

Technická informace
TI 040D/06/cs
č. 50084975

Vírový průtokoměr *prowl 77*

Spolehlivé měření průtoku plynů, páry a tekutin



Bezpečnost provozu

- Elektromagnetická slučitelnost (EMS) je ověřena podle IEC a NAMUR
- Každý přístroj je hydrostaticky přezkoušen na odpovídající tlak
- Trvalá samočinná kontrola/diagnóza měřicí elektroniky a čidla
- Osvědčené kapacitní čidlo: vysoce odolné proti teplotním šokům, vodním rázům a vibracím
- Čidlo i základní těleso se zalitým náporovým tělesem z nerezové oceli 17 350 ve shodě s NACE MR 0175

Přesné měření

- Nepatrná odchylka měřené hodnoty:
 $< 1\%$ z m.h. (plyn, pára)
 $< 0,75\%$ z m.h. (tekutiny)
- Vysoká dynamika měření až 40:1
- Kalibrace vodou u každého přístroje

Flexibilní nasazení

- Standardní kompaktní přístroj pro všechna média a celkový rozsah provozních teplot od $-40...+260^{\circ}\text{C}$
- Jediné čidlo pro veškeré jmenovité světlosti, média a provozní teploty
- Přírubové provedení v délkách podle DVGW
- Provedení vkládané mezi dvě příruby v jednotné stavební délce 65 mm

Univerzální použití

- Komunikace HART pro dálkové nastavení parametrů a odečítání naměřených hodnot
- Obsluha pomocí Windows software E+H Commwin II nastavitelná plně i offline
- Výstupní signály lze simulovat

Endress + Hauser

Naše měřítka je praxe



Měřicí systém Prowirl 77

Rozsah použití

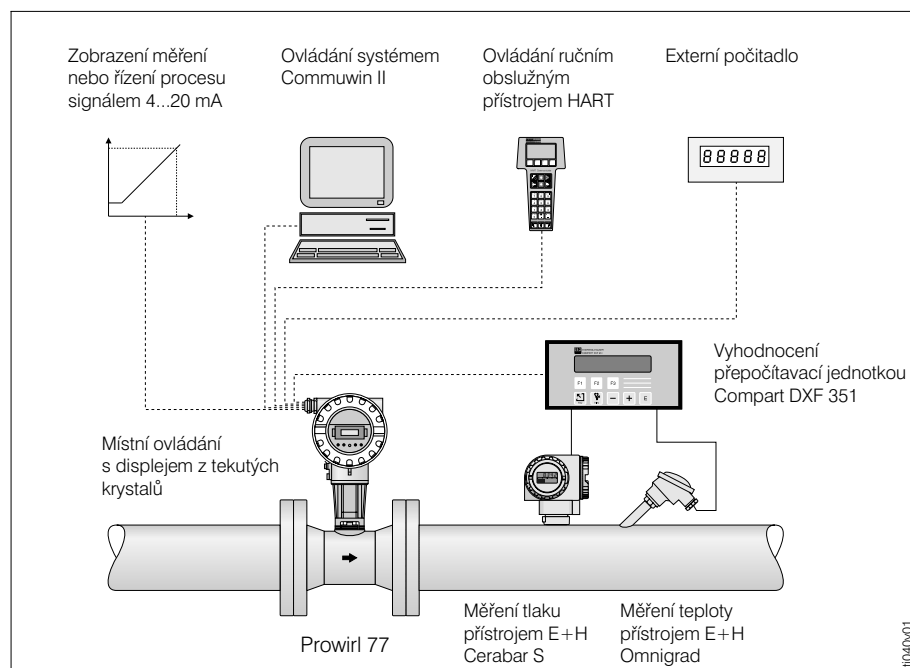
Vírový průtokoměr Prowirl 77 je vhodný pro měření průtočného množství páry, plynů a tekutin o teplotě od -40 do +260 °C a pro jmenovitý tlak až PN 40. Prowirl 77 tedy pokryje nejčastější případy měření průtoku v průmyslu.

Pro nasazení při ještě vyšších tlacích a teplotách, jakož i při extrémně nízké teplotě, je k dispozici vírový průtokoměr Prowirl 70.

Prowirl 77 měří při běžných provozních podmínkách průtok. Pokud jsou provozní tlak a provozní teplota konstantní, může být průtok udáván v jednotkách hmotnostních, tepelných nebo normálního objemu.

Při proměnlivých podmínkách provozu jsou požadované hodnoty vypočítávány průběžně E+H přepočítávací jednotkou Compart DXF 351 ze signálů přicházejících z přístroje Prowirl 77 jakož i z přidávajícího měření tlaku a teploty.

Prowirl 77 může být nasazen samostatně nebo jako součást systému řízení provozu



Měřicí převodník Prowirl 77

Všechny převodníky Prowirl 77 se vyznačují následujícími přednostmi:

- trvalou samočinnou kontrolou měřicí elektroniky a čidla
- krytím IP 67/ NEMA 4X
- integrovanou standardní ochranou proti vří rušení (EMS)

Provedení

Měřicí převodníky Prowirl 77 se dodávají v následujícím provedení:

- PFM
- 4...20 mA/HART
- PROFIBUS PA (připravuje se)

Uvedené varianty lze dodat v běžném provedení, v provedení jiskrově bezpečném („Ex i“), jakož i s pevným uzávěrem („Ex d“, avšak nikoliv pro PROFIBUS PA).

PFM

Toto nejjednodušší provedení má impulzní výstup PFM pro připojení na E+H přepočítávací jednotku Compart DXF 351. Veškerá požadovaná nastavení mohou být provedena jednoduše, bez pomůcek, spínači DIP umístěnými na měřicím převodníku.

4...20 mA / HART

Tyto přístroje mají proudový výstup 4...20 mA (na vyžádání též s digitální komunikací HART). Měřicí převodník lze obdržet buďto s displejem z tekutých krystalů a tlačítky pro obsluhu na místě nebo v zaslepeném provedení. U provedení s displejem a tlačítky může být elektrický výstupní signál přepojen buďto na součtové napěťové impulzy (otevřený kolektor) nebo na frekvenční proudové impulzy (PFM).

Komunikace HART dovoluje dálkové nastavování parametrů a odečítání naměřené hodnoty. E+H software Windows Commuwin II umožňuje obsluhu s nastavováním parametrů i zcela v systému offline.

PROFIBUS PA

Plánované provedení PROFIBUS PA umožní napojení přístroje na sběrníkový systém podle mezinárodního standardu IEC 1158-2 s 31,25 Kb/s.

Měřicí snímač-provedení

Všechny měřicí snímače Prowirl 77 se vyznačují následujícími přednostmi:

- vysoká bezpečnost proti rázům působených kondenzátem, jelikož náporové těleso je zalito do tělesa snímače a tvoří s ním jeden celek
- kvalitní odlitek z nerezové oceli zvláště odolné proti korozi 17 350, ve shodě s NACE MR 0175. Všechny části, které jsou ve styku s médiem lze zpětně ověřit dle DIN 3.1B
- přezkoušeno hydrostatickým tlakem

Prowirl 77 W

(pro zabudování mezi dvě příruby, DN 15...150)

Zabudování měřicího snímače úsporného plochého provedení bez přírub o šířce 65 mm se provádí pomocí montážní soupravy (viz. str. 6). Tato umožňuje jednoduchou, spolehlivě vystředěnou vestavbu měřicího snímače do potrubí.

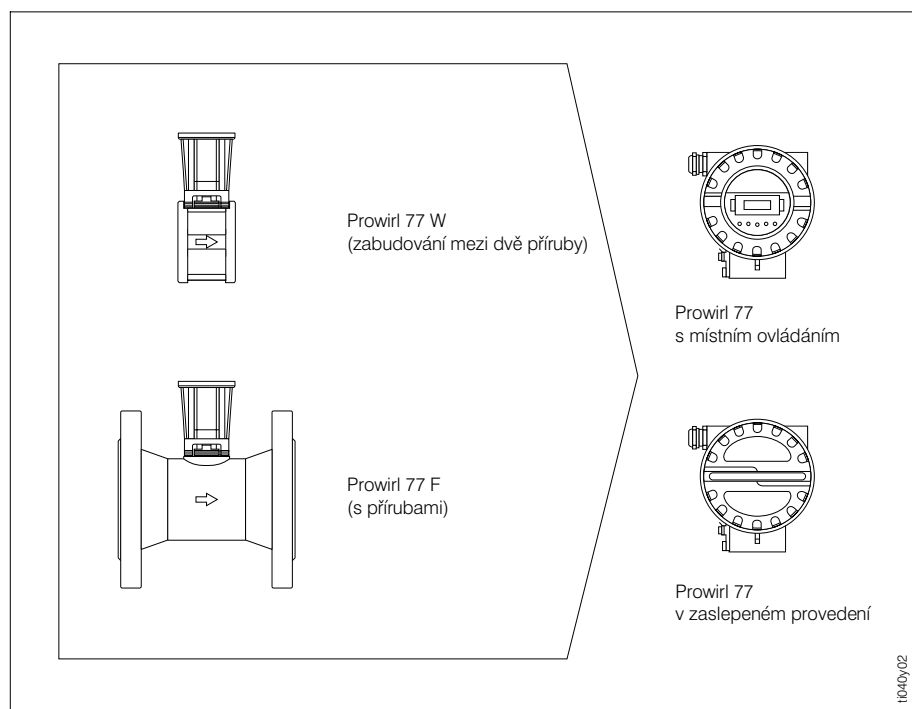
Prowirl 77 F

(příruby, DN 15...200, větší jmenovitá světlost na dotaz)

Toto provedení nabízí následující dodatečné vlastnosti:

- přezkoušení dle TÜV
- provedení v délkách dle BVGW

Měřicí systém Prowirl 77



Kalibrace

U všech průtokoměrů Prowirl 77 se provádí jako poslední krok v jejich výrobě kalibrace vodou (kalibrace z výroby).

Pro požadavky na zajištění jakosti (ISO 9 000) se dodává Prowirl 77 též se zpětně ověřitelnou kalibrací podle EN 45001-3 a odpovídajícím mezinárodně uznávaným certifikátem podle ustanovení EAL (European Organisation for the Accreditation of Laboratories).

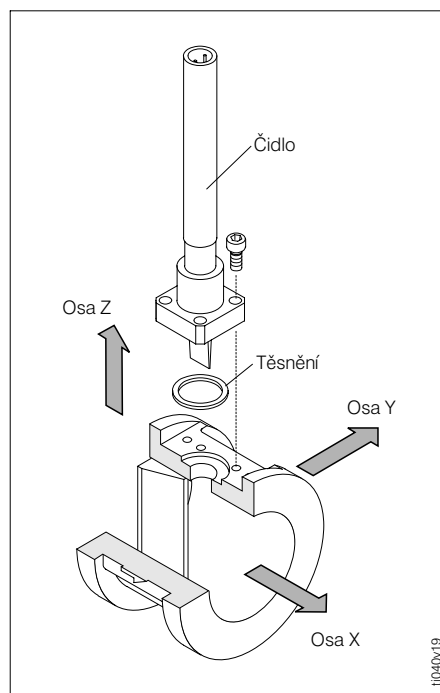
Funkce

Kapacitní čidlo

Čidlo průtokoměru má rozhodující vliv na výkonnost, robustnost a spolehlivost celého měřicího systému.

V přístroji Prowirl 77 byla užita firmou E+H patentovaná, osvědčená měřicí technika na kapacitním principu (dosud více než 50.000 instalací po celém světě).

Čidlo je mechanicky vyváжено tak, že vibrace do max. 1 g a až 500 Hz jsou vyrušeny přímo a nemusí být dodatečně elektricky odfiltrovány. Tato specifikace platí i pro osu Y (viz. obrázek níže), ve které vznikají kmity čidla sloužící k měření četnosti odtrhávání vírů.



Vysoká citlivost čidla zaručuje nízkou počáteční hodnotu měřicího rozsahu i při nízké hustotě měřené látky a tím i vysokou dynamiku měřicího obvodu. Kapacitní čidlo je vzhledem ke svému provedení a umístění za náporovým tělesem zvláště odolné proti vodním rázům a teplotním šokům v potrubí páry. Čidlo je identické pro všechny jmenovité světlosti, teploty a typy měřicích snímačů. Vyrobeno je ze stejné nerezové oceli 17 350 jako měřicí snímač a náporové těleso.

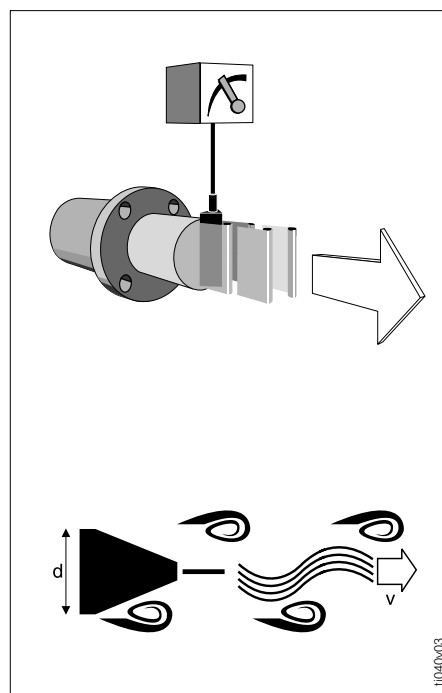
Princip měření

Snímače množství vírů pracují na principu Kármánovy vírové stezky. Za náporovým tělesem umístěným na vtoku snímače se tvoří střídavě na obou stranách víry, které jsou prouděním odtrhávány.

Víry způsobují místní pokles tlaku.

Čidlo zaznamenává tyto tlakové výkyvy a převádí je na elektrické impulzy.

V rámci přípustných provozních hodnot (viz. „Technické údaje“, str. 19 a další) se tvoří víry velmi pravidelně tak, že frekvence jejich střídání je úměrná objemovému průtoku.



Jako konstanta úměrnosti slouží faktor K:

$$\text{Faktor K} = \frac{\text{Impulzy}}{\text{Jednotka objemu [dm}^3\text{]}}$$

V rámci přípustných provozních hodnot je faktor K závislý jen na geometrii měřicího přístroje a není ovlivněn ani rychlostí proudění ani vlastnostmi měřeného média, jeho viskozitou a hustotou. Je tedy nezávislý na druhu měřené látky, lhostejno zda je tato látka parou, plynem nebo kapalinou.

Prvotní signál měření je tedy digitální (kmitočet) a lineárně úměrný průtoku. Faktor K se stanoví jen jedenkrát po zhotovení přístroje, kalibrací ve výrobním závodě, a nepodléhá jak dlouhodobému driftu tak ani nulovému bodu. Měřicí přístroj nemá žádné pohyblivé části a nevyžaduje proto žádnou údržbu.

Pokyny pro návrh umístění a zabudování měřidla

Vírový průtokoměr vyžaduje zcela vyrovnaný profil proudu, který je předpokladem správného měření průtočného objemu. Proto musí být při vestavění přístroje Prowirl 77 do potrubí zohledněny následující pokyny.

Vnitřní průměr potrubí

Vnitřní průměr potrubí stejné jmenovité světlosti může být různý podle jeho zatřídění (DIN, ANSI, Sch 40, Sch 80, JIS atd.). V objednávce se v objednávacím kódu uvádí třída použitého potrubí. Při mokré kalibraci bude tedy použito potrubí stejného zatřídění. Prowirl 77 W (zabudování mezi dvě příruby) a Prowirl 77 F (provedení s přírubami) lze zabudovat do potrubí podle DIN, ANSI Sch 40, nebo JIS Sch 40. Do potrubí podle Sch 80 smí být vždy zabudován jen Prowirl 77 F (provedení s přírubami).

Nátoková a výtoková dráha

Aby byl zaručen nerušený profil proudění je vhodné zabudovat vírový průtokoměr pokud možno před překážkami proudění, kterými jsou kolena, redukce a regulační orgány. V opačném případě je nutno mezi překážkou a měřicím přístrojem zajistit dostatečně dlouhé přímé potrubí. Na vedlejším obrázku jsou uvedeny potřebné minimální délky přímého potrubí za překážkou proudění jako násobek jmenovité světlosti potrubí DN. Pokud se vyskytne souběžně více překážek proudění, pak je nutné dodržet alespoň nejdelší udanou délku nátokové dráhy.

Též na výtoku za měřicím přístrojem musí být dostatečně dlouhé přímé potrubí tak, aby se víry mohly správně vytvářet.

Usměrňovač proudění

Pokud nelze dodržet shora uvedené délky potrubí na nátoku, může být, jak je uvedeno na vedlejším obrázku, do potrubí zabudován speciálně navržený usměrňovač proudění z děrovaného plátu. Usměrňovač proudění se upevní mezi dvě příruby a vystředí montážními svorníky. Potřebná délka na nátoku za překážkou proudění se tímto sníží na 10 x DN, při zachování přesnosti měření.

Příklady propočtu pro usměrňovač proudění

$$\Delta p [\text{mbar}] = 0,0085 \rho [\text{kg/m}^3] \cdot v^2 [\text{m/s}]$$

• Příklad pro páru:

$$p = 10 \text{ bar abs;}$$

$$t = 240^\circ\text{C} \Rightarrow \rho = 4,39 \text{ kg/m}^3$$

$$v = 40 \text{ m/s}$$

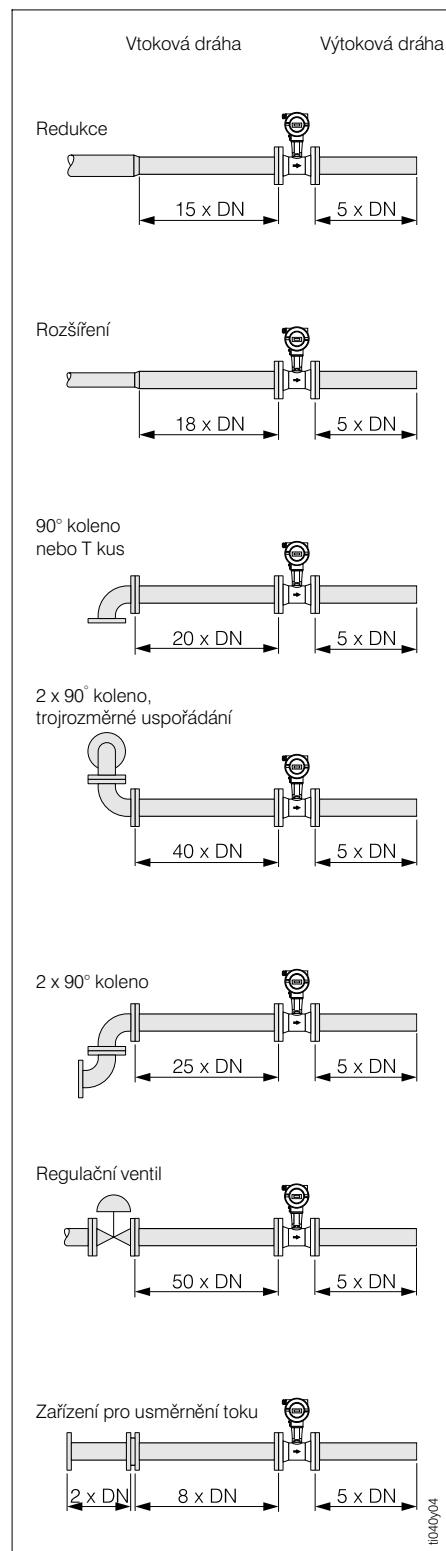
$$\Delta p = 0,0085 \cdot 4,39 \text{ kg/m}^3 \cdot (40 \text{ m/s})^2 = 59,7 \text{ mbar}$$

• Příklad pro H₂O kondenzát (80°C)

$$\rho = 965 \text{ kg/m}^3;$$

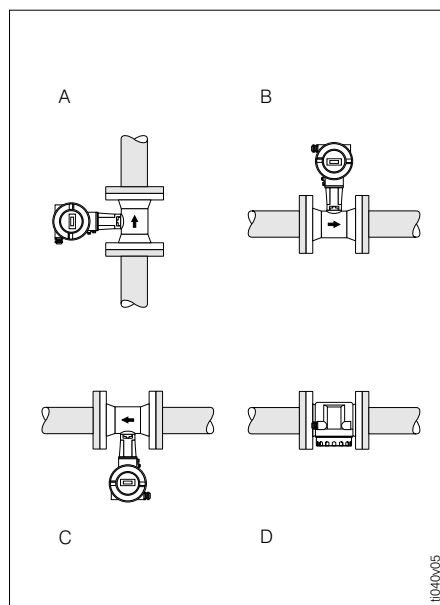
$$v = 2,5 \text{ m/s}$$

$$\Delta p = 0,0085 \cdot 965 \text{ kg/m}^3 \cdot (2,5 \text{ m/s})^2 = 51,3 \text{ mbar}$$

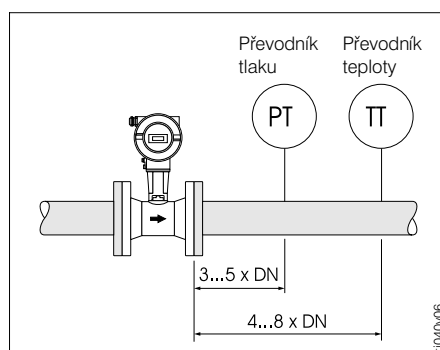


Pokyny pro návrh umístění a zabudování měřidla

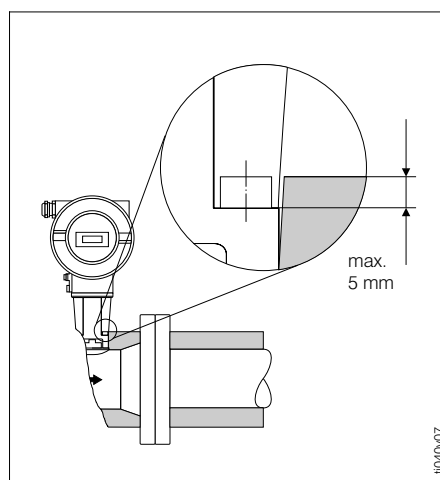
Polohy zabudování měřidla v závislosti na teplotě média



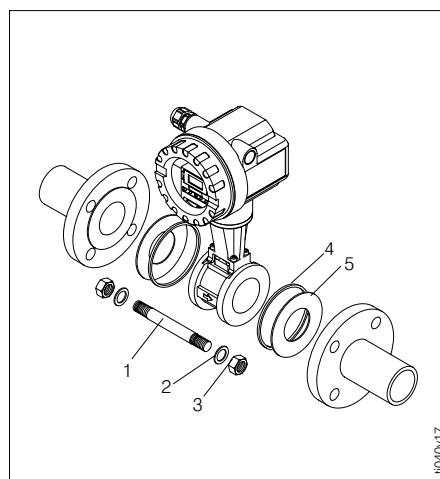
Zabudování měřicího čidla tlaku a teploty



Izolace potrubí



Montážní souprava pro přístroj umístěný mezi dvěma přírubami



Poloha zabudování

Zásadně lze Prowirl 77 vestavět do potrubí zcela libovolně. Na tělese přístroje je šipkou označen směr proudění.

Pro tekutiny je vhodné svisle stoupající uspořádání potrubí (poloha A) tak, aby se zajistilo jeho zaplnění.

Při vodorovném potrubí se obecně upřednostňuje poloha B, alternativně je možná i poloha C a D. Při horkém potrubí (např. pro páru), které prochází přímo pod stropem, vzniká nebezpečí přehřátí přístroje. V tomto případě se doporučuje poloha C (přípustné teploty okolí viz. „Technické údaje“ na str. 20).

Místa pro měření tlaku a teploty

Měření tlaku a teploty se umísťuje za přístrojem Prowirl 77 tak daleko, aby neovlivňovalo optimální tvoření vírů. Při měření průtoku plynu se docílí vyšší přesnosti, když se místo pro měření tlaku zvolí ve vzdálenosti $4...8 \times DN$ před přístrojem Prowirl 77. V tomto případě však musí být snímač tlaku absolutně pevně spojen s potrubím.

Izolace potrubí

Izolace potrubí je žádoucí, protože zabraňuje ztrátám energie při horkém médiu. Při tom je ale nutné zajistit, aby zůstal dostatečně velký volný povrch pro krček hlavice přístroje. Nezakrytá část slouží k odvodu tepla a chrání tak měřicí elektroniku před přehřátím.

Montážní souprava

Montáž a vystředění přístroje pro montáž mezi dvěma přírubami (sendvič) se provádí pomocí montážní soupravy, která zahrnuje:

- 1 stahovací svorníky
- 2 podložky
- 3 matice
- 4 středící kroužek
- 5 těsnění

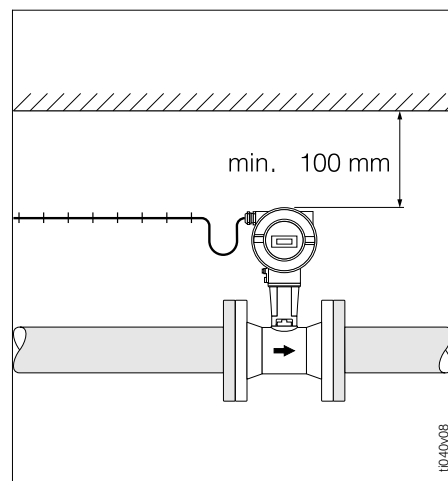
Pokyny pro návrh umístění a zabudování měřidla

Minimální odstupy

Pro servis, příp. připojení simulátoru průtoku „Flowjack“ je zapotřebí, aby bylo možno vytáhnout hlavici měřícího převodníku zastrčenou do krčku. Dbejte tedy, aby při zabudování přístroje do potrubí byly dodrženy následující délky kabelů a minimální odstupy:

minimální odstup ve všech směrech
100 mm

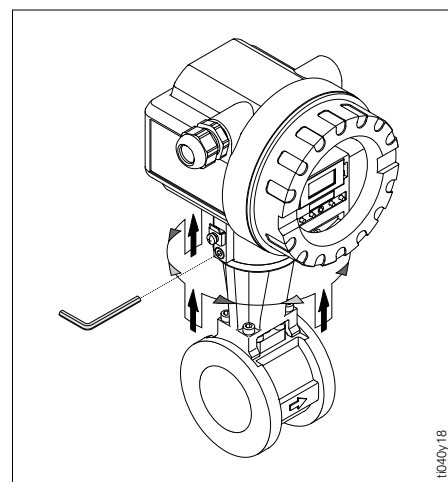
doporučená délka kabelu $L + 150$ mm



Minimální odstupy

Hlavice s elektronikou

Hlavici s elektronikou lze na jejím krčku otáčet v 90° krocích. Tím se umožní vždy pohodlný pohled na místní displej. Vlastní displej lze otočit o 180° tak, že při montáži elektroniky měření směrem dolů (poloha C pro zabudování měřidla, viz. str. 6) lze docílit rovněž pohodlné odečítání.



Otáčení hlavice
s elektronikou

Rozsahy měření - jmenovité světlosti

Zvolení jmenovité světlosti přístroje

Vírový průtokoměr Prowirl 77 měří objemový průtok (např. m³/h) za provozního stavu. Množství páry se udává převážně v kg nebo t, množství plynu pak v Nm³ (vztaheno na normální stav při 0 °C a 1,013 bar).

Pro přepočet provozního objemu a k zjištění jmenovité světlosti, rozsahu měření a tlakové ztráty slouží následující tabulky, jakož i výpočtový program „Applicator“.

Software pro stanovení dimenzí „Applicator“

V tomto výpočtovém programu E+H jsou uloženy všechny důležité údaje o přístrojích pro optimální dimenzování měřícího zařízení. Vzorce pro výpočet stavových veličin páry odpovídají nejnovější úrovni podle IAPS (International Association for the Properties of Steam).

S programem „Applicator“ jsou jednoduchou hračkou následující propočty:

- přepočet provozního objemu na normální objem plynu

- přepočet na hmotnostní průtok u páry (v závislosti na teplotě a/nebo tlaku)
- zohlednění viskozity
- propočet tlakových ztrát za místem měření
- paralelní znázornění příkladů propočtů pro různé jmenovité světlosti
- výpočet rozsahu měření

Software pracuje na každém osobním počítači, který je kompatibilní s IBM PC.

Upozornění!

Pokud bude měřící přístroj provozován v horním příp. dolním rozsahu měření, vypočtete, prosím, přesně hranice měřícího rozsahu pomocí software „Applicator“. Pracovníci společnosti E+H jsou Vám vždy ochotni pomoci vybrat si vhodný průtokoměr s přihlédnutím na vlastnosti měřené látky a provozní podmínky.

Rozsah měření voda a vzduch

Níže uvedené tabulky slouží k orientaci o rozsazích měření a rozsazích frekvencí pro typický plyn (vzduch při 0 °C a 1,013 bar) a typickou tekutinu (voda při 20 °C).

Ve sloupci „Faktor K“ je udáno rozmezí, ve kterém se pro danou jmenovitou světlost a provedení může faktor K nalézat.

Prowirl 77 W (zabudování mezi dvě příruby)					
DN	Vzduch (při 0 °C, 1.013 bar)		Voda (20 °C)		Faktor K
DIN	[m³/h]		[m³/h]		[Imp./dm³]
ANSI	$\dot{V}_{\min}$	$\dot{V}_{\max}$	$\dot{V}_{\min}$	$\dot{V}_{\max}$	min./max.
DN 15 / 1/2"	4	35	0,16	7	245...280
DN 25 / 1"	11	160	0,40	20	48...55
DN 40 / 1 1/2"	31	375	1,10	45	14...17
DN 50 / 2"	50	610	1,80	73	6...8
DN 80 / 3"	112	1370	4,00	164	1,9...2,4
DN100 / 4"	191	2330	6,90	280	1,1...1,4
DN150 / 6"	428	5200	15,40	625	0,27...0,32

Prowirl 77 F (s přírubami)					
DN DIN ANSI	Vzduch (při 0 °C, 1.013 bar)		Voda (20 °C)		Faktor K [Imp./dm³] min./max.
	[m³/h]		[m³/h]		
	V _{min}	V _{max}	V _{min}	V _{max}	
DN 15 / 1/2"	3	24	0,13	5	390...450
DN 25 / 1"	9	125	0,32	15	70...85
DN 40 / 1 1/2"	25	310	0,90	37	18...22
DN 50 / 2"	42	520	1,50	62	8...11
DN 80 / 3"	95	1150	3,40	140	2,5...3,2
DN100 / 4"	165	2000	5,90	240	1,1...1,4
DN150 / 6"	375	4550	13,40	550	0,3...0,4
DN 200 / 10"	720	8750	25,70	1050	0,11...0,15

Rozsah měření syté páry

Příklad výpočtu

Hledáme:

rozsah měření syté páry pro jmenovitou
světlost DN 100 při provozním tlaku 12 bar

Řešení:

min. a max. hodnota rozsahu měření
může být převzata přímo z následující
tabulky:
při 12 bar abs. $\Rightarrow$ 461...12226 kg/h

Dodatečná informace z tabulky:

teplota syté páry = 188°C (12 bar)

měrná hmotnost = 6,13 kg/m³ (při 12 bar)

Provozní tlak [bar abs]	Rozsahy měření pro různé jmenovité světlosti v [kg/h]*									
	DN 15 min...max	DN 25 min...max	DN 40 min...max	DN 50 min...max	DN 80 min...max	DN 100 min...max	DN 150 min...max	DN 200 min...max	T _{satt} [°C]	ρ _{satt} [kg/m ³]
0,5	1,8...7,8	5,6...39	16...95	27...158	60...356	103...616	235...1401	452...2689	32,9	0,31
1	2,5...15	7,7...74	22...182	37...303	83...680	143...1178	325...2679	625...5143	99,6	0,59
1,5	3,0...22	9,3...108	27...266	45...443	100...994	173...1722	393...3916	755...7518	111	0,86
2	3,5...28	11...141	31...348	51...580	114...1301	198...2254	450...5126	864...9841	120	1,13
3	4,2...41	13...207	37...506	62...848	138...1902	239...3295	544...7495	1045...14387	134	1,65
4	4,8...54	15...271	42...666	70...1111	158...2492	274...4317	623...9820	1196...18851	144	2,16
5	5,4...67	16...334	47...822	78...1370	176...3074	304...5325	692...12113	1328...23253	152	2,67
6	5,8...80	18...397	51...976	85...1627	191...3651	332...6324	754...14386	1448...27616	159	3,17
7	6,3...92	19...459	55...1129	92...1882	206...4224	357...7317	811...16644	1557...31950	167	3,67
8	6,7...105	20...521	59...1281	98...2136	219...4793	380...8303	864...18888	1659...36258	170	4,16
10	7,4...129	23...644	65...1584	109...2642	244...5928	422...10269	961...23360	1845...44842	180	5,15
12	8,1...154	25...767	71...1886	119...3145	266...7058	461...12226	1049...27811	2013...53388	188	6,13
15	9,0...191	28...951	79...2337	132...3898	296...8746	513...15150	1167...34463	2241...66157	198	7,59
25	11,6...314	35...1567	102...3852	169...6424	380...14414	659...24969	1499...56799	2877...109034	224	12,51

* Hodnoty jsou pouze orientační

Rozsahy měření přehřáté páry

Počátek rozsahu měření pro přehřátou páru a plyny je závislý na jejich měrné hmotnosti. Přitom hustota u přehřáté páry závisí na tlaku a teplotě, jak je uvedeno ve vedlejší tabulce. Pokud je průtok, jak je u páry obvyklé, udáván v hmotnostních jednotkách, pak se přepočet na průtočný objem provede pomocí měrné hmotnosti.

Objemový/hmotnostní průtok ($\dot{V}/\dot{m}$)

$$\dot{m}[\text{kg/h}] = \dot{V}[\text{m}^3/\text{h}] \cdot \rho[\text{kg/m}^3]$$

$$\dot{V}[\text{m}^3/\text{h}] = \frac{\dot{m}[\text{kg/h}]}{\rho[\text{kg/m}^3]}$$

P [bar abs]	Měrná hmotnost páry [kg/m³]		
	150 °C	200 °C	250 °C
0,5	0,26	0,23	0,21
1,0	0,52	0,46	0,42
1,5	0,78	0,70	0,62
2,0	1,04	0,93	0,83
2,5	1,31	1,16	1,04
3,0	1,58	1,39	1,25
3,5	1,85	1,63	1,46
4,0	2,12	1,87	1,68
5,0		2,35	2,11
6,0		2,84	2,54
7,0		3,33	2,97
8,0		3,83	3,41
10,0		4,86	4,30
12,0		5,91	5,20
15,0		7,55	6,58
20,0			8,98
25,0			11,49

Příklad pro přehřátou páru

Hledáme:

jmenovitou světlost (DN)) pro měření průtoku 4 t/h přehřáté páry při 200 °C a 10 bar abs.

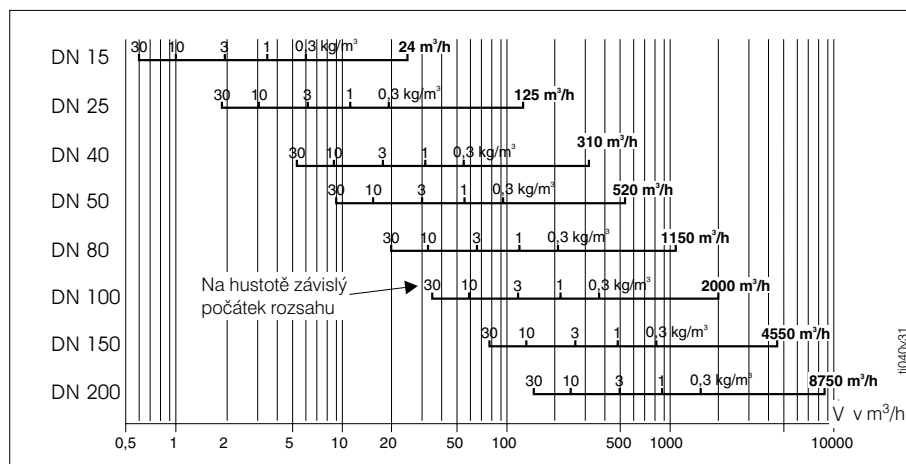
Řešení:

a) přepočet t/h $\Rightarrow$ m³/h při dosazení odpovídající hustoty (4,86 kg/m³) z hořejší tabulky

$$\dot{V}[\text{m}^3/\text{h}] = \frac{\dot{m}}{r} = \frac{4000 \text{ kg/h}}{4,86 \text{ kg/m}^3} = 823 \text{ m}^3/\text{h}$$

b) v nomogramu pro rozsah měření páry a plynu se zvolí odpovídající jmenovitá světlost pro $V = 823 \text{ m}^3/\text{h} \Rightarrow \text{DN } 80$. Pro hustotu $\rho = 4,86 \text{ kg/m}^3$ leží začátek měření na 42 m³/h. Z toho tedy vychází rozsah měření 42...1150 m³/h příp. 204...5590 kg/h.

Nomogram rozsahů měření pro plyn a páru



Normální/provozní měrná hmotnost (ρ_N/r)

Počátek rozsahu měření pro plyn závisí na jeho měrné hustotě. Pro ideální plyn se přepočet normální/provozní hustoty provádí podle následujících vzorců:

$$\rho[\text{kg/m}^3] = \frac{\rho_N[\text{kg/Nm}^3]P[\text{bar abs}]273,15 \text{ K}}{T[\text{K}]}$$

$$\rho_N[\text{kg/Nm}^3] = \frac{\rho[\text{kg/m}^3]T[\text{K}]}{P[\text{bar abs}]273,15 \text{ K}}$$

Normální/provozní objem (V_N/V_B)

Průtok plynu se často udává též v jednotkách normálního objemu. Pro ideální plyn se propočet normální/provozní objem provádí podle následujících vzorců:

$$\dot{V}[\text{m}^3/\text{h}] = \frac{\dot{V}_N[\text{Nm}^3/\text{h}]T[\text{K}]}{273,15 \text{ KP}[\text{bar abs}]}$$

$$\dot{V}_N[\text{Nm}^3/\text{h}] = \frac{\dot{V}[\text{m}^3/\text{h}]273,15 \text{ KP}[\text{bar abs}]}{T[\text{K}] \cdot 1,013 \text{ bar}}$$

Výše uvedený vzorec pro „rozsahy měření přehřáté páry“ lze použít pro přepočet průtoku hmotnostního na průtok objemový.

P = provozní tlak
T = provozní teplota

Rozsahy měření tekutin

Příklad pro tekutiny

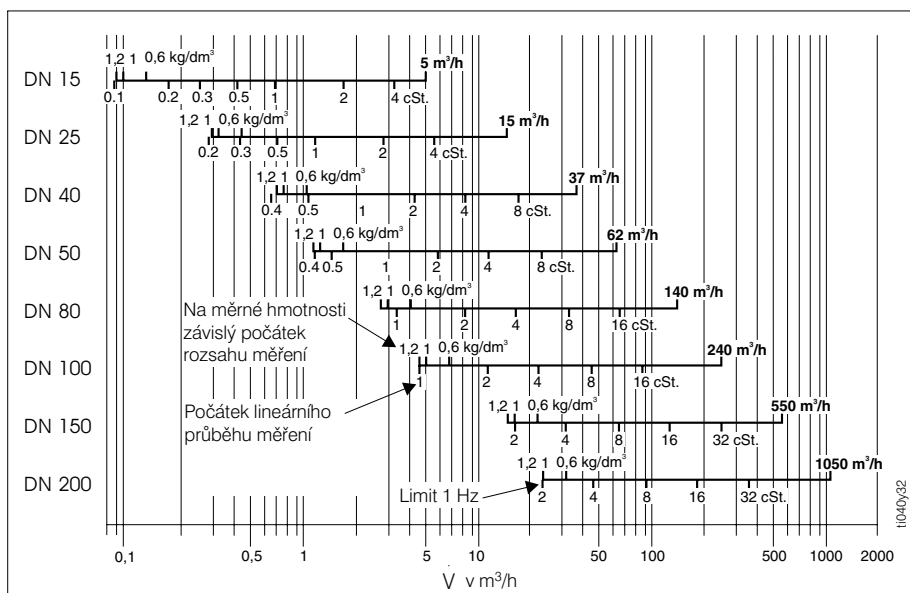
Hledáme:

jmenovitou světlost (DN) pro měření
40 m³/h tekutiny o měrné hmotnosti
0,8 kg/dm³ a kinematické viskozitě 2 cSt.

Řešení:

z nomogramu pro rozsah měření tekutin
se zvolí odpovídající jmenovitá světlost
pro $\dot{V} = 40 \text{ m}^3/\text{h} \Rightarrow \text{DN } 50$.
Pro měrnou hmotnost $\rho = 0,8 \text{ kg/dm}^3$
a kinematickou viskozitu 2 cSt začíná
měření na 1,5 m³/h a lineární průběh
měření od 5,6 m³/h. Z toho tedy vychází
rozsah měření 1,5...62 m³/h, příp.
1.200...49.600 kg/h.

Nomogram rozsahů
měření pro tekutiny



Pokles tlaku

Tlaková ztráta:

$$\Delta p [\text{mbar}] = \text{koeficient } C \cdot \text{hustota } \rho [\text{kg/m}^3]$$

Koeficient C se vyhledá v níže uvedeném diagramu

Příklad pro sytou páru

Hledáme:

tlakovou ztrátu při průtoku 8 t/h syté páry
(12 bar abs) pro jmenovitou světlost
DN 100.

Řešení:

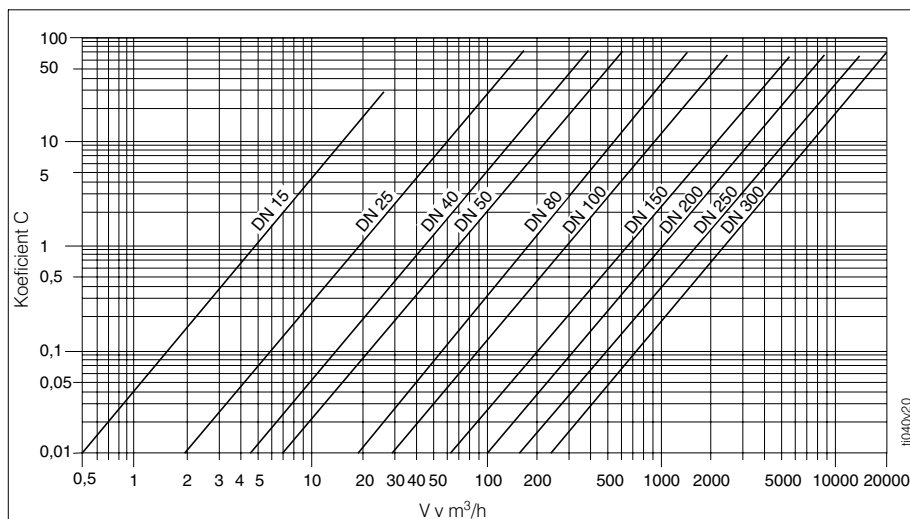
přepočít $\text{kg/h} \Rightarrow \text{m}^3/\text{h}$ při odpovídající
měrné hustotě páry (6,13 kg/m³) ode-
čtené z tabulky na str. 10.

$$\dot{V} [\text{m}^3/\text{h}] = \frac{m}{\rho} = \frac{8000 \text{ kg/h}}{6,13 \text{ kg/m}^3} = 1305 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\dot{V} = 1305 \text{ m}^3/\text{h} \text{ a } \text{DN} = 100 \Rightarrow C = 20$$

$$\Delta p = C \cdot \rho = 20 \cdot 6,13 \text{ kg/m}^3 \Rightarrow 123 \text{ mbar}$$

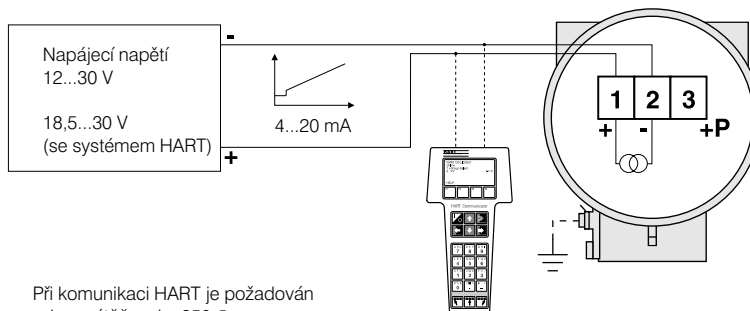
Nomogram pro tlakovou
ztrátu



Elektrické připojení

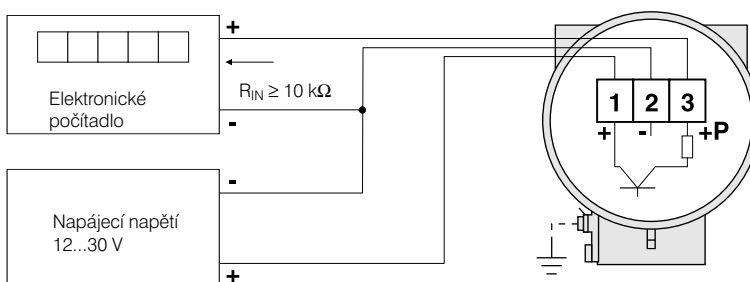
Standardní provedení

4...20 mA (s/bez protokolu HART)



ti040y09

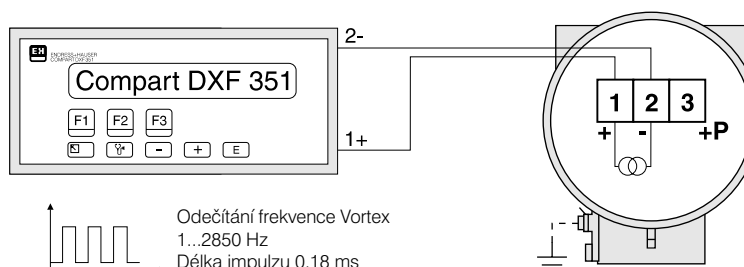
3-vodičový výstup pro nastavitelné součtové napěťové impulzy



Toto zapojení neumožňuje komunikaci HART

ti040y10

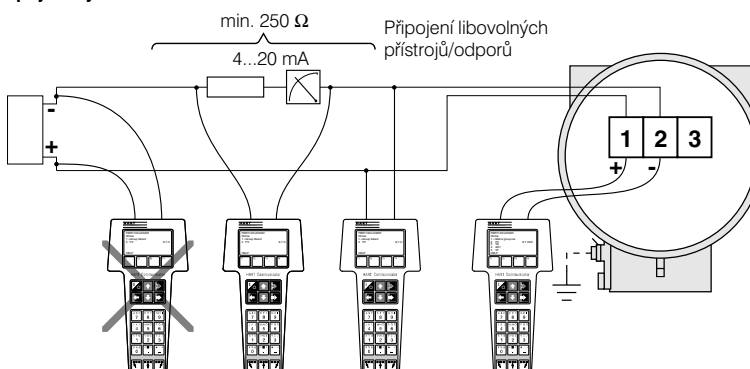
PFM 2-vodičový výstup frekvenčních proudových impulzů



Toto zapojení neumožňuje komunikaci HART

ti040y11

Připojení systému HART



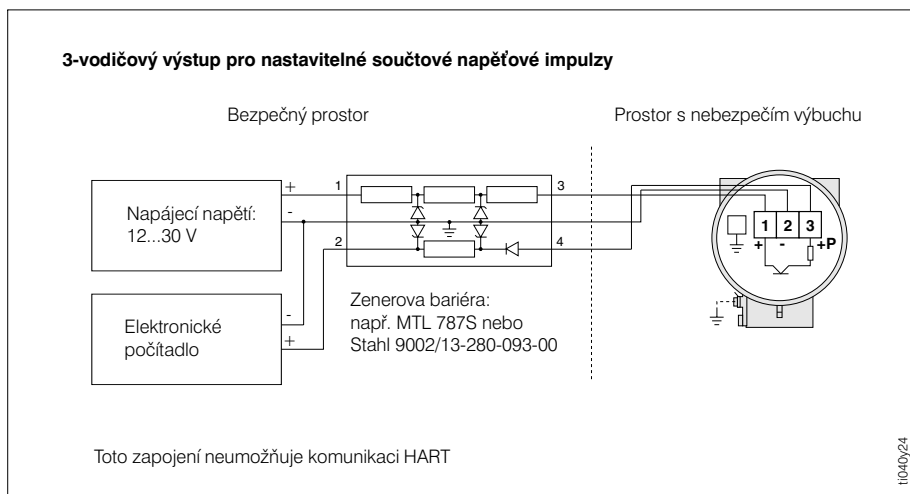
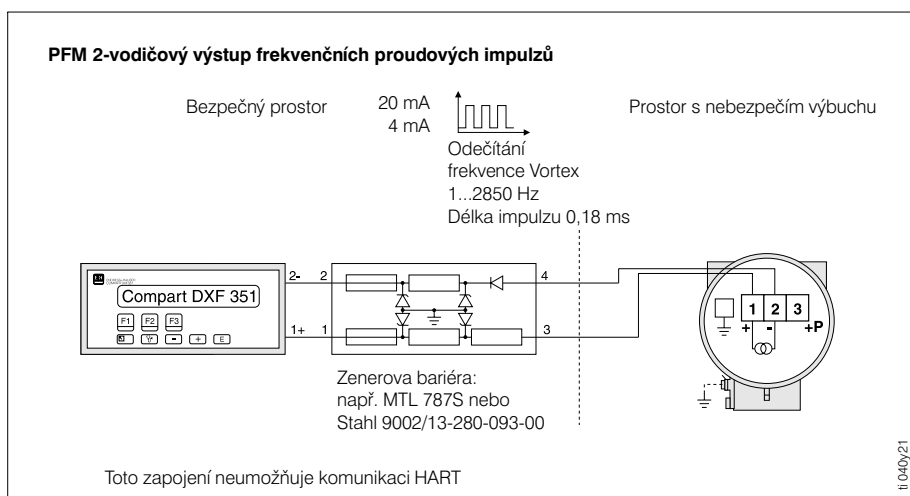
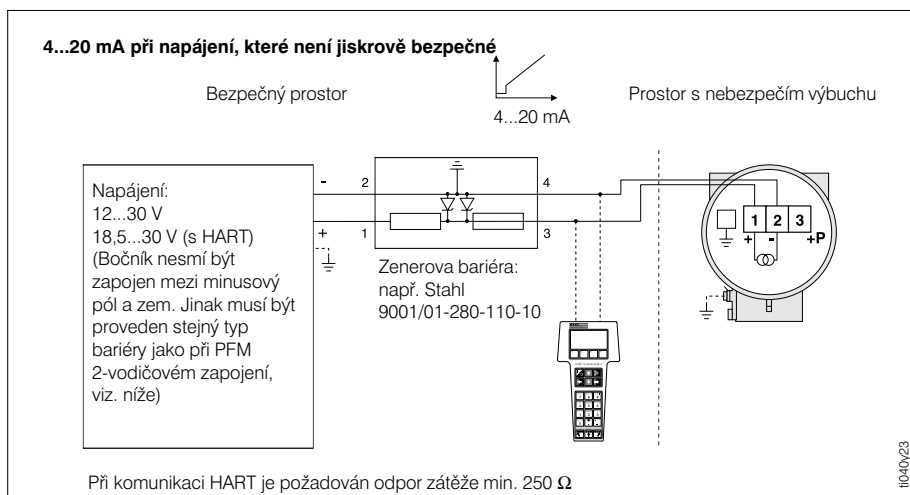
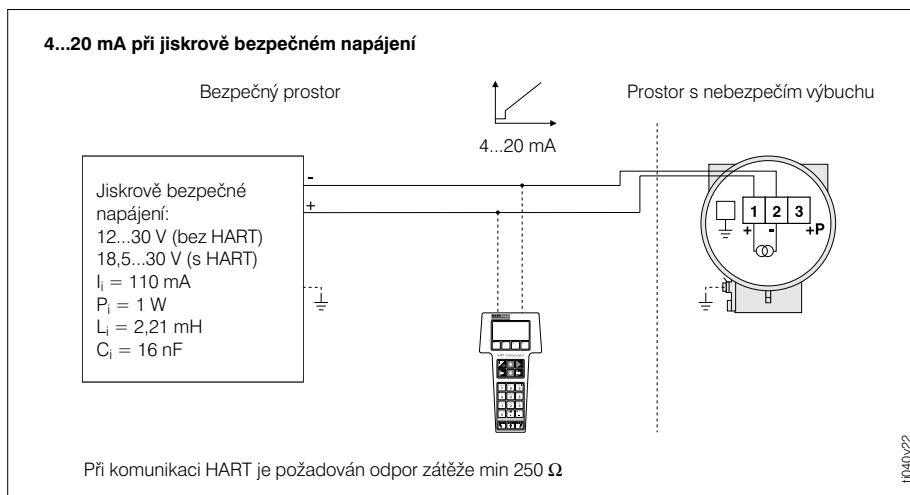
ti040y12

Elektrické připojení

Provedení Ex-i

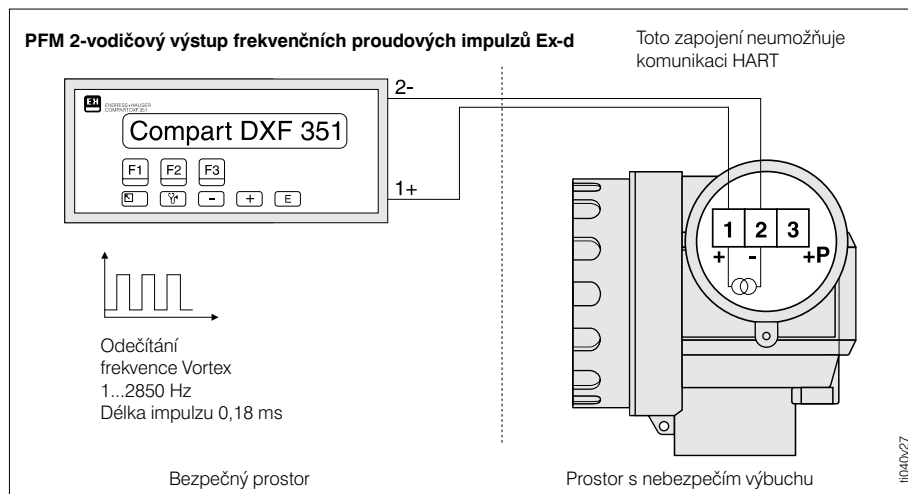
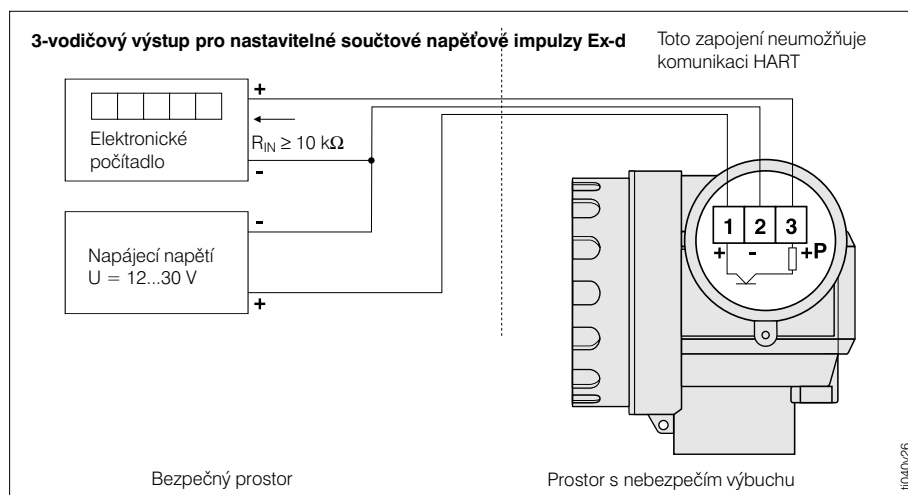
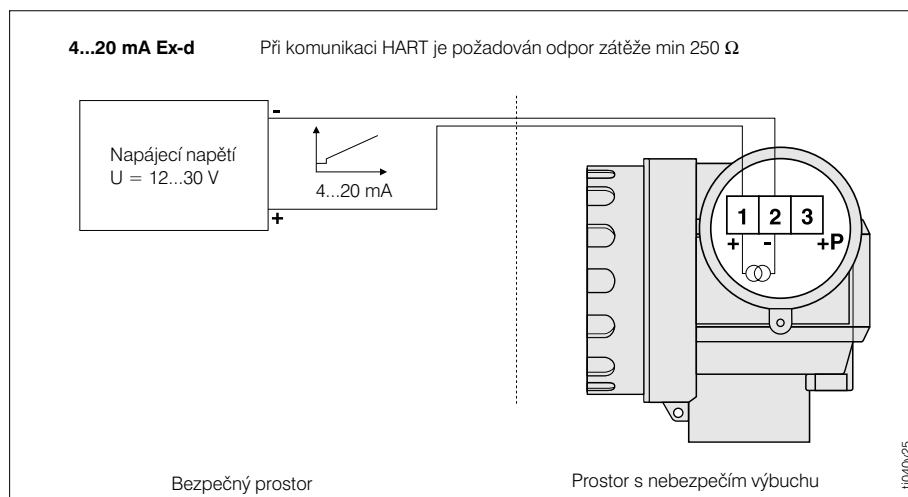
Upozornění!

Podél proudového okruhu (uvnitř i vně prostředí s nebezpečím výbuchu) musí být zajištěno vyrovnání potenciálu. Pokud není vyrovnání potenciálu zaručeno vestavbou do potrubí, lze pro tento účel použít zemnicí svorku na hlavici nebo ve svorkovnici.



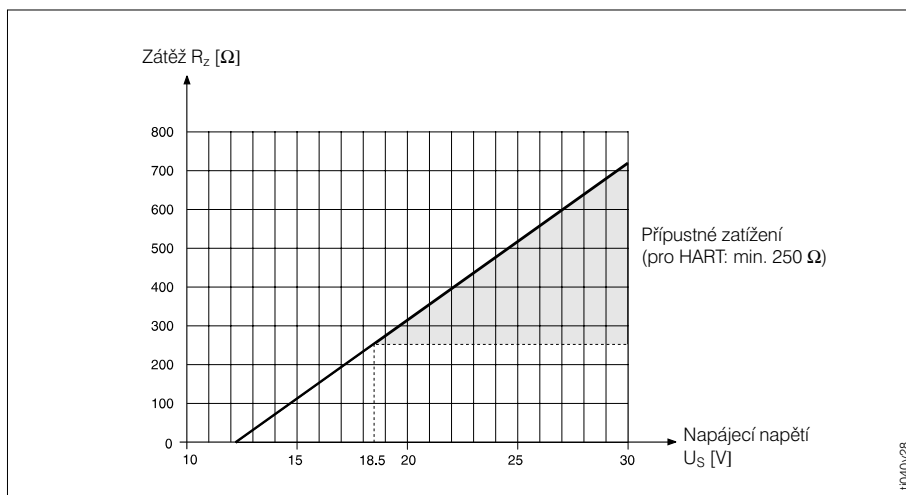
Elektrické připojení

Provedení Ex-d



Elektrické připojení

Zátěž



$$R_z = \frac{U_s \cdot U_{KI}}{I_{\max} \times 10^{-3}} = \frac{U_s \cdot 12}{0,025}$$

R_z = odpor zátěže

U_s = napájecí napětí (12...30 V DC)

U_{KI} = svorkové napětí pro Prowirl 77 (min. 12 V DC)

$I_{\max}$ = výstupní proud (25 mA)

Upozornění!

Pokud probíhá po proudové smyčce komunikace v protokolu HART, pak je požadovaný minimální odpor zátěže 250 Ω; U_s = min. 18,5 V DC

Commuwin II

Obsluha pomocí software Commuwin II

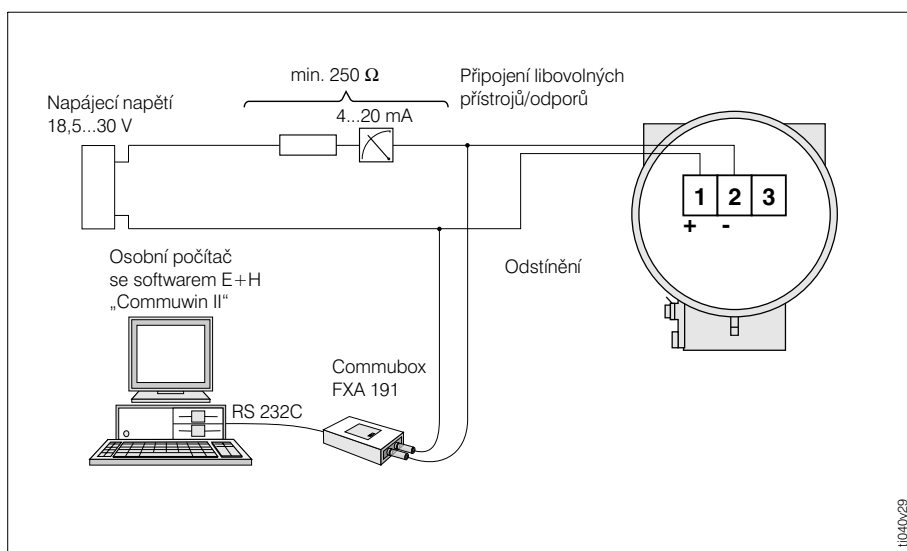
Měřicí převodník Prowirl 77 může být spojen s osobním počítačem sériovým přenosem RS 232 C přes Commubox FXA 191, což umožňuje jeho dálkovou obsluhu pomocí E+H programu „Commuwin II“.

Připojení na vedení analogového signálu 4...20 mA (viz níže).

Max. odpor smyčky na proudovém výstupu je závislý na napájecím napětí (viz. str. 15).

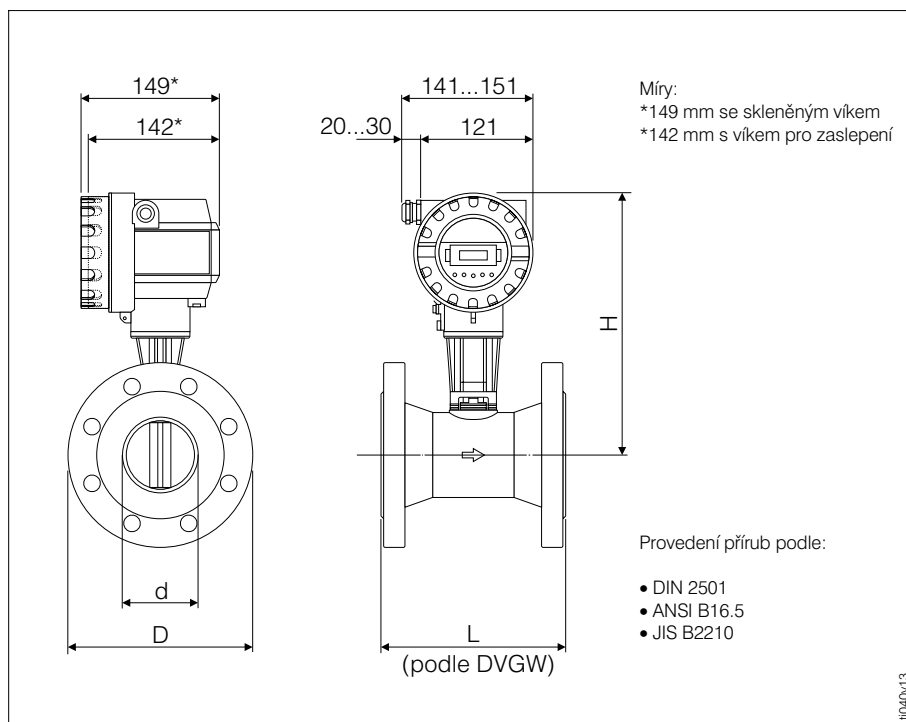
Upozornění!

Spínač na Commuboxu nastavte na polohu HART.



Rozměry a hmotnosti

Prowirl 77 F



DN	Norma	Odstupňo- vání tlaku	d [mm]	D [mm]	H [mm]	L [mm]	X [mm]	Hmot- nost [kg]
15 / 1/2"	DIN	PN 40	17,3	95,0	248	200	17	5
	ANSI SCHED 40	Cl. 150	15,7	88,9				
		Cl. 300	15,7	95,0				
	ANSI SCHED 80	Cl. 150	13,9	88,9				
		Cl. 300	13,9	95,0				
	JIS SCHED 40	Cl. 10K	16,1	95,0				
Cl. 20K		16,1	95,0					
25 / 1"	JIS SCHED 80	Cl. 10K	13,9	95,0	255	200	19	7
		Cl. 20K	13,9	95,0				
	DIN	PN 40	28,5	115,0				
	ANSI SCHED 40	Cl. 150	26,7	107,9				
		Cl. 300	26,7	123,8				
	ANSI SCHED 80	Cl. 150	24,3	107,9				
Cl. 300		24,3	123,8					
40 / 1 1/2"	JIS SCHED 40	Cl. 10K	27,2	125,0	263	200	21	10
		Cl. 20K	27,2	125,0				
	JIS SCHED 80	Cl. 10K	24,3	125,0				
		Cl. 20K	24,3	125,0				
	DIN	PN 40	43,1	150				
	ANSI SCHED 40	Cl. 150	40,9	127				
Cl. 300		40,9	155,6					
ANSI SCHED 80	Cl. 150	38,1	127					
	Cl. 300	38,1	155,6					
JIS SCHED 40	Cl. 10K	41,2	140					
	Cl. 20K	41,2	140					
JIS SCHED 80	Cl. 10K	38,1	140					
	Cl. 20K	38,1	140					

Rozměry a hmotnosti

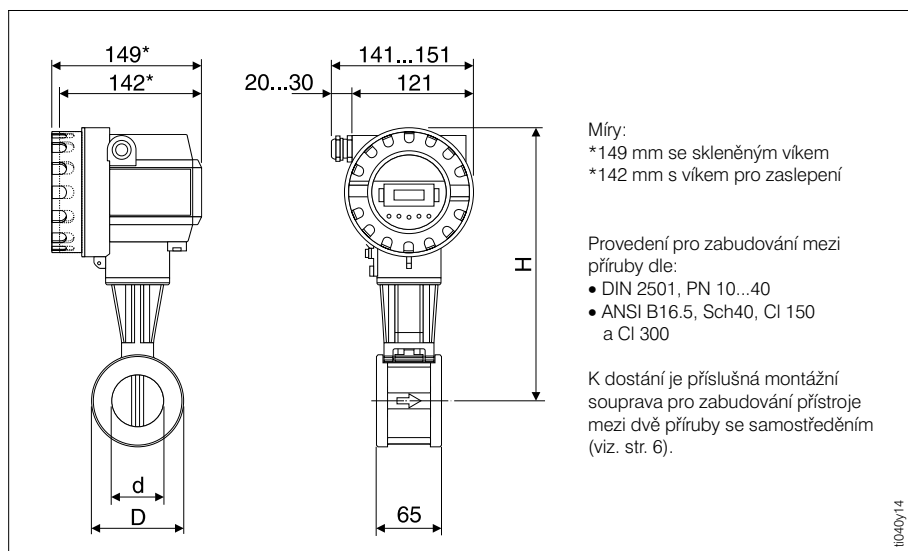
Prowirl 77 F

(pokračování)

DN	Norma	Ods. tlaku	d	D	H	L	X	Hmot.
50 / 2"	DIN	PN 40	54,5	165	270	200	24	12
	ANSI SCHED 40	Cl. 150	52,6	152,4				
		Cl. 300	52,6	165				
	ANSI SCHED 80	Cl. 150	49,2	152,4				
		Cl. 300	49,2	165				
	JIS SCHED 40	Cl. 10K	52,7	155				
		Cl. 20K	52,7	155				
	JIS SCHED 80	Cl. 10K	49,2	155				
		Cl. 20K	49,2	155				
	80 / 3"	DIN	PN 40	82,5	283	200	30	20
		ANSI SCHED 40	Cl. 150	78				
			Cl. 300	78				
		ANSI SCHED 80	Cl. 150	73,7				
			Cl. 300	73,7				
		JIS SCHED 40	Cl. 10K	78,1				
			Cl. 20K	78,1				
		JIS SCHED 80	Cl. 10K	73,7				
			Cl. 20K	73,7				
	100 / 4"	DIN	PN 16	107,1	295	250	33	27
			PN 40	107,1				
		ANSI SCHED 40	Cl. 150	102,4				
			Cl. 300	102,4				
		ANSI SCHED 80	Cl. 150	97				
			Cl. 300	97				
		JIS SCHED 40	Cl. 10K	102,3				
			Cl. 20K	102,3				
		JIS SCHED 80	Cl. 10K	97				
			Cl. 20K	97				
150 / 6"	DIN	PN 16	159,3	285	319	300	38	51
		PN 40	159,3	300				
	ANSI SCHED 40	Cl. 150	154,2	279,4				
		Cl. 300	154,2	317,5				
	ANSI SCHED 80	Cl. 150	146,3	279,4				
		Cl. 300	146,3	317,5				
	JIS SCHED 40	Cl. 10K	151	280				
		Cl. 20K	151	305				
	JIS SCHED 80	Cl. 10K	146,3	280				
		Cl. 20K	146,3	305				
200 / 8"	DIN	PN 10	202,7	340	348	300	46	66
		PN 16		340				66
		PN 25		360				74
		PN 40		375				80
	ANSI SCHED 40	Cl. 150		342,9				67
		Cl. 300		381				83
	JIS SCHED 40	Cl. 10K		330				63
		Cl. 20K		350				70

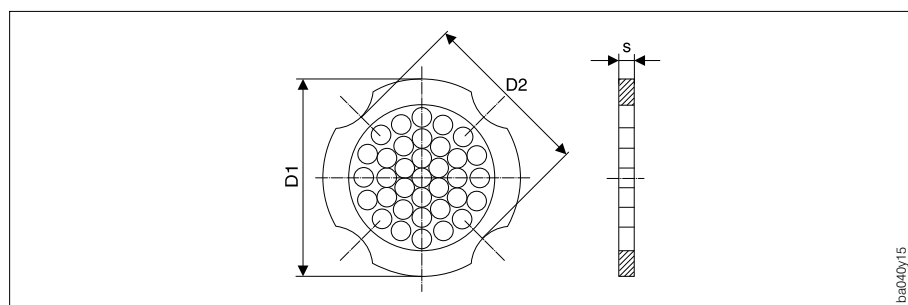
Rozměry a hmotnosti

Prowirl 77 W



DN		d	D	H	Hmotnost
DIN	ANSI	[mm]	[mm]	[mm]	[kg]
15	"	16,50	45,0	247	3,0
25	1"	27,60	64,0	257	3,2
40	1 1/2"	42,00	82,0	265	3,8
50	2"	53,50	92,0	272	4,1
80	3"	80,25	127,0	286	5,5
100	4"	104,75	157,2	299	6,5

Usměrňovač proudění



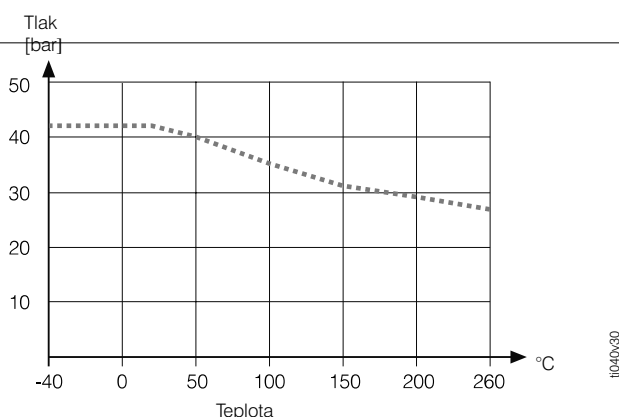
DN	Odstupňování tlaku DIN / ANSI		Průměr středění [mm]					Hmotnost [kg]	
			DIN		ANSI		s		
			D1	D2	D1	D2		DIN	ANSI
15 (1/2")	PN 10...40	Cl. 150	–	54,3	51,1	–	2,0	0,04	0,03
		Cl. 300	64,3	–	56,5	–	2,0	0,05	0,04
25 (1")	PN 10...40	Cl. 150	74,3	–	–	69,2	3,5	0,12	0,12
		Cl. 300	85,3	–	74,3	–	3,5	0,15	0,12
40 (1 1/2")	PN 10...40	Cl. 150	95,3	–	–	88,2	5,3	0,3	0,3
		Cl. 300	106,3	–	–	97,7	5,3	0,4	0,3
50 (2")	PN 10...40	Cl. 150	–	110,0	–	106,6	6,8	0,5	0,5
		Cl. 300	116,3	–	113,0	–	6,8	0,6	0,5
80 (3")	PN 10...40	Cl. 150	–	145,3	138,4	–	10,1	1,4	1,2
		Cl. 300	151,3	–	151,3	–	10,1	1,4	1,4
100 (4")	PN 10/16 PN 25/40	Cl. 150	–	165,3	–	176,5	13,3	2,4	2,7
			171,3	–				2,4	
		Cl. 300	–	176,5	182,6	–		2,4	2,7
150 (6")	PN 10/16 PN 25/40	Cl. 150	–	221,0	223,9	–	20,0	6,3	6,3
			–	227,0				7,8	
		Cl. 300	252,0	–	252,0	–		7,8	7,8
200 (10")	PN 10	Cl. 150	274,0	–	–		26,3	11,5	
	PN 16		–	274,0	–	274,0		12,3	12,3
	PN 25		280,0	–				12,3	
	PN 40		–	294,0				15,9	

Technické údaje

Použití	
Označení	Systém měření průtoku „Prowirl 77“
Funkce přístroje	Měření objemového průtoku syté páry, přehřáté páry, plynů a tekutin. Pokud jsou provozní tlak a provozní teplota stálé, pak může být na přístroji Prowirl 77 průtok uváděn též v jednotkách hmotnosti, tepla nebo normálního objemu
Funkce a struktura systému	
Princip měření	Vírový průtokoměr Prowirl 77 pracuje na fyzikálním principu Kármánovy vírové stezky
Systém měření	Skupina přístrojů „Prowirl 77“ sestává z: • Měřicí převodník: Prowirl 77 „PFM“ Prowirl 77 „4...20 mA/HART“ Prowirl 77 „PROFIBUS PA“ • Měřicí snímač: Prowirl 77 W provedení pro zabudování mezi dvě příruby (DN 15...150) Prowirl 77 F provedení s přírubami (DN 15...200, větší jmenovitá světlost na dotaz)
Vstupní veličiny	
Hodnota měření	Střední rychlost proudění a průtočný objem jsou přímo úměrné frekvenci tvorby vírů za náporovým tělesem
Rozsah měření	Rozsah měření je závislý na vlastnostech měřené látky a na průměru potrubí (viz. str. 8) • Koncová hodnota rozsahu měření: - tekutiny: $V_{\max} = 9 \text{ m/s}$ - plyn/pára: $V_{\max} = 75 \text{ m/s}$ (DN 15 $V_{\max} = 46 \text{ m/s}$) • Počátek rozsahu měření: - závisí na hustotě měřené látky a na jejím Reynoldsově čísle, $Re_{\min} = 4000$, $Re_{\text{linear}} = 20000$ $DN 15 + 25 \text{ } v_{\min} = \frac{6}{\sqrt{\rho}} \text{ m/s mit } \rho \text{ v } \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ $DN 40...200 \text{ } v_{\min} = \frac{7}{\sqrt{\rho}} \text{ m/s mit } \rho \text{ v } \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ - minimální měřitelná frekvence: 1 Hz
Výstupní veličiny	
Výstupní signál	• 4...20 mA; koncovou hodnotu a časovou konstantu lze nastavit • PFM- frekvenční proudové impulsy odečítání frekvence Vortex, délka impulsu 0,18 m/s • Nastavitelné součtové napěťové impulsy otevřený kolektor, tříodičové propojení max. výstupní frekvence $f_{\max} = 100 \text{ Hz}$ $I_{\max} = 10 \text{ mA}$; $U_{\max} = 30 \text{ V}$; $R_i = 500 \Omega$; šířka impulsu $B = 0,05...2,0 \text{ s}$
Signál při poruše	Pokud trvá porucha, platí následující: • LED dioda: nesvíí • Výstup proudu: lze naprogramovat (3,6 mA, 22 mA nebo pokračování v měření bez ohledu na poruchu) • Výstup napěťových stavek se nevodivým a nevysílá žádné impulsy • Počítadlo: zastaví se a uvádí poslední stav
Zátěž	Viz. diagram na str. 15
Galvanické oddělení	Elektrické přípoje jsou od měřicího snímače galvanicky oddělené

Technické údaje

(pokračování)

Přesnost měření	
Referenční podmínky	Meze chyb podle ISO/DIN 11631: • 20...30°C, 2...4 bar • kalibrační zařízení vztaženo na národní normál
Odchylka měřené hodnoty	Tekutiny < 0,75 % z m.h. pro $Re_D > 20000$ < 0,75 % z m.h. pro $Re_D 4000...20000$ Plyn/pára < 1 % z m.h. pro $Re_D > 20000$ < 1 % z k.h. pro $Re_D 4000...20000$ Proudový výstup teplotní koeficient < 0,03 % z k.h./K
Opakovatelnost	$\leq \pm 0,25$ % z m.h.
Podmínky pro nasazení přístroje	
Podmínky pro zabudování	Libovolná poloha zabudování (svislá, vodorovná) Prostorové omezení a další podmínky viz. str. 6
Nátoková / výtoková dráha	Nátoková dráha: $> 10 \times DN$ Výtoková dráha: $> 5 \times DN$ (Bližší údaje o závislosti na provedení instalace potrubí a jeho součástech viz. str. 5)
Teplota okolí	-40...60 °C, nezávisle na teplotě měřené látky (-20...60 °C v provedení Ex d) Při montáži ve volném prostředí chraňte přístroj před přímým slunečním svitem ochranným krytem proti povětrnosti, zvláště v teplých klimatických regionech s vysokou teplotou okolí
Krytí	IP 67 (NEMA 4X)
Odolnost proti rázům a chvění	1 g až 500 Hz (ve všech směrech)
Elektromagnetická slučitelnost (EMS)	Podle EN 50081 díl 1 a 2/EN 50082 díl 1 a 2, jakož i podle průmyslového standardu NAMUR
Podmínky pro vlastnosti měřené látky	
Teplota měřené látky	• Měřená látka: -40...260°C • Těsnění: - grafit -40...260°C - viton -15...175°C - kalrez -20...220°C
Tlak měřené látky	
Tlaková ztráta	Podle jmenovité světlosti a druhu média (viz. str. 11)

Technické údaje

(pokračování)

Konstrukční uspořádání	
<i>Provedení / rozměry</i>	viz. str. 16
<i>Hmotnost</i>	viz. str. 16
<i>Konstrukční materiály:</i> <i>Hlavice měřicího převodníku</i> <i>Měřicí snímač</i> - Sendvič / příruba - Čidlo - Krček <i>Těsnění</i>	Hliníkový tlakový odlitek potažený nanešením práškového laku Nerezová ocel, 17 350, ve shodě s NACE MR0175 Nerezová ocel, 17 350, ve shodě s NACE MR0175 Nerezová ocel, DIN 1.4308 (ANSI 304L) viton kalrez grafit
<i>Kabelové průchodky</i>	Pro napájecí a signální kabely (na výstupu): kabelové průchodky PG 13,5 (5...11,5 mm) nebo závit pro průchodku: M20 x 1,5 (8...11,5 mm) 1/2" NPT G 1/2"
<i>Napojení na proces</i>	Sendvič: Montážní souprava (viz. str. 6) pro příruby podle: - DIN 2501, PN 10...40 - ANSI B16.5, Sch40, Cl 150 a Cl 300 Příruba: - PN 10...40 (DIN 2501) - třída 150/300 Sch40/80 ANSI B16.5 (Sch80 ne pro DN 200) - 10K/20K Sch40/80 JIS B2210 (Sch80 ne pro DN 200)
Displej a obsluha na přístroji	
<i>Koncept obsluhy / displej</i>	• Zobrazení tekutými krystaly 4-místné se 3-mi desetinnými místy 2-místný údaj exponentu sloupec jako indikátor průtoku v % • LED dioda stavové zobrazení • Ovládání 4 tlačítka, které slouží k programování všech funkcí přístroje podle obslužné matice E+H • Obsluha HART ručním obslužným přístrojem DXR 275 nebo se softwarem Commwin II
Napájecí napětí	
<i>Napájecí napětí</i>	12...30 V DC (bez systému HART) 18.5...30 V DC (se systémem HART)
<i>Příkon</i>	<1 W DC (včetně měřicího snímače)
<i>Výpadek napájení</i>	LED dioda nesvítí Součtový čítač vynulován Veškeré zadané údaje zůstanou zachovány v paměti EEPROM
Certifikáty a schválení	
<i>Schválení Ex</i>	<i>Ex i:</i> CENELEC + SEV, FTZÚ Radvanice: EEx ib IIC T1...T6 FM: Cl I/II Div 1, skupina A...G CSA: třída I Div 1, skupina A...D třída II Div 1, skupina E...G třída III Div 1 <i>Ex d:</i> CENELEC + SEV: (připravuje se) FM: (připravuje se) CSA: (připravuje se) Schéma elektrického připojení naleznete na str. 13 a dalších
<i>Označení CE</i>	Měřicí systém Prowirl 77 splňuje zákonné požadavky směrnic EU Úspěšné provedení zkoušek potvrzuje Endress+Hauser umístěním značky CE na přístroji
<i>Prohlášení o shodě</i>	Pro zařízení je vydáno Prohlášení o shodě dle zákona č. 22/1997 Sb.

Technické údaje

(pokračování)

Informace pro objednávku	
<i>Příslušenství</i>	• Montážní souprava pro sendvič • Náhradní díly podle zvláštního ceníku • Přepočítací jednotka Compact DXF 351
<i>Doplňující dokumentace</i>	• Provozní návod Prowirl 77 provedení „PFM“ (BA 034D/06) • Provozní návod Prowirl 77 provedení „4...20 mA / HART“ (BA 032D/06) • Provozní návod Prowirl 77 provedení „PROFIBUS PA“ (připravuje se) • Systémová informace (SI 015D/06) • Dodatková dokumentace Ex - CENELEC (EX 014D/06/A2) - SEV (EX 015D/06/C2) - FM (EX 016D/06/A2) - CSA (EX 017D/06/D2)
Externí normy a směrnice	
EN 60529 (Druhy krytí IP) EN 61010 (Bezpečnostní ustanovení pro elektrické, měřicí, ovládací, regulační a laboratorní přístroje) EN 50081 díl 1 a 2/ EN 50082 díl 1 a 2 (Odolnost proti rušení) NAMUR (Společnost pro zpracování norem měřicí a regulační techniky v chemickém průmyslu) NACE (National Association of Corrosion Engineers)	

Česká republika

Endress+Hauser Czech s.r.o.

Pracoviště:

Louny
Ing. Jan Šimek
Štědrého 2172
440 01 Louny
tel./fax: 0395 / 65 44 87
tel.: 0602 620 116
e-mail: honza.simek@iol.cz

Brno
Ing. Tomáš Halámk
Příkop 27b
602 00 Brno
tel./fax: 05 / 45 24 19 85
tel.: 0602 620 117
e-mail: tomas.halamik@iol.cz

Ostrava
Pavel Dyba
Pošt. příhrádka 5
700 30 Ostrava
tel./fax: 069 / 678 2904
tel.: 0602 74 44 81
e-mail: pavel.dyba@iol.cz

Obchodní zastoupení:

Praha
Jiří Moravec
Litevská 1
Pošt. příhrádka 9
100 05 Praha 10
tel./fax: 02 / 7174 5606
02 / 7174 6479

Hradec Králové
Ing. Miloš Legner
Kydlinovská 222
503 01 Hradec Králové
tel.: 049 / 614209
0603 324 551
fax: 049 / 61 28 93
e-mail:
milos.legner@hk.czcom.cz

Slovenská republika

Výhradní zastoupení:

Transcom technik s.r.o.
Bojnická 14
832 83 Bratislava
tel.: 07 / 4488 0260
07 / 4488 0261
07 / 4488 8690
fax: 07 / 4488 7112

Autorizovaný distributor:

PPA TRADE s.r.o.
Vajnorská 137
830 00 Bratislava
tel.: 07 / 4445 4570
fax: 07 / 4445 4572

Sídlo v SRN:

Endress+Hauser Instruments International GmbH+Co. • Colmarer Straße 6
79576 Weil am Rhein • Tel. +49-7621-97502 • Fax +49-7621 975345

Endress+Hauser

Naše měřítka je praxe

