a v příčném řezu

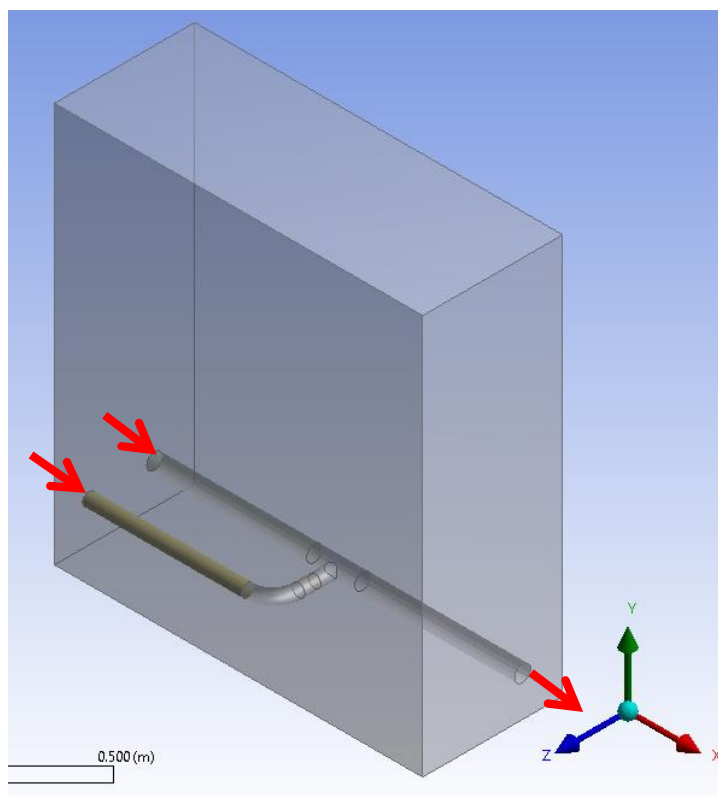
12 ŘEŠENÍ PROUDĚNÍ HYDRAULICKÝM OBVODEM S T KUSEM A KOLENEM II (PRUCEK DANIEL) – HYD4

Provedte matematickou simulaci proudění vody v obvodu s přestupem tepla do okolního vzduchu dle obr. 11.1. Na oblast působí gravitační síla. Definujte jednotlivé oblasti a parametry dle zadaných okrajových podmínek a výsledky zhodnoťte.

Příklady hydraulického potrubí a fitinek jsou následující:



Prvky jsou zjednodušené, definované vnitřním průměrem, redukce se skládá jen z trubek, koleno má shodný vnitřní průměr, jako připojená trubka. Po nakreslení každého elementu je třeba definovat novou rovinu na konci prvku a nový prvek na ni navázat.

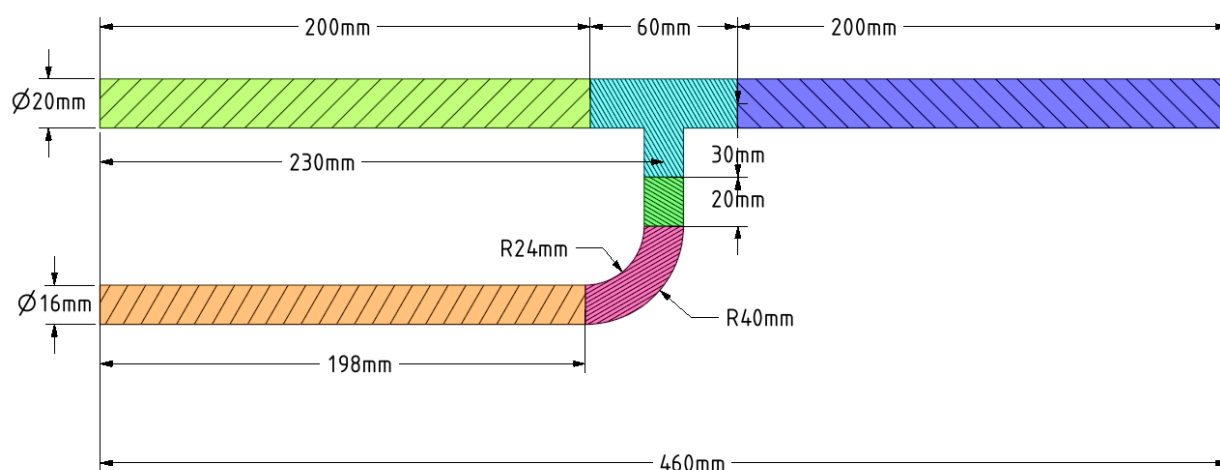
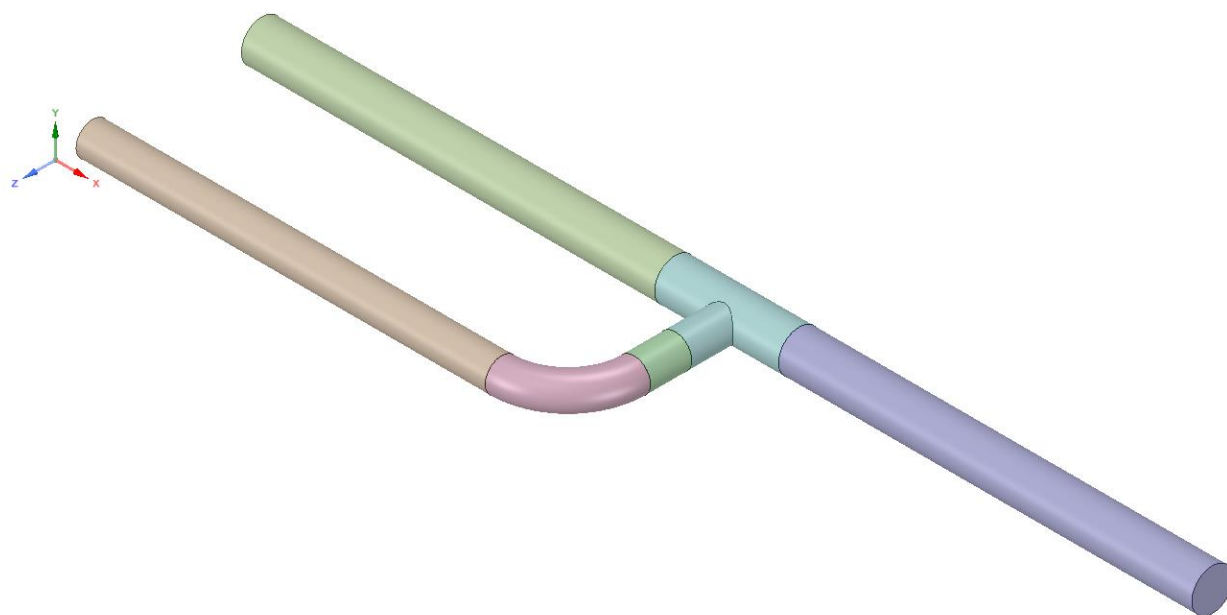


obr. 12.1 – Hydraulický obvod s koleny a okolní oblastí

Rozměry okolní oblasti jsou zadány dvěma body na úhlopříčce zleva doprava:

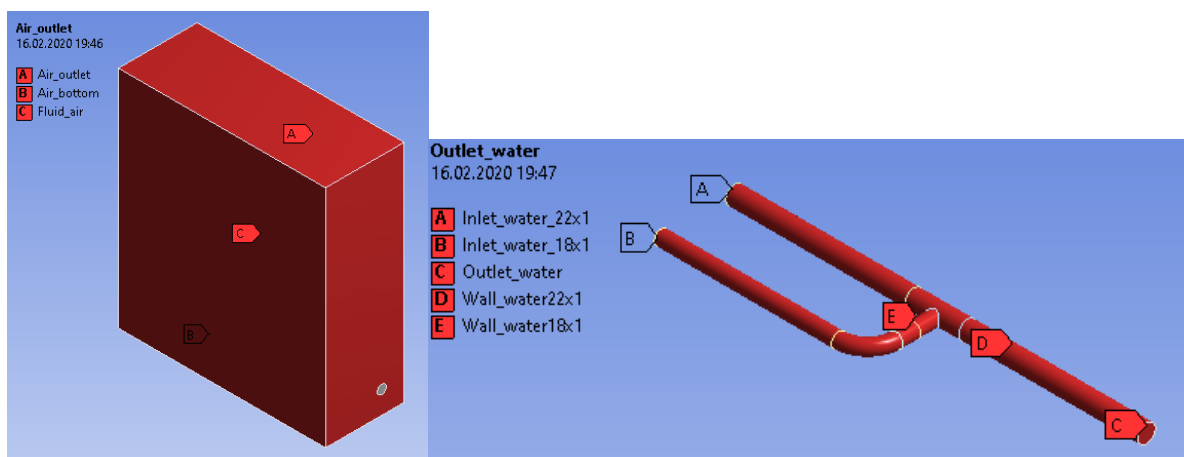
(0.0 -0.05 0.025) m
(0.46 0.045 -0.15) m

Rozměry hydraulických elementů jsou specifikovány na následujícím obrázku.



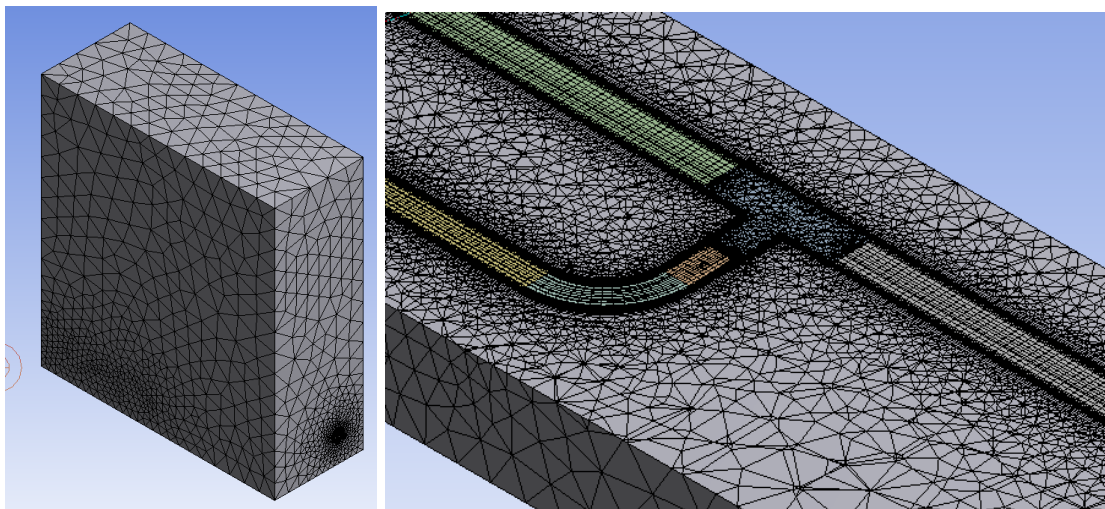
obr. 12.2 – Schéma hydraulického obvodu a kótování elementů

Okrajové podmínky oblasti vzduchu a trubkového systému jsou zobrazeny na obr. 11.3.



obr. 12.3– Okrajové podmínky oblasti vzduchu a trubkového systému

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



obr. 12.4 – Zhuštění v okolí stěny kolena

Fyzikální vlastnosti proudících médií a pevného materiálu jsou definovány v Tab. 12.1

Tab. 12.1 – Fyzikální vlastnosti materiálu (ocel, voda) při 300 K:

Materiál	Ocel	Voda	Vzduch	Jednotka
hustota ρ	8030	998	Ideal gas	[kg.m ⁻³]
měrná tepelná kapacita c_p	502.48	4182	Kinetic theory	[J.kg ⁻¹ K ⁻¹]
tepelná vodivost λ	16.27	0.6	Kinetic theory	[W.m ⁻¹ K ⁻¹]
viskozita η		0.001	Kinetic theory	[kg.m ⁻¹ s ⁻¹]

Typy okrajových podmínek jsou následující:

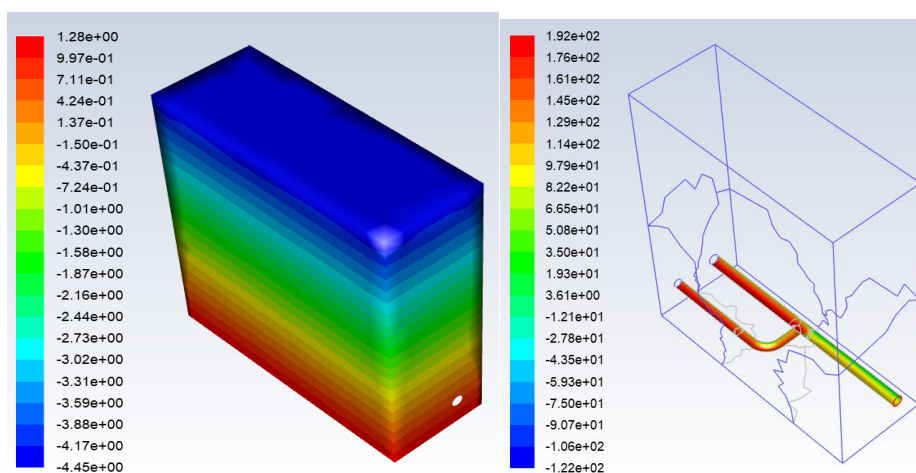
- Vstup voda $\Rightarrow$ „Velocity inlet“
- Výstup voda $\Rightarrow$ „Pressure outlet“
- Stěna silná, tenká, skok $\Rightarrow$ „Wall“
- Výstup okolí vzduch $\Rightarrow$ „Pressure outlet“
- Dolní stěna okolí vzduch $\Rightarrow$ „Wall“
- Oblast voda $\Rightarrow$ „Fluid“
- Oblast vzduch $\Rightarrow$ „Fluid“

Specifikace okrajových podmínek je uvedena v Tab. 12.2

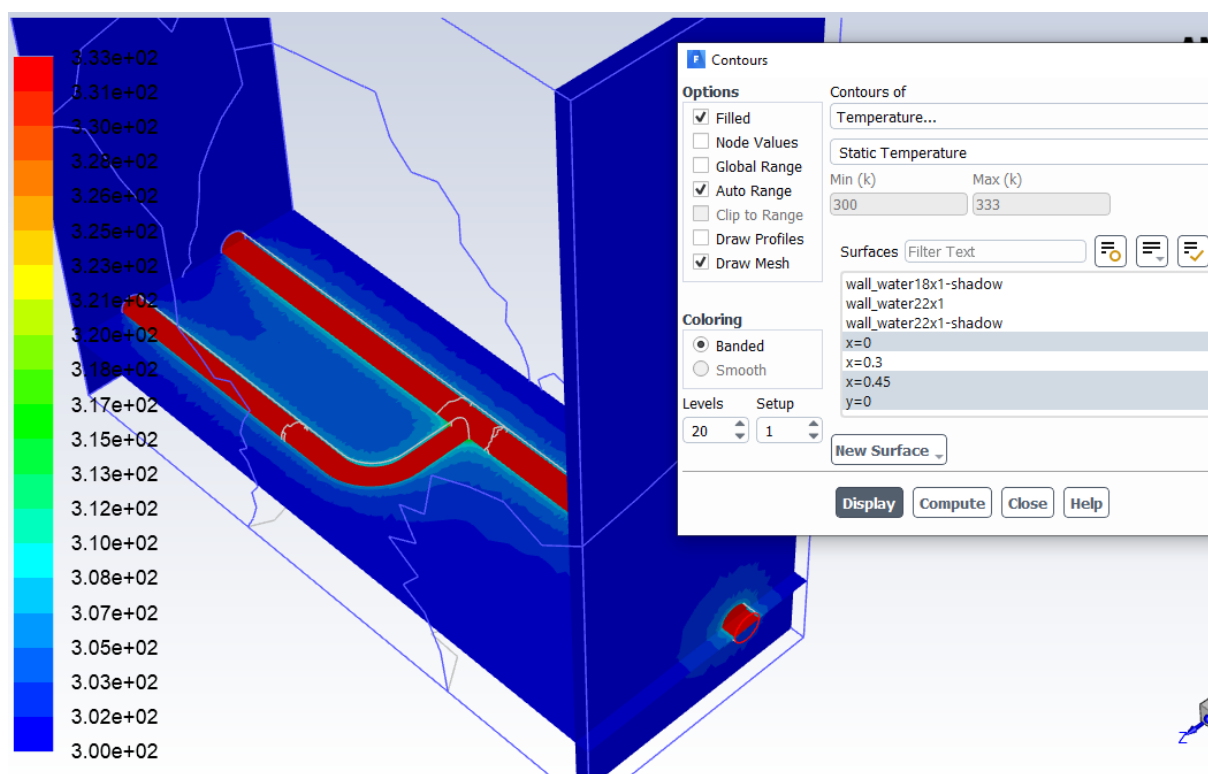
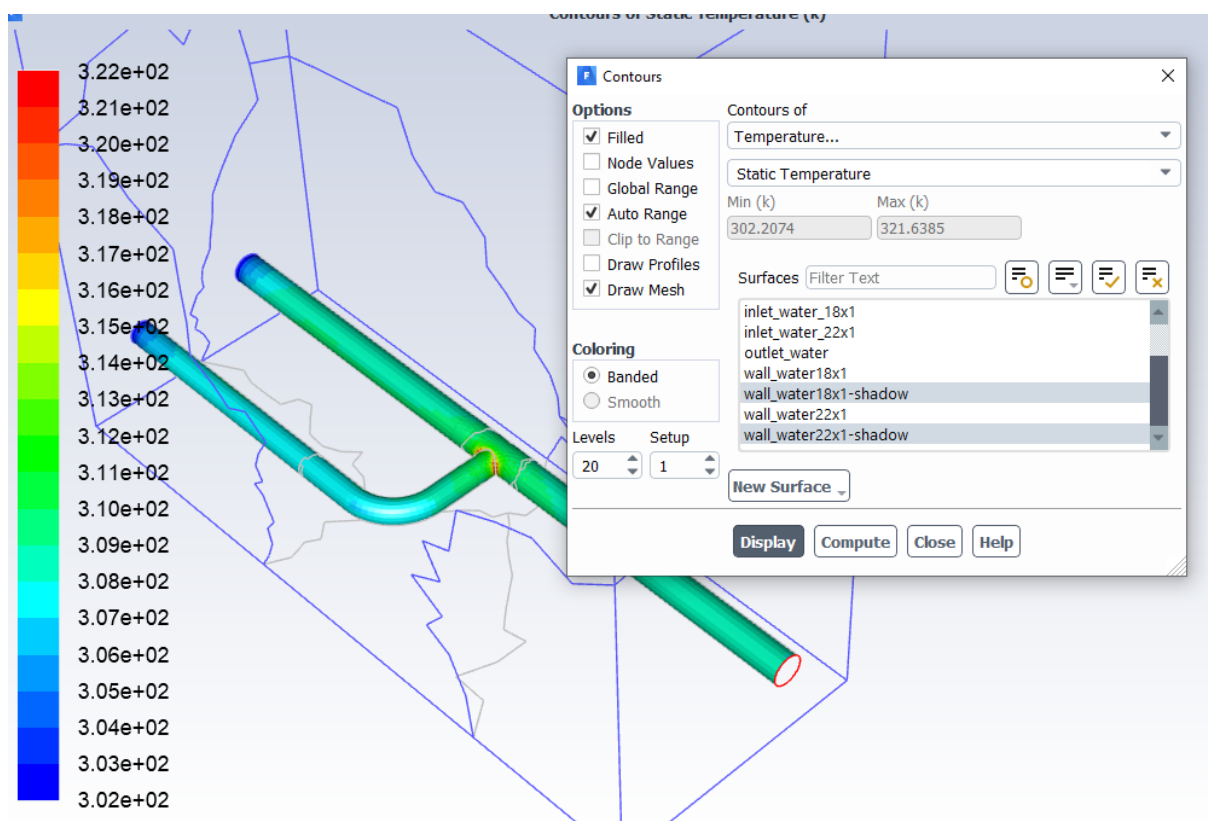
Tab. 12.2– Okrajové podmínky:

	Vstup voda	Vystup voda	Stěny voda	Vystup vzduch	Dolní stěna vzduch	Jednotky
Teplota T	333	333	coupled	300	izolovaná	[K]
Rychlost u	0.1			(0.01)		[m.s ⁻¹]
Tlak p		0		0		[Pa]
Intenzita turbulence I	0.1	0.1		0.1		[%]
Hydraulický průměr D_h	0.2	0.026		0.5		[m]

Příklady výsledků:



obr. 12.5 Statický tlak



obr. 12.6 Statická teplota na trubce a v příčném řezu

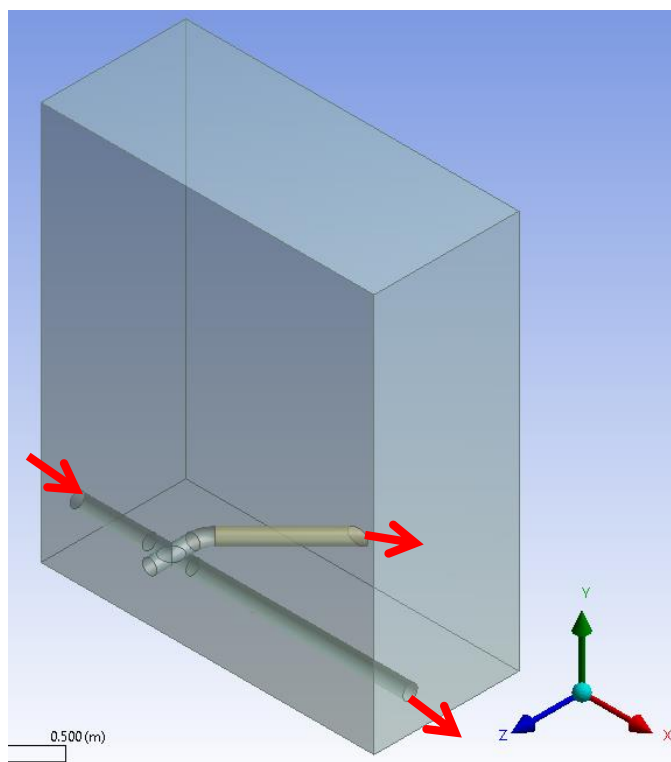
13 ŘEŠENÍ PROUDĚNÍ HYDRAULICKÝM OBVODEM S 2 VÝSTUPY (VÍTEK TOMÁŠ) – HYD5

Proveďte matematickou simulaci proudění vody v obvodu s přestupem tepla do okolního vzduchu dle obr. 11.1. Na oblast působí gravitační síla. Definujte jednotlivé oblasti a parametry dle zadaných okrajových podmínek a výsledky zhodnoťte.

Příklady hydraulického potrubí a fitinek jsou následující:



Prvky jsou zjednodušené, definované vnitřním průměrem, redukce se skládá jen z trubek, koleno má shodný vnitřní průměr, jako připojená trubka. Po nakreslení každého elementu je třeba definovat novou rovinu na konci prvku a nový prvek na ni navázat.

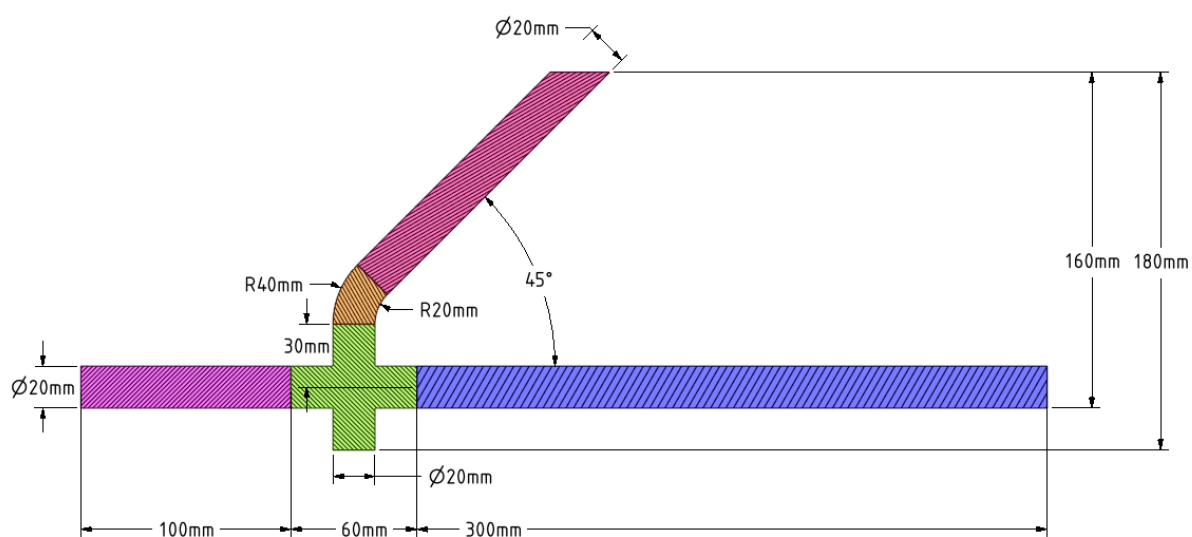
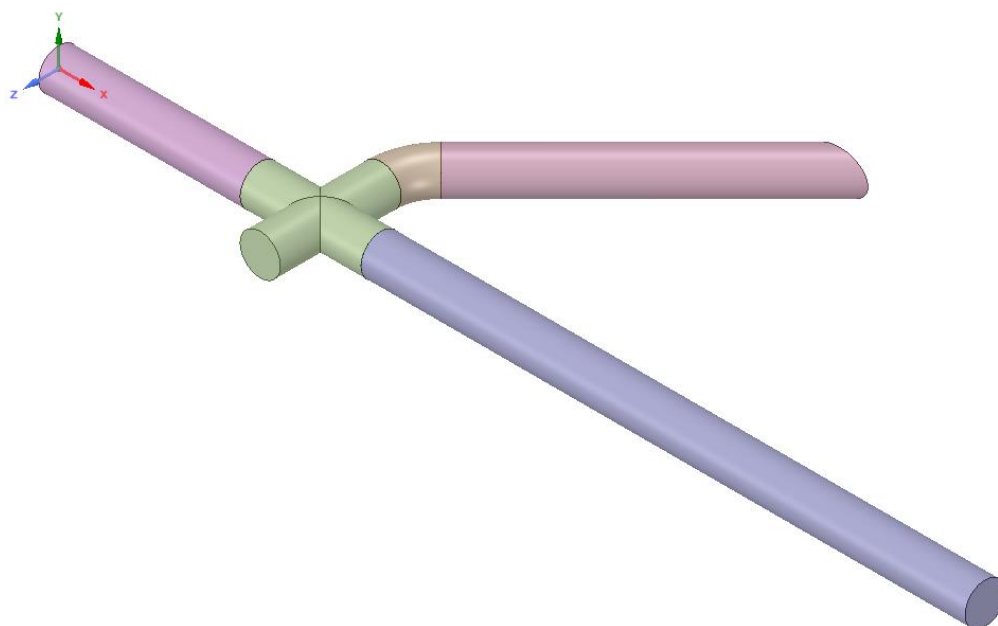


obr. 13.1 – Hydraulický obvod s koleny a okolní oblastí

Rozměry okolní oblasti jsou zadány dvěma body na úhlopříčce zleva doprava:

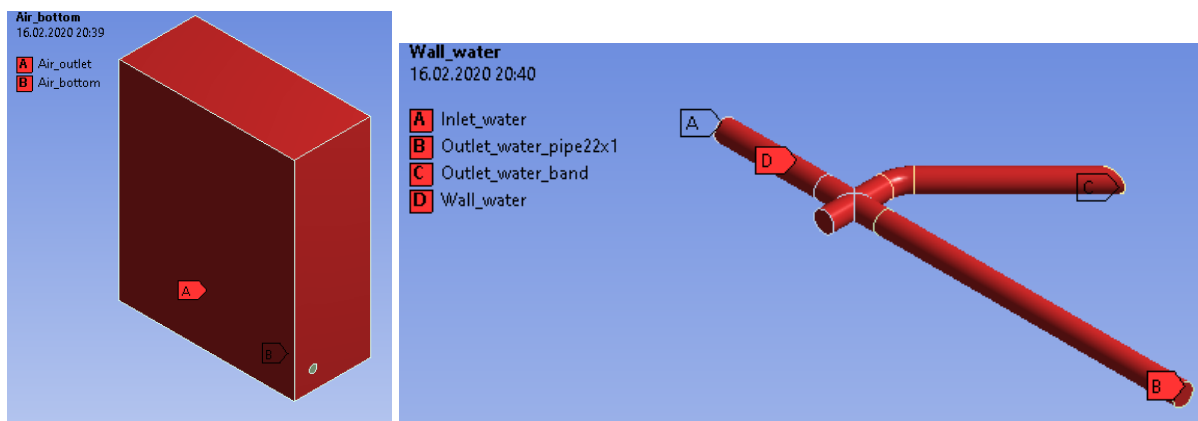
(0.0 -0.05 0.05) m
(0.46 0.5 -0.15) m

Rozměry hydraulických elementů jsou specifikovány na následujícím obrázku.



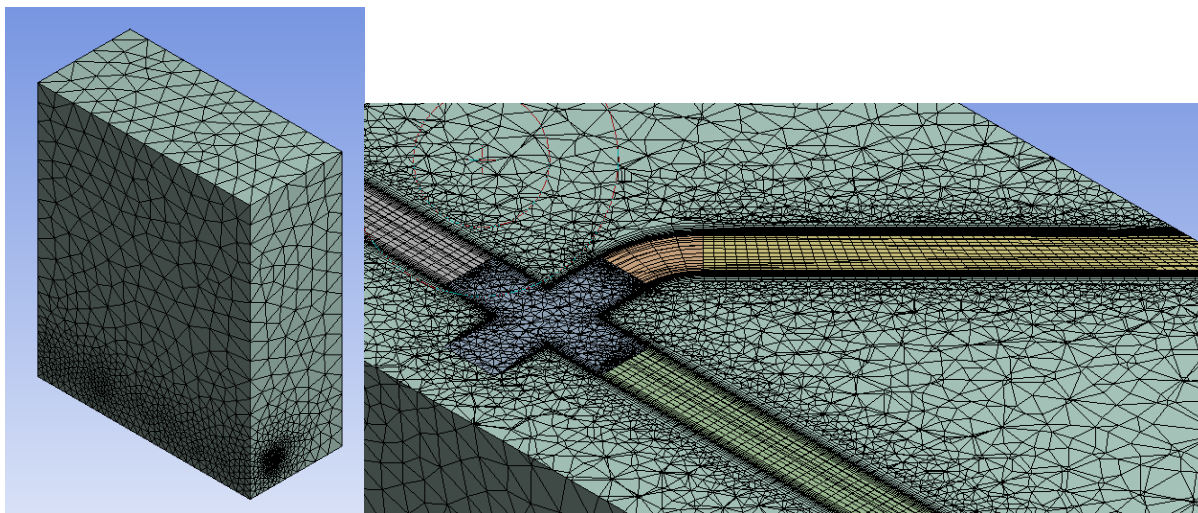
obr. 13.2 – Schéma hydraulického obvodu a kótování elementů

Okrajové podmínky oblasti vzduchu a trubkového systému jsou zobrazeny na obr. 11.3.



obr. 13.3– Okrajové podmínky oblasti vzduchu a trubkového systému

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



obr. 13.4 – Zhuštění v okolí stěny kolena

Fyzikální vlastnosti proudících médií a pevného materiálu jsou definovány v Tab. 13.1.

Tab. 13.1 – Fyzikální vlastnosti materiálu (ocel, voda) při 300 K:

Materiál	Ocel	Voda	Vzduch	Jednotka
hustota ρ	8030	998	Ideal gas	[kg.m ⁻³]
měrná tepelná kapacita c_p	502.48	4182	Kinetic theory	[J.kg ⁻¹ K ⁻¹]
tepelná vodivost λ	16.27	0.6	Kinetic theory	[W.m ⁻¹ K ⁻¹]
viskozita η		0.001	Kinetic theory	[kg.m ⁻¹ s ⁻¹]

Typy okrajových podmínek jsou následující:

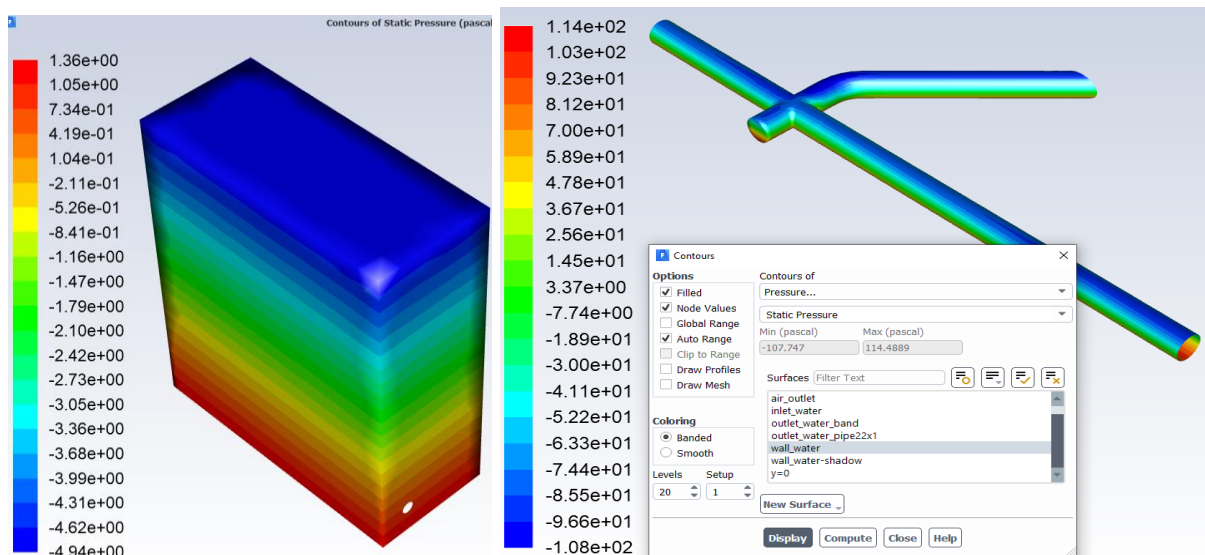
- Vstup voda $\Rightarrow$ „Velocity inlet“
- Výstup voda $\Rightarrow$ „Pressure outlet“
- Stěna silná, tenká, skok $\Rightarrow$ „Wall“
- Výstup okolí vzduch $\Rightarrow$ „Pressure outlet“
- Dolní stěna okolí vzduch $\Rightarrow$ „Wall“
- Oblast voda $\Rightarrow$ „Fluid“
- Oblast vzduch $\Rightarrow$ „Fluid“

Specifikace okrajových podmínek je uvedena v Tab. 13.2.

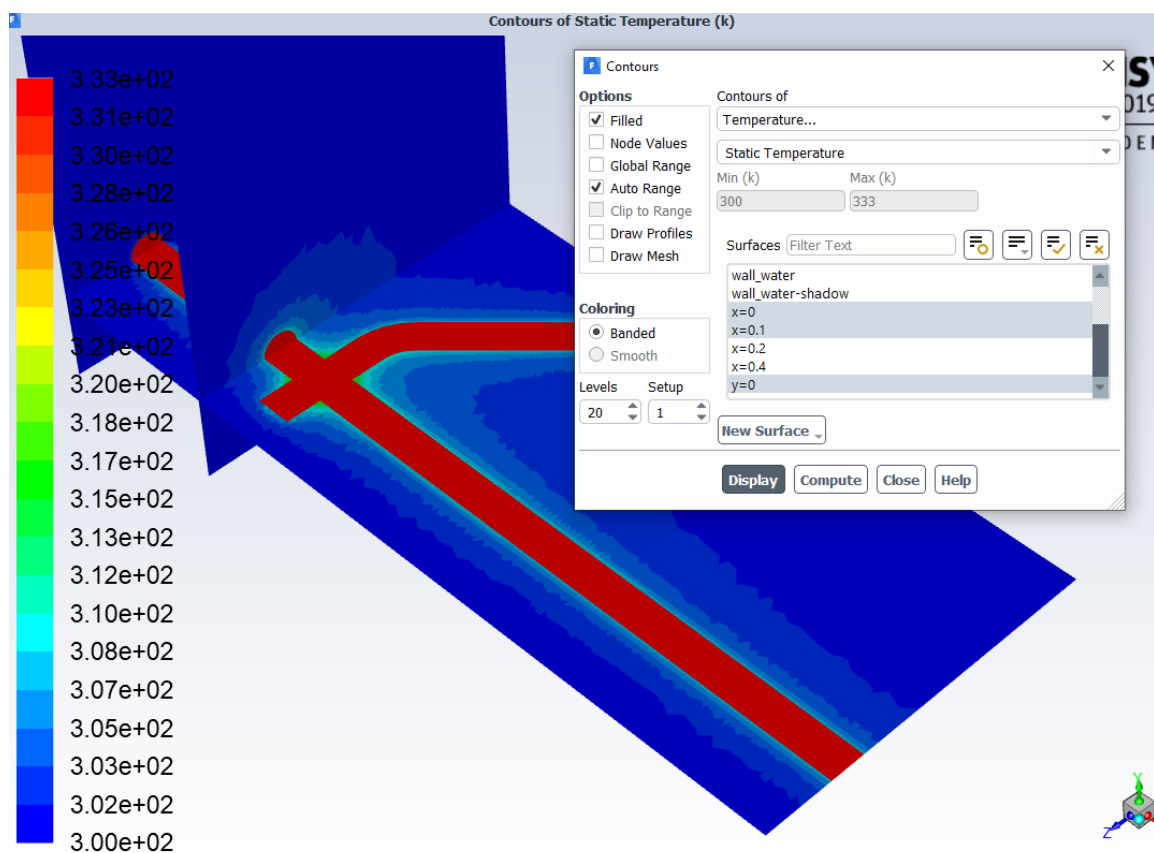
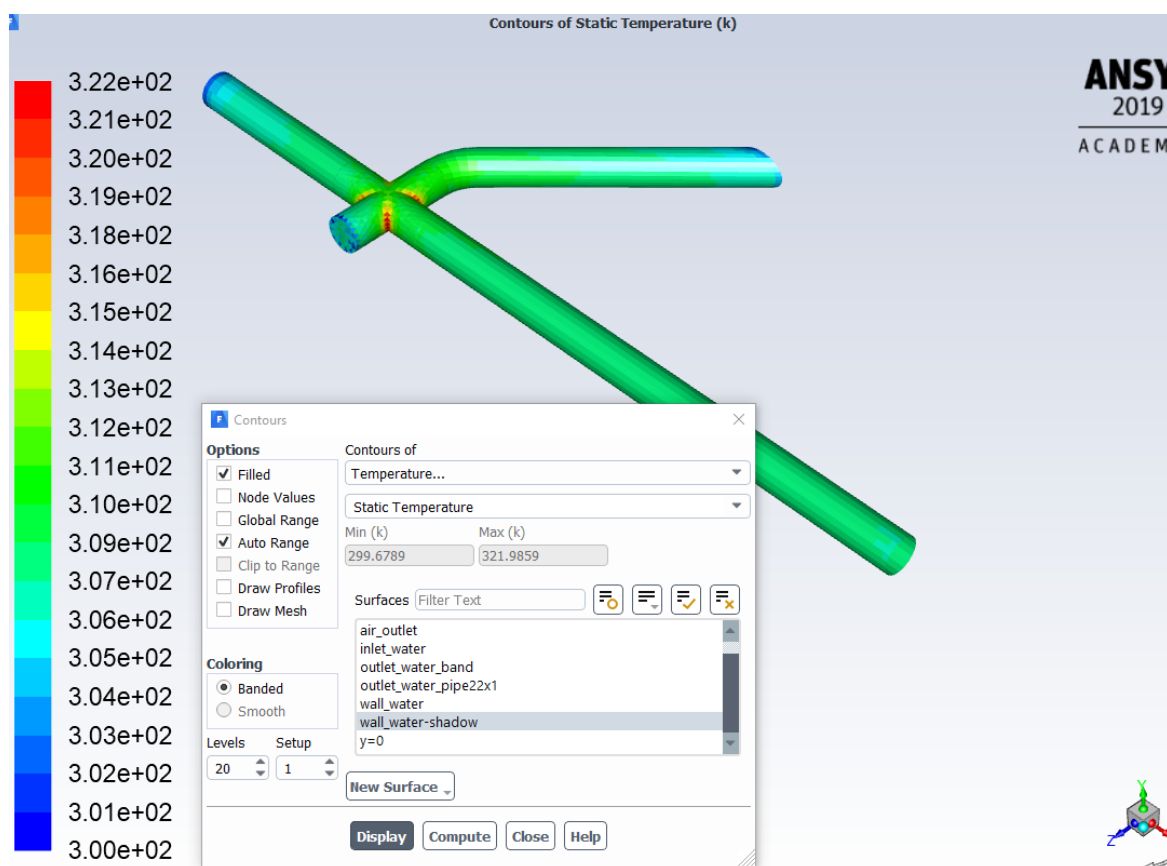
Tab. 13.2– Okrajové podmínky:

	Vstup voda	Vystup voda	Stěny voda	Vystup vzduch	Dolní stěna vzduch	Jednotky
Teplota T	333	333	coupled	300	izolovaná	[K]
Velocity u	0.3			(0.01)		[m.s ⁻¹]
Tlak p		0		0		[Pa]
Intenzita turbulence I	0.1	0.1		0.1		[%]
Hydraulický průměr D_h	0.2	0.026		0.5		[m]

Příklady výsledků:



obr. 13.5 Statický tlak



obr. 13.6 Statická teplota na trubce a v příčném řezu