



Fundusze Europejskie  
dla Rozwoju Społecznego



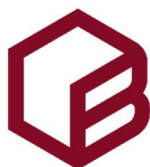
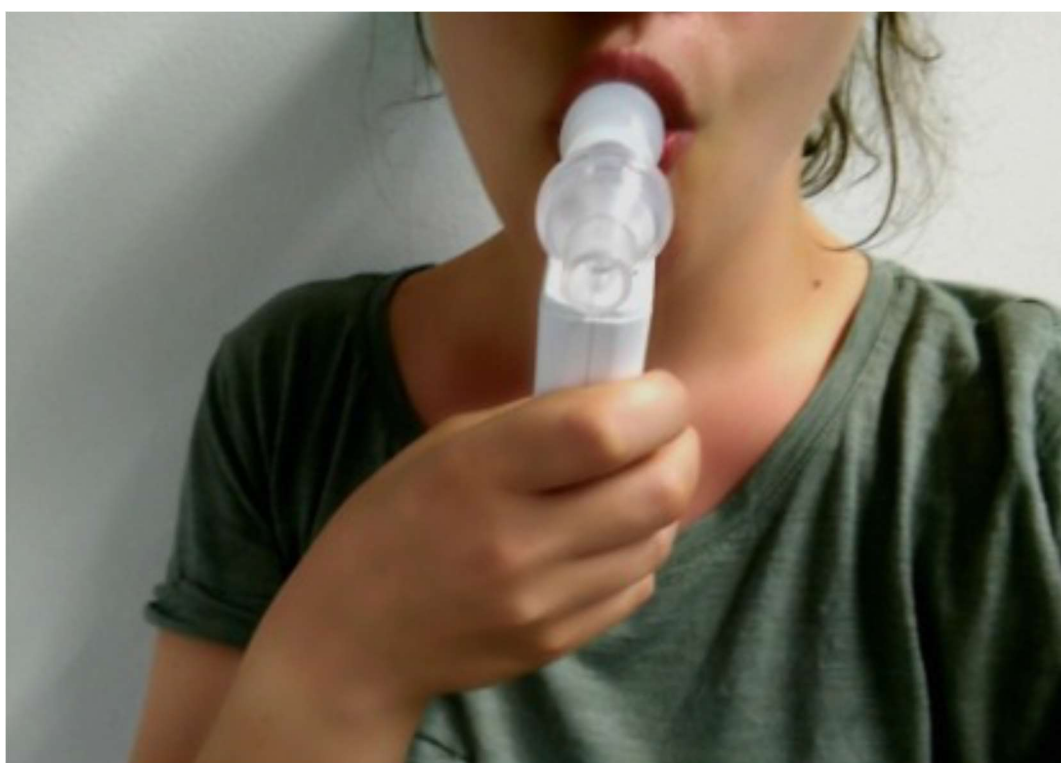
Rzeczpospolita  
Polska

Dofinansowane przez  
Unię Europejską



## Ćwiczenie nr 6

# Określanie pojemności życiowej płuc metodą spirometryczną



**POLITECHNIKA  
BYDGOSKA**  
im. Jana i Jędrzeja Śniadeckich



**POLITECHNIKA  
BYDGOSKA**  
Wydział Technologii  
i Inżynierii Chemicznej



**POLITECHNIKA  
BYDGOSKA**  
Wydział Medyczny

PRACOWNIA BIOFIZYKI



Fundusze Europejskie  
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita  
Polska

Dofinansowane przez  
Unię Europejską



## Wstęp

Celem tego eksperymentu jest określenie objętości płuc w zależności od wielkości ciała oraz ich graficzne przedstawienie. Zależność objętości płuc od wielkości ciała wykazuje związek liniowy. W kontekście tego eksperymentu jest to przedstawione w formie równania linii prostej (specyficznego dla badanej grupy). To równanie stanowi ostateczny wynik eksperymentu. Dlatego konieczne jest, aby to równanie zostało określone, aby zdać sobie sprawę, że objętość płuc nie zależy od płci, lecz od wielkości ciała (a także wagi, wieku, palacza/niepalacza itp.). Dodatkowo, można również wykreślić objętości płuc względem masy ciała.

Ta seria badań jest szczególnie istotna dla fizjologii sportu, ponieważ może być użyta do pokazania, że wyższa prędkość biegu mężczyzn w porównaniu z kobietami nie zależy od objętości płuc (czyli absorbowanego tlenu w płucach). Objętość płuc zależy również od wieku, stanu treningowego, chorób płuc i innych czynników.

## Zadania

- Określić pojemność życiową płuc (VC) w litrach za pomocą spirometru.
- Porównać wyniki z danymi pozostałych uczestników grupy.
- Określić rozmiary ciała i ustalić zależność między wielkością ciała (lub płcią) a pojemnością życiową płuc.

## Sprzęt

1. Spirometr Cobra SMARTsense



Rysunek 1. Spirometr Cobra SMARTsense.

Czujnik posiada przycisk włączania oraz dwie diody LED do wskazywania statusu Bluetooth i naładowania baterii.

Przycisk włączania 

- Przytrzymany przez ponad 3 sekundy: Włącza/wyłącza czujnik



Fundusze Europejskie  
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita  
Polska

Dofinansowane przez  
Unię Europejską



- Szybko naciśnięty 3 razy: Rozpoczyna pomiar offline
- Szybko naciśnięty 2 razy: Zatrzymuje pomiar offline

Jeśli czujnik ma być podłączony przez USB, nie jest konieczne przytrzymywanie przycisku włączania przez ponad 3 sekundy.

Dioda Bluetooth 

- Miga czerwono co 2 sekundy: Nie podłączono
- Miga zielono co 2 sekundy: Podłączono do urządzenia końcowego
- Miga zielono co 4 sekundy: Trwa pomiar

Dioda naładowania baterii 

- Miga czerwono co 2 sekundy: Niski poziom baterii
- Świeci na czerwono: Aktywny proces ładowania
- Świeci na zielono: Proces ładowania zakończony

Zasada pomiaru:

Wewnątrz rurki przepływ powietrza uderza w kilka małych lameli. Wynikiem jest niewielkie opory przepływu, prowadzące do niewielkiej różnicy ciśnień. Ta różnica ciśnień jest oceniana elektronicznie. Zgodnie z prawem Hagen–Poiseuille’a, spadek ciśnienia przed i za lamelą w przepływie laminarnym jest bezpośrednio proporcjonalny do przepływu objętościowego  $Q$  (przepływ). Objętość  $V$  jest obliczana przez całkowanie przepływu jako funkcji czasu.


Ustawienie przepływu na zero:

W zależności od sposobu trzymania czujnika, może być wyświetlana wartość przesunięcia przepływu. Może to powodować ciągły wzrost obliczanej objętości, nawet jeśli nie oddychasz w czujnik. Aby tego zapobiec, ustaw przepływ na zero za pomocą oprogramowania.

## Przebieg ćwiczenia

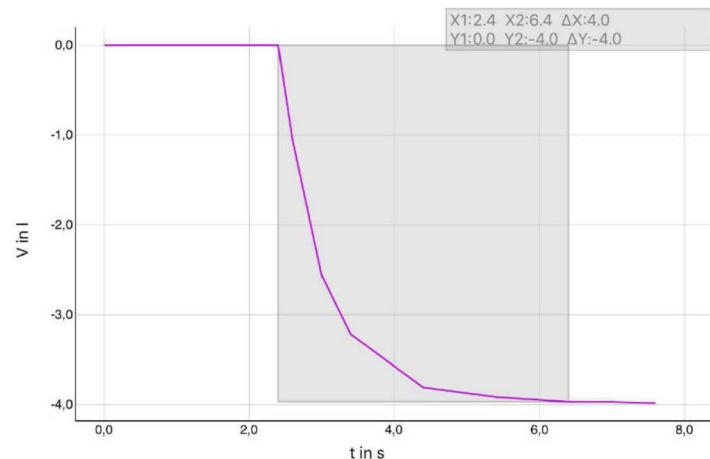
Upewnij się, że uczestnicy przeprowadzają eksperymenty stojąc. Jeśli niektórzy z nich siedzą, a inni stoją, warunki eksperymentalne nie są takie same dla wszystkich uczestników. Płuca zachowują się inaczej pod względem objętości, gdy siedzimy w porównaniu do stania. To niepotrzebnie komplikuje porównanie między różnymi uczestnikami.

Z powodów higienicznych, upewnij się, że każdy uczestnik otrzymuje świeżo zapakowaną kartonową rurkę do eksperymentu.

1. Włącz spirometr Cobra SMARTsense, naciskając przycisk zasilania . Czujnik zostanie wykryty automatycznie.



- Wybierz Cobra SMARTsense Spirometry w aplikacji measureAPP PHYWE. Wszystkie wymagane ustawienia wstępne do bezpośredniego rejestrowania pomiarów są teraz załadowane. Na przykład, objętość jest automatycznie wyświetlana jako funkcja czasu podczas pomiaru.
- Stań i kilka razy normalnie wdychaj oraz wydychaj.
- Wykonaj wdech tak głęboki, jak to tylko możliwe.
- Umieść ustnik spirometru w ustach tak, aby twoje usta całkowicie otaczały ustnik. Jeśli to konieczne, zatkaj nos, aby powietrze nie wydostawało się przez nos.
- Rozpocznij pomiar.
- Teraz wydychaj jak najwięcej wcześniej wdychanego powietrza.
- Zmierz wydychaną objętość jako pojemność życiową (VC) w litrach. Następnie zakończ i zapisz pomiar.
- Możesz odczytać wartość VC bezpośrednio lub określić ją za pomocą aplikacji graficznej, używając narzędzia „Measure”.

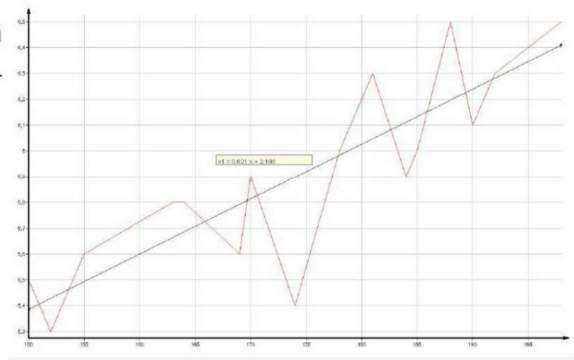


Rysunek 2. Przykładowy przebieg pomiaru ilości wydychanego powietrza VC.

- Określ swój wzrost w centymetrach.
- Zbierz dane od badanych osób i korzystając z Excela, stwórz tabelę pokazującą objętość płuc w zależności od wielkości ciała.
- Stwórz także drugą tabelę, w której przedstawiś objętość płuc w zależności od wielkości ciała w podziale na płeć (K/M).
- Powtórz pomiar VC 10 razy zachowując dwuminutowe przerwy pomiarami.



Körpergröße /cm	Volumen /l	Körpergröße /cm	Volumen /l
150	5,5	181	6,3
152	5,3	184	5,9
155	5,6	185	6
163	5,8	188	6,5
164	5,8	190	6,1
169	5,6	192	6,3
170	5,9	195	6,4
174	5,4	198	6,5
178	6	181	6,3



Rysunek 3. Tabela i wykres przedstawiający zależność pojemności płuc od wzrostu badanego.

## Opracowanie wyników

1. Oblicz wartość średnią oraz odchylenie standardowe pojemności życiowej płuc (IVC).
2. Stwórz wykres „Objętość płuc w zależności od wielkości ciała”.
3. Oszacuj objętość płuc dla osoby o wzroście 205 cm w tym samym wieku.

## Pytania kontrolne

1. Jakie parametry spirometryczne są niezbędne do obliczenia pojemności życiowej płuc (VC)?
2. Jak prawo Boyle’a-Mariotte’a odnosi się do zmian objętości powietrza w płucach podczas wdechu i wydechu?
3. Jak różni się pojemność życiowa płuc u osób o różnej budowie ciała i jak to wpływa na wydolność oddechową?
4. W jaki sposób spirometria umożliwia wykrycie obturacyjnych chorób płuc, takich jak astma czy POChP?
5. Jakie czynniki fizyczne mogą wpływać na dokładność pomiaru pojemności życiowej płuc przy użyciu spirometru?