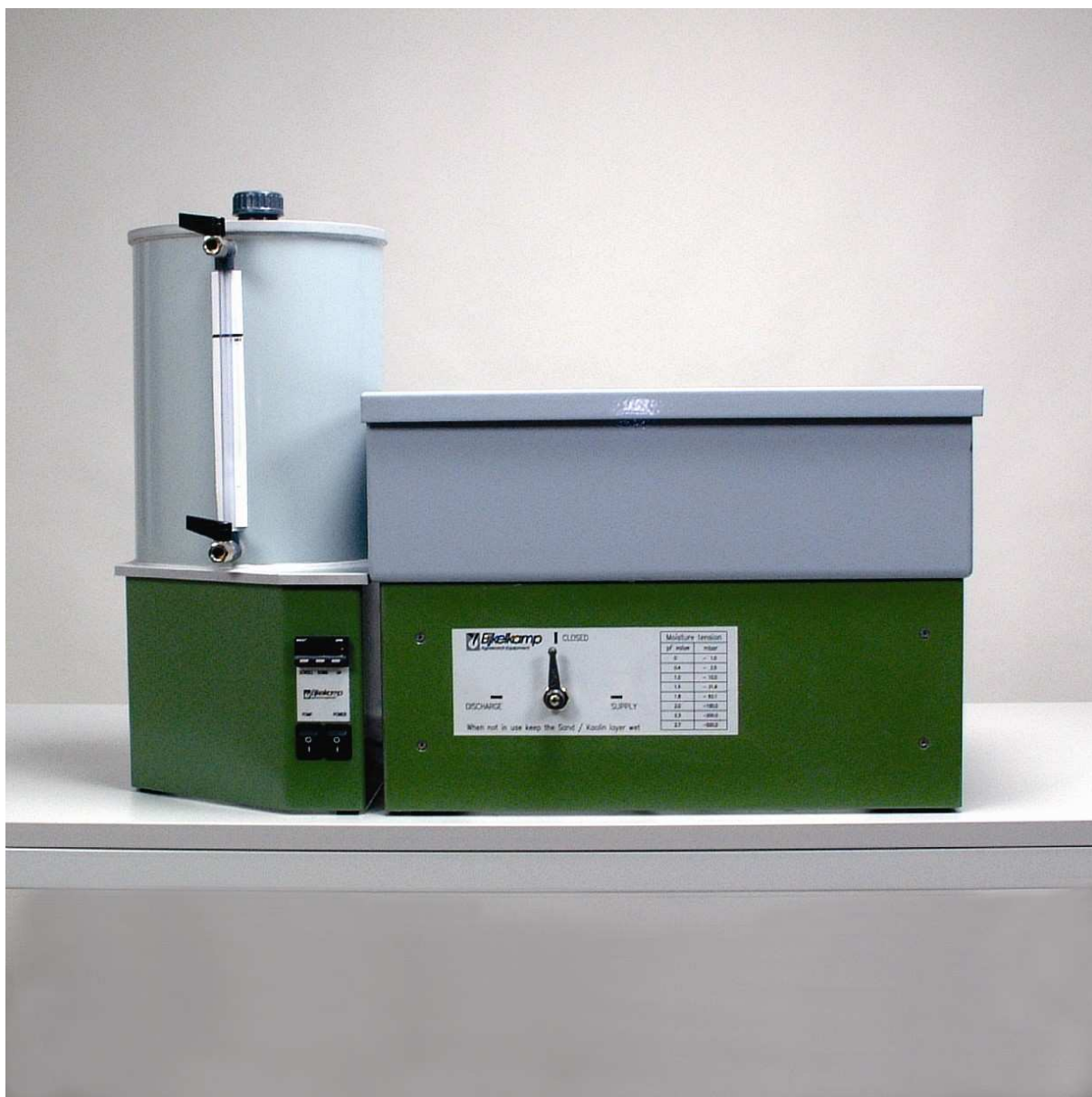


INSTRUKCJA OBSŁUGI

08.02.SA APARAT PIASKOWO/KAOLINOWY DO OKREŚLANIA CHARAKTERYSTYKI pF



**SZCZECIN
SIERPIEŃ 2013**

Zawartość:

1. Wprowadzenie.....	3
2. Opis aparatu piaskowo/kaolinowego.....	4
3. Specyfikacja techniczna.....	4
4. Montaż aparatu piaskowo/kaolinowego.....	5
4.1 Ustawianie aparatu piaskowo/kaolinowego.....	5
4.2 Sprawdzenie wartości nastaw.....	6
4.3 Przygotowanie systemu odpływowego.....	7
4.4 Usuwanie pęcherzy powietrza.....	8
4.5 Układanie materiału „ssącego”.....	10
5. Użytkowanie aparatu piaskowo/kaolinowego.....	14
5.1 Przygotowanie próbek.....	14
5.2 Ustawianie wartości podstawowych.....	16
5.3 Obliczanie punktu nastawy („set point”).....	17
5.4 Zmiana punktu nastawy.....	18
6. Tabela pomiarowa do wypełnienia w trakcie pomiarów.....	20
7. Zakończenie pomiarów.....	21
8. Przetwarzanie wyników pomiarów.....	22
9. Rozwiązywanie problemów.....	23
10. Referencje i literatura.....	24
11. Załączniki.....	25

1. Wprowadzenie

Opisany poniżej aparat piaskowo / kaolinowy może być użyty z zastosowaniem ciśnień od pF 2.0 (-100 hPa) do pF 2.7 (-500 hPa). Kaolin pokrywający piasek jest używany do przenoszenia ciśnienia z pojemnika podciśnieniowego i systemu odwadniającego do próbki gleby. Jeśli konieczny jest pomiar w wyższym zakresie pF wtedy można zastosować Ciśnieniowy Aparat Membranowy (nr kat. 08.03 – pF 3.0 do pF 4.2). Jeśli konieczny jest pomiar w niższym zakresie pF wtedy powinno się użyć aparatu piaskowego (nr kat. 08.01 – pF 0 do pF 2).

Rezultaty pomiarów wykonane za pomocą aparatu piaskowo / kaolinowego są wykreślane na krzywej pF dla odpowiedniej próbki gleby; połączone jest to z *krzywą opadania (wysychania)*. Te wartości ciśnienia pokazują zazwyczaj wzrost potencjału wodnego. Krzywa nawilżania, z drugiej strony, jest określana poprzez wykreślanie wilgotności gleby względem *rosnącego* ciśnienia. Ta krzywa nie jest identyczna z krzywą wysychania, ponieważ wilgotność nie zmienia się natychmiast po zmianie ciśnienia (Histereza). Krzywe pF można wykreślić na podstawie wyników pomiarów wykonanych za pomocą aparatu piaskowo/kaolinowego.

2. Opis aparatu piaskowo/kaolinowego

Skrzynka piaskowo/kaolinowa (1) jest ustawiona na czterech stopkach (2) i wewnątrz posiada system odwadniający (4). Skrzynka ta (1) wypełniona jest bardzo drobnym piaskiem syntetycznym, który pokryty jest warstwą gliny kaolinowej (również zwanej chińską gliną). Pokrywa (3) skrzynki zapobiega odparowaniu wody. Filtr nylonowy jest używany do utrzymania w czystości warstwy gliny kaolinowej. Pierścienie z próbkami gleby (13) są układane na tym filtrze nylonowym i poprzez niego mają kontakt z medium ssącym jakim jest kaolin.

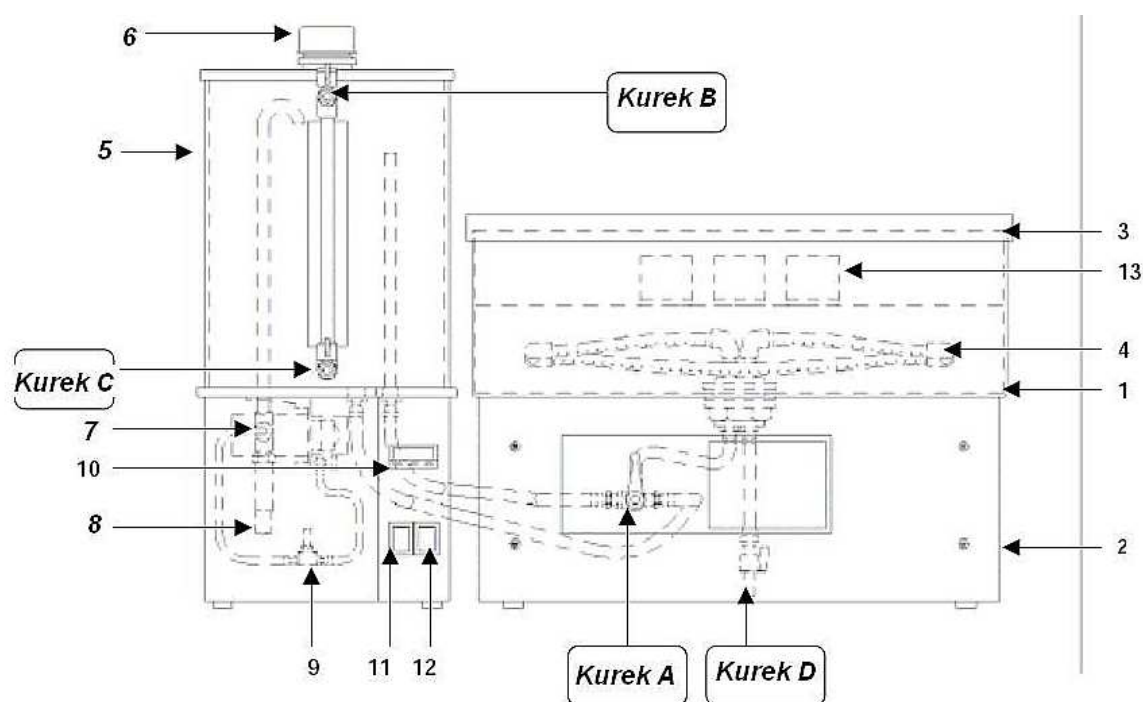
Pompa (7) wytwarza podciśnienie w pojemniku podciśnieniowym (5), które jest przenoszone do próbek gleby (13) z systemu odwadniającego (4) poprzez warstwy piasku i kaolinu. Regulator elektroniczny jest używany do określenia poziomu ciśnienia, podczas gdy czujnik ciśnienia i zawór dławiący (9) zapewniają, że pompa wytworzy odpowiednie podciśnienie. Pompę można włączyć używając przycisku pompy (12), podczas gdy zasilanie można włączyć przyciskiem On/Off (11).

Gdy kurek A jest ustawiony w pozycję „zasilania” („supply”), wtedy woda jest transportowana z pojemnika podciśnienia (5) do skrzynki (1). Jeśli kurek A jest przestawiony w pozycję „odpływ” („discharge”) przy odpowiednim ustawieniu pompy, wtedy woda będzie odpływała ze skrzynki wytwarzając podciśnienie w warstwie piasku i kaolinu. Otwierając kurek B wyrównamy ciśnienie w zbiorniku podciśnieniowym z ciśnieniem atmosferycznym. Woda jest wypuszczana ze zbiornika podciśnieniowego poprzez otwarcie kurka C.

3. Specyfikacja techniczna

Pozycja	Specyfikacja
Pierścienie na próbki gleby	Maksymalnie 40
Rozmiary skrzynki	55.0 x 33.5 x 37.5 cm (l x w x h) (bez butli zasilającej i urządzenia pomiarowego)
Zakres pomiarowy	100 – 500 hPa; 0.1 – 0.5 bar; pF 2.0 – 2.7
System podciśnieniowy	Typ: pompa podciśnieniowa, zbiornik podciśnienia i automatyczny system kontroli podciśnienia
Pojemność	10 litrów
Dokładność	± 10 hPa
Zasilacz	220 V do 24 V

Rys. 1 Zmontowany aparat piaskowo/kaolinowy z ponumerowanymi częściami



- | | |
|---------------------------------------|-------------------------|
| 1. Skrzynia | 9. Zawór dławiący |
| 2. Podstawa skrzyni | 10. Wyświetlacz |
| 3. Pokrywa | 11. Wyłącznik pompy |
| 4. Rura odpływowa | 12. Wyłącznik zasilania |
| 5. Zbiornik podciśnieniowy | 13. Próbkę gleby |
| 6. Pokrywa zbiornika podciśnieniowego | |
| 7. Pompa | |
| 8. Czujnik ciśnienia | |

4. Montaż aparatu piaskowo / kaolinowego

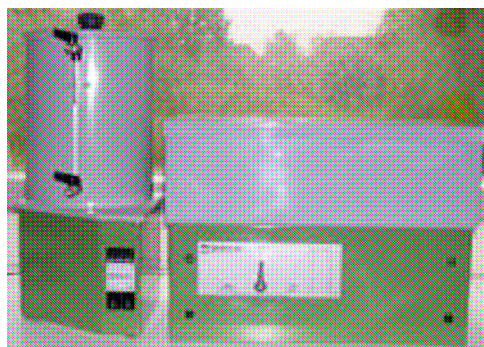
Wszystkie rurki przed dostawą zostały przetestowane pod kątem szczelności.

☞ **Uważaj, aby nie uszkodzić połączeń rur w czasie rozpakowywania aparatu.**

☞ **Sprawdź, czy sieć elektryczna ma odpowiednie napięcie (230 V).**

4.1 Ustawianie aparatu piaskowo/kaolinowego

- 4.1.1 Ustaw skrzynię piaskowo/kaolinową na stabilnym stole z kurkiem A od przodu. Kurek A powinien być w pozycji *Zamkniętej*. (Rys. 2).
- 4.1.2 Ustaw zbiornik podciśnieniowy (5) na lewo od skrzyni i podłącz go do sieci elektrycznej (230 V).
- 4.1.3 Upewnij się, że kurki A, B, C i D są zamknięte.



Rys. 2 Ustawienie aparatu z zamkniętymi kurkami

4.2 Sprawdzenie wartości nastaw

☞ **Wyświetlacz (10) daje dostęp do wielu dodatkowych funkcji programowania, które nigdy nie powinny być zmieniane. Regulować należy tylko ustawienia wskazane w tej instrukcji obsługi.**

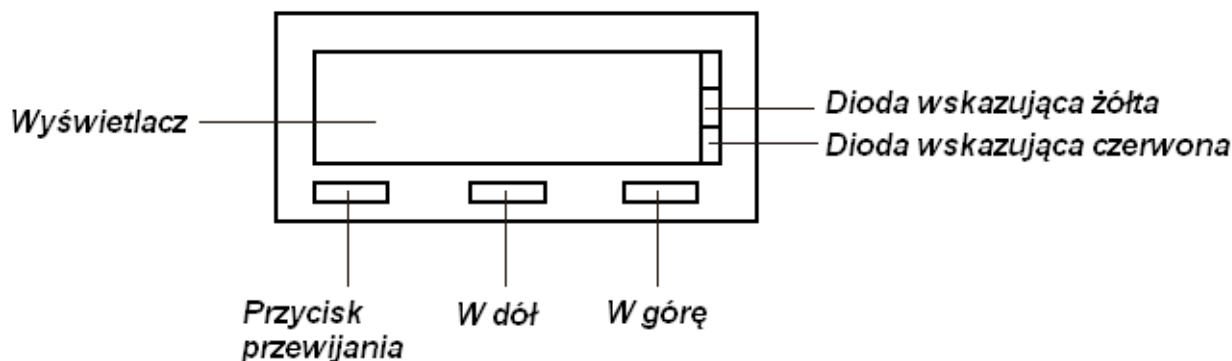


Tabela 1: Pierwsze menu

- 4.2.1 Sprawdź czy pompa jest wyłączona (11) i włącz zasilanie (12)
- 4.2.2 Czerwona dioda błyska, co oznacza, że jesteś w pierwszym menu.
- 4.2.3 Pierwsze menu ma trzy parametry wymienione w Tabeli 1. Domyślnie wyświetla się bieżące ciśnienie w zbiorniku podciśnieniowym (PrOC).
- 4.2.4 Pciśnij i przytrzymaj jednocześnie przyciski „W dół” i „W górę” (przez około 3 sekundy), aż na wyświetlaczu pojawi się komunikat „FiLt”. Zaświeci się żółta dioda LED, co będzie oznaczało, że jesteś w drugim menu (patrz Tabela 2).

Parametr	Znaczenie
	Bieżące ciśnienie w zbiorniku podciśnieniowym
	Alarm 1. Nie zmieniać tego parametru.
	Ustawienie ciśnienia

Tabela 2: Drugie menu

- 4.2.5 Pierwszą wyświetloną liczbą będzie **Wartość nastawy FiLt**. Upewnij się, że jest to „0”, tak jak to pokazano w Tabeli 2. Jeśli wartość nastawy nie wskazuje „0” należy użyć przycisków „W dół” lub „W górę” aby ją skorygować.
- 4.2.6 Wciśnij „Przycisk przewijania” dwukrotnie aby przejść przez nazwy nastaw (np. „OFFS” – patrz Tabela 2) i upewnij się, że **Wartości nastawy** w Tabeli 2 są zainstalowane.
- 4.2.7 Jeśli wszystkie **Nazwy nastaw** mają **Pierwsze wartości nastaw** (Tabela 2) wtedy użyj „Przycisku przewijania” aby powrócić do **Nazwy nastawy FiLt**.
- 4.2.8 Wciśnij przyciski „W górę” i „W dół” jednocześnie (na około 3 sekundy) aby opuścić „Drugie menu”. Żółta dioda LED automatycznie się wyłączy.

Nazwa nastawy	Wartość nastawy	Funkcja
		Wprowadzanie stałej wartości czasu filtracji
		Wprowadzanie wartości offsetowej
		Wejście do wartości alarmowych
	Nie zmieniać	Wartość alarmowa 1

UWAGA: **Wartości Nastaw** będą się zmieniały w stosunku do **Pierwszych Nastaw Pompy** (Tabela 2) aby usunąć pęcherze z systemu i w trakcie używania aparatu kaolinowo/piaskowego (patrz Rozdział 5).

4.3 Przygotowanie systemu odpływowego

Plastikowa rura odpływowa (4) wewnątrz skrzyni (1) musi być pokryta gazą filtracyjną. Dostarczana gaza filtracyjna ma dwie warstwy i ma 6 cm szerokości. Plastikowa rura odpływowa powinna być pokryta trzema warstwami gazy, tak aby piasek nie blokował otworów w rurze, gdy będzie wytworzone podciśnienie i gdy podciśnienie będzie „zdejmowane”.

Aby założyć gazę filtracyjną na rurę odpływową należy wykonać następujące czynności:

4.3.1 Utnij 3,5 m kawałek z dostarczonej rolki gazy filtracyjnej.

4.3.2 Obetnij gazę filtracyjną z jednej strony, tak aby otrzymać warstwę o szerokości 12 cm.

4.3.3 Aby dowieźć gazę do rurki należy z dwóch stron przeciąć gazę na długości około 10 cm tworząc dwa ogniwa wiążące.



Rys. 3 10 cm „ogniwa” łączące

4.3.4 Zwilż gazę filtracyjną w wodzie (Rys. 4).

4.3.5 Dowieź gazę filtracyjną do jednego końca rury odpływowej – tam, gdzie ona wchodzi do skrzynki.

4.3.6 Nawiń gazę filtracyjną na rurę odpływową tak, aby każda kolejna warstwa zachodziła na 2/3 długości poprzedniej. Dzięki temu cała rura będzie pokryta trzema warstwami gazy filtracyjnej (Rys. 5).



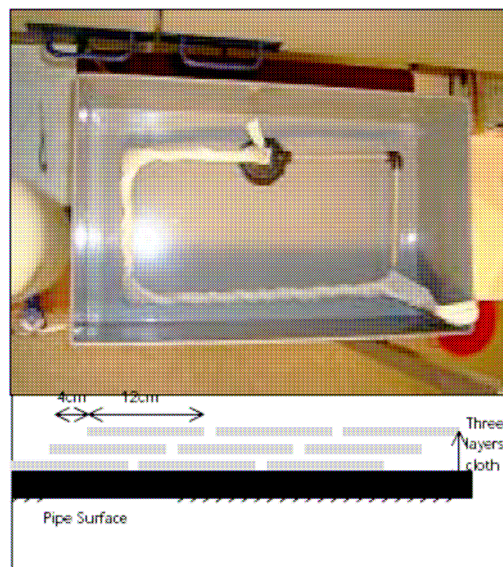
Rys. 4 Nawilżanie gazy filtracyjnej

4.3.7 Zamocuj gazę filtracyjną na drugim końcu rurki odpływowej (Rys. 6).

4.3.8 Odetnij nadmiar gazy filtracyjnej i zamocuj koniec do jednego z końców rurki odpływowej.



Rys. 6 Prawidłowo założona gaza filtracyjna



Rys. 5 Pierwsza warstwa gazy filtracyjnej

4.4 Usuwanie pęcherzy powietrza

4.4.1 Zagotuj 10 litrów zdemineralizowanej wody aby ją odgazować i odstaw do ostygnięcia.

4.4.2 Otwórz pokrywę (6) zbiornika podciśnienia i napełnij zbiornik podciśnienia przygotowaną wcześniej wodą do linii „Max”.



Możesz dodać (0.01 mg/l) siarczanu miedzi aby zredukować aktywność mikrobiologiczną.

4.4.3 Przekręć kurek A, znajdujący się w przedniej części skrzynki, do pozycji „Supply” (zasilanie). Pozwól aby woda przepływała ze zbiornika podciśnieniowego (5) do skrzynki (1), aż do czasu, gdy rurka odpływowa (4) będzie całkowicie zanurzona w wodzie (Rys. 8).



Zawsze upewnij się, że poziom wody w zbiorniku podciśnienia (5) jest wyżej niż poziom wody w skrzynce (1). Jeśli poziom wody w zbiorniku podciśnienia zbyt się obniży, należy dolać zdemineralizowanej i odgazowanej wody przez otwartą pokrywę (6).



Woda musi przepływać ze zbiornika podciśnieniowego (5) do skrzynki (1), aż rurka odpływowa (4) będzie zanurzona.

4.4.4 Gdy nie będzie już pęcherzyków powietrza w rurce zasilającej pomiędzy zbiornikiem podciśnienia a skrzynką, należy przekręcić kurek A w pozycję „Closed” (zamknięty).

4.4.5 Wlej pomalą wodę bezpośrednio do skrzynki (1), aż będzie ona napełniona do połowy (Rys. 9).

4.4.6 Otwórz kurek D w tylnej części skrzynki i pozwól, aby pewna część wody przepłynęła ze skrzynki (1) poprzez kurek D do pojemnika (Rys. 10).

4.4.7 Gdy nie ma już żadnych pęcherzyków powietrza pomiędzy rurką odpływową (4) a kurkiem D wtedy zamknij kurek D.

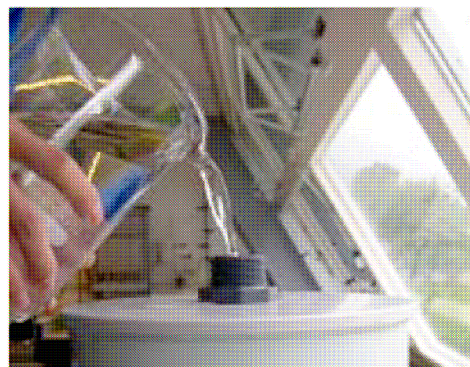
4.4.8 Zamknij dokładnie pokrywę zbiornika podciśnieniowego (5) – (Rys. 11).



Używając pompy należy mieć na uwadze pewne ważne wskazówki (patrz poniżej).



Rys. 11 Dokładnie zamknij pokrywę



Rys. 7 Napełnianie zbiornika podciśnienia wodą zdemineralizowaną



Rys. 8 Przekręć kurek A w pozycję „Supply”



Rys. 9 Skrzynka wypełniona do połowy wodą



Rys. 10 Kurek D w tylnej części skrzynki

WSKAZÓWKI: Kontrola poziomu wody w zbiorniku podciśnieniowym.

- ☞ **Poziom wody w zbiorniku podciśnieniowym (5) musi być stale kontrolowany. Poziom ten nigdy nie powinien przekraczać maksymalnego poziomu („max”) na przezroczystej rurce pomiędzy kurkiem B a kurkiem C.**

Gdy poziom wody w zbiorniku podciśnieniowym będzie zbyt wysoko należy wykonać następujące czynności:

- Przekręć kurek A do pozycji zamkniętej „Closed” i wyłącz pompę (11).
- Ostrożnie otwórz zawór spustowy ciśnienia (kurek B) aby ciśnienie powietrza wyrównało się z ciśnieniem atmosferycznym (Rys. 12).
- Podstaw pojemnik pod kurek C i otwórz go, aby nadmiar wody wypłynął ze zbiornika podciśnienia.
- Zamknij kurek C, gdy poziom wody w zbiorniku podciśnieniowym (patrz na szklaną rurkę) obniży się do poziomu około 4 cm poniżej krawędzi skrzynki (1). Zamknij kurek B.
- Włącz ponownie pompę i odczekaj, aż ciśnienie w zbiorniku podciśnieniowym powróci do odpowiedniego poziomu, zanim przekręcisz ponownie kurek A do pozycji „Discharge”.



Rys. 12 Otwórz zawór spustowy ciśnienia



Rys. 13 Woda odpływa przez otwarty kurek C

Podciśnienie musi być wytworzone w zbiorniku podciśnienia (5) aby usunąć pęcherzyki powietrza z rury odpływowej pomiędzy nią a skrzynką (1).

4.4.9 Upewnij się, że pompa jest wyłączona (11) i kurki A, B, C i D zamknięte a następnie włącz **zasilanie** (prawy przycisk) (12) – (Rys. 14).

4.4.10 Czerwona dioda LED będzie migać, co oznacza, że jesteś w pierwszym menu.



Rys. 14 Pompa jest wyłączona

4.4.11 Pierwsze menu posiada trzy parametry wymienione w Tabeli 1. Domyślnie wyświetlane jest bieżące ciśnienie w zbiorniku podciśnieniowym (PrOC).

4.4.12 Wciśnij „przycisk przewijania” trzykrotnie (wciskaj przycisk trzy razy w odstępach nie dłuższych niż 1,5 s), aż wyświetli się parametr „AL”.

4.4.13 Nastaw parametr „AL” na wartość **100 hPa** wciskając przycisk „Down” lub „Up” (Rys. 15).

4.4.14 Wciśnij dwukrotnie przycisk przewijania „Scroll” aby ponownie wyświetliła się nazwa „PrOC”.



Rys. 15 Kroki 4.411 – 4.413

4.4.15 Włącz pompę (lewy przycisk (1)).

4.4.16 Pewna ilość wody zostanie teraz zassana do zbiornika podciśnieniowego (5). Gdy nie ma już żadnych pęcherzy powietrza pomiędzy skrzynką (1) a zbiornikiem podciśnieniowym wtedy można już wyłączyć pompę.

4.5 Układanie materiału „ssącego”

4.5.1 Nasyć pewną ilość piasku syntetycznego zdemineralizowaną i odgazowaną wodą wlewając ją ciągłym strumieniem i wymieszaj dokładnie w celu usunięcia powietrza (Rys. 16).

Stosunek wody do piasku powinien być duży, aby piasek można było łatwo przelać do skrzynki (Rys. 17). Skład granulometryczny piasku pokazany jest w tabeli 3.



Rys. 16 Piasek nasycamy wodą

Tabela 3: Skład granulometryczny piasku

Średnica cząstek [μm]	Procentowa zawartość
106	0
75	6.3
63	61.4
53	22.1
45	4.4
<45	5.8

☞ **Uważaj, aby nie uszkodzić systemu odpływowego podczas mieszania.**



Rys. 17 Duży stosunek wody do piasku

4.5.2 Pomału dodawaj piasek nasycony wodą do wody znajdującej się w skrzynce na piasek (1) ciągle mieszając go w wiaderku aby usunąć uwięzione powietrze.

☞ **Piasek należy wcisnąć na ścianki boczne i do narożników, co daje pewność, że piasek nie zawiera pęcherzy powietrza i zapewnia dobre uszczelnienie pomiędzy piaskiem i skrzynką.**



Rys. 18 Dodawanie nasyconego wodą kaolinu

4.5.3 Kiedy poziom wody w skrzynce (1) staje się zbyt wysoki należy otworzyć kurek D (od tyłu skrzyni) – nadmiar wody zostanie spuszczonej do wiadra (Rys. 19).

☞ **Zawsze utrzymuj poziom wody w skrzynce ponad poziomem piasku i systemu odpływowego.**

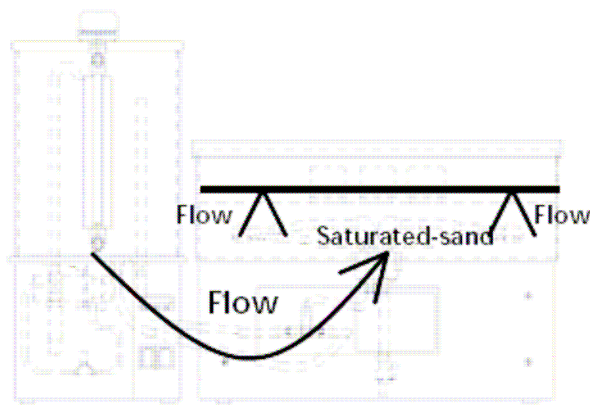
4.5.4 Zaprzeźtań dodawania nasyconego piasku, gdy poziom piasku będzie 8 cm poniżej krawędzi skrzynki (1).



Rys. 19 Kurek D otwarty do wiaderka

☞ **Zawsze upewnij się, że poziom wody w zbiorniku podciśnieniowym (5) jest wyższy niż poziom wody w skrzynce (1).**

4.5.5 Przetwórz kurek A w pozycję zasilania „Supply” i otwórz kurek B. Woda ze zbiornika podciśnieniowego (5) będzie teraz przepływała poprzez odpływ do piasku i w konsekwencji będzie usuwała pozostałości powietrza.



☞ **Pokrywa zbiornika podciśnieniowego (6) musi być otwarta. Utrzymuj 0.5 cm wody ponad poziom piasku.**

4.5.6 Nadmiar wody (do 0.5 cm minimalnej głębokości) można teraz odprowadzić, otwierając kurek D (Rys. 20).

Rys. 20 Woda płynąca ze zbiornika do skrzynki

☞ **Kroki powyższe (4.5.5 – 4.5.6) muszą być wykonywane ostrożnie: Uwięzionego powietrza nie usunie się jeśli warstwa kaolinu zostanie już ułożona na piasku, ponieważ warstwy kaolinu i piasku mogą być niepołączone ze sobą. Piasek zawsze musi być pokryty 0.5 cm warstwą wody ; w innym wypadku powietrze będzie zasysane do piasku.**

4.5.7 Wygładź powierzchnię piasku za pomocą czystej linijki i pozostaw go na około 1 godzinę, aby się uleżał.

4.5.8 Teraz można dodać warstwę kaolinu. Na początek wypełnij wiaderko do połowy wodą demineralizowaną i odgazowaną.

☞ **Podczas prac uważaj aby nie naruszyć warstwy piasku, lub nie mieszać warstw piasku i kaolinu.**



Rys. 21 Wygładź powierzchnię piasku czystą linijką

4.5.9 Mieszając wodę dodawaj pomału do wiaderka proszek kaolinowy.

4.5.10 Po kompletnym nasyceniu gliny należy ją wyłożyć ostrożnie na powierzchnię piasku za pomocą dużej chochli. Można również rozprowadzić wylany kaolin za pomocą linijki (Rys. 22).

4.5.11 Uzyskana warstwa kaolinu musi być głęboka na co najmniej 1,5 cm.

4.5.12 Zostaw warstwę kaolinu na noc, aby się ułożyła – w ten sposób uzyska się przezroczystą warstwę wody na warstwie kaolinu.



Rys. 22 Nasycona wodą glina kaolinowa

☞ **Używając pompy należy stale kontrolować poziom wody w zbiorniku podciśnieniowym (patrz Rozdział 1).**

Można teraz ustawić ciśnienie w zbiorniku podciśnieniowym na przepłukanie medium piaskowo / kaolinowego.

4.5.13 Sprawdź czy pompa jest wyłączona (11) a kurki A, B, C i D są zamknięte.

4.5.14 Przed włączeniem zasilania ON (prawy przycisk (12) upewnij się, że pokrywa zbiornika podciśnieniowego (5) jest szczelnie zamknięta, a wtyczka (230 V) jest podłączona do sieci elektrycznej. Włącz zasilanie.

4.5.15 Czerwona dioda LED będzie migać wskazując, że jesteś w pierwszym menu.

4.5.16 Pierwsze menu ma trzy parametry wymienione w Tabeli 1. Wyświetlana „wartość domyślna” jest aktualnym ciśnieniem w zbiorniku podciśnienia (PrOC).

4.5.17 Trzykrotnie wciśnij przycisk przewijania „Scroll” (wciśnij przycisk trzy razy w odstępach mniejszych niż 1,5 sekundy), aż wyświetli się menu „AL” (Rys. 23).

4.5.18 Wyreguluj ustawienie w menu „AL” na – 500 hPa wciskając przycisk „Up” lub „Down” (Rys. 24).

4.5.19 Wciśnij przycisk przewijania „scroll” dwukrotnie, tak że na krótko wyświetli się komunikat „PrOC”.



Ponad warstwą kaolinu musi pozostawać warstwa wody o głębokości ok. 1 cm

Kurek C ustaw w pozycję "DISCHARGE" (odpływ).
Włącz pompę (lewy przycisk (11))

Teraz, przez kilka godzin, medium ssące piaskowo / kaolinowe będzie odsysane, co ma na celu usunięcie pozostałego powietrza i połączenie warstw piasku i gliny kaolinowej. Czynność wykonaj w takim czasie aby natychmiast po zniknięciu wody z powierzchni kaolinu można było dokonać dodatkowego uszczelnienia.

Wyłącz pompę (lewy przyciska (11))

4.5.20 Wciśnij glinę kaolinową w ścianki, szczególnie w rogi skrzynki, aby uniknąć przecieków powietrza (Rys. 25).

4.5.21 Wygładź powierzchnię warstwy kaolinu za pomocą czystej linijki.

4.5.22 Delikatnie wlej zagotowaną, demineralizowaną wodę na powierzchnię warstwy kaolinu, do jej rozprowadzenia używając szerokiej linijki. Wypełnij tą wodą resztę skrzynki (1) – (Rys. 26).

4.5.23 Włącz pompę (12) i ustaw kurek A w pozycję „Discharge”.

4.5.24 Pozwól, aby woda, poprzez warstwę kaolinu i piasku, została zassana do zbiornika podciśnieniowego przez około 2 godziny – zawsze delikatnie uzupełniając wodę w skrzynce, jeżeli jej warstwa będzie mniejsza niż 1 cm głębokości.



Rys. 23 Wyświetlane komunikaty od „PrOC” do „AL”



Rys. 24 Zmiana parametru „AL” na – 500



Rys. 25 Wciśnij kaolin w ścianki skrzynki

☞ **Ciągle kontroluj poziom wody w zbiorniku podciśnieniowym (na przezroczystej rurce pomiędzy kurkiem B a kurkiem C). Ten poziom nie powinien nigdy przekroczyć linii „max” (patrz Rozdział 1).**

4.5.25 Gdy w rurce pomiędzy rurą odpływową (4) a zbiornikiem podciśnieniowym (5) nie ma bąbelków, oznacza to, że w medium ssącym (piasek / kaolin) nie ma powietrza.

4.5.26 Przepłukuj piasek i kaolin wolne od powietrza pozostałą wodą, aż pozostanie na powierzchni kaolinu warstwa wody o głębokości 1 cm (Rys. 27).

4.5.27 Ustaw kurek A w pozycję zamkniętą „Closed” i wyłącz pompę (11). (Przepłukiwanie medium ssącego zajmuje około 2 godzin).



Rys. 26 Pozostała woda o głębokości 1 cm

Chociaż nie jest to bezwzględnie konieczne, zaleca się pokrycie warstwy kaolinu warstwą gazy filtracyjnej, co zapobiega zbytniemu zabrudzaniu się kaolinu.

4.5.28 Przytnij gazę filtracyjną o odpowiednim rozmiarze, kopiując kształt z pokrywy skrzynki (1).

4.5.29 Nasyć gazę filtracyjną wodą w wiadrze przed umieszczeniem jej na warstwie kaolinu (Rys. 28).

4.5.30 Usuń pęcherzyki powietrza znajdujące się pomiędzy gazą a warstwą kaolinu wygładzając gazę od wewnątrz w kierunku zewnętrznym.



Rys. 27 Pozostała woda o głębokości 1 cm

☞ **Skrzynka piaskowo/kaolinowa gotowa jest teraz do pracy. Od tego momentu nie powinno być w systemie żadnych pęcherzy powietrza.**

UWAGA: Drgania mogą spowodować pewne przecieki pomiędzy ściankami skrzynki piaskowo/kaolinowej a medium ssącym (medium piaskowo/kaolinowego) dlatego aparat kaolinowo-piaskowy powinien być umieszczony na stabilnym stole. Najlepiej na tzw. "pływającym" stole.



Rys. 28 Pokryj powierzchnię kaolinu gazą filtracyjną

5. Użytkowanie aparatu piaskowo/kaolinowego

- ☞ Dookoła aparatu kaolinowo/piaskowego w trakcie pomiarów powinna być utrzymywana stała temperatura, ponieważ zmiany temperatury wpływają na gęstość wody, a tym samym na krzywą pF.

5.1 Przygotowanie próbek

- 5.1.1 Otwórz pierścień na próbkę gleby. Jeśli objętość pobranej próbki jest większa od pierścienia, ostrożnie usuń nadmiar gleby odelikatnie zgarniając ją ostrym narzędziem (np. szpachelką). Unikaj rozmazywania powierzchni próbki, aby nie wpływać na własności fizyczne gleby.
- 5.1.2 Załóż kawałek nylonowego materiału na dolną stronę (z ostrymi krawędziami) pierścienia z próbką i zabezpiecz go elastyczną gumką lub O-ringiem.



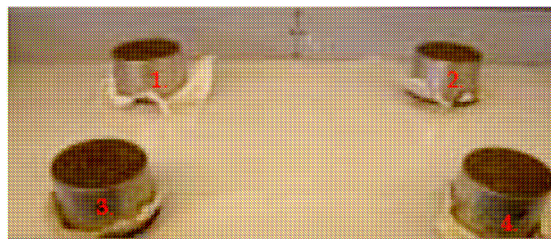
Rys. 29 Zgarnij nadmiar ziemi nie rozsmarowując jej

- ☞ Jeśli objętość próbki gleby jest mniejsza niż objętość pierścienia, lub próbka została uszkodzona w trakcie transportu, nie powinna być ona wykorzystywana do analiz. Próbki z dużymi kamieniami również muszą być odrzucone.

- 5.1.3 Upewnij się, że warstwa kaolinu w skrzynce (1) pokryta jest 1 cm warstwą wody.

- ☞ Nigdy nie przestawiaj kurka A w pozycję „Supply” ponieważ może to naruszyć styk piasku z kaolinem. Jeśli musisz dodać wody do skrzynki, weź demineralizowaną i odgazowaną wodę i wlej ją delikatnie na powierzchnię kaolinu za pomocą szerokiej linijki.

- 5.1.4 Oznacz pierścienie i narysuj szkic skrzynki, tak aby po usunięciu pierścieni można było je ułożyć w ten sam sposób – dokładnie w tych samych miejscach (Rys. 30).



Rys. 30 Oznaczenie próbek

Próbki teraz muszą być nasączone wodą. Można wykonać opisane poniżej kroki z punktów 5.1.5 do 5.1.8, lub alternatywnie można użyć eksykatora.

- 5.1.5 Umieść próbkę gleby dolną częścią w aparacie (skrzynce) piaskowo / kaolinowej. Pozwól, aby próbka się zaadaptowała przez okres około 1 godziny.



Rys. 31 Próbki adaptują się przez 1 godzinę

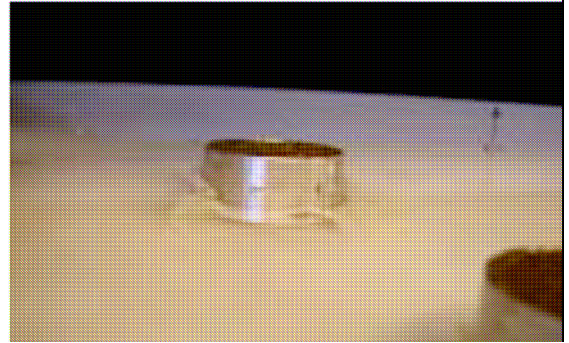
- 5.1.6 Delikatnie rozprowadź wodę demineralizowaną na powierzchni kaolinu za pomocą linijki.

- ☞ Zbyt szybkie podnoszenie wody może spowodować uwięzienie powietrza w próbce lub naruszyć strukturę gleby.

5.1.7 Zaprzeźañ dodawania wody, gdy poziom wody jest o 1 cm poniżej górnej części pierścienia z próbką (Rys. 32).

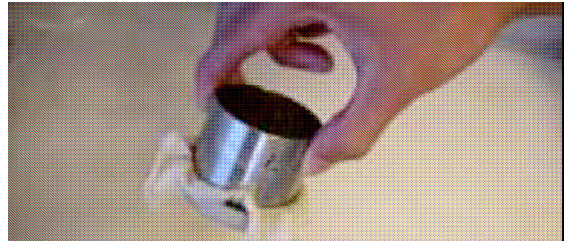
5.1.8 Umieść pokrywę na skrzynce (aby uniknąć odparowania wody) i pozwól aby próbka się nasyciła przez 2 do 3 dni (gleby piaszczyste) a nawet 1 do 2 tygodni (gleby gliniaste).

☞ **Nie zostawiaj próbek z piaszczystą glebą zbyt długo w wodzie, jako że może nastąpić ich zlasowanie.**



Rys. 32 Przy tym poziomie przestań dodawać wodę

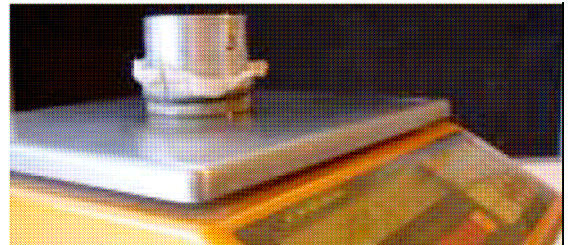
5.1.9 Wyjmij ostrożnie pierścień z wody (eksykatora) i, przed jej zważeniem, wytrzyj jej dno z pozostających tam kropeł wody. Zważ pierścień z próbką gleby (dokładność wagi powinna być 0,01 g). Waga ta (wraz z pierścieniem, materiałem i gumką) będzie użyta do obliczenia wilgotności w stanie nasycenia, $pF=0$ (Rys. 33).



Rys. 33 Wyjmij pierścień z wody

5.1.10 Zapisz tę wagę jako „Waga A” w „Rozdziale 6: Tabela 9” – do późniejszego przetworzenia wyników pomiarów.

☞ **Odnótuj wszystkie nieprawidłowości zaistniałe w trakcie procesu saturacji (wybrzuszenia gleb gliniastych, zmiany w strukturze gleby, przypadkowa utrata części materiału, itp.).**



Rys. 34 Zważ próbki

☞ **Pomiary wilgotności gleby przy $pF = 0$ są stosunkowo niedokładne:**

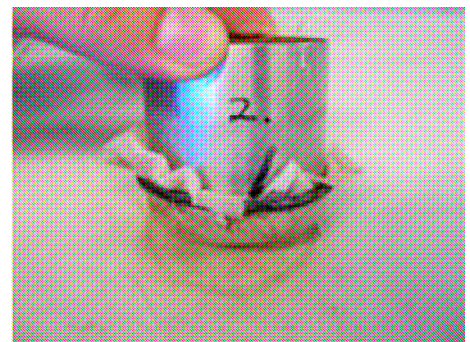
- Trudno jest przenieść próbkę nasyconą wodą na wagę bez zmiany wilgotności, szczególnie w przypadku gleb piaszczystych.
- Śródkowa część próbki gleby jest używana jako poziom referencyjny dla ciśnienia zerowego, jednak wolny poziom wody ($h = 0$) jest w rzeczywistości 1 cm poniżej górnej części pierścienia. Siła ssąca waha się więc w zakresie od +1 cm na dnie próbki, do -4 cm w górnej jej części. Należy zwrócić uwagę, że przy spadku ciśnień ta różnica, ze względu na wielkość próbki, staje się mniej istotna.

☞ **Jeśli używano ekcykatora (zamiast procesu nasycania próbki opisanego w punktach 5.1.6 do 5.1.9), wtedy należy upewnić się, że nad powierzchnią kaolinu w skrzynce (1) znajduje się 1 cm warstwa wody.**

5.1.11 Połóż każdy pierścień z próbką na wyznaczonym miejscu na powierzchni kaolinu. Delikatnie wciśnij próbkę aby polepszyć jej kontakt z warstwą kaolinu (Rys. 35).

5.1.12 Upewnij się, że pompa jest wyłączona.

5.1.13 Upewnij się, że przyrząd jest podłączony do sieci elektrycznej i zasilanie jest włączone (12).



Rys. 35 Układanie próbki na kaolinie

- 5.1.14 Upewnij się, że pokrywa zbiornika podciśnieniowego jest szczelnie zamknięta (6).
- 5.1.15 Przetwórz kurek A w pozycję zamkniętą („Closed”).
- 5.1.16 Upewnij się, że kurek B jest otwarty i sprawdź, czy na wyświetlaczu pokazana jest wartość „0” – jeśli tak nie jest, należy wykonać kroki z punktu 5.2 (Ustawianie wartości podstawowych).



Rys. 36 Kurek B powinien być otwarty

5.2 Ustawianie wartości podstawowych

W tym rozdziale opisano jak jest poprawiany w trakcie pracy neutralny punkt dla elektronicznego regulatora podciśnienia. Jeśli jesteś w *Pierwszym Menu* i kurek A jest otwarty, a parametr PrOC nie jest zerowy, oznacza to, że ciśnienie atmosferyczne się zmieniło.

Aby to poprawić należy wykonać poniższe czynności:

Tabela 4 Pierwsze menu

5.2.1 Czerwona dioda LED błyska wskazując, że jesteś w *Pierwszym Menu* (patrz Tabela 4).

5.2.2 *Pierwsze Menu* ma cztery parametry wymienione w Tabeli 4. Wyświetlana „wartość domyślna” jest bieżącym ciśnieniem w zbiorniku podciśnienia (PrOC).

5.2.3 Przytrzymaj wciśnięte jednocześnie przyciski „w dół” i „w górę” (przez około 3 sekundy), aż na wyświetlaczu pojawi się komunikat „FiLt”. Żółta dioda LED będzie się świeciła, wskazując, że jesteś w *Drugim Menu* (patrz Tabela 5).

5.2.4 Pierwszą wyświetlaną wartością jest **Wartość Nastawy**. Wciśnij przycisk „przewijania” dwukrotnie, aż wyświetli się nazwa nastawy „OFFS”.

5.2.5 Jeśli wartość parametru PrOC (bieżące ciśnienie w zbiorniku podciśnienia) wynosiło + 5 hPa, gdy kurek B był otwarty, wtedy **Wartość Nastawy** dla nastawy „OFFS” musi być ustawiona na – 5 hPa, w celu kompensacji ciśnienia w zbiorniku podciśnienia.

5.2.6 Użyj przycisków „W górę” i „W dół” do zmiany Wartości Nastawy na Nazwę Nastawy „OFFS” aby skorygować zmianę ciśnienia atmosferycznego (patrz Tabela 5).

5.2.7 Użyj przycisku przewijania („Scroll Key”) aby powrócić do **Nazwy Ustawienia** „FiLt”.

5.2.8 Wciśnij jednocześnie przyciski „W górę” i „W dół” (przez około 3 sekundy) aby wyjść z drugiego menu. Żółta dioda LED wyłączy się automatycznie.

5.2.9 Na wyświetlaczu powinna się teraz pojawić wartość „0” dla parametru PrOC.

Parametr	Znaczenie
	Bieżące ciśnienie w zbiorniku podciśnieniowym (12)
	Alarm 1. Nie zmieniać tego parametru.
	Ustawienie ciśnienia

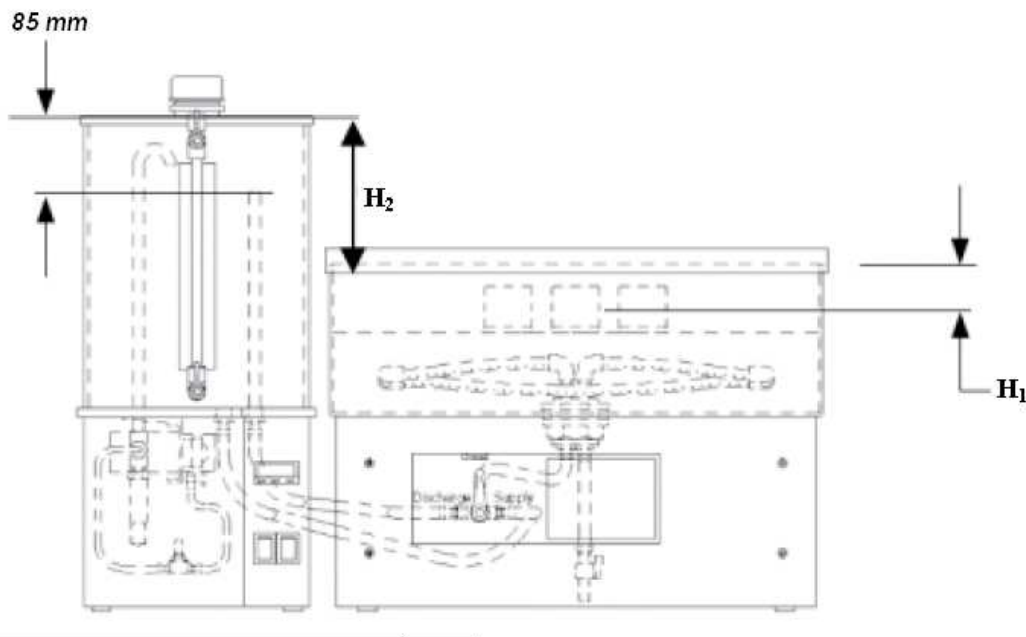
Tabela 5 Zmiana ustawień wartości podstawowych

Nazwa nastawy	Wartość nastawy	Funkcja
		Wprowadzanie stałej wartości czasu filtracji
		Wprowadzanie wartości offsetowej
		Wejście do wartości alarmowych
	Nie zmieniać	Wartość alarmowa 1

5.3 Obliczanie punktu nastawy („set-point”)

Rosnący poziom wody w zbiorniku podciśnienia nie ma wpływu na rzeczywiste ciśnienie działające na próbkę, ze względu na użycie wewnętrznej rurki napełniającej. Ta wysokość kolumny wody ma znaną wartość. Całkowitą Wysokość Kolumny Wody może być obliczona z następującego wzoru:

$$\text{Całkowita Wysokość Kolumny Wody} = H_1 + H_2 - 85$$



Rys. 37 Obliczanie Całkowitej Wysokości Kolumny Wody

Tabela 6 Parametry do obliczenia każdego punktu nastawy

pF	hPa	Całkowita Wysokość Kolumny Wody (T.W.C.)	Wartość nastawy („Set-Point = hPa – T.W.C.)
2.0	-100		
2.3	-200		
2.7	-500		

Przykład:

$H_1 = 5.0 \text{ cm}$

$H_2 = 11.5 \text{ cm}$

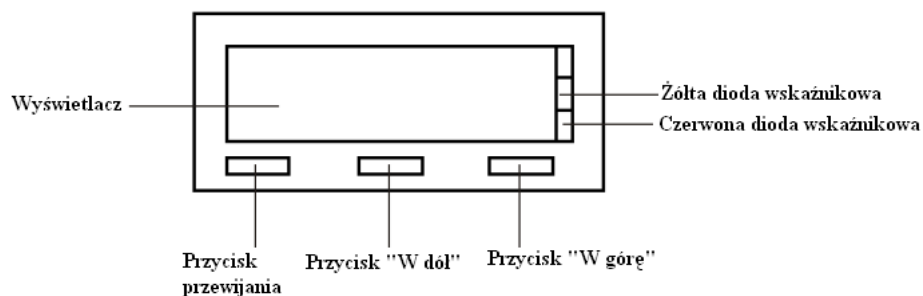
Całkowita Wysokość Kolumny Wody:

$$\begin{aligned}
 &= H_1 - H_2 - 8.5 \text{ cm} \\
 &= 5.0 + 11.5 - 8.5 \\
 &= 8.0 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

Dlatego punkt nastawy przy pF 2.0 równa się $(-100 - 8) = -108$.

5.4 Zmiana punktu nastawy (podciśnienie, które oddziałuje na próbkę)

🔑 Wyświetlacz (10) daje dostęp do wielu dodatkowych funkcji programowania, które nigdy nie powinny być zmieniane. Regulować można tylko ustawienia wymienione w niniejszej instrukcji obsługi.



Rys. 8 Wyświetlacz

- 5.4.1 Sprawdź, czy zasilanie jest włączone (12) a pompa jest wyłączona (11).
- 5.4.2 Żółta dioda LED będzie migąła, co oznacza, że jesteś w Pierwszym Menu.
- 5.4.3 W Pierwszym Menu znajdują się trzy parametry wymienione w Tabeli 1. Domyślnie wyświetlaną wartością jest bieżące ciśnienie w zbiorniku podciśnienia (PrOC).
- 5.4.4 Wciśnij trzykrotnie przycisk przewijania („Scroll”) – wciskać należy w odstępach mniejszych niż 1,5 sekundy – aż wyświetli się menu „AL”.

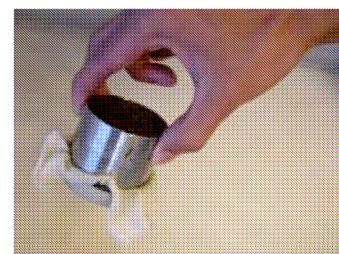
Aby określić krzywą osuszania, a tym samym krzywą pF, należy próbkę poddać działaniu pasma zmniejszającego ciśnienia. Każdy punkt nastawy musi być obliczony według metody opisanej w rozdziale 5.3. Punkty nastawy zazwyczaj odpowiadają standardowym wzrostom krzywej pF.

Tabela 7 Pierwsze menu

- 5.4.5 Ustaw punkt nastawy (Set Point) za pomocą menu „AL” na wymaganą wartość wciskając przyciski „W górę” lub „W dół”.
- 5.4.6 Wciśnij przycisk przewijania („Scroll”) dwukrotnie, aby został na krótko wyświetlony komunikat „PrOC”.
- 5.4.7 Jeśli to konieczne usuń nadmiar wody ze zbiornika podciśnieniowego zgodnie z instrukcjami w punktach 4.5.16 – 4.5.19.
- 5.4.8 Upewnij się, że kurki A, B, C i D są zamknięte.
- 5.4.9 Włącz pompę (lewy przycisk (11)).
- 5.4.10 Poczekaj, aż osiągnięte zostanie odpowiednie ciśnienie, a następnie przełącz kurek A na pozycję „Discharge”.
- 5.4.11 Pozostaw próbkę do osiągnięcia stanu równowagi (z pokrywą założoną na skrzynkę aby zapobiec odparowaniu) – może to zabrać kilka dni dla gleb piaszczystych do tygodnia dla gleb gliniastych (Rys. 39).

Parametr	Znaczenie
	Bieżące ciśnienie w zbiorniku podciśnieniowym
	Alarm 1. Nie zmieniać tego parametru.
	Ustawienie ciśnienia

- 5.4.12 Ostrożnie wyjmij i zważ próbki (Rys. 38).
- 5.4.13 Aby sprawdzić stan równowagi połóż z powrotem próbkę na powierzchni gleby, dokładnie w ten sam sposób, jak to było poprzednio (upewnij się, że kontakt pomiędzy kaolinem a próbką został odtworzony). Zważ próbkę ponownie następnego dnia: w przypadku potwierdzenia stanu równowagi przy danej sile ssącej różnica wilgotności nie będzie przekraczała 0.002 objętości (Rys. 40).
- 5.4.14 Jeśli równowaga pomiędzy wilgotnością gleby a ciśnieniem została osiągnięta należy zanotować wagę próbki (przed zważeniem należy wytrzeć resztki kaolinu i wody ze spodniej części próbki – po zważeniu otrzymujemy wagę A próbki do późniejszych przeliczeń – patrz rozdział 6).
- 5.4.15 Nawilż powierzchnię kaolinu za pomocą mokrej gąbki. Nie usuwaj gazy filtracyjnej – po prostu ją wyczyść i jednocześnie wygładź aby usunąć pęcherzyki powietrza i nierówności (Rys. 41).



Rys. 38 Wyjmij próbkę




Rys. 39. Usuń nadmiar wody z próbki

- Umieść ponownie próbki gleby na kaolinie dokładnie w tej samej pozycji,
- 5.4.16
- 5.4.17 jak poprzednio.

- 5.4.18 Powtórz kroki z punktów 5.14 do 5.28, aż do uzyskania i zanotowania wag przy każdym wzroście potencjału (nastawy), który chcemy zmierzyć.



Rys. 40 Zważ próbkę w stanie równowagi

 Zawsze układaj próbki z powrotem na glinie przed zmianą nastawy ciśnienia.



Rys. 41 Oczyszczyć i wygładzić powierzchnię kaolinu za pomocą gąbki

6. Tabela pomiarowa do wypełnienia w trakcie pomiarów

Numer próbki	Numer pierścienia	pF	cm kolumny wody (potencjał w hPa)	Waga (g)					V = objętość pierścienia = cm ³		
				„Mokra waga” (próbka, pierścień, gaza, gumka) A	„Waga sucha” (próbka, pierścień, gaza, gumka) B	Waga pierścienia, gazy i gumki C	Waga wilgoci glebowej D = A - B	Waga suchej próbki gleby E = B - C	Wilgotność wagowa W = D / E	Gęstość objętościowa (g / cm ³) $\rho_d = E / V$	Wilgotność objętościowa $\theta = w * \rho_d$
		0.0	1.0								
		0.4	2.5								
		1.0	10								
		1.5	31.6								
		1.8	63.1								
		2.0	100								

7. Zakończenie pomiarów

Należy zwrócić szczególną uwagę, aby nie uszkodzić warstwy kaolinu w skrzynce piaskowo / kaolinowej w czasie, gdy aparat nie jest używany.

Po zakończeniu pomiarów przy np. -500 hPa ciśnienie w warstwie piasku i kaolinu nie spadnie tak szybko, jak to w zbiorniku podciśnienia. Biorąc pod uwagę ten fakt zaleca się, aby za pomocą pompy utrzymywać podciśnienie na poziomie -100 hPa, aby podciśnienie w medium ssącym wyrównywało się bardziej stopniowo. Alternatywnie ciśnienie w zbiorniku podciśnieniowym może być zwiększane stopniowo.

 **Wykonaj poniższe czynności aby prawidłowo zakończyć pomiary:**

- 7.1 Wyłącz pompę (lewy przycisk (11) (Rys. 42).
- 7.2 Ostrożnie wlej około 2 litrów odgazowanej wody na wierzch warstwy kaolinu, używając do tego linijki.
- 7.3 Przełącz kurek A w pozycję „Supply”.
- 7.4 Ciśnienie w zbiorniku podciśnienia i skrzynce kaolinowo / piaskowej będzie spadać.



Rys. 42 Pompa jest wyłączona

- 7.5 Oczekaj, aż ciśnienie w skrzynce (1) osiągnie stan równowagi (1 dzień). Zawsze utrzymuj 2 cm poziom wody na powierzchni kaolinu.
- 7.6 Jeśli jest to konieczne dodaj, używając do tego celu linijki, więcej odgazowanej wody na powierzchnię kaolinu (Rys. 43).



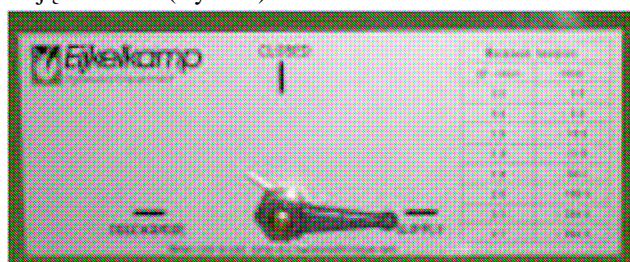
Rys. 43 Delikatnie dolej demineralizowanej wody



Rys. 44 Otwórz zawór

 **Nadmiar wody można usunąć ze zbiornika podciśnieniowego wykonując następujące czynności:**

- 7.7 Zamknij kurek A.
- 7.8 Obniż ciśnienie w pojemniku podciśnieniowym otwierając kurek B (Rys. 44).
- 7.9 Otwórz kurek C aby usunąć nadmiar wody.
- 7.10 Zamknij kurek A i kurek B.
- 7.11 Włącz pompę aby odtworzyć wcześniejsze ciśnienie (-100 hPa).
- 7.12 Przełącz kurek A na zasilanie (Rys. 45).



Rys. 45 Kurek A w pozycji zasilania (Supply)

☞ **Aparat kaolinowo / piaskowy powinien być przechowywany w następujący sposób:**

- a. Pompa powinna być wyłączona. Warstwa kaolinu będzie się zmiękczała. Utrzymuj warstwę wody o grubości 2 mm na warstwie kaolinu. Poziom wody w skrzyni piaskowo / kaolinowej powinien być sprawdzany regularnie.
- b. Wytwórz ciśnienie na poziomie -100 hPa (patrz Rozdział 4). Dopóki ciśnienie to będzie utrzymywane utrzymywana się również będzie mocna warstwa kaolinu. Stosując tę metodę przechowywania skrzynka piaskowo / kaolinowa jest zawsze gotowa do niemal natychmiastowego użycia.

☞ **Przed ponownym użyciem skrzynki piaskowo / kaolinowej należy dokładnie sprawdzić warstwę kaolinu. Kaolin powinien być wciśnięty dokładnie wzdłuż ścianek skrzynki, szczególnie w narożnikach, co ma zapobiec przeciekowi powietrza. Pokrywa powinna pozostać na skrzynce, co ma zapobiec odparowaniu wody.**

8. Przetwarzanie wyników pomiarów

8.1 Teraz konieczne jest określenie suchej wagi pierścienia + gazy + gumki (waga C – Rys. 45 i 46).



Rys. 45 Zważ gazę

8.2 Zdejmij gumkę z każdej próbki i ponumeruj je do późniejszego ważenia.

8.3 Przenieś pierścienie (wraz z próbką gleby i gazą) do suszarki i susz je przez co najmniej 48 godzin w temperaturze 105°C.

8.4 Wyjmij próbki z pieca i pozwól na ich wychłodzenie do temperatury pokojowej w osuszaczu (jeśli jest dostępny).

8.5 Zważ wysuszoną próbkę, pierścień i gazę (waga B – Rys. 47).



Rys. 46 Ważenie pierścienia, gazy i gumki

8.6 Usuń próbkę i gazę z pierścienia i usuń pozostałą glebę z pierścienia i gazy.

8.7 Określ suchą wagę pierścienia, gazy i gumki (waga C).

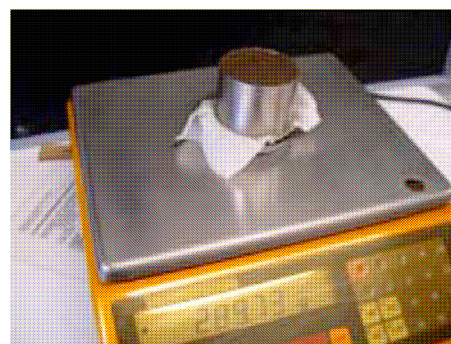
8.8 Oblicz wagową wilgotność próbki przy każdej wartości pF, którą zastosowałeś do próbki „W” za pomocą równania:

$$W = \text{Waga wody glebowej} * 100\% / \text{Waga suchej gleby}$$

Gdzie:

„Waga wody glebowej” = waga wilgotnej próbki (wraz z pierścieniem, gazą i gumką) – waga suchej próbki (wraz z pierścieniem, gazą i gumką)

„Waga suchej gleby” = waga wysuszonej próbki (z pierścieniem, gazą i gumką) – waga suchego pierścienia, gazy i gumki



Rys. 47

Ważenie wysuszonej próbki z pierścieniem, gazą i gumką

8.9 Określ gęstość „d” (g/cm³) używając poniższego wzoru:

$$\rho_d = \text{waga suchej gleby (bez pierścienia, gazy i gumki)} / \text{pojemność pierścienia}$$

8.10 Jeżeli przyjmiemy, że gęstość wody wynosi 1 g/cm^3 , wtedy wilgotność objętościową gleby (cm^3/cm^3) określamy za pomocą poniższego wzoru:

$$\theta = w * \rho_d = \text{wilgotność wagowa} * \text{gęstość objętościowa}$$

8.11 Wykreśl obliczoną wilgotność objętościową gleby na osi X i odpowiadającą jej wartość pF na (dodatniej) osi Y.

8.12 W ten sposób wykreślona zostanie krzywa pF.

8.13 Aby wykreślić charakterystykę retencji wodnej należy oznaczyć na osi X wilgotność objętościową gleby, a na osi Y (ujemnej) potencjał wodny gleby.



Tabeli w rozdziale 6 można użyć do obliczenia wagowej i objętościowej wilgotności gleby dla różnych wartości pF. Zwrócić uwagę należy, że wartość pF 7 (odpowiadająca potencjałowi – 10 000 000 hPa lub - 10 000 bar) jest przyjęta jako odpowiadająca wilgotności gleby na poziomie 0.

12. Rozwiązywanie problemów

Problem	Możliwa przyczyna	Rozwiązanie
Powietrze znajduje się w rurce pomiędzy butlą zasilającą a regulatorem siły ssącej, co powoduje powstawanie błędów pomiarowych	Pęcherzyki powietrza znajdują się w wodzie.	Należy odpowietrzyć rurkę.
	Nie ma wystarczającej ilości piasku na odpływie. Na odpływie powinno znajdować się co najmniej 1 cm piasku.	Dodaj więcej piasku nasyconego wodą.
	Powietrze może dostawać się do medium ssącego przez ścianki boczne. Powodem mogą być wibracje spowodowane niestabilnością stołu lub wibracje spowodowane ruchem samochodowym, lub też podczas wypełniania skrzyni piaskowej piasek nie został w poprawny sposób wciśnięty w ścianki skrzyni.	Wygładź powierzchnię kaolinu i wciśnij kaolin dokładnie wzdłuż ścianek skrzynki, szczególnie w narożnikach, co ma zapobiec przeciekowi powietrza.
	Przeciekający kurek.	Zamów nowy kurek

10. Referencje i literatura

Klute, A. Water Retention: Laboratory Methods. IN: Methods of Soil Analysis. Part 1. Physical and Mineralogical Methods. 1986.

Koorevaar, P., G. Menelik and C. Dirksen. Elements of Soil Physics Developments in Soil Science 13 1983

Reeve, M.J. and A.D. Carter. Water Release Characteristic. IN: Soil Analysis. Physical Methods. K.A. Smith and C.E. Mullins (eds.) 1991.

Van Reeuwijk, L.P. (ed.) Procedures for soil analysis. 1995. ISRIC Wageningen.

Stakman, W.P., G.A.Valk and G.G. van der Harst. Determination of soil moisture retention curves I. 1969. ICW Wageningen.

Stolte (ed.) Manual for soil physical measurements. Version 3. Technical Document 37. SC-DLO. 1997.

Topp, G.C. and W. Zebchuk. The determination of soil water desorption curves for soil cores. 1979. Canadian Journal of Soil Science 59: 19-26.

Załącznik 1: Współczynniki przeliczeniowe

100 hPa 100 cm ciśnienia wody
 100 cm słupa wody
 0.1 bar
 10 000 Pa
 10 000 N/m²
 1.45 PSI
 pF (10log100) = 2.0

Wartość pF	Potencjał w hPa	Ciśnienie [bar]
0	-1	-0.001
0.4	-2.5	-0.01
1.0	-10	-0.025
1.5	-31.6	-0.0316
1.8	-63.1	-0.0631
2.0	-100	-0.1
2.3	-200	-0.2
2.7	-500	-0.3

Załącznik 2: Opis różnych zestawów do określania charakterystyki pF

Aby określić charakterystykę retencji wodnej gleby niezbędny jest odpowiedni zestaw(y) do przeprowadzenia badań. Konieczne są dodatkowo waga o dokładności 0.01 g i wentylowana suszarka elektryczna (105°C). Firma Eijkelkamp dostarcza następujące przyrządy:

Uniwersalną suszarkę z zakresem temperatur 30 – 220°C, 220 V – 50 Hz.

Aparat piaskowy do wyznaczania krzywej pF (pF 0 – 2.0). Standardowy zestaw na około 40 próbek gleby składa się z:

- Aparat piaskowy;
- Pojemniki z piaskiem o granulacji ± 73 mm, 12,5 kg;
- Gaza filtracyjna, 140 – 150 mm;
- Zestaw 65 o-ringów, średnica 49 mm: odpowiednie do pierścieni o średnicy 5 cm;

Aparat piaskowo / kaolinowy do wyznaczania krzywej pF (pF 2.0 – 2.7). Standardowy zestaw na około 40 próbek gleby składa się z:

- Aparatu piaskowo / kaolinowego;
- Pompy podciśnieniowej i automatycznego systemu kontroli siły ssącej, 220 V;
- Pojemniki z piaskiem o granulacji ± 73 mm, 12,5 kg;
- Gaza filtracyjna, 140 – 150 mm;
- Głina kaolinowa, pojemnik 2,5 kg;
- Zestaw 65 o-ringów, odpowiednie do pierścieni o średnicy 5 cm;

Ciśnieniowy aparat membranowy (pF 3.0 – 4.2). Zestaw standardowy na około 15 próbek gleby składa się z:

- Ciśnieniowy ekstraktor membranowy;
- Membrana celofanowa;
- Pierścienie na próbki gleby;
- Gaza filtracyjna, 140 – 150 mm;
- Kompresor 20 bar;
- Filtr powietrza ze wspornikiem i węzłem;

Załącznik 3: Pobór prób gleby

Aby określić krzywą retencji wodnej gleby należy pobrać jej próbki rdzeniowe o nienaruszonej strukturze (NNS). Ma to związek z dużym wpływem zarówno rozkładu por jak i strukturą gleby na retencję wilgoci, szczególnie przy dużych wartościach potencjału.

W literaturze nie ma wyraźnych wskazań co do zalecanych wielkości próbek. Optymalne wielkości pierścieni określone są przez rozmiar elementów strukturalnych gleby. Aby uzyskać reprezentatywne dane próbka powinna być odpowiednio duża w stosunku do agregatów, spęczeń, kanałów korzennych i otworów zrobionych przez zwierzęta. Z praktycznego punktu widzenia średnica próbki nie powinna być zbyt duża, aby nie zmniejszać ilości próbek, które można analizować jednocześnie, a wysokość próbki powinna być ograniczona do kilku centymetrów, dzięki czemu równowaga będzie osiągnięta we w miarę rozsądnym czasie.

Zgodnie z normami holenderskimi NEN 5787, zazwyczaj używane są próbki o objętości 100 do 300 cm³, przy czym próbki o wysokości powyżej 5 cm nie są zalecane, ze względu na długi czas potrzebny na osiągnięcie stanu równowagi oraz małą dokładność określanego pF w stanie zbliżonym do nasycenia.

Według procedur Międzynarodowego Centrum Gleboznawczego w Wageningen (ISRIC) zalecane są pierścienie o średnicy 5 cm i objętości 100 cm³, podczas gdy w innych publikacjach preferowana jest wysokość 2 do 3 cm.

Firma Eijkelkamp Agrisearch Equipment zaleca używanie pierścieni o objętości 100 cm³, średnicy wewnętrznej 50 mm (zewnętrzna średnica 53 mm) i wysokości 51 mm.

Wciskając pierścień w glebę przy pobieraniu próbki należy zwrócić uwagę, aby nie naruszyć jej struktury oraz aby pierścień został wypełniony całkowicie. Najlepsze warunki do pobrania próby są wtedy, gdy gleba jest w pobliżu pojemności wodnej. Aby ułatwić wciskanie pierścienia, w szczególności w głębszych warstwach gleby, można użyć uchwytu do pierścienia. Po wciśnięciu na odpowiednią głębokość pierścienie są ostrożnie wydobywane (np. za pomocą szpachelki dostarczanej wraz z zestawem z firmy Eijkelkamp). Nadmiar gleby z pierścienia jest usuwany za pomocą małej piłki, a następnie pierścień jest zamykany specjalnymi pokrywkami, co minimalizuje odparowanie wody. Pozostawiony pewien nadmiar gleby zabezpiecza próbkę w trakcie transportu, i jest usuwany w laboratorium, przed wykonaniem analiz. Pierścienie z próbkami gleby należy transportować w specjalnej skrzynce transportowej.

Ze względu na to, że na retencję wodną gleby ma duży wpływ jej struktura i rozkład por, dlatego do badań należy użyć kilku próbek gleby, aby wartość pF była reprezentatywna. Zależnie od naturalnej zmienności badanego terenu zaleca się badanie trzech do sześciu próbek gleby na daną jednostkę terenu.

W przypadku, gdy próbka nie może być analizowana w krótkim terminie, należy ją przechowywać w chłodziarce, aby ograniczyć aktywność mikrobiologiczną, co mogłoby spowodować nie-reprezentatywne zmiany w strukturze gleby.



Nie należy zamrażać próbek, ponieważ może to wpłynąć na strukturę gleby.