

# Návrhový software pro vzduchotechniku AIRpro

Ing. Ondřej Seget, vedoucí projekce TZ pro, s. r. o.



Přesný a kvalitní návrh systému vzduchotechniky je základním krokem k funkčnímu celku, který bude díky optimální velikosti a výkonu ekonomický jak na pořízení, tak i na provoz. V důsledku absence komplexního řešení na trhu u nás i v zahraničí jsme se rozhodli, s podporou Evropské unie, vytvořit software pro návrh běžných vzduchotechnických aplikací s vizí upřesnění návrhů rozvodů potrubí a dimenzí jednotlivých komponentů celého systému.

## Matematický model

Model byl vytvořen v prostředí programu MS Excel pro jeho dostupnost a snadnou tvorbu matematických závislostí a datových polí. Pro snadnou práci byl celý model rozdělen do více kroků v jednotlivých listech a na pole výstupní, které tvoří jakýsi výstupní protokol z návrhu, a na pole vstupních dat, která byla barevně odlišena a slouží pro zadání. Myšlenkou celého projektu bylo vytvoření komplexního nástroje. Model obsahuje návrhy průtoků jednotlivých místností, dimenzování rozvodů vzduchu, návrh potřebných parametrů ventilátorů nebo vzduchotechnických jednotek.

Průtoky místností lze navrhnout jak pro násobnou výměnu vzduchu, tak dle zařizovacích předmětů. Pro svou jednoduchost byl pro účely dimenzování rozvodů potrubí zvolen standardní návrhový postup vycházející z tabulek tlakových ztrát pro kulatý průřez potrubí a metodou rovnocenného průřezu pro čtyřhranné potrubí. Tlakové ztráty tvarovek jsou postihnuty součiniteli vřazených odporů. Větve lze připojovat na libovolných úsecích dalších větví a model sám vyhodnotí, která trasa je kritická. Větve lze následně připojit k ventilátoru nebo vzduchotechnické jednotce, která si automaticky přebere jak tlakovou ztrátu, tak i průtok. Po nastavení dalších potřebných parametrů dopočítá teploty na rekuperačním výměníku a výkony ohřívače a chladiče. Výstup by měl sloužit pro poptávku VZT

jednotky u výrobce, který už následně jen dopřesní výkonové parametry dle svých možností. Celý model se snaží intuitivně navrhovat většinu možných parametrů dle projekčních zvyklostí, ale většina „automaticky přednavržených“ parametrů lze snadno přepsat v zadávacím poli.

## Testování

Ve spolupráci se Střední průmyslovou školou stavební ve Valašském Meziříčí jsme nainstalovali do učebny systém vzduchotechniky s rekuperací. Systém je složený ze dvou jednotek kompaktních nástěnných rekuperačních jednotek napojených flexibilními tlumiči na přívodní a odvodní potrubní rozvod zhotovený z pozinkovaného plechového spiro potrubí, na kterém byly osazeny mřížky s regulační klapkou pro distribuci vzduchu v učebně. Rozvod byl nadimenzován pomocí našeho matematického modelu. Na odvodní větvi tohoto systému byly následně stanoveny body měření, kde byly připraveny otvory pro měřicí techniku.

Na těchto bodech byla následně pomocí termické teleskopické rychlostní sondy a dynamické rychlostní tlakové sondy měřena rychlost proudění, průtok a tlaková diference. Pro naměřené průtoky na jednotlivých úsecích byl upraven výpočet v matematickém modelu a následně byly hodnoty porovnány.

▼ Tab. 1 ● Matematický model list dimenzování potrubí – pole pro zadání

Větev U34																			
Úsek	Délka m	Připojit větev	Místnost	Výustka	Průtok	Pomocné	Potrubí	A	B	d	v' m/s	Průběž.odb. 0,3	odbč.s oddř.prou.0,6	sblíhavé T 0,8	přípoj k proudu 0,6	koleno 0,6	zuž 0,3	ξ	Δp1
1	1,25				160	5	d			0,2	3							0	35
2	1,25				160	5	d			0,28	3				1		1	0,9	
3	1,25				160	5	d			0,28	3				1			0,6	
4	1,25				160	5	d			0,315	3				1			0,6	
5	8,6				160	5	d			0,315	3				1	1	1	1,5	
6					0	5	d				3							0	
7					0	5	d				3							0	

Pořad, č. měření			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
bod 1	Tlak	[Pa]	66,5	66,3	66,2	65,8	66,1	65,9	66,5	66,6	66,2	65,8	66,6	66,5	66	66,8	$x = < 66,3 > \pm 0,2$ $p = 0,3 \%$
	Průtok	[m <sup>3</sup> · h <sup>-1</sup> ]	882	861	886	888	886	884	879	881	886	882	883	881	886	879	$X = < 881,7 > \pm 3,5$ $p = 0,4 \%$
bod 2	Tlak	[Pa]	63,1	63,2	63,9	62,9	63	63,1	63,2	63,5	63,7	64	63,6	63,3	63,6	63,7	$X = < 63,4 > \pm 0,2$ $p = 0,3 \%$
	Průtok	[m <sup>3</sup> · h <sup>-1</sup> ]	869	825	829	832	859	885	857	828	888	828	879	830	887	846	$x = < 853,0 > \pm 13,0$ $p = 1,5 \%$
bod 3	Tlak	[Pa]	56,9	56,5	56,4	56,7	57,1	57	56,5	57,1	57	56,7	57,4	57,2	57	56,5	$x = < 56,9 > \pm 0,2$ $p = 0,3 \%$
	Průtok	[m <sup>3</sup> · h <sup>-1</sup> ]	757	780	787	793	787	773	798	750	764	733	774	780	799	765	$x = < 774,3 > \pm 10,0$ $p = 1,3 \%$
bod 4	Tlak	[Pa]	52,4	51,8	52	52,1	52,3	51,8	51,9	52	51,9	51,7	51,7	52	51,8	51,7	$x = < 51,9 > \pm 0,1$ $p = 0,2 \%$
	Průtok	[m <sup>3</sup> · h <sup>-1</sup> ]	584	563	566	570	576	560	564	575	565	545	566	560	576	550	$x = < 565,7 > \pm 5,4$ $p = 1,0 \%$
bod 5	Tlak	[Pa]	48,2	48,8	47,9	48,2	48,6	48,1	48,4	48,2	47,8	47,5	48	47,6	47,8	48,1	$x = < 48,1 > \pm 0,2$ $p = 0,4 \%$
	Průtok	[m <sup>3</sup> · h <sup>-1</sup> ]	340	348	333	358	348	333	362	338	363	367	382	352	373	374	$x = < 355,1 > \pm 8,3$ $p = 2,3 \%$
bod 6	Tlak	[Pa]	47,6	47,3	47	46,9	46,7	46,8	46,7	47,2	46,9	46,7	47,4	47,2	46,8	46,7	$x = < 47,0 > \pm 0,2$ $p = 0,3 \%$
	Průtok	[m <sup>3</sup> · h <sup>-1</sup> ]	177	175	173	178	171	180	188	175	177	167	181	176	170	173	$x = < 175,8 > \pm 2,7$ $p = 1,6 \%$

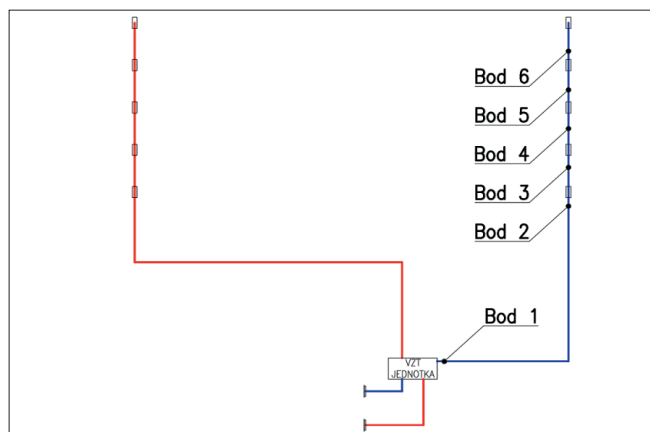
▲ Tab. 2 ● Naměřené diferenční tlaky

u	V	L	v'	v	AxB nebo d	v	R	ξ	Z	Δp1	Z+R*L	dis Z+R*L
[-]	[m <sup>3</sup> · h <sup>-1</sup> ]	[m]	[m · s <sup>-1</sup> ]	[m · h <sup>-1</sup> ]	[m]	[m · s <sup>-1</sup> ]	[Pa · m <sup>-1</sup> ]	[-]	[Pa]	[Pa]	[Pa]	[Pa]
6	176	1	3	10800	d 0,2	1,56	0,21	0	0,0	47	47,3	47,3
5	355	1	3	10800	d 0,28	1,60	0,14	0,9	1,5	0	1,7	48,9
4	566	1	3	10800	d 0,28	2,55	0,33333	0,6	2,5	0	2,9	51,9
3	774	1	3	10800	d 0,315	2,76	0,32	0,6	2,9	0	3,3	55,2
2	853	8	3	10800	d 0,315	3,04	0,35667	1,5	8,9	0	11,7	66,9
1	882	1	3	10800	d 0,355	2,48	0,21	0	0,0	0	0,2	67,1

▲ Tab. 3 ● Vypočtené tlakové ztráty pro naměřené průtoky na reálném rozvodu potrubí v měřených bodech

Bod	P <sub>dis</sub> vypočtená	P <sub>dis</sub> naměřená	Rozdíl
	[Pa]	[Pa]	
1	67,1	66,3	0,8
2	66,9	63,4	3,5
3	55,2	56,9	1,7
4	51,9	51,9	0,0
5	48,9	48,1	0,8
6	47,3	47	0,3

▲ Tab. 4 ● Porovnání naměřených dat výpočtovými



▼ Obr. 1 ● Měření tlakové diference



Z porovnání naměřených hodnot s výpočtovými lze konstatovat, že pro podmínky testovaného systému vzduchotechniky je model velmi přesný. Malé diference mezi modelem a reálným stavem jsou způsobeny nepřesností měření, imperfekcemi reálného rozvodu.

▲ Obr. 2 ● Schéma měřené soustavy

## Software

Na základě matematického modelu byl dále vyvíjen software v konečné podobě jako webová aplikace, která je momentálně zdarma přístupná na vyžádání. Při tvorbě aplikace byl kladen důraz především na uživatelské prostředí, jednoduchost a intuitivnost, což jsou vlastnosti, které model v prostředí Excelu postrádal. Byly zachovány funkce jako u modelu, ale byly převedeny do aplikace, která se lépe ovládá, je přehlednější, nabízí mnohé další užitečné funkce a je možné ji dále distribuovat mezi odbornou veřejnost a studenty oboru TZB. Jedna z hlavních výhod je dostupnost online

The screenshot displays the AIR PRO web application interface for a project named 'SŠ Valmez'. The interface is divided into several sections:

- Header:** Project name 'Projekt: SŠ Valmez' with 'Report' and 'Export' buttons.
- Left Sidebar:** Navigation menu with 'Projekt' selected, and other options like 'Investiční', 'Zákazníci', 'Uživatelé', 'Nové registrace', and 'Role'.
- Main Content Area:**
  - Top Section:** 'Odvodní třída (out)' with summary statistics: 'Celkový přítok: 800 m³/h', 'Celková tlaková ztráta: 45,97 Pa'. Below is a table of 'Úseky' (sections) with columns for flow, pressure, and other parameters.
  - Bottom Section:** 'VZT: Ohřev a chlazení' (HVAC: Heating and cooling) with a table of parameters:
 

Účinnost ZZT:	84%	tep. vody přívodu:	65°C
teplota interiéru:	21°C	tep. vody zpátečka:	50°C
teplota exteriéru:	-15°C	tl. ztráta vody na ohřev:	0 kPa
teplota př. vzduchu:	15,24°C	DN:	0 mm

▲ Obr. 3 ● Webová aplikace AIRpro

odkudkoli z jakéhokoli zařízení, tedy klidně i na stavbě pro rychlou úpravu neočekávané kolize atd. K webové aplikaci funguje i uložště, kde bude mít uživatel možnost ukládat omezený počet projektů a zbylé bude možno vygenerovat jako soubor, který bude možné zpětně otevřít v aplikaci k další práci.

ku tlakové ztráty potrubního rozvodu, nebo kterýkoli jiný krok návrhu vzduchotechniky, tak si vzpomenete na aplikaci AIRpro. Věřím, že Vám v takové situaci bude maximálně nápomocná.

□ firemní

## Pražané mají příležitost si naposledy požádat o kotlíkové dotace

Hlavní město Praha vyhlásilo v pořadí již čtvrtou, ale současně poslední výzvu na příjem žádostí o tzv. kotlíkové dotace. Pražané mohou své žádosti podávat průběžně až do 31. srpna 2022. Finanční alokace pro dotaci na výměnu starých neekologických kotlů za nové nízkoemisní je tentokrát 11 585 062 Kč. Výzvu dotačního programu pro nízkopříjmové domácnosti nazvanou „Zlepšování kvality ovzduší v hl. m. Praze – pořízení ekologického vytápění v domácnostech IV“ na konci června schválila Rada hl. m. Prahy.

Občané Prahy mají tedy aktuálně poslední možnost získat dotace na výměnu neekologických kotlů za moderní

nízkoemisní tepelné zdroje. Výměna se týká starých kotlů, které jsou na pevná paliva emisní třídy 1 a 2 nebo byly vyrobeny před 1. březnem 2000, a nacházejí se v rodinných domech, včetně trvale obývaných staveb pro rodinnou rekreaci, nebo v bytových jednotkách. Pokud tedy zájemci vytápěli výše specifikovaným kotlem na uhlí (koks) s ručním přikládáním, který po 1. lednu 2021 vyměnili nebo se jej teprve chystají nahradit, budou mít na vlastní realizaci 2 roky.

V této výzvě jsou však dotace určeny pro nízkopříjmové skupiny domácností, které tvoří senioři, sociálně slabí, studenti apod., s celkovým čistým ročním příjmem do 170 900 Kč na člena

domácnosti. Dotace bude po předložení žádosti následně poskytnuta ve výši 95 % ze způsobilých výdajů.

Dotace na výměnu plynových kondenzačních kotlů bude poskytnuta pouze v případech, kdy bylo uvedení do provozu provedeno po 1. lednu 2021 a nejpozději do 30. dubna 2022, nebo v případě, že byla na provedení výměny vystavena závazná objednávka s datem nejpozději do 30. dubna 2022.

Veškeré informace k aktuální výzvě jsou pro žadatele k dispozici na webových stránkách <https://portalzp.praha.eu/>.

□ Z tiskové zprávy