

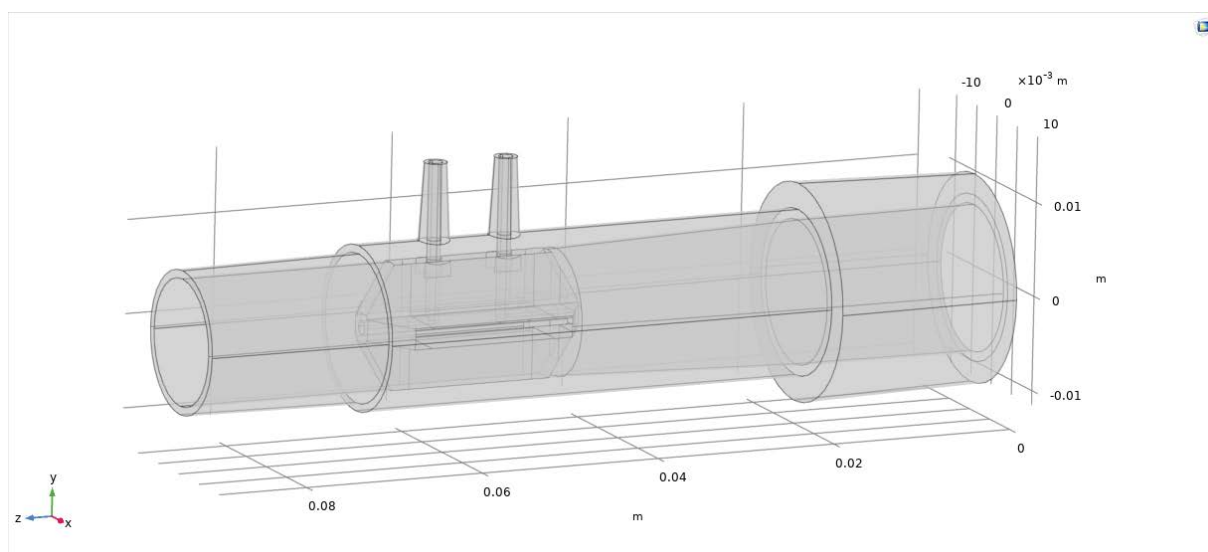
Senzor průtoku pro ventilátor CoroVent

Clona CoroQuant

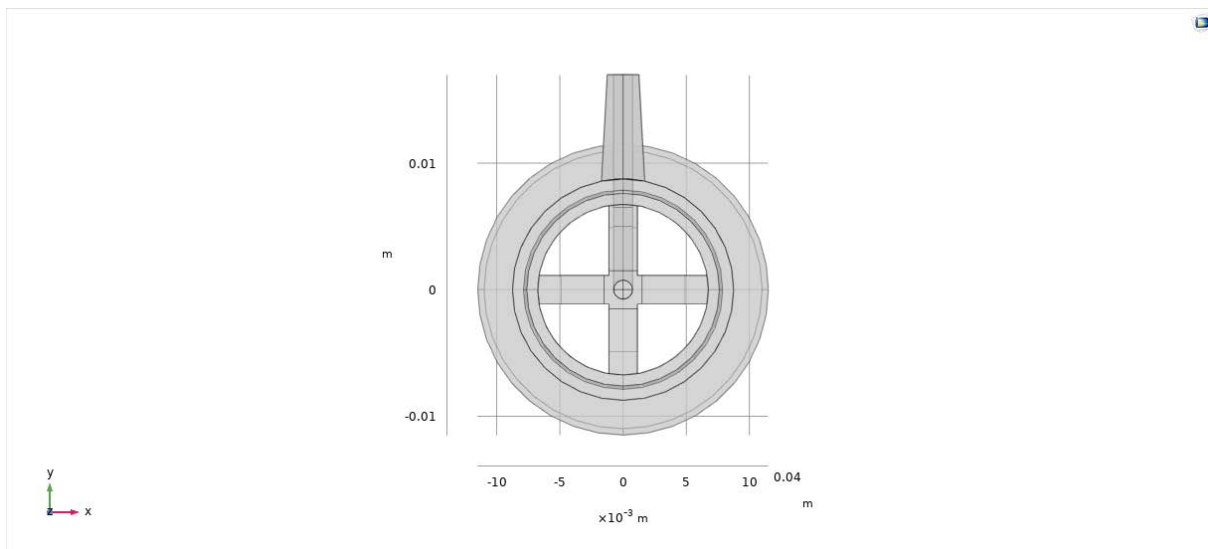
Ladislav Bís, ČVUT FBMI

1. Popis senzoru

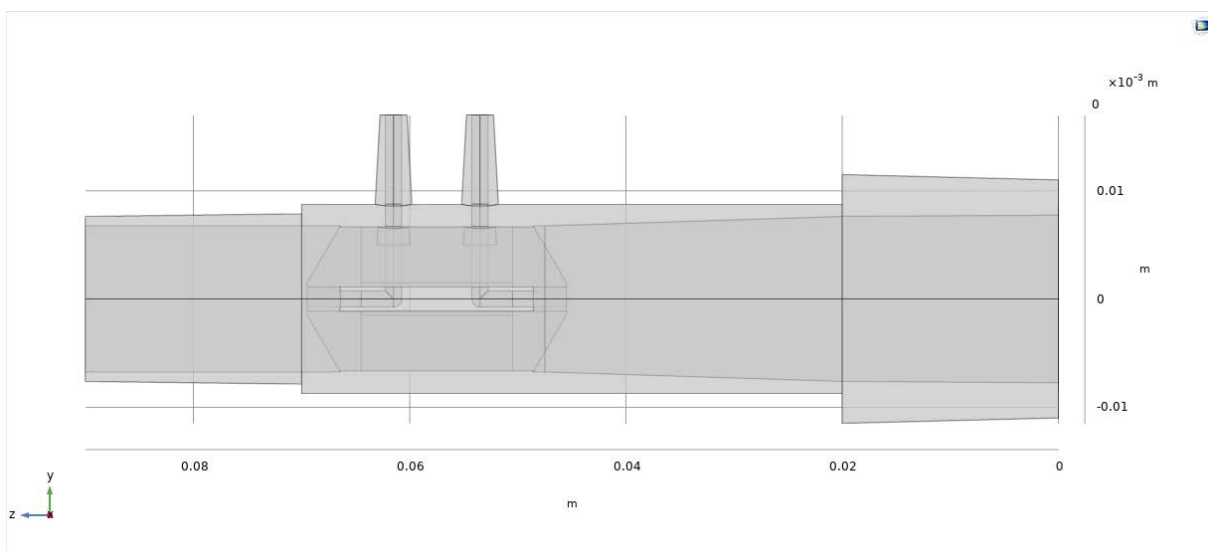
CoroQuant je průtokový senzor speciálně vyvinutý pro potřeby ventilátoru CoroVent. Jde o 9 cm dlouhou trubičku, která je na obou stranách zakončena 2 cm dlouhými kuželovými spojkami (podle ČSN EN ISO 5356-1 o kuželových zástrčkách a zásuvkách). Do vnitřního prostoru senzoru je umístěn čtyřramenný odporový člen, jehož úkolem je tvorba tlakové diference při proudění ventilační směsi skrze senzor. Do odporového členu uvnitř jsou zabudované dva kanálky pro měření tlakové diference. Tyto kanálky jsou vyvedeny na povrch senzoru v podobě dvou trnů, které slouží k připojení hadiček na vedení informace o tlakové diferenci do tlakového senzoru. Na obrázcích č. 1 až 4 jsou zobrazeny modely výše popsaného průtokového senzoru. Na obrázku č. 5 je zobrazena realizace tohoto návrhu. Realizace byla vyhotovena pomocí 3D tiskárny Original Prusa SL1, využívající UV LED pro vytvrzování jednotlivých vrstev pryskyřice.



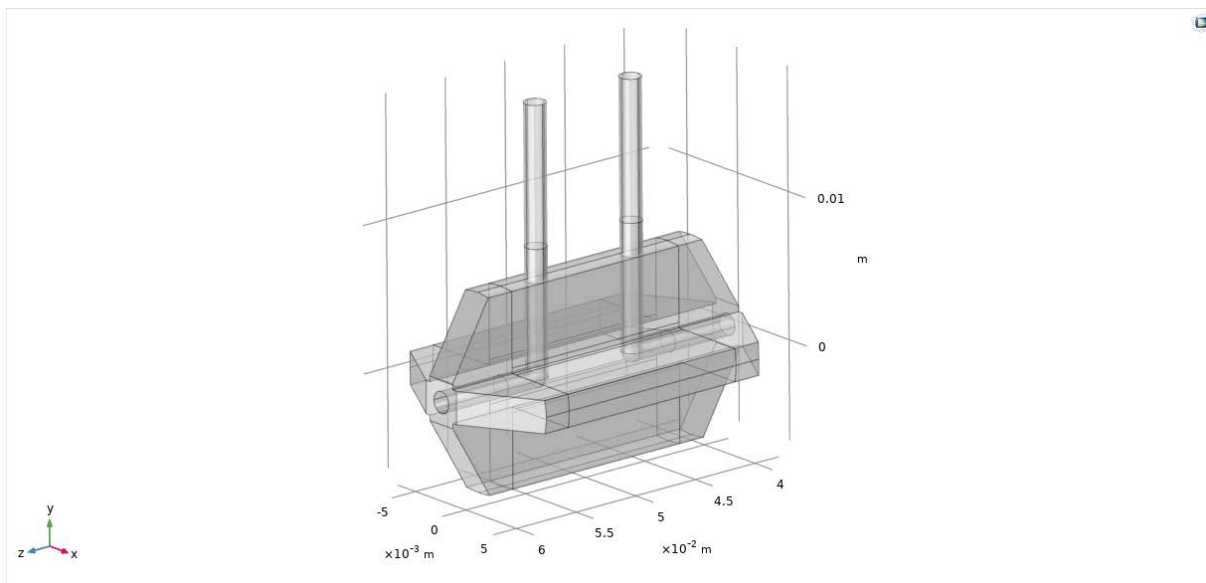
Obrázek č. 1: Model senzoru CoroQuant



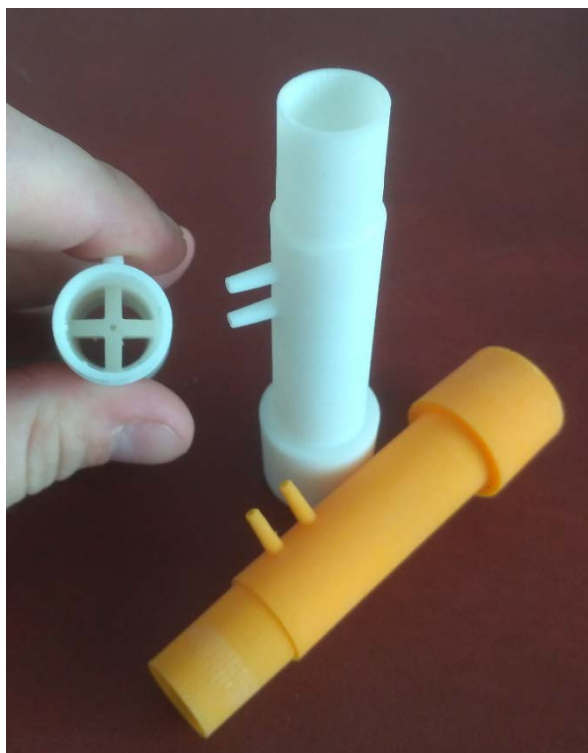
Obrázek č. 2: Model senzoru CoroQuant – čelní pohled



Obrázek č. 3: Model senzoru CoroQuant – boční pohled



Obrázek č. 4: Model senzoru CoroQuant – vnitřní odporový člen



Obrázek č.5: Senzor CoroQuant

2. Charakteristiky modelu CoroQuant

2.1 Tlakově-průtoková charakteristika

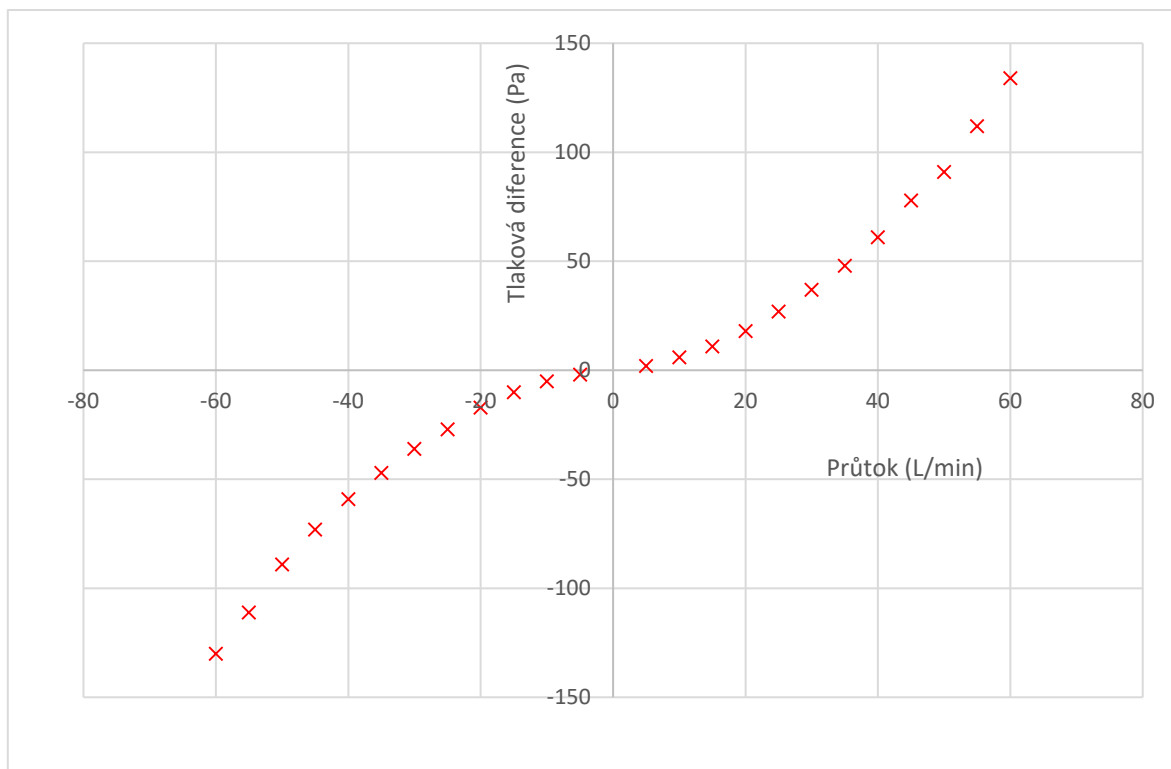
U vyrobeného modelu byly proměřeny jeho průtokové charakteristiky. Na obrázku č. 6 je zobrazena kalibrační trať, pomocí které byla měřena tlakově-průtoková charakteristika. Při měření byl použit průtokoměr Citrex a měřák tlakové difference Testo 512 s rozsahem 2 kPa. Informace o tlakovém úbytku byly zjišťovány v obou směrech, přičemž směr proudění do pacienta je označen jako kladný. Pro měření byl použitý stlačený suchý vzduch. V tabulce č. 1 a v grafu č. 1 jsou uvedeny výsledky tohoto měření.



Obrázek č. 6: trať pro měření tlakově-průtokové charakteristiky

Tabulka č. 1: Naměřené tlakové difference

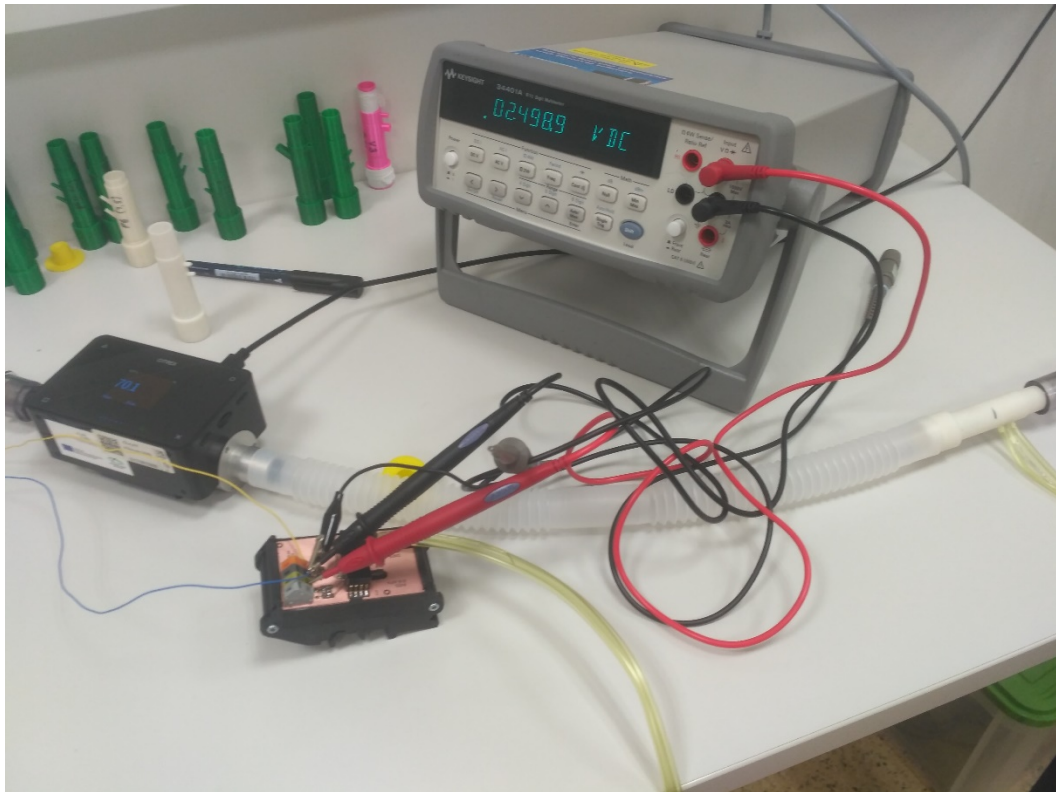
Průtok (L/min)	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
Tlaková difference (Pa)	2	6	11	18	27	37	48	61	78	91	112	134
Průtok (L/min)	-5	-10	-15	-20	-25	-30	-35	-40	-45	-50	-55	-60
Tlaková difference (Pa)	-2	-5	-11	-17	-27	-36	-47	-59	-73	-89	-111	-130



Graf č. 1: Tlakově-průtoková charakteristika senzoru CoroQuant

2.2 Kalibrace senzoru CoroQuant

Pro implementaci senzoru průtoku do ventilátoru bylo potřeba provést jeho kalibraci. Kalibrace spočívá v určení hodnot napětí na výstupu použitého diferenčního tlakového senzoru při daných průtocích stlačeného vzduchu skrze senzor průtoku. Na obrázku č. 7 je zobrazena kalibrační trať použitá pro určení výše popsaných charakteristik. Trať je složena z průtokoměru Citrex, desky s tištěnými spoji a použitým senzorem diferenčního tlaku s rozsahem ± 2 kPa a digitálního multimetru Agilent 34401 A. Výstupy průtokového senzoru CoroQuant jsou pomocí hadičky napojeny na vstupy tlakového senzoru. Výsledky měření jsou uvedeny v tabulkách č. 2 a 3 a v grafu č. 2. Měření bylo provedeno v obou směrech proudění na pěti stejných modelech clony, z jejich výsledků byl vytvořen aritmetický průměr. Hodnoty takto vypočteného průměru byly dále použity pro implementaci do software ventilátoru CoroVent.

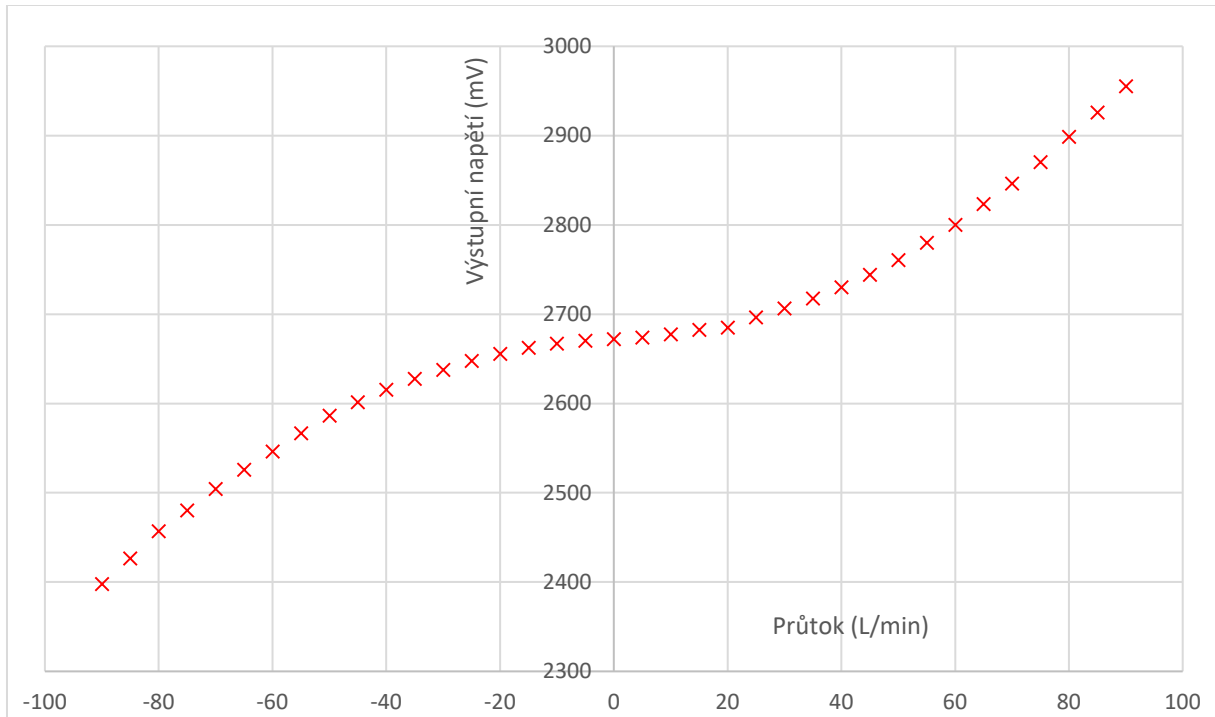


Obrázek č. 7: Kalibrační trať pro měření závislosti průtoku na napětí.

Tabulka č. 3: Napětí na výstupu tlakového senzoru při záporných průtocích

Napětí na výstupu senzoru diferenčního tlaku (mV)							Průměr	Průtok (l/min)
1. clona	2. clona	3. clona	4. clona	5. clona				
2672	2672	2672	2672	2672	2672	2672	0	
2670	2670	2670	2671	2670	2670	2670,2	-5	
2667	2666	2667	2667	2667	2667	2666,8	-10	
2662	2661	2663	2663	2663	2662	2662,2	-15	
2655	2654	2656	2656	2656	2656	2655,4	-20	
2646	2646	2649	2649	2649	2648	2647,6	-25	
2636	2635	2640	2639	2639	2638	2637,6	-30	
2625	2625	2630	2629	2629	2628	2627,4	-35	
2613	2611	2619	2617	2616	2616	2615,2	-40	
2598	2595	2604	2605	2604	2604	2601,2	-45	
2582	2581	2589	2589	2590	2590	2586,2	-50	
2563	2558	2571	2569	2571	2571	2566,4	-55	
2539	2537	2553	2548	2553	2553	2546	-60	
2518	2517	2533	2532	2529	2529	2525,8	-65	
2498	2493	2512	2510	2507	2507	2504	-70	
2470	2473	2487	2484	2487	2487	2480,2	-75	
2457	2444	2461	2461	2461	2461	2456,8	-80	
2411	2415	2432	2439	2435	2435	2426,4	-85	
2388	2385	2401	2407	2408	2408	2397,8	-90	

Z hodnot aritmetických průměrů a průtoku byl následně vytvořen graf č. 2, který reprezentuje závislost výstupního napětí senzoru diferenčního tlaku na průtoku vzduchu skrze senzor CoroQuant.



Graf č. 2: Závislost výstupního napětí tlakového senzoru na průtoku