



VŠB – Technická Univerzita Ostrava

Fakulta Strojní

Seznam příkladů k samostatnému řešení

Modelování přenosu tepla, hmoty a hybnosti

Bojko Marian

Ostrava 2018

Obsah

OBSAH SEMINÁRNÍ PRÁCE	3
1 ŘEŠENÍ PROUDĚNÍ HYDRAULICKÝM OBVODEM S DVĚMA KOLENY I (LIPUS JAKUB) – HYD1	4
2 ŘEŠENÍ PROUDĚNÍ HYDRAULICKÝM OBVODEM S DVĚMA KOLENY II (PASTRŇÁK LUKÁŠ) – HYD2	9
3 ŘEŠENÍ PROUDĚNÍ HYDRAULICKÝM OBVODEM S T KUSEM A KOLENEM I (PAVLÍČEK JAN) – HYD3	14
4 ŘEŠENÍ PROUDĚNÍ HYDRAULICKÝM OBVODEM S T KUSEM A KOLENEM II (PĚTROŠ JAN) – HYD4	19
5 ŘEŠENÍ PROUDĚNÍ HYDRAULICKÝM OBVODEM S 2 VÝSTUPY (RYCHLÝ LUKÁŠ) – HYD5	24
6 ŘEŠENÍ PROUDĚNÍ HYDRAULICKÝM OBVODEM S 3 VÝSTUPY (SIKORA DOMINIK) – HYD6	29
7 ŘEŠENÍ PROUDĚNÍ HYDRAULICKÝM OBVODEM SE SVISLÝM T KUSEM (WOJNAR ADAM) – HYD7	34
8 ŘEŠENÍ PROUDĚNÍ HYDRAULICKÝM OBVODEM S T KUSEM A DIFUSOREM (WOLF TOMÁŠ)	39
9 ŘEŠENÍ PŘESTUPU TEPLA ČLÁNKOVÝ RADIÁTOREM (ZAWADA PAWEL) – HYD9	44
10 ŘEŠENÍ PŘESTUPU TEPLA DESKOVÝM RADIÁTOREM (ŽELEZNÝ JAKUB) – HYD10	50

OBSAH SEMINÁRNÍ PRÁCE

Ve vašich pracech se objevují stejné chyby, upřesnila jsem část vyhodnocení především součinitele přestupu tepla a Nusseltova čísla:

1. Popis problému, fyzikálních vlastností, okrajových podmínek
2. Definice matematického modelu, teoretické a empirické vztahy pro Re , Pr , Nu , součinitel přestupu tepla a jejich odhad (pokud to má smysl)
3. ANSYS DesignModeler – tvorba modelu, okrajové podmínky, oblasti proudícího média
4. ANSYS Meshing – síťování (zhuštění pomocí inflation, metoda sweep, počet buněk menší než 500 000), zobrazit síť a graficky na modelu okrajové podmínky
5. ANSYS Fluent –
 - Start ANSYS Fluent, použít paralelní výpočet, 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 rozměr dh pro kapalinu, XY plot součinitele přestupu tepla a Nusseltova číslo, určit průměrné hodnoty pro součinitel přestupu tepla a Nusseltovo
 - nastavení referenčních hodnot pro teplotu a rozměr dh pro vzduch, XY plot součinitele přestupu tepla a Nusseltova číslo, určit průměrné hodnoty pro součinitel přestupu tepla a Nusseltovo
 - určit průměrné hodnoty tlaků a vypočítat ztrátový součinitel pro kapalinu a vzduch
 - Porovnání výsledků z CFD simulace a odhad - tabulka
 - Závěr

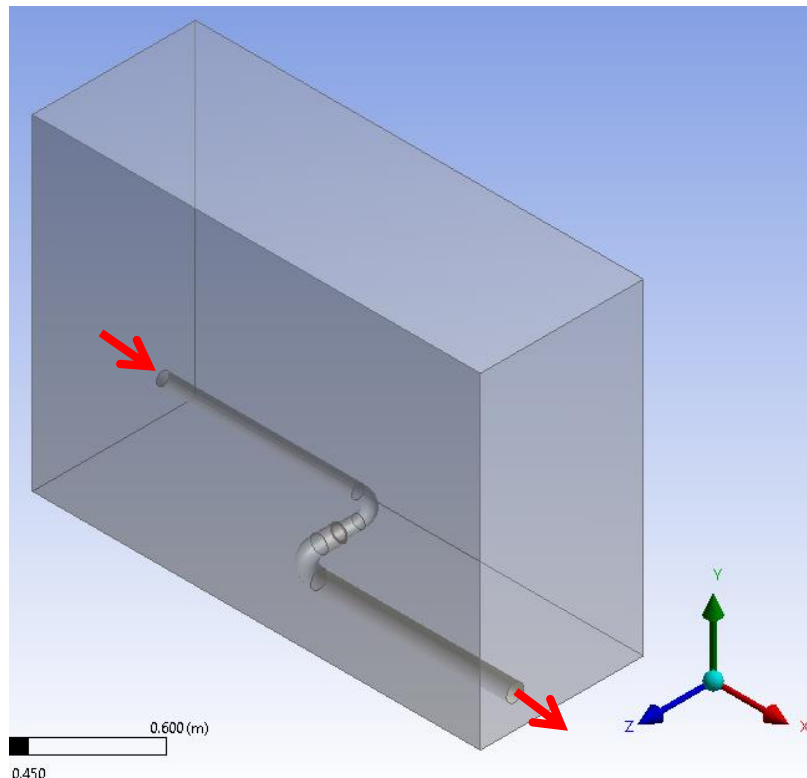
1 ŘEŠENÍ PROUDĚNÍ HYDRAULICKÝM OBVODEM S DVĚMA KOLENY I (LIPUS JAKUB) – HYD1

Proveďte 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, 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.



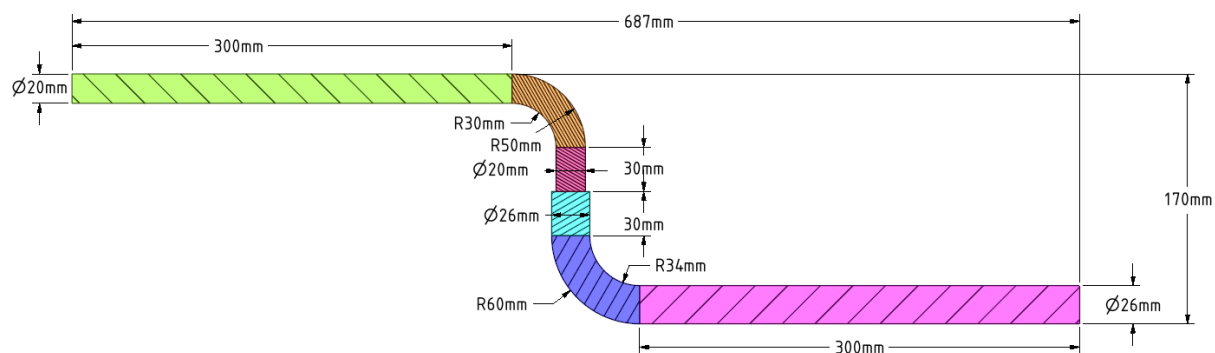
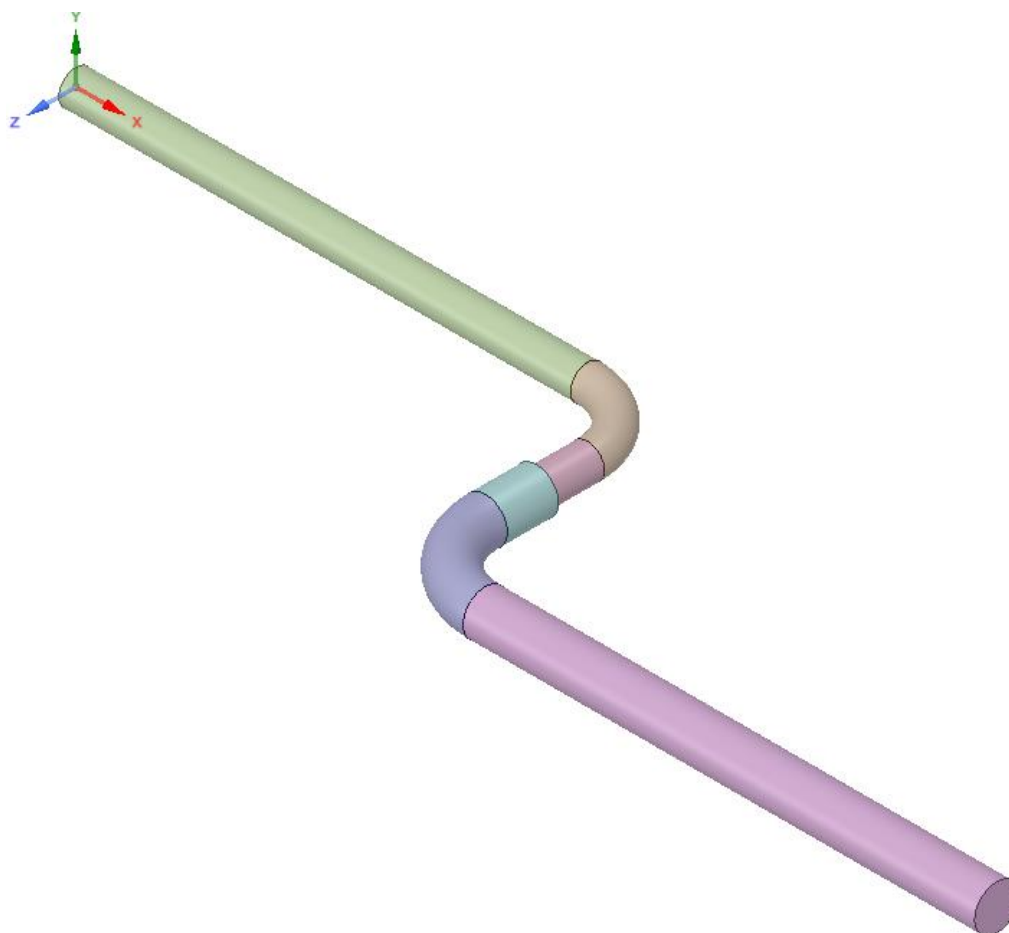
obr. 1.1 – Hydraulický obvod s koleny a okolní oblastí

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

(0.0 -0.05 0.05) m

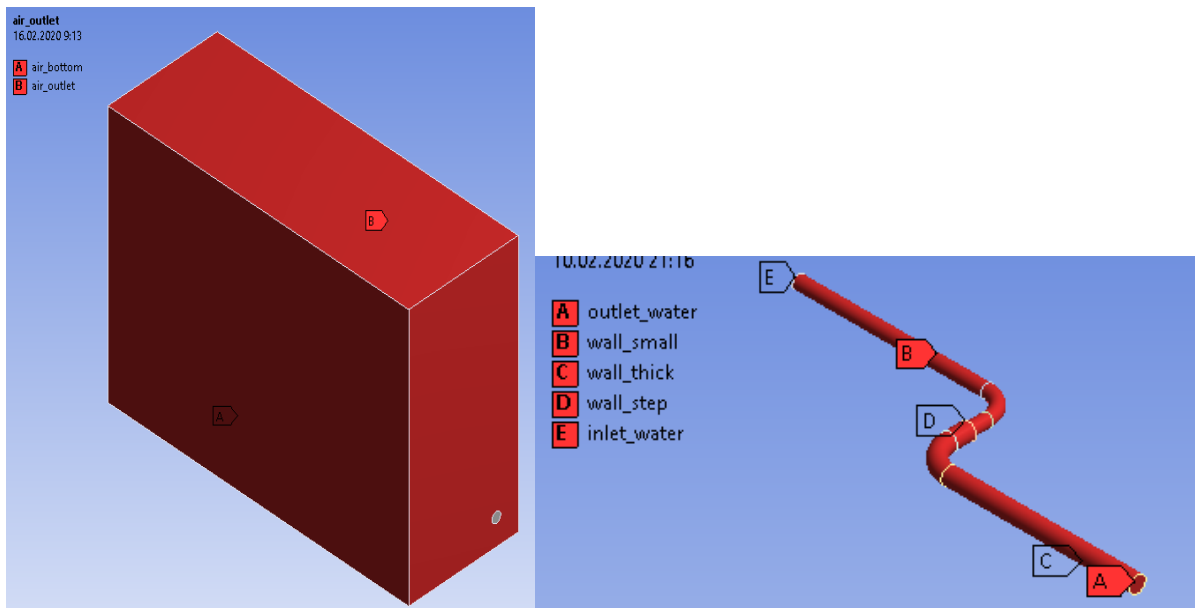
(0.687 0.45 -0.02) m

Rozměry hydraulických elementů jsou specifikovány na následujícím obrázku.



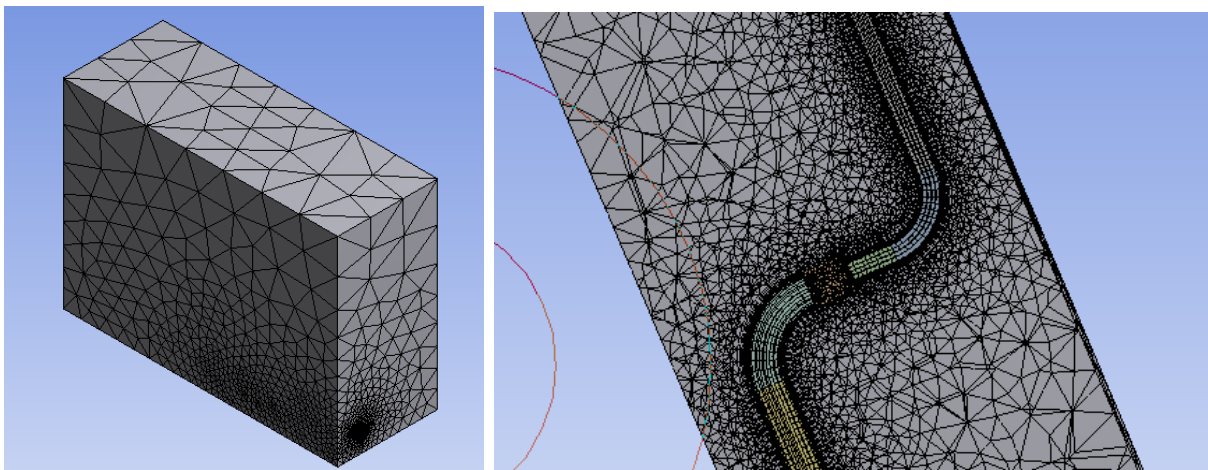
obr. 1.2 – Schéma hydraulického obvodu a kótování elementů

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



obr. 1.3– 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. 1.4 – Zhuštění v okolí stěny kolena

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	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:

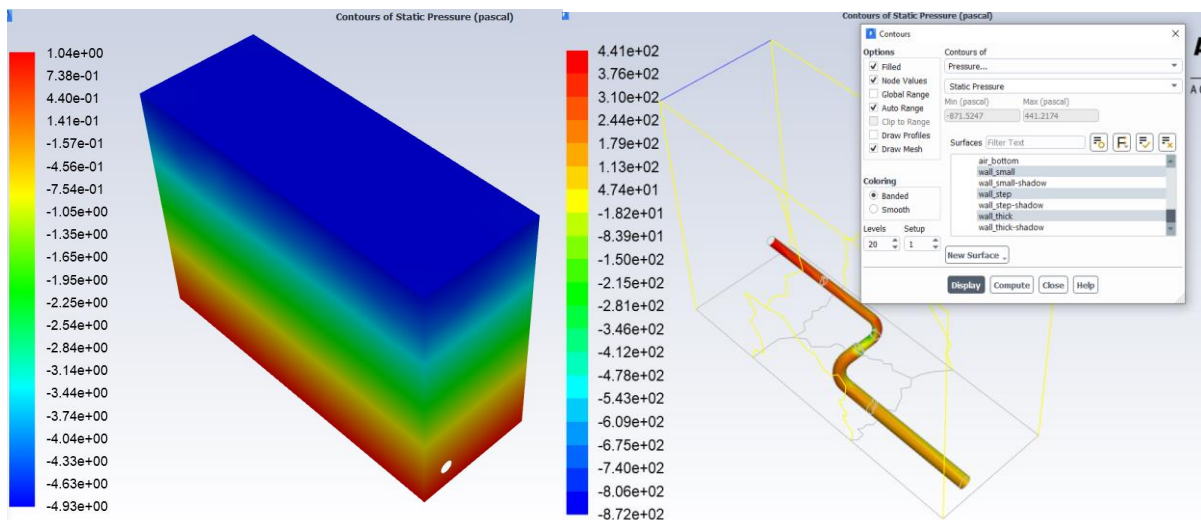
- Vstup voda \Rightarrow „Velocity inlet“
- Výstup voda \Rightarrow „Pressure outlet“
- Stěna silná, tenká, skok \Rightarrow „Wall“
- Výstup okolí vzduch \Rightarrow „Pressure outlet“
- Dolní stěna okolí vzduch \Rightarrow „Wall“
- Oblast voda \Rightarrow „Fluid“
- Oblast vzduch \Rightarrow „Fluid“

Specifikace okrajových podmínek je uvedena v Tab. 1.2.

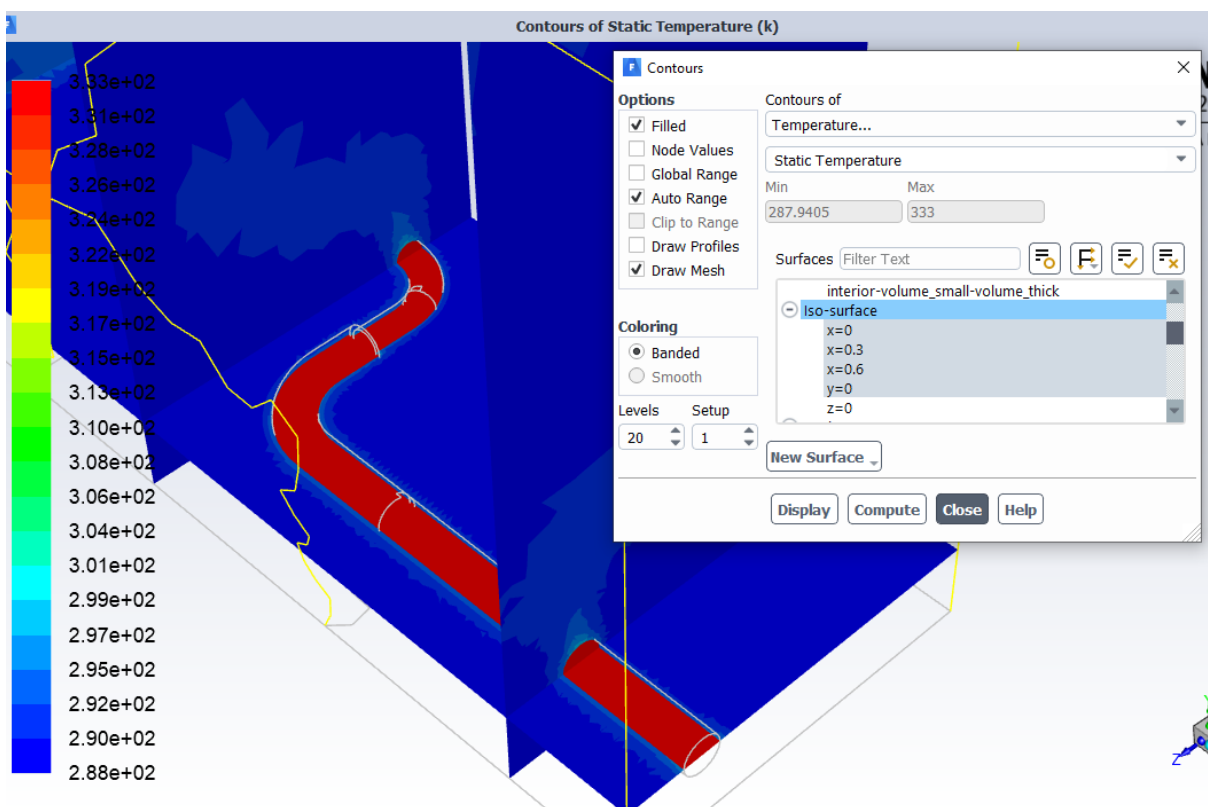
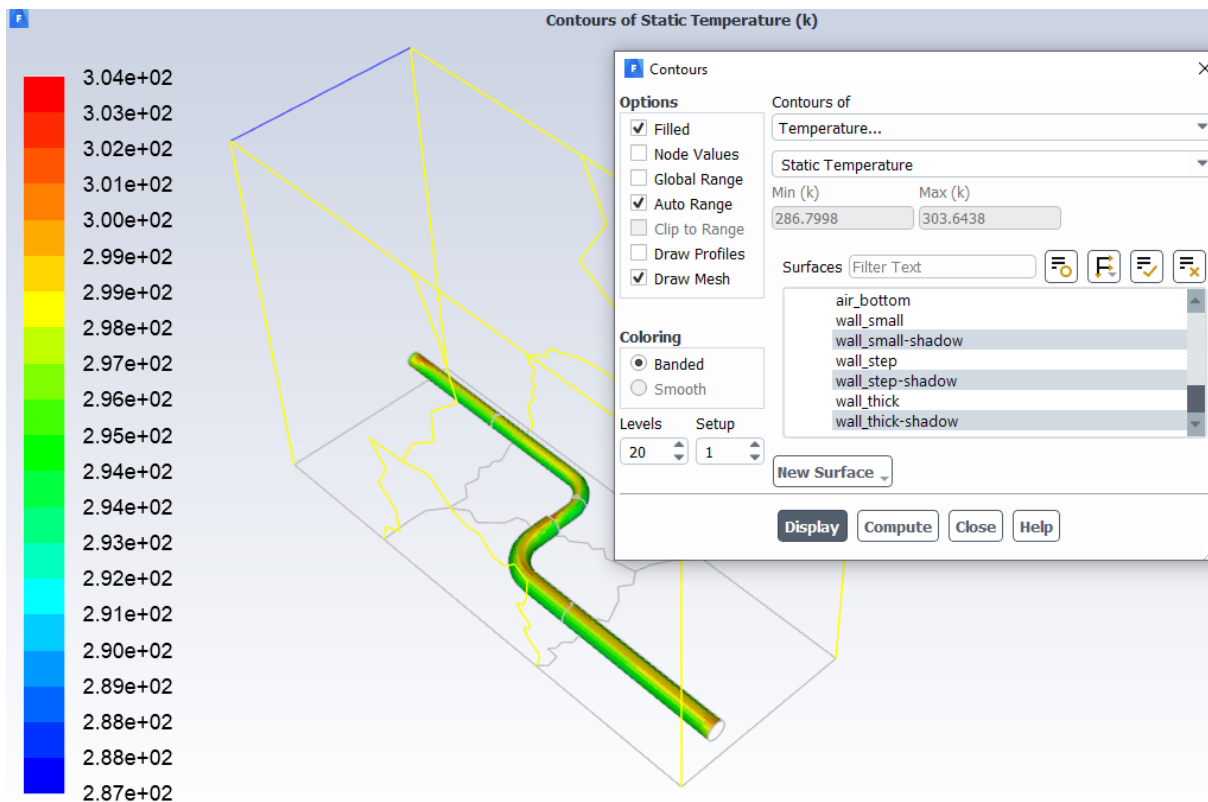
Tab. 1.2– Okrajové podmínky:

	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. 1.5 Statický tlak



obr. 1.6 Statická teplota na trubce a v příčném řezu

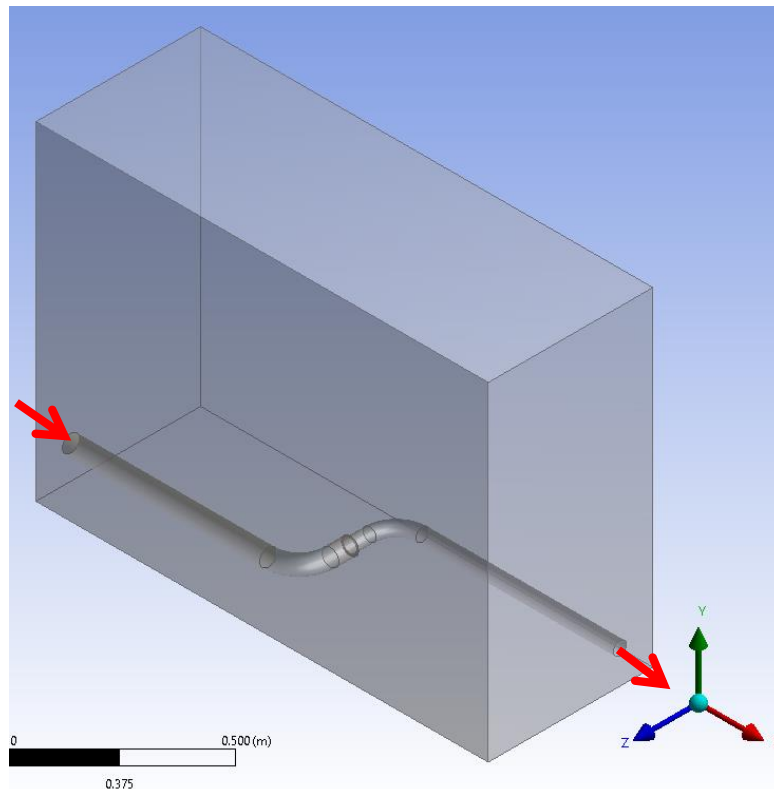
2 ŘEŠENÍ PROUDĚNÍ HYDRAULICKÝM OBVODEM S DVĚMA KOLENY II (PASTRŇÁK LUKÁŠ) – HYD2

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, 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.



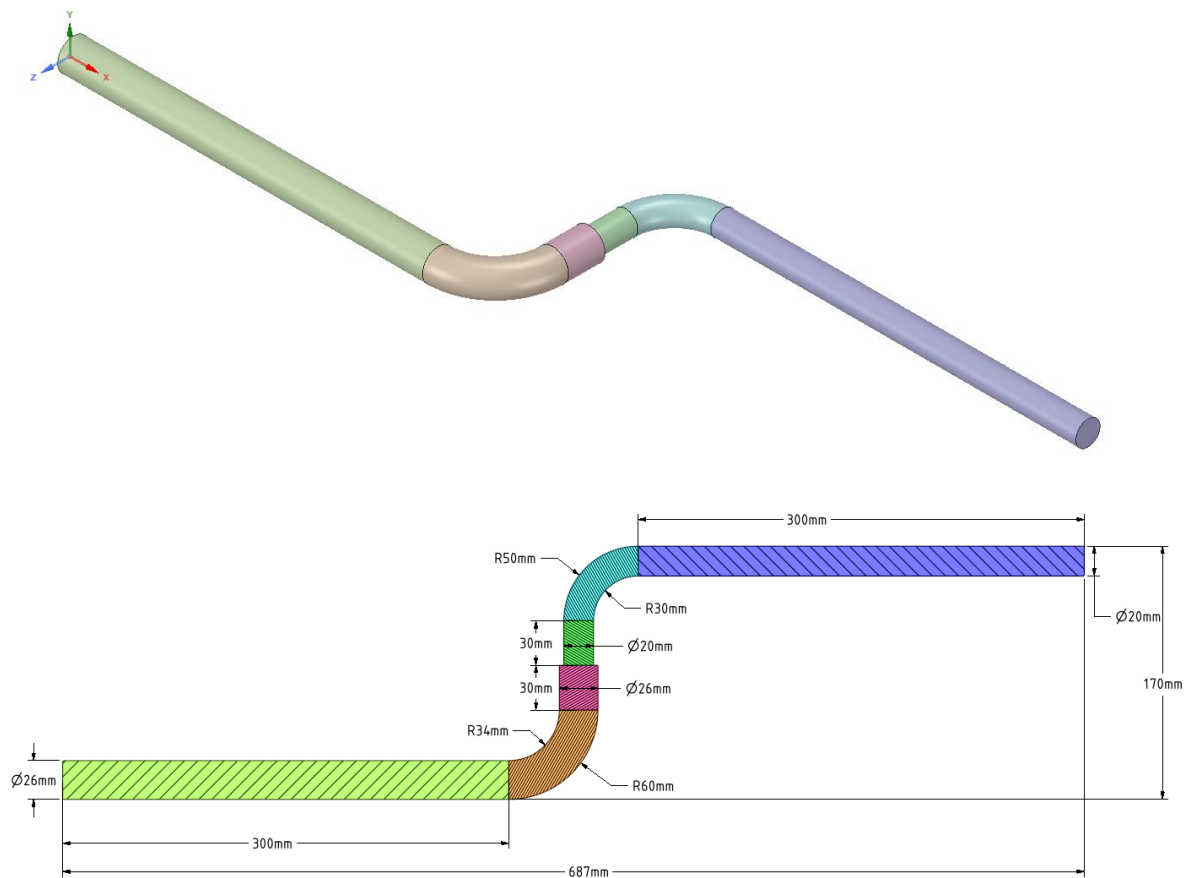
obr. 2.1 – Hydraulický obvod s koleny a okolní oblastí

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

(0.0 -0.05 0.05) m

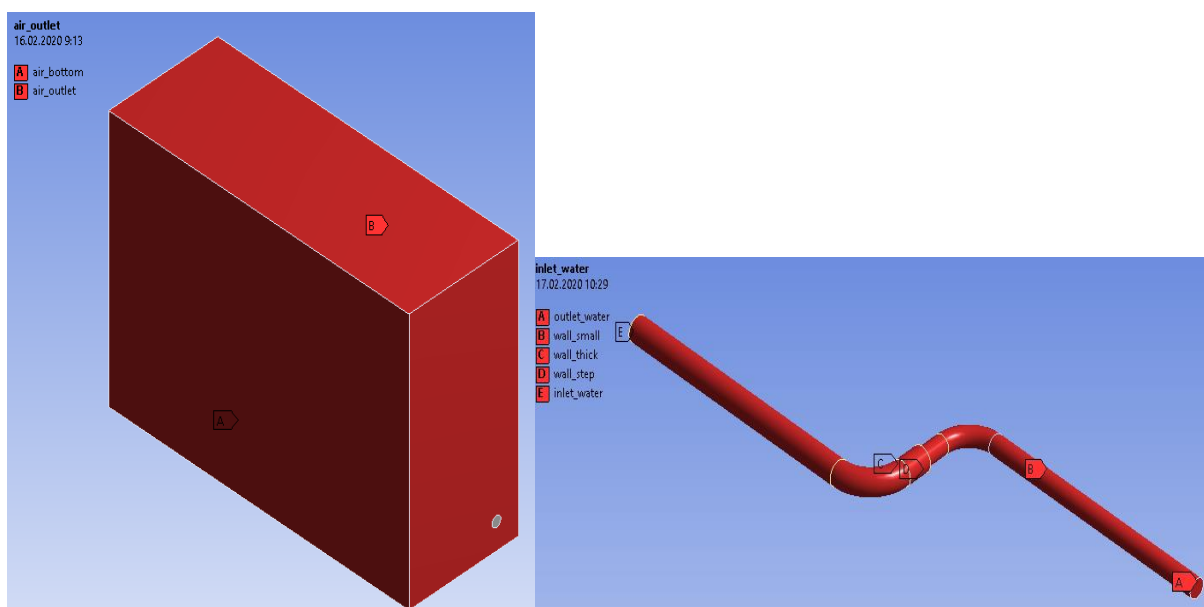
(0.687 0.45 -0.02) m

Rozměry hydraulických elementů jsou specifikovány na následujícím obrázku.



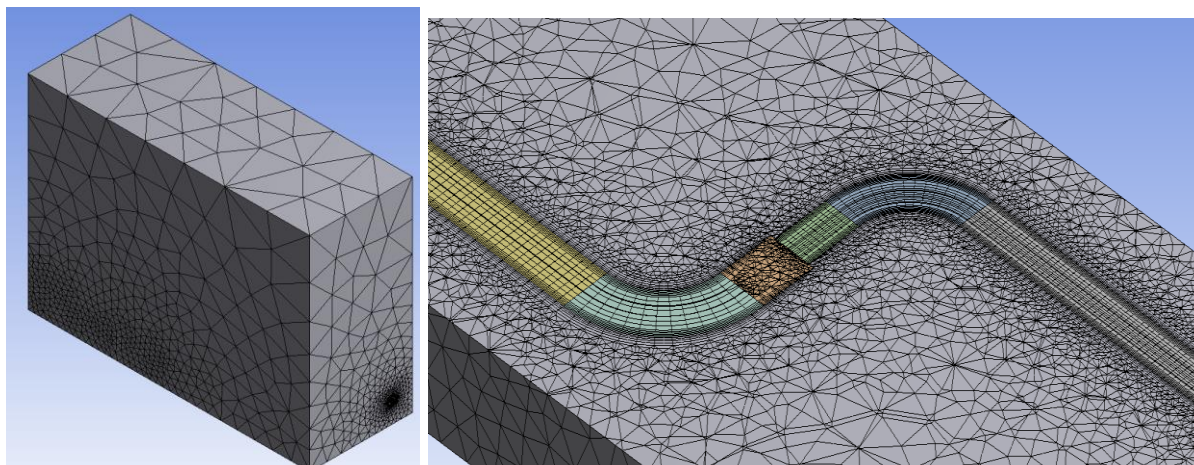
obr. 2.2 – Schéma hydraulického obvodu a kótování elementů

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



obr. 2.3– 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. 2.4 – Zhuštění v okolí stěny kolena

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

Tab. 2.1 – 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:

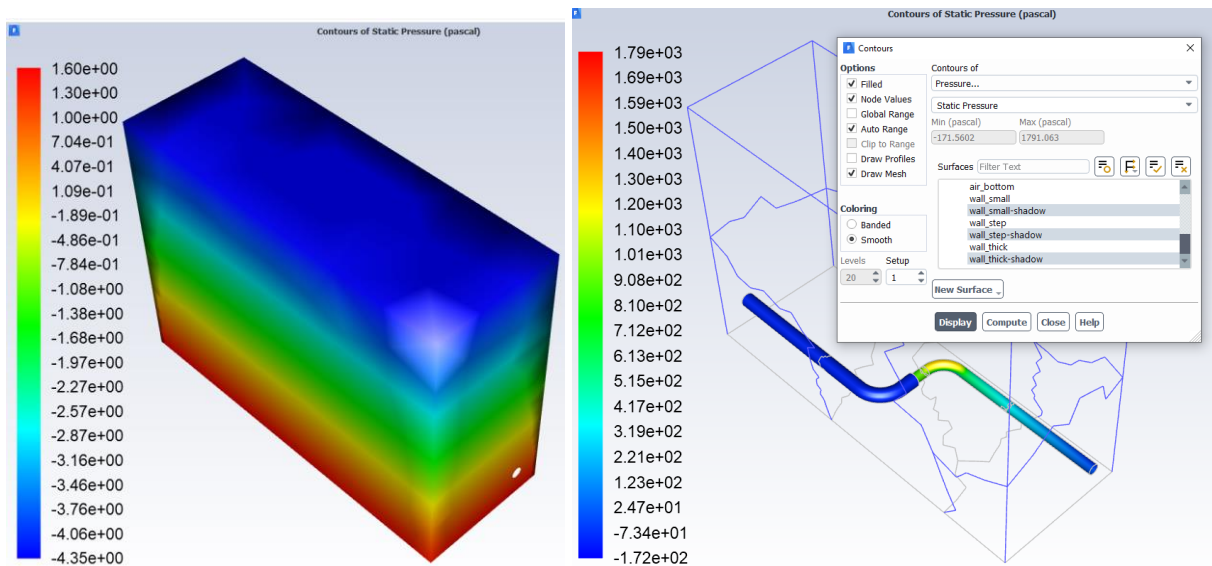
- Vstup voda \Rightarrow „Velocity inlet“
- Výstup voda \Rightarrow „Pressure outlet“
- Stěna silná, tenká, skok \Rightarrow „Wall“
- Výstup okolí vzduch \Rightarrow „Pressure outlet“
- Dolní stěna okolí vzduch \Rightarrow „Wall“
- Oblast voda \Rightarrow „Fluid“
- Oblast vzduch \Rightarrow „Fluid“

Specifikace okrajových podmínek je uvedena v Tab. 1.2.

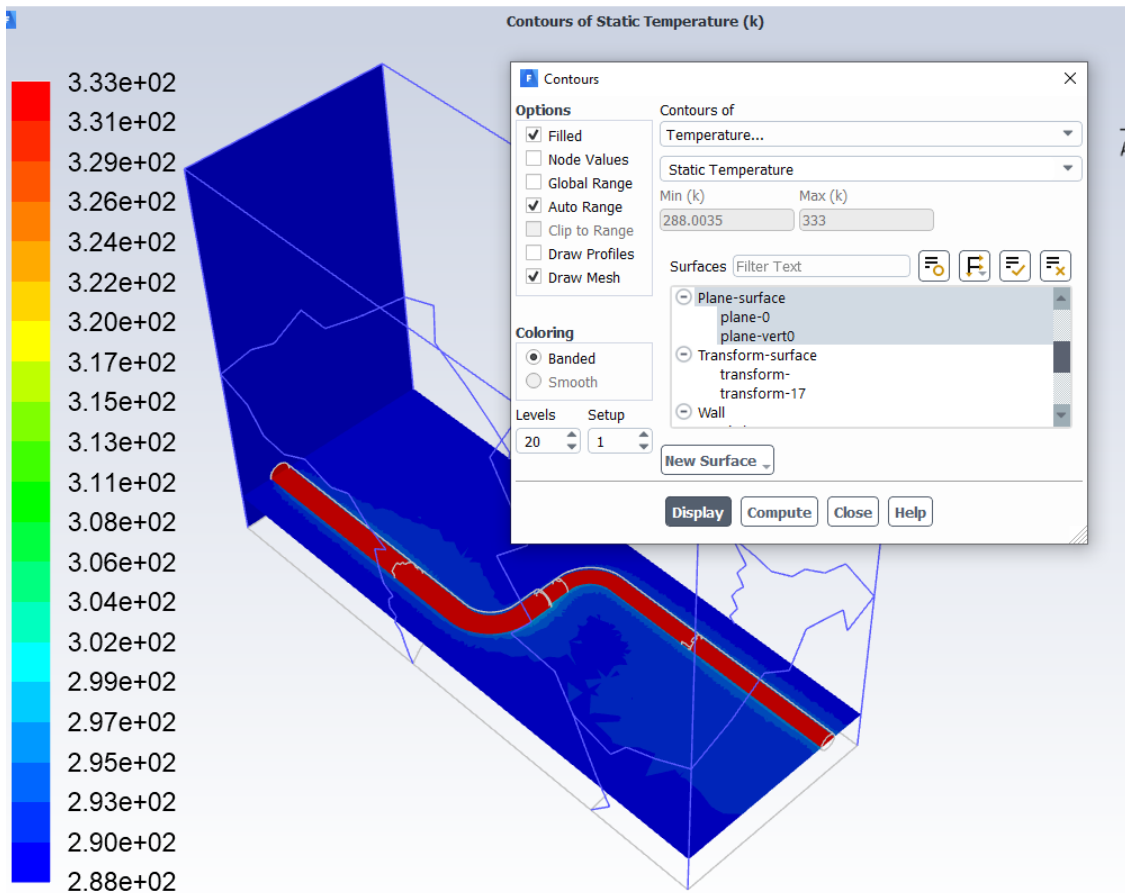
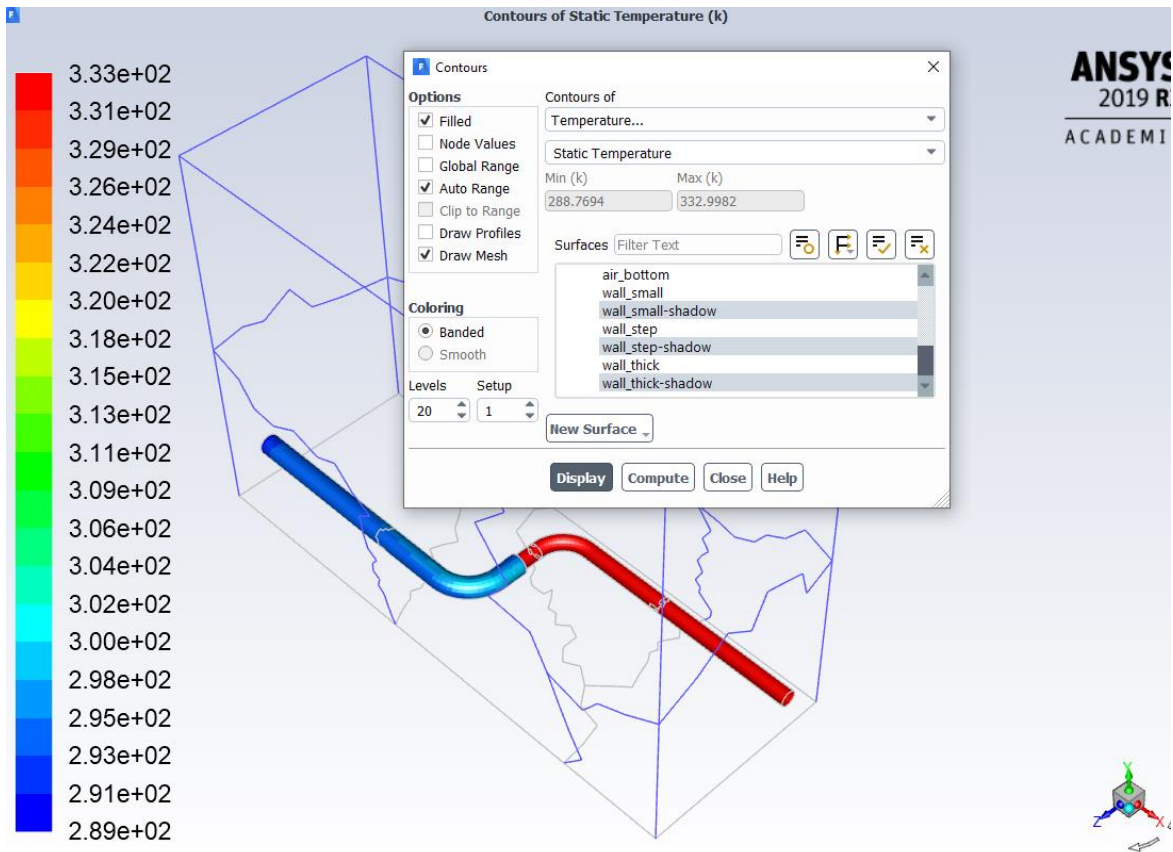
Tab. 2.2– Okrajové podmínky:

	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. 2.5 Statický tlak



obr. 2.6 Statická teplota na trubce a v příčném řezu

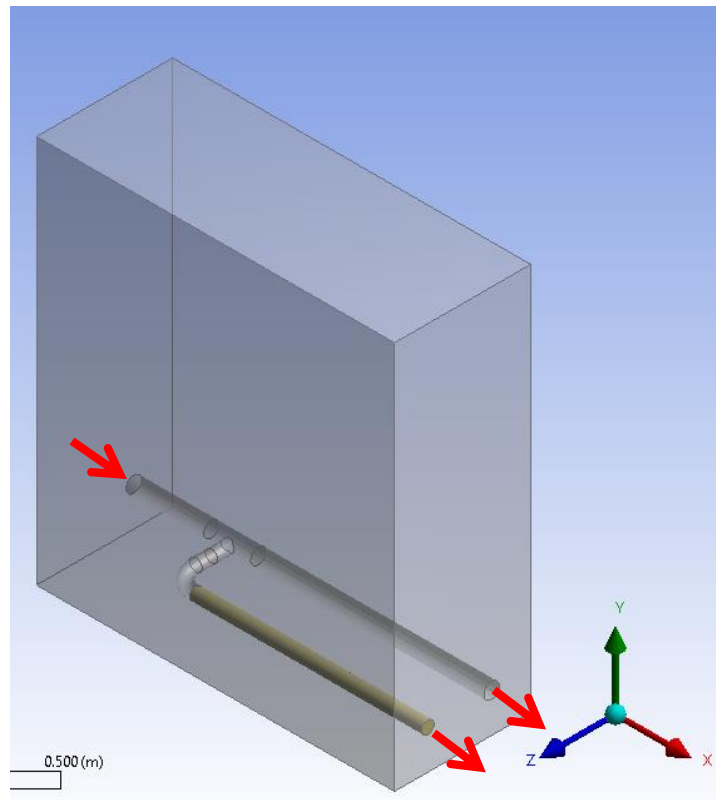
3 ŘEŠENÍ PROUDĚNÍ HYDRAULICKÝM OBVODEM S T KUSEM A KOLENEM I (PAVLÍČEK JAN) – HYD3

Provedte matematickou simulaci proudění vody v obvodu s přestupem tepla do okolního vzduchu dle obr. 3.1. 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.



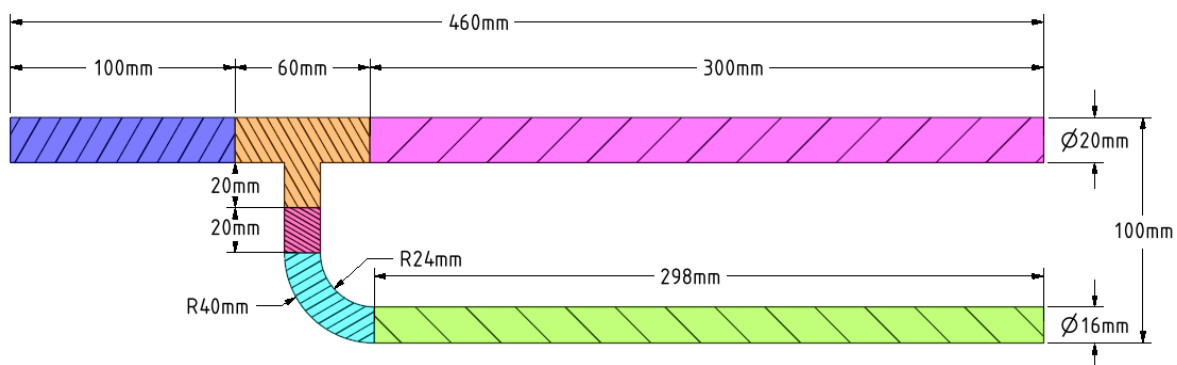
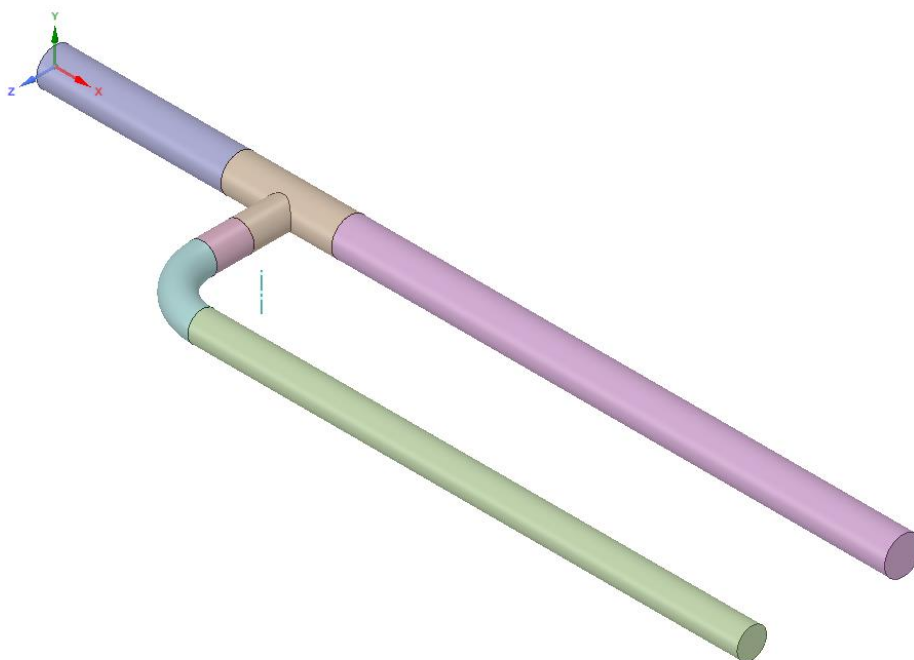
obr. 3.1 – Hydraulický obvod s koleny a okolní oblastí

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

(0.0 -0.05 0.125) m

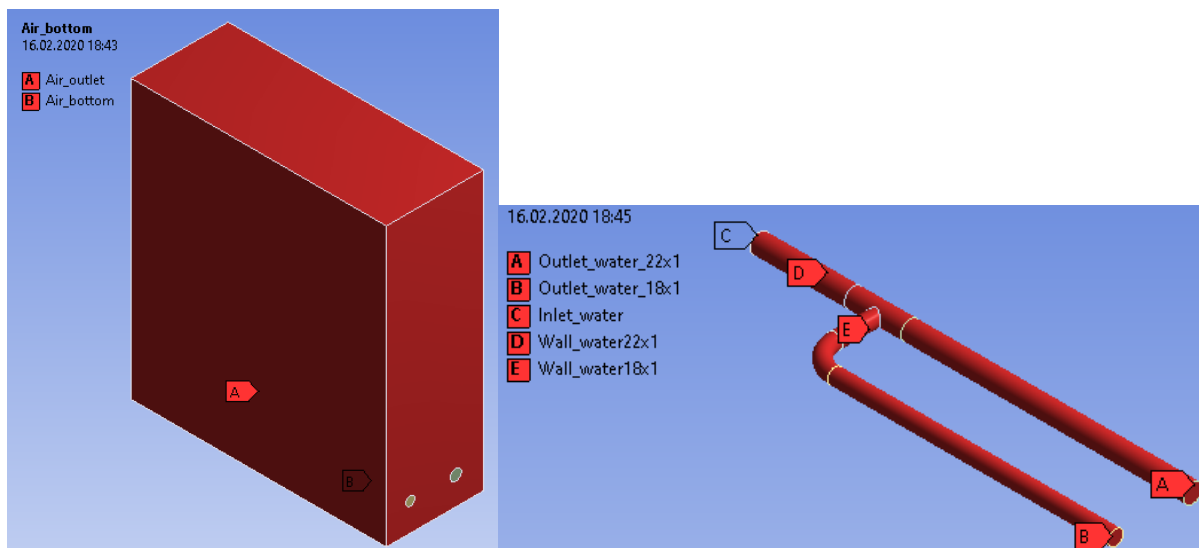
(0.46 0.045 -0.05) m

Rozměry hydraulických elementů jsou specifikovány na následujícím obrázku.



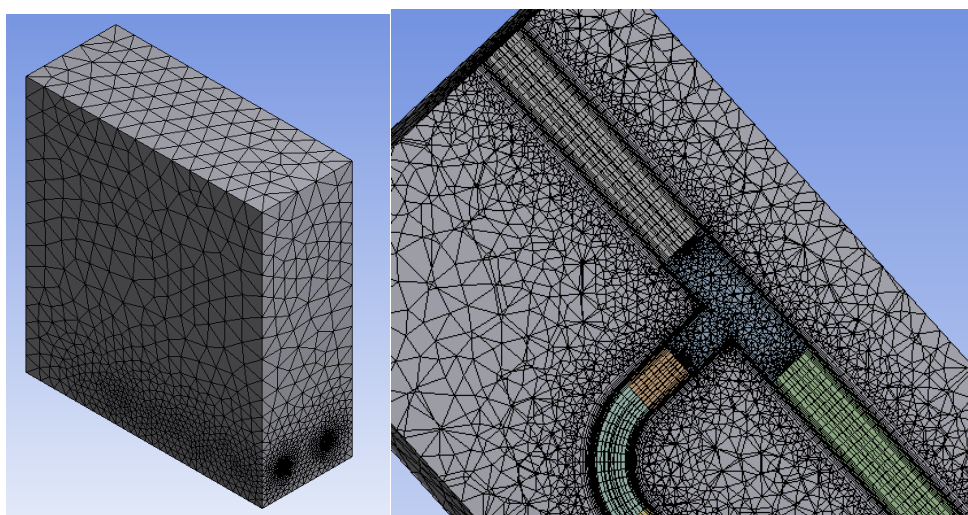
obr. 3.2 – Schéma hydraulického obvodu a kótování elementů

Okrajové podmínky oblasti vzduchu a trubkového systému jsou zobrazeny na obr. 3.3.



obr. 3.3– 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. 3.4 – Zhuštění v okolí stěny kolena

Fyzikální vlastnosti proudících médií a pevného materiálu jsou definovány v

Tab. 3.1 – 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:

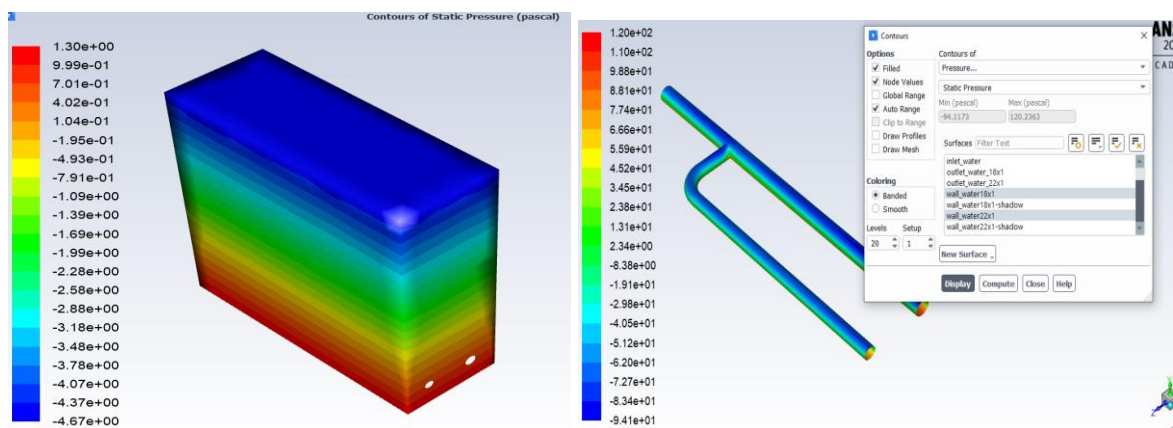
- Vstup voda \Rightarrow „Velocity inlet“
- Výstup voda \Rightarrow „Pressure outlet“
- Stěna silná, tenká, skok \Rightarrow „Wall“
- Výstup okolí vzduch \Rightarrow „Pressure outlet“
- Dolní stěna okolí vzduch \Rightarrow „Wall“
- Oblast voda \Rightarrow „Fluid“
- Oblast vzduch \Rightarrow „Fluid“

Specifikace okrajových podmínek je uvedena v Tab. 1.1 Tab. 3.2.

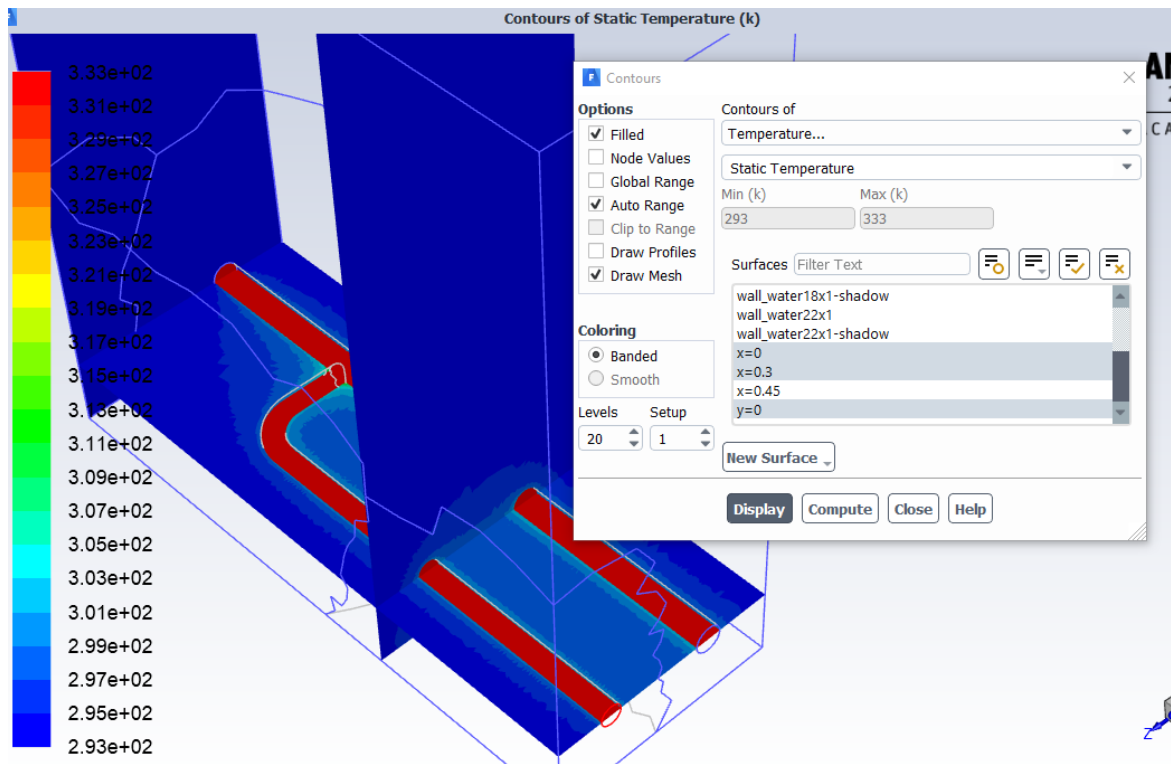
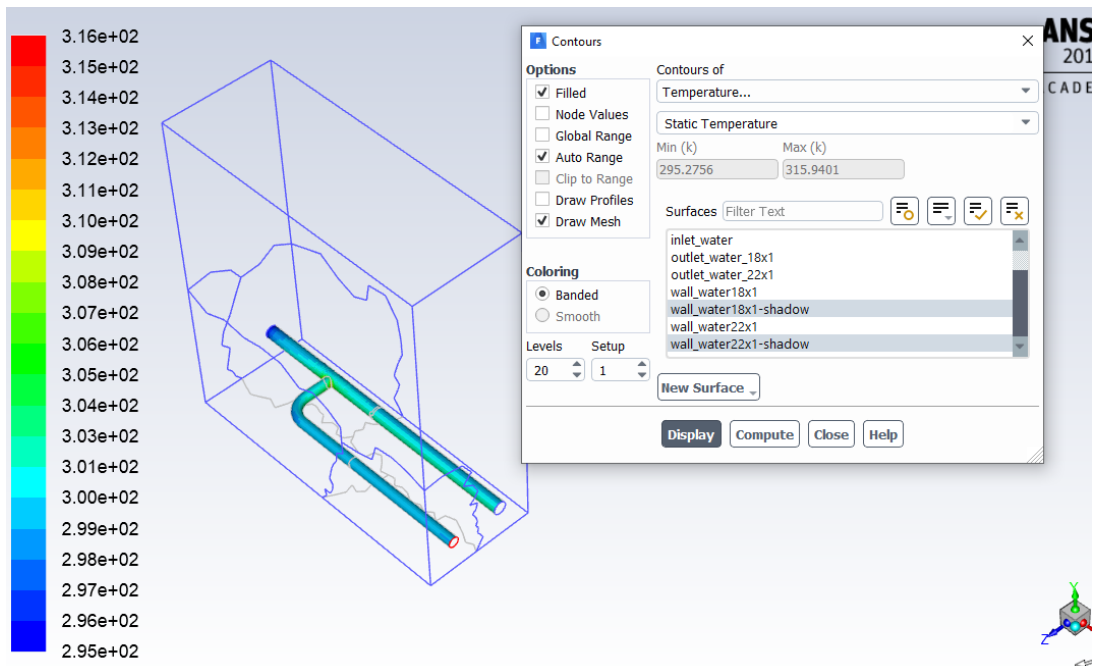
Tab. 3.2– Okrajové podmínky:

	Vstup voda	Vystup voda	Stěny voda	Vystup vzduch	Dolní stěna vzduch	Jednotky
Teplota \bar{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. 3.5 Statický tlak



obr. 3.6 Statická teplota na trubce a v příčném řezu

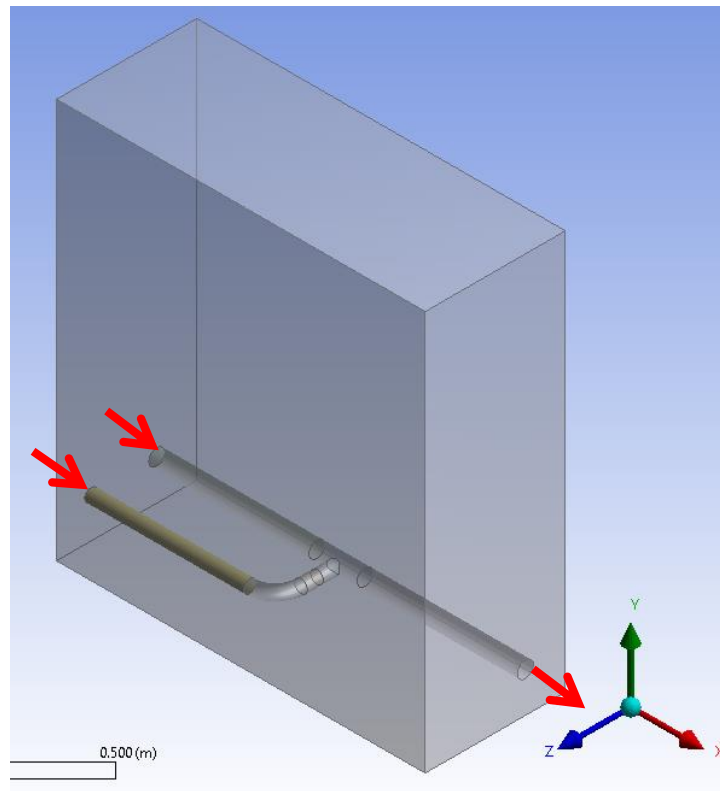
4 ŘEŠENÍ PROUDĚNÍ HYDRAULICKÝM OBVODEM S T KUSEM A KOLENEM II (PĚTROŠ JAN) – HYD4

Proved'te matematickou simulaci proudění vody v obvodu s přestupem tepla do okolního vzduchu dle obr. 3.1. Na oblast působí gravitační síla. Definujte jednotlivé oblasti a parametry dle zadaných okrajových podmínek a výsledky zhodno'te.

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.



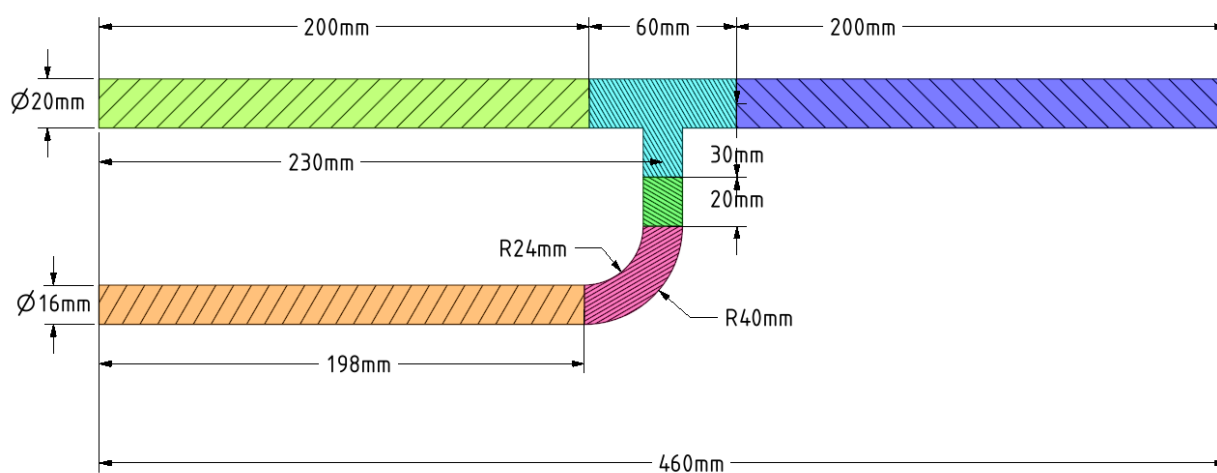
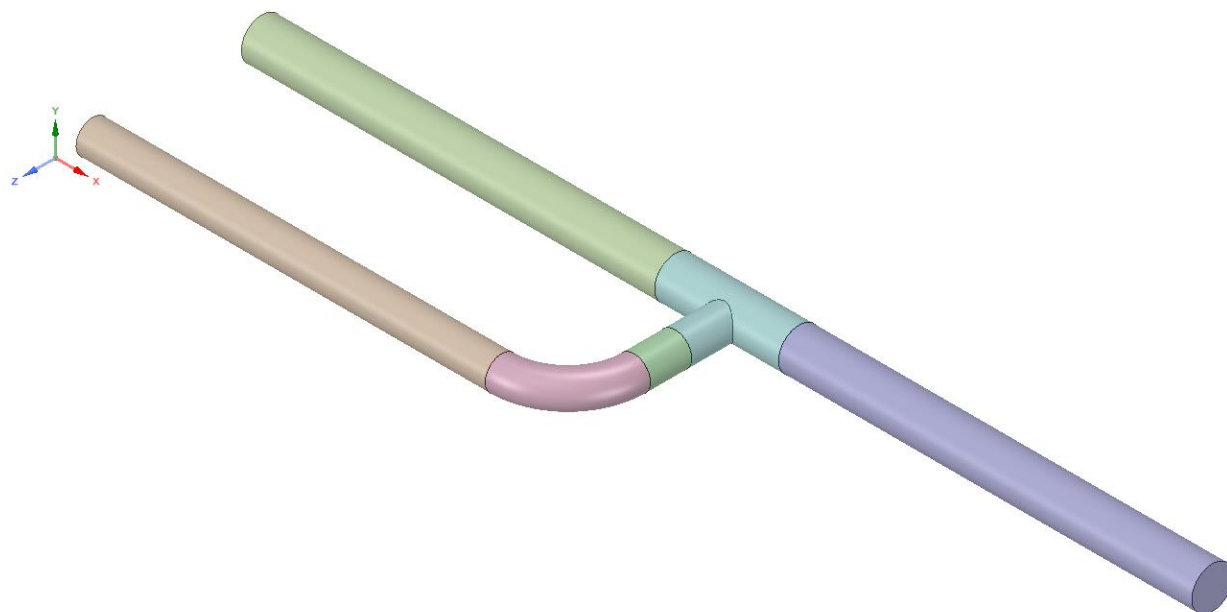
obr. 4.1 – Hydraulický obvod s koleny a okolní oblastí

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

(0.0 -0.05 0.025) m

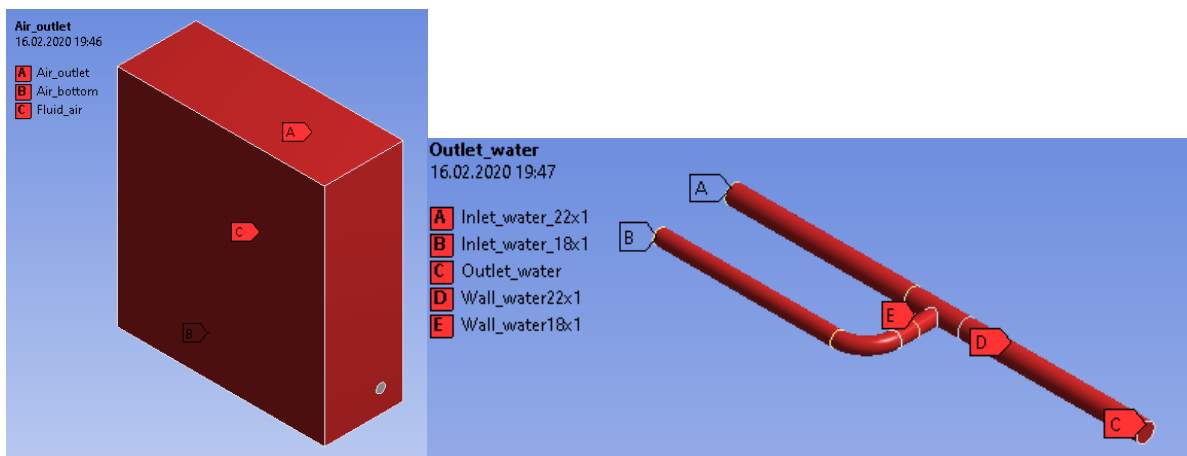
(0.46 0.045 -0.15) m

Rozměry hydraulických elementů jsou specifikovány na následujícím obrázku.



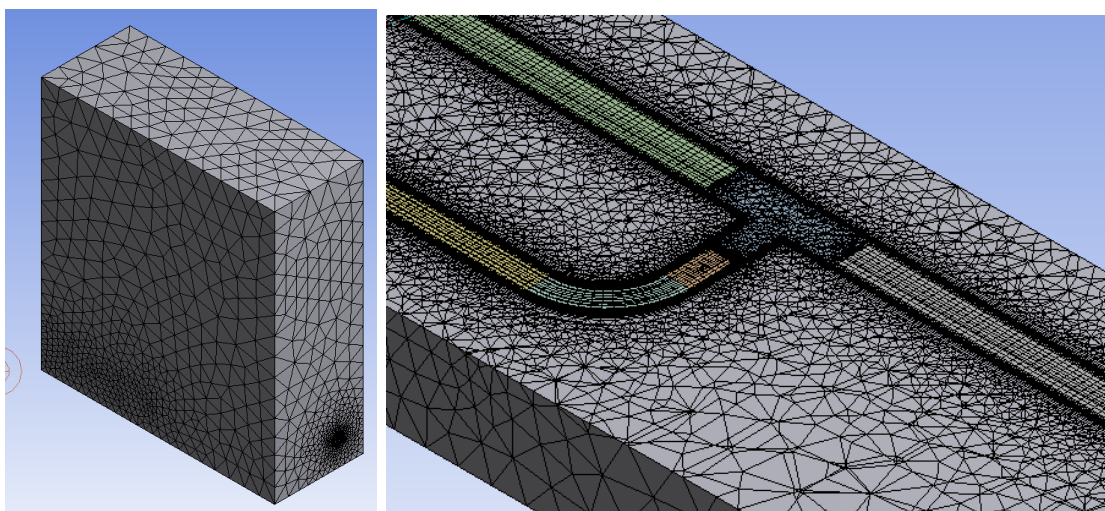
obr. 4.2 – Schéma hydraulického obvodu a kótování elementů

Okrajové podmínky oblasti vzduchu a trubkového systému jsou zobrazeny na obr. 3.3.



obr. 4.3– 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. 4.4 – Zhuštění v okolí stěny kolena

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

Tab. 4.1 – 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:

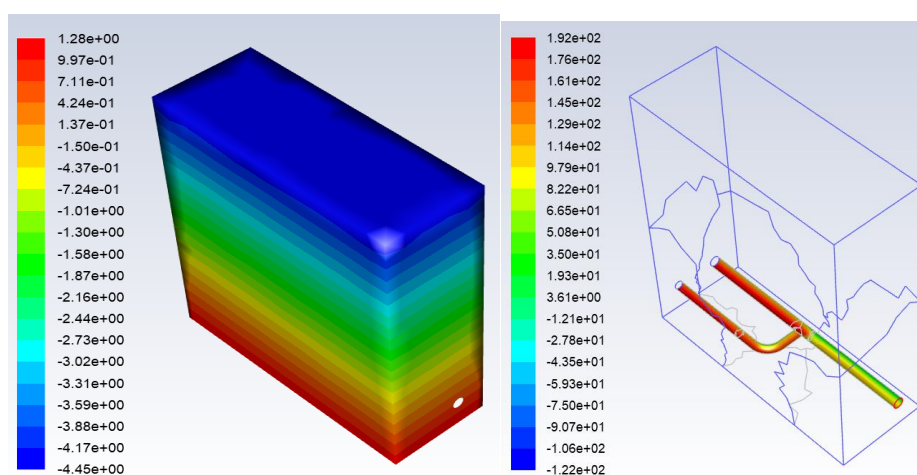
- Vstup voda \Rightarrow „Velocity inlet“
- Výstup voda \Rightarrow „Pressure outlet“
- Stěna silná, tenká, skok \Rightarrow „Wall“
- Výstup okolí vzduch \Rightarrow „Pressure outlet“
- Dolní stěna okolí vzduch \Rightarrow „Wall“
- Oblast voda \Rightarrow „Fluid“
- Oblast vzduch \Rightarrow „Fluid“

Specifikace okrajových podmínek je uvedena v Tab. 4.2

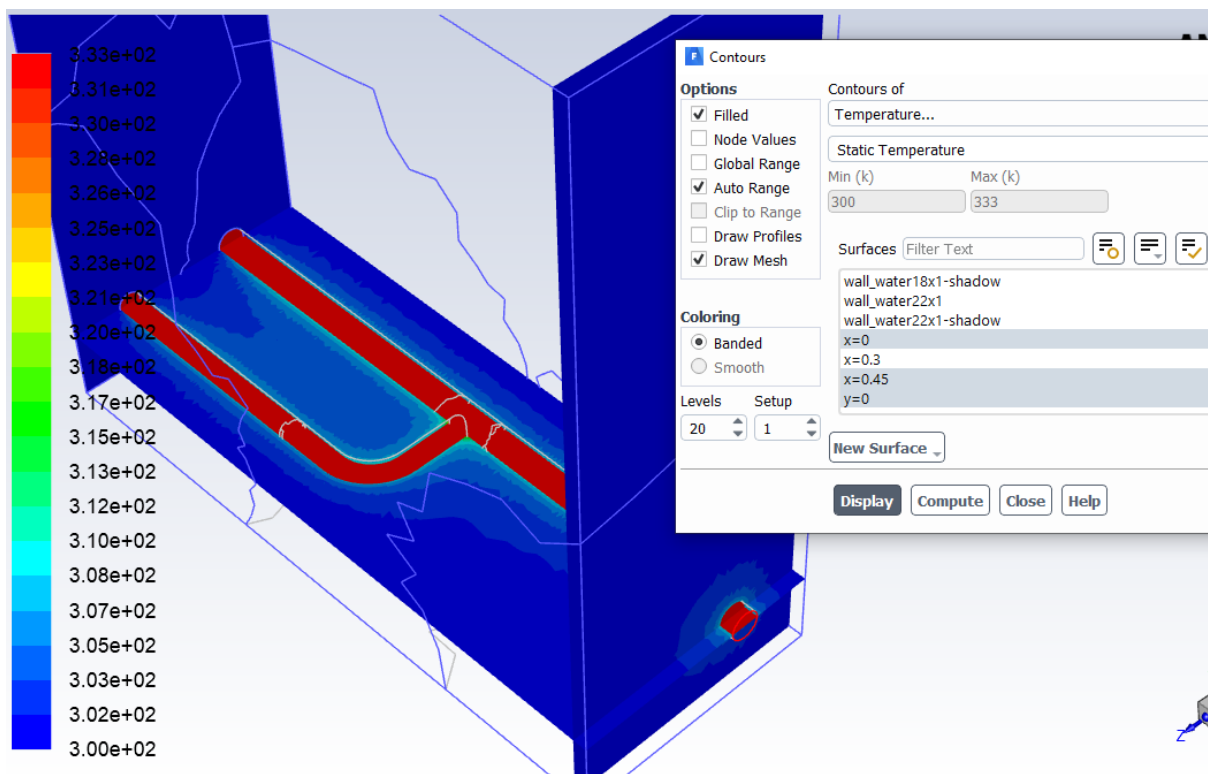
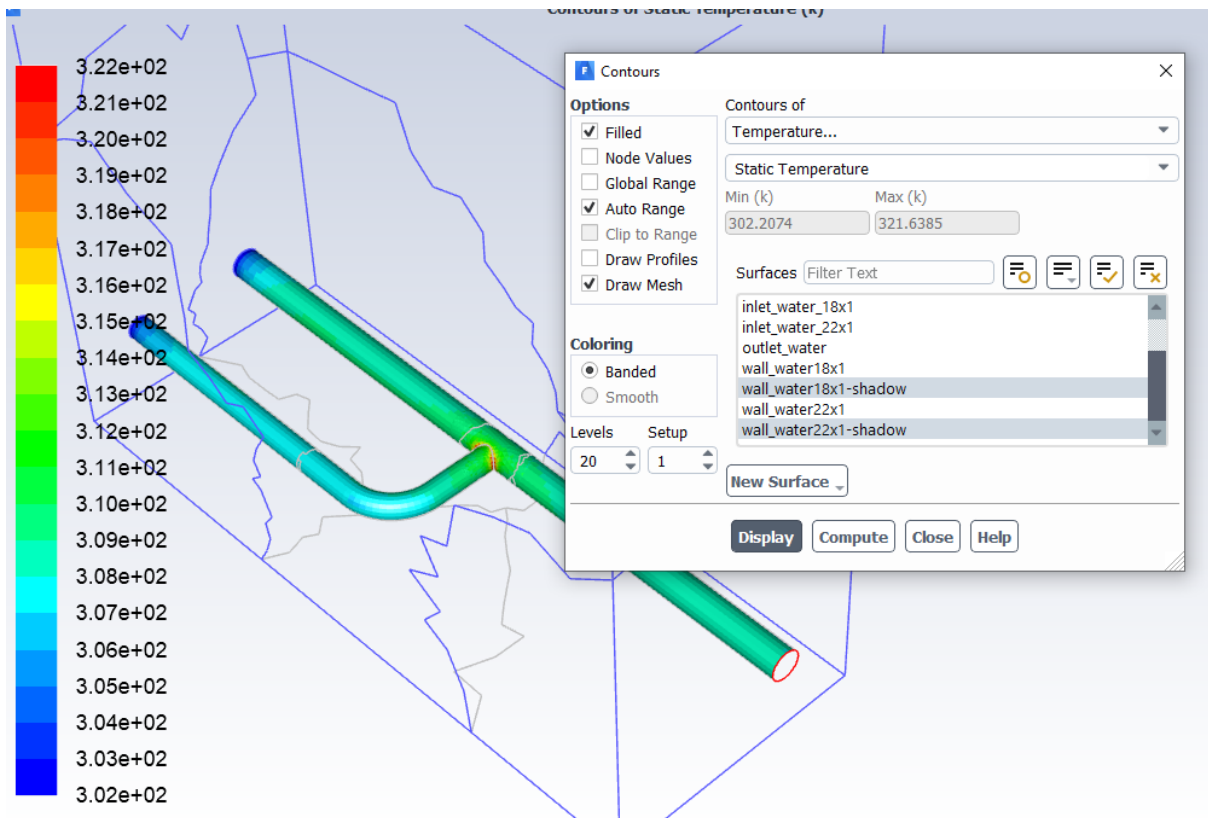
Tab. 4.2– Okrajové podmínky:

	Vstup voda	Výstup voda	Stěny voda	Výstup 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. 4.5 Statický tlak



obr. 4.6 Statická teplota na trubce a v příčném řezu

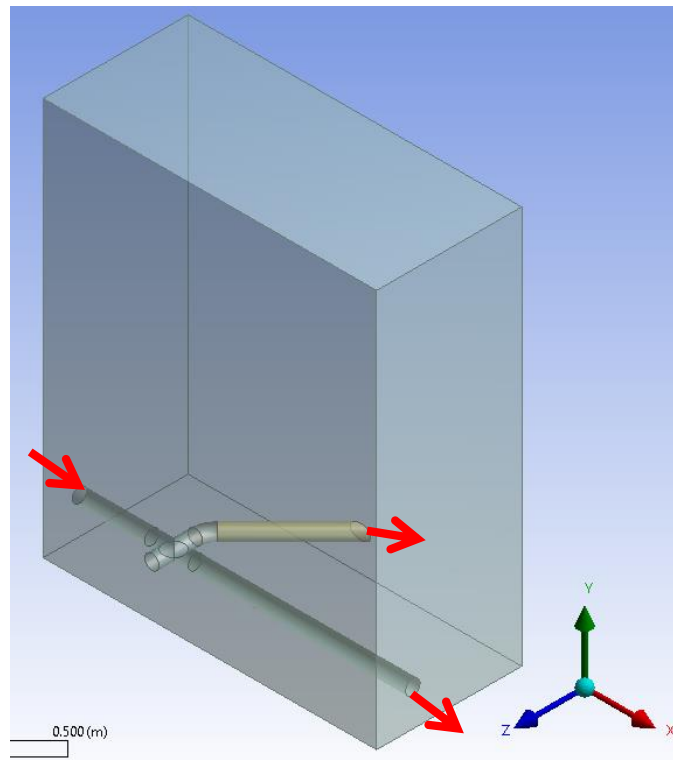
5 ŘEŠENÍ PROUDĚNÍ HYDRAULICKÝM OBVODEM S 2 VÝSTUPY (RYCHLÝ LUKÁŠ) – HYD5

Proveďte matematickou simulaci proudění vody v obvodu s přestupem tepla do okolního vzduchu dle obr. 3.1. 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.



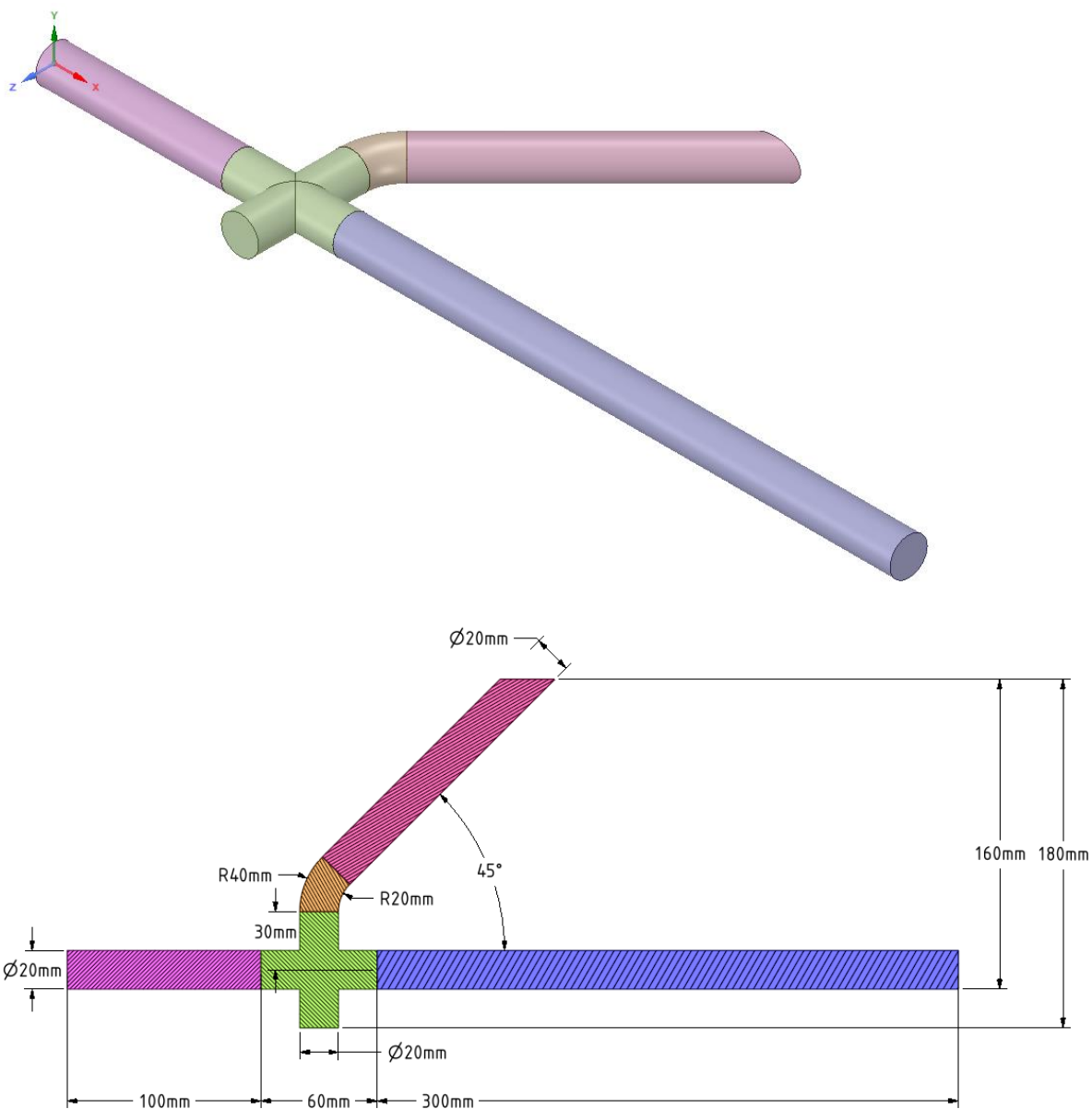
obr. 5.1 – Hydraulický obvod s koleny a okolní oblastí

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

(0.0 -0.05 0.05) m

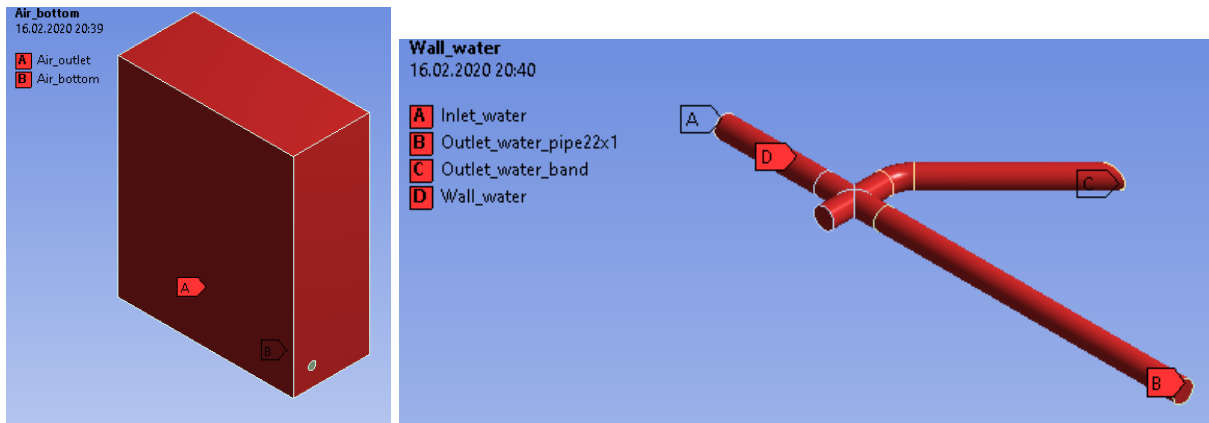
(0.46 0.5 -0.15) m

Rozměry hydraulických elementů jsou specifikovány na následujícím obrázku.



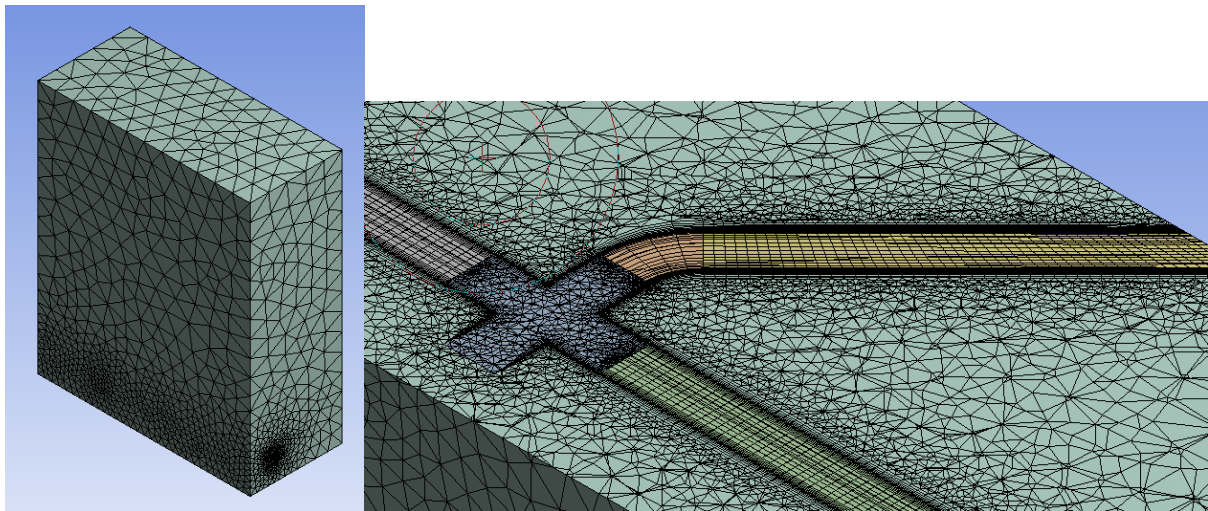
obr. 5.2 – Schéma hydraulického obvodu a kótování elementů

Okrajové podmínky oblasti vzduchu a trubkového systému jsou zobrazeny na obr. 3.3.



obr. 5.3– 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. 5.4 – Zhuštění v okolí stěny kolena

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

Tab. 5.1 – 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	[kg.m ⁻¹ s ⁻¹]

			theory	
--	--	--	--------	--

Typy okrajových podmínek jsou následující:

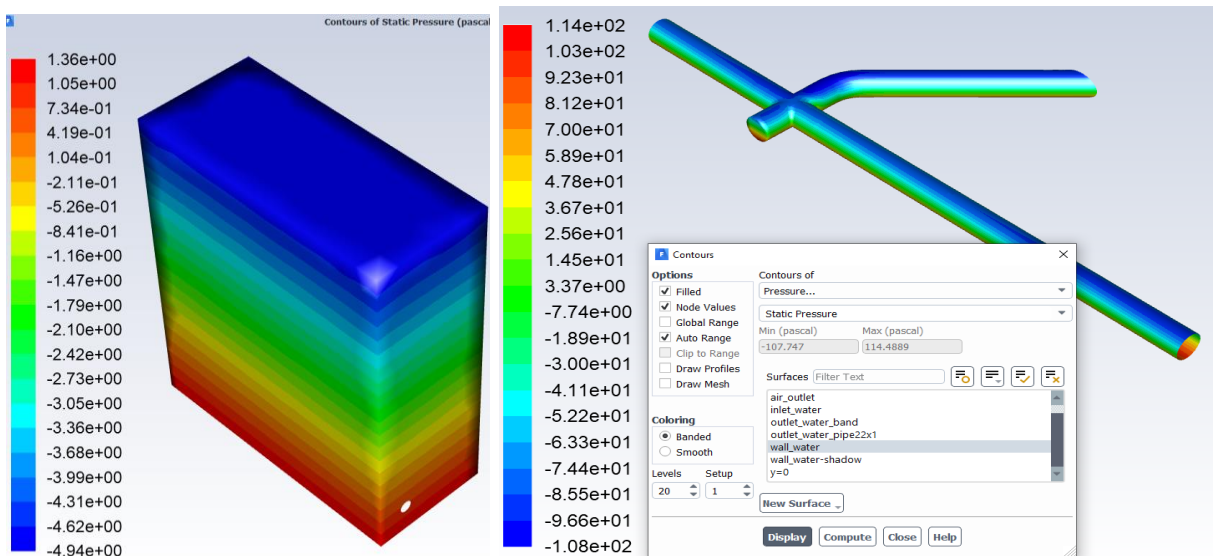
- Vstup voda ⇒ „Velocity inlet“
- Výstup voda ⇒ „Pressure outlet“
- Stěna silná, tenká, skok ⇒ „Wall“
- Výstup okolí vzduch ⇒ „Pressure outlet“
- Dolní stěna okolí vzduch ⇒ „Wall“
- Oblast voda ⇒ „Fluid“
- Oblast vzduch ⇒ „Fluid“

Specifikace okrajových podmínek je uvedena v Tab. 5.2.

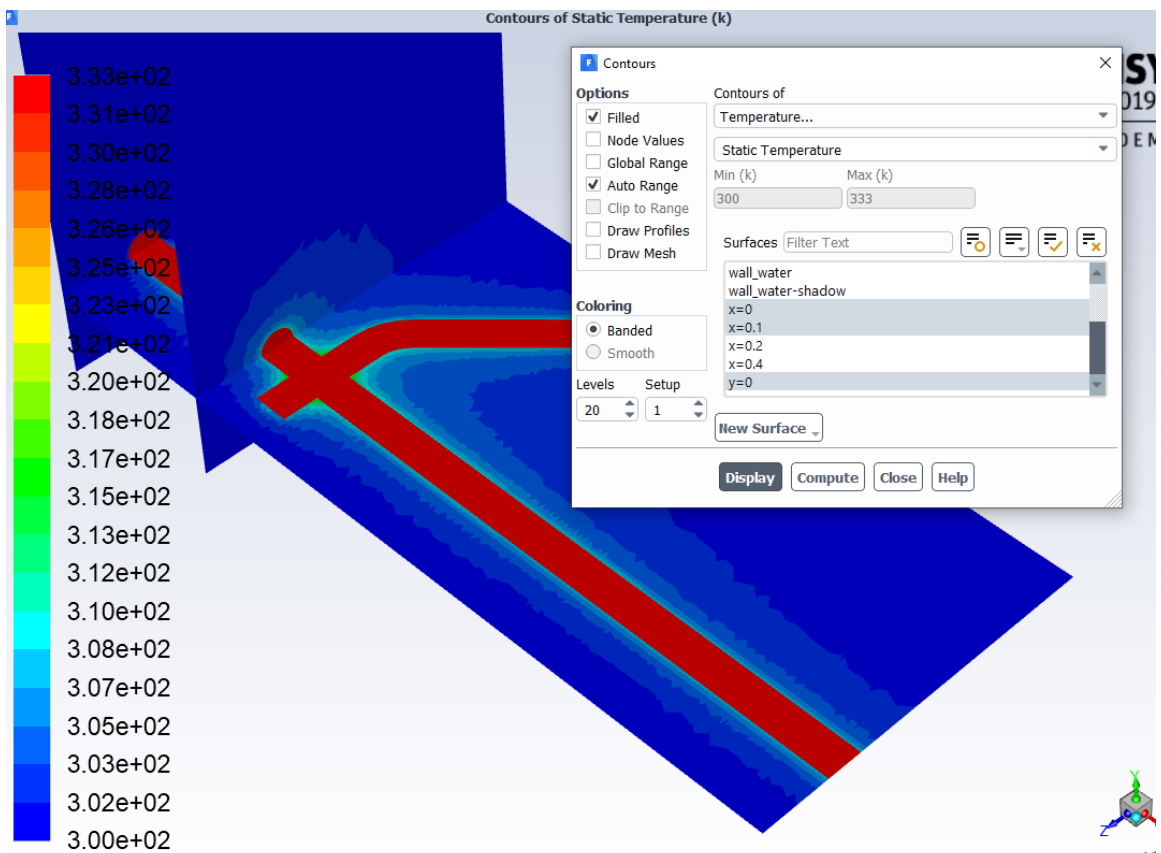
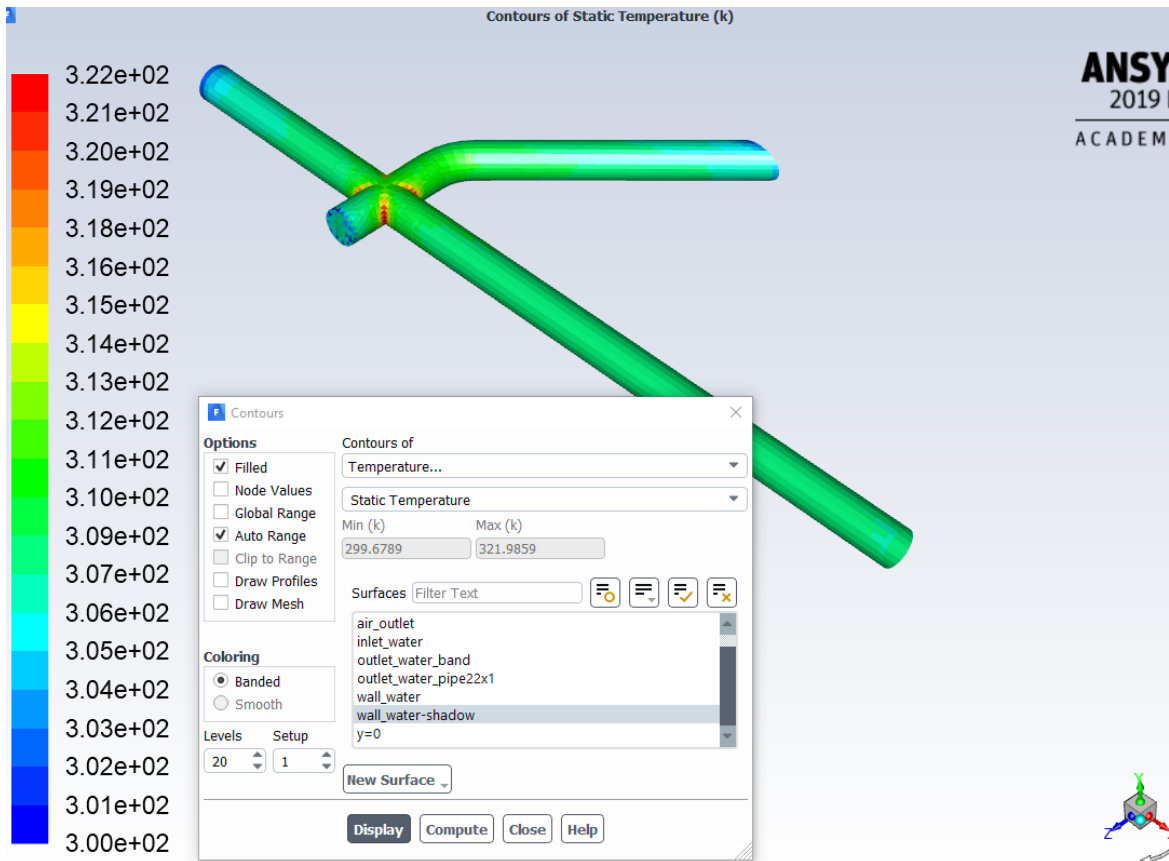
Tab. 5.2– Okrajové podmínky:

	Vstup voda	Výstup voda	Stěny voda	Výstup 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. 5.5 Statický tlak



obr. 5.6 Statická teplota na trubce a v příčném řezu

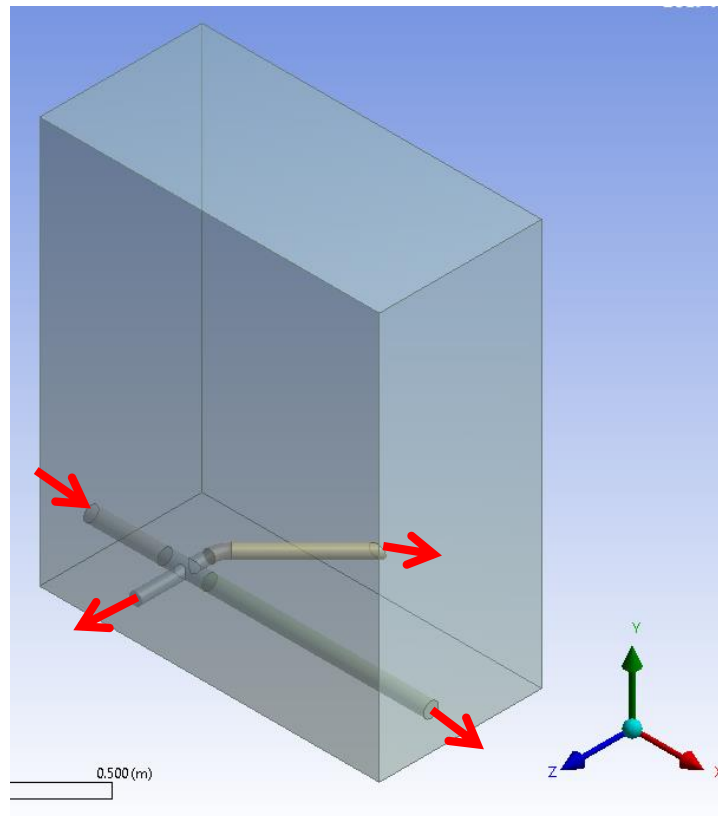
6 ŘEŠENÍ PROUDĚNÍ HYDRAULICKÝM OBVODEM S 3 VÝSTUPY (SIKORA DOMINIK) – HYD6

Provedte matematickou simulaci proudění vody v obvodu s přestupem tepla do okolního vzduchu dle obr. 3.1. Na oblast působí gravitační síla. Definujte jednotlivé oblasti a parametry dle zadaných okrajových podmínek a výsledky zhodnoťte.

Příklady hydraulického potrubí a fitinek jsou následující: Φ



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.



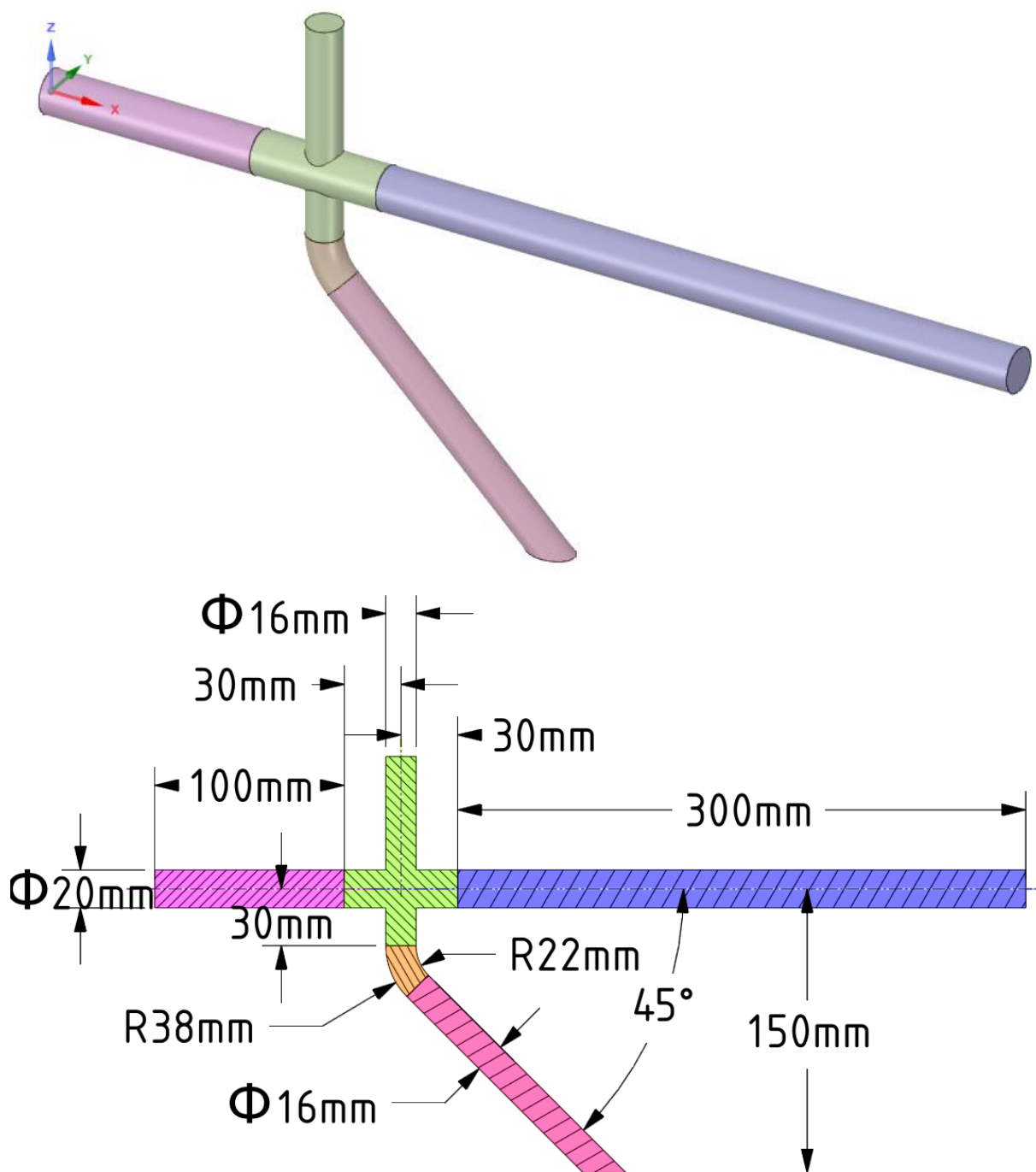
obr. 6.1 – Hydraulický obvod s koleny a okolní oblastí

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

(0.0 -0.05 0.07) m

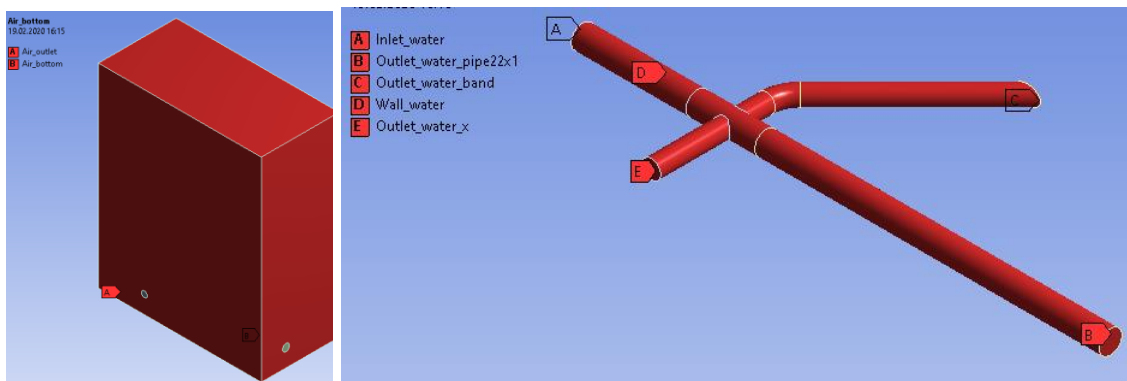
(0.46 0.5 -0.15) m

Rozměry hydraulických elementů jsou specifikovány na následujícím obrázku.



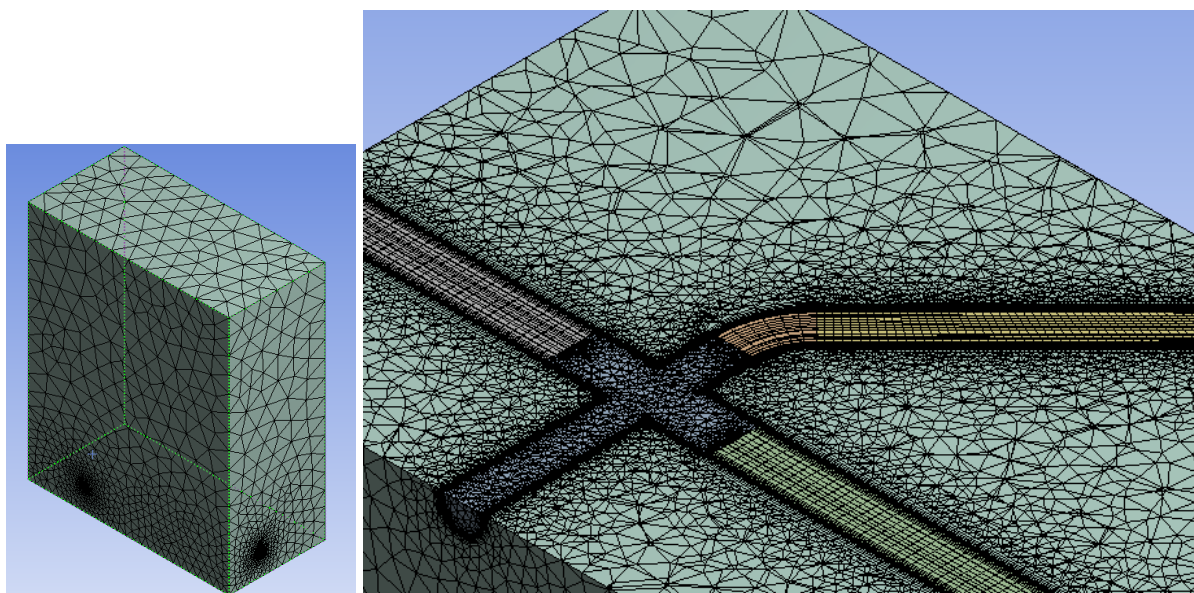
obr. 6.2 – Schéma hydraulického obvodu a kótování elementů

Okrajové podmínky oblasti vzduchu a trubkového systému jsou zobrazeny na obr. 3.3.



obr. 6.3– 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. 6.4 – Zhuštění v okolí stěny kolena

Fyzikální vlastnosti proudících médií a pevného materiálu jsou definovány v

Tab. 5.1.

Tab. 6.1 – 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:

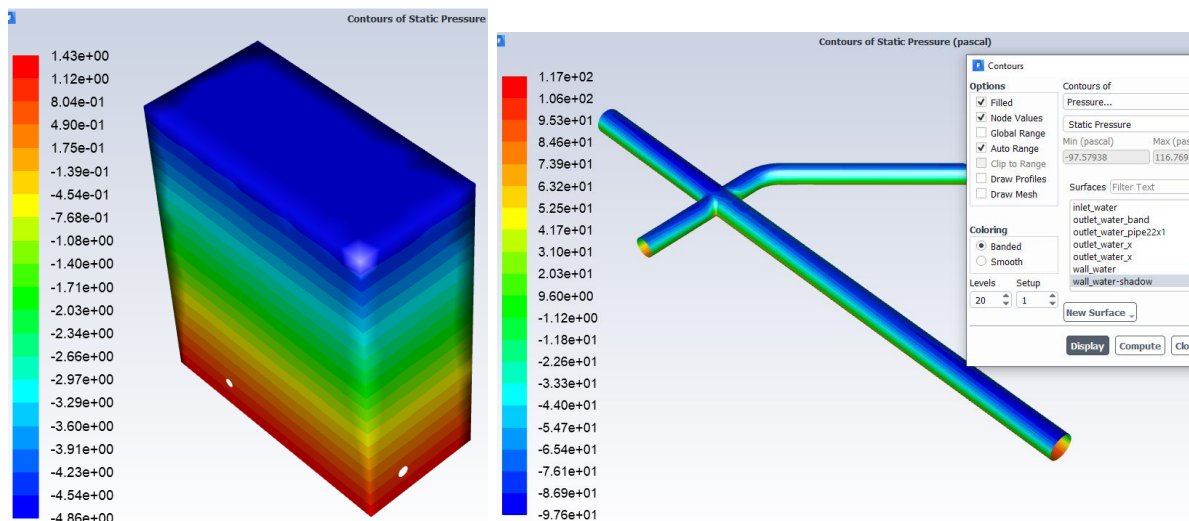
- Vstup voda \Rightarrow „Velocity inlet“
- Výstup voda \Rightarrow „Pressure outlet“
- Stěna silná, tenká, skok \Rightarrow „Wall“
- Výstup okolí vzduch \Rightarrow „Pressure outlet“
- Dolní stěna okolí vzduch \Rightarrow „Wall“
- Oblast voda \Rightarrow „Fluid“
- Oblast vzduch \Rightarrow „Fluid“

Specifikace okrajových podmínek je uvedena v Tab. 5.2.

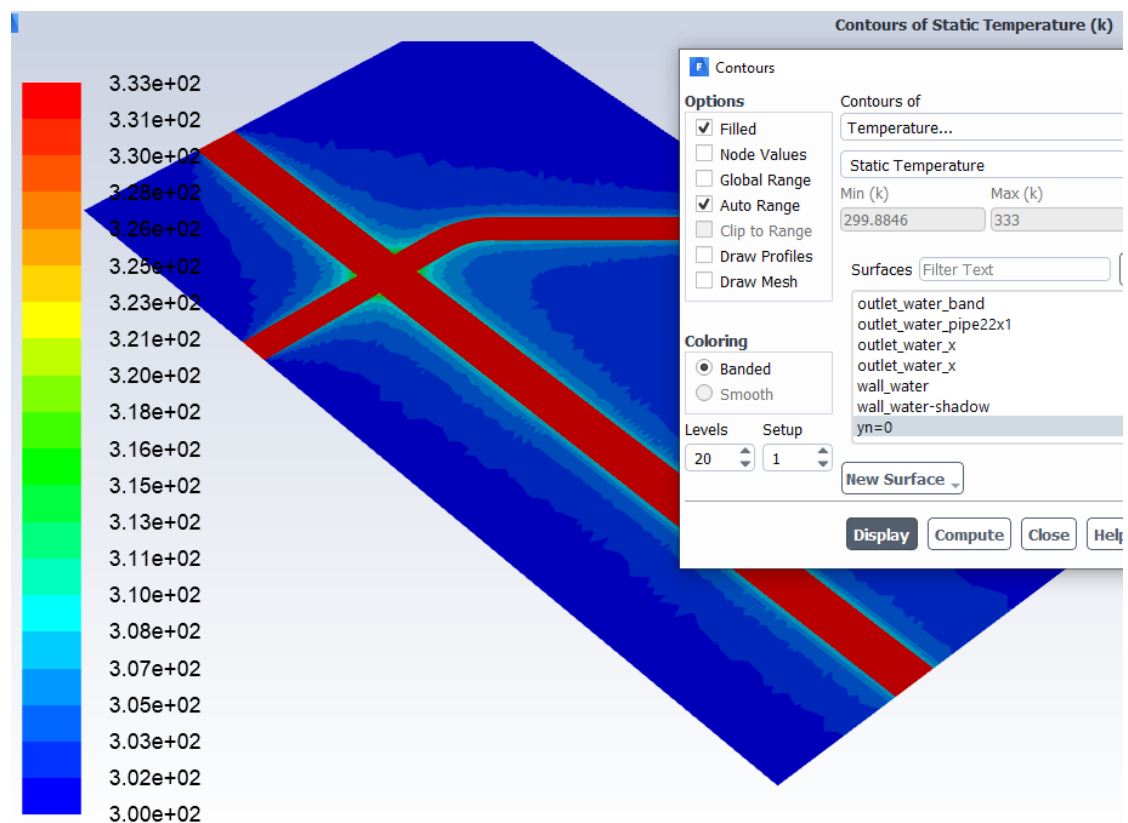
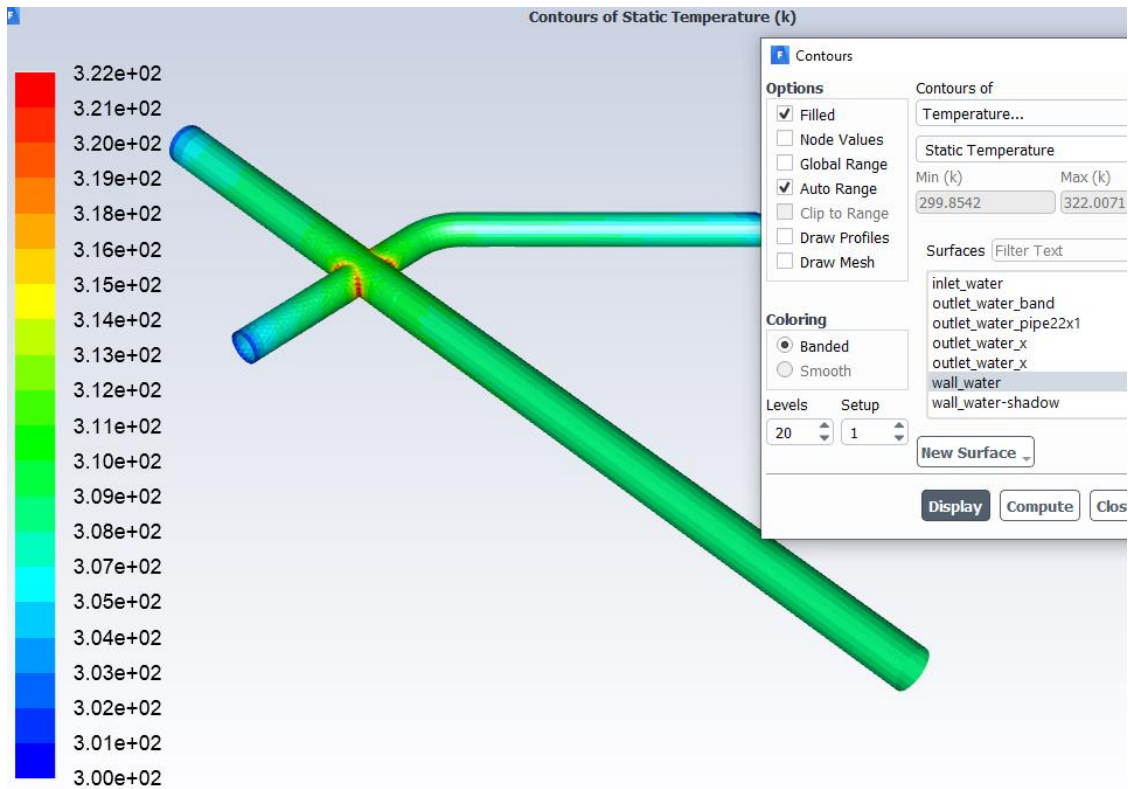
Tab. 6.2– Okrajové podmínky:

	Vstup voda	Výstup voda	Stěny voda	Výstup 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. 6.5 Statický tlak



obr. 6.6 Statická teplota na trubce a v příčném řezu

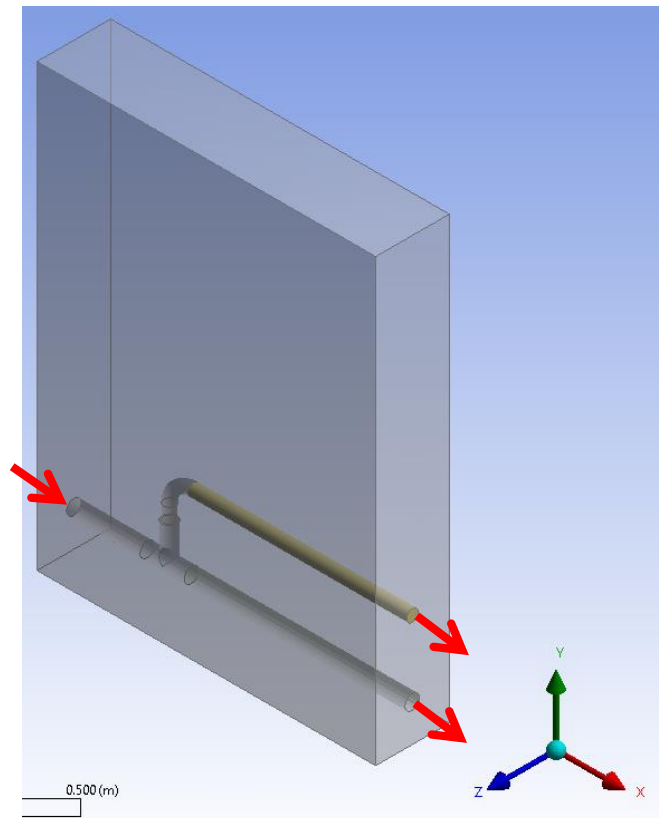
7 ŘEŠENÍ PROUDĚNÍ HYDRAULICKÝM OBVODEM SE SVISLÝM T KUSEM (WOJNAR ADAM) – HYD7

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, 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.



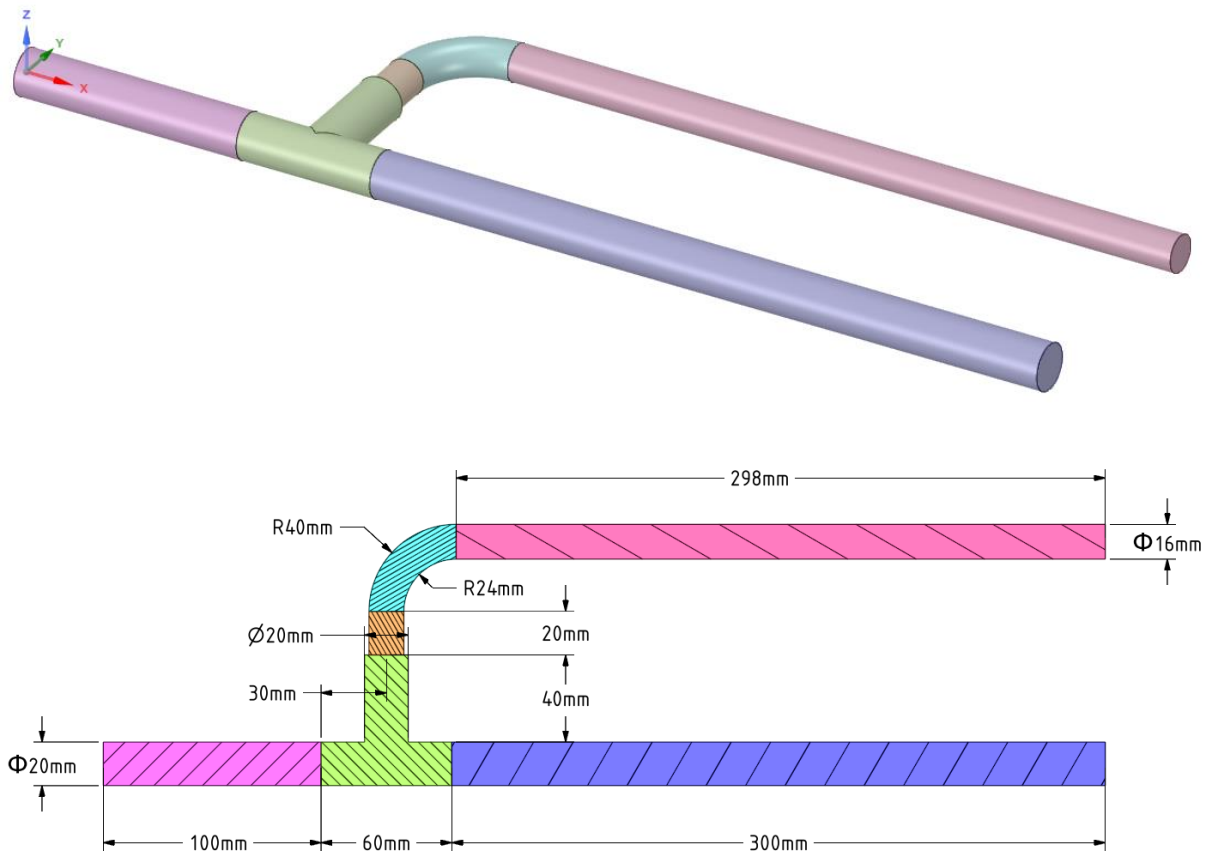
obr. 7.1 – Hydraulický obvod s koleny a okolní oblastí

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

(0.0 -0.05 0.05) m

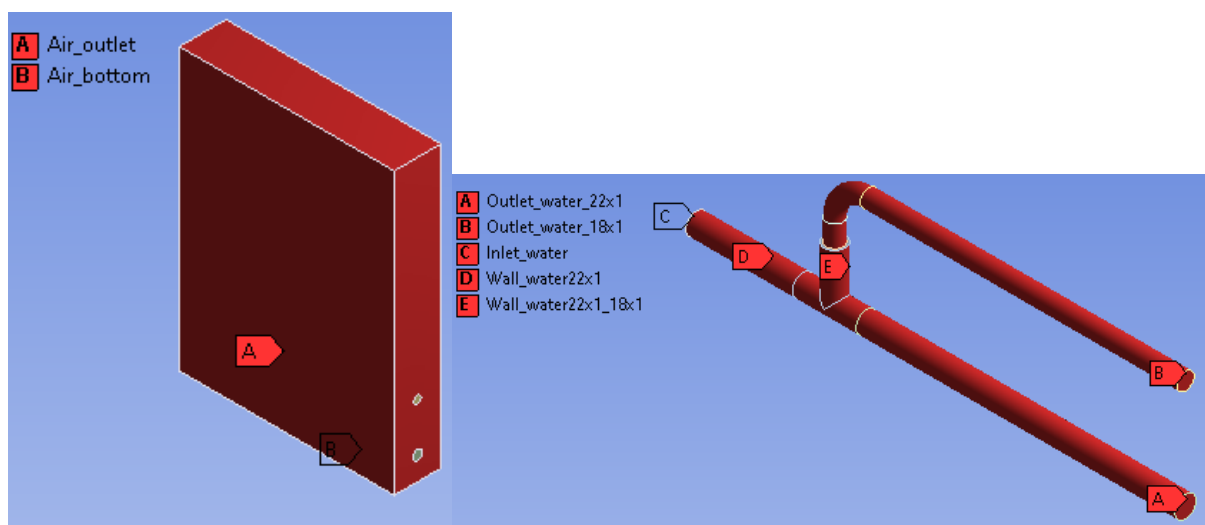
(0.46 0.6 -0.1) m

Rozměry hydraulických elementů jsou specifikovány na následujícím obrázku.



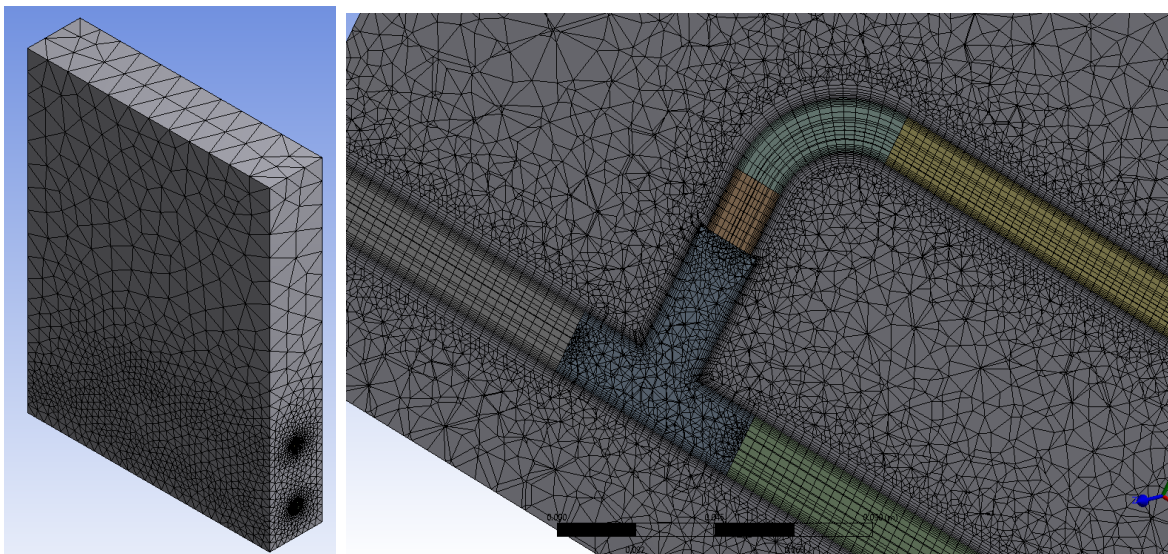
obr. 7.2 – Schéma hydraulického obvodu a kótování elementů

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



obr. 7.3– 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. 7.4 – Zhuštění v okolí stěn

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

Tab. 7.1 – 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:

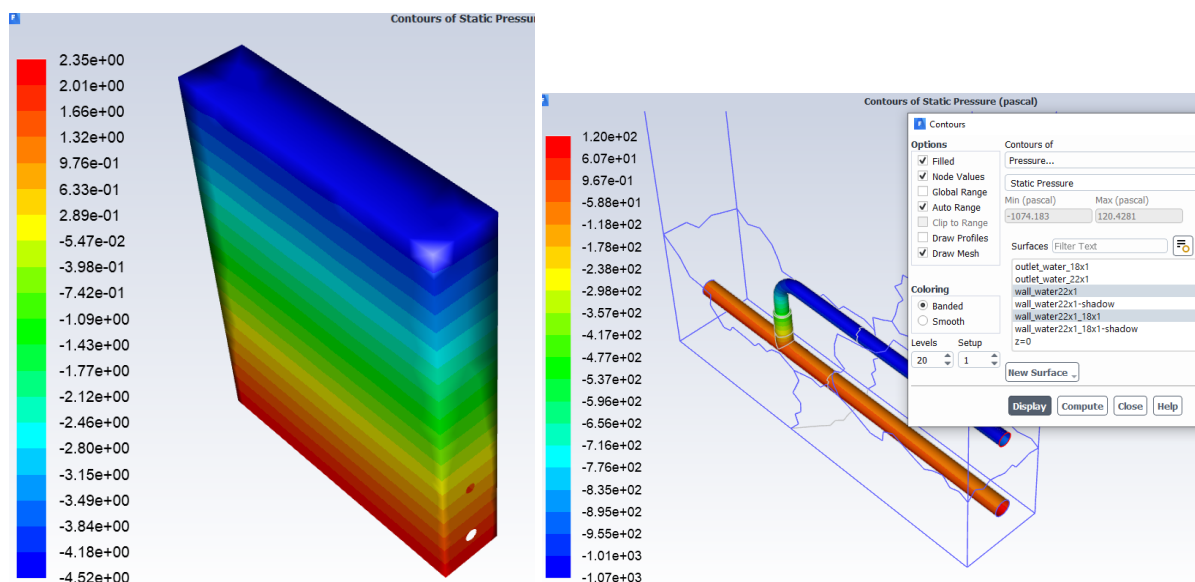
- Vstup voda \Rightarrow „Velocity inlet“
- Výstup voda \Rightarrow „Pressure outlet“
- Stěna silná, tenká, skok \Rightarrow „Wall“
- Výstup okolí vzduch \Rightarrow „Pressure outlet“
- Dolní stěna okolí vzduch \Rightarrow „Wall“
- Oblast voda \Rightarrow „Fluid“
- Oblast vzduch \Rightarrow „Fluid“

Specifikace okrajových podmínek je uvedena v Tab. 1.2.

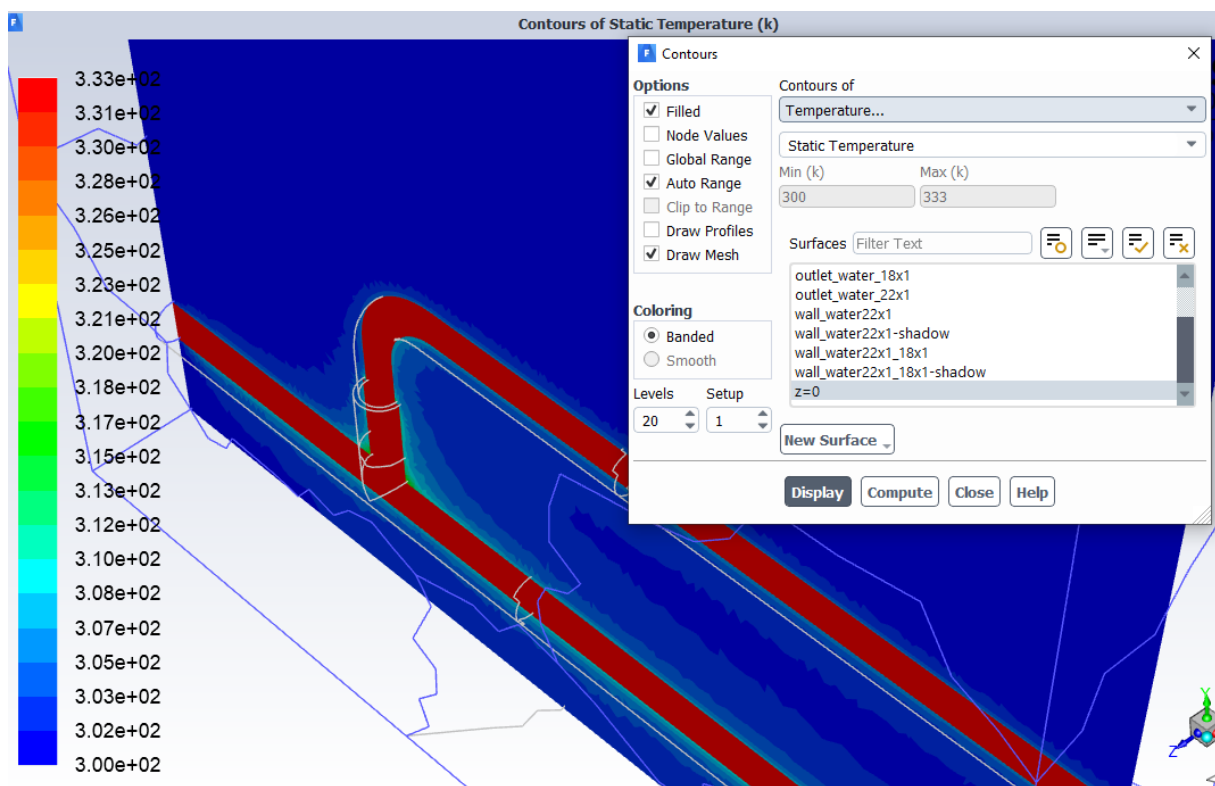
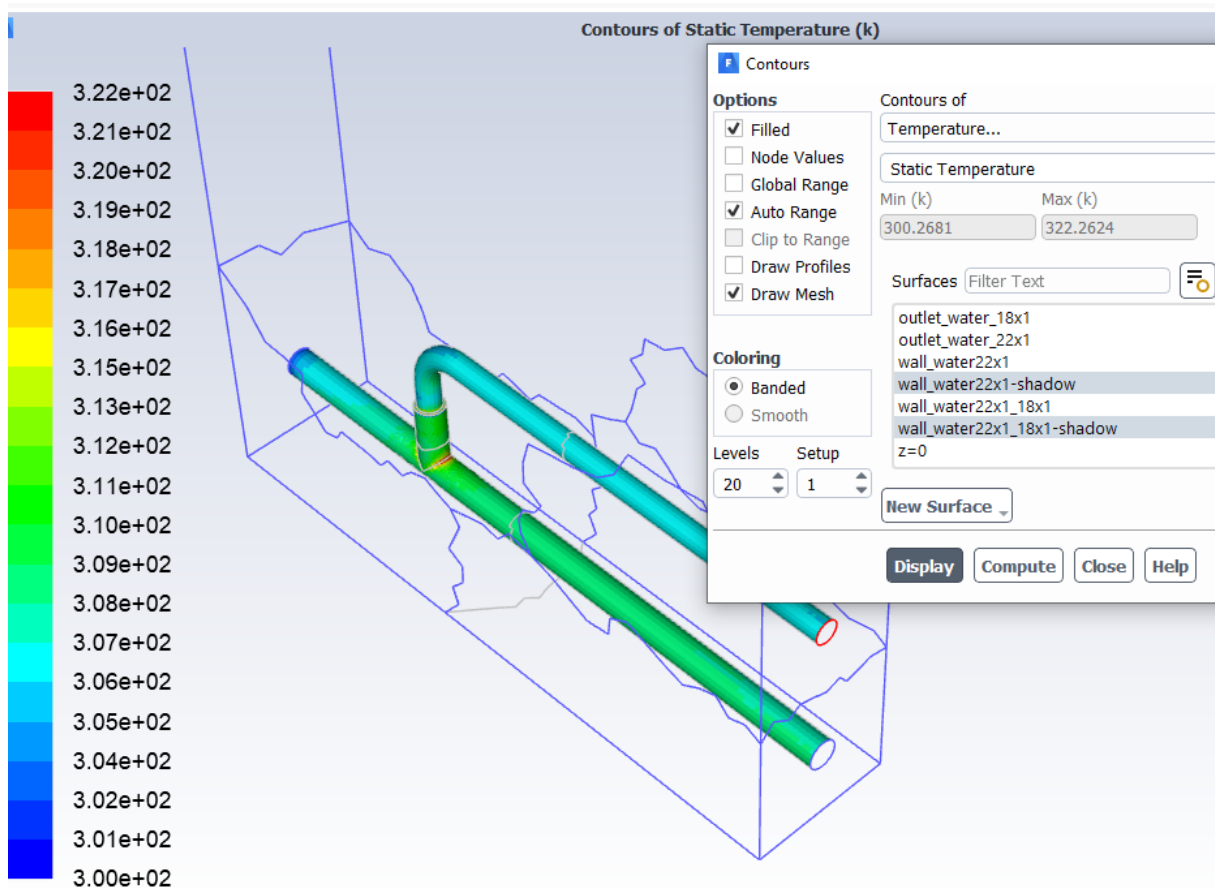
Tab. 7.2– Okrajové podmínky:

	Vstup voda	Vystup voda	Stěny voda	Vystup vzduch	Dolní stěna vzduch	Jednotky
Teplota \bar{T}	333	333	coupled	300	izolovaná	[K]
Rychlost v	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. 7.5 Statický tlak



obr. 7.6 Statická teplota na trubce a v příčném řezu

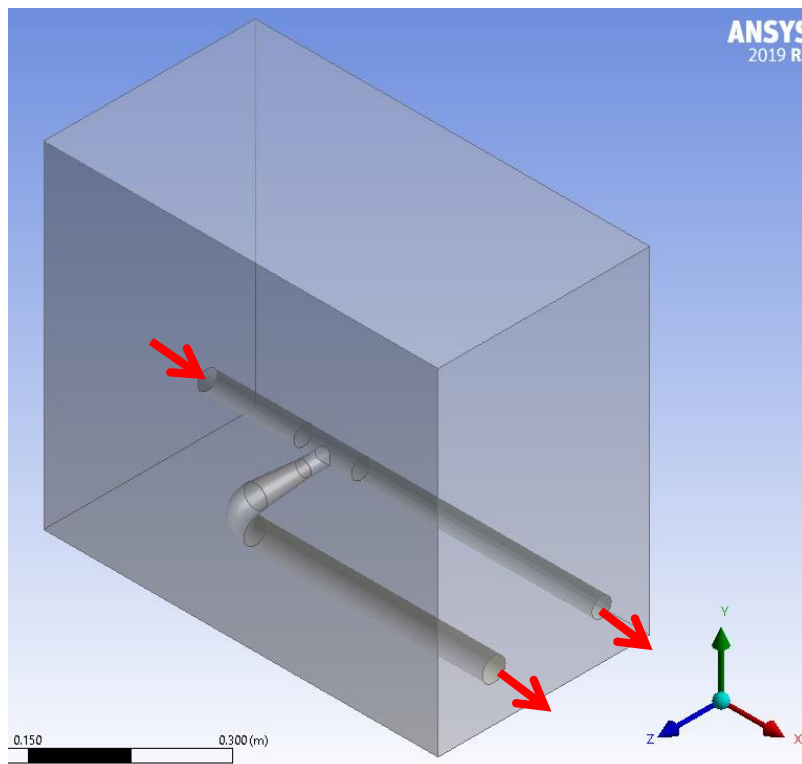
8 ŘEŠENÍ PROUDĚNÍ HYDRAULICKÝM OBVODEM S T KUSEM A DIFUSOREM (WOLF TOMÁŠ)

Proved'te 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 zhodno'te.

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.



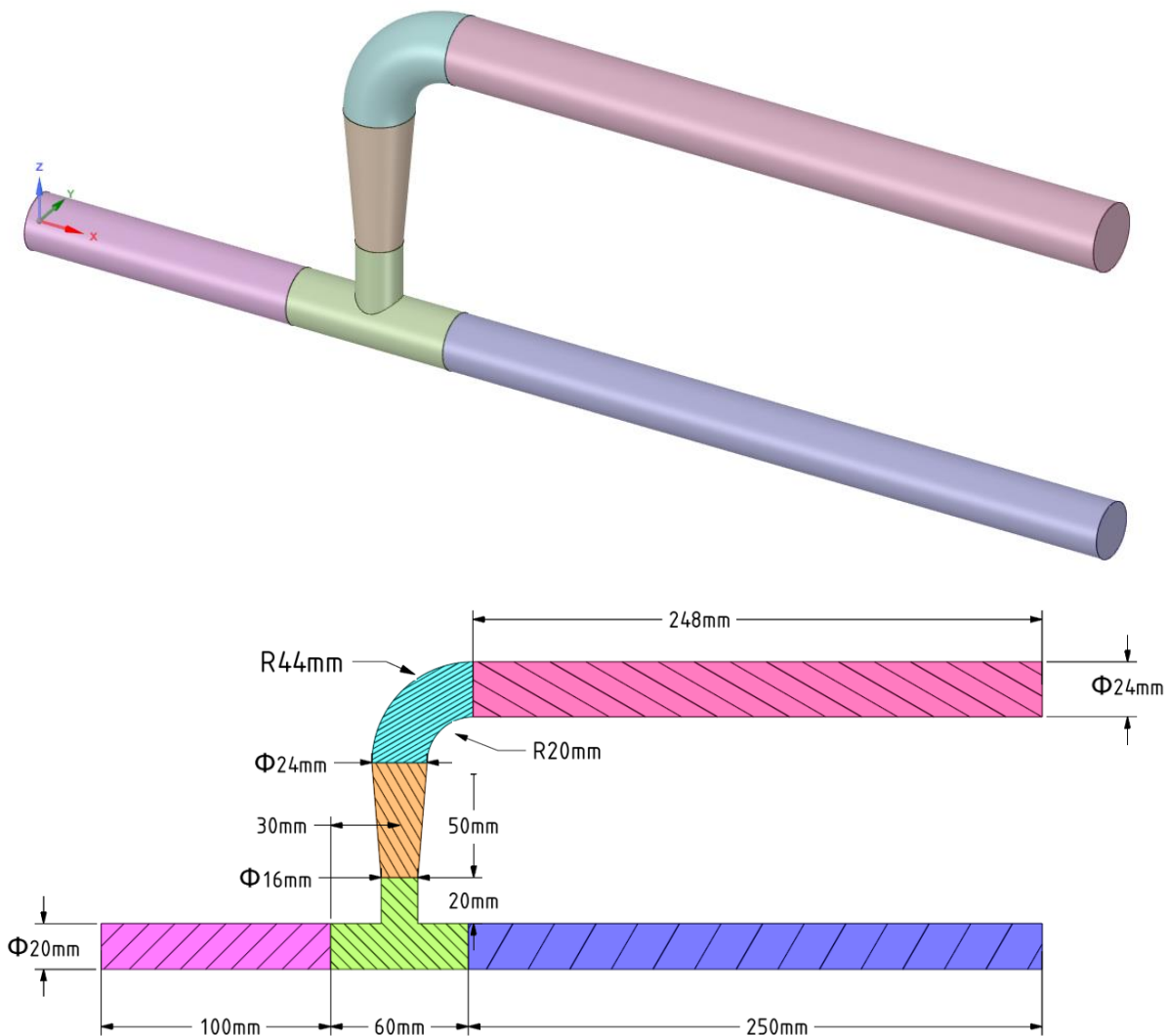
obr. 8.1 – Hydraulický obvod s koleny a okolní oblastí

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

(0.0 -0.05 -0.05) m

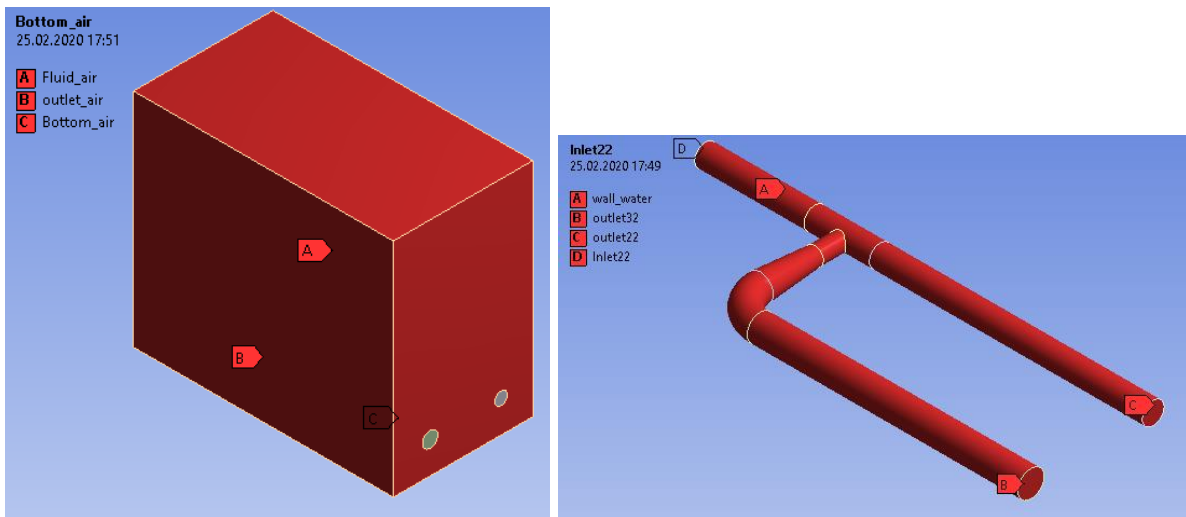
(0.41 0.3 0.17) m

Rozměry hydraulických elementů jsou specifikovány na následujícím obrázku.



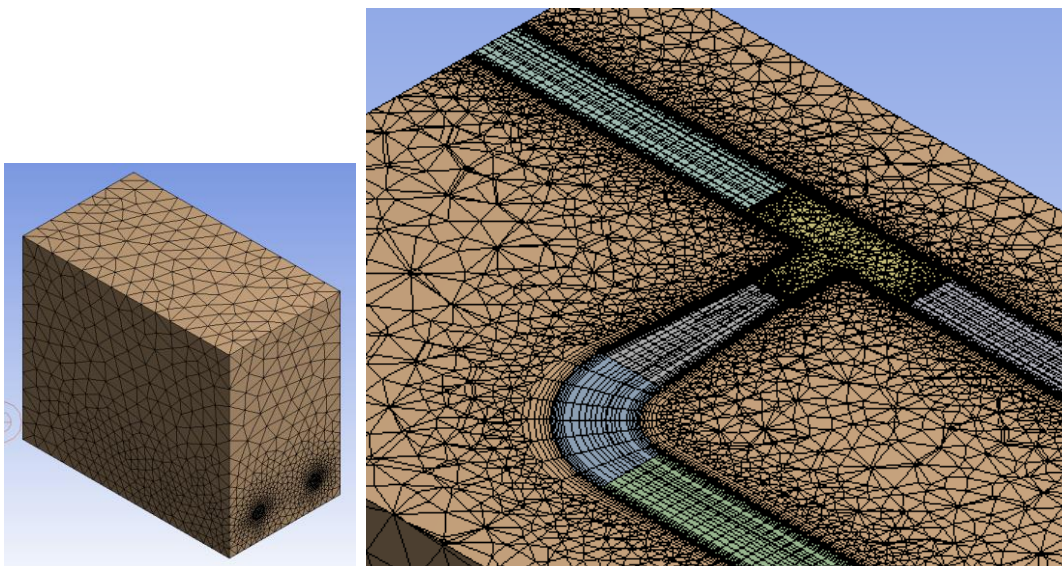
obr. 8.2 – Schéma hydraulického obvodu a kótování elementů

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



obr. 8.3– 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. 8.4 – Zhuštění v okolí stěn

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

Tab. 8.1 – 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:

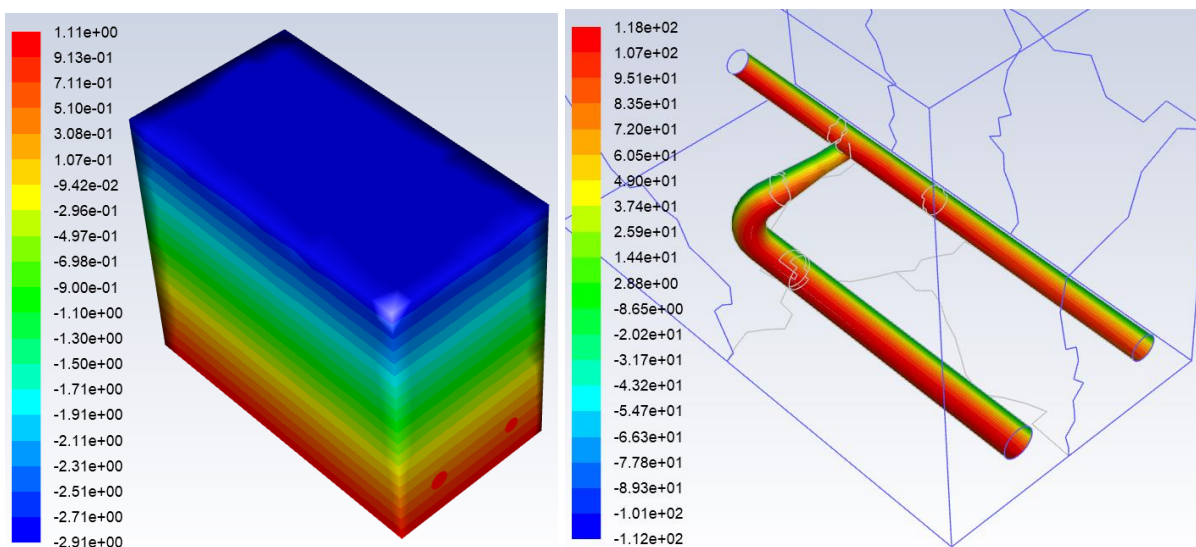
- Vstup voda \Rightarrow „Velocity inlet“
- Výstup voda \Rightarrow „Pressure outlet“
- Stěna silná, tenká, skok \Rightarrow „Wall“
- Výstup okolí vzduch \Rightarrow „Pressure outlet“
- Dolní stěna okolí vzduch \Rightarrow „Wall“
- Oblast voda \Rightarrow „Fluid“
- Oblast vzduch \Rightarrow „Fluid“

Specifikace okrajových podmínek je uvedena v Tab. 1.2.

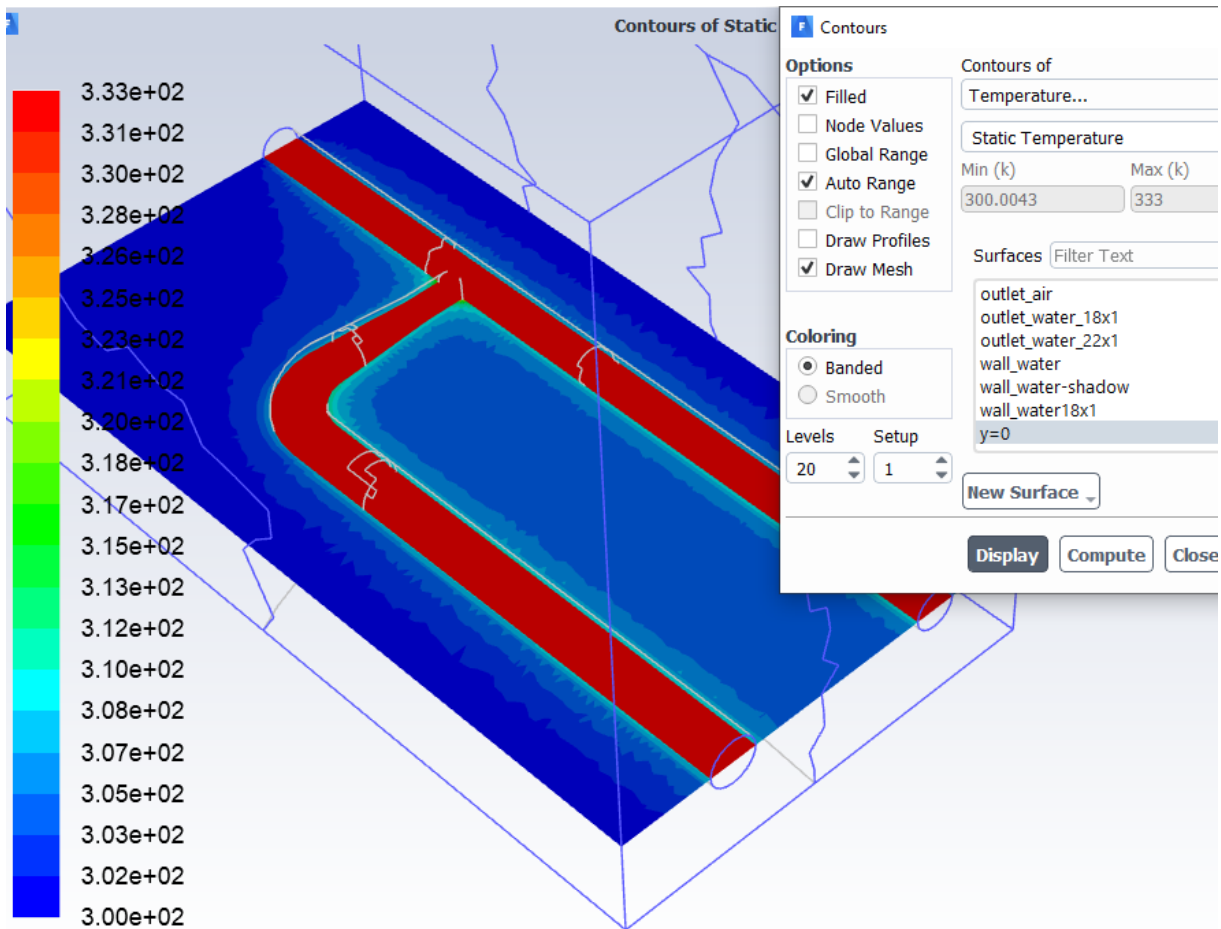
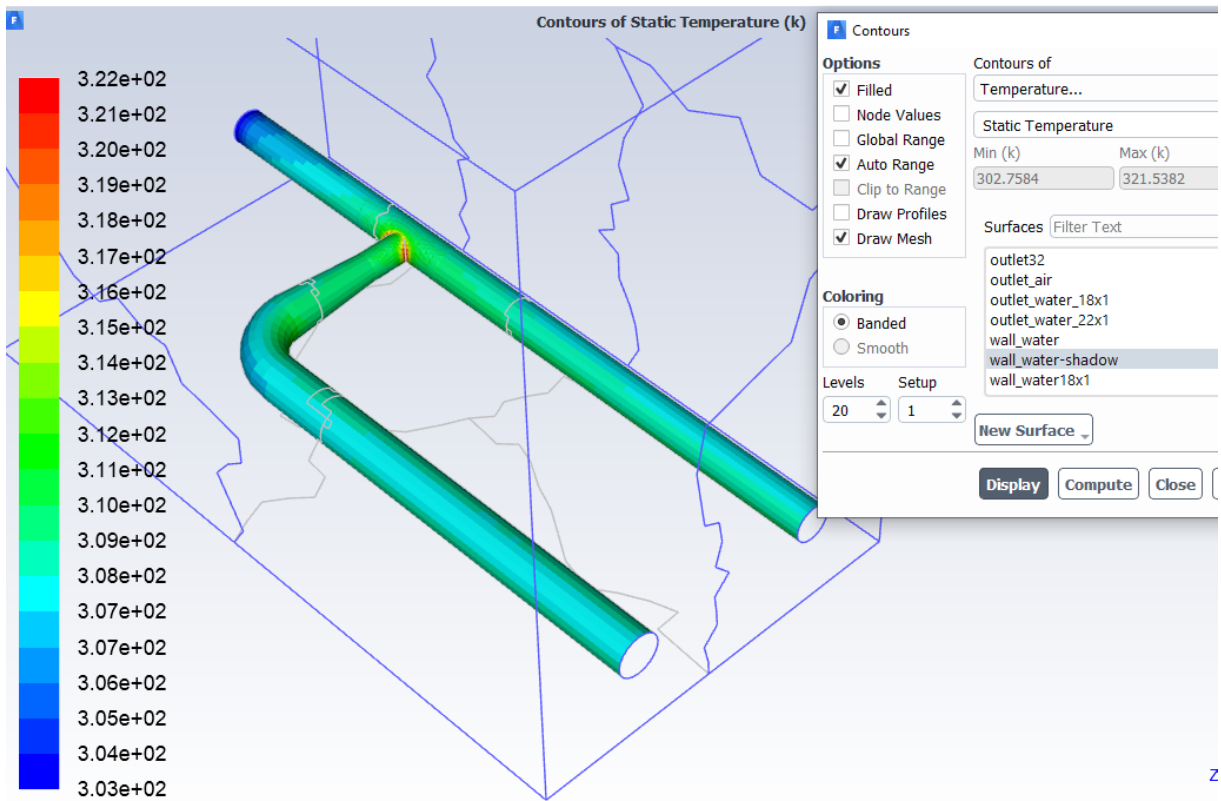
Tab. 8.2– Okrajové podmínky:

	Vstup voda	Vystup voda	Stěny voda	Vystup vzduch	Dolní stěna vzduch	Jednotky
Teplota \bar{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:



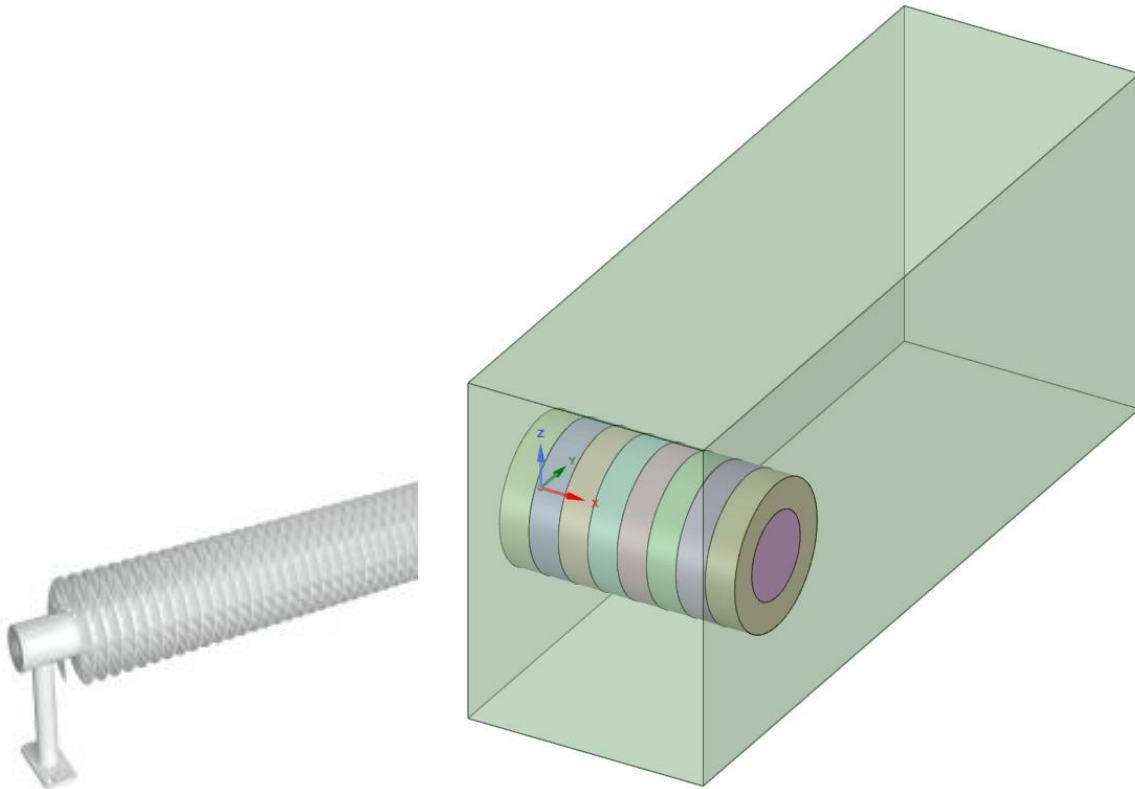
obr. 8.5 Statický tlak



obr. 8.6 Statická teplota na trubce a v příčném řezu

9 ŘEŠENÍ PŘESTUPU TEPLA ČLÁNKOVÝ RADIÁTOREM (ZAWADA PAWEL) – HYD9

Provedte matematickou simulaci proudění vody s přestupem tepla v článkovém radiátoru do okolní oblasti, která je definována jako vzduch. Na oblast působí gravitační síla. Definujte jednotlivé oblasti a parametry dle zadaných okrajových podmínek a výsledky zhodnoťte.



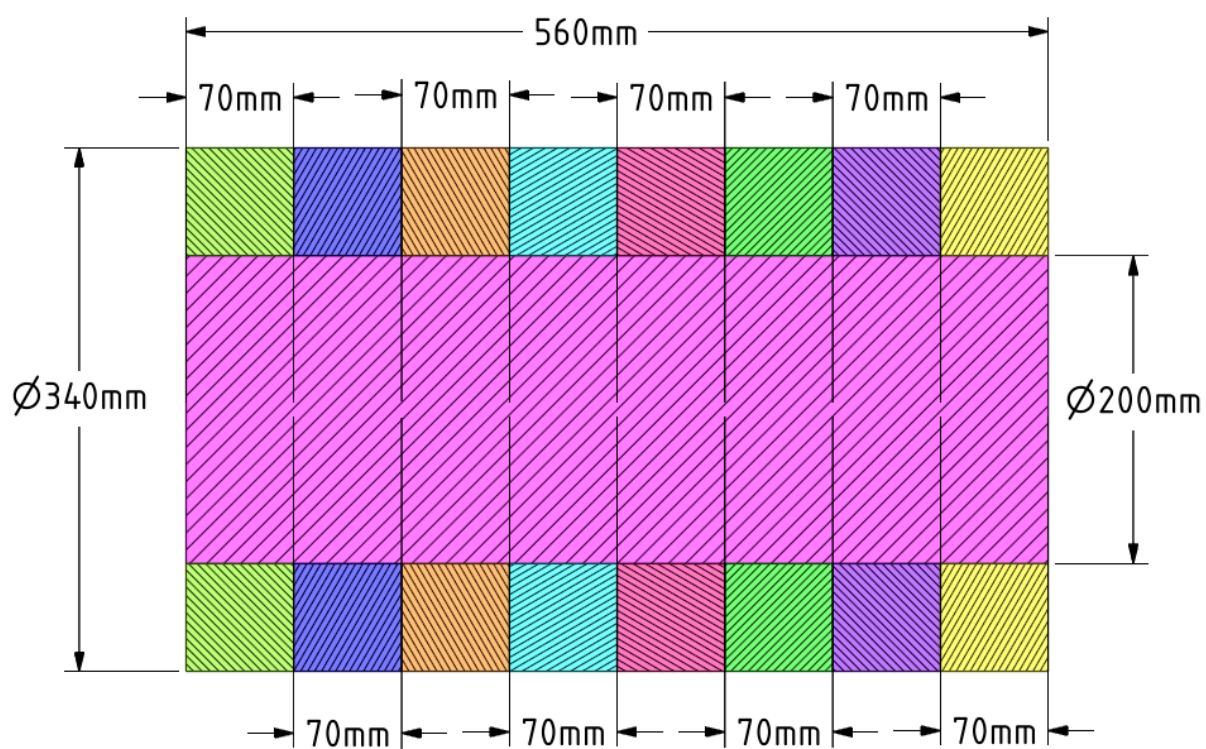
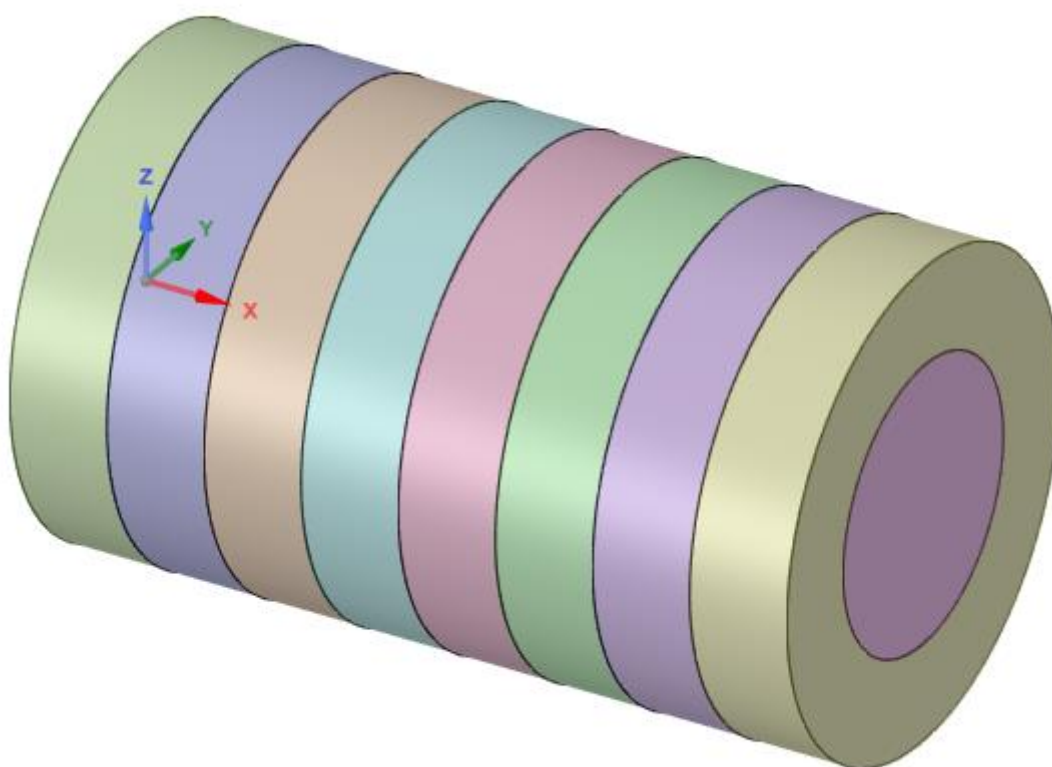
obr. 9.1 – Hydraulický obvod s koleny a okolní oblastí

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

(0.0 -0.3 -0.4) m

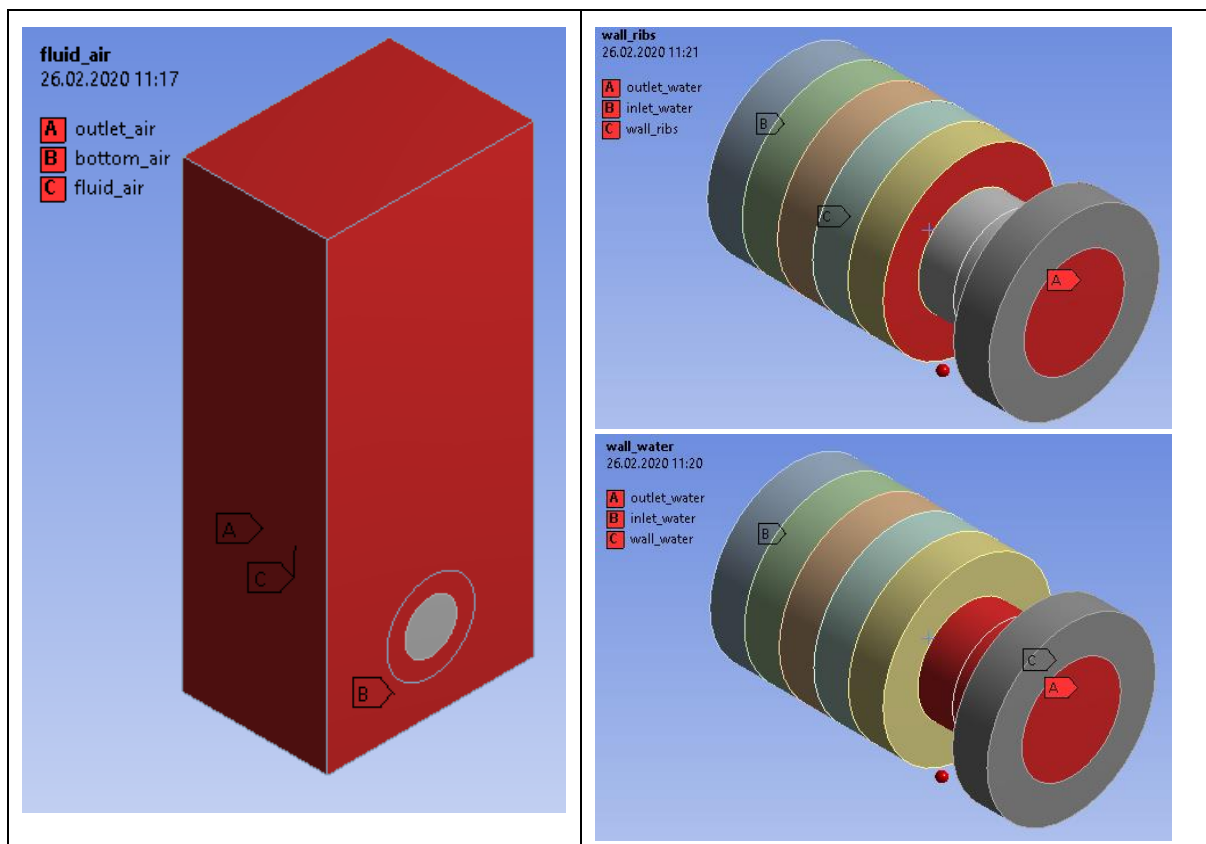
(0.56 1.5 0.4) m

Rozměry hydraulických elementů jsou specifikovány na následujícím obrázku.



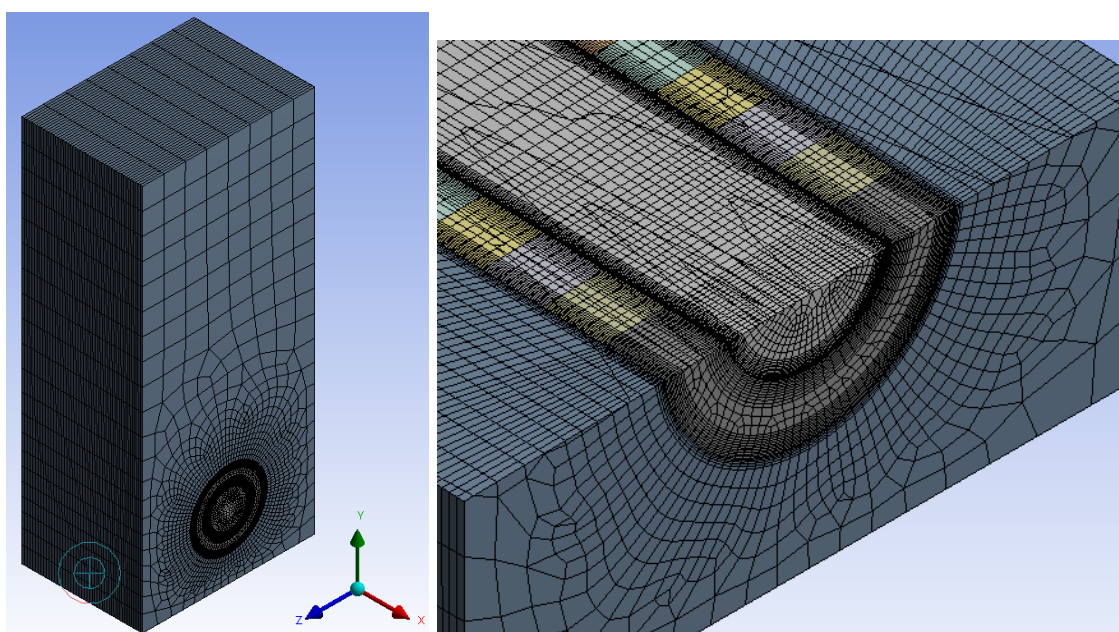
obr. 9.2 – Schéma hydraulického obvodu a kótování elementů

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 stěn

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

Tab. 9.1 – 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:

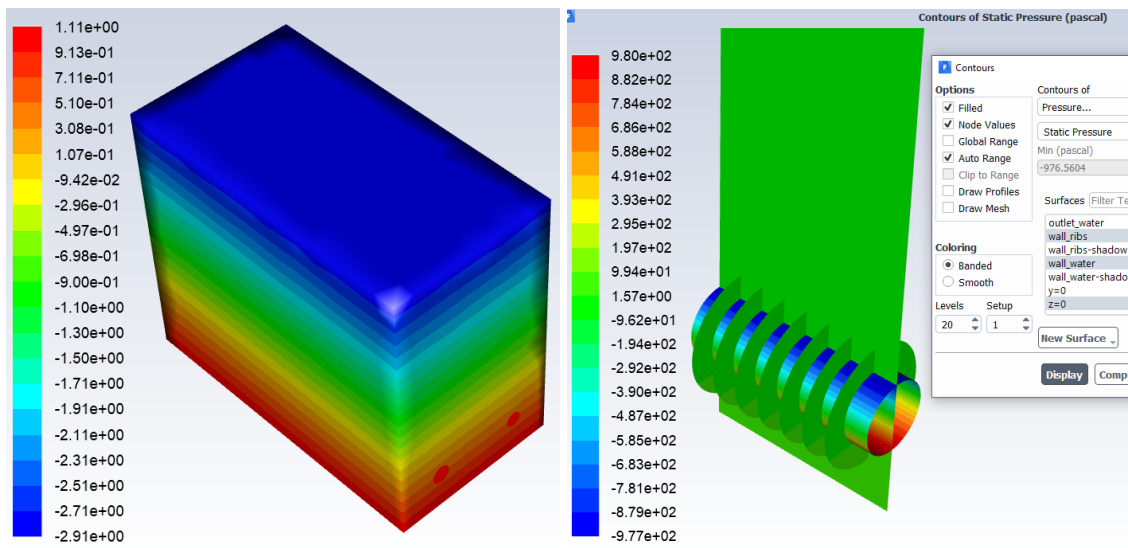
- Vstup voda \Rightarrow „Velocity inlet“
- Výstup voda \Rightarrow „Pressure outlet“
- Stěna silná, tenká, skok \Rightarrow „Wall“
- Výstup okolí vzduch \Rightarrow „Pressure outlet“
- Dolní stěna okolí vzduch \Rightarrow „Wall“
- Oblast voda \Rightarrow „Fluid“
- Oblast vzduch \Rightarrow „Fluid“

Specifikace okrajových podmínek je uvedena v Tab. 1.2.

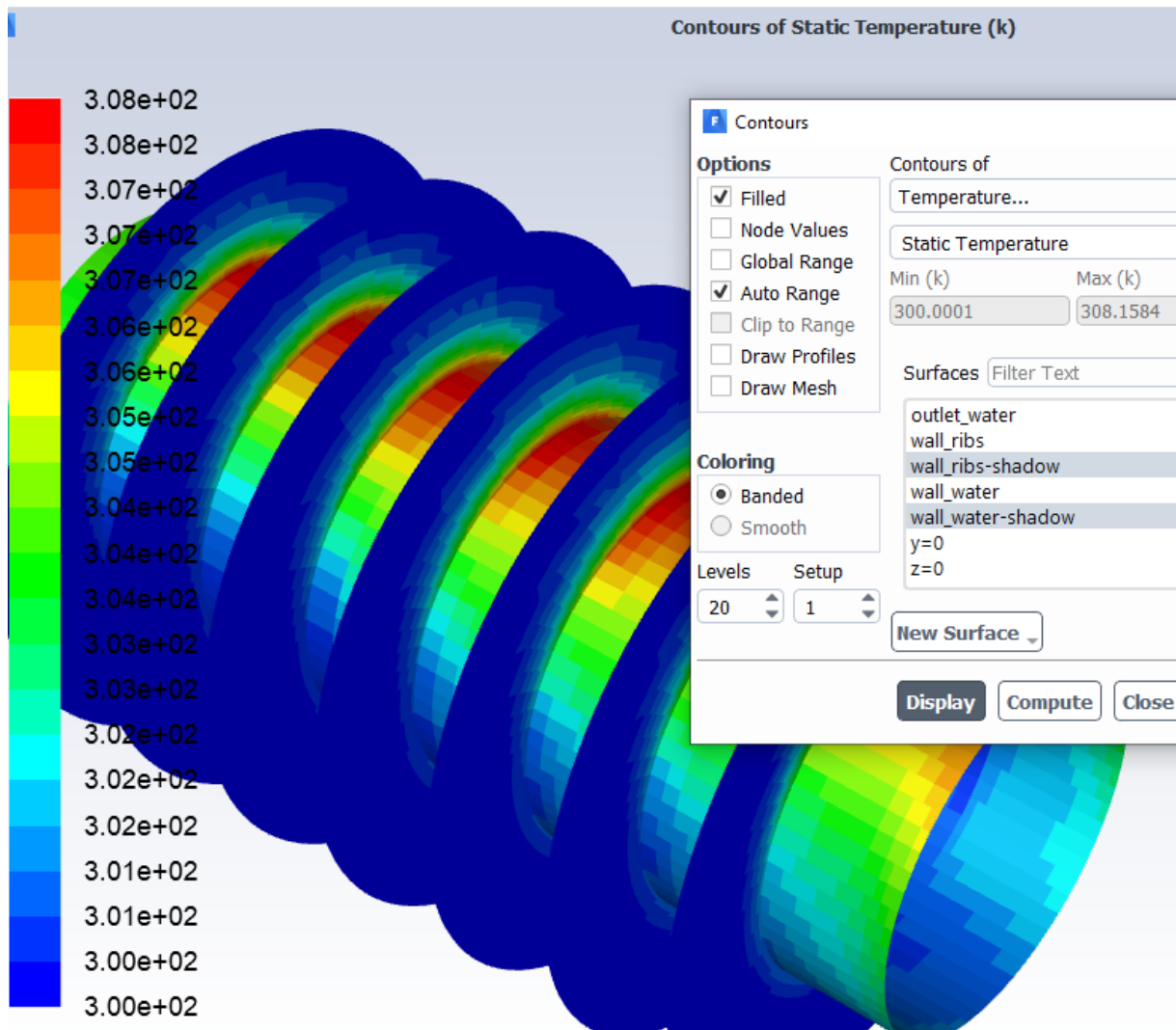
Tab. 9.2– Okrajové podmínky:

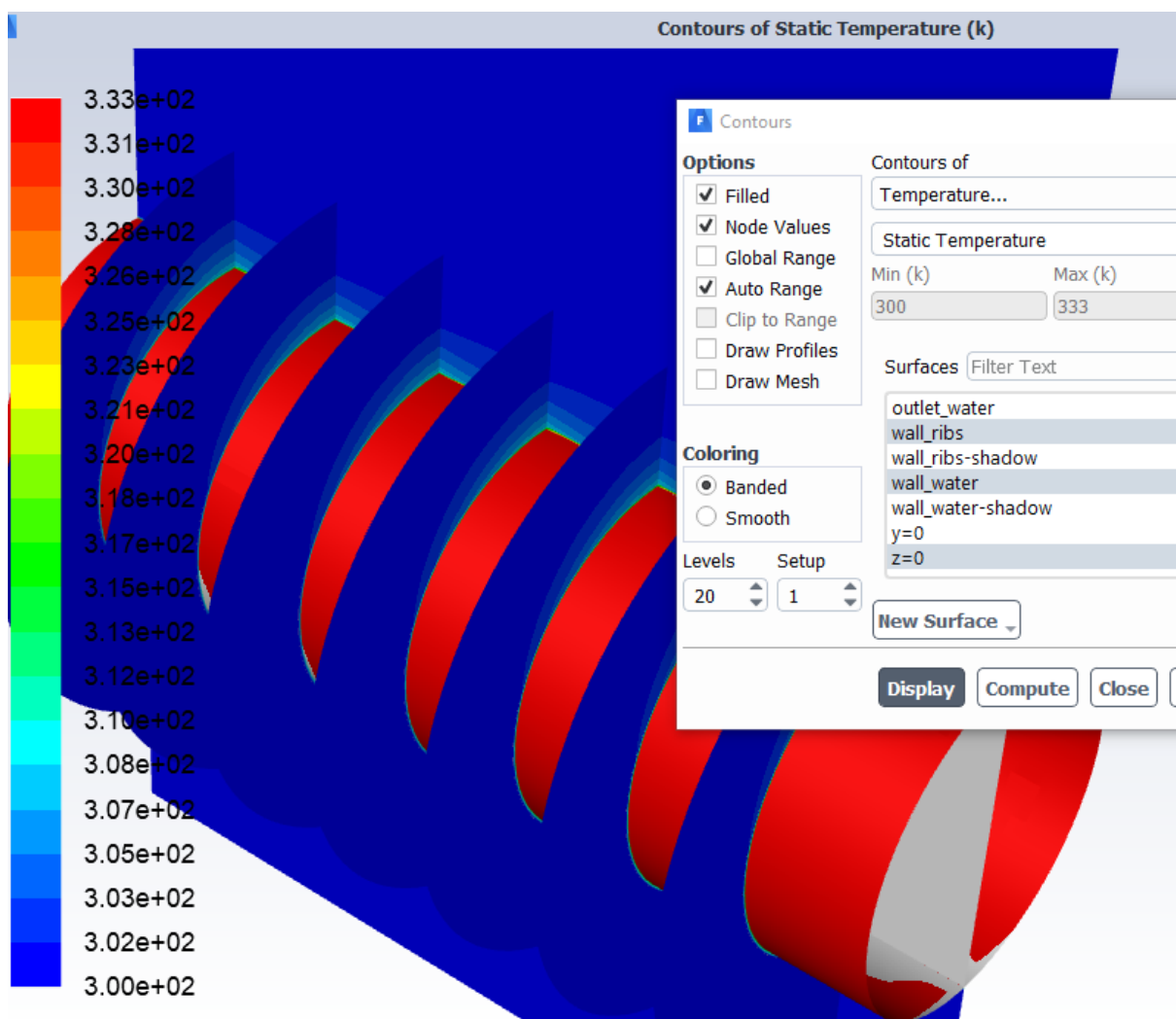
	Vstup voda	Vystup voda	Stěny voda	Vystup vzduch	Dolní stěna vzduch	Jednotky
Teplota T	333	333	coupled	300	izolovaná	[K]
Rychlost v	0.3			(0.01)		[m.s ⁻¹]
Tlak p		0		0		[Pa]
Intenzita turbulence I	0.1	0.1		0.1		[%]
Hydraulický průměr D_h	0.2	0.026		0.5		[m]

Příklady výsledků:



obr. 9.5 Statický tlak

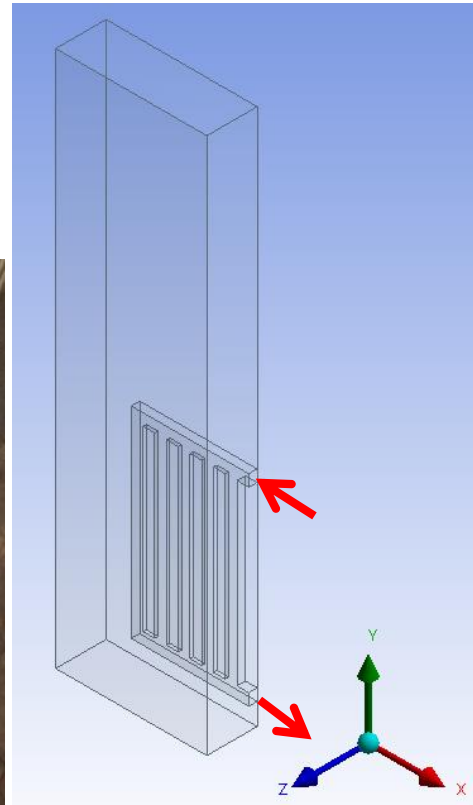




obr. 9.6 Statická teplota na trubce a v příčném řezu

10 ŘEŠENÍ PŘESTUPU TEPLA DESKOVÝM RADIÁTOREM (ŽELEZNÝ JAKUB) – HYD10

Provedte matematickou simulaci proudění vody s přestupem tepla v deskovém radiátoru do okolní oblasti, která je definována jako vzduch. Na oblast působí gravitační síla. Definujte jednotlivé oblasti a parametry dle zadaných okrajových podmínek (můžete využít symetrie) a výsledky zhodnoťte.



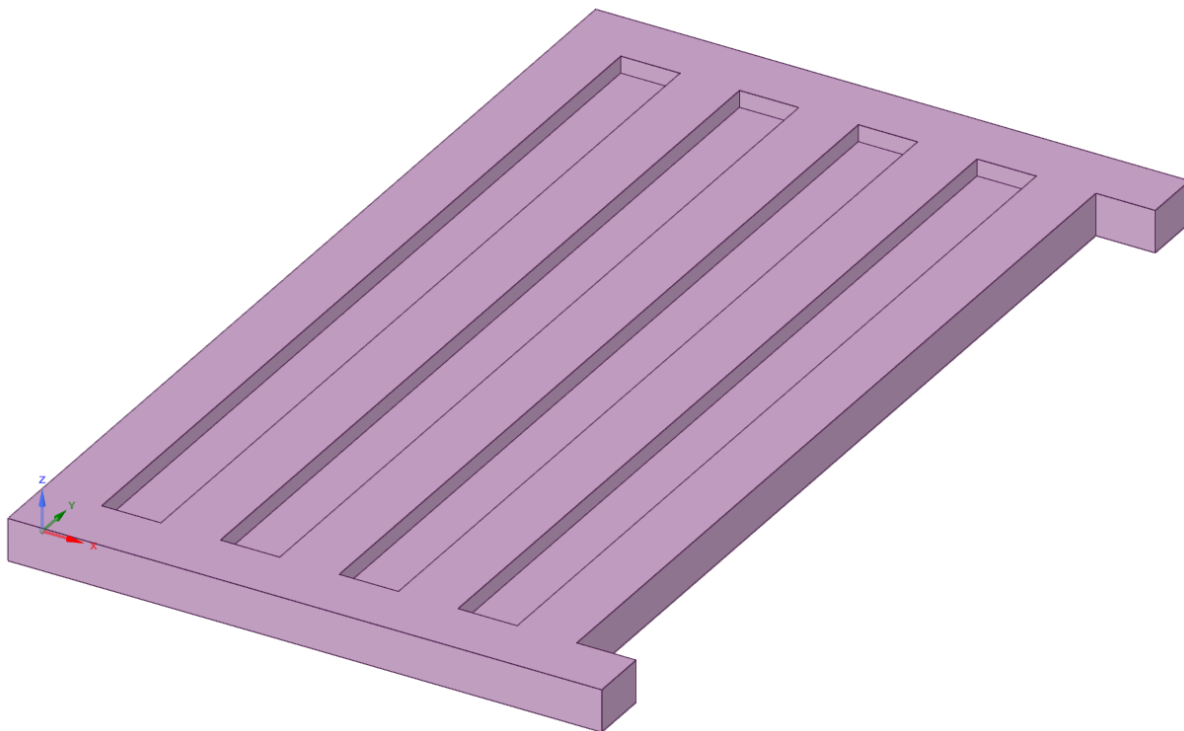
obr. 10.1 – Hydraulický obvod s koleny a okolní oblastí

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

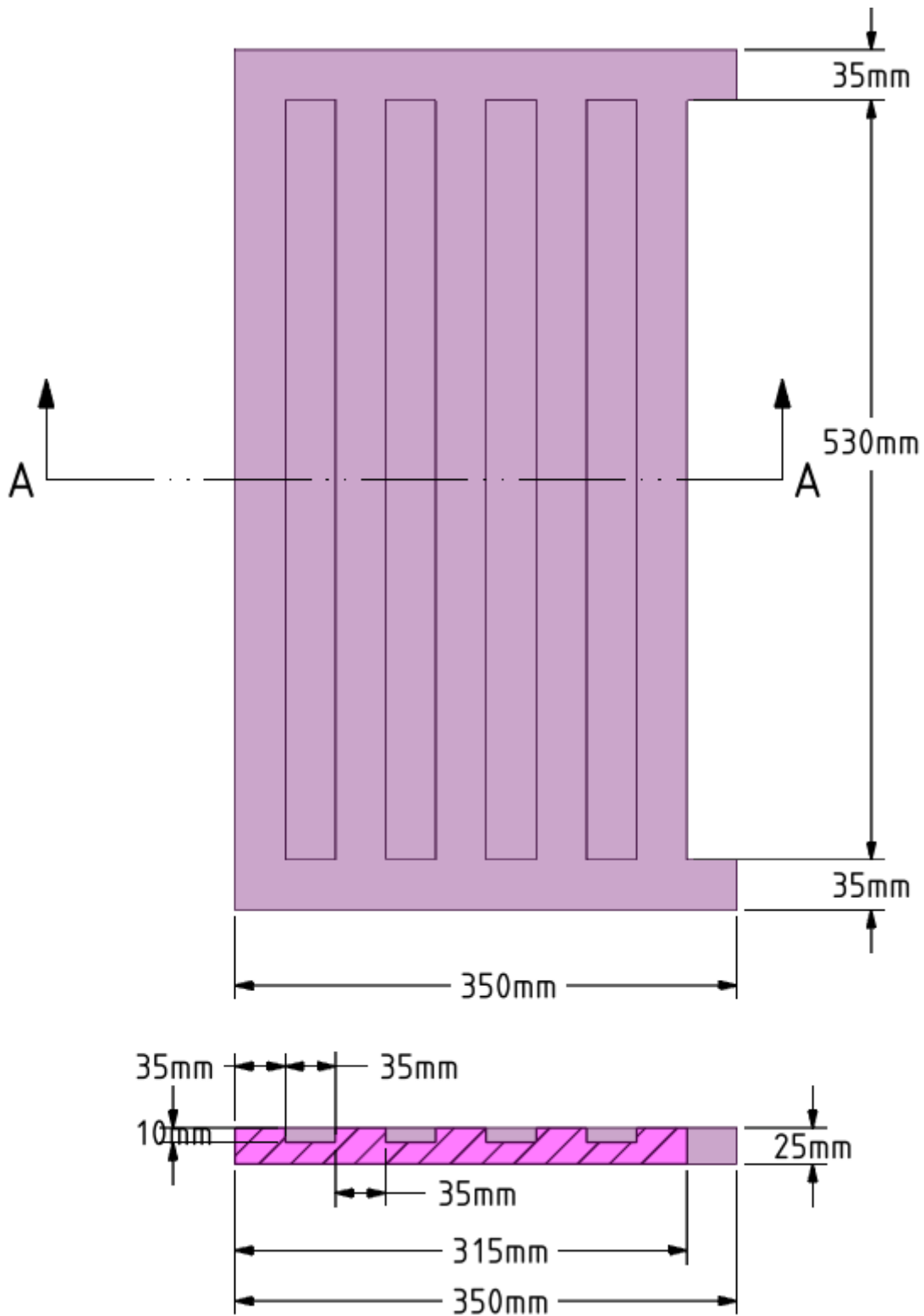
(-0.10 -0.1 0.00) m

(0.35 1.5 0.15) m

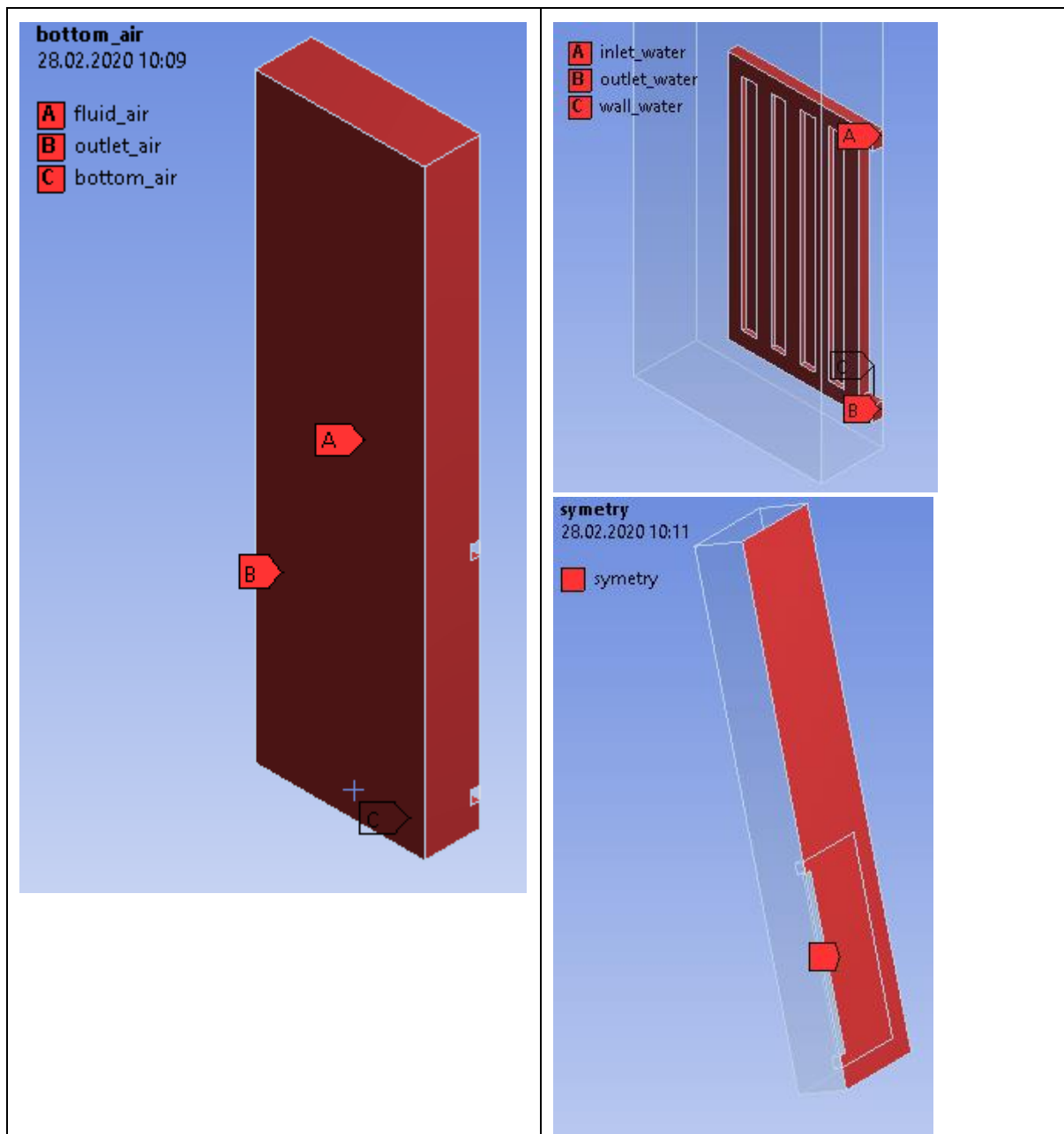
Rozměry hydraulických elementů jsou specifikovány na následujícím obrázku.



obr. 10.2 – Schéma hydraulického obvodu a kótování elementů

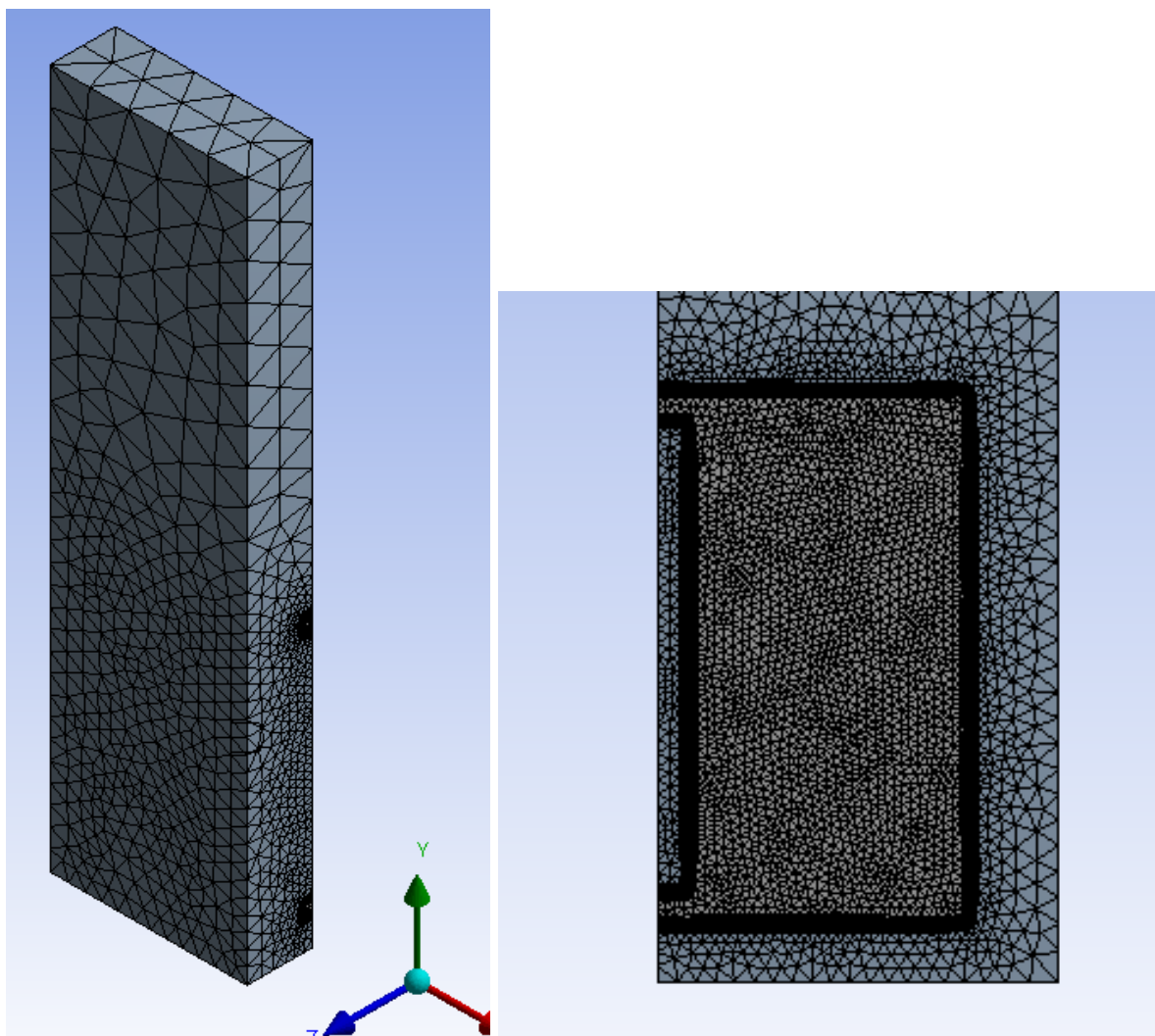


Okrajové podmínky oblasti vzduchu a trubkového systému jsou zobrazeny na obr. 1.3



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 stěn

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

Tab. 10.1 – 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:

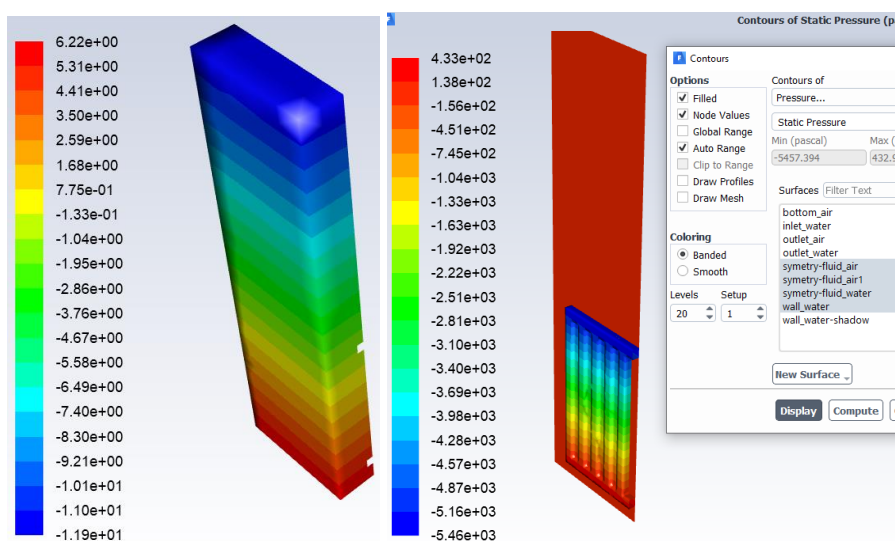
- Vstup voda \Rightarrow „Velocity inlet“
- Výstup voda \Rightarrow „Pressure outlet“
- Stěna silná, tenká, skok \Rightarrow „Wall“
- Výstup okolí vzduch \Rightarrow „Pressure outlet“
- Dolní stěna okolí vzduch \Rightarrow „Wall“
- Oblast voda \Rightarrow „Fluid“
- Oblast vzduch \Rightarrow „Fluid“

Specifikace okrajových podmínek je uvedena v Tab. 1.2.

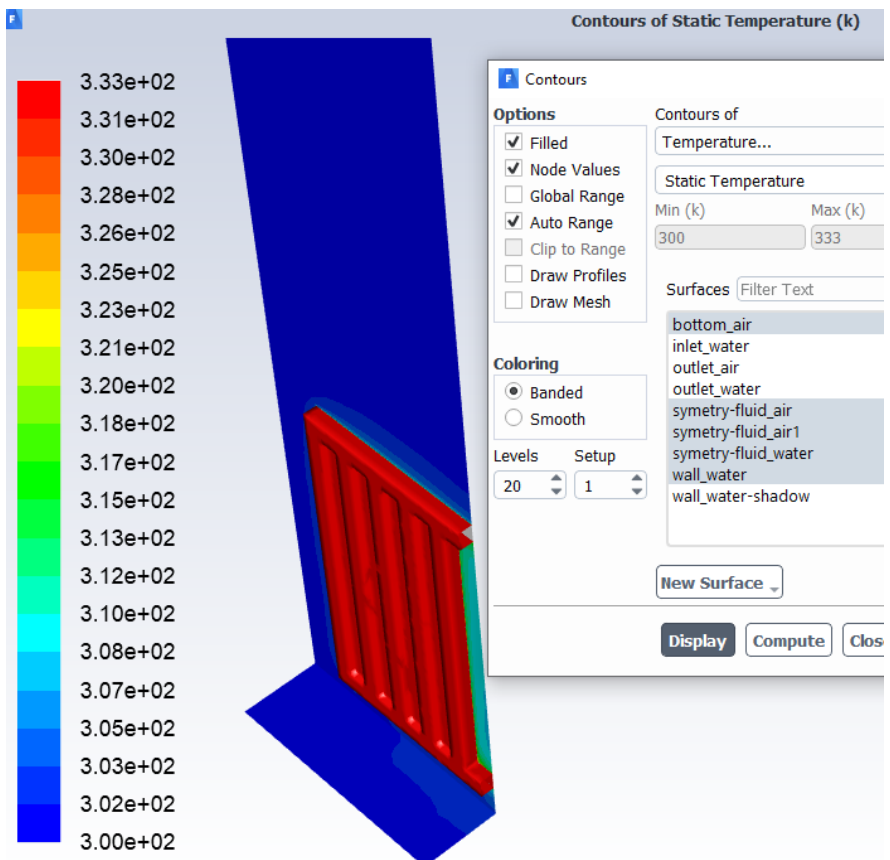
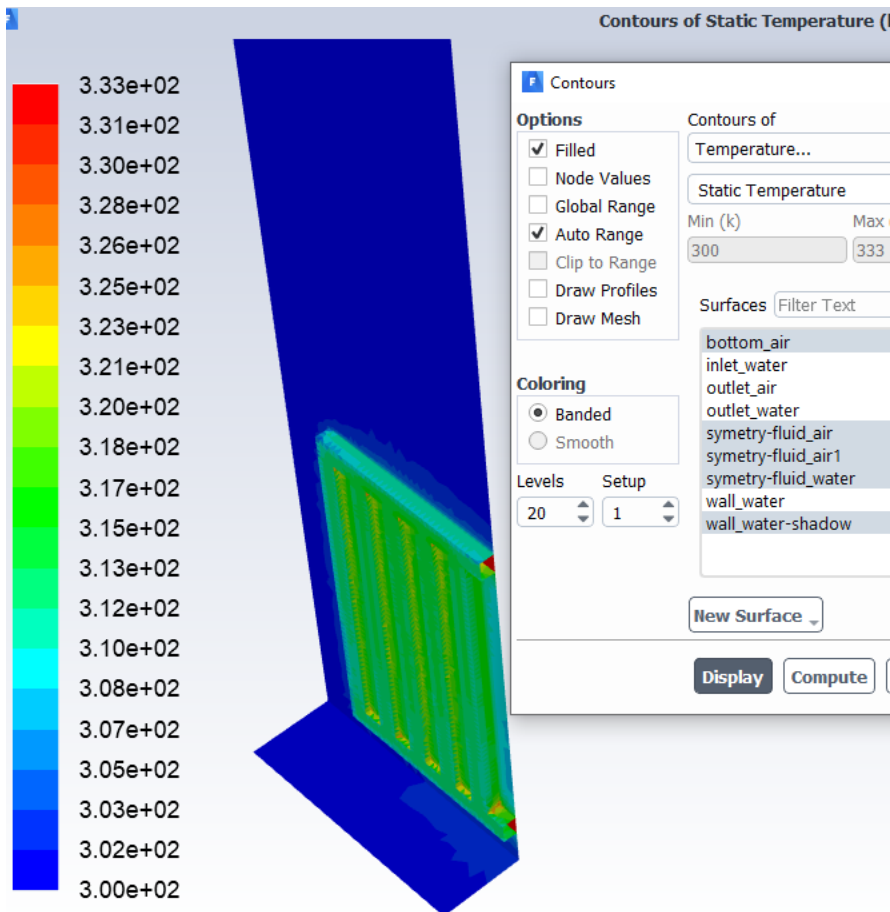
Tab. 10.2– Okrajové podmínky:

	Vstup voda	Výstup voda	Stěny voda	Výstup 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