

HMOTNOSTNÍ PRŮTOKOMĚŘ GFM

Návod pro obsluhu

Vydání 050831



Aalborg

Zastoupení pro Českou republiku:

Chromservis s.r.o.

Jakobiho 327

109 00 Praha 10-Petrovice

Tel: +420 2 74021211 Fax: +420 2 74021220

E-mail: chromservis@chromservis.cz

1. OBSAH

1. OBSAH	2
2. ROZBALENÍ HMOTNOSTNÍHO PRŮTOKOMĚRU GFM	3
2.1 KONTROLA OBALU PRŮTOKOMĚRU	3
2.2 ROZBALENÍ HMOTNOSTNÍHO PRŮTOKOMĚRU	3
2.3 VRÁCENÍ ZBOŽÍ K OPRAVĚ	3
3. INSTALACE	3
3.1 PŘIPOJENÍ PLYNU	3
3.2 ELEKTRICKÉ PŘIPOJENÍ	4
4. PRINCIP MĚŘENÍ	5
5. TECHNICKÉ PARAMETRY	6
5.1 SHODA S CE	7
6. PRŮTOKY	8
7. NÁVOD K POUŽITÍ	9
7.1 PŘÍPRAVA A UVEDENÍ DO PROVOZU	9
7.2 ODEČET PRŮTOKU (VÝSTUPNÍHO SIGNÁLU)	9
7.3 ZAHLCENÍ PŘÍSTROJE	10
8. ÚDRŽBA	10
8.1 ÚVOD	10
8.2 VYČISTĚNÍ PLYNOVÉ CESTY	10
9. KALIBRACE	12
9.1 KALIBRACE PRŮTOKU	12
9.2 KALIBRACE PRŮTOKOMĚRU GFM	13
9.3 NASTAVENÍ LINEARITY	14
9.4 ZMĚNA ROZSAHU VÝSTUPNÍCH HODNOT DISPLEJE	15
10. ODSTRAŇOVÁNÍ CHYB	15
10.1 ZÁVADY A JEJICH ODSTRANĚNÍ	15
10.2 TECHNICKÁ PODPORA	16
11. ÚPRAVA KALIBRACÍ NA ZÁKLADĚ REFERENČNÍCH PLYNŮ	17
DODATEK 1 - SCHÉMA KOMPONENT ELEKTRONICKÉ DESKY	18
DODATEK 2 - K FAKTORY	19
DODATEK 3 - ROZMĚRY PRŮTOKOMĚRU	23
DODATEK 4 - ZÁRUKA	24

UPOZORNĚNÍ:

Před použitím přístroje se řádně seznámte s tímto návodem pro obsluhu.

2. ROZBALENÍ HMOTNOSTNÍHO PRŮTOKOMĚRU GFM

2.1 Kontrola obalu průtokoměru

Hmotnostní průtokoměr GFM je zabalen v silné lepenkové krabici, s antistatickým tlumícím materiálem odolným proti přepravním otřesům. Prohlédněte balík, zda není viditelně poškozen. V případě vnějšího poškození neprodleně kontaktujte přepravce.

2.2 Rozbalení hmotnostního průtokoměru

Opatrně otevřete horní víko krabice a zkontrolujte zda nejsou vidět známky poškození. V případě poškození kontaktujte přepravce a kopii zprávy o poškození zašlete Vašemu dodavateli.

Ujistěte se, že jste obdrželi všechny součástky zapsané na dodacím listu. O případných nesrovnalostech okamžitě informujte dodavatele.

2.3 Vrácení zboží k opravě

Kontaktujte servisní oddělení Vašeho dodavatele a žádejte autorizační číslo (RAN). Zboží vrácené bez RAN nebude přijato. K vadnému výrobku je nutné přiložit popis závady.

Je povinností zákazníka vrátit zboží na servis očištěné a zbavené všech nebezpečných látek jako jsou toxické, infekční, radioaktivní, korozivní a biologické substance. Oprava přístroje nebude provedena, jestliže nebude zákazníkem vyplněn, zaslán a podepsán "Bezpečnostní certifikát". Vyžádejte si ho u svého servisu.

3. INSTALACE

3.1 Připojení plynu

UPOZORNĚNÍ: Hmotnostní průtokoměr GFM není určen pro kapaliny. Průtokoměr může být použit pouze pro čisté plyny. Jestliže je plyn znečištěn, je potřeba ho filtrovat, aby nedošlo k zanesení senzoru přístroje.

VAROVÁNÍ: Průtokoměr nemůže být použit k měření průtoku O₂ bez zvláštního vyčištění a přípravy pro tuto aplikaci. Více informací získáte u vašeho dodavatele.

Polohová citlivost hmotnostního průtokoměru je $\pm 15^\circ$, tj. průtokoměr musí být postaven horizontálně v uvedeném limitu. Jestliže potřebujete jiné než horizontální umístění, je nutné průtokoměr v dané poloze rekalibrovat. Doporučujeme instalovat průtokoměr do stabilního prostředí, kde nebude docházet k častým a náhlým změnám teploty, nebude vysoká vlhkost a průvan.

Před zapojením plynu je nutné prohlédnout všechny části plynové cesty, ferulky a fitinky zda nejsou zaprášené nebo jinak znečištěné. Zapojte průtokoměr podle šipky na jeho přední straně, **pozor na zapojení plynu v opačném směru.**

Vložte trubku odpovídajícího průměru do šroubení (s výjimkou GFM77) na doraz, fitinku utáhněte podle instrukcí výrobce o jednu a čtvrt otáčky. Vyvarujte se nadměrného utažení, které by mohlo vážně poškodit tlumící průtokové elementy (RFE).

Otestujte těsnost celého systému pomocí detektoru netěsností (např. "Helium Leak Detector") nebo jiné ekvivalentní metody. (Všechny průtokoměry GFM prochází před odesláním k zákazníkovi kontrolou těsnosti v rámci určených limitů. Viz specifikace v tomto manuálu.)

3.2 Elektrické připojení

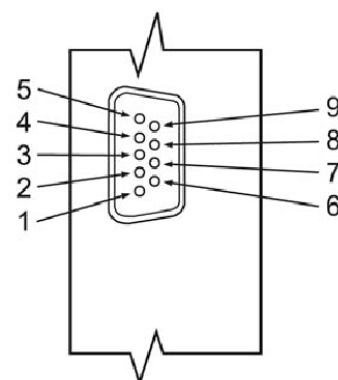
Průtokoměr GFM vyžaduje zdroj 12V (volitelně 24V) s minimálním proudem 200 mA. Napájecí napětí se připojuje pomocí souosého napájecího konektoru nebo 9-kolíkového konektoru D-SUB (Canon) umístěného na boku přístroje. U produktů GFM koupených bez LCD displeje, je potřeba zobrazovací jednotka, digitální multimetr nebo podobné zařízení pro sledování měřeného signálu.

VAROVÁNÍ: **Nepřipojujte průtokoměr GFM na napětí 24V, pokud na ně není konfigurován.**

Obr. 2a - Zapojení GFM 9-kolíkového konektoru D-sub

Kolík	Funkce
1	Signál pro odnímatelný LCD
2	výstupní signál 0-5V
3	výstupní signál 0-5V zem
4	napájení +
5	zem
6	Signál pro odnímatelný LCD referenční
7	(nezapojeno)
8	výstup signál 4 - 20 mA
9	výstup signál 4 - 20 mA zem

Pozn.: +24 V napětí je volitelné jen pro modely GFM17/37/47



Důležité poznámky:

Číslování a rozmístění kontaktů konektorů D-sub je standardní. Mohou existovat konektory s nestandardním rozmístěním nebo číslováním kontaktů, které nemusí odpovídat zapojení na obrázku 2a. Pak je nutné propojit odpovídající vodiče ve správném pořadí bez ohledu na konkrétní čísla vyražená na zapojovaném konektoru.

Ujistěte se, zda je při odpojování i zapojování kabelů průtokoměr vypnut.

Pokud použijete k napájení průtokoměru GFM souosý napájecí konektor, nepřipojujte již žádný napájecí zdroj na konektor D-sub. Souosý konektor má kladný pól na centrálním kontaktu.

Jestliže je požadováno napájení průtokoměru bateriemi, používejte pouze baterie a nabíječku od výrobce (Aalborg).

Napájecí vstup je chráněn vratnou pojistkou 750 mA M (střední rychlost). Při zkratu nebo změně polarity, pojistka odpojí napájení průtokoměru. Odpojte průtokoměr od zdroje proudu, odstraňte problémy a znovu připojte. Pojistka přestane pracovat jakmile odstraníte nevyhovující podmínky provozu.

Délka kabel nesmí přesáhnout 3 m.

Použití průtokoměru GFM jiným způsobem než uvádíme v tomto návodu nebo jak to upřesňuje přímo výrobce (Aalborg), může způsobit poškození ochrany, které zařízení zajišťuje.

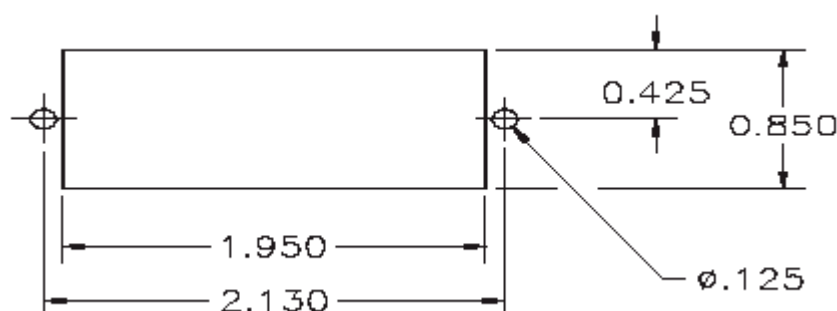
3.2.1 Odnímatelný LCD displej

Průtokoměr GFM může být vybaven s odnímatelným LCD displejem s 1m dlouhým kabelem vyhovujícím mnoha aplikacím. Tato sestava obsahuje v horní části blok sloužící k uchycení LCD displeje. Na požádání dodáváme speciální délku kabelu 3m.

3.2.2 Panelové připojení LCD displeje

Panelové připojení LCD displeje je další variantou připojení displeje k průtokoměru GFM. Toto uspořádání LCD displeje je tvořeno 1m dlouhým kabelem a neobsahuje hliníkový kryt displeje. LCD displej pro panelovou montáž je možné upevnit pomocí přiloženého rámečku a plastových šroubů do otvoru podle obrázku 2b

Obr. 2-b - Rozměry otvoru v panelu automatického vypínače pro LCD displej.



4. PRINCIP MĚŘENÍ

Z proudu plynu vstupujícího do průtokoměru je oddělena malá část, která protéká nerezovou kapilárou senzoru. Zbytek plynu dál protéká primárním potrubím. Geometrie primárního potrubí a senzorové kapiláry zajišťuje laminární průtok v obou větvích. Pak je rychlost proudění měřená v nerezové kapiláře senzoru přímo úměrná celkovému průtoku.

Abychom určili průtok senzorovou trubicí, přivádíme do dvou míst senzorové kapiláry tepelný tok, vznikající v dvou přesně vinutých topných/senzorových cívkách. Teplo je vedeno přes tenkou stěnu senzorové kapiláry do plynu proudícího okolo. Prouděním plynu je teplo unášeno od prvních závitů cívky k posledním (po proudu plynu). Výsledná teplota závislá na rozdílu odporů je detekována elektronickými kontrolními obvody. Gradient měřený na závitech cívky je lineárně úměrný okamžité rychlosti proudu plynu. Výstupní signál, který je funkcí množství tepla neseného proudem plynu, vyjadřuje hmotnostní nebo molekulové průtoky.

5. TECHNICKÉ PARAMETRY

Měřené médium:	Průtokoměry GFM17/37/47/57/67/77 jsou určeny jen pro čisté plyny. Do průtokoměru nesmí nikdy přijít žádná kapalina.
Kalibrace:	Prováděna za standardních podmínek 14,7 psia (1,01 bar = 101kPa) a 70°F = 21,1°C, pokud nejsou zákazníkem žádány jiné podmínky.
Určeno pro prostředí (podle IEC 664):	Stupeň instalace II, Stupeň znečištění II.
Přesnost:	±1,5% z celé stupnice. Zahrnuje linearitu pro plyn - na teplotě v rozmezí 15 - 25°C a tlak 5 - 60 psi (0,35 - 4,1 bar = 35 - 410 kPa)
Reprodukovatelnost:	± 0,5% z rozsahu
Teplotní koeficient:	± 0,15% z rozsahu/°C
Tlakový koeficient:	± 0,01% z rozsahu/psi(0,07 bar)
Doba odezvy:	800 ms konstantně; přibližně 2 s v rámci ± 2% chyby při nastavení průtoku od 25% do 100% z rozsahu
Tlak plynu:	max. 500 psi (34,5 bar = 3,45 MPa); optimální tlak 20 psi (1,4 bar = 140 kPa)
Teplota plynu a okolí:	0 až 55 °C
Relativní vlhkost plynu:	do 70 %
Těsnost systému:	1x10 ⁻⁷ cm ³ /s He max. do okolního prostředí
Citlivost umístění:	1% odklon od horizontální k vertikální poloze; standardní kalibrace je v horizontální poloze
Výstupní signál:	lineární 0-5V (1000Ω minimální impedanční zátěž) a 4 - 20 mA (50 - 500 Ω smyčkový odpor)

Kontaktujte Vašeho dodavatele kvůli volitelnému interface RS232 nebo IEEE488.

Napájení převodníku: max. +12V, 200mA; +24 V volitelně.

Napájení je chráněno vratnou pojistkou 750 mA M a ochrannou usměrňovací diodou kvůli polaritě.

Smáčené komponenty:

GFM17/37/47/57/67/77: jsou z anodicky upraveného hliníku, mosazi a 316 SS s těsnícím kroužkem VITON; volitelné je těsnění z materiálů BUNA-N, NEOPRENE nebo KALREZ.

GFM17S/37S/47S/57S/67S/77S: jsou z nerez oceli 316 s těsnícím kroužkem VITON; volitelné je těsnění z materiálů BUNA-N, NEOPRENE nebo KALREZ.

Aalborg nedává žádné záruky na odolnost průtokoměru proti korozi způsobené různými měřenými médii reagujícími s částmi průtokoměru. Výběr správného průtokoměru pro měřený plyn je zodpovědností zákazníka, stejně tak jako výběr materiálu pro části stýkající se s plynem.

Vstupní a výstupní připojení:

GFM 17/37	- šroubení pro připojení kapiláry s vnějším průměrem (OD) ¼"
GFM 47/57	- šroubení pro připojení trubky s vnějším průměrem (OD) 3/8"
GFM 67	- šroubení pro připojení trubky s vnějším průměrem (OD) ½"
GFM 77	- šroubení ¾" FNPT

LCD displej: 3 ½ místný (maximální zobrazená hodnota "1999"), výška číslic 2,3 cm. U modelů GFM171/371/471/571/671/771 v provedení hliník nebo nerez je displej zabudován v odděleném bloku na horní straně přístroje a dovoluje sklon více než 90° pro optimální odečet. Vzdálené a panelové připojení je volitelné.

Standardně jsou hodnoty průtoku dány ve stupnicích (l/min, cm³/min, cf³/hod a další). Kalibrace LCD displeje na 0-100% je možná na požádání při objednávce. Kontaktujte svého dodavatele, pakliže požadujete nestandardní displej.

Připojovací kabel pro průtokoměr GFM: vhodný stíněný kabel je k dostání spolu s 9 kolíkovým konektorem D-sub (délka kabelu nesmí přesáhnout 3 m).

5.1 Shoda s CE

GFM modely s značkou CE jsou v souladu s níže určenými normami, které jsou v současnosti platné.

EMC shoda ve znění 89/336/EEC

Emisní standardy: EN55011:1991, skupina 1, třída B povolený standard: EN 55082-2:1992

VITON[®], BUNA-N[®], NEOPRENE[®] a KALREZ[®] jsou registrované známky firmy DuPont.

VCR[®] je registrovaná známka firmy Crawford Fitting Co.

6. PRŮTOKY

Tabulka 1 - Průtokoměr GFM 17 s nízkými průtoky

kód	cm ³ /min [N ₂]	kód	l/min [N ₂]
1	0 až 10	6	0 až 500
2	0 až 20	7	0 až 1
3	0 až 50	8	0 až 2
4	0 až 100	9	0 až 5
5	0 až 200	10	0 až 10

Tabulka 2 - Průtokoměr GFM 37 se středními průtoky

kód	l/min [N ₂]
30	20
31	30
32	40
33	50

Tabulka 3 - Průtokoměr GFM 47 s velkými průtoky

kód	l/min [N ₂]
40	60
41	80
42	100
50	200
60	500
70	1000

Pozn.: Průtoky jsou stanovené pro N₂ standardních podmínek (70°F = 21,1°C při 1 atm). Pro další plyny použijte faktor K z dodatku 2.

Tabulka 4 - Tlaková ztráta

model	průtok l/min]	maximální pokles tlaku		
		[mm H ₂ O]	[psid]	[mbar]
GFM 17	do 10	25	0.04	2.5
GFM 37	20	300	0.44	30
	30	800	1.18	81
	40	1480	2.18	150
	50	2200	3.23	223
GFM 47	60	3100	4.56	314
	100	5500	8.08	557
GFM 57	200	272	0.4	28
GFM 67	500	340	0.5	34
GFM 77	1000	612	0.9	62

7. NÁVOD K POUŽITÍ

7.1 Příprava a uvedení do provozu

Předpokládáme, že průtokoměr byl správně nainstalován a otestován na těsnost jak je popsáno v kapitole 2. Ujistěte se, že průtok plynu je vypnut. Zapojte přístroj do sítě pomocí DC konektoru (nebo D-sub) na boku průtokoměru. Jestliže použijete vlastní napájecí zdroj, zajistěte, aby jeho parametry odpovídaly výše uvedeným hodnotám. Nechejte průtokoměr zahřívát 15 minut.

VAROVÁNÍ: Připojení napájení současně pomocí souosého a konektoru D-sub může způsobit poškození přístroje. Souosý konektor má kladný pól na centrálním kontaktu.

Během zahřívání přístroje je výstupní signál vyšší než je obvyklé. To znamená, že zařízení ještě nedosáhlo svojí provozní teploty. Po dosažení provozní teploty začne průtokoměr zobrazovat 0. Jestliže i po 15 minutách zahřívání displej ukazuje hodnotu odlišnou od 0 o $\pm 3\%$ z rozsahu, nastavte jej ručně na potenciometru 0 (R34). Před nastavováním 0 je vhodné dočasně odpojit plyn, aby byla zajištěna nulová odezva a žádné průniky plynu do přístroje

VAROVÁNÍ: Jestliže i pak po 15 minutách zahřívání přístroj ukazuje na displeji odklon od 0 o více než $\pm 3\%$ z rozsahu, vraťte ho dodavateli k opravě.

7.2 Odečet průtoku (výstupního signálu)

Po zahřátí přístroje k němu připojte regulovaný plyn. Průtok odečtěte na LCD displeji, vzdáleném panelu, digitálním multimetru nebo jiném indikačním zařízení.

Na LCD displeji dodaném s průtokoměrem GFM odečítáte přímo průtok v požadovaných jednotkách (volitelná je i indikace 0-100%).

Analogový výstupní signály 0 - 5V a 4 - 20 mA jsou vyvedeny na příslušné kontakty konektoru D-sub na boku průtokoměru GFM.

Měřený signál je lineárně úměrný hmotnostnímu toku měřeného plynu. Kalibrace přístroje je standardně prováděna na výstup 0 - 5 V. Jestliže použijete výstupní signál 4 - 20 mA a přístroj je kalibrován na 0 - 5 V, pak je celková nepřesnost odečítání v rozmezí $\pm 2,5\%$ z celého rozsahu. Kalibrace na výstupní signál 4 - 20 mA je volitelná a zadává se při objednávce. Rozsah stupnice a plyn, na který je přístroj kalibrován, je na štítku na průtokoměru.

Kontaktujte svého dodavatele, když si přejete propojení typu RS232 nebo IEEE488.

7.3 Zahlcení přístroje

Zahlcení přístroje může nastat, jestliže překročíme maximální průtok přístroje o více než 10%. Při odečtu takovéto hodnoty nemůžeme očekávat správnost nebo linearitu. Průtok musí být snížen pod hranici 110% maximálního rozsahu. Jakmile je průtok zmenšen do původně kalibrovaného rozsahu, zahlcení přístroje skončí. Činnost přístroje nad 110% jeho rozsahu zvyšuje dobu zotavení přístroje.

8. ÚDRŽBA

8.1 Úvod

Průtokoměr může být použit pouze s čistými, filtrovanými plyny. Vzhledem k tomu, že jedna část RTD senzoru je malá nerezová kapilára, je náchylný k ucpání možnými nečistotami v plynu nebo krystalizací plynu. Další části, kterými protéká plyn jsou také náchylné k ucpání. Proto se musí dávat velký pozor na vstup potenciálních nečistot. Přístroj chrání 50 μm (GFM17) nebo 60 μm (GFM37/47) filtr uložený na vstupu plynu do přístroje. Přepážka filtru a plynová cesta mohou být příležitostně vyčištěny podle postupu popsáno níže. Žádná další údržba není potřebná. Doporučujeme, jako u jiných zařízení, chránit přístroj před vibracemi, horkem, korozivním prostředím nebo silným elektromagnetickým polem či magnetickým rušením.

Jestliže požadujete pravidelnou kalibraci, měla by být prováděna kvalifikovanými osobami a vhodnými přístroji, jak je popsáno v kapitole 7.

Varování: **Kvůli ochranně servisních techniků je povinností uživatele vrátit přístroj očištěný a zbavený všech toxických, radioaktivních a korozivních látek a nakažlivých bakterií.**

8.2 Vyčištění plynové cesty

Před rozebráním přístroje, prohlédněte vstup a výstup z průtokoměru, jestli není zanesen nečistotami, které mohou bránit průtoku plynu. Odstraňte nečistoty jestliže je to nutné. Když je průtoková cesta volná, postupujte podle dalších pokynů.

Nepokoušejte se rozebrat senzor. Jestliže je senzor zanesen nečistotami, které nejde odstranit propláchnutím čisticí kapalinou, prosím pošlete průtokoměr na opravu.

VAROVÁNÍ: **Rozebrání může porušit stávající kalibraci.**

8.2.1 Tlumicí elementy (RFE)

Tlumicí průtokové elementy (RFE) jsou přesné děliče uvnitř průtokoměru, které dělí vstupní proud plynu na přístup k senzoru a hlavní proud. V průtokoměrech se používají různé RFE podle plynu a rozsahu průtoků přístroje.

8.2.2 GFM 17

Odšroubujte vstupní šroubení průtokoměru. Povšimněte si, že tlumicí průtokové elementy (RFE) jsou připojené na vstupní šroubení.

Opatrně demontujte tlumicí průtokové elementy (RFE) od vstupního šroubení. Teď vidíte 50 µm filtr. Vytlačte mřížku skrz vstupní šroubení. Pokud je to potřeba, vyčistěte nebo vyměňte některou z odmontovaných částí. Jestliže používáte k čištění alkohol, nechte dostatek času na vysušení.

Prohlédněte protékanou cestu uvnitř přístroje, jestli není viditelně poškozen. Pokud je to nutné, propláchněte ji alkoholem a vysušte ji proudem čistého suchého plynu.

Opatrně přišroubujte tlumicí průtokové elementy (RFE) a vstupní šroubení, vyhněte se jeho zkroucení a deformování. Ujistěte se, že pod o-kroužkem nezůstala žádná nečistota.

POZNÁMKA: Přílišné utažení může zdeformovat a poškodit tlumicí průtokové elementy (RFE). Doporučujeme, aby nejméně jeden kalibrační bod byl ověřen po opětovném nainstalování vstupního šroubení - viz kapitola 7.

8.2.3 GFM 37/47

Odšroubujte 4 šroubky (dva 10-24 a dva 6-32) na vstupní straně průtokoměru. Tak uvolníte čtvercový blok obsahující vstupní šroubení.

Teď vidíte 60 µm filtr. Odstraňte mřížku, tlumicí průtokové elementy (RFE) neodstraňujte. Pokud je to potřeba, vyčistěte nebo vyměňte některou z odmontovaných částí. Jestliže používáte k čištění alkohol, nechte dostatek času na vysušení.

Prohlédněte plynovou cestu uvnitř přístroje, jestli není viditelně poškozena. Pokud je to nutné, propláchněte ji alkoholem a vysušte ji čistým suchým plynem.

Opatrně přišroubujte všechny části a filtr. Ujistěte se, že pod O-kroužkem nezůstala žádná nečistota.

Doporučujeme, aby byl ověřen nejméně jeden kalibrační bod znovu po nainstalování vstupního šroubení - viz kapitola 7.

8.2.4 GFM 57/67/77

Průtokoměry s velkým průtokem nedoporučujeme čistit. Avšak pokud si zákazník přeje vyčistit tlumicí průtokové elementy (RFE), níže je popsáno jak.

Odšroubujte 4 šroubky (dva 10-24 a dva 6-32) na vstupu na boku průtokoměru. Tak uvolníte čtvercový blok obsahující vstupní kapiláru (3/4" NPT u GFM77).

Vyndejte blok a ochranu. Pokud je to potřeba, vyčistěte odmontované části. Jestliže používáte k čištění alkohol, nechte dostatek času na vysušení.

Prohlédněte plynovou cestu uvnitř přístroje, jestli není viditelně poškozen. Pokud je to nutné, propláchněte ji alkoholem a vysušte ji průtokem čistým sušícím plynem.

Opatrně přišroubujte všechny části. Ujistěte se, že pod o-kroužkem nezůstala žádná nečistota.

Doporučujeme, aby nejméně jeden kalibrační bod byl ověřen po opětovném nainstalování vstupního šroubení - viz kapitola 7.

9. KALIBRACE

UPOZORNĚNÍ: Jestliže odstraníte továrnou instalované kalibrační plomby nebo budete seřizovat přístroj, tak jak je popsáno v této kapitole, pak je záruka na kalibraci neplatná.

9.1 Kalibrace průtoku

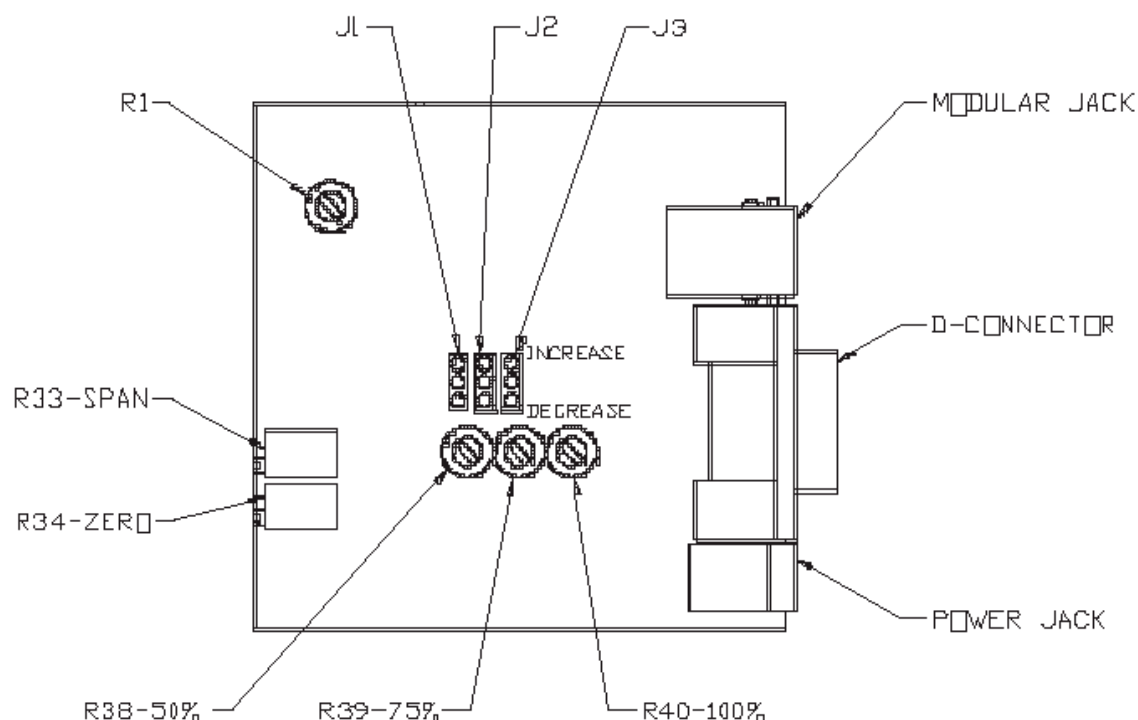
Aalborg nabízí profesionální kalibraci průtokoměrů, pomocí přesných kalibrátorů za přísně kontrolovaných podmínek. K dispozici má kalibrační postupy podle NIST. Kalibrace může být také provedena u zákazníka za použití vhodných standardů.

Pro kalibraci v továrně se používají přesné objemové kalibrační přístroje NIST s kapalným těsněním okolo pohonné jednotky.

Obvykle se pro kalibraci používá suchý dusík. Kalibrace pak může být opravena na příslušný plyn na základě korekčních faktorů, které jsou v tabulce korekčních faktorů – dodatek 2. Jiný referenční plyn než dusík bývá použit pro přesnější určení průtokové charakteristiky měřeného plynu. Doporučujeme to, pokud referenční plyn má podobné termodynamické vlastnosti jako měřený plyn. Příslušné relativní korekční faktory by se měli přepočítat – viz kap.9

Běžná praxe je kalibrace průtokoměru pomocí suchého dusíku při 21,1°C, při vstupní tlaku: 20 psig (1,4 bar) a výstupní tlak 0 psig (0bar). Nejlepší je kalibrovat průtokoměry GFM za skutečných pracovních podmínek. Kalibrace specifických netoxických a nekorozivních plynů jsou k dispozici za zvláštních podmínek. Kontaktujte svého dodavatele kvůli cenové nabídce. Doporučujeme, aby kalibrátor průtoku měl alespoň 4x lepší přesnost než kalibrovaný přístroj. Vybavení určené pro kalibraci zahrnuje průtokový kalibrační standard a certifikovaný citlivý multimetr (přesnost $\pm 0,25$ % nebo lepší), izolovaný (plastový) šroubovák, regulátor průtoku (například: jehlový ventil) instalovaný proti proudu z průtokoměru a tlakově regulovatelný zdroj suchého filtrovaného dusíku (nebo jiného vhodného referenčního plynu)

Teplota plynu a teplota okolí, rovněž jako vstupní a výstupní tlakové podmínky, by měli být nastaveny shodně se skutečnými pracovními podmínkami.

Obr 7.a - Kalibrační potenciometr a místo připojení

9.2 Kalibrace průtokoměru GFM

Nastavení popsané v této kapitole se provádějí zevnějšku přístroje a proto není potřeba ho rozebírat.

Průtokoměry GFM mohou být rekalibrovány/kontrolovány na stejný rozsah, na který byly kalibrovány v továrně. Jestliže je potřeba změnit linearitu nebo rozsah průtoku, postupuje se podle bodu 7.3. Změny rozsahu průtoku mohou vyžadovat jiný typ restriktoru (RFE). Více informací vám poskytne Váš dodavatel.

9.2.1 Spojení a počáteční zahřátí

Na konektory 2 a 3 - 9-ti kolíkového D konektoru připojte multimetr. Rozsah měřeného napětí by měl být 0-5 V (nebo na konektorech 8 a 9 by měl být proud 4-20 mA) - viz obr.2a.

Zapněte průtokoměr do elektřiny nejméně 30 minut před kalibrací.

9.2.2 Nastavení nuly

Zastavte průtok plynu do průtokoměru. Abychom vyloučili vliv případných netěsností, je nejlepší dočasně odpojit zdroj plynu. Použitím multimetru a izolovaného šroubováku nastavte potenciometr (R34) skrz přístupové okénko na 0V (nebo 4 mA) při nulovém průtoku.

9.2.3 Nastavení rozsahu

Zapojte zdroj plynu. Nastavte 100% průtok. Zkontrolujte průtok pomocí kalibračního přístroje. Jestliže je odchylka menší než 10 %, opravte rozsah potenciometrem (R33) pomocí šroubováku skrz přístupové okénko. Jestliže je odchylka větší než 10 % vyskytují se pravděpodobně nějaké další závady.

Důvody špatného signálu mohou být:

- ucpaná nebo znečištěná senzorová trubice
- netěsnosti v průtokoměru GFM nebo ve zbytku plynové cesty
- pro plyny jiné než dusík překontrolujte odpovídající K faktory v tabulce
- chyby teplotních a/nebo tlakových korekční faktorů

Podívejte se také na kapitolu 8 - odstraňování chyb. Jestliže i po pokusech o nápravu přístroj nefunguje správně, vraťte přístroj k opravě - viz kapitola 1.

Nyní je kalibrace kompletní. Je dobré zkontrolovat několik dalších bodů v rozmezí 0-100%: průtok při 25%, 50%, a 75%. Jestliže se vyskytnou nějaké nesrovnalosti, postupujte podle kroku 7.3, nastavení linearity.

9.3 Nastavení linearity

Všechny kroky v této kapitole se provádějí zvnějšku přístroje, není potřeba demontovat žádnou jeho část.

9.3.1 Spojení a počáteční zahřátí

Na kontakty 2 a 3 konektoru D-sub připojte multimetr. Nastavený rozsah by měl být 0-5 V (nebo na kontaktech 8 a 9 by měl být proud 4-20 mA) - viz obr.2a.

Jestliže má být provedena kalibrace na nový rozsah nebo jiný plyn, je nezbytné před začátkem kalibrace odstranit všechny propojky na pozicích J1, J2, J3.

Zapněte průtokoměr do elektřiny nejméně 30 minut před kalibrací.

9.3.2 Nastavení nulů

Zastavte průtok plynu do průtokoměru. Abychom vyloučili vliv případných netěsností, je nejlepší dočasně odpojit zdroj plynu. Použitím multimetru a izolovaného šroubováku nastavte potenciometr (R34) skrz přístupové okénko na 0V (nebo 4 mA) při nulovém průtoku.

9.3.3 Nastavení 25% průtoku

Zapojte zdroj plynu. Nastavte ovladačem 25% průtok. Zkontrolujte průtok pomocí kalibračního přístroje. Nastavte potenciometr (R33) šroubovákem skrz přístupové okénko tak, aby výstup z průtokoměru byl $1,25 \text{ V} \pm 63 \text{ mV}$ (nebo $8 \text{ mA} \pm 0,25 \text{ mA}$).

9.3.4 Nastavení 50% průtoku

Nastavte ovladačem 50% průtok. Zkontrolujte ho pomocí kalibračního přístroje. Výstup z průtokoměru by měl být $2,5 \text{ V} \pm 63 \text{ mV}$ (nebo $12 \text{ mA} \pm 0,25 \text{ mA}$). Jestliže je hodnota mimo tento rozsah, umístěte propojku J1 a snižte nebo zvýšte signál podle potřeby. Nastavte potenciometr (R38) šroubovákem skrz přístupové okénko na správnou hodnotu.

9.3.5 Nastavení 75% průtoku

Nastavte ovladačem 75% průtok. Zkontrolujte ho pomocí kalibračního přístroje. Výstup z průtokoměru by měl být $3,75 \text{ V} \pm 63 \text{ mV}$ (nebo $16 \text{ mA} \pm 0,25 \text{ mA}$). Jestliže je hodnota mimo tento rozsah, umístěte propojku J2 a snižte nebo zvýšte signál podle potřeby. Nastavte potenciometr (R39) šroubovákem skrz přístupové okénko na správnou hodnotu.

9.3.6 Nastavení 100% průtoku

Zvyšte ovladačem průtok na 100 %. Zkontrolujte ho pomocí kalibračního přístroje. Výstup z průtokoměru by měl být $5 \text{ V} \pm 63 \text{ mV}$ (nebo $20 \text{ mA} \pm 0,25 \text{ mA}$). Jestliže je hodnota mimo

tento rozsah, umístěte propojku J3 a snižte nebo zvýšte signál podle potřeby. Nastavte potenciometr (R40) šroubovákem skrz přístupové okénko na správnou hodnotu. Opakujte kroky 7.3.3 až 7.3.6 ještě jednou.

9.4 Změna rozsahu výstupních hodnot displeje

Někdy může být potřeba změnit rozsah čtení průtoku na displeji dodávaném s GFM převodníkem. Například při recalibraci na nový rozsah průtoků nebo při změně přístroje.

9.4.1 Zpřístupnění obvodů displeje

Opatrně vyjměte LCD z přístroje nebo z panelu namontovaného na povrchu. Odstraňte hliníkový kryt na straně připojovacího kabelu. Vysuňte LCD ven z hliníkového krytu.

9.4.2 Nastavení rozsahu

Použitím digitálního multimetru připojeného na příslušné kontakty 9-ti kolíkového D konektoru nastavte průtok na maximum (5V nebo 20 mA). Udržujete maximální průtok a nastavte potenciometr (R3) na LCD tak, aby se na displeji ukazovala plná hodnota rozsahu.

9.4.3 Změna desetinné čárky

Pokud potřebujete změnit desetinné místo na LCD displeji, jednoduše dejte propojku na odpovídající pozici na 8-mi kolíkové svorkovnici. Čísla jsou vytištěna ze strany připojek. Neumísťujte více než jednu propojku.

Pozice	Maximální možné odečty na displeji
“3”	1999
“1”	199,9
“2”	19,99
“3”	1,999

10. ODSTRAŇOVÁNÍ CHYB

10.1 Závady a jejich odstranění

Váš průtokoměr byl několikrát kontrolován během kontrol kvality při a po výrobě. Byl kalibrován dle vašich požadavků na průtok a tlakové podmínky pro daný plyn nebo směs plynů.

Váš přístroj byl opatrně zabalen tak, aby se předešlo poškození během dopravy. Pokud by jste měli pocit, že přístroj nefunguje správně, zkontrolujte prosím nejdříve následující věci:

- Jsou všechny kabely připojeny správně?
- Nejsou nějaké netěsnosti v instalaci?
- Je přístroj napájen odpovídajícím napětím?
- V případě, že používáte více přístrojů, zvládne váš napěťový zdroj odpovídající proudovou zátěž?
- Je váš konektor s vývody připojen správně?
- V případě, že propojujete různá zařízení jsou kabely a konektory správně propojeny?
- Je dostatečný rozdíl tlaků v přístroji?

Problém	Pravděpodobná příčina	Odstranění
prázdný displej	vypnuté napájení	zkontrolujte napájení
	rozpojená pojistka	odpojte průtokoměr od zdroje, odstraňte příčinu zkratu nebo zkontrolujte polaritu, pojistka se spojí automaticky
	ucpaný filtr na vstupu	propláchněte, rozeberte nebo vyměňte
	zanesená senzorová trubice	propláchněte nebo vraťte dodavateli na opravu nebo výměnu
	špatná klávesnice	vraťte dodavateli na opravu nebo výměnu
	problémy s napájením	zkontrolujte napájení - resp. odpovídající hodnoty napětí
na displeji není nikdy 0 nebo je nestabilní	netěsnost	lokalizujte a odstraňte
	špatná klávesnice	vraťte dodavateli na opravu nebo výměnu
při nulovém průtoku nebo zavřeném ventilu je na displeji maximální průtok	špatný senzor	vraťte dodavateli na opravu nebo výměnu
	netěsnost	lokalizujte a odstraňte
kalibrace	měřený plyn není stejný jako plyn pro nějž byla provedena kalibrace	udělejte odpovídající kalibraci
	složení plynu se změnilo	podívejte se do tabulky K faktorů - dodatek 2
	netěsnost	lokalizujte a odstraňte
	špatná klávesnice	vraťte dodavateli na opravu nebo výměnu
	znečištěný restriktor	propláchněte nebo rozeberte, aby se odstranili nečistoty
	zanesená senzorová trubice	propláchněte nebo vraťte dodavateli na opravu nebo výměnu
	ucpaný vstupní filtr	propláchněte nebo rozeberte, aby se odstranili nečistoty nebo vyměňte
	převodník není správně namontován	zkontrolujte, zda není převodník nakloněn nebo posunutý v držáku, zda je kalibrován v horizontální poloze (vzhledem k senzorové trubici)

V případě potíží doporučujeme zaslat přístroj do našeho servisního střediska na opravu. Tak dostanete nejlepší možný výsledek - viz kapitola 1.3 vrácení zboží.

10.2 Technická podpora

Chromservis s.r.o. poskytuje telefonickou technickou podporu odborným personálem. Prosím volejte číslo uvedené na začátku tohoto návodu. Připravte si číslo modelu vašeho přístroje a výrobní číslo.

11. ÚPRAVA KALIBRACÍ NA ZÁKLADĚ REFERENČNÍCH PLYNŮ

K faktor zohledňuje úpravu kalibrace. K faktor je odvozen z hustoty příslušného plynu a koeficientu měrného tepla. Pro dvouatomové plyny:

$$K_{gas} = \frac{1}{dC_p}$$

d - hustota plynu (g/l)

C_p - koeficient měrného tepla (cal/g)

Vztah mezi d a C_p popsany výše, je možno použít za standardních podmínek 1 atm a 25°C.

Jestliže neměníme rozsah stupnice průtokoměru, pak používáme K faktor pro kalibraci referenčního a měřeného plynu.

$$K = \frac{Q_a}{Q_r} = \frac{K_a}{K_r}$$

Q_a - průtok měřeného plynu cm³/min

Q_r - průtok referenčního plynu cm³/min

K_a - K faktor měřeného plynu

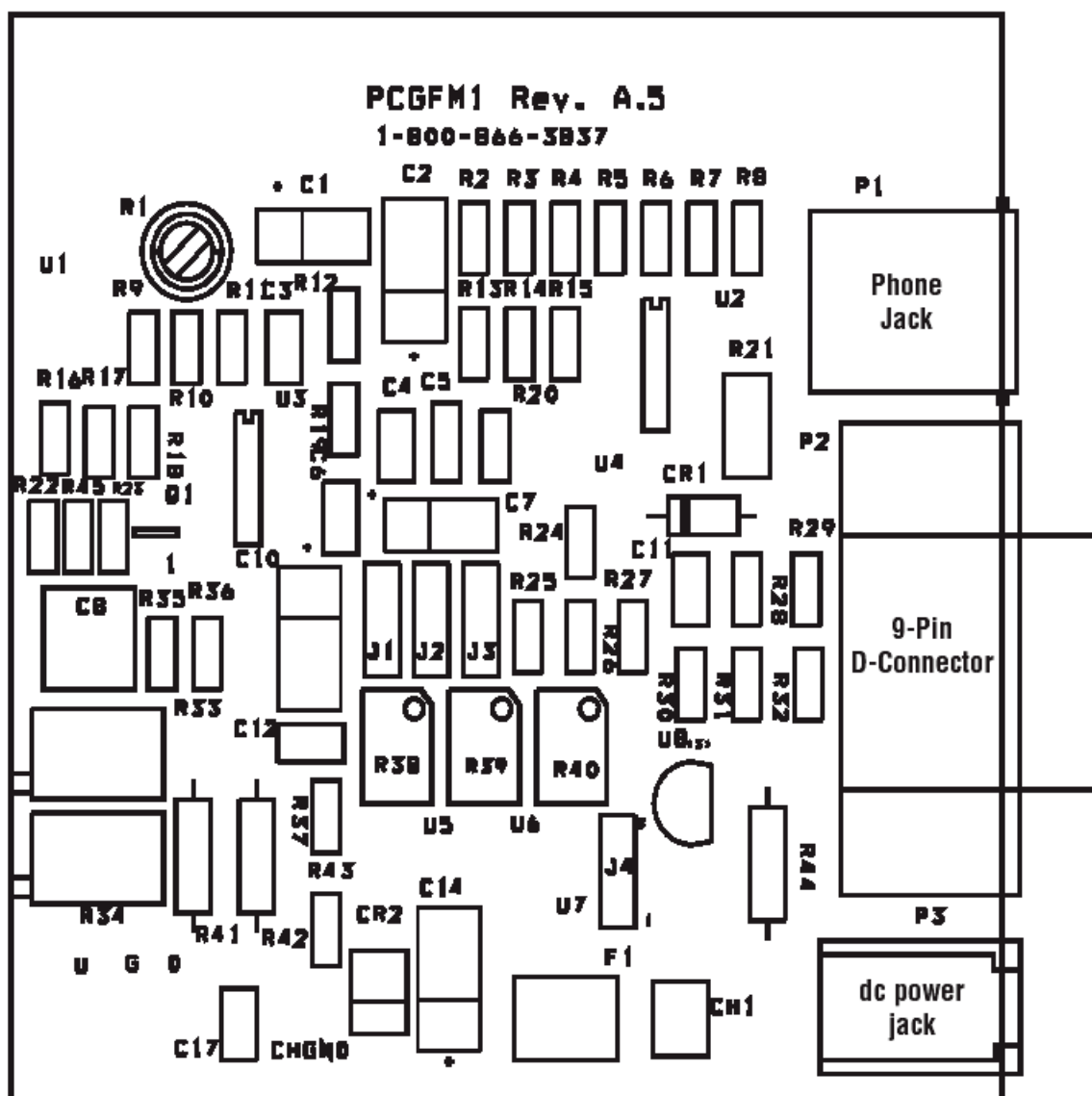
K_r - K faktor referenčního plynu

Příklad: Chceme vědět jaký bude průtok O₂ a přejeme si kalibrovat na N₂ při 1000 cm³/min. Průtok O₂ je:

$$Q_{O_2} = Q_a = Q_r * K = 1000 * 0,9926 = 992,6 \text{ cm}^3/\text{min}$$

kde K je relativní referenční faktor (z O₂ na N₂)

DODATEK 1 - SCHÉMA KOMPONENT ELEKTRONICKÉ DESKY



DODATEK 2 - K FAKTORY

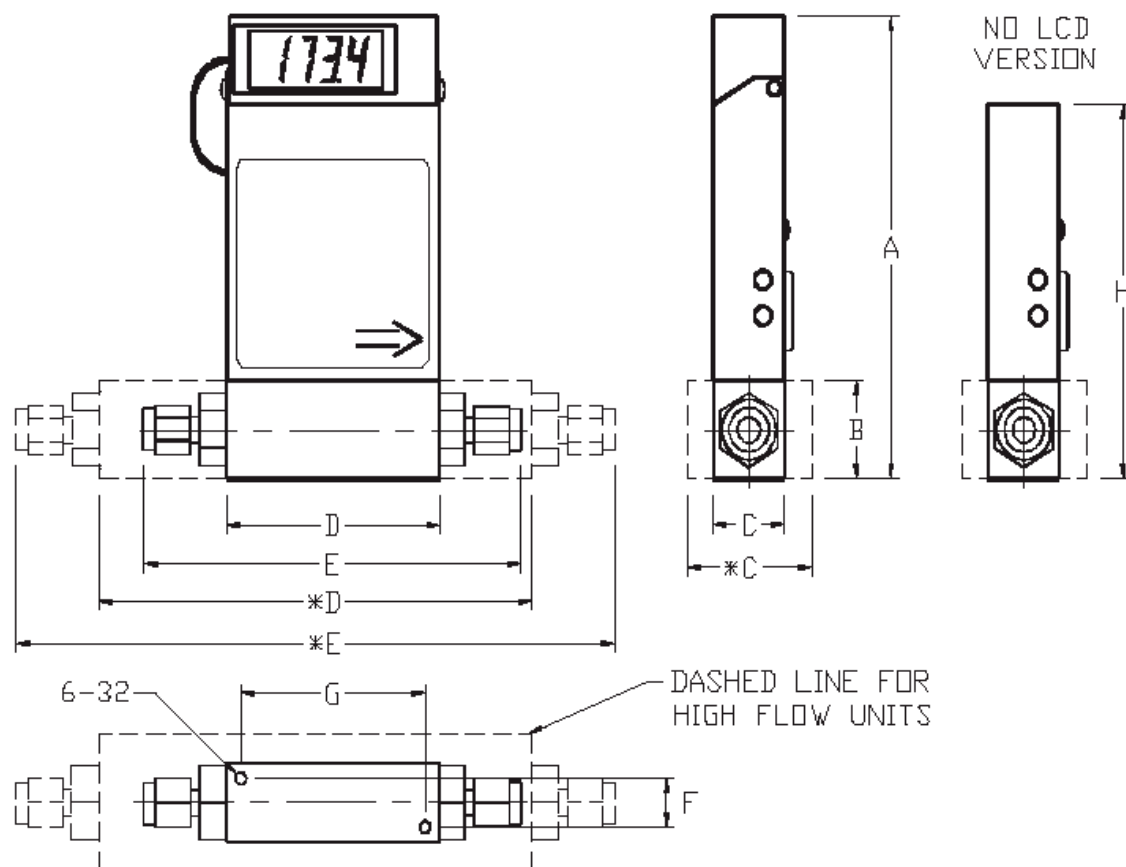
Plyn	K faktor rel. k N2	Cp [Cal/l]	hustota [g/l]
Acetylene C ₂ H ₂	.5829	.4036	1.162
Air	1.0000	.240	1.293
Allene (Propadiene) C ₃ H ₄	.4346	.352	1.787
Ammonia NH ₃	.7310	.492	.760
Argon Ar	1.4573	.1244	1.782
Arsine AsH ₃	.6735	.1167	3.478
Boron Trichloride BCl ₃	.4089	.1279	5.227
Boron Trifluoride BF ₃	.5082	.1778	3.025
Bromine Br ₂	.8083	.0539	7.130
Boron Tribromide Br ₃	.38	.0647	11.18
Bromine Pentafluoride BrF ₅	.26	.1369	7.803
Bromine Trifluoride BrF ₃	.3855	.1161	6.108
Bromotrifluoromethane (Freon-13 B1) CBrF ₃	.3697	.1113	6.644
1,3-Butadiene C ₄ H ₆	.3224	.3514	2.413
Butane C ₄ H ₁₀	.2631	.4007	2.593
1-Butane C ₄ H ₈	.2994	.3648	2.503
2-Butane C ₄ H ₈ CIS	.324	.336	2.503
2-Butane C ₄ H ₈ TRANS	.291	.374	2.503
Carbon Dioxide CO ₂	.7382	.2016	1.964
Carbon Disulfide CS ₂	.6026	.1428	3.397
Carbon Monoxide CO	1.00	.2488	1.250
Carbon Tetrachloride CCl ₄	.31	.1655	6.860
Carbon Tetrafluoride (Freon-14) CF ₄	.42	.1654	3.926
Carbonyl Fluoride COF ₂	.5428	.1710	2.945
Carbonyl Sulfide COS	.6606	.1651	2.680
Chlorine Cl ₂	.86	.114	3.163
Chlorine Trifluoride ClF ₃	.4016	.1650	4.125
Chlorodifluoromethane (Freon-22) CHClF ₂	.4589	.1544	3.858
Chloroform CHCl ₃	.3912	.1309	5.326
Chloropentafluoroethane (Freon-115) C ₂ ClF ₅	.2418	.164	6.892
Chlorotrifluoromethane (Freon-13) CClF ₃	.3834	.153	4.660
Cyanogen C ₂ N ₂	.61	.2613	2.322
Cyanogen Chloride ClCN	.6130	.1739	2.742
Cyclopropane C ₃ H ₅	.4584	.3177	1.877
Deuterium D ₂	1.00	1.722	1.799
Diborane B ₂ H ₆	.4357	.508	1.235
Dibromodifluoromethane CBr ₂ F ₂	.1947	.15	9.362

Plyn	K faktor rel. k N2	Cp [Cal/l]	hustota [g/l]
Dichlorodifluoromethane (Freon-12) CCl ₂ F ₂	.3538	.1432	5.395
Dichlofluoromethane (Freon-21) CHCl ₂ F	.4252	.140	4.592
Dichloromethylsilane (CH ₃) ₂ SiCl ₂	.2522	.1882	5.758
Dichlorosilane SiH ₂ Cl ₂	.4044	.150	4.506
Dichlorotetrafluoroethane (Freon-114) C ₂ Cl ₂ F ₄	.2235	.1604	7.626
1,1-Difluoroethylene (Freon-1132A) C ₂ H ₂ F ₂	.4271	.224	2.857
Dimethylamine (CH ₃) ₂ NH	.3714	.366	2.011
Dimethyl Ether (CH ₃) ₂ O	.3896	.3414	2.055
2,2-Dimethylpropane C ₃ H ₁₂	.2170	.3914	3.219
Ethane C ₂ H ₆	.50	.420	1.342
Ethanol C ₂ H ₆ O	.3918	.3395	2.055
Ethyl Acetylene C ₄ H ₆	.3225	.3513	2.413
Ethyl Chloride C ₂ H ₅ Cl	.3891	.244	2.879
Ethylene C ₂ H ₄	.60	.365	1.251
Ethylene Oxide C ₂ H ₄ O	.5191	.268	1.965
Fluorine F ₂	.9784	.1873	1.695
Fluoroform (Freon-23) CHF ₃	.4967	.176	3.127
Freon-11 CCl ₃ F	.3287	.1357	6.129
Freon-12 CCl ₂ F ₂	.3538	.1432	5.395
Freon-13 CClF ₃	.3834	.153	4.660
Freon-13B1 CBrF ₃	.3697	.1113	6.644
Freon-14 CF ₄	.4210	.1654	3.926
Freon-21 CHCl ₂ F	.4252	.140	4.592
Freon-22 CHClF ₂	.4589	.1544	3.858
Freon-113 CCl ₂ FCClF ₂	.2031	.161	8.360
Freon-114 C ₂ Cl ₂ F ₄	.2240	.160	7.626
Freon-115 C ₂ ClF ₅	.2418	.164	6.892
Freon-C318 C ₄ F ₆	.1760	.185	8.397
Germane GeH ₄	.5696	.1404	3.418
Germanium Tetrachloride GeCl ₄	.2668	.1071	9.565
Helium He	1.454	1.241	.1786
Hexafluoroethane C ₂ F ₆ (Freon-116)	.2421	.1834	6.157
Hexane C ₆ H ₁₄	.1792	.3968	3.845
Hydrogen H ₂	1.0106	3.419	.0899
Hydrogen Bromide HBr	1.000	.0861	3.610
Hydrogen Chloride HCl	1.000	.1912	1.627
Hydrogen Cyanide HCN	1.070	.3171	1.206
Hydrogen Fluoride HF	.9998	.3479	.893
Hydrogen Iodide HI	.9987	.0545	5.707
Hydrogen Selenide H ₂ Se	.7893	.1025	3.613
Hydrogen Sulfide H ₂ S	.80	.2397	1.520
Iodine Pentafluoride IF ₅	.2492	.1108	9.90

Plyn	K faktor rel. k N2	Cp [Cal/l]	hustota [g/l]
Isobutane CH(CH3)3	.27	.3872	3.593
Isobutylene C4H6	.2951	.3701	2.503
Krypton Kr	1.453	.0593	3.739
Methane CH4	.7175	.5328	.715
Methanol CH3	.5843	.3274	1.429
Methyl Acetylene C3H4	.4313	.3547	1.787
Methyl Bromide CH2Br	.5835	.1106	4.236
Methyl Chloride CH3Cl	.6299	.1926	2.253
Methyl Fluoride CH3F	.68	.3221	1.518
Methyl Mercaptan CH3SH	.5180	.2459	2.146
Methyl Trichlorosilane (CH3)SiCl3	.2499	.164	6.669
Molybdenum Hexafluoride MoF6	.2126	.1373	9.366
Monoethylamine C2H5NH2	.3512	.387	2.011
Monomethylamine CH3NH2	.51	.4343	1.386
Neon NE	1.46	.246	.900
Nitric Oxide NO	.990	.2328	1.339
Nitrogen N2	1.000	.2485	1.25
Nitrogen Dioxide NO2	.737	.1933	2.052
Nitrogen Trifluoride NF3	.4802	.1797	3.168
Nitrosyl Chloride NOCl	.6134	.1632	2.920
Nitrous Oxide N2O	.7128	.2088	1.964
Octafluorocyclobutane (Freon-C318) C4F6	.176	.185	8.397
Oxygen O2	.9926	.2193	1.427
Oxygen Difluoride OF2	.6337	.1917	2.406
Ozone	.446	.195	2.144
Pentaborane B5H9	.2554	.38	2.816
Pentane C5H12	.2134	.398	3.219
Perchloryl Fluoride ClO3F	.3950	.1514	4.571
Perfluoropropane C3F8	.174	.197	8.388
Phosgene COCl2	.4438	.1394	4.418
Phosphine PH3	1.070	.2374	1.517
Phosphorous Oxychloride POCl3	.36	.1324	6.843
Phosphorous Pentafluoride PF5	.3021	.1610	5.620
Phosphorous Trichloride PCl3	.30	.1250	6.127
Propane C3H8	.35	.399	1.967
Propylene C3H6	.40	.366	1.877
Silane SiH4	.5982	.3189	1.433
Silicon Tetrachloride SiCl4	.284	.1270	7.580
Silicon Tetrafluoride SiF4	.3482	.1691	4.643
Sulfur Dioxide SO2	.69	.1488	2.858
Sulfur Hexafluoride SF6	.2635	.1592	6.516
Sulfuryl Fluoride SO2F2	.3883	.1543	4.562
Tetrafluoroethane (Forane 134A) CF3CH2F	.5096	.127	4.224
Tetrafluorohydrazine N2F4	.3237	.182	4.46

Plyn	K faktor rel. k N2	Cp [Cal/l]	hustota [g/l]
Trichlorofluoromethane (Freon-11) CCl ₃ F	.3287	.1357	6.129
Trichlorosilane SiHCl ₃	.3278	.1380	6.043
1,1,2-Trichloro-1,2,2 Trifluoroethane (Freon-113) CCl ₂ FCF ₃	.2031	.161	8.36
Triisobutyl Aluminum (C ₄ H ₉) ₃ Al	.0608	.508	8.848
Titanium Tetrachloride TiCl ₄	.2691	.120	8.465
Trichloro Ethylene C ₂ HCl ₃	.32	.163	5.95
Trimethylamine (CH ₃) ₃ N	.2792	.3710	2.639
Tungsten Hexafluoride WF ₆	.2541	.0810	13.28
Uranium Hexafluoride UF ₆	.1961	.0888	15.70
Vinyl Bromide CH ₂ CHBr	.4616	.1241	4.772
Vinyl Chloride CH ₂ CHCl	.48	.12054	2.788
Xenon Xe	1.44	.0378	5.858

DODATEK 3 - ROZMĚRY PRŮTOKOMĚRU



MODEL	Připojení Swagelok na kapiláru (kromě GFM 77)	Rozměry (inch)							
		S LCD displejem							Bez displeje
		A	B	C/*C	D/*D	E/*E	F	G	
GFM 17	1/4" průměr trubky	5.60	1.00	1.00	3.00	5.02	0.69	2.68	4.50
GFM 37	1/4" průměr trubky	5.98	1.37	1.25	4.13	6.15	0.69	2.68	4.88
GFM 47	3/8" průměr trubky	5.98	1.37	1.25	4.13	6.27	0.69	2.68	4.88
GFM 57	3/8" průměr trubky	6.60	2.00	1.75	6.69	8.83	0.99	4.68	5.50
GFM 67	1/2" průměr trubky	7.60	3.00	3.00	7.25	9.67	1.69	4.68	6.50
GFM 77	3/4" FNPT	8.60	4.00	4.00	7.30	-	1.69	4.68	7.50

POZNÁMKA: Firma Aalborg si vyhrazuje právo změnit design a rozměry přístrojů bez upozornění. Kontaktujte nás pokud potřebujete přesné rozměry.

DODATEK 4 - ZÁRUKA

Záruční podmínky jsou uvedeny v záručním listu.