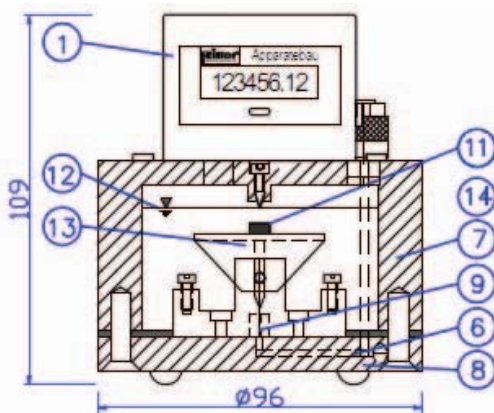


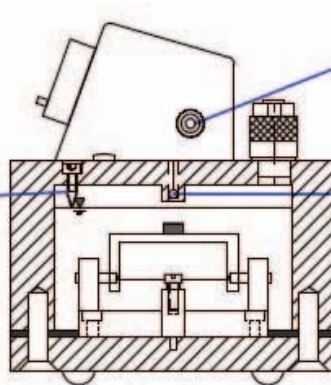
## Spis treści

<b>1. Dane techniczne</b> .....	<b>3</b>
<b>2. Pierwsze uruchomienie</b> .....	<b>9</b>
2.1. Przygotowanie.....	9
2.2. Instalacja .....	10
2.3. Ciecz uszczelniająca .....	10
2.4. Napełnianie cieczy .....	10
2.5. Dokładna regulacja poziomu cieczy uszczelniającej.....	11
2.5.1. Wersja PMMA (obudowa transparentna).....	11
2.5.2. Wersja PVDF i PVC.....	12
2.6. Podłączenie węży .....	12
<b>3. Pomiar</b> .....	<b>13</b>
3.1. Zasada pomiaru .....	13
3.2. Kalibracja / Błąd pomiaru .....	13
3.2.1. Korekcja statyczna tolerancji wykonania .....	13
3.2.2. Korekcja dynamiczna błędu pomiarowego .....	14
3.3. Wpływ objętości martwej.....	14
3.4. Kondensacja .....	14
3.5. Wpływ zanieczyszczeń cząsteczkowych.....	15
3.6. Wpływ temperatury.....	15
3.7. Wpływ ciśnienia gazu.....	15
3.8. Wpływ ciśnienia cząstkowego pary wodnej.....	16
3.9. Korekcja temperatury i ciśnienia .....	16
3.10. Zagadnienia związane z pomiarami fermentacyjnymi.....	17
<b>4. Miernik</b> .....	<b>18</b>
4.1. Wyświetlacz.....	18
4.2. Przycisk zerowania.....	18
4.3. Wyjście sygnałowe .....	18
4.3.1. Kontaktron .....	18
4.3.2. Gniazdo wyjścia.....	18
<b>5. Konserwacja</b> .....	<b>19</b>
5.1. Kontrola poziomu cieczy uszczelniającej .....	19
5.2. Wymiana cieczy uszczelniającej .....	19
5.3. Czyszczenie kapilary.....	20
5.4. Wymiana baterii.....	20
5.5. Demontaż / Wymiana celi pomiarowej .....	20
5.6. Magazynowanie .....	21

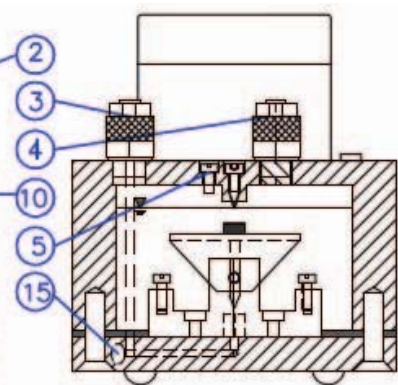
## 1. Dane techniczne



Widok z przodu



Widok z boku



Widok z tyłu

- (1) Miernik z wyświetlaczem LCD
- (2) Wyjście przekąźnikowe
- (3) Wlot gazu
- (4) Wylot gazu
- (5) Śruba odpowietrzająca
- (6) Kanał wlotowy gazu
- (7) Obudowa
- (8) Podstawa

- (9) Kapilara
- (10) Dwa kontaktrony
- (11) Magnes stały
- (12) Ciecz uszczelniająca
- (13) Dwukomorowa cela pomiarowa (przechylna)
- (14) Śruba kontrolna poziomu cieczy
- (15) Śruba kontrolna kanału wlotowego

### Dane techniczne

Minimalne natężenie przepływu $Q_{\min}$	1	ml/h	Maksymalne ciśnienie gazu	<b>100</b>	<b>mbar</b>
Maksymalne natężenie przepływu $Q_{\max}$	1	l/h	Minimalne ciśnienie gazu <sup>5)</sup>	5	mbar
Dokładność pomiaru <sup>1)</sup>	±3	%	Ilość cieczy uszczelniającej	120	ml
Pojemność komory pomiarowej <sup>2)</sup>	3	ml	Temperatura gazu <sup>6)</sup>	+10 ~ +60	°C
Min. wielkość próbki (rozdzielczość) <sup>3)</sup>	3	ml	Przyłącza wlot/wylot: Przyłącze gwintowe	Ø 6 <sub>i</sub> / 8 <sub>o</sub>	mm
Rozdzielczość wskazań <sup>4)</sup>	0.01	ml	Średnica węża	Ø 6 <sub>i</sub> / 8 <sub>o</sub>	mm

<sup>1)</sup> Ze względu na zasadę pomiaru błąd pomiaru jest uzależniony od natężenia przepływu. Dodatkowe oprogramowanie do zbierania danych "Rigamo" posiada algorytm, który automatycznie i na bieżąco przelicza zmierzone przy danym natężeniu przepływu wartości na wartości rzeczywiste na podstawie krzywej kalibracyjnej. Dzięki temu możliwe jest znaczne zmniejszenie błędu resztkowego lub rozszerzenie zakresu natężenia przepływu ze stałym błędem ±3%. Błąd resztkowy pomiaru jest mniejszy niż ±1% w całym zakresie natężenia przepływu.

<sup>2)</sup> = Wartość nominalna; dokładna wartość zostaje określona w trakcie kalibracji

<sup>3)</sup> = Objętość komory pomiarowej

<sup>4)</sup> Współczynnik kalibracji posiada dwa miejsca po przecinku

<sup>5)</sup> Jeżeli pomiar rozpoczyna się ze zwiększonym natężeniem przepływu, minimalne ciśnienie wlotowe gazu jest w tym czasie wyższe na skutek wypychania cieczy uszczelniającej z kapilary umieszczonej w podstawie.

<sup>6)</sup> Dotyczy kompletnego urządzenia MGC: Dla temperatury wyższej niż pokojowa (np. w przypadku umieszczenia w piecyku) zauważalne było w pewnych przypadkach powstawanie piany cieczy uszczelniającej.

### Materiały

Obudowa	Plexiglas (PMMA)
Cela pomiarowa	PVDF (Polifluorek winylidenu)
Przyłącze gwintowe	Mosiądz niklowany

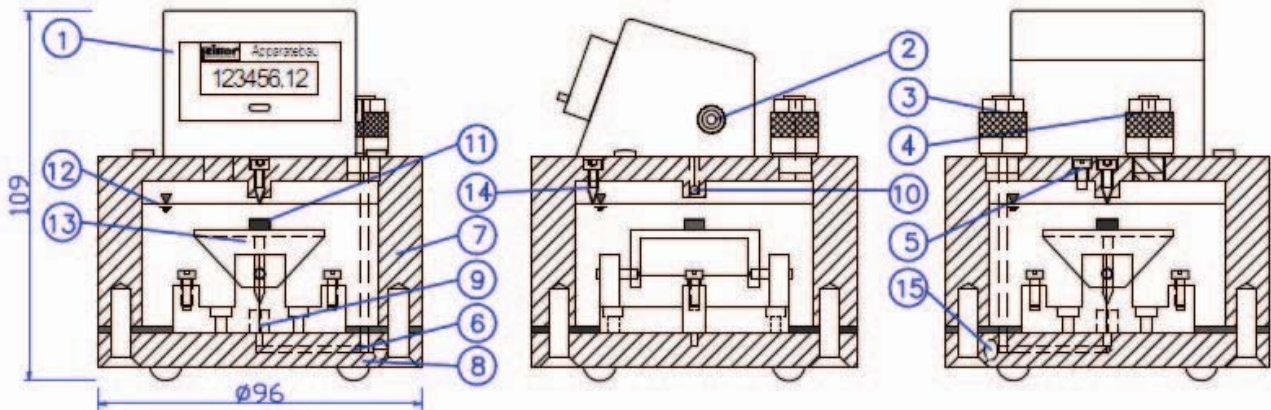
### Wyposażenie standardowe

Miernik elektroniczny / wyświetlacz LCD	Dwukomorowa cela pomiarowa
Wyświetlacz: 6 cyfr [ml] + 2 miejsca po przecinku	1,5 m wąż do gazu (PVC)
Pulse Generator V6.0 jako wyjście sygnałowe (przełącznikowe)	200 ml cieczy uszczelniającej (HCl 1,8% = 0,5 mol/dm <sup>3</sup> ) <sup>7)</sup>
1 wycior do kapilar dla 5 urządzeń MGC	1 strzykawka do dokładnej regulacji poziomu cieczy uszczelniającej
Lejek do napełniania cieczy	1 poziomica

### Wyposażenie dodatkowe

Oprogramowanie do zbierania danych "Rigamo" dla Windows®	Ciecz uszczelniająca Silox (dla mieszanin gazów nie zawierających CO <sub>2</sub> )
Wąż do gazu (PVC)	Ciecz uszczelniająca 100/500/1000/5000 ml

<sup>7)</sup> Ponieważ kwas chlorowodorowy jest sklasyfikowany jako substancja niebezpieczna, obowiązują pewne ograniczenia w jego transporcie w zależności od środka transportu, kraju przeznaczenia i ilości. Przed złożeniem zamówienia określić warunki transportu z lokalnym dostawcą lub producentem.



Widok z przodu

Widok z boku

Widok z tyłu

- |                                 |  |
|---------------------------------|--|
| (1) Miernik z wyświetlaczem LCD | (9) Kapilara                                 |
| (2) Wyjście przekąźnikowe       | (10) Dwa kontaktrony                         |
| (3) Wlot gazu                   | (11) Magnes stały                            |
| (4) Wylot gazu                  | (12) Ciecz uszczelniająca                    |
| (5) Śruba odpowietrzająca       | (13) Dwukomorowa cela pomiarowa (przechylna) |
| (6) Kanał wlotowy gazu          | (14) Śruba kontrolna poziomu cieczy          |
| (7) Obudowa                     | (15) Śruba kontrolna kanału wlotowego        |
| (8) Podstawa                    |  |

### Dane techniczne

Minimalne natężenie przepływu $Q_{\min}$	1	ml/h	Maksymalne ciśnienie gazu	<b>100</b>	<b>mbar</b>
Maksymalne natężenie przepływu $Q_{\max}$	1	l/h	Minimalne ciśnienie gazu <sup>5)</sup>	5	mbar
Dokładność pomiaru <sup>1)</sup>	±3	%	Ilość cieczy uszczelniającej	120	ml
Pojemność komory pomiarowej <sup>2)</sup>	3	ml	Temperatura gazu <sup>6)</sup>	+10 ~ +80	°C
Min. wielkość próbki (rozdzielczość) <sup>3)</sup>	3	ml	Przyłącza wlot/wylot: Przyłącze gwintowe	Ø 6 <sub>i</sub> / 8 <sub>o</sub>	mm
Rozdzielczość wskazań <sup>4)</sup>	0.01	ml	Średnica węża	Ø 6 <sub>i</sub> / 8 <sub>o</sub>	mm

<sup>1)</sup> Ze względu na zasadę pomiaru błąd pomiaru jest uzależniony od natężenia przepływu. Dodatkowe oprogramowanie do zbierania danych "Rigamo" posiada algorytm, który automatycznie i na bieżąco przelicza zmierzone przy danym natężeniu przepływu wartości na wartości rzeczywiste na podstawie krzywej kalibracyjnej. Dzięki temu możliwe jest znaczne zmniejszenie błędu resztkowego lub rozszerzenie zakresu natężenia przepływu ze stałym błędem ±3%. Błąd resztkowy pomiaru jest mniejszy niż ±1% w całym zakresie natężenia przepływu.

<sup>2)</sup> = Wartość nominalna; dokładna wartość zostaje określona w trakcie kalibracji

<sup>3)</sup> = Objętość komory pomiarowej

<sup>4)</sup> Współczynnik kalibracji posiada dwa miejsca po przecinku

<sup>5)</sup> Jeżeli pomiar rozpoczyna się ze zwiększonym natężeniem przepływu, minimalne ciśnienie wlotowe gazu jest w tym czasie wyższe na skutek wypychania cieczy uszczelniającej z kapilary umieszczonej w podstawie.

<sup>6)</sup> Dotyczy kompletnego urządzenia MGC: Dla temperatury wyższej niż pokojowa (np. w przypadku umieszczenia w piecyku) zauważalne było w pewnych przypadkach powstawanie piany cieczy uszczelniającej.

### Materialy

Obudowa / Cella pomiarowa	PVDF (Polifluorek winylidenu)
Przyłącze gwintowe	Stal nierdzewna

### Wyposażenie standardowe

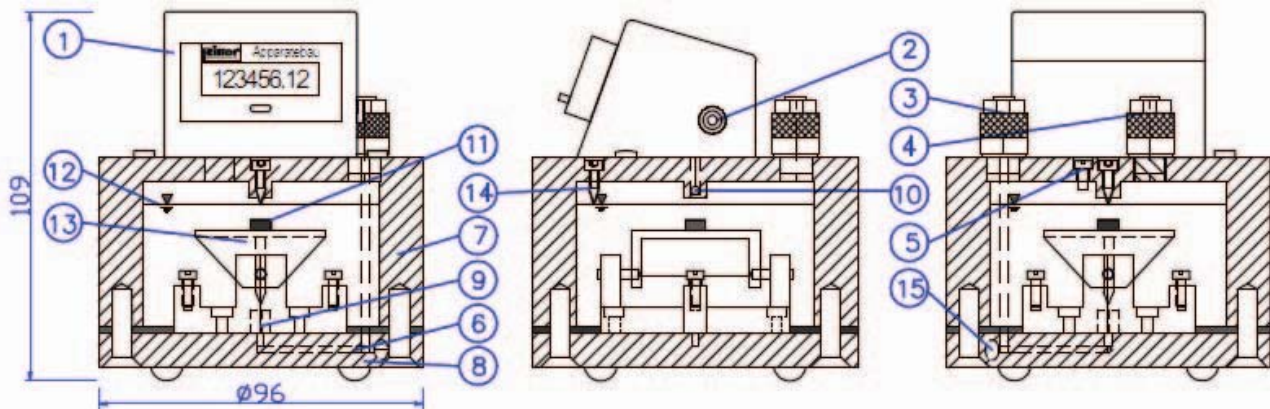
Miernik elektroniczny / wyświetlacz LCD	Dwukomorowa cela pomiarowa
Wyświetlacz: 6 cyfr [ml] + 2 miejsca po przecinku	1,5 m wężyk do gazu (PTFE – Teflon®)
Pulse Generator V6.0 jako wyjście sygnałowe (przełącznikowe)	200 ml cieczy uszczelniającej (HCl 1,8% = 0,5 mol/dm <sup>3</sup> ) <sup>7)</sup>
1 wycior do kapilar dla 5 urządzeń MGC	1 strzykawka do dokładnej regulacji poziomu cieczy uszczelniającej
Lejek do napełniania cieczy	1 poziomica

### Wyposażenie dodatkowe

Oprogramowanie do zbierania danych "Rigamo" dla Windows®	Ciecz uszczelniająca Silox (dla mieszanin gazów nie zawierających CO <sub>2</sub> )
Wężyk do gazu Politetrafluoroetylen (PTFE – Teflon®)	Ciecz uszczelniająca 100/500/1000/5000 ml

<sup>7)</sup> Ponieważ kwas chlorowodorowy jest sklasyfikowany jako substancja niebezpieczna, obowiązują pewne ograniczenia w jego transporcie w zależności od środka transportu, kraju przeznaczenia i ilości. Przed złożeniem zamówienia określić warunki transportu z lokalnym dostawcą lub producentem.





Widok z przodu

Widok z boku

Widok z tyłu

- |                                 |   |
|---------------------------------|---|
| (1) Miernik z wyświetlaczem LCD | (9) Kapilara                                      |
| (2) Wyjście przełącznikowe      | (10) Dwa kontaktrony                              |
| (3) Wlot gazu                   | (11) Magnes stały                                 |
| (4) Wylot gazu                  | (12) Ciecz uszczelniająca                         |
| (5) Śruba odpowietrzająca       | (13) Dwukomorowa cela pomiarowa (prze-<br>chylna) |
| (6) Kanał wlotowy gazu          | (14) Śruba kontrolna poziomu cieczy               |
| (7) Obudowa                     | (15) Śruba kontrolna kanału wlotowego             |
| (8) Podstawa                    |   |

### Dane techniczne

Minimalne natężenie przepływu $Q_{\min}$	1	ml/h	Maksymalne ciśnienie gazu	<b>100</b>	<b>mbar</b>
Maksymalne natężenie przepływu $Q_{\max}$	1	l/h	Minimalne ciśnienie gazu <sup>5)</sup>	5	mbar
Dokładność pomiaru <sup>1)</sup>	±3	%	Ilość cieczy uszczelniającej	120	ml
Pojemność komory pomiarowej <sup>2)</sup>	3	ml	Temperatura gazu <sup>6)</sup>	+10 ~ +40	°C
Min. wielkość próbki (rozdzielczość) <sup>3)</sup>	3	ml	Przyłącza wlot/wylot: Przyłącze gwintowe	Ø 6 <sub>i</sub> / 8 <sub>o</sub>	mm
Rozdzielczość wskazań <sup>4)</sup>	0.01	ml	Średnica węża	Ø 6 <sub>i</sub> / 8 <sub>o</sub>	mm

<sup>1)</sup> Ze względu na zasadę pomiaru błąd pomiaru jest uzależniony od natężenia przepływu. Dodatkowe oprogramowanie do zbierania danych "Rigamo" posiada algorytm, który automatycznie i na bieżąco przelicza zmierzone przy danym natężeniu przepływu wartości na wartości rzeczywiste na podstawie krzywej kalibracyjnej. Dzięki temu możliwe jest znaczne zmniejszenie błędu resztkowego lub rozszerzenie zakresu natężenia przepływu ze stałym błędem ±3%. Błąd resztkowy pomiaru jest mniejszy niż ±1% w całym zakresie natężenia przepływu.

<sup>2)</sup> = Wartość nominalna; dokładna wartość zostaje określona w trakcie kalibracji

<sup>3)</sup> = Objętość komory pomiarowej

<sup>4)</sup> Współczynnik kalibracji posiada dwa miejsca po przecinku

<sup>5)</sup> Jeżeli pomiar rozpoczyna się ze zwiększonym natężeniem przepływu, minimalne ciśnienie wlotowe gazu jest w tym czasie wyższe na skutek wypychania cieczy uszczelniającej z kapilary umieszczonej w podstawie.

<sup>6)</sup> Dotyczy kompletnego urządzenia MGC: Dla temperatury wyższej niż pokojowa (np. w przypadku umieszczenia w piecyku) zauważalne było w pewnych przypadkach powstawanie piany cieczy uszczelniającej.

### Materiały

Obudowa / Cella pomiarowa	PVC (Polichlorek winylu), czerwony
Przyłącze gwintowe	Mosiądz niklowany

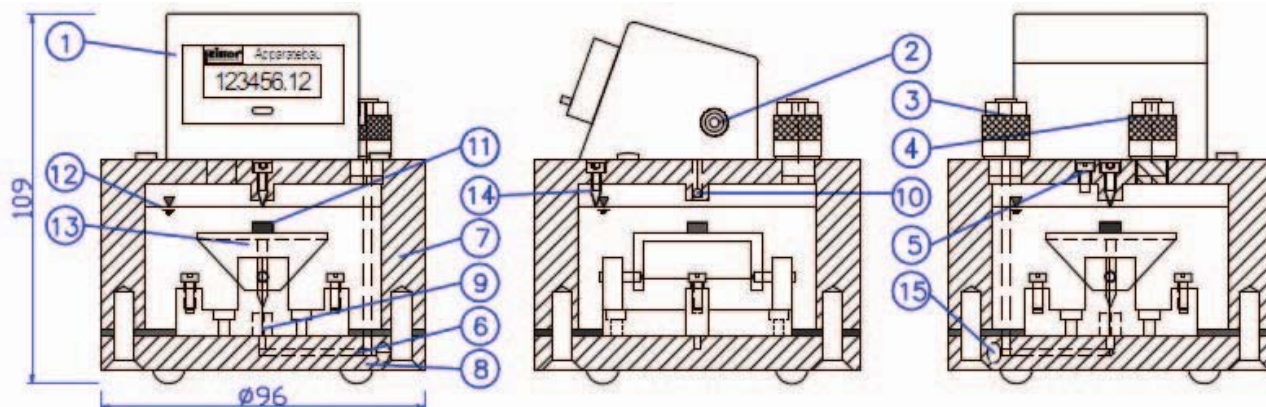
### Wyposażenie standardowe

Miernik elektroniczny / wyświetlacz LCD	Dwukomorowa cela pomiarowa
Wyświetlacz: 6 cyfr [ml] + 2 miejsca po przecinku	1,5 m wężyk do gazu (PTFE – Teflon®)
Pulse Generator V6.0 jako wyjście sygnałowe (przełącznikowe)	200 ml cieczy uszczelniającej (HCl 1,8% = 0,5 mol/dm <sup>3</sup> ) <sup>7)</sup>
1 wycior do kapilar dla 5 urządzeń MGC	1 strzykawka do dokładnej regulacji poziomu cieczy uszczelniającej
Lejek do napełniania cieczy	1 poziomica

### Wyposażenie dodatkowe

Oprogramowanie do zbierania danych "Rigamo" dla Windows®	Ciecz uszczelniająca Silox (dla mieszanin gazów nie zawierających CO <sub>2</sub> )
Wężyk do gazu (PVC)	Ciecz uszczelniająca 100/500/1000/5000 ml

<sup>7)</sup> Ponieważ kwas chlorowodorowy jest sklasyfikowany jako substancja niebezpieczna, obowiązują pewne ograniczenia w jego transporcie w zależności od środka transportu, kraju przeznaczenia i ilości. Przed złożeniem zamówienia określić warunki transportu z lokalnym dostawcą lub producentem.



- |                                     |   |
|-------------------------------------|---|
| (1) Miernik z wyświetlaczem LCD     | (10) Dwa kontaktrony                                      |
| (2) Gniazdo wyjścia przekątnikowego | (11) Magnes stały   |
| (3) Przyłącze wlotowe gazu          | (12) Ciecz uszczelniająca                                 |
| (4) Przyłącze wylotowe gazu         | (13) Dwukomorowa cela pomiarowa (przechylna)              |
| (7) Obudowa                         | (14) Przyłącze pod wąż elastyczny                         |
| (8) Podstawa                        | (15) Wskaźnik prawidłowego poziomu cieczy uszczelniającej |
| (9) Kapilara                        |   |

## 2. Pierwsze uruchomienie

### 2.1. Przygotowanie

- a) Przeczytać uważnie niniejszą instrukcję obsługi w celu zapewnienia długiej i bezproblemowej eksploatacji urządzenia.
- b) Rozpakować ostrożnie MilliGascounter. Pudełko powinno zawierać:
  - 1 MilliGascounter
  - 1 butelka (200ml) cieczy uszczelniającej (HCl 1,8% = 0,5 mol/dm<sup>3</sup>)<sup>10)</sup>
  - Opcjonalnie (dla mieszanin gazów nie zawierających CO<sub>2</sub>): ciecz Silox
  - 1,5 m wężyk
  - 1 lejek do napełniania cieczy uszczelniającej
  - 1 przyrząd do czyszczenia (druć wewnątrz tworzywa PMMA) dla 5 urządzeń MGC
  - 1 strzykawka (do dokładnej regulacji poziomu cieczy) dla 5 urządzeń MGC
  - 1 poziomica



<sup>10)</sup> Ponieważ kwas chlorowodorowy jest sklasyfikowany jako substancja niebezpieczna, obowiązują pewne ograniczenia w jego transporcie w zależności od środka transportu, kraju przeznaczenia i ilości. Przed złożeniem zamówienia określić warunki transportu z lokalnym dostawcą lub producentem.



## 2.2. Instalacja

- a) Urządzenie MilliGascounter powinno być zainstalowane na poziomej i sztywnej podstawie nie narażonej na wibracje.
- b) Jeżeli podczas pomiaru natężenia przepływu gazu możliwe jest wystąpienie wewnątrz urządzenia zjawiska kondensacji, zapoznać się z rozdziałem 3.4 „Kondensacja”.

## 2.3. Ciecz uszczelniająca

Jeżeli mieszanina gazu mierzonego zawiera CO<sub>2</sub>, część CO<sub>2</sub> rozpuszcza się w cieczy uszczelniającej i odgazowuje na jej powierzchni, a zatem nie przepływa przez celę pomiarową.

By ograniczyć to zjawisko w jak największym stopniu, jako ciecz uszczelniającą stosuje się standardowo roztwór kwasu chlorowodorowego 1,8% (= 0,5 mol/dm<sup>3</sup>). Przyrząd może być napełniony **tylko** tą cieczą, ponieważ dla niej została przeprowadzona kalibracja. Jeżeli zostanie zastosowana inna ciecz, wszystkie wykonywane pomiary będą obciążone błędami spowodowanymi odmiennymi właściwościami tej cieczy, np. lepkością czy napięciem powierzchniowym.

Opcjonalnie może zostać użyta ciecz uszczelniająca Silox, ale tylko wtedy, gdy mierzona mieszanina gazów **nie zawiera** CO<sub>2</sub>.

### Należy przestrzegać poniższych zaleceń podczas obchodzenia się z kwasem chlorowodorowym:

- Roztwór HCl jest żrący ze względu na wartość pH.
- Unikać bezpośredniego kontaktu ze skórą i oczami oraz wdychania oparów.
- Roztwór HCl może powodować korozję metali.
- Pojemnik przechowywać szczelnie zamknięty.
- Zalecana temperatura przechowywania: 15 - 25°C.
- Telefon alarmowy do Centrum Zatruc w Monachium: +49-(0)89-19240

Do jednorazowego napełnienia urządzenia MilliGascounter wymagane jest około 120 ml cieczy.

## 2.4. Napełnianie cieczy

W celu napełnienia urządzenia cieczą wykorzystać dołączony lejek. Umieścić go w króćcu wylotowym gazu (4). Po odkręceniu śruby odpowietrzającej (5) wlać ciecz do obudowy.

Sposób dokładnego wyregulowania poziomu (15) cieczy uszczelniającej zamieszczono w rozdziale 2.5 „Dokładna regulacja poziomu cieczy uszczelniającej”.

Wkręcić śrubę odpowietrzającą w obudowę z momentem 1Nm (takim jak przy dokręcaniu ręką). Większy moment dokręcający może spowodować uszkodzenie gwintu.



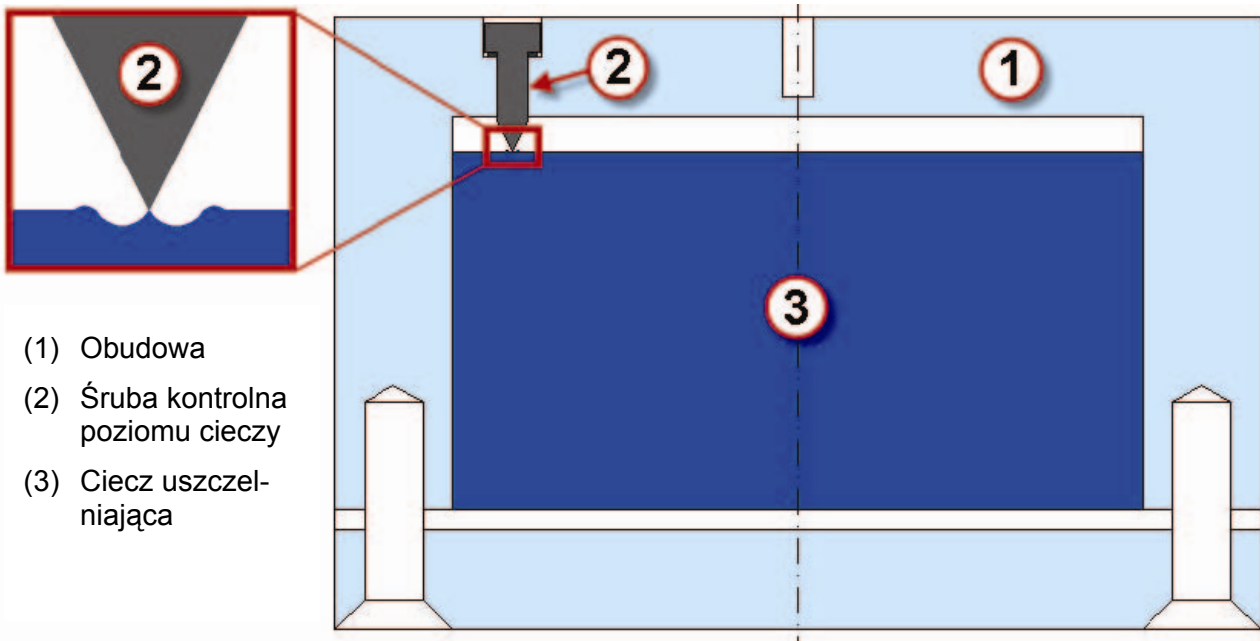
## 2.5. Dokładna regulacja poziomu cieczy uszczelniającej

### 2.5.1. Wersja PMMA (obudowa transparentna)

- Początkowo nalać tyle cieczy uszczelniającej, by jej poziom całkowicie przykrył celę pomiarową.
- Następnie przechylić urządzenie dwukrotnie w taki sposób, by cela pomiarowa wykonała dwa ruchy, które umożliwią odpowietrzenie komór pomiarowych. W tym celu trzymając MilliGascounter wyświetlaczem skierowanym w swoją stronę przechylić urządzenie w prawo a następnie w lewo.
- Odłączyć wąż od wlotowego przyłącza gazu, by uzyskać na nim ciśnienie atmosferyczne. Odczekać, aż poziom cieczy uszczelniającej w pionowym kanale wlotowym wyrówna się z poziomem cieczy wewnątrz obudowy.
- Przeprowadzić dokładną regulację zgodnie z poniższym opisem. Do precyzyjnego uzupełnienia lub odessania cieczy zalecane jest wykorzystanie dołączonej strzykawki.

W górnej części obudowy (1) znajduje się śruba kontrolna (2) będąca punktem odniesienia podczas regulacji poziomu cieczy uszczelniającej (3).

**Pod żadnym pozorem nie zmieniać położenia tej śruby!**



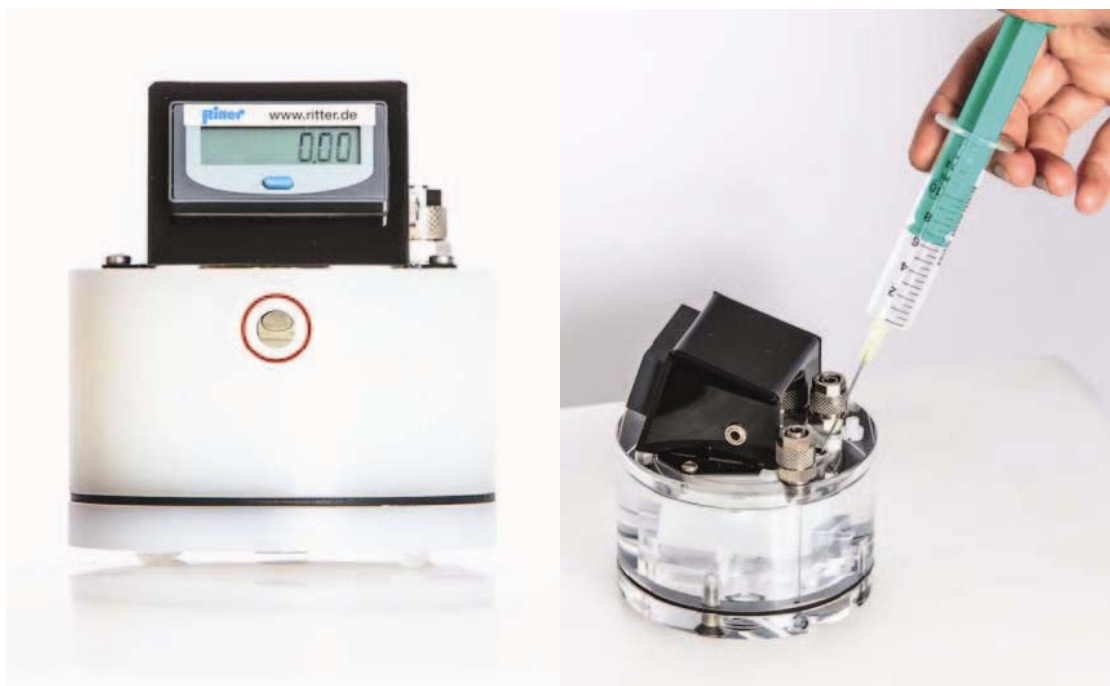
- (1) Obudowa
- (2) Śruba kontrolna poziomu cieczy
- (3) Ciecz uszczelniająca

Ilość cieczy uszczelniającej w urządzeniu jest prawidłowa, gdy wierzchołek śruby kontrolnej (2) nieznacznie dotyka powierzchni cieczy (3). (Ze względu na napięcie powierzchniowe cieczy, przy wierzchołku śruby kontrolnej ciecz uszczelniająca formuje mały stożek.)

### 2.5.2. Wersja PVDF i PVC

Regulację poziomu cieczy uszczelniającej przeprowadza się podobnie jak w przypadku wersji PMMA (patrz rozdz. 2.5.1). W obudowie urządzenia umieszczono okienko umożliwiające obserwację śruby kontrolnej (zdjęcie po lewej stronie).

Do dokładnego wyregulowania poziomu, tj. do uzupełnienia lub odessania nadmiaru cieczy uszczelniającej zalecane jest wykorzystanie dołączonej strzykawki (zdjęcie po prawej stronie).



### 2.6. Podłączenie węży

Źródło gazu może być podłączone do przyłącza wlotowego (3) urządzenia MilliGascounter za pomocą dostarczonego węża z PVC (MGC w wersji PMMA) lub z Teflonu® (MGC w wersji PVDF).

Zdemontować nakrętkę przyłącza i wcisnąć wąż na przyłączy.

#### **Uwaga:**

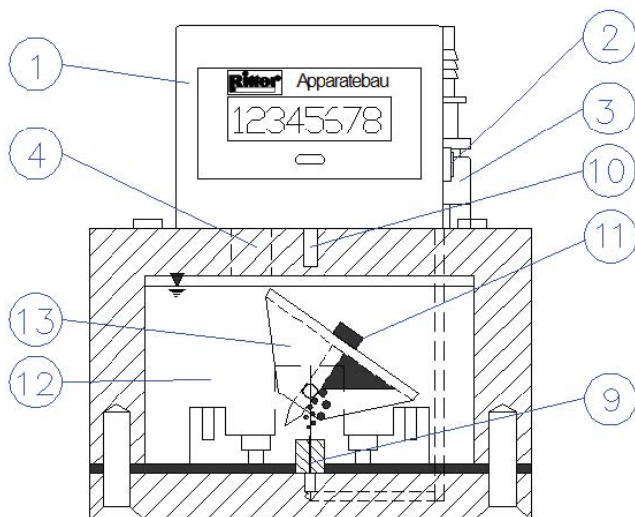
Podczas dokręcania nakrętki przyłącza **nie używać** narzędzi! Dokręcić nakrętkę tylko za pomocą dwóch palców. W przeciwnym razie gwint przyłącza wlotowego wykonany w obudowie urządzenia może ulec uszkodzeniu, skutkiem czego pojawi się nieszczelność pomiędzy przyłączem a obudową.

Zgodnie z wymaganiami przyłączy wylotowe (4) może być połączone w taki sam sposób za pomocą dostarczonego węża z dalszą częścią instalacji.

W przypadku zastosowania węży innych niż dostarczone wraz z urządzeniem, upewnić się, że są gazoszczelne. Węże silikonowe nie są odpowiednie, a gumowe mogą być stosowane tylko warunkowo.

### 3. Pomiar

#### 3.1. Zasada pomiaru



Gaz wpływa przez króciec wlotowy urządzenia (3), przepływa przez kapilarę (9) znajdującą się w podstawie urządzenia, a następnie płynie w górę do komory wypełnionej cieczą uszczelniającą (12).

Przepływ gazu powoduje powstawanie małych pęcherzyków, które wznoszą się w cieczy, a następnie wpadają do celi pomiarowej (13). Cella składa się z dwóch komór pomiarowych, które napelniane są naprzemiennie gazem z pęcherzyków. Gdy jedna z komór pomiarowych napelni się całkowicie, jej zwiększona wyporność powoduje nagłe przechylenie się celi pomiarowej do położenia przeciwnego i gazem zaczyna napelniać się druga komora. Jednocześnie pierwsza opróżnia się.

Pomiar objętości gazu nie jest dlatego wyświetlany w sposób ciągły, lecz po każdej zmianie położenia celi pomiarowej (13). Rozdzielczość wynosi około 3 ml (= pojemność jednej komory pomiarowej, patrz rozdział 3.2). Spowodowany taką rozdzielczością "błąd resztkowy" (= max. 3 ml) należy brać pod uwagę podczas oceny/obliczania całkowitego błędu pomiaru.

Ruch przechyłowy celi pomiarowej powoduje, że magnes stały (11) znajdujący się na szczycie celi aktywuje jeden z dwóch kontaktronów (10). Powstaje impuls, który jest rejestrowany przez miernik (1).

Istnieje możliwość wykorzystania sygnału ze styków drugiego kontaktronu do celów rejestracji (PC) poprzez gniazdo wyjścia sygnałowego (2). (Więcej informacji w rozdziale 4.3 Wyjście sygnałowe).

Gaz wydostaje się z urządzenia przez króciec wylotowy (4).

#### 3.2. Kalibracja / Błąd pomiaru

##### 3.2.1. Korekcja statyczna tolerancji wykonania

Ze względu na zastosowane podczas produkcji tolerancje wymiarowe, rzeczywista objętość celi pomiarowej nie jest równa 3 ml i musi być ustalona poprzez indywidualną kalibrację. Rzeczywista objętość jest:

- określana przy standardowym natężeniu przepływu 500 ml/h,
- zapisywany w protokole kalibracji,
- wprowadzana do programu miernika.

Tak więc ilość przechyleń celi pomiarowej pomnożona przez zaprogramowaną rzeczywistą objętość celi jest równa zmierzonej objętości gazu.

Należy jednak zauważyć, że wyświetlana na mierniku objętość nie jest korygowana pod względem błędu pomiaru (na podstawie krzywej kalibracyjnej) w całym zakresie



natężenia przepływu. Informacje dotyczące dynamicznej korekcji błędu pomiarowego w całym zakresie pomiarowym zamieszczono w następnym rozdziale 3.2.2.

### 3.2.2. Korekcja dynamiczna błędu pomiarowego

Ze względu na zasadę pomiaru błąd pomiaru jest uzależniony od natężenia przepływu gazu i wynosi około +3% przy minimalnym natężeniu przepływu i około -3% przy maksymalnym natężeniu przepływu.

Dodatkowe oprogramowanie do zbierania danych "Rigamo" posiada m.in. funkcję automatycznej korekcji dynamicznego błędu pomiarowego (tj. uzależnionego od natężenia przepływu). Zastosowany algorytm automatycznie przelicza mierzone objętości i natężenie przepływu gazu na wartości rzeczywiste na podstawie krzywej kalibracyjnej. **Błąd resztkowy pomiaru jest mniejszy niż ±1% w całym zakresie natężenia przepływu.**

### 3.3. Wpływ objętości martwej

Objętość martwa jest definiowana jako całkowita objętość instalacji pomiędzy źródłem gazu a urządzeniem MilliGascounter (w badaniach fermentacyjnych: włącznie z objętością zbiornika fermentacyjnego nad substratem).

Jeżeli pomiar objętości gazu rozpoczyna się przy ciśnieniu atmosferycznym (ciśnienie w instalacji = ciśnienie atmosferyczne), dopływający ze źródła gaz powoduje wzrost ciśnienia w instalacji tylko w początkowym momencie. Pomiar objętości gazu w urządzeniu rozpoczyna się dopiero po przekroczeniu minimalnego ciśnienia wlotowego równego 5 mbar.

Ze względu na konstrukcję urządzenia MilliGascounter po zakończeniu pomiaru w martwej przestrzeni pozostanie nadciśnienie równe 5 mbar. Deficyt objętości spowodowany przez ten efekt należy dodać do zmierzonej objętości. Jest on obliczany w następujący sposób:

$$V_D = V_{DS} \times \left( \frac{P_a + P_{DS}}{P_a} - 1 \right)$$

gdzie:

$V_D$	=	Brakująca objętość (deficyt)	
$V_{DS}$	=	Objętość przestrzeni martwej	
$P_a$	=	Ciśnienie otoczenia	[mbar]
$P_{DS}$	=	Ciśnienie w przestrzeni martwej	= 5 [mbar]

### 3.4. Kondensacja

Jeżeli gaz wprowadzany do urządzenia zawiera parę wodną lub inne gazy ulegające kondensacji, należy upewnić się, że kondensacja nie następuje wewnątrz urządzenia. Zjawisku temu można zapobiec *schładzając* wcześniej gaz do temperatury pokojowej lub wykorzystując tzw. *pułapkę kondensacyjną*. Najprostszym sposobem schłodzenia gazu jest użycie odpowiednio długiego węża doprowadzającej lub rury metalowej (o długości np. 20 cm); w razie potrzeby wąż doprowadzający gaz może być poprowadzony przez zbiornik z wodą.

Jeżeli kondensacji nie da się uniknąć, MilliGascounter powinien być zainstalowany w taki sposób, by wilgoć obecna w wężu doprowadzającym gaz nie przedostawała się do urzą-

dzenia<sup>11)</sup>. Taka pułapka kondensacyjna zabezpiecza jednocześnie przed cofnięciem się cieczy uszczelniającej do instalacji gazu lub do samego źródła gazu (zbiornika fermentacyjnego). Sytuacja ta może wystąpić na skutek podciśnienia powstającego w wyniku spadku temperatury w instalacji gazu lub urządzeniach wytwarzających gaz. Odpowiednie pułapki kondensacyjne są dostępne na zamówienie. Jeżeli skropliny mimo wszystko dostaną się do wnętrza urządzenia, zgromadzą się na dnie zbiornika cieczy uszczelniającej i mogą być odessane pipetą.

### 3.5. Wpływ zanieczyszczeń cząsteczkowych

Obecność zanieczyszczeń lub cieczy w węży wlotowym lub w kapilarze utrudniają przepływ gazu. Wartość współczynnika kalibracji staje się wtedy nieprawidłowa, dlatego zanieczyszczenia powinny być zatrzymywane na odpowiednim filtrze a przewody doprowadzające gaz ze źródła muszą być suche.

### 3.6. Wpływ temperatury

Ze względu na dużą rozdzielczość urządzenia MilliGascounter w mililitrowym zakresie pomiarowym, rejestrowane mogą być przepływy gazu spowodowane zmianami temperatury. Wzrost [spadek] temperatury w urządzeniu zasilającym lub w systemie doprowadzającym gaz powoduje rozszerzanie [kurczenie] się gazu w instalacji w stopniu wprost proporcjonalnym do jego objętości. Podczas gdy rozszerzanie się gazu powoduje „wirtualny” przepływ, którego wartość wskazywana jest na wyświetlaczu miernika, zmniejszanie się objętości gazu powoduje powstawanie podciśnienia w instalacji zasilającej. Podciśnienie sprawia, że ciecz uszczelniająca przedostaje się przez kapilarę do węża zasilającego. Obecność cieczy uszczelniającej w węży doprowadzającym gaz powoduje:

- ⇒ wzrost ciśnienia wlotowego,
- ⇒ opóźnienie wyświetlenia pierwszego pomiaru na mierniku (ciecz musi być wypchnięta z kapilary),
- ⇒ błędy pomiarowe.

Z tego powodu pomiary należy rozpocząć dopiero po ustabilizowaniu się temperatury w całym systemie<sup>12)</sup>. Rozszerzanie się gazu podczas stabilizacji temperaturowej oraz wynikający z niego wzrost ciśnienia może być wykorzystany jako test funkcjonalny urządzenia MilliGascounter (patrz opis przycisku zerowania, rozdział 4.2 Przycisk zerowania).

Temperatura otoczenia powinna utrzymywać się mniej więcej na stałym poziomie podczas prowadzenia pomiarów. (Należy mieć na uwadze, że temperatura może obniżyć się w nocy lub w ciągu weekendu). W przeciwnym razie należy monitorować wartość temperatury, by umożliwić zastosowanie korekcji (patrz także: Korekcja temperatury i ciśnienia). Innym rozwiązaniem jest zainstalowanie urządzenia MilliGascounter, węża doprowadzającego i źródła gazu w klimatyzowanej szafie.

### 3.7. Wpływ ciśnienia gazu

Wzrost [spadek] ciśnienia w urządzeniu zasilającym lub w systemie doprowadzającym gaz powoduje rozszerzanie [kurczenie] się gazu w instalacji w stopniu wprost proporcjonalnym do jego objętości. Przedstawione w poprzednim rozdziale informacje dotyczą także ciśnienia atmosferycznego powietrza.

<sup>11)</sup> Zalecane jest stosowanie pułapek kondensacyjnych, jeżeli MilliGascounter jest podłączony do zbiornika fermentacyjnego, szczególnie w procesach fermentacji termofilowej. W takich przypadkach może wydzieląć się ogromna ilość pary wodnej.

<sup>12)</sup> Podczas badań fermentacyjnych: Po stabilizacji w temperaturze fermentacji.

### 3.8. Wpływ ciśnienia cząstkowego pary wodnej<sup>13)</sup>

Jeżeli wymagana jest korekcja wyniku pomiaru ze względu na objętościowy udział pary wodnej, podana w poniższej tabeli zależność ciśnienia od temperatury może być wykorzystana w równaniu przedstawionym w rozdziale 3.9.

Temp. °C	Ciśnienie cząstkowe pary wodnej mbar (psi)	Temp. °C	Ciśnienie cząstkowe pary wodnej mbar (psi)	Temp. °C	Ciśnienie cząstkowe pary wodnej mbar (psi)
15	17.0 (0.246)	20	23.4 (0.339)	25	31.7 (0.459)
16	18.1 (0.262)	21	24.9 (0.361)	30	42.6 (0.617)
17	19.4 (0.281)	22	26.4 (0.383)	35	56.4 (0.817)
18	20.6 (0.299)	23	28.1 (0.407)	40	73.9 (1.071)
19	22.0 (0.319)	24	29.9 (0.433)	45	95.9 (1.390)

Tabela 1: Wartości ciśnienia cząstkowego pary wodnej

### 3.9. Korekcja temperatury i ciśnienia

MilliGascounter mierzy objętość gazu w określonych dla danej chwili warunkach. Objętość gazu zależy od jego temperatury, ciśnienia atmosferycznego i ciśnienia cząstkowego pary wodnej. Dlatego te wielkości są potrzebne do przeliczenia pomiaru na warunki normalne. Temperaturę gazu należy mierzyć na **wylocie** z urządzenia.

Zgodnie z podstawowymi prawami dla gazów stosuje się następujący wzór do korekcji temperatury i ciśnienia:

$$V_N = V_i \times \frac{P_a - P_v + P_L}{P_N} \times \frac{T_N}{T_a}$$

gdzie:

$V_N$	=	Objętość normalna	[litr]
$V_i$	=	Objętość wskazywana	[litr]
$P_a$	=	Ciśnienie atmosferyczne	[mbar-abs.]
$P_v$	=	Ciśnienie cząstkowe pary wodnej	[mbar]
$P_L$	=	Ciśnienie słupa cieczy nad komorą pomiarową	<b>= 1</b> [mbar]
$P_N$	=	Ciśnienie normalne	<b>= 1013.25</b> [mbar]
$T_N$	=	Temperatura normalna	<b>= 273.15</b> [K]
$T_a$	=	Temperatura aktualna	[K]

Jeżeli nie jest znana dokładna wartość ciśnienia atmosferycznego, dopuszczalne jest użycie ciśnienia normalnego. Wahań ciśnienia atmosferycznego w zakresie 980 – 1050 hPa powodują błąd od -3.3% do +3.7%.

<sup>13)</sup> Informacje zamieszczone w rozdziale 3.8 mają zastosowanie tylko dla gazów zawierających parę wodną i tylko wtedy, gdy objętość pary wodnej **musi być** matematycznie wyeliminowana z wyniku pomiaru. Jeśli para wodna jest „naturalnym” składnikiem gazu i jej objętość należy uwzględnić, wtedy nie przeprowadza się korekcji dla ciśnienia cząstkowego. W takim przypadku we wzorze w rozdziale 3.9 należy przyjąć  $P_v = 0$ .

### 3.10. Zagadnienia związane z pomiarami fermentacyjnymi

- W inkubatorach bez wymuszonej wentylacji nierównomierny rozkład temperatury może powodować powstawanie podciśnienia w zbiornikach reakcyjnych.
- Wolna przestrzeń w zbiorniku fermentacyjnym i instalacji doprowadzającej gaz do urządzenia MilliGascounter nie powinna być mniejsza niż 0,5 dm<sup>3</sup>. Objętość ta stanowi bufor dla gwałtownie przebiegających procesów fermentacji i spadków temperatury zapobiegając powstawaniu podciśnienia. Z tego powodu powinny być stosowane tylko takie zbiorniki, w których nad materiałem badanym pozostaje wolna przestrzeń o objętości co najmniej 0,5 dm<sup>3</sup>.
- W celu jak najdokładniejszego określenia całkowitej objętości produkowanego gazu, po zakończeniu fermentacji zalecane jest zakwaszenie zbiornika fermentacyjnego uwolnionym CO<sub>2</sub> do wartości pH 1-2. Może to jednak być przyczyną powstawania piany i spowodować zamoczenie instalacji.
- MilliGascounter jest kalibrowany w temperaturze pokojowej (21°C). Jeżeli temperaturą obowiązującą w miejscu instalacji jest również 21°C (zamiast międzynarodowego standardu 0°C / 273.15 K) i gaz zostanie schłodzony do temperatury 21°C, korekcja temperaturowa nie jest wymagana. W przypadku, gdy temperatura fermentacji jest równa 37°C, wymagany spadek temperatury uzyska się stosując wąż doprowadzający o długości 1,5m.
- Jeżeli biogaz zawiera duże ilości amoniaku i siarkowodoru, wzrasta ryzyko, że kapilara wlotowa zapcha się. W takich przypadkach zaleca się zainstalowanie pochłaniacza w węży doprowadzającym gaz do urządzenia. Pochłaniacz może zawierać tlenek żelaza w postaci kamyków, z którym łączy się siarkowodor. Może także zawierać węgiel aktywny taki, jak stosowany np. w okapach kuchennych. Jeżeli wkład w pochłaniaczu zużyje się, należy go wymienić.
- Doświadczenia mające na celu określenie potencjału metanogennej substancji organicznych w laboratorium prof. dr Paula Scherera<sup>14)</sup> (Uniwersytet Nauk Stosowanych w Hamburgu, Paul.Scherer@rzbd.haw-hamburg.de) wykazały, że zawartość suchej masy w osadzie czynnym wpływa nie tylko na szybkość produkcji gazu, ale także na całkowitą ilość produkowanego gazu. Oczywiście we wszystkich przypadkach równoległe do produkcji gazu z badanej substancji odejmowana była wartość referencyjna bez dodatków organicznych. Na podstawie uzyskanych danych wykazano, że podczas testów w osadzie czynnym powinno znajdować się co najmniej 3% suchej masy. Istotne jest, by przed użyciem masy przeprowadzić jej homogenizację za pomocą mieszadła. Ważne jest ponadto, by zagęszczone osady pofermentacyjne zawierały także niewielkie ilości polimerów, które wspomagają koagulację. Dodatki polimerowe często zawierają znaczne ilości biodegradowalnych alkanów ułatwiających przyłączenie. Te dodatki zwiększają naturalne wydzielanie się biogazu podczas trwania badania. Jeżeli naturalne wydzielanie się biogazu jest zbyt intensywne, może utrudnić obliczenie ilości biogazu produkowanego z badanej substancji.
- Jeżeli natomiast produkcja gazu z osadu czynnego jest zbyt mała, w niektórych sytuacjach może to oznaczać, że ciśnienie w kolbie badawczej spada poniżej ciśnienia atmosferycznego. Ze względu na sposób podłączenia węży może to doprowadzić do przedostania się oleistej cieczy uszczelniającej do naczynia badawczego. W takich przypadkach zalecane jest zwiększenie produkcji biogazu poprzez dodanie proszku celulozowego (np. Avicel). Ponadto badania należy rozpocząć w temperaturze pokojowej tak, by temperatura w inkubatorach (zazwyczaj 35-37°C) wzrastała łagodnie wytwarzając niewielkie nadciśnienie.

<sup>14)</sup> Scherer, P.A. (2001) Wpływ wysokiej zawartości ciał stałych na rozkład beztlenowy; bezpośrednie pomiary biogazu z użyciem MilliGascounter®. Źródło: Proceedings of the 9<sup>th</sup> World Congress on "Anaerobic Digestion 2001" (L. van Velsen, W. Verstraete, Eds.), Antwerpen.



## 4. Miernik

### 4.1. Wyświetlacz

Objętość gazu jest wskazywana w mililitrach (6 cyfr) z rozdzielczością 0.01 ml. Współczynnik kalibracji określany podczas procedury kalibracyjnej jest wprowadzany do programu miernika. Oznacza to, że zmierzona objętość gazu (= ilość przechyleń celi pomiarowej) jest mnożona przez zaprogramowany współczynnik kalibracji a następnie pokazywana na wyświetlaczu.

### 4.2. Przycisk zerowania

Niebieski przycisk zerowania umieszczony jest pod wyświetlaczem. Wciśnięcie przycisku powoduje usunięcie zapisanych w pamięci pomiarów i ustawienie wartości 0 na wyświetlaczu. Współczynnik kalibracji pozostaje niezmienny w pamięci przyrządu.

### 4.3. Wyjście sygnałowe

#### 4.3.1. Kontaktron

- **Zasada działania:**

Pomiar objętości przepływającego gazu polega na zliczaniu ilości przechyleń celi pomiarowej (13) za pomocą magnesu stałego (11) i dwóch kontaktronów. Magnes znajduje się na szczycie celi pomiarowej, kontaktrony znajdują się w pokrywie w górnej części obudowy urządzenia.

Ruch przechylny celi pomiarowej powoduje zwieranie się styków dwóch kontaktronów. Pierwszy wysyła sygnał do miernika (1), drugi działa jak generator impulsów (V6.0) i może być wykorzystany jako wyjście przekaźnikowe umożliwiające podłączenie urządzenia do zewnętrznego systemu zbierania danych. Należy zwrócić uwagę, że na **wyświetlaczu** pokazywana jest **rzeczywista objętość gazu** (tj. objętość zmierzona pomnożona przez współczynnik kalibracji), natomiast **impulsy** wysyłane na **gniazdo wyjściowe** są równoważne ilości przechyleń celi i tym samym równe **nie skorygowanej (nie skalibrowanej) objętości gazu**.

Kontaktron wyjścia przekaźnikowego posiada bezpotencjałowy styk normalnie otwarty.

- **Dane elektryczne:**

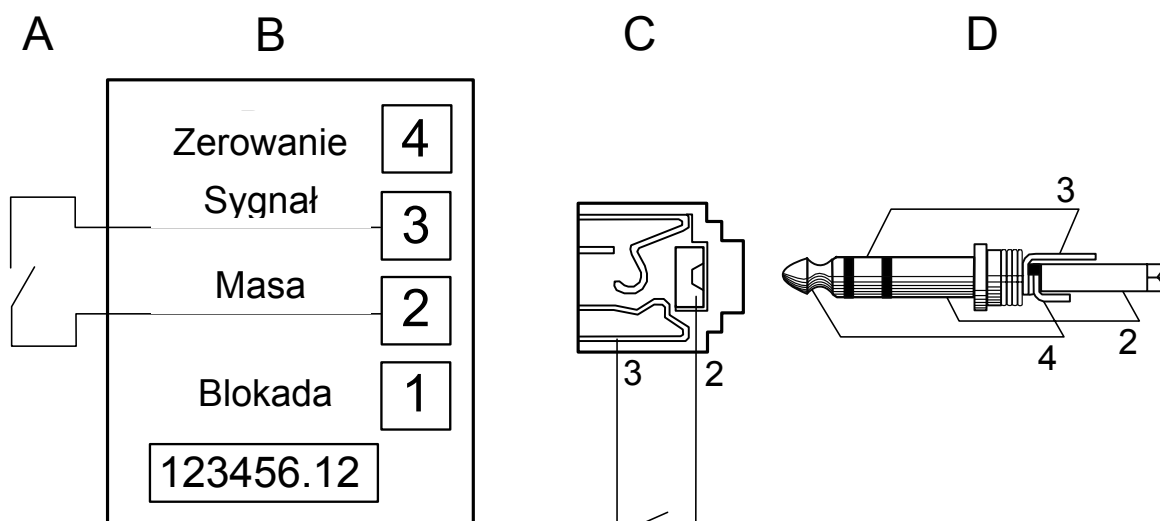
Przełączana moc, maks.	10	W
Przełączany prąd, maks.	0.5	A DC
Przełączane napięcie, maks.	100	V DC
Czas przełączania, około	0.1	s
Czas otwierania	< 1	ms
Rezystancja kontaktronu, maks.	150	mΩ

#### 4.3.2. Gniazdo wyjścia

Styki kontaktronu są doprowadzone do wyjścia sygnałowego (2).

**Uwaga:** Ilość impulsów ze styków kontaktronu jest równa ilości przechyleń celi pomiarowej. Reprezentują one zatem nieskorygowaną (nieskalibrowaną) objętość gazu. Żeby uzyskać wartość rzeczywistą, objętość gazu otrzymana ze styków na wyjściu sygnałowym musi być pomnożona przez współczynnik kalibracji.

Gniazdo wyjścia jest standardowym gniazdem stereo 3.5 mm pasującym do wtyku typu Jack (identyczne jak w przenośnych urządzeniach audio).



Legenda:

Część	Funkcja
A	Kontaktron nr 1 do miernika
B	Miernik z wyświetlaczem LCD
C	Kontaktron nr 2 do wyjścia sygnałowego i gniazdo wyjścia
D	Wtyk Jack (3.5 mm stereo)

Pin / Styk wtyczki	Funkcja
2	Masa
3	Sygnał
4	Nie wykorzystany

## 5. Konserwacja

### 5.1. Kontrola poziomu cieczy uszczelniającej

Szybkość parowania cieczy uszczelniającej w urządzeniu MilliGascounter jest bardzo mała. Zależy ona od natężenia przepływu gazu oraz temperatury pracy urządzenia. Znaczenie ma także średnica króćca wylotowego gazu (4), dlatego parowanie może być znacznie ograniczone poprzez zamknięcie wylotu korkiem i przekucie go igłą. By zapewnić stabilność i dokładność pomiarów poziomu cieczy uszczelniającej należy regularnie kontrolować. (Patrz rozdział 2.3 Ciecz uszczelniająca).

### 5.2. Wymiana cieczy uszczelniającej

Wymiana cieczy uszczelniającej jest:

- **niezbędna**, gdy cząsteczki lub substancje zawarte w gazie przechodzącym przez ciecz powodują pienienie się cieczy,
- **zalecana**, gdy w cieczy nagromadzi się znaczna ilość cząstek.

### 5.3. Czyszczenie kapilary

Zapewnienie drożności wylotu kapilary (9), który znajduje się w dolnej części zbiornika cieczy ma zasadniczy wpływ na dokładność pomiaru. Zmniejszenie pola przekroju ujścia wpływa głównie na ciśnienie gazu w węźle wlotowym. Ciśnienie może wtedy wzrosnąć do ponad 30 mbar i powodować pulsacyjny przepływ gazu. Skutkuje to dużymi błędami pomiarowymi. Kapilara powinna dlatego być poddawana regularnemu czyszczeniu.

- a) W tym celu opróżnić urządzenie spuszczacą ciecz uszczelniającą przez króciec wylotowy gazu (4) albo zasysając go przez króciec za pomocą pipety.
- b) Odkręcić 4 śruby znajdujące się na spodzie podstawy.
- c) Odkręcić od podstawy 4 śruby mocujące uchwyt bloku łożyskującego celi pomiarowej.
- d) Kapilarę należy oczyścić za pomocą dołączonego do urządzenia wycioru zbudowanego z drobnego drutu. Druć o mniejszej średnicy nie zapewniałby odpowiedniej skuteczności czyszczenia, a drut o większej średnicy mógłby uszkodzić kapilarę i w rezultacie doprowadzić do utraty ważności współczynnika kalibracji i skutkować **błędym pomiarem**.
- e) Ponownie przymocować uchwyt celi pomiarowej w prawidłowej pozycji.
- f) Ponownie przymocować podstawę do obudowy. Zwrócić uwagę na prawidłowość położenia pierścienia uszczelniającego. Dokręcić 4 śruby podstawy – najpierw dwie śruby umieszczone na przeciwnych narożnikach, a następnie pozostałe dwie. (Nie dokręcać śrub po kolei idąc po obwodzie). **Moment dokręcający** nie może przekraczać **3 Nm** (dokręcenie z siłą ręki), by zapobiec uszkodzeniu plastikowych gwintów.
- g) Napełnić urządzenie cieczą zgodnie z rozdziałem 2.3 Ciecz uszczelniająca.

### 5.4. Wymiana baterii

Miernik jest wyposażony w baterię litową (2V), która wystarcza na 4 – 5 lat pracy urządzenia (rzeczywista żywotność baterii może być inna<sup>15)</sup>). Niestety jej wymiana nie jest możliwa, ponieważ bateria jest przymocowana na stałe.

Z tego względu, urządzenie MilliGascounter należy wysłać do producenta w celu wymiany miernika.

### 5.5. Demontaż / Wymiana celi pomiarowej

Jeżeli zaistnieje konieczność wymiany celi pomiarowej, zalecane jest wysłanie urządzenia do producenta. Jeżeli jest to niemożliwe lub nieekonomiczne, cęla pomiarowa (wraz z blokiem łożyskującym) może być wymieniona w następujący sposób:

- Wykonać czynności od (a) do (c) zgodnie z rozdziałem 5.3
- Po usunięciu celi pomiarowej (razem z blokiem łożyskującym) zainstalować nową cęłę postępując według punktów od (d) do (g) zgodnie z rozdziałem 5.3.

Po zakończeniu czynności montażowych zalecane jest przeprowadzenie następujących testów funkcjonalnych:

- Swobodne kołysanie: Odwrócić urządzenie spodem do góry i poruszyć nim. Cęla pomiarowa powinna łatwo i swobodnie kołysać się.

<sup>15)</sup> Pomijając tolerancje wykonania baterii, na jej żywotność wpływa także czas magazynowania i temperatura pracy baterii / urządzenia MilliGascounter.

- **Szczelność:** Zamknąć króciec wylotowy gazu (4) instalując zaślepiony wąż. Do króćca wlotowego podłączyć przewód doprowadzający gaz pod ciśnieniem około 10 – 20 mbar i obserwować na manometrze wskazanie wartości ciśnienia. Ciśnienie powinno utrzymywać się na stałej wartości..

#### **5.6. Magazynowanie**

Nie są wymagane żadne środki zabezpieczające.