



**Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie**  
**Wydział Techniki Morskiej i Transportu**  
**Katedra Technicznego Zabezpieczenia Okrętów**

# **OCHRONA ŚRODOWISKA W TRANSPORCIE** **– LABORATORIUM**

**INSTRUKCJE DO ĆWICZEŃ**

## Spis treści

	strona
1. Badanie wpływu zanieczyszczeń wody na jej pH	3
2. Pomiar przewodnictwa elektrolitycznego wody metodą konduktometryczną	6
3. Pomiar poziomu hałasu	11
4. Pomiar wilgotności powietrza	18

# Badanie wpływu zanieczyszczeń wody na jej pH

## 1. Podstawowe definicje i zagadnienia

*odczyn pH, stałość odczynu, układ buforowy, zanieczyszczenie wody, twardość wody, stopień twardości wody*

## 2. Cel ćwiczenia

Celem ćwiczenia jest pomiar pH i siły elektromotorycznej za pomocą pH- metru i określenie wpływu zanieczyszczeń na pH wody.

## 3. Zasada metody

Pomiary pH wymagają zastosowania elektrod pomiarowych zawierających elektrolit wewnętrzny o składzie tak dobranym, by ogniwo pomiarowe wykazywało siłę elektromotoryczną (SEM) równą 0 mV w roztworze o pH 6,5 do 7,5. W ćwiczeniu korzystamy z elektrody szklanej kombinowanej. Zasadniczą częścią pH-metrycznej elektrody szklanej jest membrana jonoczuła, wykonana ze szkła o specjalnie dobranym składzie. Pomędzy wewnętrzną a zewnętrzną powierzchnią membrany powstaje różnica potencjałów odpowiadająca różnicy pH pomiędzy roztworem wewnętrznym a badanym. Zależność potencjału elektrody szklanej od wartości pH roztworu badanego określana jest prawem Nernsta:

$$E=0,1984 T \text{ pH}$$

gdzie: T- temperatura bezwzględna roztworu

## 4. Budowa stanowiska

W skład stanowiska do pomiarów pH powietrzu wchodzi:

- pH – metr z sondą kombinowaną
- zlewki
- pipeta z pompką
- woda destylowana
- kwasek cytrynowy, soda oczyszczona

## 5. Przebieg ćwiczenia

- w zlewce przygotować roztwór kwasu cytrynowego (sody oczyszczonej) w proporcjach 1 łyżeczka kwasu (sody) na 50ml wody destylowanej. Dokładnie wymieszać.
- czystą zlewkę napełnić 250 ml wody destylowanej
- zmierzyć pH i SEM wody destylowanej za pomocą pH-metru
- dodać do wody destylowanej 5cm<sup>3</sup> przygotowanego roztworu, zmierzyć pH i SEM za pomocą pH-metru
- czynność powtórzyć 7 razy
- wyniki zebrać w tabeli, zrobić wykresy pH od ilości dodanego roztworu, SEM od ilości dodanego roztworu i określić jakie czynniki mogą mieć wpływ na dokładność pomiarów.

## 6. Opracowanie wyników

Tabela wyników:

Badanie	pH	SEM [mV]	Ilość roztworu [cm <sup>3</sup> ]	Czas badania [min]
1				
2				
...				

Sprawozdanie z ćwiczenia powinno zawierać:

1. Cel ćwiczenia
2. Schemat blokowy stanowiska
3. Przebieg ćwiczenia
4. Tabelę wyników i opracowanie wyników
5. Wnioski z przeprowadzonego ćwiczenia (określić jakie czynniki mogą mieć wpływ na błąd pomiaru)

# Pomiar przewodnictwa elektrolitycznego wody metodą konduktometryczną

## 1. Podstawowe definicje i zagadnienia

*przewodnictwo elektrolityczne, opór właściwy, przewodność właściwa, zasada pomiaru konduktometrycznego, schemat blokowy konduktometru, w jakim celu mierzy się przewodnictwo elektrolityczne roztworów?*

## 2. Cel ćwiczenia

Celem ćwiczenia jest pomiar konduktywności wody (wody destylowanej, wody pitnej, wody morskiej, wody mineralnej itp.) oraz określenia wpływu składników rozpuszczonych w wodzie na jej konduktywność.

## 3. Przebieg ćwiczenia

**Wyznaczanie stałej czujnika konduktometrycznego w roztworze o znanej konduktywności**

Czujnik konduktometru należy umieścić w jednym z wymienionych niżej roztworów wzorcowych oraz wyznaczyć stałą czujnika zgodnie z **programem 2**

W programie nr 2 następuje obliczenie wartości stałej K czujnika konduktometrycznego umieszczonego w roztworze o znanej konduktywności wg wzoru:

$$K = \frac{\chi}{G} \quad (1)$$

gdzie:

$\chi$  - znana konduktywność roztworu,

G - zmierzona przewodność między elektrodami czujnika.

Po wybraniu programu pomiarowego nr 2 przyrząd oczekuje na wprowadzenie parametrów w następującej kolejności:

- wartość konduktywności (wpisać 4 cyfry bez uwzględniania mnożnika,  $\mu\text{S}/\text{cm}$  lub  $\text{mS}/\text{cm}$ ),
- wartość mnożnika ( $10^{-3}$  lub  $10^{-6}$ ).

W tabeli wyników zapisać zmierzoną temperaturę wody i stałą czujnika.

Roztwory wzorcowe do konduktometrii:

- Roztwór 0,001 mol KCl/l Przewodnictwo roztworu:  $149 \mu\text{S}/\text{cm}$  ( $\pm 3\%$ ) w temperaturze odniesienia  $20^\circ\text{C}$
- Roztwór 0,01 mol KCl/l Przewodnictwo roztworu:  $1,49 \text{ mS}/\text{cm}$  ( $\pm 3\%$ ) w temperaturze odniesienia  $20^\circ\text{C}$
- Roztwór 0,1 mol KCl/l Przewodnictwo roztworu:  $12,85 \text{ mS}/\text{cm}$  ( $\pm 3\%$ ) w temperaturze odniesienia  $20^\circ\text{C}$

### **Pomiar konduktywności wody**

Zlewkę z badanym roztworem umieścić na grzałce z mieszadłem elektromagnetycznym. Uruchomić **program 1** do pomiaru konduktywności.

W programie nr 1 następuje wyznaczenie wartości konduktywności roztworu wg wzoru:

$$\chi = \frac{K \cdot G}{1 + TC(T - T_{REF})} \quad (2)$$

gdzie:

K - stała czujnika konduktometrycznego,

TC - temperaturowy współczynnik zmian konduktywności roztworu,

- G - zmierzona przewodność między elektrodami czujnika,  
T<sub>REF</sub> - temperatura odniesienia,  
T - aktualna temperatura roztworu.

Wyznaczenie konduktywności wg wzoru (2) oznacza zastosowanie liniowej kompensacji temperaturowej, w wyniku czego przyrząd wyświetla wartość konduktywności w temperaturze odniesienia T<sub>REF</sub> niezależnie od aktualnej temperatury T roztworu.

Po wybraniu programu pomiarowego nr 1, przyrząd oczekuje na wprowadzenie parametrów w następującej kolejności:

- tryb wysyłania wyników do wyjścia szeregowego RS 232C przy czym:
  - 0 - wyniki pomiarów nie są wydawane,
  - 1 - wyprowadzenie wyniku pomiaru po naciśnięciu ENTER,
  - 2 - automatyczne wyprowadzenie co 10 wyniku pomiaru,
  - 3 - automatyczne wyprowadzenie każdego kolejnego wyniku;
- stała K czujnika konduktometrycznego,
- temperaturowy współczynnik zmian konduktywności TC,
- temperatura odniesienia T<sub>REF</sub>,
- aktualna temperatura roztworu T (tylko przy odłączonym czujniku temperatury Pt100). W przypadku gdy czujnik temperatury Pt100 jest podłączony do przyrządu, zmierzona wartość temperatury T jest wyświetlana na polu odczytowym i zostaje przyjęta do obliczeń.

W przypadku, gdy we wzorze (2) przyjmiemy, że współczynnik temperaturowy TC jest równy zero, wzór ten przybierze postać:

$$\chi = K \cdot G \quad (3)$$



co oznacza, że przy wpisaniu parametru  $TC = 0$  przyrząd dokonuje pomiaru konduktywności w aktualnej temperaturze roztworu (nie jest dokonywana kompensacja temperaturowa). W tym przypadku przyrząd nie oczekuje na wpisanie, jako parametru, temperatury odniesienia  $T_{REF}$  i aktualnej temperatury  $T$ . Temperatura roztworu  $T$  przy podłączonym czujniku temperatury jest mierzona i wyświetlana przez przyrząd, ale nie jest wykorzystywana do obliczeń.

Po wpisaniu odpowiednich parametrów włączyć mieszadło oraz grzałkę (32 W). Wyregulować tak prędkość obrotów mieszadła aby nie uderzało w czujnik i ścianki naczynia. Mierzyć temperaturę roztworu i jego konduktywność co 30 s w ciągu 10 minut. Wyniki zebrać w tabeli.

#### 4. Wyniki i opracowanie wyników

Wyznaczanie stałej czujnika konduktometrycznego	$T, ^\circ C$	$\square\square\square cm^{-1}$

Dla każdego badanego roztworu wyniki zebrać w tabeli wg wzoru poniżej.

Badany roztwór:.....

Lp.	$T$ $^\circ C$	$\chi$ $\mu S/cm$ (lub $mS/cm$ )
1.		
2.		
3.		
4.		
.....		
20		

Na podstawie tabeli sporządzić dla każdego badanego roztworu wykres zależności konduktywności roztworu od temperatury.

Sprawozdanie z ćwiczenia powinno zawierać:

5. Cel ćwiczenia
6. Schemat blokowy stanowiska
7. Przebieg ćwiczenia
8. Tabelę wyników i opracowanie wyników
9. Wnioski z przeprowadzonego ćwiczenia (określić jakie czynniki mogą mieć wpływ na błąd pomiaru)

Zagadnienia na zaliczenie:

1. Podstawowe definicje: przewodnictwo elektrolityczne, opór właściwy, przewodność właściwa
2. W jakim celu mierzy się przewodnictwo elektrolityczne roztworów?
3. Zasada pomiaru konduktometrycznego, schemat blokowy konduktometru
4. Cel ćwiczenia, przebieg, wnioski z przeprowadzonego ćwiczenia

# Pomiar poziomu hałasu

## 1. Cel ćwiczenia

Celem ćwiczenia jest określenie warunków środowiska poprzez pomiar hałasu za pomocą dozymetrów: miernika poziomu ciśnienia akustycznego firmy Voltcraft i miernika wskazówkowego.

## 2. Podstawowe pojęcia

**hałas ustalony** - hałas, którego poziom dźwięku A w określonym miejscu, mierzony przy włączonej charakterystyce dynamicznej S miernika poziomu dźwięku, zmienia się podczas obserwacji nie więcej niż o 5 dB.

**hałas nieustalony** - hałas, którego poziom dźwięku A w określonym miejscu, mierzony przy włączonej charakterystyce dynamicznej S miernika poziomu dźwięku, zmienia się podczas obserwacji więcej niż o 5 dB.

**hałas impulsowy** - hałas składający się z jednego lub wielu zdarzeń dźwiękowych każde o czasie trwania mniejszym niż 1 s.

**poziom ciśnienia akustycznego - L**, w dB, jest określony wzorem

$$L = 10 \lg \left( \frac{p}{p_0} \right)^2$$

gdzie:

p - ciśnienie akustyczne, Pa,

p<sub>0</sub> - ciśnienie akustyczne odniesienia = 20 μPa

### 3. POLSKA NORMA PN-N-01307

Dopuszczalne wartości hałasu w środowisku pracy

**Równoważny poziom dźwięku w czasie pobytu pracownika na stanowisku pracy, nie powinien przekraczać wartości podanych w tabelicy.**

Lp.	Stanowisko pracy	Równoważny poziom dźwięku (dB)
1.	W kabinach bezpośredniego sterowania bez łączności telefonicznej, w laboratoriach ze źródłami hałasu, w pomieszczeniach z maszynami i urządzeniami liczącymi, maszynami do pisania, dalekopisami i w innych pomieszczeniach o podobnym przeznaczeniu.	75
2.	W kabinach dyspozytorskich, obserwacyjnych i zdalnego sterowania z łącznością telefoniczną używaną w procesie sterowania, w pomieszczeniach do wykonywania prac precyzyjnych i w innych pomieszczeniach o podobnym przeznaczeniu.	65
3.	W pomieszczeniach administracyjnych, biur projektowych, do prac teoretycznych, opracowania danych i innych, o podobnym przeznaczeniu	55

**Równoważny poziom dźwięku A,  $L_{Aeq,Te}$ , w dB, jest określony wzorem:**

$$L_{Aeq,Te} = 10 \lg \left[ \frac{1}{T_e} \int_0^{T_e} \left( \frac{p_A(t)}{p_0} \right)^2 dt \right]$$

gdzie:

$p_A$  - wartość chwilowa ciśnienia akustycznego, w Pa,

$T_e$  - czas ekspozycji, w s,

$p_0$  - ciśnienie akustyczne odniesienia = 20  $\mu$ Pa

## 4. Opis budowy urządzeń

### ***Miernik poziomu ciśnienia akustycznego firmy Voltcraft***

Wielofunkcyjny miernik warunków środowiska - można nim wykonać pomiar natężenia oświetlenia, poziomu ciśnienia akustycznego, wilgotności powietrza, temperatury, wilgotności, natężenia oświetlenia. Urządzenie dysponuje funkcją Data-Hold do zapamiętywania wartości chwilowej i funkcją Max-Hold do automatycznego zapamiętywania wartości maks. pomiaru.

Dane techniczne miernika poziomu ciśnienia akustycznego: 35 do 130 dB, 2 zakresy, rozdzielczość 0,1 dB, częstotliwość 32 Hz do 10 kHz, metoda szybkiego pomiaru, charakterystyka A/C.

### **Opis funkcji**

Wielofunkcyjny miernik środowiska obejmuje pomiar porównawczy natężenia oświetlenia w lx, względnej wilgotności powietrza w %, poziomu ciśnienia akustycznego w dB i temperatury w °C. Urządzenie wyposażone jest w funkcję automatycznego wyłączenia (Auto-Power-Off) po 10 minutach. Wskaźnik Lo-Batt na wyświetlaczu sygnalizuje konieczność wymiany baterii. Przy przekroczeniu zakresu pomiaru, wskazany zostaje symbol „I”.

### **Przyciski funkcji**

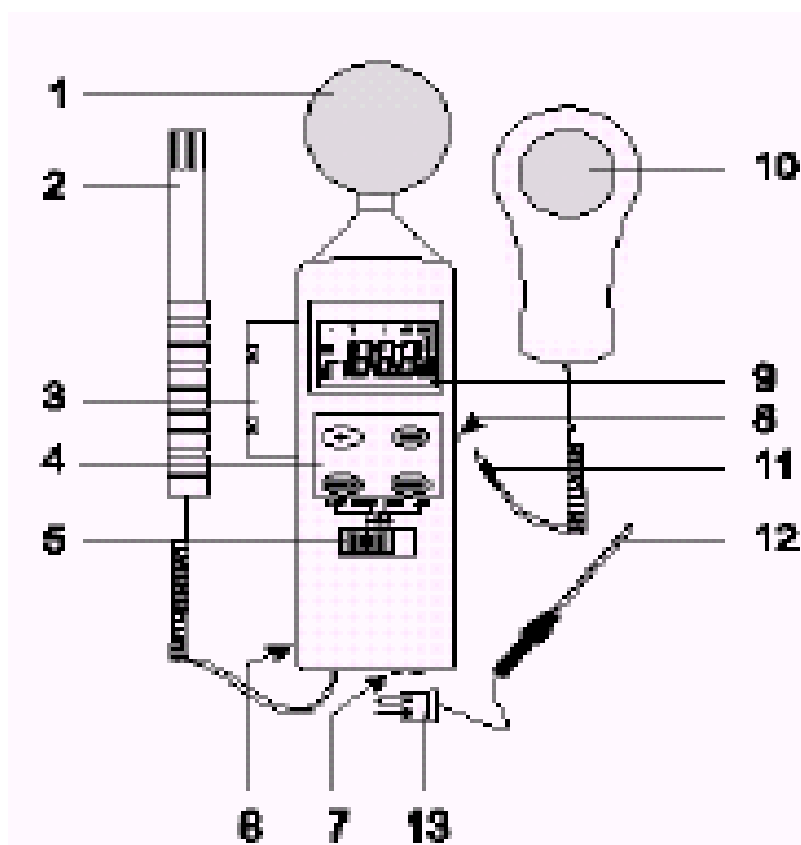
((I))- włącza i wyłącza miernik

MAX- zachowuje na wyświetlaczu maksymalną wartość pomiaru (MAX HOLD).

HOLD- zachowuje na wyświetlaczu chwilową wartość pomiaru.

SELECT- przełącza zakresy pomiaru i funkcje (aktywny tylko przy LUC, TEMP i dB).

## Opis miernika



1. Mikrofon z zdejmowaną ochroną przed wiatrem.
2. Czujnik wilgotności powietrza ( przymocowany na stałe).
3. Uchwyt czujnika wilgotności z gwintem statywu.
4. Przyciski obsługi do włączania/ wyłączenia, maks-hold, data-hold i wyboru funkcji
5. Przełącznik wyboru zakresu pomiaru.
6. Pojemnik baterii na tylnej stronie obudowy.
7. Gniazdo podłączeniowe dla czujnika temperatury typu K (13).
8. Gniazdo podłączeniowe dla czujnika światła (10).
9. Wyświetlacz LCD ( 3,5-pozycyjny; największa wartość wskaźnika: 1999; symbole funkcji takie jak punkt dziesiętny, biegunowość (-), symbol baterii, %, °C, dB, Lux i przekroczenie zakresu.

10. Czujnik światła z czarną pokrywą ochronną.
11. Wtyk zapadkowy z gniazdem podłączeniowym (8).
12. Czujnik temperatury typu K.
13. Wtyk podłączeniowy typu K do gniazda podłączeniowego (7).

### **Miernik hałasu wskazówkowy**

Przyrząd tego typu ma mikrofon, filtry ważące A,B,C, o charakterystykach dostosowanych do zmian czułości ucha ludzkiego w funkcji częstotliwości, wzmacniacz oraz miernik wskazówkowy o odpowiednio wycechowanej podziałce. Na podziałce odczytuje się poziom mierzonego hałasu w decybelach. Pomiar miernikiem pozwala na określenie poziomu dźwięku występującego w poszczególnych stanowiskach roboczych i poziomu dźwięku panującego w pomieszczeniach.

## **5. Sposób prowadzenia pomiaru**

### **5.1. Położenie mikrofonu**

Mikrofon w czasie wykonywania pomiarów powinien być umieszczony w miejscach, gdzie zwykle znajduje się głowa pracownika (pomiaru powinny być wykonane podczas jego nieobecności).

**Zaleca się umieszczenie mikrofonu w odległości nie mniejszej niż 1 m od ściany lub powierzchni silnie odbijającej, 1,2 m nad podłogą i 1,5 m od okien.**

**Osoby robiące pomiar powinny znajdować się w odległości 0,5m od mikrofonu.**

## 5.2. Pomiar

**Pomiary wykonujemy w 8 dowolnych miejscach o zróżnicowanym poziomie hałasu za pomocą miernika poziomu ciśnienia akustycznego firmy Voltcraft i miernika wskazówkowego.**

**Pomiar poziomu ciśnienia akustycznego za pomocą miernika firmy Voltcraft.**

Przy pomiarze na zewnątrz zaleca się założenie na mikrofon ochrony przed wiatrem, w celu uniknięcia błędów w pomiarze.

- Włącz miernik zielonym przyciskiem.
- Ustaw przełącznik wyboru zakresu (5) na pozycję "dB".
- Skieruj miernik z mikrofonem w stronę źródła ciśnienia akustycznego.

Uwaga: Najlepsze wyniki pomiaru osiągniesz, jeżeli ustawisz miernik na stabilnym podłożu i odsuniesz się na odległość 1m. Odstęp między miernikiem, a źródłem dźwięku nie powinien być mniejszy niż 1m.





- Na wyświetlaczu wskazany zostanie wynik pomiaru w „dB”. Wyświetlenie komunikatu „OVER” oznacza przekroczenie zakresu pomiaru. Zmiany zakresu pomiaru dokonaj naciskając przycisk „SELECT” (LO=35dB do 100dB; HI=65dB do 130dB).
- Po zakończeniu pomiaru wyłącz miernik zielonym przyciskiem.

## 6. Opracowanie wyników

wysokość [cm]	miejsce	miernik wskazówkowy			miernik firmy Voltcraft			Wartości dopuszczalne
		pomiar 1 [dB]	pomiar 2 [dB]	pomiar śr [dB]	pomiar 1 [dB]	pomiar 2 [dB]	pomiar śr [dB]	L [dB]
	1							
.....								
	8							

### Sprawozdanie powinno zawierać:

- cel, przebieg ćwiczenia, wyniki i wnioski.
- wykres kolumnowy wartości hałasu dla różnych miejsc pomiarowych wykonany oraz wartość dopuszczalną

### Wymagane pojęcia i zagadnienia

1. Definicje: definicje hałasu, infradźwięki, ultradźwięki, jednostki, budowa ucha ludzkiego, **równoważny poziom dźwięku, hałas ustalony, hałas nie ustalony, hałas impulsowy, poziom ciśnienia akustycznego, drgania akustyczne, okres drgań,**
2. Charakterystyka i podział rodzajów zabezpieczeń przeciwhałasowych.
3. Budowa, zasada działania dozymetrów hałasu.
4. Hałas, rodzaje hałasu, charakterystyka.
5. Interpretacja wyników.

# Pomiar wilgotności powietrza

## 1. Cel ćwiczenia

Celem ćwiczenia jest określenie warunków środowiska poprzez pomiar wilgotności za pomocą higrometru pojemnościowego i psychrometru Assmanna.

## 2. Podstawowe pojęcia

**Wilgotność powietrza** – zawartość pary wodnej – może być określana za pomocą różnych wielkości.

**prężność (ciśnienie) pary wodnej** -  $e$  [hPa]

**wilgotność względna** (ang. relative humidity)  $RH = e/E * 100$  [%]

**stosunek zmieszania**  $r = mv / ma$  [g / kg]

**wilgotność właściwa** (zawartość pary wodnej)  $q = mv / (ma + mv)$  [g/kg]

**wilgotność bezwzględna** (stężenie, koncentracja pary wodnej)  $d = mv / V$  [kg/m<sup>3</sup>]

$E$  – maksymalna prężność pary wodnej w stanie nasycenia

$mv$  – masa pary wodnej,

$ma$  –masa suchego powietrza,

$mv+mv$  - masa wilgotnego powietrza,

$V$  - objętość zajmowana przez powietrze wilgotne

$Tt$  – temperatura termometru suchego

$Tf$  – temperatura termometru mokrego.

## 3. Opis budowy urządzeń

### Higrometr włosowy

Zasada działania opiera się na zmianie długości materiałów naturalnych i syntetycznych (włosy ludzkie, zwierzęce, włókna

syntetyczne) pod wpływem zmian wilgotności powietrza. Dokładność pomiaru zawiera się w granicach  $\pm 3\%$ , przy zakresie pomiarowym 30÷100% wilgotności względnej. Zaletą higrometrów włosowych jest możliwość pomiaru wilgotności powietrza w temperaturze poniżej 0°C oraz bardzo mały wpływ temperatury na krzywa wzorcowania.

### **Higrometr pojemnościowy**

Zasada działania oparta jest na pomiarze admitancji (pojemności) porowatej warstwy higroskopijnej. Czujnik jest kondensatorem o złotej i aluminiowej porowatej elektrodzie. Charakteryzuje się dużą stałością charakterystyki przy zmianach temperatury oraz małą bezwładnością wskazań.

### **Psychrometr Assmanna**

W psychrometrach wykorzystuje się zjawisko pobierania ciepła w procesie parowania.

Psychrometry składają się z dwóch termometrów - suchego który wskazuje temperaturę otoczenia oraz zwilżonego, owiniętego wilgotnym materiałem, którego temperatura jest odpowiednio mniejsza w związku z parowaniem cieczy. Różnica wskazań obu termometrów jest miarą wilgotności; jednocześnie zależy ona również od innych czynników: aktualnej temperatury, ciśnienia, prędkości wentylacji, budowy i konstrukcji psychrometru. Na podstawie empirycznych lub fizycznych zależności, uwzględniających te parametry, sporządzane są tzw. tablice psychrometryczne, z których bezpośrednio – ze znanej różnicy temperatur – określa się wilgotność względną powietrza.

#### 4. Sposób prowadzenia pomiaru

Pomiar wilgotności wykonujemy na trzech wysokościach: 10cm, 100cm, 200cm w 7 dowolnych miejscach za pomocą higrometru pojemnościowego i psychrometru Assmanna. Miejsca dobieramy tak, by poziom wilgotności względnej był możliwie zróżnicowany. Pomiar za pomocą higrometru włosowego dokonujemy na końcu i na początku ćwiczenia na jednej wysokości. Po dokonaniu pomiarów temperatur psychrometrem Assmanna odczytujemy wilgotność względną z wykresów psychrometrycznych.

#### 5. Opracowanie wyników

wysokość [cm]	miejsce	psychrometr Assmanna				higrometr pojemnościowy		temperatura otoczenia	higrometr włosowy
		Tt [°C]	Tf [°C]	RH [%]	RH [%]	RH [%]	RH śr [%]	T [°C]	RH [%]
10,0	1								
100,0									
200,0									
.....									
10,0	7								
100,0									
200,0									

#### Sprawozdanie powinno zawierać:

- cel oraz przebieg ćwiczenia, wyniki i wnioski.
- wykres kolumnowy wartości wilgotności RH dla różnych miejsc pomiarowych i różnych wysokości

#### 6. Wymagane pojęcia i zagadnienia

1. Definicje: powietrze nienasycone, ciśnienie powietrza wilgotnego, punkt rosy, wilgotność względna, wilgotność bezwzględna, stopień wilgoci, stopień

nasycenia, entalpia powietrza wilgotnego, wykres Molliera, wykres Carrier, termometr suchy, termometr mokry.

2. Budowa, zasada działania higrometru pojemnościowego.
3. Budowa i zasada działania psychrometru Assmanna.
4. Korozja, rodzaje korozji, krótka charakterystyka.
5. Interpretacja wyników pomiarów (jakie czynniki miały wpływ na otrzymane wyniki).