

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI
FAKULTA STROJNÍ
Katedra energetických zařízení



LADISLAV ŠRÁMEK

Inovace ventilátorové trati
Innovation of ventilator line

Vedoucí bakalářské práce:	Ing. Petr Novotný, CSc.
Konzultant bakalářské práce:	Petr Jerje
Rozsah práce:	37 stran
Počet stran:	65
Počet obrázků:	9
Počet tabulek:	10
Počet grafů:	6
Počet příloh:	8

Anotace

Cílem práce bylo navrhnout inovaci ventilátorové trati v laboratoři vzduchotechniky, a to změnit pohon ventilátoru a navrhnout způsob automatizovaného sběru dat .

Součástí zadání bylo měření charakteristiky radiálního ventilátoru, nejprve s původním stejnosměrným motorem napájeným Ward-Leonardovým soustrojím a po změně pohonu s asynchronním motorem napájeným frekvenčním měničem při různých otáčkách, které byly řízeny frekvencí střídavého proudu generovaného frekvenčním měničem. Měření odhalila nedostatek ventilátorové trati spočívající v příliš velkých tlakových ztrátách způsobených především clonou, které neumožňují důkladné proměření charakteristiky ventilátoru. Bylo navrženo nahradit stávající clonu s průměrem $d = 54,77$ mm clonou s větším průměrem (maximálně $d = 80,32$), tímto opatřením by se tlakové ztráty několikanásobně zmenšily.

Dále byl navržen způsob automatizovaného sběru dat při měření na ventilátorové trati. Z předpokládaných hodnot průtočného množství a dalších podmínek na ventilátorové trati byly stanoveny potřebné rozsahy všech snímačů tlaku, teploty a vlhkosti vzduchu, které se při měření na ventilátorové trati používají. Z nabídky firem bylo vybráno několik typů snímačů, které vyhovují daným rozsahům. Všechny uvedené snímače je možné připojit systému ADAM 5000, který je k dispozici v laboratoři a je propojen s počítačem. Tím by se umožnilo veškerá měření zpracovat počítačem.

Annotation

The aim of this work was to propose the innovation of ventilator line in the laboratory of air-conditioning technique, to change power drive of ventilator and to propose a method of data logging.

A substantial part of work was measurement of ventilator characteristic. It carried out first on ventilator line with an original direct-current motor powered by Ward-Leonard aggregate and after power drive change on ventilator line with an induction motor powered by frequency charger. The ventilator characteristic was measured at different revolutions that were operated by frequency of alternating current generated by the frequency charger. The measurements revealed a drawback of ventilator line consisting in too great pressure losses caused mainly by an orifice plate. They did not make it possible to realise complete measurement of ventilator characteristic. It was proposed to change the original orifice plate with diameter $d = 54.77$ mm for a new one with greater diameter (maximally $d = 80.32$). Such measure will decrease pressure losses several times.

A method of automatic data logging for measurement on ventilator line was proposed. Necessary ranges of pressure sensors, temperature sensors, and air-humidity sensors used on ventilator line were estimated from supposed fluid-flow values and from the other conditions on the ventilator line. All sensors can be connected to the data logging system ADAM 5000 which is at disposal in the laboratory and which is connected to a computer. It would make it possible to process all measurement by computer.

Tady bude zadání od katedry.

Místopřísežné prohlášení

Místopřísežně prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury.

V Praze, dne 31.6.2005

Prohlášení

Byl jsem seznámen s tím, že na mou bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 o právu autorském, zejména § 60 (školní dílo) a § 35 (o nevýdělečném užití díla k vnitřní potřebě školy).

Beru na vědomí, že TUL má právo na uzavření licenční smlouvy o užití mé práce a prohlašuji, že **s o u h l a s í m** s případným užitím mé práce (prodej, zapůjčení apod.).

Jsem si vědom toho, že užít své bakalářské práce či poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem TUL, která má právo ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, vynaložených univerzitou na vytvoření díla (až do jejich skutečné výše).

Dne 31.6.2005

Podpis:

Obsah

Anotace	II
Annotation	III
Mistopřísežné prohlášení	V
Prohlášení	VI
Obsah	1
Použité jednotky a symboly	2
Úvod	3
Teoretická část	4
Ventilátory	4
Měření průtočného množství	6
Změna pohonu ventilátoru	8
Charakteristika ventilátoru	10
Postup měření	10
Výsledky měření	14
Vyhodnocení naměřených hodnot	26
Návrh automatizovaného sběru dat	28
Měřicí přístroje na ventilátorové trati	28
Stanovení rozsahu měření	31
Snímače z nabídky firem	33
Závěr	35
Seznam použité literatury	36
Seznam příloh	37

Použité jednotky a symboly

	označení	zákonné SI jednotky		další jednotky
teplota	t	K	Kelvin	°C
tlak	p	Pa	Paskal	
průměr	d, D	m	metr	mm
výška	h	m	metr	mm
elektrický proud	I	A	Ampér	
elektrický napětí	U	V	Volt	
účinník motoru	$\cos \varphi$	-		
účinnost	η	-		%
otáčky	n	Hz	Hertz	ot/min
hustota	ρ	kg/m ³		
tíhové zrychlení	g	m/s ²		
hmotnostní průtok	M	kg/s		
objemový průtok	Q	m ³ /s		
sklon	y	-		
relativní vlhkost	φ	-		%
součinitel průtoku	α	-		
expanzní součinitel	ε	-		
Reynoldsovo číslo	Re _d	-		
kinematická viskozita	ν_{cl}	m ² /s		
krouťicí moment	M _k	Nm		

Úvod

Ventilátorová trať v laboratoři vzduchotechniky na katedře energetických zařízení se využívá v laboratorních cvičeních v předmětech energetické stroje a technická měření.

Při úloze *měření ventilátoru* se měří charakteristika radiálního ventilátoru, což je závislost stlačení ventilátoru a účinnosti na průtočném množství, které se redukuje škrcením na výtlaku a měří clonou. Otáčky motoru jsou měřeny otáčkoměrem, krouticí moment dynamometrem. Dále se měří přetlak na ventilátoru, tlak před clonou a přetlak na cloně, atmosférický tlak a vlhkost vzduchu, teplota v laboratoři a teplota před clonou.

Při úloze *měření na ventilátorové trati* se několika způsoby měří průtočné množství a to dýzou, kolenovým průtokoměrem, Thomasovým válcem, clonou a Prandtlovou trubicí. Průtočné množství se mění pro jednotlivé způsoby měření škrcením na sání, k čemuž slouží měřicí válec se čtyřmi dýzami, které se postupně otevírají. Měří se tlak a vlhkost v laboratoři, podtlak za dýzou, tlak před kolenovým průtokoměrem a tlaková difference, tlak a teplota před clonou a tlaková difference na cloně a tlak a teplota před Prandtlovou trubicí a tlaková difference.

Ventilátorová trať i způsob měření je poněkud zastaralý. Většina měření probíhá klasickým způsobem, pouze měření průtočného množství pomocí clony se provádí i pomocí počítače. Pro počítačové řešení je použito kapacitního snímače absolutního tlaku p_{1cl} a kapacitního snímače difference tlaku Δp_{cl} , teplotní snímač Pt 100, které jsou připojeny k odběrovým místům. Pro vyhodnocení signálů z těchto snímačů je použito obvodů ADAM – 5000 s moduly 5013, 5017, 5018, který je propojen s počítačem. Pro výpočet průtočného množství tekutin se využívá program GENIE 3.0. Kromě automaticky snímaných hodnot p_{1cl} , Δp_{cl} a teploty na cloně je nutné zadat hodnoty barometrického tlaku p_b , teploty v laboratoři a relativní vlhkost φ . V současné době, kdy je použití počítače běžnou záležitostí, by bylo vhodné automatizovat veškerá měření na ventilátorové trati.

V době zadání práce byl ventilátor poháněn stejnosměrným motorem napájeným Ward-Leonardovým soustrojím, které umožňuje plynulou změnu otáček. Zabírá však značnou část laboratoře, je příliš hlučné a energeticky ne hospodárné, protože je předimenzované.

Cílem práce bylo seznámit se s ventilátorovou trati v laboratoři vzduchotechniky a navrhnout její inovaci a to: změnit pohon ventilátoru a proměřit charakteristiky ventilátoru před změnou a po změně pohonu, navrhnout způsob automatizovaného sběru dat.

Teoretická část

Ventilátory

Většina vzduchotechnických zařízení se neobejde bez ventilátoru, jehož hlavním úkolem je překonávat tlakové ztráty při dopravě vzduchu v potrubním systému. Tato vlastnost se vyjadřuje hodnotou stlačení ventilátoru Δp [Pa]. Ventilátory jsou lopátkové rotační stroje sloužící k dopravě vzdušnin s nízkým poměrem stlačení od 1 do 1,1. K přenosu energie ze stroje na vzdušninu dochází vlivem dynamického působení lopatek oběžného kola.

Ventilátory je možno rozdělit podle několika hledisek [1]. **Podle směru průtoku vzdušnin oběžným kolem** rozeznáváme ventilátory radiální, axiální, diagonální a diametrální.

Radiální ventilátory

mezi které patří i náš ventilátor, se skládají se z oběžného kola s spirální skříně. Součástí oběžného kola jsou lopatky, zajišťující nasávání vzdušnin v axiálním směru a její výtlač ve směru kolmém na směr rotace. Spirální skříň má za úkol zachycovat vzdušninu proudící z rotoru a odvádět ji do výtlačného hrdla. Další funkcí spirální skříně je přeměna kinetické energie vzdušnin na energii tlakovou, což je funkce difuzoru. Radiální ventilátory se vyrábějí s lopatkami zahnutými dopředu, radiálně nebo dozadu.

Axiální ventilátory

se skládají z rotoru s oběžnými lopatkami a statoru zajišťující buď řízený vtok do oběžného kola nebo k usměrnění proudu vzduchu na straně výtoku. U axiálních ventilátorů proudí vzdušina ve směru osy rotace oběžného kola.

Diagonální ventilátory

Vtok vzduchu do ventilátoru je v axiálním směru a jeho výtlač je pod menším úhlem než 90° na směr rotace, jak je tomu u radiálních ventilátorů.

Diametrální ventilátory

Směr proudění leží v rovině kolmé na osu rotace. Vzdušina je dvoustupňově urychlována, protože prochází lopátkovou mříží nadvakrát.

Podle dopravního tlaku se ventilátory dělí na

nízkotlaké, (do 1000 Pa)

středotlaké (do 3000 Pa)

vysokotlaké (nad 3000 Pa)

Rozdělení podle přenosu energie z motoru na ventilátor

Přímo, kdy je hřídel oběžného kola společná s hřídelí motoru

Spojku, kroutící moment motoru přenáší na hřídel ventilátoru spojka. (Jako náš ventilátor který byl poháněn stejnosměrným elektromotorem, mezi hřídelí motoru a ventilátoru je umístěn Amslerův dynamometr).

S převodem, nejčastěji řemenovým (což je i náš případ po inovaci pohonu, kdy asynchronní elektromotor přenáší řemenovým převodem kroutící moment na Amslerův dynamometr spojeným s ventilátorem).

Rozdělení podle druhu pohonu

Asynchronní elektromotor

Pro pohon ventilátorů je nejrozšířenější pro jeho jednoduchost, nízkou pořizovací cenu a malé nároky na obsluhu. U asynchronních elektromotorů se dají měnit otáčky připojením frekvenčního měniče, což je i případ našeho ventilátoru.

Stejnoseměrný elektromotor

se používá pro pohon ventilátoru méně často. Ojedinele se stejnosměrných motorů používá v soustrojí Ward-Leonard k pohonu velkých ventilátorů. Soustrojí Ward-Leonard umožňuje plynulou změnu otáček ventilátoru, takto byl poháněn náš ventilátor před inovací.

Hydromotory

se používají například u diesellových lokomotiv, využívá se toho, že řada mechanismů na lokomotivě je ovládána hydraulickými prvky, které jsou napájeny společným čerpadlem.

Pneumatické motory

se používají u důlních ventilátorů, které pracují v místech, kde pro nebezpečí výbuchu není možno používat k pohonu elektromotor.

Regulace ventilátorů

Škrcením

Je to nejčastější a zároveň energeticky nejméně vhodný způsob regulace vzduchotechnických zařízení. Škrcezení je zajišťováno obvykle klapkou zařazenou do potrubí před nebo za ventilátor. Tím se mění hodnota místní ztráty a charakteristika potrubní sítě. Mechanická energie zmařená škrcezením se přemění na teplo. (Škrcezení na výtlaku jsem proměřoval charakteristiku našeho ventilátoru.)

Změnou otáček

při změně otáček ventilátoru se jeho charakteristika tvarově nemění, bod maximální účinnosti se posouvá po parabole. Při snížení otáček ventilátoru odpovídá menšímu průtoku vzduchu i nižší dopravní tlak, tím klesá nárok na příkon energie.

Natáčením oběžných lopatek

Tento způsob je možný především u axiálních ventilátorů. Maximální účinnost leží přibližně uprostřed stabilní oblasti charakteristiky. To je pro většinu případů použití ventilátoru výhodné, protože je možné dosáhnout, aby pracovní bod, který odpovídá výkonu, na který ventilátor pracuje nejdelší dobu, ležel v oblasti nejvyšší účinnosti. Konstrukce zajišťující natáčení lopatek oběžného kola je poměrně komplikovaná a výrazně zvyšuje cenu takto regulovaného ventilátoru.

Natáčením lopatek v sání ventilátoru

Klapky které jsou instalovány v sacím hrdle ventilátoru uvedou vzduch do rotace. Maximální účinnost je v oblasti vrcholu tlakové charakteristiky, což není energeticky zcela nevýhodnější.

Měření průtočného množství

Měřidla průtoku se dělí na objemová a rychlostní [3] .

Objemové měření patří mezi absolutní měřicí metody a využívá se jako etalon pro ověřování jiných měřidel průtoku.

Principem měření **rychlostními měřidly** je zjišťování rychlosti proudění v měřicím místě nebo střední rychlosti proudění v měřicím profilu. Mezi ně patří i měřidla použitá na ventilátorové trati: dýza, clona, kolenový průtokoměr, Prandtlova trubice a Thomasova trubice.

Dýza způsobuje změnu tlaku ve směru proudění. Dýzy jsou umístěny v sací části, proto je hodnota tlaku za dýzou nižší než barometrický tlak. Tento podtlak je stejný jako tlaková difference na dýze $\Delta p_{dý}$, která se měří vůči atmosféře. Dále se měří teplota za dýzou. Z nomogramů pro dýzu se vypočte průtočné množství. Použité přístroje: mikromanometr se sklonným ramenem a skleněný teploměr.



Clona způsobuje změnu tlaku ve směru proudění. Měří se rozdíl tlaků Δp_{cl} před a za clonou, tlak p_{1cl}



před clonou a teplota t_{cl} před clonou. Z nomogramů pro clonu se vypočte průtočné množství. Použité přístroje: mikromanometr se sklonným ramenem pro diferenční tlak Δp_{cl} , U-tlakoměr pro tlak p_{1cl} , skleněný teploměr – t_{cl} .

Při měření průtočného množství kolenovým průtokoměrem je k měření průtoku využita změna směru proudění v pravoúhlém kolenu. Na vnějším a vnitřním oblouku kolena jsou jiné hodnoty statického tlaku, největší tlakový rozdíl je v ose souměrnosti kolena a proto se v tomto místě měří tlakový rozdíl. Dále je měřena teplota a tlak před kolenem.



Použité přístroje: mikromanometr se sklonným ramenem k měření v ose kolena, skleněný teploměr, U-manometr.

Měření průtočného množství Thomasovým válcem [2]. Princip spočívá v ohřevu proudícího vzduchu konstantním tepelným tokem a v měření rozdílu teplot plynu za a před ohřevacím tělesem. Základní částí průtokoměru je ocelový válec, ve kterém je vložena elektricky vytápěná mřížka, jejíž příkon lze regulovat proměnlivým odporem a měřit wattmetrem. Ohřátí proudícího vzduchu z původní teploty t_{1Tv} na teplotu t_{2Tv} se měří dvěma odporovými teploměry zhotovenými ve tvaru drátěných mřížek. Tyto teploměry jsou zapojeny do protilehlých větví Wheastonova můstku, po jehož vyrovnaní lze na vyrovnávacím odporu se stupnicí ocejchovanou ve $^{\circ}C$, odečíst přímo teplotní rozdíl $\Delta t_{Tv} = t_{1Tv} - t_{2Tv}$. Dále se měří tlak před Thomasovým válcem. K výpočtu hmotnostního průtoku se použije upravená kalorimetrická rovnice.



Použité přístroje: Thomasův válec s dvěma integrovanými odporovými teploměry Pt 60, U-tlakoměr.

Pomocí Prandtlovy trubice se změří rychlostní profil [2]. Prandtlova trubice měří dynamický tlak proudu z kterého se vypočítá rychlost proudu. Z rychlostního profilu se spočte průtočné množství. Použité přístroje: Prandtlova trubice s pomocným měřítkem na proměření

rychlostního profilu, mikromanometry se skloněným ramenem pro určení statického tlaku a dynamického tlaku, skleněný teploměr.

Měření na ventilátorové trati se provádí pouze za ustáleného stavu, kdy dojde k vyrovnaní teploty proudícího vzduchu s teplotou každé části trati [4]. Odečet měřených údajů má být co nejkratší, pokud možno tak, aby k odečtu všech měřených hodnot při každém nastavení odporové charakteristiky docházelo současně. Podle druhu měření jsou doporučeny intervaly mezi čtením následujících veličin:

barometrický tlak p_b , relativní vlhkost ϕ , teplota okolí t ... na začátku a na konci měření.

Rozdíl tlaků na cloně, tlak před clonou, tlak na dýze, tlak před Thomasovým válcem p_{1TV} , rozdíl tlaků na ventilátoru, kroutící moment a otáčky ... asi 2,5 min.

Teploty t_{1TV} , Δt_{TV} na Thomasově válci ... asi 5 min.

Změna pohonu ventilátoru

Radiální ventilátor, který je součástí ventilátorové trati, byl poháněn stejnosměrným elektromotorem napájeným Ward-Leonardovým soustrojím, které umožňuje plynule měnit jeho otáčky v širokém rozsahu. Skládá se s asynchronního elektromotoru pohánějícího řídicí dynamo, které napájí stejnosměrný elektromotor, jehož otáčky je třeba řídit.

Tento pohon byl nahrazen asynchronním elektromotorem napájeným frekvenčním měničem Micromaster 420, který vyrábí firma Siemens. Je napájen třífázovým napětím 400 V a umožňuje měnit frekvenci proudu přiváděného do motoru v rozsahu 0 Hz až 650 Hz a tím měnit jeho otáčky [6]. Výkon měniče je 2,2 kW. Frekvenci je možno zadat několika způsoby v parametru P1000 (rozsah hodnot 1–6) :

1. tlačítky nahoru a dolů na panelu BOP
2. analogovým vstupem
3. pevnými kmitočty FF
4. sériovou linkou RS232 na USS1
5. sériovou linkou RS485 na USS2
6. komunikačním modulem PROFIBUS



Manuální nastavení frekvence pomocí ovládacího panelu BOP. Panel BOP je dodáván jako doplněk měniče a spolu s ním byl zakoupen. Umožňuje měnit parametry měniče, frekvence se mění pomocí šipek nahoru/dolů – zvyšování/snižování frekvence.

Změna frekvence napětím přivedeným na analogový vstup. Frekvence se ovládá změnou napětí v rozsahu 0–10 V, které se přivádí na analogový vstup. Takto se mohou měnit otáčky od –650 Hz do 650 Hz. Minimální a maximální frekvence se dá nastavit panelem BOP nebo pomocí počítače. Parametrem P0757/P0759 se nastavuje minimální/maximální frekvence v % referenčního kmitočtu (parametr P2000). Parametrem P0758/P0760 hodnota analogového vstupu pro minimální/maximální frekvenci v rozsahu 0–10 V. K řízení frekvence by se mohl použít jeden z modulů systému ADAM 5000 a to ADAM 5024, který má výstupní napětí 0–10 V, bylo by ho však třeba dokoupit.

Změna frekvence pevnými kmitočty volenými přes binární vstupy. Frekvence se mění aktivací přednastavené hodnoty kmitočtu FF1-FF7 (parametr P1001-P1007) pomocí binárních vstupů (parametr P0701-P0703).

Změna frekvence sériovou linkou RS232 na USS1 pomocí propojovacího modulu , který je kabelem připojen k počítači. Počítačem s dodávaným programem se mění parametry měniče jako přes panel BOP. Frekvence se mění pomocí zadané hodnoty v % referenčního kmitočtu (parametr P2000). K propojovacímu modulu byl dodán i CD s programem Digimaster pro ovládání měniče počítačem. Program vyžaduje počítač s operačním systémem Windows 98 nebo novější. Jeho instalace je jednoduchá, instalační okno se spustí po vložení CD. Po instalaci je možné program spustit, v nově spuštěném programu se zvolí nový a nastaví se Micromaster 420. Zvolí se COM port, do kterého je kabel připojen, a může se zvolit ON-LINE režim, potom jsou v dolní části okna programu aktivní tlačítka na zapnutí, vypnutí motoru a pokud jsou správně nastaveny všechny parametry (P0700 = 4, P1000 = 4, pro ovládání z panelu BOP musí být nastaveny oba na 1), je možno měnit kmitočet zadáním v % referenčního kmitočtu (parametr P2000).

Pomocí panelu BOP nebo přes USS protokol lze zjistit zadáním příslušného parametru:

výstupní frekvenci (r0021)

výstupní napětí (r0025)

výstupní proud (r0027)

spotřebu elektrické energie (r0039) od doby nulování měniče (P0040)

Jako ochranu před špatně zadanou frekvencí lze zadat minimální a maximální hodnotu výstupního kmitočtu (P1080 a P1082).

Hodnoty výstupní frekvence, výstupního napětí a výstupního proudu lze též zjistit na panelu BOP stisknutím tlačítka Fn, což jsem používal při měření.

Připojení měniče k elektromotoru bylo jednoduché, s využitím dodaného manuálu jsem se seznámil s jeho ovládáním. Zkoušel jsem, jak by se dala zadávat frekvence pomocí počítače, v úvahu připadalo ovládání pomocí změny napětí přivedeného na analogový vstup a nebo komunikačním modulem. Pro ovládání frekvence analogovým vstupem by bylo potřeba pořídit modul ADAM 5024, avšak údaje potřebné k měření by se stejně musely odečítat z panelu BOP. Daleko lepší možnosti poskytuje funkce ovládání frekvenčního měniče počítačem s pomocí komunikačního modulu, kdy dodaný program Digimastr zobrazuje požadované hodnoty v počítači. Je možné vytvořit program, který by hodnoty výstupní frekvence, výstupního napětí a výstupního proudu zaznamenal. Ale při vlastním měření na ventilátorové trati jsem používal pouze manuální zadávání na panelu BOP. Domnívám se, že řízení funkcí frekvenčního měniče počítačem bude mít smysl až po automatizaci měření na ventilátorové trati.

Charakteristika ventilátoru

Postup měření

Na ventilátorové trati v laboratoři vzduchotechniky jsem měřil charakteristiku radiálního ventilátoru s deklarovaným stlačením 3000 Pa při průtočném množství 800 m³/h na štítu. Nejprve se změřila charakteristika ventilátoru se stejnosměrným motorem napájeným Ward-Leonardovým soustrojím. Po inovaci pohonu za asynchronní motor napájeným frekvenčním měničem se měřila charakteristika ventilátoru s novým pohonem při různých otáčkách, které byly řízeny frekvencí střídavého proudu (35, 40, 45 a 50 Hz) generovaného frekvenčním měničem.

V obou případech se pro měření průtočného množství použila clona, která patří mezi základní škrtící orgány, pro měření průtočného množství. Seškrcením proudu na známý průřez a

z rozdílu tlaků měřených před zúženým průřezem a za ním vypočítáme průtočné množství. K měření množství tekutin se používá několik druhů škrticích orgánů, mezi nejběžnější patří clona, dýza a Venturiho dýza. Clona je konstrukčně nejjednodušší, ale působí nejvyšší tlakové ztráty, Venturiho dýza působí nejmenší tlakovou ztrátu, ale je konstrukčně složitější.

Použita byla clona o vnitřním průměru $d = 54,77$ mm zabudována v měřicí trati umístěné ve výtlaku ventilátoru. Návrh clony a její konstrukční provedení odpovídá normě ČSN 25 77 10, „Měření průtoku tekutin základními škrticími orgány“ [4]. Vnitřní průměr potrubí v kterém je clona zabudována $D = 96$ mm

Pro výpočet průtočného množství bylo třeba změřit následující veličiny [2]:

p_b [Pa] absolutní tlak v laboratoři,

t_m, t_s [°C] teplota mokrého a suchého teploměru psychrometru,

t [°C] teplota v laboratoři,

h_{p1cl} [mm] rozdíl výšky hladin vody U-manometru,

$h_{\Delta p1cl}$ [mm] výška hladiny ve skloněném ramenu lihového mikromanometru,

t_{cl} [°C] teplota před clonou,

Z nich se pak vypočítal tlak před clonou p_{1cl} [Pa]:

$$p_{1cl} = h_{p1cl} \rho_{H_2O} g$$

Rozdíl tlaků na cloně:

$$\Delta p_{cl} = h_{\Delta p1cl} \gamma \rho_t g$$

kde	ρ_{H_2O}	[kg/m ³]	hustota vody určená v závislosti a laboratorní teplotě,
	ρ_t	[kg/m ³]	hustota lihu určená v závislosti a laboratorní teplotě,
	γ	[-]	je sklon ramene,
	g	[m/s ²]	gravitační zrychlení ($g = 9,81$ m/s ²) .

Poměr zúžení m [-]:

$$m = d^2 / D^2$$

kde $d = 54,77$ mm vnitřní průměr clony,

$D = 96$ mm vnitřní průměr potrubí v kterém je clona zabudována.

Reynoldsovo číslo Re_d [-]:

$$Re_d = \sqrt{(2 \Delta p_{cl} / \rho_{cl}) D} / \nu_{cl}$$

kde ρ_{cl} [kg/m³] hustota vzduchu na cloně určená z vlhkosti vzduchu v laboratoři, teploty a tlaku vzduchu v potrubí před clonou.

ν_{cl} [m²/s] kinematická viskozita

Hmotnostní průtok M [kg/s] se vypočítal:

$$M = \alpha \varepsilon (\pi D^2/4) m \sqrt{(2 \Delta p_{cl} \rho_{cl})}$$

Objemový průtok Q [m³/s] se vypočítal:

$$Q = \alpha \varepsilon (\pi D^2/4) m \sqrt{(2 \Delta p_{cl} / \rho_{cl})}$$

kde α [-] úhrnný součinitel průtoků:

$$\alpha = \alpha_0 K_1 K_2 K_3$$

α_0 [-] součinitel průtoků se stanovil z diagramu v závislosti na poměru zúžení m [2].

K_1 [-] korekce na viskozitu z diagramu [2],

K_2 [-] korekce na drsnost potrubí z diagramu [2],

K_3 [-] korekce na neostrost hran z diagramu [2],

ε [-] expanzní součinitel se stanoví podle diagramu v závislosti na relativním tlaku na cloně $\Delta p_{cl} / p_{1cl}$, poměru zúžení m , adiabatickém exponentu κ [2].

Při měření charakteristiky ventilátoru bylo třeba stanovit závislosti celkového stlačení ventilátoru na hmotnostním průtoku:

$$\Delta p_{cv} = f(M)$$

a stanovit závislost a účinnost ventilátoru na hmotnostním průtoku:

$$\eta_c = f(M).$$

Množství nasávaného a stlačovaného vzduchu se regulovalo přivíráním výstupního průřezu výtlačného potrubí prostřednictvím axiálně posuvného kuželového ventilu.



Nejprve bylo potřeba změřit následující hodnoty [4]:

$h_{\Delta p_{cv}}$ [mm] výška hladiny ve skloněném ramenu lihového tlakoměru, pro výpočet diferenčního tlaku na ventilátoru.

M_{ksd} [10Nm] kroutící moment stejnosměrného dynamometru, s nulovou hodnotou na 1 (10Nm).

α_{Ad} [°] údaj Amslerova torzního dynamometru, pro výpočet kroutícího momentu M_{kAd} .
 n [otáčky/minutu] otáčky ventilátoru otáčkoměrem.

Stlačení ventilátoru Δp_{cv} [Pa] se vypočítalo:

$$\Delta p_{cv} = h_{\Delta pcv} y \rho_l g,$$

kde y [-] je sklon ramene (ve všech měřeních jsem měl sklon 1:2),
 ρ_l [kg/m³] hustota líhu,
 g [m/s²] gravitační zrychlení ($g = 9,81 \text{ m/s}^2$).

Protože odběr diferenčního tlaku byl proveden pomocí Prandtlových trubic nebylo třeba přepočítávat naměřenou hodnotu přetlaku, i když jsou rozdílné průměry potrubí $\varnothing d_1 \neq \varnothing d_2$ v místech odběru.

Příkon ventilátoru P_v [W] měřený se starým pohonem se vypočítal:

$$P_v = 2 \pi M_k n.$$

kde M_k [Nm] kroutící moment,
 n [Hz] otáčky ventilátoru.

Příkon ventilátoru P_v [W] měřený s novým pohonem se vypočítal:

$$P_v = \sqrt{3} \cos \varphi I U \eta_{motor} \eta_{řemen},$$

kde $\cos \varphi$ [-] je účinník elektromotoru $\cos \varphi = 0,8$,
 I [A] elektrický proud napájející elektromotor,
 U [V] elektrické napětí napájející elektromotor,
 η_{motor} [-] účinnost elektromotoru $\eta_{motor} = 0,8$,
 $\eta_{řemen}$ [-] účinnost řemenového převodu $\eta_{řemen} = 0,8$.

Celková účinnost ventilátoru η_c [%] je:

$$\eta_c = 100 Q \Delta p_{cv} / P_v,$$

kde Q [m³/s] je průtočné množství změřené pomocí clony.

Výsledky měření

Naměřené hodnoty jsou uvedeny v tabulkách 1a až 5a tabulky a vypočtené hodnoty v tabulkách 1b až 5b a v grafech 1 až 6 jsou vyneseny charakteristiky ventilátoru při různých otáčkách. Se zvyšováním průtočného množství stlačení ventilátoru nejprve mírně stoupalo a poté klesalo, výkon ventilátoru se postupně zvyšoval a neustále rostla účinnost ventilátoru. Obdobný průběh byl naměřen při všech frekvencích. Při měření se starým pohonem a s novým pohonem při 40 Hz, kdy byly podobné otáčky, byl průběh účinnosti a stlačení podobný. Srovnáme-li průběh naměřených hodnot s běžně uváděnými charakteristikami ventilátorů zjistíme, že stlačení ventilátoru by mělo nejprve mírně růst a pak klesat k nule a účinnost by měla nejprve stoupat a po dosažení pracovního bodu klesat. Pracovní bod uvedený na štítku ventilátoru (stlačení 3000 Pa při průtočném množství $0,222 \text{ m}^3/\text{s}$) nebyl dosažen, nejvyšší dosažené průtočné množství bylo pouze $0,117 \text{ m}^3/\text{s}$. Z toho vyplývá, že se podařilo změřit pouze část charakteristiky ventilátoru.

Tabulka 1a: Charakteristika ventilátoru při frekvenci 35 Hz – naměřené hodnoty t_v je teplota před ventilátorem [°C] $h_{\Delta p_{cv}}$ je výška hladiny tlakoměru se sklopným ramenem v poměru 1:2 [mm] t_{cl} je teplota na cloně [°C] $h_{p_{cl}}$ je rozdíl hladin v U manometru před clonou [mm] $h_{\Delta p_{cl}}$ je výška hladiny v tlakoměru se sklopným ramenem v poměru 1:2 [mm] I je proud [A]

Veličiny, jejichž hodnota se neměnila v průběhu celého měření:

napětí $U=282$ V

měření	t_v [°C]	$h_{\Delta p_{cv}}$ [mm]	t_{cl} [°C]	$h_{p_{cl}}$ [mm]	$h_{\Delta p_{cl}}$ [mm]	I [A]
1	21,4	454	24,0	67	451	2,26
2	21,5	456	24,0	126	420	2,25
3	21,5	458	24,0	131	380	2,24
4	21,6	458	24,0	137	336	2,24
5	21,6	459	24,0	142	287	2,23
6	21,4	460	24,0	152	240	2,22
7	21,4	459	24,0	156	201	2,22
8	21,0	457	24,0	162	159	2,20
9	21,0	455	23,5	166	116	2,18
10	21,0	453	23,5	173	81	2,16
11	21,0	449	23,5	177	39	2,14
12	21,0	444	23,5	180	-	2,13

Tabulka 1b: Charakteristika ventilátoru při frekvenci 35 Hz – vypočtené hodnoty Δp_{cv} je přetlak na ventilátoru [Pa] p_{lcl} je tlak před clonou [Pa] Δp_{cl} je rozdíl tlaků na cloně [Pa] M je hmotnostní průtočné množství [kg.s⁻¹] Q je objemové průtočné množství [m³.s⁻¹] P_v je příkon ventilátoru [W] P je výkon ventilátoru [W] η_c je účinnost ventilátoru [%]

měření	Δp_{cv} [Pa]	p_{lcl} [Pa]	Δp_{cl} [Pa]	M [kg.s ⁻¹]	Q [m ³ .s ⁻¹]	P_v [W]	P [W]	η_c [%]
1	1 783	97 581	1 771	0,0965	0,082	565	146,4	25,9
2	1 791	98 159	1 649	0,0931	0,079	563	141,9	25,2
3	1 798	98 208	1 492	0,0885	0,075	560	135,5	24,2
4	1 798	98 266	1 319	0,0833	0,071	560	127,4	22,8
5	1 802	98 315	1 127	0,0770	0,065	556	118,0	21,2
6	1 806	98 413	942	0,0704	0,060	555	108,2	19,5
7	1 802	98 452	789	0,0644	0,055	555	98,8	17,8
8	1 794	98 511	624	0,0573	0,049	550	87,5	15,9
9	1 787	98 550	455	0,0489	0,042	545	74,4	13,6
10	1 779	98 619	318	0,0409	0,035	540	61,9	11,5
11	1 763	98 658	153	0,0284	0,024	535	42,6	8,0
12	1 743	98 687	-	-	-	531	-	-

Tabulka 2a: Charakteristika ventilátoru při frekvenci 40 Hz – naměřené hodnoty t_v je teplota před ventilátorem [°C] $h_{\Delta p_{cv}}$ je výška hladiny tlakoměru se sklopným ramenem v poměru 1:2 [mm] t_{cl} je teplota na cloně [°C] $h_{p_{cl}}$ je rozdíl hladin v U manometru před clonou [mm] $h_{\Delta p_{cl}}$ je výška hladiny v tlakoměru se sklopným ramenem v poměru 1:2 [mm] I je proud [A]

Veličiny, jejichž hodnota se neměnila v průběhu celého měření:

napětí $U=317$ V

měření	t_v [°C]	$h_{\Delta p_{cv}}$ [mm]	t_{cl} [°C]	$h_{p_{cl}}$ [mm]	$h_{\Delta p_{cl}}$ [mm]	I [A]
1	21,5	576	24,5	154	577	2,40
2	21,5	578	24,5	159	540	2,40
3	21,5	579	24,5	162	501	2,40
4	21,5	580	24,5	170	459	2,37
5	21,5	581	24,5	175	429	2,36
6	21,5	582	24,5	178	390	2,35
7	21,5	582	24,5	184	349	2,33
8	21,5	582	24,5	194	309	2,32
9	21,5	581	24,8	197	253	2,30
10	21,5	577	24,8	204	210	2,28
11	21,5	576	24,8	210	169	2,26
12	21,5	574	25,0	214	127	2,25
13	21,8	572	25,5	221	86	2,23
14	21,8	568	25,5	225	42	2,21
15	21,8	561	25,5	228	-	2,17

Tabulka 2b: Charakteristika ventilátoru při frekvenci 40 Hz - vypočtené hodnoty Δp_{cv} je přetlak na ventilátoru [Pa] p_{lcl} je tlak před clonou [Pa] Δp_{cl} je rozdíl tlaků na cloně [Pa] M je hmotnostní průtokové množství [kg.s⁻¹] Q je objemové průtokové množství [m³.s⁻¹] P_v je příkon ventilátoru [W] P je výkon ventilátoru [W] η_c je účinnost ventilátoru [%]

měření	Δp_{cv} [Pa]	p_{lcl} [Pa]	Δp_{cl} [Pa]	M [kg.s ⁻¹]	Q [m ³ .s ⁻¹]	P_v [W]	P [W]	η_c [%]
1	2 262	98 433	2 264	0,1091	0,093	675	209,9	31,1
2	2 270	98 482	2 120	0,1056	0,090	675	203,9	30,2
3	2 274	98 511	1 967	0,1017	0,087	675	196,7	29,2
4	2 277	98 589	1 802	0,0973	0,083	666	188,6	28,3
5	2 281	98 638	1 685	0,0941	0,080	663	182,7	27,5
6	2 283	98 668	1 531	0,0897	0,076	659	174,3	26,4
7	2 285	98 726	1 370	0,0849	0,072	655	165,0	25,2
8	2 285	98 824	1 213	0,0798	0,068	652	155,3	23,8
9	2 281	98 854	993	0,0723	0,061	647	140,3	21,7
10	2 266	98 922	825	0,0658	0,056	641	126,9	19,8
11	2 262	98 981	664	0,0591	0,050	635	113,7	17,9
12	2 254	99 020	499	0,0512	0,044	633	98,2	15,5
13	2 246	99 089	338	0,0421	0,036	627	80,5	12,8
14	2 230	99 128	165	0,0294	0,025	621	55,9	9,0
15	2 203	99 157	-	-	-	610	-	-

Tabulka 3a: Charakteristika ventilátoru se starým pohonem – naměřené hodnoty t_v je teplota před ventilátorem [°C] $h_{\Delta p_{cv}}$ je výška hladiny tlakoměru se sklopným ramenem v poměru 1:2 [mm] t_{cl} je teplota na cloně [°C] $h_{p_{cl}}$ je rozdíl hladin v U manometru před clonou [mm] $h_{\Delta p_{cl}}$ je výška hladiny v tlakoměru se sklopným ramenem v poměru 1:2 [mm]

Veličiny, jejichž hodnota se neměnila v průběhu celého měření:

napětí $U=317$ V

měření	t_v [°C]	$h_{\Delta p_{cv}}$ [mm]	t_{cl} [°C]	$h_{p_{cl}}$ [mm]	$h_{\Delta p_{cl}}$ [mm]	otáčky [ot.min ⁻¹]	moment [10Nm]
1	20,8	566	23,0	152	575	2 393	1,27
2	21,4	580	24,0	160	547	2410	1,27
3	21,5	585	24,3	166	508	2422	1,27
4	21,5	590	24,5	173	482	2425	1,27
5	21,5	591	24,5	178	450	2432	1,27
6	21,5	593	24,5	182	419	2433	1,26
7	21,5	593	24,5	188	381	2432	1,25
8	21,6	590	24,5	191	337	2433	1,25
9	21,7	588	24,8	196	296	2428	1,25
10	21,8	586	24,8	203	254	2438	1,24
11	21,3	585	24,8	212	192	2436	1,23
12	21,3	582	24,8	214	144	2432	1,23
13	21,3	580	24,8	222	94	2434	1,22
14	21,2	578	24,8	227	55	2431	1,20
15	21,2	574	24,8	229	25	2436	1,19
16	21,0	569	24,8	231	-	2437	1,17

Tabulka 3b: Charakteristika ventilátoru se starým pohonem - vypočtené hodnoty Δp_{cv} je přetlak na ventilátoru [Pa] p_{lcl} je tlak před clonou [Pa] Δp_{cl} je rozdíl tlaků na cloně [Pa] M je hmotnostní průtočné množství [kg.s⁻¹] V je objemové průtočné množství [m³.s⁻¹] P_v je příkon ventilátoru [W] P je výkon ventilátoru [W] η_c je účinnost ventilátoru [%]

měření	Δp_{cv} [Pa]	p_{lcl} [Pa]	Δp_{cl} [Pa]	M [kg.s ⁻¹]	Q [m ³ .s ⁻¹]	P_v [W]	P [W]	η_c [%]
1	2 222	98 408	2 258	0,109	0,093	677	206,0	30,5
2	2 277	98 491	2 148	0,106	0,090	681	205,9	30,2
3	2 297	98 550	1 995	0,102	0,087	685	200,2	29,2
4	2 317	98 614	1 891	0,100	0,085	686	196,5	28,7
5	2 321	98 668	1 765	0,096	0,082	688	190,2	27,7
6	2 327	98 702	1 645	0,093	0,079	662	184,1	27,8
7	2 329	98 761	1 496	0,089	0,075	637	175,7	27,6
8	2 317	98 795	1 323	0,083	0,071	637	164,4	25,8
9	2 309	98 844	1 162	0,078	0,067	636	153,6	24,2
10	2 301	98 907	997	0,072	0,062	613	141,8	23,1
11	2 297	99 000	754	0,063	0,054	587	123,1	21,0
12	2 285	99 020	565	0,055	0,046	573	106,0	18,5
13	2 277	99 098	369	0,044	0,037	561	85,4	15,2
14	2 270	99 147	216	0,034	0,029	509	65,1	12,8
15	2 254	99 167	98	0,023	0,019	485	43,6	9,0
16	2 234	99 186	-	-	-	434	-	-

Tabulka 4a: Charakteristika ventilátoru při frekvenci 45 Hz - naměřené hodnoty t_v je teplota před ventilátorem [°C] $h_{\Delta p_{cv}}$ je výška hladiny tlakoměru se sklopným ramenem v poměru 1:1 [mm] t_{cl} je teplota na cloně [°C] $h_{p_{lcl}}$ je rozdíl hladin v U manometru před clonou [mm] $h_{\Delta p_{cl}}$ je výška hladiny v tlakoměru se sklopným ramenem v poměru 1:1 [mm] I je proud [A]

Veličiny, jejichž hodnota se neměnila v průběhu celého měření:

napětí $U=360$ V

měření	t_v [°C]	$h_{\Delta p_{cv}}$ [mm]	t_{cl} [°C]	$h_{p_{lcl}}$ [mm]	$h_{\Delta p_{cl}}$ [mm]	I [A]
1	20,5	377	24,0	209	372	2,64
2	20,5	378	24,0	215	340	2,62
3	21,0	379	24,0	227	298	2,58
4	21,0	380	24,5	240	253	2,55
5	21,5	380	24,5	252	200	2,50
6	21,5	377	24,8	268	138	2,48
7	21,5	374	25,0	281	82	1,42
8	21,5	371	25,0	294	32	2,35
9	21,5	365	25,0	300	-	2,28

Tabulka 4b: Charakteristika ventilátoru při frekvenci 45 Hz – vypočtené hodnoty Δp_{cv} je přetlak na ventilátoru [Pa] p_{lcl} je tlak před clonou [Pa] Δp_{cl} je rozdíl tlaků na cloně [Pa] M je hmotnostní průtočné množství [kg.s⁻¹] Q je objemové průtočné množství [m³.s⁻¹] P_v je příkon ventilátoru [W] P je výkon ventilátoru [W] η_c je účinnost ventilátoru [%]

měření	Δp_{cv} [Pa]	p_{lcl} [Pa]	Δp_{cl} [Pa]	M [kg.s ⁻¹]	Q [m ³ .s ⁻¹]	P_v [W]	P [W]	η_c [%]
1	2 961	98 971	2 921	0,1239	0,105	843	312,2	37,0
2	2 965	99 030	2 670	0,1185	0,101	836	298,9	35,7
3	2 976	99 147	2 340	0,1109	0,094	824	280,9	34,1
4	2 984	99 275	1 987	0,1022	0,087	814	259,5	31,9
5	2 984	99 392	1 571	0,0908	0,077	798	230,7	28,9
6	2 961	99 549	1 084	0,0755	0,064	790	190,2	24,1
7	2 937	99 676	644	0,0582	0,050	452	145,4	32,2
8	2 914	99 803	251	0,0363	0,031	749	90,1	12,0
9	2 866	99 862	-	-	-	726	-	-

Tabulka 5a: Charakteristika ventilátoru při frekvenci 50 Hz – naměřené hodnoty t_v je teplota před ventilátorem [$^{\circ}\text{C}$] $h_{\Delta p_{cv}}$ je výška hladiny tlakoměru se sklopným ramenem v poměru 1:1 [mm] t_{cl} je teplota na cloně [$^{\circ}\text{C}$] $h_{p_{cl}}$ je rozdíl hladin v U manometru před clonou [mm] $h_{\Delta p_{cl}}$ je výška hladiny v tlakoměru se sklopným ramenem v poměru 1:1 [mm] I je proud [A]

Veličiny, jejichž hodnota se neměnila v průběhu celého měření:

napětí $U=400\text{ V}$

měření	t_v [$^{\circ}\text{C}$]	$h_{\Delta p_{cv}}$ [mm]	t_{cl} [$^{\circ}\text{C}$]	$h_{p_{cl}}$ [mm]	$h_{\Delta p_{cl}}$ [mm]	I [A]
1	21,4	461	25,5	252	459	2,70
2	21,4	462	25,5	263	417	2,67
3	21,4	463	25,5	277	376	2,65
4	21,4	464	25,5	292	319	2,62
5	21,4	465	26,0	303	273	2,57
6	21,4	464	26,5	319	213	2,53
7	21,4	461	26,5	337	146	2,46
8	21,4	458	26,5	352	83	2,40
9	21,4	455	26,8	363	39	2,35
10	21,4	449	26,8	370	-	2,24

Tabulka 5b: Charakteristika ventilátoru při frekvenci 50 Hz – vypočtené hodnoty Δp_{cv} je přetlak na ventilátoru [Pa] p_{lcl} je tlak před clonou [Pa] Δp_{cl} je rozdíl tlaků na cloně [Pa] M je hmotnostní průtokové množství [$\text{kg}\cdot\text{s}^{-1}$] Q je objemové průtokové množství [$\text{m}^3\cdot\text{s}^{-1}$] P_v je příkon ventilátoru [W] P je výkon ventilátoru [W] η_c je účinnost ventilátoru [%]

měření	Δp_{cv} [Pa]	p_{lcl} [Pa]	Δp_{cl} [Pa]	M [$\text{kg}\cdot\text{s}^{-1}$]	Q [$\text{m}^3\cdot\text{s}^{-1}$]	P_v [W]	P [W]	η_c [%]
1	3 620	99 392	3 605	0,1376	0,117	958	424,1	44,3
2	3 628	99 500	3 275	0,1312	0,112	947	405,1	42,8
3	3 636	99 637	2 953	0,1246	0,106	940	385,5	41,0
4	3 644	99 784	2 505	0,1147	0,098	929	355,8	38,3
5	3 652	99 891	2 144	0,1061	0,090	912	329,9	36,2
6	3 644	100 048	1 673	0,0938	0,080	896	290,8	32,5
7	3 620	100 224	1 147	0,0776	0,066	873	239,2	27,4
8	3 597	100 371	652	0,0585	0,050	851	179,2	21,0
9	3 573	100 479	306	0,0401	0,034	834	122,0	14,6
10	3 526	100 547	-	-	-	795	-	-

Vyhodnocení naměřených hodnot

Naměřené charakteristiky ventilátoru neodpovídají běžným charakteristikám ventilátorů [1,2]. Domnívám se, že je to způsobeno vysokými tlakovými ztrátami na jednotlivých měřicích členech na dýze, Thomasově válci a cloně, které neumožnily zvýšit průtočné množství a díky tomu byla změřena pouze část charakteristiky.

Proto jsem se snažil zjistit, kde dochází k největším tlakovým ztrátám na ventilátorové trati. Orientačně jsem změřil tlakovou ztrátu na Thomasově válci, odběr tlaku před válcem na trati je, ale za Thomasovým válcem jsem využil otvor pro teploměr. Z výšky hladiny manometru se sklonným ramenem h_{pz} [mm] se vypočetla tlaková ztráta p_z [Pa]:

$$p_z = h_{pz} \cdot \gamma \text{ g,}$$

kde γ sklon ramene $\gamma = 1 : 2$

ρ_l hustota líhu při teplotě jaká byla v laboratoři ($t = 21^\circ\text{C}$) $\rho_l = 800 \text{ kg/m}^3$

g gravitační zrychlení ($g = 9,81 \text{ m/s}^2$) .

Tabulka 6: Orientační tlaková ztráta na Thomasově válci při maximálním průtočném množství (bez škzení na výtlaku)

	h_{pz} [mm]	Tlaková ztráta p_z [Pa]	stlačení v. Δp_{cv} [Pa]	% tlakové ztráty p_z z Δp_{cv}
nový pohon $f = 35 \text{ Hz}$	151	593	1783	33,3
nový pohon $f = 40 \text{ Hz}$	192	753	2262	33,3
nový pohon $f = 45 \text{ Hz}$	234	918	2961	31,0
nový pohon $f = 50 \text{ Hz}$	294	1154	3620	31,9

Ztráta na Thomasově válci je značná při frekvenci 35 Hz je $p_z = 593 \text{ Pa}$, stlačení ventilátoru je v tu chvíli asi 1783 Pa. Ztráta dosahuje asi 33 % stlačení ventilátoru (tabulka 6).

Ale daleko větší ztráty jsou způsobeny clonou. Ty závisí na rozdílu tlaků na cloně Δp_{cl} a na poměru zúžení $m = d^2 / D^2$, poměru mezi vnitřním průměrem clony a průměrem potrubí [3].

Tlaková ztráta způsobená clonou p_{zcl} [Pa] je:

$$p_{zcl} = (1 - m) \Delta p_{cl}$$

V našem případě $m = 0,339$ a rozdíl tlaků na cloně je u otevřené trati od 1771 Pa při 35 Hz do 3605 Pa při 50 Hz. Ztráta na cloně je tedy od 1171 Pa při 35 Hz do 2383 Pa při 50 Hz (tabulka 7).

Tabulka 7: Tlaková ztráta na cloně při maximálním průtočném množství (bez škrcení na výtlaku)

	rozdíl tlaků na cloně Δp_{cl} [Pa]	tlaková ztráta na cloně p_{zcl} [Pa]
nový pohon $f = 35$ Hz	1771	1171
nový pohon $f = 40$ Hz	2264	1497
nový pohon $f = 45$ Hz	2921	1931
nový pohon $f = 50$ Hz	3605	2383

Tabulka 8: Tlakové ztráty na trati (bez škrcení na výtlaku)

	tlaková ztráta na Thomasově válci p_{zv} [Pa]	tlaková ztráta na cloně p_{zcl} [Pa]	tlaková ztráta $p_{zv} + p_{zcl}$ [Pa]	stlačení ventilátoru Δp_{ev} [Pa]
nový pohon $f = 35$ Hz	518	1171	1689	1783
nový pohon $f = 40$ Hz	689	1497	2186	2262
nový pohon $f = 45$ Hz	859	1931	2790	2961
nový pohon $f = 50$ Hz	1075	2383	3458	3620

Tlaková ztráta způsobená clonou je asi dvakrát větší než na Thomasově válci (tabulka 8). Jedna z možností, jak snížit tlakové ztráty, je použít větší průměr clony [3]. Největší průměr,

Tabulka 9: Porovnání tlakových ztrát způsobených clonou s vnitřní průměrem $d = 80,32$ mm a původní clonou vnitřní průměrem $d = 54,77$ mm

	Clona s $d = 54,77$		Clona s $d = 80,32$	
Průtočné množství M	Tlaková diference na cloně Δp_{cl}	Tlaková ztráta způsobená clonou p_{zcl}	Tlaková diference na cloně Δp_{cl}	Tlaková ztráta způsobená clonou p_{zcl}
[kg/s]	[Pa]	[Pa]	[Pa]	[Pa]
0,09965	1771	1171	268	80
0,1091	2264	1497	321	96
0,1239	2921	1931	414	124
0,1376	3605	2383	511	153
0,2	7195	4756	1 080	324
0,3	16189	10701	2 430	729

který je normalizován pro průměr potrubí 96 mm je pro $m = 0,7 \Rightarrow d^2 = m D^2 \Rightarrow d = 80,32\text{mm}$. Pak je poměr zúžení $m=0,70$ a rozdíl tlaků $\Delta p_{cl} = 8 M^2 / (\rho_{cl} \alpha^2 \varepsilon^2 m^2 \pi^2 D^4)$, kde $\alpha=0,8$; $\varepsilon=0,99$; $m=0,7$; $\rho_{cl}=1,15\text{kg/m}^3$. Porovnání tlakových ztrát na stávající a navrhované cloně je v tabulce 9, předpokládané tlakové ztráty na navrhované cloně budou několikanásobně menší než na stávající. Dalšího snížení tlakových ztrát se dosáhne vymontováním Thomasova válce. Tato opatření pak umožní změřit celou charakteristiku ventilátoru.

Návrh automatizovaného sběru dat

Návrh spočívá v nahrazení současných měřicích přístrojů snímači, které umožní automatický sběr dat. Nově navržené snímače musí umožnit rozsah měření prováděném na ventilátorové trati.

Měřicí přístroje na ventilátorové trati

V současnosti je ventilátorová trať osazena následujícími měřicími přístroji.

Barometr

Rtuťový barometr měří barometrický tlak v laboratoři. Velikost tlaku je úměrná poklesu rtuťového sloupce.

Assmannův aspirační psychrometr

Assmannův aspirační psychrometr měří vlhkost vzduchu v laboratoři. Skládá se ze dvou teploměrů, kolem kterých proudí vzduch nasávaný ventilátorem poháněným nataženou pružinou.. Jeden z teploměrů je v dolní části obalen navlhčenou textilií a proud vzduchu způsobuje jeho adiabatické ochlazování. Z teploty suchého a mokrého teploměru se v psychometrickém diagramu pro určitý barometrický tlak určuje vlhkost vzduchu.

Mikromanometr se sklonným ramenem

Mikromanometr se sklonným ramenem se používá pro měření diferenčního tlaku na cloně, kolenovém průtokoměru, dýze a ventilátoru. Velikost tlaku je úměrná výšce sloupce lihové náplně. Trubici lze sklápět, a



tím zvyšovat citlivost přístroje. Přístroj má rozsah do 4000 Pa, přesnost měření je 0,5 mm, což odpovídá 4 Pa s kolmým ramenem a 2 Pa se sklonem 1:2.

U-manometr

U-manometr se používá pro měření přetlaku vůči barometrickému tlaku v laboratoři, před clonou, kolenovým průtokoměrem a Thomasovým válcem. Velikost tlaku je úměrná rozdílu hladin vodních sloupců v jednotlivých ramenech. Přesnost měření je 0,5 mm, což odpovídá 5 Pa.

Dynamometr

Dynamometr se používal k pohonu ventilátoru a měření



kroucího momentu před inovací ventilátorové trati. Skříň stejnosměrného elektromotoru je otočně uložena v kuličkových ložiscích na zkušební stojanu a pákou spojena s váhou, jejíž stupnice

je cejchována v Nm. Rozsah dynamometru do 40 Nm (původně do 50 Nm, ale v okolí bývalé nuly už váha neukazuje přesně). Přesnost měření je 0,1 Nm.



Amslerův dynamometr

Amslerův dynamometr je umístěn mezi elektromotorem a ventilátorem, měl sloužit k měření kroucího momentu potom co se změnil pohon ze stejnosměrného na asynchronní elektromotor. Kroucí moment se určuje z úhlu natočení hřídele. Přesnost úhlu zkroucení je $0,1^\circ$. Za celou dobu měření se pohnul o $0,1^\circ$, proto jsem ho nemohl použít k měření.

Otáčkoměr

Otáčkoměrem se měří otáčky ventilátoru. Otáčkoměr byl umístěn na opačné straně hřídele stejnosměrného elektromotoru, která poháněla ventilátor. Skládá se z fototranzistoru, disku s šesti světlými body na obvodu, na které fototranzistor reaguje tak, že při průchodu světlého bodu propouští proud, který je přiveden na čítač, který počítá pulzy za sekundu. Údaj o otáčkách je v desetínách otáček za minutu. Přesnost otáčkoměru je 1 ot/min.

Thomasův válec

Thomasovým válcem se měří průtočné množství, má v sobě integrovány dva odporové teploměry Pt 60, které jsou zapojeny do protilehlých větví Wheastonova můstku, po jehož vyrovnaní lze na vyrovnávacím odporu se stupnicí ocejchovanou ve °C teplotní rozdíl, nebo se dají zapojit do modulu ADAM 5013.

Teploměry

K měření teploty se používají skleněné teploměry. Teplota se měří v měřicím válci s dýzami, před kolenovým průtokoměrem, před clonou a před Prandtlovou trubicí. Podle stanovené teploty se určuje hustota proudícího vzduchu. Pokud je teplota v laboratoři 20 °C, teplota ve ventilátorové trati se pohybuje od 20 °C do 25 °C. Přesnosti teploměrů jsou 0,05 °C.

Frekvenční měnič

Frekvenční měnič slouží k řízení otáček asynchronního motoru, kromě toho se z něho mohou odečítat hodnoty napájecího napětí a proudu elektromotoru a zadaná frekvence. Přesnost měření elektrického proudu je 0,01A, elektrického napětí je 1 V.

ADAM 5000

Systém ADAM 5000 umožňuje měření a sběr dat [7]. Je to modulový systém, jehož konkrétní sestava se volí podle požadavků uživatele. Modul 5013 slouží pro připojení teploměrů Pt 100, modul 5017 pro připojení tlakoměrů a modul 5018 pro připojení termočlánků. Výše uvedené moduly jsou k dispozici v laboratoři, kromě nich existuje modul 5024, který má analogový výstup, modul 5051 s binárním vstupem a modul 5056 s binárním výstupem.

Modul 5013 slouží pro připojení třech odporových teploměrů.

Modul 5017 měří napětí v rozsahu ± 150 mV, ± 500 mV, ± 1 V, ± 5 V, ± 10 V a napětí v rozsahu ± 20 mA. Umožňuje připojení osmi snímačů.

Modul 5018 měří napětí v rozsahu ± 15 mV, ± 50 mV, ± 100 mV, ± 1 V, $\pm 2,5$ V a proud v rozsahu ± 20 mA. Umožňuje připojení sedmi snímačů (termočlánků). Při připojení termočlánků modul kompenzuje teplotu druhého termočlánekového spoje.

V laboratoři je k dispozici jeden modul 5013 a 5017 a dva moduly 5018.

Stanovení rozsahu měření

K návrhu snímačů tlaků je potřeba znát rozsahy měření, proto byly předpokládáné hodnoty tlaků vypočteny pomocí upravených rovnic pro průtočná množství na jednotlivých měřicích orgánech [2].

Hmotnostní průtočné množství M [kg/s] na kolenovém průtokoměru se vypočte:

$$M = \alpha_k S \sqrt{\rho (p_1 - p_2)}$$

kde	$(p_1 - p_2)$ [Pa]	měřený tlakový rozdíl
	ρ [kg/m ³]	hustota proudícího vzduchu,
	S [m ²]	průtočný průřez $S = \pi D^2/4$,
	α_k [-]	průtokový součinitel kolena $\alpha_k = 1,057 \sqrt{(R/D) - 0,103}$
	R [m]	poloměr kolena $R = 0,2$ m
	D [m]	průměr potrubí $D = 0,096$ m

Úpravou rovnice se získá vztah pro výpočet tlakové difference:

$$(p_1 - p_2) = M^2 / (\rho \alpha_k^2 S^2)$$

kde $\rho = 1,15$ kg/s; $\alpha_k = 1,423$; $S = 7,238 \cdot 10^{-3}$ m².

Při měření pomocí Prandtlovy trubice proud vzduchu dosahuje maximální rychlosti $v_{\max}$ [m/s] v ose potrubí, platí následující vztah:

$$v_{\max} = k \sqrt{2 (p_c - p_s) / \rho_v}$$

kde k [-] je konstanta Prandtlovy trubice určená kalibrováním $k = 1$
 $(p_c - p_s)$ [Pa] je rozdíl naměřeného celkového a statického tlaku Prandtlovou trubicí

Hmotnostní průtočné množství M [kg/s] se počítá z naměřeného rychlostního profilu.

$$\text{Střední rychlost je } v_{\text{stř}} = M / (\rho_v S)$$

kde S [m²] průtočný průřez $S = \pi D^2/4$

Pokud se bude uvažovat že je proudění turbulentní, pak je střední rychlost $v_{\text{stř}} = 0,8 v_{\max}$ maximální rychlosti, pro kterou platí vztah:

$$v_{\max} = M / (0,8 \rho_v S) \text{ [m/s]}$$

Kombinací obou rovnic pro $v_{\max}$ dostaneme:

$$\sqrt{2 (p_c - p_s) / \rho_v} = M / (0,8 \rho_v S)$$

Po úpravě vypočteme tlakovou diferencí:

$$(p_c - p_s) = M^2 / (1,28 \rho_v S^2)$$

Při měření dýzou je průtočné množství dáno vztahem:

$$M = \alpha \varepsilon m \pi D_v^2 0,25 \sqrt{(2 \Delta p_d \rho_d)}$$

kde α je souhrnný součinitel průtoku

ε [-] expanzní součinitel se stanoví podle diagramu tab. 7-8, 7-9 v závislosti na relativním tlaku na dýze $\Delta p_d / p_d$, poměru zúžení m , adiabatickém exponentu κ .

m [-] poměr zúžení $m = d_i^2 / D_v^2$

$D_v = 480$ mm vnitřní průměr potrubí, ve kterém jsou dýzy zabudovány.

Vnitřní průměry dýz $d_1 = 39,90$ mm $d_2 = 74,95$ mm $d_3 = 99,89$ mm $d_4 = 124,74$ mm

Tlaková difference Δp_d [Pa] je pak:

$$\Delta p_d = 8 M^2 / (\rho_d \alpha^2 \varepsilon^2 m^2 \pi^2 D_v^4)$$

Do výše uvedených rovnic pro tlakové difference byly dosazeny hodnoty průtočného množství (od 0,01 do 0,3 kg/s) a byly vypočteny předpokládané tlakové difference, výsledky jsou uvedeny v tabulce 10.

Tabulka 10: Předpokládané naměřené tlakové difference v [Pa] při daném průtočném množství

Průtočné množství kg/s		0,01	0,02	0,05	0,1	0,2	0,3
dýza	$d_1 = 39,90$ mm	3,6	14,6	91,0	364,1	1456,4	3276,8
	$d_2 = 74,95$ mm	0,3	1,2	7,3	29,2	116,8	262,9
	$d_3 = 99,89$ mm	0,1	0,4	2,3	9,2	37,0	83,2
	$d_4 = 124,74$ mm	0,0	0,2	0,9	3,8	15,2	34,2
kolenový průtokoměr		0,8	3,3	20,5	82,0	328,0	738,1
clona	$d = 54,77$ mm	11,9	47,6	297,2	1189,0	4756,0	10700,9
	$d = 80,32$ mm	0,8	3,2	20,2	81,0	324,0	729,0
Prandtlůva trubice		1,3	5,2	32,4	129,7	518,7	1167,0

Podle maximální tlakové difference navrhuji použít čidla pro měření tlaku s následujícími rozsahy: měření relativního tlaku na dýze do 4 kPa, měření tlakové difference na kolenovém průtokoměru a na cloně s vnitřním průměrem $d = 80,32$ mm do 1 kPa, měření rozdílu celkového a statického tlaku Prandtlůvou trubicí do 1,5 kPa, měření stlačení ventilátoru a tlakové difference na cloně s vnitřním průměrem $d = 54,77$ mm do 5 kPa, měření absolutního tlaku vzduchu do 110 kPa, nebo relativního tlaku vzduchu do 30 kPa.

Pro měření teploty navrhuji použít odporové teploměry, které dosahují vyšší přesnosti než termočlánky.

Místo měření otáček a kroutícího momentu pro výpočet příkonu ventilátoru navrhuji využít hodnoty proudu a napětí z frekvenčního měniče.

Snímače z nabídky firem

V laboratoři jsou k dispozici snímače tlaku, používané při měření pomocí počítače:

diferenční tlakový snímač DC P DP 21 s jmenovitým rozsahem 0 ..10 kPa pro měření rozdílu tlaků na cloně a snímač absolutního tlaku DC P PA 1 s jmenovitým rozsahem 0 ..160 kPa pro měření tlaku před clonou., více informací viz Příloha I nebo [www. datacon.cz](http://www.datacon.cz).

V následujícím přehledu jsou uvedeny snímače tlaku, vlhkosti a teploty od firem BHV senzory, Cressco, Level Instruments, Comet Systém, Remax a ZPA Ekoreg, které se dají použít pro inovaci ventilátorové trati.

Diferenční tlakový snímač BHV 5355 cena od 7400 Kč (bez DPH)

Jmenovitý rozsah	0 ..1 kPa	místo manometru se sklonným ramenem na cloně a kolenovém průtokoměru
	0 ..1,5 kPa	místo manometru se sklonným ramenem na Prandtlově trubici
	0 ..5 kPa	místo manometru se sklonným ramenem na ventilátoru a cloně

více informací viz Příloha II nebo www.bhvsenzory.cz

Snímač relativního a absolutního tlaku DMP 331 cena od 4900 Kč (bez DPH)

Jmenovitý rozsah	0 ..6 kPa (podtlaku)	místo manometru se sklonným ramenem na dýze
	0 ..25 kPa	místo měření U-manometru relativního tlaku vzduchu před kolenovým průtokoměrem, Thomasovým válcem, clonou a Prandtlovou trubicí
	0 ..100 kPa	měření absolutní tlak v laboratoři místo barometru

více informací viz Příloha III nebo www.bhvsenzory.cz

Snímač diferenčního a relativního tlaku série Z

Jmenovitý rozsah	0 ..6 kPa	místo manometru se sklonným ramenem na ventilátoru a cloně
	0 ..4 kPa	místo manometru se sklonným ramenem na dýze
	0 ..25 kPa	místo měření U-manometru relativního tlaku vzduchu před kolenovým průtokoměrem, Thomasovým válcem, clonou a Prandtlovou trubicí

více informací viz Příloha IV nebo www.cressto.cz

Snímač diferenčního tlaku 694

Jmenovitý rozsah	0 ..1 kPa	místo manometru se sklonným ramenem na cloně a kolenovém průtokoměru
	0 ..1,6 kPa	místo manometru se sklonným ramenem na Prandtlově trubici
	0 ..5 kPa	místo manometru se sklonným ramenem na ventilátoru a cloně

více informací viz Příloha V nebo www.levelin.cz

Vlhkoměr s odporovým teploměrem **cena 4895 Kč (bez DPH)**

Přesnost při měření vlhkosti $\pm 2,5$ %

Místo Assmannova aspiračního psychrometru a teploměru

více informací viz Příloha VI nebo www.cometsystem.cz

Vlhkoměr s teploměrem EE 10 **cena 4815 Kč (bez DPH)**

Přesnost měření vlhkosti ± 2 %

Místo Assmannova aspiračního psychrometru a teploměru

více informací viz Příloha VII nebo www.remaxcz.com

Kabelový snímač teploty KST Pt 100 **cena od 290 Kč (bez DPH)**

Pro měření teploty v měřicím válci s dýzami, před kolenovým průtokoměrem, clonou a Prandtlovou trubicí

více informací viz Příloha VIII nebo www.zpaul.cz

Výše uvedené snímače mají napěťový nebo proudový výstup a proto mohou být připojeny k systému ADAM 5000, který je k dispozici v laboratoři a je propojen s počítačem. Pokud by se k měření teploty použily pouze odporové teploměry, které dosahují vyšší přesnosti v rozsahu měřených hodnot než termočláňkové teploměry, nestačil by počet vstupů na modulu ADAM 5013, a bylo by nutné tento modul dokoupit. Při použití termočláňkových teploměrů by počet vstupů dostačoval. Snímače tlaku mají chybu měření menší než 0,5 % z jmenovitého rozsahu. Přesnost je tedy o trochu horší než u stávajících tlakoměrů. Výše uvedený seznam má posloužit při výběru snímačů vhodných pro ventilátorovou trať, při kterém bude asi hrát největší roli jejich cena.

Závěr

Na ventilátorové trati v laboratoři vzduchotechniky jsem měřil charakteristiku radiálního ventilátoru, nejprve s původním pohonem stejnosměrným motorem napájeným Ward-Leonardovým soustrojím. Potom byl stejnosměrný motor nahrazen asynchronním motorem napájeným frekvenčním měničem. Po změně elektromotoru jsem měřil charakteristiku ventilátoru s novým pohonem při různých otáčkách, které byly řízeny frekvencí střídavého proudu generovaného frekvenčním měničem. Změřené charakteristiky jsou neúplné, protože se nepodařilo dosáhnout dostatečného průtočného množství. Důvodem jsou příliš velké tlakové ztráty na ventilátorové trati způsobené především clonou. Proto bylo navrženo použít clonu s větším vnitřním průměrem. Pokud by se použila clona s maximálním normovaným průměrem $d = 80,32$ mm, tlakové ztráty by se oproti stávající cloně s průměrem $d = 54,77$ mm zmenšily z 2383 Pa na 153 Pa při maximálním naměřeném průtoku (0,1376 kg/s). Navržená změna by umožnila proměřit celou charakteristiku ventilátoru.

Dále byl navržen způsob automatizovaného sběru dat při měření na ventilátorové trati. Z předpokládaných podmínek na ventilátorové trati byly stanoveny potřebné rozsahy jednotlivých snímačů tlaku, teploty a vlhkosti vzduchu. Z nabídky firem bylo vybráno několik typů snímačů, které vyhovují daným rozsahům. Všechny uvedené snímače umožňují připojení k systému ADAM 5000, který je k dispozici v laboratoři a je propojen s počítačem. Tím by se umožnilo veškerá měření zpracovat počítačem.

Seznam použité literatury

- [1] Richard Nový: Ventilátory. Vydavatelství ČVUT Praha, 2001. ISBN 80-01-02385-0
- [2] Václav Dvořák, Jaroslav Šulc, Jan Urbášek: Technická měření návody na cvičení. Vydavatel Technická univerzita v Liberci, 2005. ISBN 80-7083-917-1
- [3] Josef Jenčík, Jaromír Volf a kolektiv, Technická měření. Vydavatelství ČVUT Praha, 2003. ISBN 80-01-02138-6
- [4] Jan Urbášek a kolektiv: Návody ke cvičením z technického měření na strojích a strojním zařízení. Vysoká škola strojní a textilní v Liberci, 1978.
- [5] Jan Čermák a kolektiv: Ventilátory. SNTL Praha, 1974.
- [6] manuál k frekvenčnímu měniči MICROMASTER 420
- [7] manuál k ADAM 5000

Internetové zdroje:

www.datacon.cz.

www.bhvsenzory.cz

www.cressto.cz

www.levelin.cz

www.cometsystem.cz

www.remaxcz.com

www.zpaul.cz

Seznam příloh

Příloha I	Školní snímače tlaku
Příloha II	Diferenční tlakový snímač BHV 5355
Příloha III	Snímač relativního a absolutního tlaku DMP 331
Příloha IV	Snímač diferenčního a relativního tlaku série Z
Příloha V	Snímač diferenčního tlaku 694
Příloha VI	Vlhkoměr s odporovým teploměrem
Příloha VII	Vlhkoměr s teploměrem EE 10
Příloha VIII	Kabelový snímač teploty KST Pt 100

SNÍMAČE DC PRESS

9/99

SNÍMAČ ROZDÍLU DVOU TLAKŮ

typ DC P DP 21

Snímač rozdílu tlaku je určen k měření rozdílu tlaků (tlakové difference) plynů, par a kapalin. Je určen k měření tlakové difference v těch případech, kdy je nutné použít snímač s malými rozměry, kompaktní a korozně odolný.

Snímač rozdílu tlaků je určen pro práci v systémech, kde pracovní tlak nepřevyší 2,5 MPa (ev. 4,0 MPa) a kde nehrozí při provozu nebo při obsluze jednostranné přetížení tímto plným pracovním tlakem. Snímač rozdílu tlaku se připojuje na odběrové místo impulsním potrubím s minimálním průřezem. Vestavěný piezorezistivní senzor převádí změny rozdílu tlaků na elektrický signál a zabudovaný převodník jej upravuje na unifikovaný rozměr. Převodníky se vyrábí (podle typu) ve dvou vodičovém, třívodičovém nebo čtyřvodičovém zapojení.

Typickým příkladem použití je měření hladiny v uzavřené nádobě, měření tlakové ztráty na filtrech (hlídání jejich zanášení), případně ve spojení s 3 nebo 5 ventilovou soupravou i měření tlakové difference při měření průtoku. Na zvláštní požadavek lze dodat i snímač v netypickém provedení, t.j. např. s nízkourovňovým signálem, s bateriovým napájením a nízkou proudovou spotřebou, s ukazovací číslicovou jednotkou (3 1/2, 4 1/2 místa) a pod.

Snímač je schválen jako stanovené měřidlo podle § 6 a 7 zákona č. 505/1990 Sb. československým Metrologickým ústavem úřední značkou TCM 173/93 - 1714 a lze jej použít pro obchodní měření.

Základní technické parametry:

Typ:	DC P DP 21
Rozsahy tlakové difference:	od 0 až 0,01 MPa do 0 až 2,5 (4,0) MPa
Pracovní tlak:	1; 1,6; 2,5 (ev. 4,0) MPa
Přesnost:	0,6 %; 0,4 %; 0,25 %
Kombinovaná chyba (nelin. + hyst. + reprod.):	0,4 %; 0,25 %; 0,15 %
Kompenzovaná teplota:	- 20 °C až + 70 °C
Přetížitelnost:	min. 200 % rozsahu
Napájení:	24 Vss (7,5 až 36 V, podle typu převodníku)
Příkon (podle výstupního signálu):	0,3 VA
Výstupní signál:	0 až 20 mV; 0 až 40 mV 0 až 5 V; 0 až 10 V; 1 až 5 V; 2 až 10 V 0 až 20 mA; 4 až 20 mA
Krytí:	IP 54; IP 65; IP 67; (IP 68)
Hmotnost:	0,5 kg
Elektrické připojení:	kabel, konektor DIN 43650, konektor WK 46248
Rozměry (d x š x v):	82 x 28 x 170 mm
Šroubení (tlakové vstupy):	Ermeto pro trubku Ø 6 mm
Zabudovaná ochrana proti přepětí	

Pracovní podmínky:

Teplota:	- 30 °C až + 80 °C
Teplota měřeného media:	- 30 °C až + 80 °C
Pracovní poloha:	s vodorovnou osou vstupních šroubení
Pracovní prostředí: (ČSN 33 0300)	venkovní
Korozní odolnost (použité materiály):	ocel 17 246; 17 348; Hastelloy C276

Upozornění: Snímač není odolný proti jednostrannému přetížení pracovním tlakem. Při instalaci je nutné použití 5-ti ventilové soupravy I

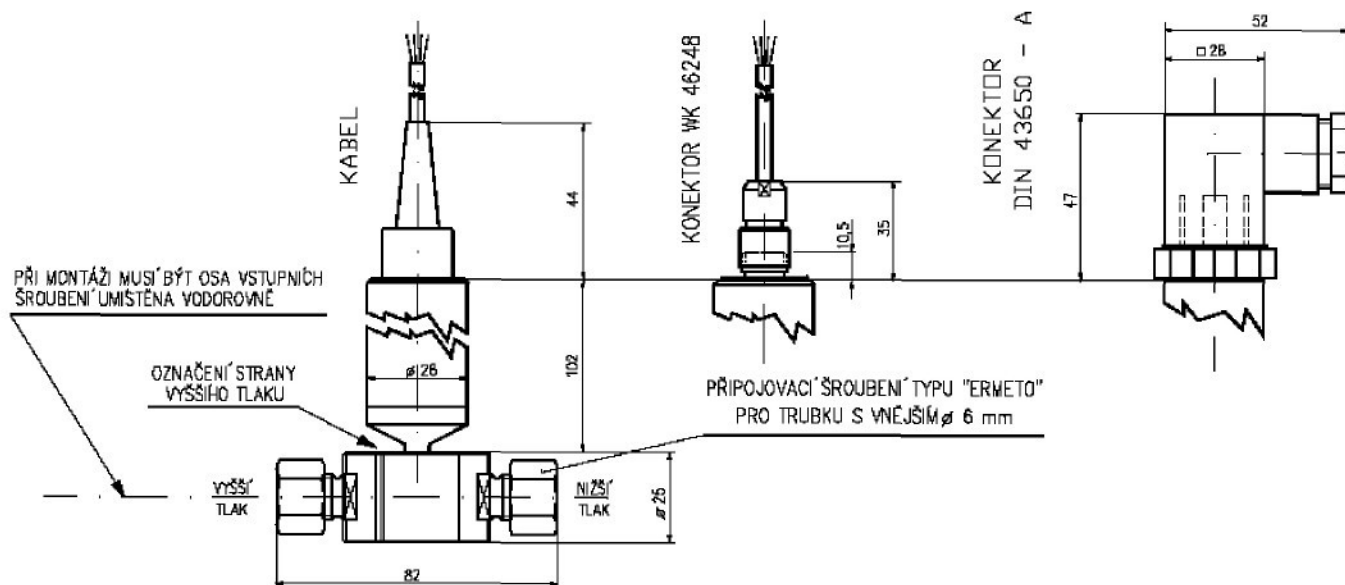
Provedení pro prostředí SNV:

Typ:	DC P DP 21 E
Teplota okolí:	-30 °C až +70 °C
Teplota měřeného media:	-30 °C až +70 °C

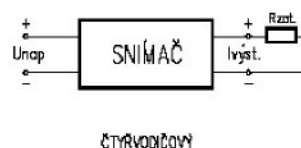
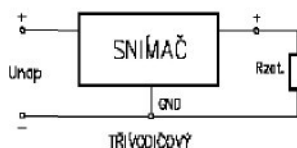
Snímač s 2 vodičovým převodníkem:

Krytí:	IP 54 až IP 68
Pracovní prostředí při napájení ze zdroje EPNP1:	EEx ia IIC T4 (SNV 2)
při napájení ze zdroje NZ 122:	EEx ib IIC T5 (SNV 1)

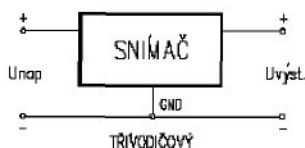
Rozměrový náčrt - typ DC P DP 21



Blokové schema zapojení - proudové převodníky:



Blokové schema zapojení - napět'ové převodníky:



Pro specifikaci snímače je v objednávce třeba uvést:

- Typ snímače
- Rozsah tlakové difference [MPa] (přednostně v řadě R 5)
- Přesnost
- Pracovní tlak
- Výstupní signál
- Připojení snímače:
 - kabel, IP 67
 - konektor WK 46248, IP 54
 - konektor DIN 436650 - A, IP 65

Příklad

DC P DP 21
0 až 1 MPa.
přesnost 0,6%
do 1 MPa
výst.signál 0 až 10 V

konektor DIN 43650

Na zvláštní požadavek je možno dodat:

- jiné rozsahy tlakové difference
- vyšší pracovní tlak (4,0 ; 6,0 MPa)
- výstupní signál s posunutou nulou (např. 2 až 10 V)
- speciální provedení vstupního šroubení
- potřebnou délku připojovacího kabelu (standardně je 2,5 m)

SNÍMAČE DC PRESS

9/99

SNÍMAČ ABSOLUTNÍHO TLAKU S NAPĚŤOVÝM VÝSTUPEM

typ DC P PA 1

Snímač tlaku typové řady DC PRESS je určen k měření absolutního tlaku plynů, kapalin a par. Na odběrové místo se připojuje volitelným šroubením. Vestavěný piezorezistivní senzor převádí tlakové změny na elektrický signál a zabudovaný převodník jej upravuje na unifikovanou velikost. Pro výstupní signály do 5 V může být snímač napájen sníženým napětím min. 7,5 V ss. Ve speciálním provedení lze snímač dodat s napáj. napětím 5 V.

Snímač tlaku lze použít ve všech odvětvích průmyslu, zejména v energetice, chemickém, potravinářském a automobilovém průmyslu.

Snímač je schválen jako stanovené měřidlo podle § 6 a 7 zákona č. 505/1990 Sb. Česko-Slovenským Metrologickým ústavem úřední značkou TCS 173/92 - 1337 a lze jej použít pro obchodní měření.

Základní technické parametry:

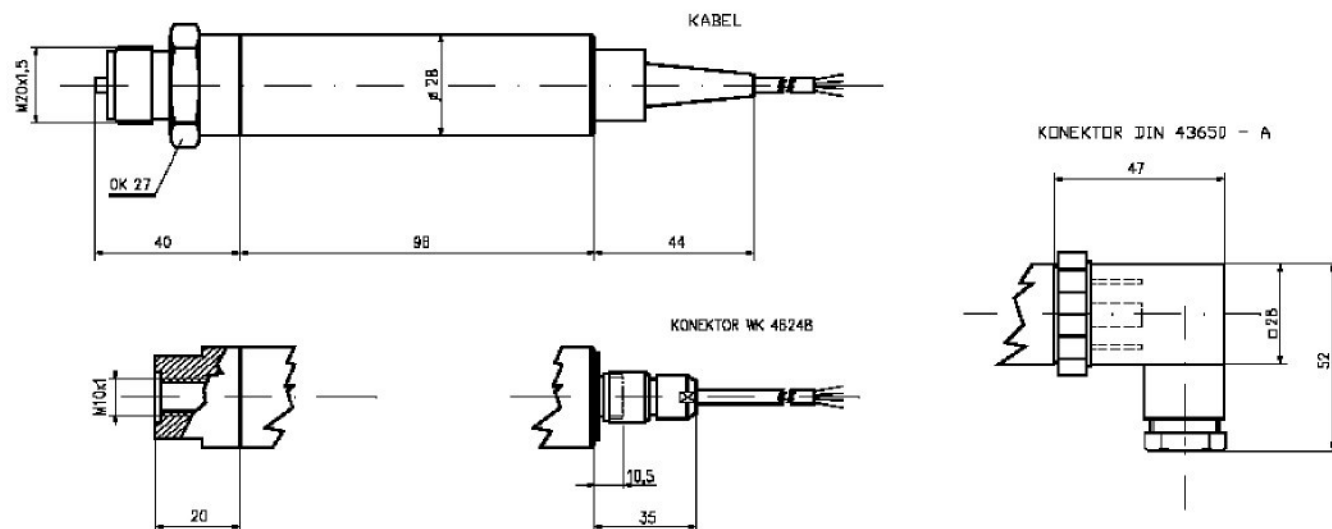
Typ:	DC P PA 1
Měřicí rozsahy: (přednostně v řadě R5)	od 0 až 0,01 MPa abs. do 0 až 6 MPa abs.
Přesnost:	0,6 %; 0,4 %; 0,25 %
Kombinovaná chyba (nelin. + hyst. + reprod.):	0,4 %; 0,25 %; 0,15 %
Výstupní signál:	0 až 5 V; 0 až 10 V; 1 až 5 V; 2 až 10 V pro napáj. napětí 5V je výst. signál 2,5V, ev. ±
1V	
Typ převodníku:	3 nebo 4 vodič
Kompenzovaná teplota:	- 20 °C až + 70 °C
Teplotní drift (podle třídy přesnosti) (% / °C)	nuly: 0,035 až 0,02 rozpětí: 0,04 až 0,015
Přetížitelnost:	min. 150 %
Tlaková odolnost:	min. 170 %
Napájení:	24 Vss (7,5 až 36 V)
Příkon (podle výstupního signálu):	0,4 až 0,6 VA (max. 6 mA)
Šroubení (tlak.vstup):	M20x1,5, manometrové M10x1, vnitřní závit podle zvláštního požadavku
Krytí:	IP 54; IP 65; IP 67; (IP 68)
Hmotnost:	0,5 kg
Elektrické připojení:	kabel, konektor DIN 43650, konektor WK 46248
Rozměry (Ø x l):	28 x 130 (150) mm
Zabudovaná ochrana proti přepětí	

Pracovní podmínky:

Teplota:	- 30 °C až + 80 °C
Teplota měřeného media:	- 30 °C až + 80 °C
Pracovní poloha:	svislá (libovolná)
Pracovní prostředí: (ČSN 33 0300)	venkovní
Korozní odolnost (použité materiály):	ocel 17 246; 17 348; Hastelloy C 276

Příloha I (pokračování)

Rozměrový náčrt - typ DC P PA 1



Blokové schéma zapojení - napěťové převodníky:



Pro specifikaci snímače je v objednávce třeba uvést:

- Typ snímače
- Rozsah tlaku [MPa] (přednostně v řadě R 5)
- Přesnost
- Výstupní signál
- Vstupní šroubení:
 - manometrové M 20x1,5
 - vnitřní závit M 10x1
 - podle zvláštního požadavku
- Připojení snímače:
 - kabel, IP 67
 - konektor WK 46248, IP 54
 - konektor DIN 43650 - A, IP 65

Příklad

DC P PA 1
0 až 1 MPa
přesnost 0,6%
výst.signál 0 až 10 V

M10x1, vnitřní závit

konektor WK 46248

Na zvláštní požadavek je možno dodat:

- jiné rozsahy tlaku
- výstupní signál s posunutou nulou (např. 2 až 10 V)
- speciální provedení vstupního šroubení (jiný závit, jiný tvar)
- potřebnou délku připojovacího kabelu (standardně je 2,5 m)

DIFERENČNÍ TLAKOVÉ SNÍMAČE BHV 5355

přesné a robustní

- rozsahy od 200 Pa do 600 kPa
- provedení odolné proti vodě i prachu
- možnost volby výstupního signálu
- vysoká přetížitelnost
- dlouhodobá stabilita
- otřesuvzdornost
- pracovní rozsah od -100% do +100%



Snímače BHV 5355 jsou určeny ke snímání přetlaku, podtlaku a tlakové difference plynů a kapalin neagresivních vůči korozivzdorné oceli ČSN 17 027. Tyto snímače jsou vhodné zejména pro měření malých tlakových diferencí ve vzduchotechnice, v technice životního prostředí a ve vytápěcí a klimatizační technice.

Používají se např. k měření objemových průtoků pomocí rychlostních sond, ke zjišťování komínových tahů a k indikaci provozních stavů v odsávacích a filtračních systémech. Jedná se o výrobek, který nalezne využití jak v systémech průmyslové automatizace, tak i při laboratorním měření.

Technické údaje			zvl. požadavek
Jmenovitý rozsah 0 ...	kPa	0,2, 0,5, 1, 2, 5, 10, 20, 50, 100,, 600	jiný rozsah
Přetížitelnost		200krát, maximálně do 600 kPa	
Maximální statický tlak		600 kPa	2 MPa
Nelinearita	%FS	≤ 0,5	≤ 0,25
Hystereze	%FS	≤ 0,15	
Reprodukovatelnost	%FS	≤ 0,1	
Vliv teploty:			
- na citlivost	%FS / 10°C	≤ ± 0,3, (≤ ± 0,5 ^{x)}	≤ ± 0,2
- na posunutí nuly	%FS / 10°C	≤ ± 0,3, (≤ ± 0,5 ^{x)}	≤ ± 0,2
Napájení - DC napětí	V	+15 .. +32 / 35 mA	
Výstupní signál			
- DC A	mA	0 .. 20 / 4 .. 20 / 20 .. 4; R _Z ≤ 500 Ω	
- DC V	V	0 .. +5 / -5 .. +5; R _Z ≥ 1000 Ω	
Krytí		IP 65	
Teplota prostředí:			
- pracovní	°C	-5 ... +55	-20 ... +65
- skladovací	°C	-25 ... +80	
^{x)} platí pro rozsahy do 900 Pa			

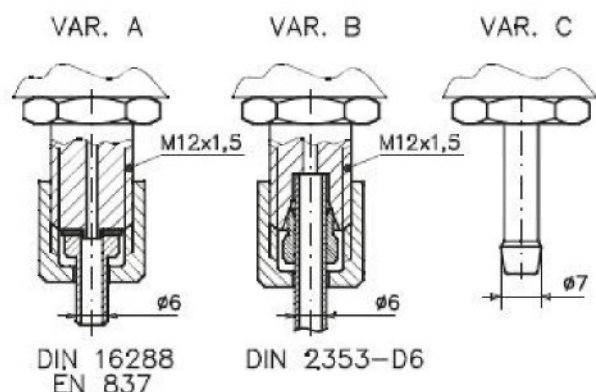
BHV 5355

Příloha II (pokračování)

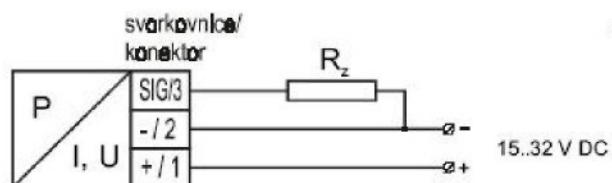
Popis

Základním prvkem snímače je tlakový senzor typu BHV 53 s kovovou měřicí membránou. Nepatrná výchylka membrány se snímá pomocí indukčního snímacího systému se dvěma cívkami v půlmostovém diferenciálním zapojení. Snímací systém senzoru je připojen na vstup střídavého měřicího zesilovače s nosným kmitočtem 5 kHz, z něhož je také napájen. Tlakový senzor a měřicí zesilovač tvoří jeden kompaktní celek, který obsahuje prvky pro nastavení počátku a konce měřicího rozsahu.

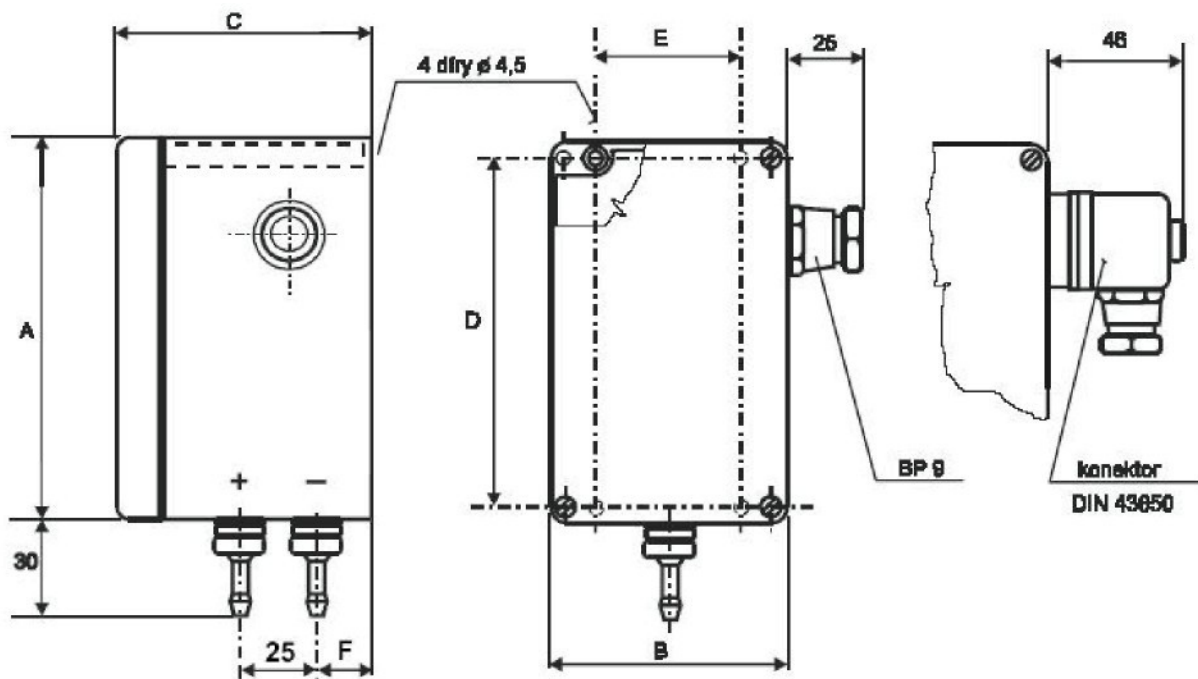
Snímač se napájí stejnosměrným napětím 15 až 32 V a jeho výstupním signálem je stejnosměrný proud 4 až 20 mA (resp. 0 až 20 mA, popř. inverzní signál 20 až 4 mA) nebo stejnosměrné napětí 0 až 5V (resp. -5 až +5V). Snímač je zabudován ve skříňce z plastu ABS (po dohodě polykarbonát) nebo z hliníkové slitiny. Skříňka je opatřena kabelovou vývodkou nebo konektorem; hliníková skříňka je pouze s konektorem. (viz obr.1). Základní varianty provedení tlakových přívodů jsou na obr.2



Obr.2 - Detail provedení tlakových přívodů



Obr.3 - Detail připojení elektrických přívodů



Mat./Kóta	A	B	C	D	E	F
ABS	120	80	85	108	50	25
Al	100	100	81	66	85	22

Obr.1 - Vnější rozměry snímače BHV 5355

BHV senzory

CZ 160 00 Praha 6 - Sedlec

tel. +420 / 220 920 253

tel./fax: +420 / 220 922 036

e-mail: bhvsenzory@bhvsenzory.cz

www.bhvsenzory.cz

BHV 5355 - diferenční snímače tlaku				7.400,-
	Rozsahy			Příplatek
	od 0 až 1 600 kPa			-
	od 0 až 200 900 Pa			+1.200,-
	Provedení			-
	skříňka ABS			-
	skříňka AL s konektorem DIN 43650			+570,-
	skříňka AL s konektorem DIN 43650 s LCD displejem			+1.700,-
	skříňka AL v provedení pro statický tlak do 4 MPa			+1.200,-
	Elektrické připojení (0-20 mA, 4-20 mA, 0-5 V)			-
	ucpávková vývodka BP9 (jen se skříňkou ABS)			-
konektor DIN 43650				+170,-
Tlakové přívody				
var. A: M12x1,5 dle ČSN 137501, DIN 16 284				+100,-
var. B: M12x1,5 dle ČSN 137720, DIN 2353 - AS6				+100,-
var. C: olivka Ø 7mm				-
Přesnost				
Nelinearita [%FS]		Vliv teploty na nulu	[%FS/10°C] na citlivost	Prac. teplota prostředí [°C]
≤ 0.50		≤ 0.30	≤ 0.30	-5 ... +55
≤ 0.25		≤ 0.30	≤ 0.30	-5 ... +55
≤ 0.25		≤ 0.20	≤ 0.20	-20 ... +65

Příloha III

BHV senzory

CZ 160 00 Praha 6 - Sedlec

tel. +420 / 220 920 253

tel./fax: +420 / 220 922 036

e-mail: bhvsenzory@bhvsenzory.cz

www.bhvsenzory.cz

TYP	SNÍMAČE PRETLAKU A PODTLAKU, VÝŠKA HLADINY - základní provedení	CENA
DMP 331	snímač tlaku (0,1...25 bar)	4.900,-
DMP 333	snímač tlaku (40...600 bar)	4.900,-
DMP 335	snímač tlaku (40...600 bar)	4.900,-
DMP 334	snímač tlaku (600...2500 bar)	9.750,-
DMK 331	snímač tlaku (1...400 bar)	5.500,-
DMP 331i	snímač tlaku (0,3...20 bar) s analogovým a digitálním výstupem	7.700,-
DMP 333i	snímač tlaku (35...700 bar) s analogovým a digitálním výstupem	9.900,-
DMP 341	snímač pro velmi malé tlaky (6...100 mbar)	5.900,-
HMP 331	snímač tlaku (0,3...700 bar) s HART protokolem	14.580,-
DMD 331	snímač tlakové difference (0,4...16 bar)	8.950,-
Základní provedení DMP:		
relativní tlak, výstup 4-20 mA, přesnost 0,3%, krytí IP 65, mech.připojení G 1/2" (M20x1,5), elektrické připojení konektor DIN 43650, napájení 12-36 V ss.		

SNÍMAČE TLAKU DMP 331, DMP 333

Snímače tlaku **DMP 331** a **DMP 333** jsou určeny pro univerzální využití ve všech oblastech průmyslu. Převádějí tlak plynu a kapalin na elektrický signál. Vyrábějí se v provedení pro absolutní a relativní tlak (přetlak nebo podtlak). Rozsahy tlaku jsou od 0,25 baru do 600 bar. Snímače jsou vhodné jak pro statická, tak i dynamická měření tlaku a jsou použitelná pro všechna tlaková média slučitelná s nerezovou ocelí 17.348 a s těsněním z materiálu Viton (FKM) nebo NBR 90. Po dohodě lze dodat snímače i těsnění z jiných materiálů. Široký výběr normovaných elektrických výstupů stejně jako přípojek tlaku i konektorů pokrývá téměř všechny aplikační požadavky.

Hlavní oblasti použití snímačů jsou:

- pneumatická zařízení
- technologické procesy
- pracovní stroje, hydraulika, lisy
- zkušební zařízení
- obecná měření tlaku



PŘEDNOSTI

- Proudový nebo napěťový výstupní signál
- 2-vodič nebo 3-vodič
- vysoká přetlžitelnost
- velká linearita
- nízká chyba vlivem teploty
- dlouhodobá stabilita
- vysoká provozní spolehlivost (ochrana proti přepólování, zkratu a přepětí)
- robustní provedení, spolehlivost při dynamickém zatížení tlakem, při vibracích a rázech
- rychlá odezva na změny tlaku
- vysoká životnost
- různá provedení přípojek tlaku i konektorů

Základním prvkem snímačů **DMP 331** a **DMP 333** jsou čidla tlaku DSP 401 a DSP 404. Jedná se o čidla v pouzdru z nerezové oceli s přivařenou oddělovací membránou a oddělovací náplní inertním olejem. Při působení tlaku dává polovodičové čidlo DSP 401 výstupní signál cca 100 mV při napájení konstantním proudem (DSP 404 cca 200 mV). Tento signál je teplotně kompenzován a pomocí vestavěné elektroniky zesílen a normován. Čidlo tlaku a elektronika jsou vestavěny do nerezového pouzdra. Způsob montáže zaručuje odolnost proti rázům a vibracím. Tlaková přípojka je tvořena závitem se vstupním otvorem, elektrické připojení je provedeno pomocí konektoru nebo přímo kabelu. Snímače se vyznačují malými celkovými rozměry v důsledku použití miniaturní elektroniky a čidla tlaku. Nula snímače odpovídá u absolutního provedení vakua a u relativního provedení atmosférickému tlaku.

DMP 331, DMP 333

TECHNICKÉ PARAMETRY DMP 331/ DMP 333

ROZSAHY TLAKU DMP 331

Jmen. tlak PN rel. [bar]	-1..0	0..0,06	0..0,1	0..0,25	0..0,4	0..0,6	0..1,0	0..1,6	0..2,5	0..4	0..6	0..10	0..16	0..25
Jmen. tlak PN abs. [bar]					0..0,6	0..1,0	0..1,6	0..2,5	0..4	0..6	0..10	0..16	0..25	
Max. přetížení P max. [bar]	1	0,34	1	1	1	3	3	6	21	21	21	60	60	100
Rozsah kompenzace [°C]	0..70	0..50				0..70								

ROZSAHY TLAKU DMP 333

Jmen. tlak PN rel. [bar]		0..40	0..60	0..100	0..160	0..250	0..400	0..600
Max. přetížení P max. [bar]		140	140	340	340	600	600	700

VÝSTUPNÍ SIGNÁL

Standard:	2-vodič	Proud:	4 ... 20 mA	
Další provedení:	3-vodič	Proud:	0 ... 20 mA	Napětí: 0 ... 10 V / 0 ... 5 V / 0 ... 1 V / 1 ... 6 V

NAPÁJENÍ

12 ... 36 Vss (2-vodič), 14 ... 36 Vss (3-vodič), provedení Ex: max. 28 V / 93 mA

PARAMETRY ELEKTRICKÉHO VÝSTUPU ¹⁾

Přesnost (linearita, hystereze, opakovatelnost):		Standardní provedení:		≤ ± 0,50%	Další provedení:		≤ ± 0,25%
Zatěžovací odpor [Ω]:	Proud 2-vodič:	max. [U _{ss} (V) - 12 V] / 0,02 A					
	Proud 3-vodič:	max. 500 Ω			Napěťové výstupy:		≥ 1 MΩ
Vliv napájecího napětí: ± 0,005 %		Vliv zatěžovacího odporu: ≤ ± 0,05%/ kΩ					
Chyba vlivem teploty pro nulu a rozsah v kompenzovaném pásmu 0 ... 70°C:				typ. ≤ ± 0,5 %	min./max. ≤ ± 1 %		
Dlouhodobá stabilita:		≤ ± 0,2 % / rok	Zpoždění odezvy:		< 10 ms		
Odolnost proti přepólování a zkratu:		trvalá	Izolační odpor:		> 100 MΩ		
Elektromag. slučitelnost dle EN 5082-2:		elektrostatický výboj (ESD) dle EN 6100-4-2: 8 kV, funkční kritérium B					
		rychlé impulsy (Burst) dle EN 6100-4-4: 2 kV, funkční kritérium B					
		elektromag. pole dle EN 55011:80 - 1000 MHz, 10 V/m, funkční kritérium A					

PROVOZNÍ A SKLADOVACÍ PODMÍNKY

Měřené médium:	do 0,3 bar -10 ... +80 °C, nad 0,3 bar -25 ... +125 °C
Snímač:	-10 ... +85 °C, skladování: -40 ... +125 °C
Krytí podle DIN 40050 - Standardní provedení:	IP 65
	Další provedení: IP 68

MECHANICKÁ ODOLNOST

Vibrace: 10 g (20...2000 Hz)	Rázy: 100 g / 11 ms
------------------------------	---------------------

ELEKTRICKÉ PŘIPOJENÍ

Standard IP 65:	Konektor DIN 43650		
Další provedení IP 65:	konektor Binder Serie 723 (5-pólový)	kabelová průchodka PG 7 s kabelem 2m	
Další provedení IP 68:	konektor, Bulgin Typ Buccaneer ²⁾	po dohodě i jiné	

PŘÍPOJKY TLAKU

Standard:	G 1/2" DIN 3852	M 20 x 1,5 DIN 3852	M 20 x 1,5 EN 837	
Další provedení:	G 1/2" EN 837	G 1/4" DIN 3852	G 1/4" EN 837	po dohodě i jiné

KONSTRUKČNÍ MATERIÁLY

Pouzdro a přípojka tlaku:	nerez. ocel 17.348	Oddělovací membrána:	nerez. ocel 1.4401
Těsnící O-kroužky čidla a přípojky tlaku:		Viton (FKM)	po dohodě i jiné

DALŠÍ PARAMETRY

Odběr proudu:	Proudový výstupní signál: < 30 mA	Napětový výstupní signál: < 15 mA
Provozní poloha:	Libovolná	
Hmotnost:	cca 180 g	Životnost: > 1 . 10 ⁸ tlakových cyklů

1) všechny parametry v % jsou vztaženy k rozpětí výstupního signálu

2) pro relativní tlaky je možná dodávka speciálního kabelu s odvětrávací hadičkou

ROZMĚRY, PŘIPOJENÍ DMP 331/ DMP 333

	A	B
DMP 331	45	81
DMP 331 Ex	71,5	107,5
DMP 333	59	95
DMP 333 Ex	77	113

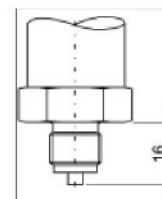
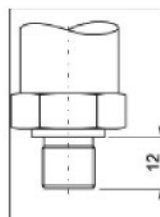
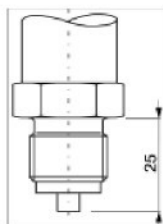
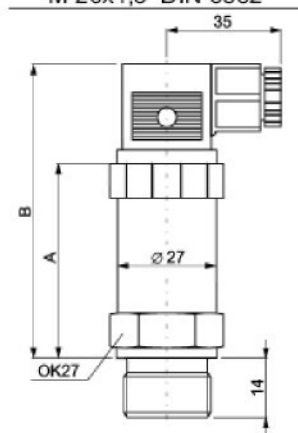
Připojky tlaku

Standardní provedení
G 1/2" DIN 3852
M 20x1,5 DIN 3852

Další provedení
G 1/2" EN 837
M 20x1,5 EN 837

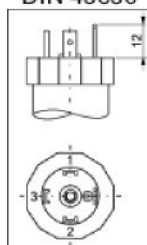
G 1/4" DIN 3852
M10x1, M12x1

G 1/4" EN 837

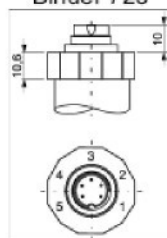


Elektrické připojení

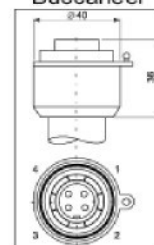
Standardní provedení
DIN 43650



Další provedení
Binder 723



Buccaneer

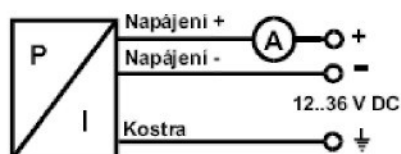


Tabulka zapojení vývodů

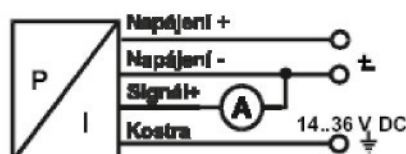
Přifazení vývodů	Elektrické zapojení			Barva vodičů (DIN 47100)
	DIN 43650	Binder 723 5-pólový	Buccaneer	
2-vodič: Napájení +	1	3	1	bílá
2-vodič: Napájení -	2	4	2	hnědá
2-vodič: Kostra	stínění	5	3	stínění
3-vodič: Napájení +	1	3	1	bílá
3-vodič: Napájení -	2	4	2	hnědá
3-vodič: Signál +	3	1	4	zelená
3-vodič: Kostra	stínění	5	3	stínění

Schéma zapojení

2-Vodič: 4...20 mA



3-Vodič: 0...20 mA



3-Vodič: 0...10V / 0...5V, 0...1V / 1...6V



DMP 331, DMP 333

univerzální **SNÍMAČ TLAKU**

série **Z**

Základní rysy :



- ♦ malé rozměry
- ♦ jednoduchá aplikace
- ♦ univerzální použití
- ♦ široký sortiment
- ♦ příznivá cena



Popis snímače :

Snímače řady Z jsou určeny k univerzálnímu použití. Jejich prostřednictvím lze měřit přetlak i podtlak v kapalných i plynných médiích, která nejsou chemicky agresivní. Absolutní provedení umožňuje měření tlaku vůči vakuu a zahrnuje tak i měření barometrického tlaku vzduchu. Pro tato měření se vyrábějí snímače se speciálně nastaveným rozsahem s potlačenou nulou. Diferenční snímače jsou určeny pouze pro plynná neagresivní média.

Snímače této řady nalézají široké uplatnění v celé škále aplikací v průmyslové automatizaci, energetických měřeních, zdravotnické technice, zemědělských aplikacích. Pro jejich dostupnost a malé rozměry jsou oblíbeny v konstrukcích přístrojů, pro měření v laboratořích apod.

Pouzdro snímače je vyrobeno z duralu, který je povrchově upraven bezbarvým eloxem. Vlastní připojovací závit má rozměr M12x1,5. Snímač je možné objednat v provedení se závitem G1/2" nebo M20x1,5. Toto je řešeno pevnou montáží speciální redukce přímo u výrobce. Pouzdro má průměr 39mm a jsou zde integrovány veškeré obvody potřebné pro funkci snímače.

Pro vlastní snímání tlaku je u této řady snímačů možné použít dvou typů piezoelektrických čidel – křemíkové nebo keramické. Z hlediska tlakových rozsahů jsou křemíkové membrány určeny pro nižší tlaky a keramické pro vyšší, viz technické údaje na druhé straně tohoto listu. Křemíková čidla nemají, na rozdíl od keramických, měřicí membránu galvanicky oddělenou od napájecích zdrojů, lze však dosáhnout vyšší tlakové přetžitelnosti. Keramická čidla jsou vhodná pouze pro relativní a absolutní měření tlaku a vzhledem jejich vysoké chemické odolnosti je lze doporučit pro aplikace v topenářství i vodárenství. U snímače s křemíkovou membránou je měřené médium ve styku s těmito materiály : dural, křemík, Viton, silikonový kaučuk, Polyetherimid; pro verzi s keramickou membránou jsou to : dural, korundová keramika, Viton.

V konstrukci snímače jsou použity nové moderní prvky, technologie povrchové montáže apod.. Zvláštní pozornost je věnována odolnosti proti vnějšímu elektromagnetickému a elektrostatickému rušení. Hmota pouzdra není elektricky spojena se systémem, ale je připojena na zemnici kolík konektoru. Doporučujeme připojit vždy tento kolík na pevný potenciál, zvláště pak pro dosažení dostatečné imunity vůči vnějšímu elektromagnetickému rušení. Elektrické připojení se provádí pomocí těsněného aretovaného konektoru (ISO 4400/6952 – DIN 43650) s kabelovou vývodkou o velikosti PG9, která umožní připojení kabelem o průměru 6÷9mm.

Elektrický signál z čidla, který je úměrný přiloženému tlaku, je zesílen, filtrován, kalibrován a převeden na požadovanou výstupní veličinu. Standardně jsou tlakové snímače řady Z vyráběny s proudovými výstupy 4÷20mA – dvou vodič nebo 0÷20mA – tří vodič a s napěťovým výstupem 0÷10V. Po dohodě lze nastavit i jiné hodnoty, zejména pro napěťové výstupy. Pro napájení snímačů lze použít stejnosměrné napětí v rozmezí 12÷36V. Změna napájecího napětí v tomto rozsahu nemá praktický vliv na přesnost měření. Kalibrace snímače je provedena pevnými odpory, pro případné jemné dostavení koncových bodů převodní charakteristiky jsou po odšroubování základny konektoru přístupné dva víceotáčkové trimry, jimiž lze provádět korekci v rozsahu cca 2% jmenovitého rozsahu. Trimr pro nastavení počátku rozsahu (nuly) je označen červeně.

Doporučujeme používat normované tlakové rozsahy, viz. druhá strana tohoto listu, avšak po dohodě lze nastavit jakýkoli rozsah v rozmezí uvedených tlaků a výstupů včetně symetrických i nesymetrických kombinací podtlak-přetlak.



Hasičská 2643, CZ 756 64 Rožnov pod Radhoštěm, Czech Republic,
Tel.: +420 571 843 162, +420 571 845 338, FAX: +420 571 842 616

e-mail: firma@cressto.cz
www.cressto.cz

Technické údaje :

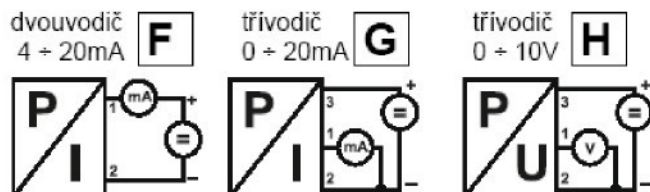
Jmenovité tlakové rozsahy	± 2,5kPa až 6MPa
Max. přetlak do 40 kPa	100 kPa
od 60 kPa do 6MPa	200 % jmen. rozsahu
Chyba nastavení	max. 1% (0,5%)
Teplotní chyba nuly	typ. 0,1 max. 0,3 %/10°C
Teplotní chyba rozsahu	typ. 0,1 max. 0,3 %/10°C
Komp. teplotní rozsah	0 ÷ 70°C
Provozní teplotní rozsah	-15 ÷ +85°C
Skladovací teplota	-25 ÷ 100°C
Napájecí napětí	12 ÷ 36V ss
Napájecí proud – výstup H	< 4mA
Výstup	4 ÷ 20mA dvou vodič 0 ÷ 20mA třívodič 0 ÷ 10 V třívodič
Pracovní poloha	libovolná
Krytí	min. IP 54
Napěťová pevnost pouzdro - elektronika	min. 1000 V ss
Hmotnost	cca 100g
Souhlasný tlak pro diferenční provedení	max. 1MPa

Na přání zákazníka je možno zajistit metrologické ověření snímačů u akreditovaného Střediska kalibrační služby.

Pokyny k použití:

- Před připojením snímače do tlakového obvodu je nutno zkontrolovat, zda měřený tlak odpovídá jmenovitému rozsahu snímače. I krátkodobé přetížení nad maximální povolený přetlak může způsobit destrukci měřicí membrány! U diferenčního snímače musí uživatel zajistit, aby snímač nebyl jednostranně přetížen tlakem vyšším, než je povolený nedestrukční tlak pro jmenovitý rozsah!
- Zejména při použití křemikové membrány je nutno prověřit odolnost materiálů, viz přední strana tohoto listu. V případě nejasností kontaktujte výrobce.
- Pro těsnění snímače se doporučuje použít „O“ kroužek 12x2 dodávaný se snímačem. Při těsnění do závitu (teflon, koudel) pro kapalná média je nutno dbát zvýšené opatrnosti, protože při šroubování do uzavřeného objemu kapaliny může dojít ke zvýšení tlaku a tím k destrukci membrány!

Schéma zapojení :

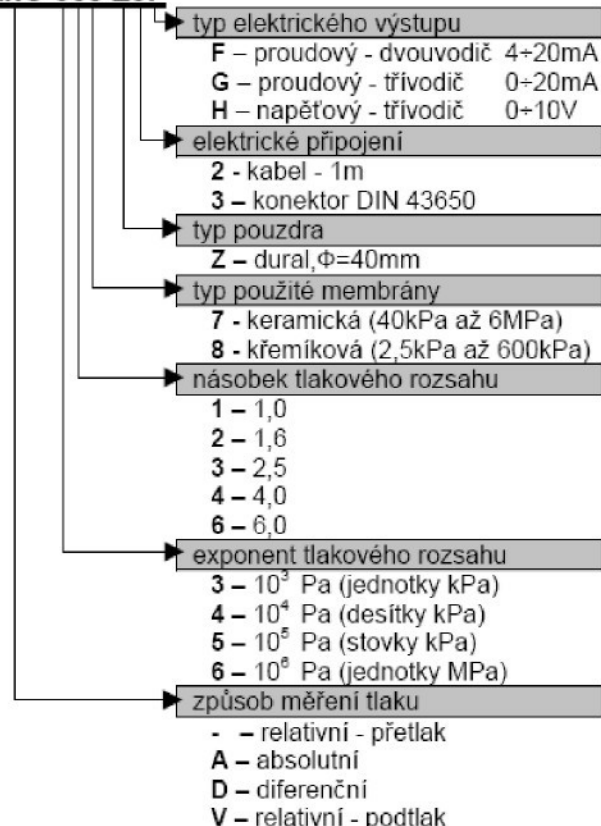


Přiřazení vývodů :

	dvouvodič 4 ÷ 20mA	třívodič 0 ÷ 20mA	třívodič 0 ÷ 10V
+ napájecí napětí	1	3	3
- napájecí napětí	2	2	2
výstup		1	1
stínění	⊥	⊥	⊥

Značení :

TMxG 568 Z3F

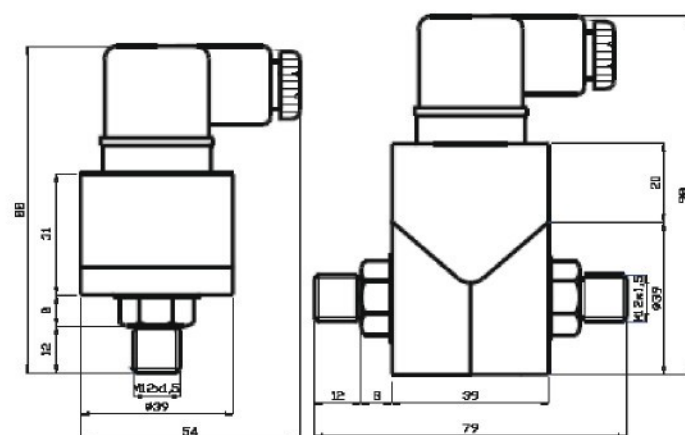


Základní provedení : relativní přetlak, pouzdro-dural se závitem M12x1,5, konektor DIN 43650, výstup 4÷20mA

Rozměry :

standardní pouzdro Z

diferenční



Údržba :

Snímač nevyžaduje za provozu žádnou údržbu. Případné opravy provádí výrobce.

Příloha V

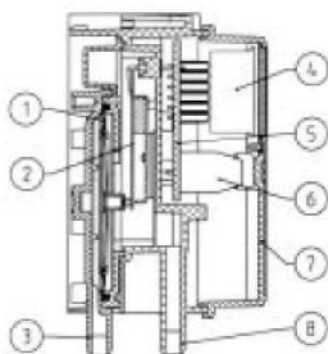


Technický přehled

Diferenční tlakový snímač typ 694 je elektronický snímač, u kterého je snímání prováděno keramickým senzorem. Snímaný signál je linearizován a teplotně kompenzován a převeden na výstupní napěťový nebo proudový unifikovaný signál.

Snímač je určen pro nasazení v citlivých vzduchotechnických aplikacích, především pro měření malých průtoků vzduchu. Je vhodný pro měření velmi nízkých tlaků v laboratorních a zdravotnických zařízeních. Snímač může být dodán s vestavěným LCD zobrazovačem.

Pro výstup 0-10 V a 4-20 mA je k dispozici zákaznický nastavitelná verze seřaditelná od 40% do 100% rozsahu.



Několik hlavních výhod:

- vysoká citlivost (nejnižší rozsah 100 Pa)
- kompaktní konstrukce
- velmi snadná montáž, celou montáž lze provést jednou rukou
- těleso snímače je ideálně přizpůsobeno pro snadné připojení kabelu
- možnost dodávky se zobrazovačem a s odmocninovým výstupem
- vynikající poměr cena / výkon

Popis k řezu snímačem

- 1 - membrána
- 2 - keramický snímací prvek s integrovanou elektronikou
- 3 - připojovací nátrubek P1 vyšší tlak, nižší podtlak
- 4 - zobrazovač
- 5 - elektronika
- 6 - připojovací svorkovnice
- 7 - kryt
- 8 - připojovací nátrubek P2 nižší tlak, vyšší podtlak

Tlakové rozsahy

viz tabulka definice typu

Přetžitelnost

viz tabulka definice typu

Destrukční tlak

50 kPa

Přesnost

Lineární výstup:
nula $\leq \pm 0,7\%$ z rozsahu
rozsah 0-100 Pa $\leq \pm 1,0\%$ z rozsahu

Linearita včetně:
hystereze $\leq \pm 1,0\%$ z rozsahu
rozsah 0-100 Pa $\leq \pm 2,0\%$ z rozsahu

Odmocninový výstup:
absolutní chyba (od 2 do 100 % rozsahu)
 $\leq \pm 0,3\sqrt{\frac{P}{P_0}} + 1,5\%$ z rozsahu

typ 0-1 mbar
 $\leq \pm 0,6\sqrt{\frac{P}{P_0}} + 1,5\%$ z rozsahu

Materiál tlakového tělesa

polykarbonát (PC)
kryt - plastická hmota

Materiál membrány

dvousložkový silikonový polymer (LSR)

Dynamická odezva / rozlišení

Určeno pro dynamická měření.
Doba odezvy je nižší než 10 ms.
rozsah 100 Pa $< 0,2\%$ z rozsahu
rozsahy do 50 kPa $< 0,1\%$ z rozsahu

Pracovní teploty

Teplota měřeného média a okolí
0...+70 °C
Skladovací teplota -10...+70 °C
teplotní závislost nuly
při lineárním výstupu
 $< \pm 0,04\%$ z rozsahu / °C
při odmocninovém výstupu
 $< \pm 0,6\sqrt{\frac{P}{P_0}}\%$ z rozsahu / °C

teplotní závislost citlivosti
 $< \pm 0,04\%$ z rozsahu / °C
pro lineární i odmocninový výstup
Pro rozsah 100 Pa se hodnoty násobí 2,5

Tlakové připojení

nátrubek pro hadičku prům. 6,2 mm

Váha

se zobrazovačem 100 g
bez zobrazovače 90 g

Montážní poloha

Membrána svíse, tlakové příводы dolů.
Při montáži s membránou vodorovně se výstupní signál mění:
10 Pa nahoru, je-li víčko dolů
10 Pa dolů, je-li víčko nahoru
Viz. tabulka definice typu - montážní poloha.

Výstup a napájení

Viz tabulka definice typu.
Snímač je chráněn proti zkratu a přepólování.

Kterékoli dva příводы mohou mít proti sobě $\pm$ napájecí napětí.

Elektromagnetická kompatibilita:
CE shoda podle EC 89/336 EEC (EMC)
s EN 50081-1 a EN 50082-2

Zátěž

trívodičové připojení
0 - 10 V $> 10\text{ k}\Omega$
0 - 20 mA $< 400\text{ }\Omega$
4 - 20 mA $< 400\text{ }\Omega$

dvouvodičové připojení
4-20 mA $< \frac{\text{napájecí napětí} - 11\text{ V}}{0,02\text{ A}}$ [Ohm]

Proudová spotřeba

trívodičové připojení
0-10 V $< 10\text{ mA}$
0-20 mA $< 30\text{ mA}$
dvouvodičové připojení 4 - 20 mA
4-20 mA $< 30\text{ mA}$

Elektrické připojení / krytí

Šroubovací svorky pro vodiče do 1,5 mm²
Vestavěná kabelová vývodka Pg 11
IP 00 bez krytu
IP 54 s krytem

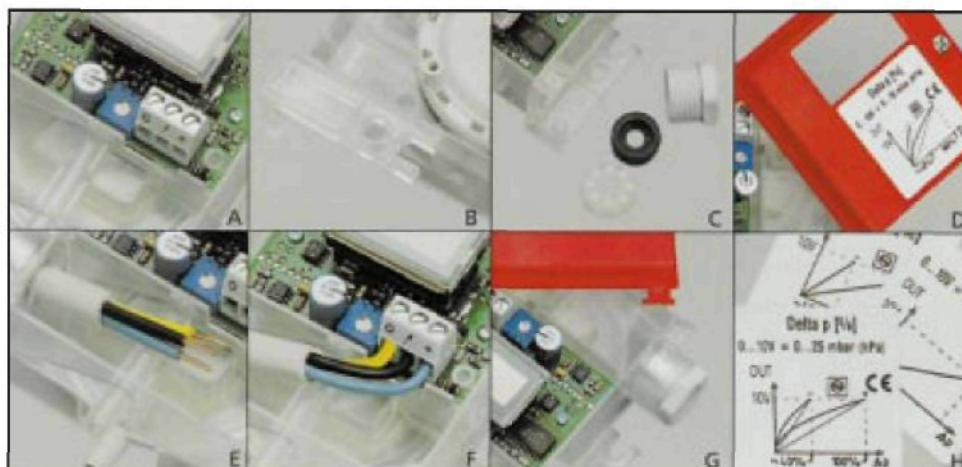
Zobrazovač

Třiapůlmístní z tekutých krystalů.

Příslušenství

viz tabulka definice typu

Příloha V (pokračování)



- A - trimr pro nastavení hodnoty
- B - těleso snímače s montážními prvky
- C - vývodka s těsněním
- D - kryt se zajišťovacím šroubem
- E - ploška pro snadné zavedení kabelu
- F - robustní svorkovnice pro šroubovák č.2
- G - snadno odejmutelný kryt
- H - nálepky s názorným zobrazením funkce

Provedení

Tabulka typových objednávacích čísel

694

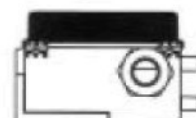
	9	X	X	X	X	X	X	X	X
Tlakové rozsahy (přetžitelnost)									
Pa									
p max.									
mbar									
p max.									
InchH2O									
p max.									
0 ... 100		1	1						
0 ... 300		1	2						
0 ... 500		1	3						
0 ... 1000		1	4						
0 ... 1600		1	5						
0 ... 2500		1	6						
0 ... 5000		1	7						
-50 ... 50		3	1						
Jednotky zobrazení tlaku									
mbar				0					
Inch H2O				1					
Pa				2					
Výstupy a napájení									
Výstup									
Připojení									
Napájení									
0 ... 10 V					1	0			
0 ... 10 V					1	1			
0 ... 10 V					2	1			
0 ... 10 V					3	1			
0 ... 20 mA					1	3			
0 ... 20 mA					2	3			
4 ... 20 mA					1	5			
4 ... 20 mA					1	4			
4 ... 20 mA					2	4			
4 ... 20 mA					2	5			
4 ... 20 mA					3	5			
Zobrazovač									
bez zobrazení							0		
zobrazení v tlakových jednotkách							1		
zobrazení v % rozsahu							2		
Tlakové připojení									
Připojení hadičkou - 6,2 mm								1	
Připojení hadičkou - 6,2 mm								2	
Připojení hadičkou - 6,2 mm								3	
Připojení hadičkou - 6,2 mm								4	
Připojovací sada s hadičkou 2m									
Bez připojovací sady								0	
S připojovací sadou podle obr.1								1	
S připojovací sadou podle obr.2								2	

Montážní poloha

Doporučená:
Vertikální s tlakovými příklady zespodu. (Výrobní kalibrace)

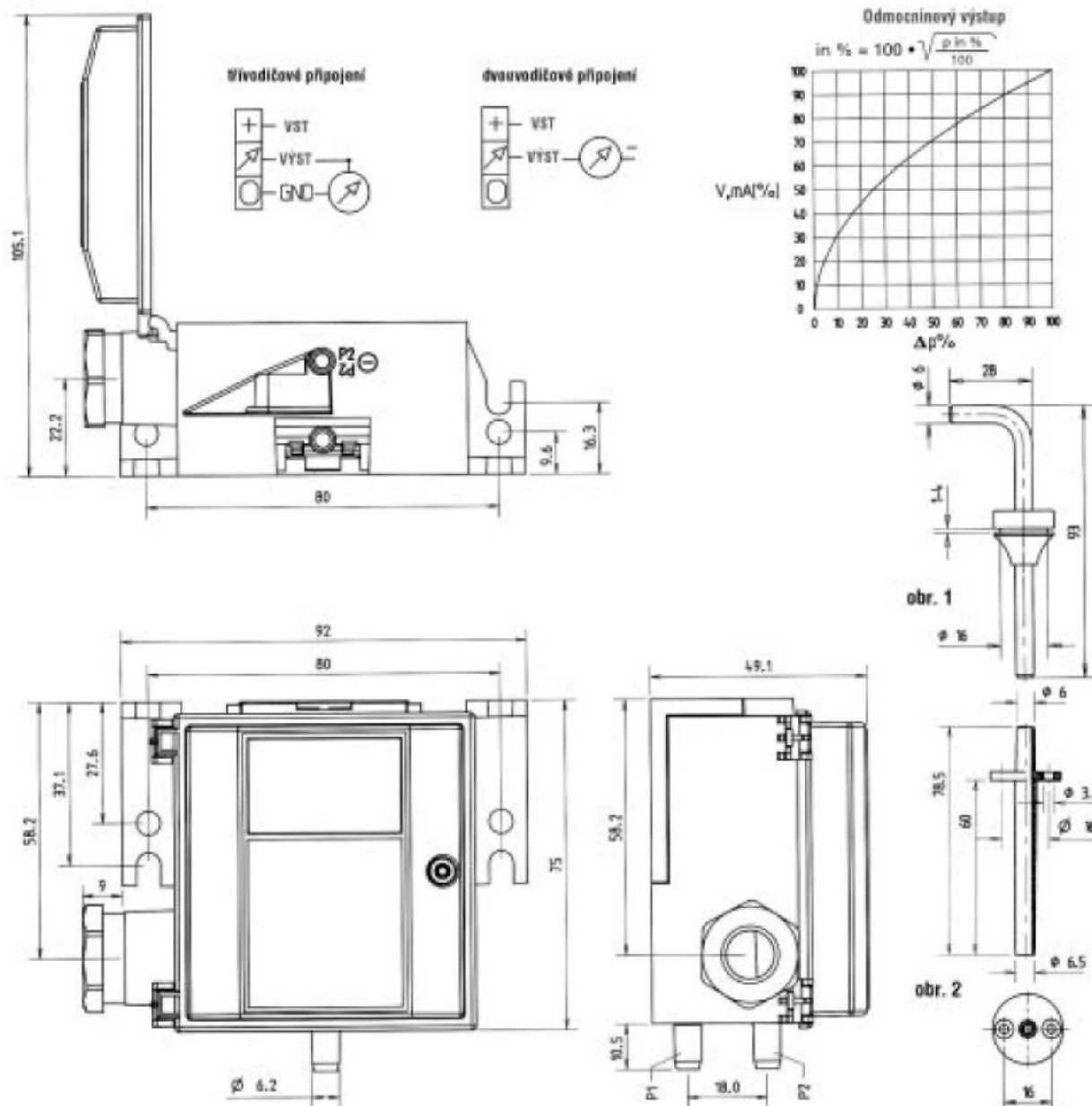
Horizontální s krytem dolů.
Výstupní signál je přibližně o 10 Pa nad měřeným tlakem

Horizontální s krytem nahoru.
Výstupní signál je přibližně 10 Pa pod měřeným tlakem.



Příloha V (pokračování)

Rozměry v mm / elektrické připojení



Elektromagnetická kompatibilita

Typ rušení	Zkouška , norma	Výsledky
Elektrostatický výboj ESD	IEC 1000-4-2 8 kV - výboj vzduchem 4 kV trvalý výboj	bez poruchy kritérium B
Vysokofrekvenční radiové vyzařování	ENV 50140 10 mV/m 80 ... 1000 MHz	žádný vliv kritérium A
Rychlé přechody, impulsní šum	IEC 801-4 2 kV	bez poruchy kritérium B
Elektromagnetické vyzařování		
Vodivé rušení - vyzařování z krytu	EN 55022 0,15 .. 30 MHz 30 ... 1000 MHz, 10 metrů	žádný vliv žádný vliv

SNÍMAČE RELATIVNÍ VLHKOSTI A TEPLOTY

- snímače relativní vlhkosti vzduchu s proudovým výstupem 4-20mA
- kombinované snímače teploty a relativní vlhkosti vzduchu s výstupy 4-20mA
- snímače relativní vlhkosti vzduchu s napěťovým výstupem 0-10V



- OBLASTI POUŽITÍ - kontrola a řízení vlhkosti pro:
- sklady potravin, léčiv, surovin
- výrobní technologie
- kontrolu vytápění, ventilace, chlazení
- klimatizační kanály
- muzea, archivy, galerie
- kynárny těsta
- meteorologické budky



— Snímače relativní vlhkosti s lineárním proudovým výstupem 4-20mA pro dvou vodičové připojení, resp. lineárním napěťovým výstupem 0-10V pro tří vodičové připojení jsou dodávány v prostorovém, kanálovém a tyčovém provedení. Snímač se skládá z elektroniky s mikroprocesorem v odolné plastové skříňce s připojovací svorkovnicí a čidla vlhkosti v krytce. Snímače s proudovým výstupem jsou v nabídce i v kombinovaném provedení snímačů teploty a vlhkosti se dvěma galvanicky oddělenými výstupy 4 až 20mA.

Digitální koncepce s mikroprocesorem zajišťuje dlouhodobou stabilitu parametrů, teplotní kompenzaci čidla vlhkosti a signalizaci poruchových stavů. Nejmodernější polymerní čidlo vlhkosti zaručuje dlouhodobou stálost údaje, odolnost vůči vodnímu kondenzátu. Snímače jsou určeny pro měření neagresivního vzduchu.

SPOLEČNÉ TECHNICKÉ ÚDAJE

Rozsah měřené relativní vlhkosti:	0 až 100%
Přesnost:	±2.5% relativní vlhkosti v rozsahu 5 až 95% při 23 °C
Proudový výstup vlhkosti (HG421.xx):	4-20mA lineárně odpovídá 0% -100% relativní vlhkosti
Napěťový výstup vlhkosti (HGO10.xx):	0-10V lineárně odpovídá 0% -100% relativní vlhkosti
Přesnost proudového výstupu teploty (NH421.65xxx):	±0.4 °C od -20 do +50 °C ±0.8% z hodnoty nad +50 °C ±0.6 °C pod -20 °C
Rozsah teplotní kompenzace čidla RV:	-30 až +105 °C
Filtrační schopnost filtru vzduchu ze sinterovaného bronzu:	0.025mm
Napájení:	9-30Vdc snímače s výstupem 4-20mA 15-30Vdc snímače s výstupem 0-10V, odběr 25mA max.
Krytí pouzdra s elektronikou a svorkami:	IP65



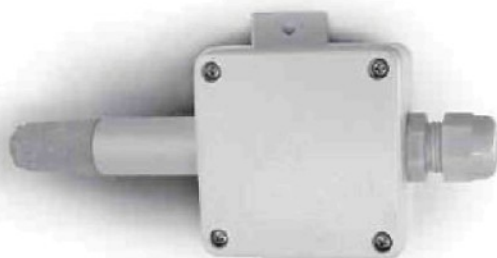
Snímač NH421.65-150 (resp. HG421.65-150, HGO10.65-150)
s montážní přírubou PP4

SNÍMAČE RELATIVNÍ VLHKOSTI A TEPLOTY

SNÍMAČE JSOU DODÁVÁNY V NÁSLEDUJÍCÍCH TYPECH:

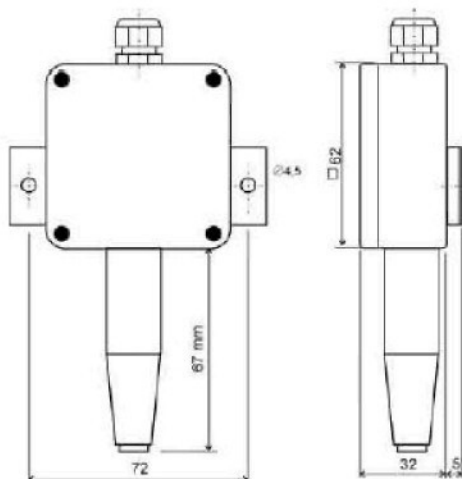
TYP	MĚŘENÁ VELIČINA	ROZSAH PROVOZ. TEPLOTY	VÝSTUP MĚŘENÉ TEPLOTY	DÉLKA STONKU	POZNÁMKA
SNÍMAČE S PROUDOVÝM VÝSTUPEM 4-20mA					
HG421.65	RV-30	-30 až +80 °C		67mm	do venkovního prostředí
HG421.65-150	RV-30	-30 až +105 °C *		150mm	do vzduchotech. kanálu
HG421.65-700	RV-30	-30 až +105 °C *		700mm	tyčový
NH421.65	RV+T	-30 až +80 °C	4-20mA / -30 až 80 °C	67mm	do venkovního prostředí
NH421.65-150A	RV+T	-30 až +105 °C *	4-20mA / -30 až 80 °C	150mm	do vzduchotech. kanálu
NH421.65-150B	RV+T	-30 až +105 °C *	4-20mA / 0 až 150 °C	150mm	do vzduchotech. kanálu
NH421.65-700A	RV+T	-30 až +105 °C *	4-20mA / -30 až 80 °C	700mm	tyčový
NH421.65-700B	RV+T	-30 až +105 °C *	4-20mA / 0 až 150 °C	700mm	tyčový
SNÍMAČE S NAPĚTOVÝM VÝSTUPEM 0-10V					
HG010.65	RV-30	-30 až +80 °C		67mm	do venkovního prostředí
HG010.65-150	RV-30	-30 až +105 °C *		150mm	do vzduchotech. kanálu
HG010.65-700	RV-30	-30 až +105 °C *		700mm	tyčový

* 105 °C pouze na konci měřicího stonku s omezením dle grafu Provozní rozsah snímače vlhkosti.
V okolí hlavice s elektronikou a svorkami je maximální povolená teplota +80 °C.



Snímač NH421.65 (resp. HG421.65, HG010.65)

Snímač NH421.65
(resp. HG421.65, HG010.65)
s krytkou F5100 z plastu



Snímač vlhkosti a teploty pro pokojové aplikace

Snímač vlhkosti a teploty EE10 je ideálním řešením pro pokojové aplikace v obytných domech nebo úřadech. Moderní design a funkční uspořádání snímače umožňuje rychlou a jednoduchou instalaci. Vysoká kvalita čidel vlhkosti v souladu s řídicí elektronikou jsou zárukou nejvyšší přesnosti a širokého rozsahu měřených hodnot.

Výstupní signál vlhkosti je standardně 4 - 20 mA nebo 0 - 10 V.

Výstupní signál teploty může být aktivní nebo pasivní.

Všechny verze snímače mohou být vybaveny dobře čitelným LCD displejem. Pro EE10-FT jsou hodnoty vlhkosti a teploty střídavě zobrazovány na displeji.



Příklady použití

Obytné budovy a úřady
Klimatizace
Rozvodny, rozvaděče
Řízení ventilace v hotelech a muzeích

Vlastnosti

Vynikající poměr cena/ užité vlastnosti
Jednoduchá instalace
Nadčasový design
Dlouhodobá stabilita
Možnost zobrazování na displeji

Technické údaje

Měřené hodnoty

Relativní vlhkost		
Typ čidla	HC 103	
Analogový výstup 0...100%RV	0-10 V 4-20 mA (dvojvodičově)	-1 mA < I _L < 1 mA R _L < (U _V -10)/0,02 < 500 Ohm
Měřicí rozsah ¹⁾	0...95%RV	
Přesnost při 20°C a U _V =24VDC	± 2%RV (40...60%RV)	± 3%RV (10...90%RV)
Teplotní vliv při 60%RV	typicky 0,06 % RV/ °C	
Teplota (aktivní výstup)		
Analogový výstup 0...50 °C ²⁾	0-10 V 4-20 mA (dvojvodičově)	-1 mA < I _L < 1 mA R _L < (U _V -10)/0,02 < 500 Ohm
Přesnost při 20°C a U _V =24VDC	± 0,25°C (FT3)	± 0,4°C (FT6)
Teplota (pasivní výstup)		
Typ čidla teploty	viz. průvodce objednávkou	

Popis

Napájecí napětí (U _V)	15 - 40 VDC nebo 24 VAC ±20%	
pro 0 - 10 V	28V > U _V > 10 + 0,02 x R _L (R _L < 500 Ohm)	
pro 4 - 20 mA		
Spotřeba proudu	pro DC napájení	typická 4 mA
	pro AC napájení	typická 15 mA eff.
Elektrické připojení	Šroubovací svorky max. 1,5mm ²	
Displej	pro typ EE10-FTx	Vlhkost/ teplota - střídavě
	pro typ EE10-Fx a EE10-FPx	Vlhkost
Odpovídá normám CE	EN 50081-1 EN 50082-1	CE
Rozsah teplot	Pracovní rozsah	
	Pracovní rozsah s displejem	
	Skladovací rozsah	-5...+55°C -5...+55°C -25...+60°C

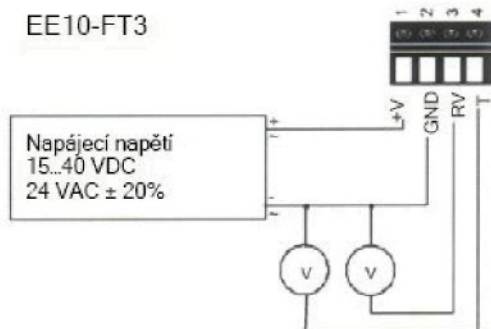
1) Dle pracovního rozsahu čidla vlhkosti HC 103!

2) Na požádání i jiné rozsahy

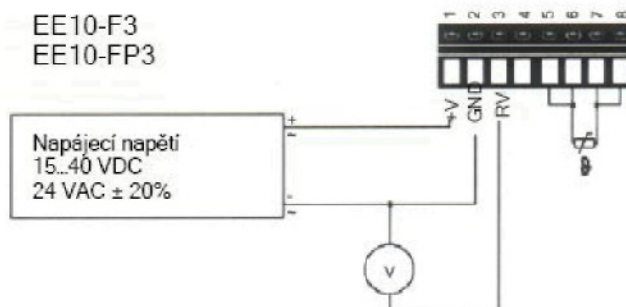
EE10

Zapojení

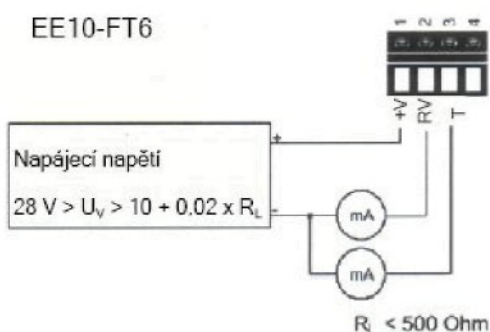
EE10-FT3



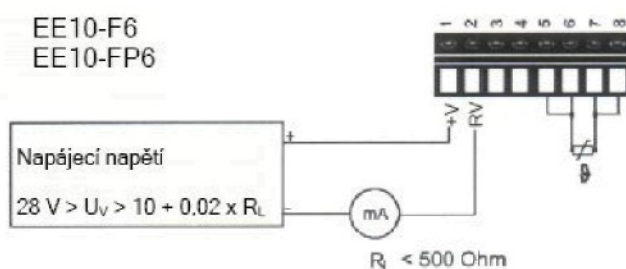
EE10-F3
EE10-FP3



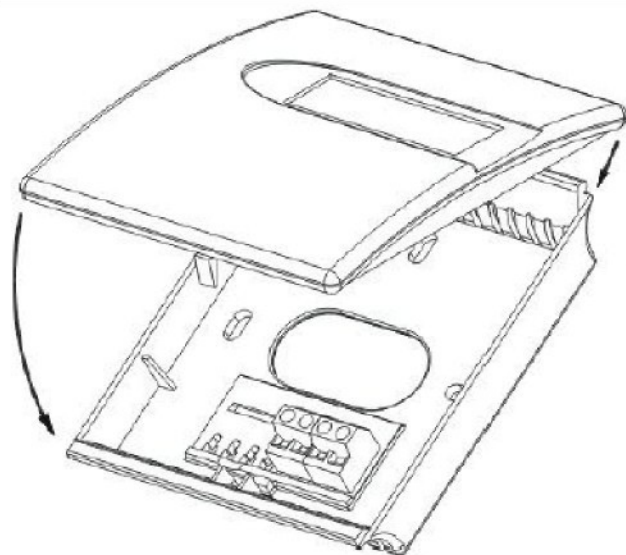
EE10-FT6



EE10-F6
EE10-FP6



Rozměry (mm)



Š x V x H = 85 x 100 x 26

Materiál Krytu: PC
Krytí: IP20

Barva krytu: Přední: RAL 9003 (bílá)
Zadní: RAL 7035 (světle šedá)

(Jiné barvy na požádání)

Příklad objednávky

EE10-FP6D-D04

Typ:

Vlhkost + teplota
s pasivním
výstupem teploty.

Výstup vlhkosti:

4-20mA

Výstup teploty:

Pt 1000 DIN B

Displej:

s displejem

Displej:

%RV

Průvodce objednávkou

Typ	Výstup	T - čidlo	Rozsah teploty	Displej	Teplota - jednotky
Vlhkost + teplota (FT)	0-10V (3)	(pouze pasivní)	(pouze pro FT)		(pouze pro (D04))
Vlhkost (F)	4-20mA (6)	Pt 100 DIN A (A)	standard (0...50°C)	bez displeje (--)	°C (--)
Vlhkost + teplota pasivní (FP)		Pt 100 DIN B (B)	jiný (Txx)	s displejem (D04)	°F (EE01)
		Pt 1000 DIN A (C)			
		Pt 1000 DIN B (D)			
EE10-					



KST Pt, Ni



Kabelový snímač teploty



Charakteristika

KST Pt - čidlo 1x Pt 100 nebo 2x Pt 100
v třívodičovém zapojení, použití v zóně 2
- čidlo Pt 500 nebo Pt 1000

KST Ni - čidlo Ni 1000 v dvouvodičovém zapojení,
teplotní koeficient 5 000, 6 180 ppm/K

Silikonový kabel v různých délkách

Stupeň krytí: IP 65

Montáž: KST: do jímky nebo volně
KSTz: do návarku

Popis

Kabelový snímač teploty **KST Pt** tvoří jedno nebo dvě čidla Pt100 zalitá do měděného pouzdra o délce 30 nebo 44 mm se silikonovým kabelem. Vyrábí se ve *třídě přesnosti B* a v třívodičovém zapojení. Dodává se i v **nevýbušném bezpečném provedení** pro použití v zóně 2. Může být rovněž vybaven čidlem Pt 500 nebo Pt 1000.

Snímač **KST Ni** má niklové čidlo, jeho konstrukce je shodná

se snímačem platinovým. Vyrábí se s teplotním koeficientem 5000 ppm/K a 6180 ppm/K.

Zapouzdřené čidlo snímače je určeno k montáži do jímky **Jk** (možný i jiný způsob montáže, např. volně nebo s přílohným držákem).

Provedení **KSTz** má čidlo umístěné v nerezovém stonku se šroubením. Montuje se zašroubováním do návarku.

Technické údaje

Čidlo: **KST Pt:** Pt100, 2x Pt100, Pt500, Pt1000
KST Ni: Ni 1000
Měřicí rozsah: $-40 \div +180^{\circ}\text{C}$
Měřicí proud: 1 mA max.
Teplotní koeficient: Pt: 3850 ppm/K
Ni: 5000, 6180 ppm/K

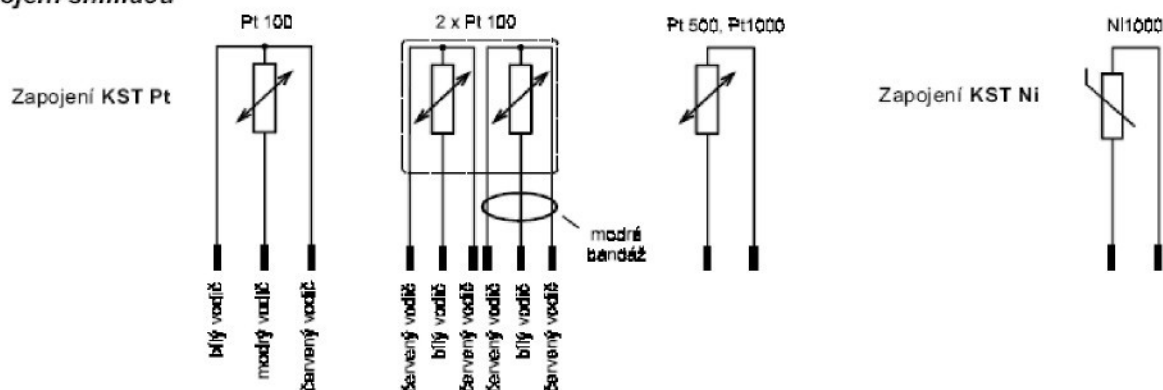
Montáž: KST: volná bez jímky, do jímky Jk
KSTz: do návarku
Připojení: silikonový kabel: $\varnothing 4$ mm, vodiče: 0,34 mm²
Stupeň krytí: IP 65
Časová odezva τ : KST: bez jímky: vzduch 1 m/s: 15 s
voda 0,2 m/s: 7 s
s jímkou: voda 0,2 m/s: 10 s
KSTz: vzduch 1 m/s: 90 s
voda 0,2 m/s: 8 s

Provedení ..Ex (dle ČSN EN 50 021)

Klasifikace: II 3 G EEx nA II T3 - T6 X
 $-40^{\circ}\text{C} \leq T_a \leq +170^{\circ}\text{C}$

Max. přetlak: 2 MPa (pouze KSTz)

Zapojení snímačů

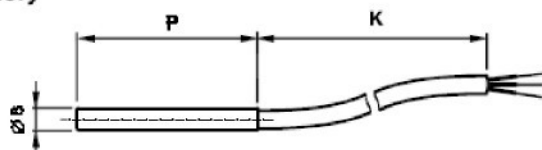


Vzhledem k neustálému technickému rozvoji si výrobce vyhrazuje právo měnit dílčí parametry bez předchozího upozornění.

ZPA EKOREG, Děčínská 55, 400 03 Ústí nad Labem, tel.: 475 246 347, fax: 475 531 073, e-mail: support@zpaul.cz, http://www.zpaul.cz

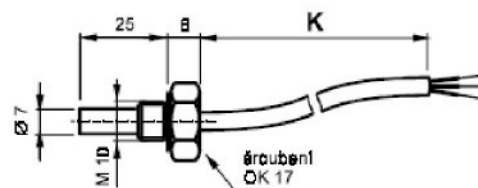


Rozměry



Kabelový snímač KST

Délka měděného pouzdra P: 30, 44 mm
Délka silikonového kabelu K: 1,6, 2,5, 4, 6 m



Kabelový snímač KSTz

Délka nerezového stonku L: 30, 40, 60, 100, 160, 250 mm
Nerezový stonek - závit Z: M10, M12 x 1,5, G $\frac{1}{4}$, M20 x 1,5, G $\frac{1}{2}$
Délka silikonového kabelu K: 1,6, 2,5, 4, 6 m
Součástí dodávky je těsnicí podložka.

Podklady pro objednávku

40 05120 8 Snímač teploty kabelový KST			
Kód		čidlo	
0		Pt100	
1		2 x Pt100 *	
2		Pt500	
3		Pt1000	
4		Ni1000, 5000 ppm/K	
5		Ni1000, 6180 ppm/K	
Kód		Pouzdro P [mm]	
30		44	
31		30	
Kód		Kabel K [m]	
01		1,6	
02		2,5	
03		4,0	
04		6,0	

Příklad objednávky snímače KST, čidlo Pt1000, pouzdro 44 mm, kabel 4 m.

* Provedení 2 x Pt100 se vyrábí pouze s kabelem o délce 1,6 m, průřez vodiče 0,22 mm².

Kód Typ snímače			
40 05121 8 Snímač teploty kabelový KST.Ex			
Kód		čidlo	
0		Pt100	
Kód		Pouzdro P [mm]	
30		44	
Kód		Kabel K [m]	
01		1,6	
02		2,5	
03		4,0	
04		6,0	

Příklad objednávky snímače KST.Ex, čidlo Pt100, pouzdro 44 mm, kabel 2,5 m.

Příloha VIII (pokračování)

KABELOVÉ SNÍMAČE TEPLOTY KST Pt (včetně provedení Ex), KST Ni

Jednoduchý snímač tvoří čidlo Pt 100 zalité speciální hmotou v měděném pouzdro s vývodem ze silikonového kabelu v různých délkách. Kovové pouzdro $\varnothing 6$ mm může být délky 44 mm nebo 25 mm (shodná cena). Snímače mohou být dodávány i v nevýbušném bezpečném provedení do zóny 2 (příplatek: 110,-Kč). Možnost dodávky různých senzorů (Pt 500, Pt 1000, Ni apod) - objednací čísla viz katalogový list, cena viz příplatky-snímače s Pt 500/B...+20 Kč, Pt 1000/B...+30 Kč, Ni 1000...+50 Kč, jinak dle dohody.



Název	Typ	Objednací číslo	Kč (bez DPH)
Kabel. snímač teploty Pt100, kabel 1,6 m, pouzdro 44 mm (25 mm)	KST	40 05120 803x01	290,-
Kabelový snímač teploty Pt100, 2,5 m, pouzdro 44 mm (25 mm)	KST	40 05120 803x02	310,-
Kabelový snímač teploty Pt100, 4 m, pouzdro 44 mm (25 mm)	KST	40 05120 803x03	360,-
Kabelový snímač teploty Pt100, 6 m, pouzdro 44 mm (25 mm)	KST	40 05120 803x04	420,-

KABELOVÝ SNÍMAČ TEPLOTY V PLASTOVÉM ZÁTAVU... KST PE a KST PTFE

Snímač teploty Pt 100/B kabelový (3-vodič) v polyethylenové (PE) ochranné trubce - rozsah -40°C až $+70^{\circ}\text{C}$.

Snímač teploty Pt 100/B kabelový (3-vodič) v teflonové (PTFE) ochranné trubce - rozsah -40°C až $+180^{\circ}\text{C}$.

Použití: měření teploty vody ve vrtech a měření teploty kapalin v nádržích, vanách a tancích především v chemickém průmyslu.

Délky dle požadavků zákazníků - cca do 50 m, jinak dle dohody

Název	Typ	Objednací číslo	Kč (bez DPH)
Snímač teploty kabelový v PE zátavu, délka 1 m	KST PE	40 05120 901001	460,-
Snímač teploty kabelový v PTFE zátavu, délka 1 m	KST PTFE	40 05120 901002	850,-
Cena za prodloužení snímače: KST PE... 60,-Kč/1m; KST PTFE... 350,-Kč/1m			