



ZDROWIE ŚRODOWISKOWE W PRAKTYCE

Monografia naukowa dla studentów uczelni medycznych

Dr hab. n. med. Mateusz Maciejczyk

Dr n. biol. Ewa Żebrowska

Prof. dr hab. Małgorzata Żendzian-Piotrowska

Mateusz Maciejczyk
Ewa Żebrowska
Małgorzata Żendzian-Piotrowska

ZDROWIE ŚRODOWISKOWE W PRAKTYCE

Monografia naukowa dla studentów uczelni medycznych

Zakład Higieny, Epidemiologii i Ergonomii
Wydział Nauk o Zdrowiu
Uniwersytet Medyczny w Białymstoku

Białystok 2025

Recenzenci

Małgorzata Knaś-Dawidziuk, *Wydział Nauk o Zdrowiu, Akademia Łomżyńska*

Elżbieta Supruniuk, *Zakład Fizjologii, Uniwersytet Medyczny w Białymstoku*

ISBN – 978-83-68268-68-3

Wydanie I

Białystok 2025

Spis treści

1. Regulamin BHP zajęć laboratoryjnych	5
2. Zanieczyszczenie powietrza	6
3. Zanieczyszczenie wody	14
4. Zanieczyszczenie gleby	32
5. Toksykologia żywności	39
6. Hałas środowiskowy i zagrożenia fotobiologiczne	53
7. Prezentacje zaliczeniowe	60
8. Wzór sprawozdania	62
9. Literatura	66

1. Regulamin BHP zajęć laboratoryjnych

1. Studentom zabrania się:

- spożywania posiłków i napojów oraz palenia tytoniu w sali ćwiczeń,
- przeprowadzania jakichkolwiek doświadczeń niezwiązanych z tematyką ćwiczeń,
- wnoszenia i wnoszenia jakichkolwiek odczynników z sali i do sali ćwiczeń,
- wnoszenia z dygestorium stężonych kwasów i zasad,
- samodzielnego zapalania palników gazowych/spirytusowych.

2. Studentom nakazuje się:

- podczas przebywania w sali ćwiczeń nosić adekwatną odzież ochronną,
- natychmiast zawiadomić asystenta o zdarzeniu mogącym zagrozić zdrowiu i życiu studentów, a w razie zagrożenia pożarowego natychmiast zawiadomić asystenta, a następnie w razie potrzeby także straż pożarną,
- pracować wyłącznie pod wyciągiem, jeżeli w czasie pracy mogą wydzielać się lotne substancje toksyczne,
- zachować szczególną ostrożność podczas rozcieńczania stężonych kwasów oraz ogrzewania cieczy,
- natychmiast usunąć rozlany kwas lub zasadę przez wielokrotne zbieranie, w rękawicach ochronnych, zmoczoną ścierką,
- utrzymywać przydzielone miejsce pracy i otoczenie w czystości,
- usuwać odpady stałe, roztwory soli metali ciężkich i substancje organiczne do odpowiednich pojemników,
- myć ręce przed opuszczeniem laboratorium.

**NIEPRZESTRZEGANIE POWYŻSZYCH ZASAD MOŻE SPOWODOWAĆ ZAGROŻENIE
DLA ZDROWIA, A NAWET ŻYCIA I STWORZYĆ NIEBEZPIECZEŃSTWO DLA OTOCZENIA!**

2. Zanieczyszczenie powietrza

2.1. Zagadnienia do przygotowania

- 2.1.1. Rodzaje i źródła zanieczyszczeń powietrza
- 2.1.2. Toksyczność zanieczyszczeń powietrza
- 2.1.3. Krótkoterminowe skutki zdrowotne narażenia na zanieczyszczenie powietrza
- 2.1.4. Długoterminowe skutki zdrowotne narażenia na zanieczyszczenie powietrza
- 2.1.5. Wpływ zanieczyszczenia powietrza na środowisko naturalne
- 2.1.6. Zapobieganie zanieczyszczeniu powietrza

2.2. Część praktyczna

2.2.1. Bezpośrednia ocena jakości powietrza

Oceń jakość powietrza w sali ćwiczeniowej oraz w zewnętrznych punktach pomiarowych wskazanych przez prowadzącego. Wszystkie oznaczenia wykonaj w próbach podwójnych. Zapisz wyniki, w tym miejsce, datę i godzinę pomiaru oraz panujące warunki atmosferyczne. W przypadku pomiarów środowiskowych wyniki porównaj z danymi najbliższej stacji badawczej Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska (GIOŚ). Wyciągnij wnioski.

2.2.1.1. Ocena jakości powietrza za pomocą cyfrowego miernika DM106A

Materiały	powietrze
Sprzęt	cyfrowy miernik stanu powietrza DM106A
Wykonanie	<i>Wcisnąć przycisk umieszczony pod wyświetlaczem LCD przez ok. 2-3 s. Od momentu pojawienia się obrazu na ekranie czujnik rozpoczyna swoją pracę. Optymalny odczyt uzyskujemy po około 5-10 min – miernik podczas pomiaru powinien być unieruchomiony.</i> <i>Miernik dokonuje pomiaru: PM_1 – cząstki stałe (PM) o wielkości mniejszej niż $1\ \mu m$; $PM_{2,5}$ – cząstki stałe o wielkości mniejszej niż $2,5\ \mu m$; PM_{10} – cząstki stałe o wielkości mniejszej niż $10\ \mu m$; HCHO – aldehyd mrówkowy, TVOC – lotne związki organiczne, AQI – indeks jakości powietrza; temperatura powietrza; wilgotność powietrza.</i> <i>Oznaczenia kolorystyczne wyświetlanych parametrów: kolor zielony – parametr w normie; kolor żółty – parametr nieznacznie przekroczony; kolor czerwony – parametr znacznie przekroczony.</i>

Normy jakości powietrza według Światowej Organizacji Zdrowia (WHO)

Zanieczyszczenie	Norma roczna	Norma dobową
$PM_{2,5}$	$5 \mu g/m^3$	$15 \mu g/m^3$
PM_{10}	$15 \mu g/m^3$	$45 \mu g/m^3$
NO_2	$10 \mu g/m^3$	$25 \mu g/m^3$
SO_2	-	$40 \mu g/m^3$
CO	-	$4 mg/m^3$
O_3	$60 \mu g/m^3$ (poziom szczytowy)	$100 \mu g/m^3$ (8 h)

Normy jakości powietrza według Ministra Klimatu i Środowiska (MKiŚ)

Zanieczyszczenie	Norma roczna	Norma dobową
$PM_{2,5}$	$25 \mu g/m^3$	-
PM_{10}	$40 \mu g/m^3$	$50 \mu g/m^3$
NO_2	$40 \mu g/m^3$	$200 \mu g/m^3$ (1 h)
SO_2	-	$125 \mu g/m^3$
CO	-	$10 mg/m^3$ (8 h)
O_3	-	$120 \mu g/m^3$ (8 h)
<i>Benzen</i>	$5 \mu g/m^3$	-
<i>Benzo(a)piren</i>	$1 ng/m^3$	-

Indeks jakości powietrza (Air Quality Index, AQI)
według Głównego Inspektora Ochrony Środowiska (GIOŚ)

AQI	PM_{10} $\mu\text{g}/\text{m}^3$	$PM_{2,5}$ $\mu\text{g}/\text{m}^3$	NO_2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	SO_2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	O_3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
<i>Bardzo dobry</i>	0 – 20	0 – 13	0 – 40	0 – 50	0 – 70
<i>Dobry</i>	20,1 – 50	13,1 – 35	40,1 – 100	50,1 – 100	70,1 – 120
<i>Umiarkowany</i>	50,1 – 80	35,1 – 55	100,1 – 150	100,1 – 200	120,1 – 150
<i>Dostateczny</i>	80,1 – 110	55,1 – 75	150,1 – 230	200,1 – 350	150,1 – 180
<i>Zły</i>	110,1 – 150	75,1 – 110	230,1 – 400	350,1 – 500	180,1 – 240
<i>Bardzo zły</i>	> 150	> 110	> 400	> 500	> 240

Europejski indeks jakości powietrza (European Air Quality Index, EAQI)
według Europejskiej Agencji Środowiska (EEA)

AQI	PM_{10} $\mu\text{g}/\text{m}^3$	$PM_{2,5}$ $\mu\text{g}/\text{m}^3$	NO_2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	SO_2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	O_3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
<i>Dobry</i>	0 – 20	0 – 10	0 – 40	0 – 100	0 – 50
<i>Dostateczny</i>	20,1 – 40	10,1 – 20	40,1 – 90	100,1 – 200	50,1 – 100
<i>Umiarkowany</i>	40,1 – 50	20,1 – 25	90,1 – 120	200,1 – 350	100,1 – 130
<i>Zły</i>	50,1 – 100	25,1 – 50	120,1 – 230	350,1 – 500	130,1 – 240
<i>Bardzo zły</i>	100,1 – 150	50,1 – 75	230,1 – 340	500,1 – 750	240,1 – 380
<i>Ekstremalnie zły</i>	150 – 1200	75 – 800	340 – 1000	750 – 1250	380 – 800

2.2.2. *Tygodniowa ocena jakości powietrza*

Na podstawie danych **Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska (GIOŚ)** przygotuj raport dotyczący tygodniowej oceny jakości powietrza w Twoim miejscu zamieszkania.

Podaj informacje na temat wybranej stacji pomiarowej oraz omów metodykę analiz. Przez tydzień raportuj co godzinę stężenie następujących zanieczyszczeń powietrza: **PM₁₀, PM_{2,5}, NO₂, SO₂, CO, O₃, benzen**.

Wylicz dobową medianę, minimum i maksimum stężeń ocenianych zanieczyszczeń, a następnie przeanalizuj zachodzące zmiany. Ponadto, wylicz średnią dobową stężeń ocenianych zanieczyszczeń, a uzyskane dane przedstaw w postaci wykresów. Przeanalizuj wszystkie wyniki i wyciągnij wnioski.

2.2.3. *Indeks jakości powietrza*

Za pomocą **wybranej aplikacji internetowej** oceń jakość powietrza w Twoim miejscu zamieszkania.

Przez tydzień (codziennie o tej samej porze) raportuj **indeks jakości powietrza (AQI)**, a uzyskane dane przedstaw na wykresach. Podaj nazwę aplikacji, lokalizację stacji pomiarowej oraz datę i godzinę pomiarów. Opisz metodykę pomiarów, podaj wartości referencyjne oraz omów zastosowanie analiz w medycynie środowiskowej.

Uzyskane wyniki porównaj z danymi pochodzącymi z aplikacji **mObywatel**. Przeanalizuj wszystkie wyniki i wyciągnij wnioski.

2.3. Pytania kontrolne

- 2.3.1. Czym jest zanieczyszczenie powietrza? Podaj skład powietrza niezanieczyszczonego i zanieczyszczonego.
- 2.3.2. Omów rodzaje i źródła zanieczyszczeń powietrza.
- 2.3.3. Omów toksyczność zanieczyszczeń powietrza.
- 2.3.4. Omów wpływ pyłu zawieszonego na zdrowie człowieka i środowisko.
- 2.3.5. Czym jest smog? Opisz jego przyczyny i konsekwencje dla zdrowia człowieka.
- 2.3.6. Porównaj rodzaje smogu. Opisz efekty oddziaływania różnych rodzajów smogu na organizmy żywe.
- 2.3.7. Omów wpływ ozonu zawartego w zanieczyszczonym powietrzu na zdrowie człowieka i środowisko.
- 2.3.8. Omów wpływ tlenków węgla zawartych w zanieczyszczonym powietrzu na zdrowie człowieka i środowisko.
- 2.3.9. Omów wpływ NO_x i SO_x zawartych w zanieczyszczonym powietrzu na zdrowie człowieka i środowisko.
- 2.3.10. Omów wpływ formaldehydu zawartego w zanieczyszczonym powietrzu na zdrowie człowieka i środowisko.
- 2.3.11. Omów krótkoterminowe skutki zdrowotne narażenia na zanieczyszczenie powietrza.
- 2.3.12. Które grupy populacji i dlaczego są szczególnie wrażliwe na zanieczyszczenie powietrza pochodzenia antropogenicznego?
- 2.3.13. Omów związek między zamieszczeniem powietrza a chorobami układu krążenia.
- 2.3.14. Opisz długoterminowe skutki zdrowotne narażenia na zanieczyszczenie powietrza.
- 2.3.15. Omów politykę Unii Europejskiej w zakresie zanieczyszczenia powietrza.
- 2.3.16. Czym jest wartość dopuszczalna, wartość docelowa i cel długoterminowy w normatywach oceny jakości powietrza?
- 2.3.17. Czym jest indeks jakości powietrza (AQI)?
- 2.3.18. Porównaj stan czystości powietrza w Polsce i innych krajach Europy.

- 2.3.19. Co to jest monitoring środowiska? Jakie są cele i podsystemy Państwowego Monitoringu Środowiska (PMŚ)?
- 2.3.20. Omów sposób określania dawek i efektów toksycznych w ocenie skażeń powietrza. Wyjaśnij czym są bioindykatory.
- 2.3.21. Podaj charakterystykę porostów wykorzystywanych w bioindykacji.
- 2.3.22. Wymień najważniejsze gazy cieplarniane oraz omów źródła ich emisji. Wyjaśnij, w jaki sposób gazy cieplarniane przyczyniają się do globalnego ocieplenia.
- 2.3.23. W jaki sposób globalne ocieplenie wpływa na poziom mórz, wielkość opadów, organizmy żywe (w tym człowieka) i produkcję żywności?
- 2.3.24. Co to jest wzmocniony efekt cieplarniany?
- 2.3.25. Dlaczego wykres zmian zawartości CO₂ w atmosferze ma kształt "piły"?
- 2.3.26. Na czym polegają kontrowersje wokół efektu cieplarnianego i bilansu węgla w biosferze?
- 2.3.27. Porównaj rolę ozonu w niższych warstwach atmosfery oraz rolę ozonu w stratosferze.
- 2.3.28. W jaki sposób zachodzi rozpad ozonu?
- 2.3.29. Czym jest dziura ozonowa? Jakie są konsekwencje dziury ozonowej dla organizmów żywych?
- 2.3.30. W jaki sposób freony wpływają na niszczenie ozonu w stratosferze oraz na globalne ocieplenie?
- 2.3.31. Jak zapobiegać zanieczyszczeniu powietrza pochodzenia antropogenicznego?

2.4.Literatura

- 2.4.1. *Wybrane zagadnienia z ekologii i ekologii człowieka. Skrypt do ćwiczeń. Wydanie III poprawione.* Maciejczyk M., Żendzian-Piotrowska M. Wydawnictwo Uniwersytetu Medycznego w Białymstoku (2023).
- 2.4.2. *Wybrane zagadnienia z ekotoksykologii, toksykologii środowiska i toksykologii żywności. Monografia naukowa. Wydanie II poprawione.* Maciejczyk M., Żebrowska E., Żendzian-Piotrowska M. Wydawnictwo Uniwersytetu Medycznego w Białymstoku (2023).
- 2.4.3. *Zdrowie środowiskowe z elementami medycyny środowiskowej.* Pawlas K., Gać P., Pawlas N. PZWL (2025).
- 2.4.4. *Medycyna stylu życia.* Śliż D., Mamcarz A. Wydawnictwo Naukowe PWN (2009).
- 2.4.5. *Globalne wytyczne jakości powietrza WHO: Pył zawieszony (PM_{2,5} i PM₁₀), ozon, dwutlenek azotu, dwutlenek siarki i tlenek węgla.* Światowa Organizacja Zdrowia (2021).
- 2.4.6. *Obwieszczenie Ministra Klimatu i Środowiska z dnia 6 maja 2024 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu rozporządzenia Ministra Klimatu i Środowiska w sprawie dokonywania oceny poziomów substancji w powietrzu.*
- 2.4.7. *Biologia.* Solomon E., Berg L., Martin D. Wydawnictwo Multico (2019).
- 2.4.8. *Ochrona środowiska przyrodniczego.* Kiełczewski D., Dobrzańska B., Dobrzański G. Wydawnictwo Naukowe PWN (2018).
- 2.4.9. *Życie i ewolucja biosfery.* Weiner J. Wydawnictwo Naukowe PWN (2020).

.

3. Zanieczyszczenie wody

3.1. Zagadnienia do przygotowania

- 3.1.1. Rodzaje i źródła zanieczyszczeń wody
- 3.1.2. Toksyczność zanieczyszczeń wody
- 3.1.3. Krótkoterminowe skutki zdrowotne narażenia na zanieczyszczenie wody
- 3.1.4. Długoterminowe skutki zdrowotne narażenia na zanieczyszczenie wody
- 3.1.5. Wpływ zanieczyszczenia wody na środowisko naturalne
- 3.1.6. Zapobieganie zanieczyszczeniu wody

3.2. Część praktyczna

3.2.1. Ocena jakości wody pitnej

Oceń jakość pobranych próbek wody. Wszystkie oznaczenia wykonaj w próbach podwójnych. Zapisz wyniki oraz wyciągnij wnioski.

3.2.1.1. Ocena zapachu wody

Materiały	woda destylowana, woda wodociągowa, woda ze studni
Sprzęt	2 kolby stożkowe, 2 szkiełka zegarkowe, łaźnia wodna, termometr
Wykonanie	Do dwóch kolb wlać po 100 ml wody z kranu. Kolbę I ogrzać do temperatury pokojowej Kolbę II ogrzać w łaźni wodnej do 60 °C Następnie każdą z kolb przykryć szkiełkiem zegarkowym i wąchać zapach przy wylocie kolby. Określić rodzaj zapachu i jego intensywność (na podstawie tabeli). Wszystkie czynności powtórzyć z użyciem wody ze studni i dla porównania wody destylowanej.

Wyróżniamy następujące rodzaje zapachu wody:

R - roślinny: siana, ziemi, torfu, mchu, kwiatów, traw,

G - gnilny: pleśni, siarkowodoru, fekaliiów, stęchlizny,

S - specyficzny: chloru, fenolu, nafty, acetonu, smoły

Punktowa ocena zapachu wody

intensywność zapachu	wyczuwalność zapachu
0	brak zapachu
1	bardzo słaby zapach
2	słaby zapach
3	wyraźny zapach
4	silny zapach
5	bardzo silny zapach

Ze względu na rodzaj i intensywność zapachu wody naturalne dzieli się na 3 klasy czystości:

klasa I – do 2R

klasa II – od 3R lub 2G

klasa III – do 1S,

przy czym woda wodociągowa powinna mieć zapach określony jako **3R**.

3.2.1.2. Ocena mętności wody

Materiały	woda destylowana, woda wodociągowa, woda ze studni
Odczynniki	wzorcowy roztwór SiO_2 (500 mg/l) utrwalony 1g HgCl_2
Sprzęt	cylindry Nesslera 100 ml na badane próbki wody i wzorce
Zasada metody	Do oceny mętności wody wykorzystuje się metodę wizualną turbidymetryczną. Porównuje się natężenie światła przechodzącego przez badaną próbkę wody w odniesieniu do roztworów wzorcowych SiO_2 (od 0 do 5 mg SiO_2 /l).
Wykonanie	Badaną wodę wlewamy do cylindra i odstawiamy na kilka minut do wydzielenia się pęcherzyków powietrza, następnie porównujemy ją z przygotowanymi wcześniej wzorcami. W tym celu porównujemy mętność badanej próbki do wzorca – trzymając cylindry na wysokości wzroku, na tle światła. W przypadku, gdy mętność próby badanej przewyższa wzorec o najwyższej mętności, należy ją rozcieńczyć wodą destylowaną i powtórzyć oznaczenie. Wyniki podać w jednostkach mg SiO_2 /l.

Mętność wody do picia nie powinna przekraczać 1 mg SiO_2 /l.

3.2.1.3. Ocena pH wody

Materiały	woda destylowana, woda wodociągowa, woda ze studni
Sprzęt	probówki szklane, bagietki, uniwersalne papierki wskaźnikowe
Wykonanie	Probówki przepłukać wodą destylowaną i napętnić badaną wodą. Zanurzyć w wodzie paperek wskaźnikowy. Odsączyć nadmiar wody, odczekać chwilę i odczytać wartość pH ze skali na opakowaniu. Korzystając z tabeli przeprowadzić ocenę jakościową pomiaru pH wody.

Ocena jakościowa wody na podstawie wartości pH

pH	Ocena jakościowa
6,5-7,5	doskonała
6,0-6,5; 7,5-8,0	dobra
5,5-6,0; 8,0-8,5	odpowiednia
<5,5 lub >8,5	niska

Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Zdrowia z dn. 11 grudnia 2017 r., Dz.U. 2017 poz. 2294 **pH wody do picia powinno wynosić 6,5-9,5.**

3.2.1.4. Ocena pH wody zestawem JBL PRO AQUATEST pH 3-10

Materiały	woda destylowana, woda wodociągowa, woda ze studni
Odczynniki	zestaw JBL PRO AQUATEST pH 3-10
Sprzęt	probówki typu Falcon
Wykonanie	Probówkę typu Falcon o pojemności 15 ml przepłukać 3-krotnie badaną wodą, a następnie dodać 5 ml próby. Dodać 5 kropli odczynnika 1 i wymieszać. Mieszaninę inkubować przez 5 min. pH badanej próby odczytać za pomocą załączonej skali barwnej.

3.2.1.5. Ocena pH wody zestawem JBL PRO AQUATEST pH 6-7,6

Materiały	woda destylowana, woda wodociągowa, woda ze studni
Odczynniki	zestaw JBL PRO AQUATEST pH 6-7,6
Sprzęt	probówki typu Falcon
Wykonanie	Probówkę typu Falcon o pojemności 15 ml przepłukać 3-krotnie badaną wodą, a następnie dodać 5 ml próby. Dodać 4 krople odczynnika 1 i wymieszać. Mieszaninę inkubować przez 3 min. pH badanej próby odczytać za pomocą załączonej skali barwnej.

3.2.1.6. Ocena pH wody zestawem JBL PRO AQUATEST pH 7,4-9

Materiały	woda destylowana, woda wodociągowa, woda ze studni
Odczynniki	zestaw JBL PRO AQUATEST pH 7,4-9
Sprzęt	probówki typu Falcon
Wykonanie	Probówkę typu Falcon o pojemności 15 ml przepłukać 3-krotnie badaną wodą, a następnie dodać 5 ml próby. Dodać 4 krople odczynnika 1 i wymieszać. Mieszankę inkubować przez 3 min. pH badanej próby odczytać za pomocą załączonej skali barwnej.

3.2.1.7. Ocena przewodnictwa elektrolitycznego metodą konduktometryczną

Materiały	woda destylowana, woda wodociągowa, woda ze studni
Sprzęt	zlewki szklane 25 ml, konduktometr, bibuła
Wykonanie	Próbki badanej wody wlać do kilkakrotnie przepłukanych wodą destylowaną zlewek, po zanurzeniu sondy wynik pomiaru odczytać na urządzeniu. Pomiedzy pomiarami elektrodę opłukać wodą destylowaną i osuszyć. Oznaczenia wykonać w 3 powtórzeniach (wyciągnąć średnią z wykonanych pomiarów).

Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Zdrowia z dn. 11 grudnia 2017 r., Dz.U. 2017 poz. 2294 **przewodność elektrolityczna wody do picia powinna wynosić < 2500 $\mu\text{S}/\text{cm}$.**

3.2.1.8. Ocena parametrów fizykochemicznych wody za pomocą testera jakości wody Ermenrich Wett QT40

Materiały	woda destylowana, woda wodociągowa, woda ze studni
Sprzęt	probówki typu Falcon, tester jakości wody Ermenrich Wett QT40
Wykonanie	Próbki badanej wody wlać do kilkakrotnie przepłukanych wodą destylowaną zlewek, po zanurzeniu sondy odczytać wynik pomiaru na urządzeniu. Nacisnąć przycisk MODE/CAL, aby wybrać tryb pomiaru: pH – kwasowość; EC – przewodnictwo elektrolityczne ($\mu\text{S}/\text{cm}$, mS/cm); TDS – całkowita ilość rozpuszczalnych substancji stałych (ppm); SALT – zasolenie (%/ppt); H_2 – wodór rozpuszczony (ppb); SG – ciężar właściwy (g/cm^3); ORP – potencjał oksydo-redukcyjny (mV).

	<i>Podczas pomiaru należy delikatnie mieszać roztwór, aby usunąć pęcherzyki powietrza wokół elektrody. Pomiędzy pomiarami elektrodę opłukać wodą destylowaną i osuszyć. Oznaczenia wykonać w 3 powtórzeniach (wyciągnąć średnią z wykonanych pomiarów).</i>
--	---

3.2.1.9. Ocena zawartości dwutlenku węgla zestawem JBL PRO AQUATEST CO₂

Materiały	<i>woda destylowana, woda wodociągowa, woda ze studni</i>
Odczynniki	<i>zestaw JBL PRO AQUATEST CO₂ Direct</i>
Sprzęt	<i>probówki typu Falcon</i>
Wykonanie	<i>Dwa naczynia pomiarowe przepłukać 3-krotnie badaną wodą, a następnie dodać po 20 ml próby. Probówki umieścić na polach skali barwnej. Do pierwszej probówki (umieszczonej na białym polu) dodać 5 kropli odczynnika 1, a zawartość wymieszać. Następnie, nieustannie mieszając, dodawać kropla po kropli odczynnik 2, aż do momentu uzyskania różowego zabarwienia roztworu (kolor powinien być stabilny przez co najmniej 1 min.).</i> <i>Ilość kropli pomnożona razy 2 odpowiada zawartości CO₂ w mg/l.</i>

3.2.1.10. Ocena zawartości tlenu zestawem JBL PRO AQUATEST O₂

Materiały	<i>woda destylowana, woda wodociągowa, woda ze studni</i>
Odczynniki	<i>zestaw JBL PRO AQUATEST O₂</i>
Sprzęt	<i>probówki typu Falcon</i>
Wykonanie	<i>Probówkę typu Falcon o pojemności 15 ml przepłukać 3-krotnie badaną wodą, a następnie dodać 15 ml próby. Dodać 6 kropli odczynnika 1, a następnie 6 kropli odczynnika 2. Mieszaninę mocno wytrząsać przez 30 s. Dodać 6 kropli odczynnika 3 i mocno wytrząsać przez 30 s. Mieszaninę inkubować przez 10 min. Zawartość probówek przelać do szklanych naczyń dołączonych do zestawu i ustawić w komparatorze.</i> <i>Zawartość tlenu w badanej próbce odczytać za pomocą załączonej skali barwnej.</i>

3.2.1.11. Ocena twardości wody (węglanowej, niewęglanowej i ogólnej)

Materiały	woda destylowana, woda wodociągowa, woda ze studni
Odczynniki	oranż metylowy, 0,1 M HCl, mieszanina Warthy-Pfeifera
Sprzęt	kolby stożkowe, biureta, sączki filtracyjne, lejki szklane, łaźnia wodna
Wykonanie	Twardość węglanowa: Do trzech kolb odmierzyć po 100 ml badanej wody, następnie dodać po 3 krople oranżu metylowego. Próby miareczkować 0,1 M roztworem HCl aż do zmiany barwy wskaźnika z żółtej na pomarańczowo-cebulkową. Próbki pozostawić do oznaczenia twardości ogólnej i niewęglanowej! Obliczyć twardość węglanową (Tw_w) wg wzoru: $Tw_w = V_{HCl} [mval/l]$ V_{HCl} - objętość roztworu HCl zużyta do zmiareczkowania próbki [ml] Korzystając z tabeli przeliczyć twardość podaną w jednostce fizycznej [mval/l] na stopnie niemieckie. Twardość ogólna i niewęglanowa: W próbach po oznaczeniu twardości węglanowej, usunąć CO₂ przez gotowanie (3 min). Po dodaniu 25 ml mieszaniny Warthy-Pfeifera, próby ponownie gotować przez 3 minuty (wytrącenie soli wapnia i magnezu). Roztwory schłodzić i przelać do cylindrów miarowych (razem z osadem), a następnie dopełnić wodą destylowaną do 250 ml. Próby przesączyć sączkiem filtracyjnym umieszczonym na lejku, a z przesączu pobrać 100 ml, dodać 3 krople oranżu metylowego i miareczkować 0,1 M HCl. Następnie wykonać tzw. próbę ślepą przez miareczkowanie 25 ml mieszaniny Warthy-Pfeifera. Obliczyć twardość węglanową (Tw_o) wg wzoru: $Tw_o = V_1 - 2,5 V_2 [mval/l]$ V_1 - objętość HCl zużyta na zmiareczkowanie mieszaniny Warthy-Pfeifera [ml] V_2 - objętość HCl zużyta na zmiareczkowanie próbki – suma obydwu miareczkowań [ml] 2,5 - współczynnik rozcieńczenia Obliczyć twardość niewęglanową (Tw_n) z różnicy twardości ogólnej i węglanowej: $Tw_n = Tw_o - Tw_w$

Tabela przeliczeniowa jednostek twardości wody

jednostka	fizyczna [mval/l]	między- narodowa [mmol/l]	mg CaCO₃ [mg CaCO ₃ /l]	stopnie niemieckie [°d]	stopnie francuskie [°f]	stopnie angielskie [°e]
fizyczna [mval/l]	1	0,5	50	2,8	5	3,5
między- narodowa [mmol/l]	2	1	100	5,61	10	7,02
mg CaCO₃ [mg CaCO ₃ /l]	0,02	0,01	1	0,056	0,1	0,07
stopnie niemieckie [°d]	0,356	0,178	17	1	1,78	1,25
stopnie francuskie [°f]	0,2	0,1	10	0,56	1	0,7
stopnie angielskie [°e]	0,286	0,143	14	0,8	1,43	1

Skala twardości wody

	mg CaCO₃ [mg CaCO ₃ /l]	jednostka fizyczna [mval/l]	stopnie niemieckie [°d]
woda bardzo miękka	<100	<2	5,6
woda miękka	100 – 200	2–4	5,6–11,2
woda średnio twarda	200 – 350	4–7	5,6–11,2
woda twarda	350 – 550	7–11	19,6–30,8
woda bardzo twarda	> 550	>11	>30,8

Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Zdrowia z dn. 11 grudnia 2017 r., Dz.U. 2017 poz. 2294 **twardość ogólna wody do picia powinna wynosić 60-500 mg CaCO₃/l.**

3.2.1.12. Ocena twardości ogólnej wody zestawem JBL PRO AQUATEST GH

Materiały	woda destylowana, woda wodociągowa, woda ze studni
Odczynniki	zestaw JBL PRO AQUATEST GH
Sprzęt	probówki typu Falcon
Wykonanie	Probówkę typu Falcon o pojemności 15 ml przepłukać 3-krotnie badaną wodą, a następnie dodać 5 ml próby. Dodawać kropla po kropli odczynnik 1 jednocześnie mieszając zawartość probówki. Liczyć krople, aż roztwór zmieni zabarwienie z czerwonego na zielony. Jedna kropla odczynnika odpowiada 1 stopniowi niemieckiemu, 1,78 stopnia francuskiego i 1,25 stopnia angielskiego. Twardość niewęglanową wody wyliczyć z różnicy między twardością ogólną i węglanową.

3.2.1.13. Ocena twardości węglanowej wody zestawem JBL PRO AQUATEST KH

Materiały	woda destylowana, woda wodociągowa, woda ze studni
Odczynniki	zestaw JBL PRO AQUATEST KH
Sprzęt	probówki typu Falcon
Wykonanie	Probówkę typu Falcon o pojemności 15 ml przepłukać 3-krotnie badaną wodą, a następnie dodać 5 ml próby. Dodawać kropla po kropli odczynnik 1 jednocześnie mieszając zawartość probówki. Liczyć krople, aż roztwór zmieni zabarwienie z niebieskiego na żółto-pomarańczowe. Jedna kropla odczynnika odpowiada 1 stopniowi niemieckiemu.

3.2.1.14. Ocena zawartości jonów wapnia zestawem JBL PRO AQUATEST MgCa

Materiały	woda destylowana, woda wodociągowa, woda ze studni
Odczynniki	zestaw JBL PRO AQUATEST MgCa
Sprzęt	probówki typu Falcon
Wykonanie	Probówkę typu Falcon o pojemności 15 ml przepłukać 3-krotnie badaną wodą, a następnie dodać 5 ml próby. Dodać 5 kropli odczynnika 1 i wytrząsać przez 1 minutę. Następnie dodać 1 małą miarkę odczynnika 2 i mieszać do całkowitego rozpuszczenia. Dodawać kropla po kropli odczynnik 3 jednocześnie mieszając zawartość probówki. Liczyć krople, aż roztwór zmieni zabarwienie z różowego przez fioletowy do niebieskiego. Liczbę kropli pomnożyć razy 20 = zawartość wapnia w mg/l.

3.2.1.15. Ocena zawartości wapnia i magnezu zestawem JBL PRO AQUATEST MgCa

Materiały	woda destylowana, woda wodociągowa, woda ze studni
Odczynniki	zestaw JBL PRO AQUATEST MgCa
Sprzęt	probówki typu Falcon
Wykonanie	Probówkę typu Falcon o pojemności 15 ml przepłukać 3-krotnie badaną wodą, a następnie dodać 10 ml próby. Dodać 5 kropli odczynnika 1 i wytrząsać przez 1 minutę. Następnie dodawać kropla po kropli odczynnik 2 jednocześnie mieszając zawartość probówki. Liczyć krople, aż roztwór zmieni zabarwienie z czerwonego przez szaro-brązowy do zielonego. Liczbę kropli pomnożyć razy 60 = zawartość wapnia i magnezu w mg/l. Zawartość magnezu w badanej próbce obliczyć z różnicy = zawartość wapnia i magnezu – zawartość wapnia.

3.2.1.16. Ocena zawartości magnezu zestawem JBL PRO AQUATEST Mg Fresh Water

Materiały	woda destylowana, woda wodociągowa, woda ze studni
Odczynniki	zestaw JBL PRO AQUATEST Mg Fresh Water
Sprzęt	probówki typu Falcon
Wykonanie	<u>Dwie probówki</u> typu Falcon o pojemności 15 ml przepłukać 3-krotnie badaną wodą, a następnie dodać po 10 ml próby. <u>Do pierwszej probówki</u> dodać 7 kropli odczynnika 1, a zawartość wymieszać. Następnie dodać 3 krople odczynnika 2 i ponownie wymieszać. Dodać 2 krople odczynnika 3 i wymieszać. Mieszaninę inkubować przez 1 min. Zawartość probówek przelać do szklanych naczyń dołączonych do zestawu i ustawić w komparatorze. Zawartość magnezu w badanej próbce odczytać za pomocą załączonej skali barwnej.

Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Zdrowia z dn. 11 grudnia 2017 r., Dz.U. 2017 poz. 2294 **zawartość magnezu w wodzie do picia powinna wynosić 7-125 mg/l.**

3.2.1.17. Ocena zawartości potasu zestawem JBL PRO AQUATEST K

Materiały	woda destylowana, woda wodociągowa, woda ze studni
Odczynniki	zestaw JBL PRO AQUATEST K
Sprzęt	probówki typu Falcon
Wykonanie	<u>Dwie probówki</u> typu Falcon o pojemności 50 ml przepłukać 3-krotnie badaną wodą, a następnie dodać po 15 ml próby. <u>Do pierwszej probówki</u> dodać 10 kropli odczynnika 1, a zawartość wymieszać. Dodać dużą miarkę odczynnika 2 i mieszać do całkowitego rozpuszczenia. Inkubować przez 1 min i ponownie wymieszać. Zawartość pierwszej probówki przelewać do rurki mierniczej do momentu, aż krzyżyk pod naczyniem nie będzie widoczny z góry. Zawartość potasu odczytać ze skali naczynia (dolna część menisku probówki).

3.2.1.18. Ocena zawartości żelaza zestawem JBL PRO AQUATEST Fe

Materiały	woda destylowana, woda wodociągowa, woda ze studni
Odczynniki	zestaw JBL PRO AQUATEST Fe
Sprzęt	probówki typu Falcon
Wykonanie	<u>Dwie probówki</u> typu Falcon o pojemności 15 ml przepłukać 3-krotnie badaną wodą, a następnie dodać po 5 ml próby. <u>Do pierwszej probówki</u> dodać 5 kropli odczynnika 1, a zawartość wymieszać. Inkubować przez 10 min. Zawartość probówek przelać do szklanych naczyń dołączonych do zestawu i ustawić w komparatorze. Zawartość żelaza w badanej próbce odczytać za pomocą załączonej skali barwnej.

Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Zdrowia z dn. 11 grudnia 2017 r., Dz.U. 2017 poz. 2294) **zawartość żelaza wodzie do picia powinna wynosić < 0,2 mg/l.**

3.2.1.19. Ocena zawartości miedzi zestawem JBL PRO AQUATEST Cu

Materiały	woda destylowana, woda wodociągowa, woda ze studni
Odczynniki	zestaw JBL PRO AQUATEST Cu
Sprzęt	probówki typu Falcon
Wykonanie	<u>Dwie probówki</u> typu Falcon o pojemności 15 ml przepłukać 3-krotnie badaną wodą, a następnie dodać po 5 ml próby. <u>Do pierwszej probówki</u> dodać 5 kropli odczynnika 1, a zawartość wymieszać. Następnie dodać 5 kropli odczynnika 2 i ponownie wymieszać. Inkubować przez 15 min. Zawartość probówek przelać do szklanych naczyń dołączonych do zestawu i ustawić w komparatorze. Zawartość jonów miedzi w badanej próbce odczytać za pomocą załączonej skali barwnej.

Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Zdrowia z dn. 11 grudnia 2017 r., Dz.U. 2017 poz. 2294) **zawartość miedzi w wodzie do picia powinna wynosić < 2 mg/l.**

3.2.1.20. Ocena zawartości jonów amonowych zestawem JBL PRO AQUATEST NH₄

Materiały	woda destylowana, woda wodociągowa, woda ze studni
Odczynniki	zestaw JBL PRO AQUATEST NH ₄
Sprzęt	probówki typu Falcon
Wykonanie	<u>Dwie probówki</u> typu Falcon o pojemności 15 ml przepłukać 3-krotnie badaną wodą, a następnie dodać po 5 ml próby. <u>Do pierwszej probówki</u> dodać 4 krople odczynnika 1, a zawartość wymieszać. Następnie dodać 4 krople odczynnika 2 i ponownie wymieszać. Dodać 5 kropli odczynnika 3 i wymieszać. Mieszaninę inkubować przez 15 min. Zawartość probówek przelać do szklanych naczyń dołączonych do zestawu i ustawić w komparatorze. Zawartość jonów amonowych w badanej próbce odczytać za pomocą załączonej skali barwnej.

Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Zdrowia z dn. 11 grudnia 2017 r., Dz.U. 2017 poz. 2294) **zawartość jonów amonowych w wodzie do picia powinna wynosić < 0,5 mg/l.**

3.2.1.21. Ocena zawartości azotanów (III) zestawem JBL PRO AQUATEST NO₂

Materiały	woda destylowana, woda wodociągowa, woda ze studni
Odczynniki	zestaw JBL PRO AQUATEST NO ₂
Sprzęt	probówki typu Falcon
Wykonanie	<u>Dwie probówki</u> typu Falcon o pojemności 15 ml przepłukać 3-krotnie badaną wodą, a następnie dodać po 5 ml próby. <u>Do pierwszej probówki</u> dodać 5 kropli odczynnika 1, a zawartość wymieszać. Następnie dodać 5 kropli odczynnika 2 i ponownie wymieszać. Mieszaninę inkubować przez 5 min. Zawartość probówek przelać do szklanych naczyń dołączonych do zestawu i ustawić w komparatorze. Zawartość azotanów (III) w badanej próbce odczytać za pomocą załączonej skali barwnej.

Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Zdrowia z dn. 11 grudnia 2017 r., Dz.U. 2017 poz. 2294) **zawartość azotanów (III) w wodzie do picia powinna wynosić < 0,5 mg/l.**

3.2.1.22. Ocena zawartości azotanów (V) zestawem JBL PRO AQUATEST NO₃

Materiały	woda destylowana, woda wodociągowa, woda ze studni
Odczynniki	zestaw JBL PRO AQUATEST NO ₃
Sprzęt	probówki typu Falcon
Wykonanie	<u>Dwie probówki</u> typu Falcon o pojemności 15 ml przepłukać 3-krotnie badaną wodą, a następnie dodać po 10 ml próby. <u>Do pierwszej probówki</u> dodać dużą miarkę odczynnika 1, a zawartość wymieszać do całkowitego rozpuszczenia. Następnie dodać 6 kropli odczynnika 2 i ponownie wymieszać. Mieszaninę inkubować przez 10 min. Zawartość probówek przelać do szklanych naczyń dołączonych do zestawu i ustawić w komparatorze. Zawartość azotanów (V) w badanej próbce odczytać za pomocą załączonej skali barwnej.

Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Zdrowia z dn. 11 grudnia 2017 r., Dz.U. 2017 poz. 2294) **zawartość azotanów (V) w wodzie do picia powinna wynosić < 50 mg/l.**

3.2.1.23. Ocena zawartości fosforanów zestawem JBL PRO AQUATEST PO₄ Sensitive

Materiały	woda destylowana, woda wodociągowa, woda ze studni
Odczynniki	zestaw JBL PRO AQUATEST PO ₄ Sensitive
Sprzęt	probówki typu Falcon
Wykonanie	<u>Dwie probówki</u> typu Falcon o pojemności 15 ml przepłukać 3-krotnie badaną wodą, a następnie dodać po 10 ml próby. <u>Do pierwszej probówki</u> dodać małą miarkę odczynnika 1, a zawartość wymieszać do całkowitego rozpuszczenia. Następnie dodać 10 kropli odczynnika 2 i ponownie wymieszać. Mieszaninę inkubować przez 10 min. Zawartość probówek przelać do szklanych naczyń dołączonych do zestawu i ustawić w komparatorze. Zawartość fosforanów w badanej próbce odczytać za pomocą załączonej skali barwnej.

3.2.1.24. Ocena zawartości fosforanów zestawem JBL PRO AQUATEST PO₄ Koi

Materiały	woda destylowana, woda wodociągowa, woda ze studni
Odczynniki	zestaw JBL PRO AQUATEST PO ₄ Koi
Sprzęt	probówki typu Falcon
Wykonanie	<u>Dwie probówki</u> typu Falcon o pojemności 15 ml przepłukać 3-krotnie badaną wodą, a następnie dodać po 5 ml próby. <u>Do pierwszej probówki</u> dodać dużą miarkę odczynnika 1, a zawartość wymieszać do całkowitego rozpuszczenia. Następnie dodać 5 kropli odczynnika 2 i ponownie wymieszać. Mieszaninę inkubować przez 10 min. Zawartość probówek przelać do szklanych naczyń dołączonych do zestawu i ustawić w komparatorze. Zawartość fosforanów w badanej próbce odczytać za pomocą załączonej skali barwnej.

3.2.1.25. Ocena zawartości krzemianów zestawem JBL PRO AQUATEST SiO₂

Materiały	woda destylowana, woda wodociągowa, woda ze studni
Odczynniki	zestaw JBL PRO AQUATEST SiO ₂
Sprzęt	probówki typu Falcon
Wykonanie	<u>Dwie probówki</u> typu Falcon o pojemności 15 ml przepłukać 3-krotnie badaną wodą, a następnie dodać po 10 ml próby. <u>Do pierwszej probówki</u> dodać 10 kropli odczynnika 1, a zawartość wymieszać. Inkubować przez 3 min. Następnie dodać 10 kropli odczynnika 2 i ponownie wymieszać. Mieszaninę inkubować przez 3 min. Następnie dodać małą miarkę odczynnika 3 i wymieszać do całkowitego rozpuszczenia. Mieszaninę inkubować przez 3 min. Zawartość probówek przelać do szklanych naczyń dołączonych do zestawu i ustawić w komparatorze. Zawartość krzemianów w badanej próbce odczytać za pomocą załączonej skali barwnej.

3.2.1.26. Ocena jakości wody za pomocą pasków testowych JBL PROSCAN

Materiały	woda destylowana, woda wodociągowa, woda ze studni
Odczynniki	paski testowe JBL PROSCAN, smartphone z zainstalowaną aplikacją JBL
Sprzęt	probówki typu Falcon
Wykonanie	Probówkę typu Falcon o pojemności 15 ml przepłukać 3-krotnie badaną wodą, a następnie dodać 10 ml próby. Paski testowe zanurzyć w badanej próbce przez 3 s, a następnie osuszyć za pomocą ligniny i umieścić na karcie ColorCard. Po zakończeniu odliczania zrobić zdjęcie karty razem z paskiem do analizy.

3.2.1.27. Ocena jakości wody za pomocą pasków testowych Oase

Materiały	woda destylowana, woda wodociągowa, woda ze studni
Odczynniki	paski testowe Oase Tester wody AquaActiv QuickSticks 6w1
Sprzęt	probówki typu Falcon
Wykonanie	Probówkę typu Falcon o pojemności 15 ml przepłukać 3-krotnie badaną wodą, a następnie dodać 10 ml próby. Paski testowe zanurzyć w badanej próbce przez 3 s, a następnie osuszyć za pomocą ligniny. Zawartość badanych parametrów odczytać za pomocą załączonej skali barwnej.

3.3. Pytania kontrolne

- 3.3.1. Opisz właściwości wody oraz rolę jaką pełni w organizmach żywych.
- 3.3.2. Opisz duży i mały obieg wody w przyrodzie.
- 3.3.3. Omów znaczenie wody w przyrodzie.
- 3.3.4. Wyjaśnij, dlaczego właściwości wody w dużej mierze zależą od możliwości tworzenia przez nią wiązań wodorowych.
- 3.3.5. Ile wynosi codzienne zapotrzebowanie człowieka na wodę? Omów skutki odwodnienia i przewodnienia.
- 3.3.6. Na podstawie parametrów organoleptycznych omów jakość wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi.
- 3.3.7. Na podstawie parametrów fizykochemicznych omów jakość wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi.
- 3.3.8. Na podstawie parametrów mikrobiologicznych omów jakość wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi.
- 3.3.9. Opisz bakterie wskaźnikowe używane do mikrobiologicznej oceny jakości wody.
- 3.3.10. Omów rodzaje i źródła zanieczyszczeń chemicznych wody.
- 3.3.11. Omów rodzaje i źródła zanieczyszczeń fizycznych wody.
- 3.3.12. Omów rodzaje i źródła zanieczyszczeń biologicznych wody.
- 3.3.13. Scharakteryzuj choroby bakteryjne u człowieka przenoszone za pośrednictwem wody.
- 3.3.14. Scharakteryzuj choroby wirusowe u człowieka przenoszone za pośrednictwem wody.
- 3.3.15. Scharakteryzuj choroby pasożytnicze u człowieka przenoszone za pośrednictwem wody.
- 3.3.16. Omów wpływ twardości wody na zdrowie człowieka.
- 3.3.17. Omów toksyczne oddziaływanie azotanów i nitrozoamin zawartych w zanieczyszczonej wodzie na człowieka i środowisko.

- 3.3.18. Omów toksyczne oddziaływanie substancjami organicznymi (WWA, PCB, PCT, dioksyny, akrylamid, HAA) zawartych w zanieczyszczonej wodzie na człowieka i środowisko.
- 3.3.19. Omów toksyczne oddziaływanie metali ciężkich zawartych w zanieczyszczonej wodzie na człowieka i środowisko.
- 3.3.20. Opisz rodzaje wód wykorzystywanych przez człowieka.
- 3.3.21. Opisz klasy czystości wód powierzchniowych w Polsce.
- 3.3.22. Opisz wskaźniki stosowane do oceny jakości wód powierzchniowych.
- 3.3.23. Czym jest eutrofizacja i jakie są jej konsekwencje dla organizmów żywych?
- 3.3.24. Na czym polega i jak przebiega proces uzdatniania wód powierzchniowych?
- 3.3.25. Omów rodzaje ochrony przeciwpowodziowej wraz z obiektami i środkami ochrony.
- 3.3.26. Omów zadania nadzoru sanitarno-epidemiologicznego w zakresie zanieczyszczenia wody.
- 3.3.27. Omów politykę Unii Europejskiej w zakresie zanieczyszczenia wody.
- 3.3.28. Porównaj jakość wód powierzchniowych w Polsce i innych krajach Europy.
- 3.3.29. Co to jest monitoring środowiska? Jakie są cele i podsystemy Państwowego Monitoringu Środowiska (PMŚ)?
- 3.3.30. Jak zapobiegać zanieczyszczeniu wody pochodzenia antropogenicznego?

3.4.Literatura

- 3.4.1. *Ćwiczenia Laboratoryjne z Chemii Wody*. Gomółka B., Gomółka E. Wydawnictwo Politechniki Wrocławskiej (1992).
- 3.4.2. *Ćwiczenia z Podstaw Chemii Środowiska*. Wachowski L., Kirszensztejn P. Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu (1999).
- 3.4.3. *Instrukcja do ćwiczeń laboratoryjnych. Chemia zanieczyszczeń środowiska*. Uniwersytet Gdański (2018).
- 3.4.4. *Wybrane zagadnienia z ekologii i ekologii człowieka. Skrypt do ćwiczeń. Wydanie III poprawione*. Maciejczyk M., Żendzian-Piotrowska M. Wydawnictwo Uniwersytetu Medycznego w Białymstoku (2023).
- 3.4.5. *Wybrane zagadnienia z ekotoksykologii, toksykologii środowiska i toksykologii żywności. Monografia naukowa. Wydanie II poprawione*. Maciejczyk M., Żebrowska E., Żendzian-Piotrowska M. Wydawnictwo Uniwersytetu Medycznego w Białymstoku (2023).
- 3.4.6. *Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 7 grudnia 2017 r. w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi*.
- 3.4.7. *Zdrowie środowiskowe z elementami medycyny środowiskowej*. Pawlas K., Gać P., Pawlas N. PZWL (2025).
- 3.4.8. *Medycyna stylu życia*. Śliż D., Mamcarz A. Wydawnictwo Naukowe PWN (2009).
- 3.4.9. *Ekologia*. Krebs C. Wydawnictwo Naukowe PWN (2011).
- 3.4.10. *Ekologia. Krótkie Wykłady*. Mackenzie A., Ball A., Virdee S. Wydawnictwo Naukowe PWN (2009).
- 3.4.11. *Życie i ewolucja biosfery*. Weiner J. Wydawnictwo Naukowe PWN (2020).

4. Zanieczyszczenie gleby

4.1. Zagadnienia do przygotowania

- 4.1.1. Rodzaje i źródła zanieczyszczeń gleby
- 4.1.2. Toksyczność zanieczyszczeń gleby
- 4.1.3. Skutki zdrowotne narażenia na zanieczyszczenie gleby
- 4.1.4. Wpływ zanieczyszczenia gleby na środowisko naturalne
- 4.1.5. Zapobieganie zanieczyszczeniu gleby

4.2. Część praktyczna

4.2.1. Ocena jakości gleby

Oceń jakość próbek gleby z użytków zielonych oraz gleb organicznych. Wszystkie oznaczenia wykonaj w próbach podwójnych. Zapisz wyniki oraz wyciągnij wnioski.

4.2.1.1. Pomiar pH gleby za pomocą kwasomierza glebowego

Materiały	próbki gleby
Odczynniki	płyn Helliga
Sprzęt	glebomierz
Wykonanie	Wsyp niewielką ilość gleby do większego wgłębienia na płytce glebomierza i lekko ją ugnieć. Dodawaj kroplami płyn Helliga aż do momentu, gdy płyn wsiąknie i nad powierzchnią gleby utworzy się cienka warstwa cieczy. Odczekaj około 1 minutę, a następnie przechyl płytkę w taki sposób, by nadmiar płynu przepłynął do drugiego wgłębienia. Porównaj zabarwienie płynu ze skalą kolorów na płytce oraz odczytaj wartość pH. Większość gleb w Polsce posiada pH w zakresie 3,0-8,5.

Odczyn glebowy

pH (1M KCl)	pH (H ₂ O)	Odczyn gleby
< 4,5	< 5,0	Silnie kwaśny
4,5-5,5	5,0-6,0	Kwaśny
5,6-6,5	6,1-6,7	Lekko kwaśny
6,6-7,2	6,8-7,4	Obojętny
> 7,2	> 7,4	Zasadowy

4.2.1.2. Pomiar pH gleby za pomocą pH-metru

Materiały	próbki gleby
Odczynniki	woda destylowana
Sprzęt	moździerz, zlewki szklane 50 ml, cylindry szklane 25 ml, pH-metr
Wykonanie	Suchą próbkę gleby rozetrzyj w moździerzu, a następnie odważ 10 g i przenieś do zlewki o pojemności 50 ml. Dodaj 25 ml wody destylowanej i dokładnie wymieszaj, aż uzyskasz jednorodną zawiesinę. pH próbek oceń za pomocą pH-metru. Pomiar wykonaj trzykrotnie, po każdym z nich przepłukując elektrodę wodą destylowaną.

4.2.1.3. Oznaczanie zawartości próchnicy

Materiały	próbki gleby
Odczynniki	woda dejonizowana, 2N roztwór $K_2Cr_2O_7$, stężony kwas siarkowy, stężony kwas ortofosforowy, NaF, dwufenyloamina, $FeSO_4 \cdot (NH_4)_2SO_4 \cdot 6H_2O$
Sprzęt	kolbki stożkowe, cylindry miarowe na 100 ml, szkiełka zegarkowe, biureta, pipety automatyczne
Wykonanie	Przygotować naważki suchej i przesianej gleby (po ok. 0,2 g) w kolbach stożkowych. Jako próbę kontrolną przygotować 50 ml wody dejonizowanej. Do wszystkich kolb dodać po 5 ml dwuchromianu potasu, wymieszać i od razu dodać 5 ml kwasu siarkowego (pod dygestorium, ciągle mieszając). Próby przykryć szkiełkami zegarkowymi i zostawić pod dygestorium na 30 min (mieszając co jakiś czas). Po tym czasie, próby uzupełnić wodą dejonizowaną do objętości 100 ml i dodać kolejno: 2,5 ml kwasu ortofosforowego, szczyptę NaF; 7 kropli dwufenyloaminy (próby zmieniają kolor na brązowozielony). Następnie, nadmiar dwuchromianu potasu odmiareczkować 0,5 N roztworem siarczanu żelazawoamonowego (do zmiany zabarwienia na wyraźnie zielony kolor). Obliczyć zawartość procentową węgla organicznego: $C\% = ((V_1 - V_2) \times n \times 0,003) / m \times 100$ V_1 – objętość [ml] siarczanu żelazawoamonowego zużyta do miareczkowania próby kontrolnej V_2 – objętość [ml] siarczanu żelazawoamonowego zużyta do miareczkowania próbki glebowej n – miano roztworu siarczanu żelazawoamonowego 0,003 - miligramorównoważnik węgla m – masa próbki gleby gleby Następnie, obliczamy zawartość próchnicy stosując współczynnik przeliczeniowy: $\text{zawartość próchnicy} = C\% \times 1,724$

4.2.1.4. Oznaczanie sumy kationów kwasowych metodą Kappena

Materiały	próbki gleby
Odczynniki	woda dejonizowana, 1 M octan wapnia, 0,1 M NaOH, 1% fenoloftaleina
Sprzęt	butelki polietylenowe, cylindry miarowe na 100 ml, kolbki stożkowe, sączki filtracyjne, lejki szklane, biureta, wytrząsarka
Wykonanie	Przygotować naważki suchej i przesianej gleby (po ok. 20 g) w butelkach z polietylenu, dodać 100 ml octanu wapnia i wytrząsać przez 30 minut. Następnie przesączyć i przenieść po 25 ml przesączu do kolbek, dodać po 2 krople fenoloftaleiny i miareczkować NaOH do słabo różowego zabarwienia utrzymującego się przez ok. 30 s. Obliczyć sumę kationów kwasowych (H) obliczając liczbę cmoli NaOH, użytą na zmiareczkowanie przesączu: $H = V \times C_{NaOH} \times 20 \times 1,5 \text{ [cmolH}^+/\text{kg]}$ <i>V</i> – objętość NaOH zużyta podczas miareczkowania <i>C_{NaOH}</i> – stężenie molowe NaOH [mol/l] 20 – przelicznik na 100 g gleby 1,5 – współczynnik Kappena

4.2.1.5. Oznaczanie sumy zasad wymiennych metodą Kappena i całkowitej pojemności sorpcyjnej gleby

Materiały	próbki gleby
Odczynniki	woda dejonizowana, 0,1 M HCl, 0,1 M NaOH, 1% fenoloftaleina
Sprzęt	butelki polietylenowe, cylindry miarowe na 100 ml, kolbki stożkowe, sączki filtracyjne, lejki szklane, biureta, wytrząsarka
Wykonanie	Przygotować naważki suchej i przesianej gleby (po ok. 10 g) w butelkach z polietylenu, dodać 100 ml HCl i wytrząsać przez 30 minut. Następnie przesączyć i przenieść po 25 ml przesączu do kolbek, dodać po 2 krople fenoloftaleiny i miareczkować NaOH do słabo różowego zabarwienia utrzymującego się przez ok. 30 s. Jako „próbę ślełą” zmiareczkować 25 ml roztworu HCl z fenoloftaleiną. Obliczyć sumę zasad wymiennych (S): $S = ((x_2 - x_1) \times C_{NaOH}) \times 200 / (10 \times V/V_{HCl}) \text{ [cmol}_{c+}/\text{kg]}$ <i>x₁</i> – objętość NaOH zużyta podczas miareczkowania ekstraktu glebowego [ml] <i>x₂</i> – objętość NaOH zużyta podczas miareczkowania „próby ślepej” [ml]

	V – objętość ekstraktu glebowego użyta do miareczkowania [ml] V_{HCl} – objętość roztworu 0,1 M HCl użytego do ekstrakcji gleby, C_{NaOH} – stężenie molowe NaOH [mol/l] $200/(10 \times V/V_{HCl})$ – przeliczenie na 100 g gleby Następnie obliczyć całkowitą pojemność sorpcyjną gleby (T): $T = H + S$ H – suma kationów kwasowych (oznaczona wg 4.3.1.4) S – suma zasad wymiennych
--	---

4.2.1.6. Oznaczanie zawartości jonów ołowiu (II)

Materiały	próbki gleby
Odczynniki	woda destylowana, azotan (V) ołowiu (II) o stężeniu 2 mg/l, 0,5% chlorek potasu i 0,5% diwodoroortofosforan (V) wapnia
Sprzęt	zlewki szklane 500 ml, kolby stożkowe 200 ml, cylindry szklane 100 ml, suszarka laboratoryjna, łaźnia laboratoryjna, lejki Buchnera, wytrząsarka
Wykonanie	Próbkę gleby wysusz do suchej masy w suszarce laboratoryjnej w temperaturze 100°C. Do zlewki o pojemności 500 ml odważ 20 g wysuszonej gleby i dodaj 100 ml roztworu azotanu ołowiu. Dokładnie wymieszaj zawartość zlewki. Mieszaninę ogrzej do wrzenia, ostudź, a następnie przesącz pod ciśnieniem używając lejku Buchnera. Uzyskany osad przemyj 100 ml wody destylowanej i za pomocą wagi podziel na 4 równe części. Każdą porcję wprowadź do kolbek stożkowych zawierających po 100 ml: wody destylowanej, 0,5% roztworu chlorku potasu i 0,5% roztworu diwodoroortofosforanu (V) wapnia. Zawartość kolbek wytrząsaj przez 15 minut. Mieszaninę ogrzej do wrzenia, ostudź, a następnie przesącz pod ciśnieniem używając lejku Buchnera. Zmierz absorbancję roztworów przy długości fali 520 nm. Stężenie jonów ołowiu (II) określ z krzywej wzorcowej dla roztworów chlorku ołowiu (II) (0; 0,01; 0,025; 0,05; 0,075; 0,1; 0,125 mg/ml).

4.3. Pytania kontrolne

- 4.3.1. Opisz proces powstawania gleby.
- 4.3.2. Wyjaśnij rolę organizmów glebowych w procesie powstawania gleby.
- 4.3.3. Czym jest erozja gleby?
- 4.3.4. Wymień rodzaje nawozów i podstawowe zasady ich stosowania w rolnictwie.
- 4.3.5. Jakie są założenia rolnictwa ekologicznego?
- 4.3.6. Omów zagrożenia dla zdrowia związane z zanieczyszczeniem gleby.
- 4.3.7. Omów toksyczne oddziaływanie pestycydów, dioksyn i polichlorowanych bifenyli zawartych w zanieczyszczonej glebie na człowieka i środowisko.
- 4.3.8. Omów toksyczne oddziaływanie azotanów i nitrozoamin zawartych w zanieczyszczonej glebie na człowieka i środowisko.
- 4.3.9. Omów toksyczne oddziaływanie metali ciężkich zawartych w zanieczyszczonej glebie na człowieka i środowisko.
- 4.3.10. Omów politykę Unii Europejskiej w zakresie zanieczyszczenia gleby.
- 4.3.11. Porównaj stopień zanieczyszczenia gleb w Polsce i innych krajach Europy.
- 4.3.12. Jak zapobiegać zanieczyszczeniu gleby pochodzenia antropogenicznego?
- 4.3.13. Czym jest bioremediacja?

4.4.Literatura

- 4.4.1. *Ćwiczenia z Podstaw Chemii Środowiska*. Wachowski L., Kirszensztejn P. Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu (1999).
- 4.4.2. *Ćwiczenia Laboratoryjne z Chemii Wody*. Gomółka B., Gomółka E. Wydawnictwo Politechniki Wrocławskiej (1992).
- 4.4.3. *Instrukcja do ćwiczeń laboratoryjnych. Chemia zanieczyszczeń środowiska*. Uniwersytet Gdański (2018).
- 4.4.4. *Wybrane zagadnienia z ekologii i ekologii człowieka. Skrypt do ćwiczeń. Wydanie III poprawione*. Maciejczyk M., Żendzian-Piotrowska M. Wydawnictwo Uniwersytetu Medycznego w Białymstoku (2023).
- 4.4.5. *Wybrane zagadnienia z ekotoksykologii, toksykologii środowiska i toksykologii żywności. Monografia naukowa. Wydanie II poprawione*. Maciejczyk M., Żebrowska E., Żendzian-Piotrowska M. Wydawnictwo Uniwersytetu Medycznego w Białymstoku (2023).
- 4.4.6. *Zdrowie środowiskowe z elementami medycyny środowiskowej*. Pawlas K., Gać P., Pawlas N. PZWL (2025).
- 4.4.7. *Medycyna stylu życia*. Śliż D., Mamcarz A. Wydawnictwo Naukowe PWN (2009).
- 4.4.8. *Ekologia*. Krebs C. Wydawnictwo Naukowe PWN (2011).
- 4.4.9. *Ekologia. Krótkie Wykłady*. Mackenzie A., Ball A., Virdee S. Wydawnictwo Naukowe PWN (2009).
- 4.4.10. *Życie i ewolucja biosfery*. Weiner J. Wydawnictwo Naukowe PWN (2020).

5. Toksykologia żywności

5.1. Zagadnienia do przygotowania

- 5.1.1. Żywnienie a zdrowie człowieka
- 5.1.2. Substancje antyodżywcze w żywności
- 5.1.3. Substancje dodatkowe w żywności
- 5.1.4. Zanieczyszczenie żywności

5.2. Część praktyczna

5.2.1. Oszacowanie pobrania metali ciężkich wraz z dietą

Oszacuj tygodniowe pobranie metali ciężkich (ołowiu, kadmu, rtęci oraz cyny) wraz z dietą. W tym celu sporządź 24-godzinny wywiad żywieniowy. Na podstawie albumu fotografii produktów i potraw określ wielkość każdego posiłku. Następnie określ dzienne pobranie metali ciężkich w diecie przyjmując ich najwyższe dopuszczalne poziomy w środkach spożywczych zgodnie z rozporządzeniem komisji UE nr 1881/2006 z 19.12.2006 r.

Czy oszacowana zawartość ołowiu, kadmu, rtęci i cyny w diecie mieści się w granicach normy? Omów toksyczność ołowiu, kadmu, rtęci oraz cyny dostających się do organizmu wraz z dietą.

Tymczasowe tolerowane tygodniowe pobranie (*Provisional Tolerable Weekly Intake, PTWI*) to maksymalna ilość substancji toksycznych (zwykle metali ciężkich), którą można spożyć tygodniowo bez szkody dla zdrowia.

Pierwiastek	PTWI ($\mu\text{g/kg m.c./tydzień}$)
Ołów	25
Kadm	7
Rtęć	1,6
Cyna	14 000

Środki spożywcze		Najwyższe dopuszczalne poziomy (mg/kg świeżej masy)
3.1	Ołów	
3.1.1	Surowe mleko, mleko poddane obróbce cieplnej i mleko służące do wytwarzania produktów na bazie mleka	0,020
3.1.2	Preparaty dla niemowląt i preparaty pochodne	0,020
3.1.3	Mięso (z wyłączeniem podrobów) wołowe, baranina, wieprzowina i mięso drobiowe	0,10
3.1.4	Podroby wołowe, baranie, wieprzowe i drobiowe	0,50
3.1.5	Mięso ryb	0,30
3.1.6	Skorupiaki, z wyłączeniem brązowego mięsa kraba oraz mięsa z głowy i tułowia homara i innych podobnych dużych skorupiaków (<i>Nephropidae</i> i <i>Palinuridae</i>)	0,50
3.1.7	Małże	1,5
3.1.8	Głowonogi (bez trzewi)	1,0
3.1.9	Zboża i rośliny strączkowe	0,20
3.1.10	Warzywa, z wyłączeniem warzyw kapustnych, warzyw liściastych, świeżych ziół i grzybów. W przypadku ziemniaków najwyższy dopuszczalny poziom stosuje się do obranych ziemniaków	0,10
3.1.11	Warzywa kapustne, warzywa liściaste i grzyby uprawne	0,30
3.1.12	Owoce, z wyłączeniem jagód i małych owoców	0,10
3.1.13	Jagody i małe owoce	0,20
3.1.14	Tłuszcze i oleje, w tym tłuszcz mleczny	0,10
3.1.15	Soki owocowe, koncentraty soków owocowych po rozcieńczeniu wodą oraz nektary owocowe	0,050
3.1.16	Wino (w tym wino musujące, z wyłączeniem wina likierowego), jabłecznik, wino gruszkowe i wino owocowe	0,20

3.1.17	Wina aromatyzowane, aromatyzowane napoje winopochodne i aromatyzowane koktajle winopodobne	0,20
3.2	Kadm	
3.2.1	Mięso (z wyłączeniem podrobów) wołowe, baranina, wieprzowina i mięso drobiowe	0,050
3.2.2	Konina, z wyłączeniem podrobów	0,20
3.2.3	Wątroba wołowa, barania, wieprzowa, drobiowa i końska	0,50
3.2.4	Nerki wołowe, baranie, wieprzowe, drobiowe i końskie	1,0
3.2.5	Mięso ryb, z wyjątkiem gatunków wymienionych w pkt 3.2.6 i 3.2.7	0,050
3.2.6	Mięso następujących ryb sardela (gatunki <i>Engraulis</i>) pelamida (<i>Sarda sarda</i>) amarel (<i>Diplodus vulgaris</i>) węgorz (<i>Anguilla anguilla</i>) cefal morski (<i>Mugil labrosus labrosus</i>) ostrobok (gatunki <i>Trachurus</i>) louvar lub luvar (<i>Luvarus imperialis</i>) sardynka (<i>Sardina pilchardus</i>) sardynops (<i>Sardinops species</i>) tuńczyk (gatunki <i>Thunnus</i> , gatunki <i>Euthynnus</i> , <i>Katsuwonus pelamis</i>) sola piaszczyca (<i>Dicologlossa cuneata</i>)	0,10
3.2.7	Mięso włócznika (<i>Xiphias gladius</i>)	0,30
3.2.8	Skorupiaki, z wyłączeniem brązowego mięsa kraba oraz mięsa z głowy i tułowia homara i innych podobnych dużych skorupiaków (<i>Nephropidae</i> i <i>Palinuridae</i>)	0,50
3.2.9	Małże	1,0
3.2.10	Głowonogi (bez trzewi)	1,0
3.2.11	Zboża, z wyłączeniem otrębów, zarodków, pszenicy i ryżu	0,10
3.2.12	Otręby, zarodki, pszenica i ryż	0,20
3.2.13	Nasiona soi	0,20

3.2.14	Warzywa i owoce, z wyłączeniem warzyw liściastych, świeżych ziół, grzybów, warzyw łodygowych, orzeszków piniowych, warzyw korzeniowych i ziemniaków	0,050
3.2.15	Warzywa liściaste, świeże zioła, grzyby uprawne i seler	0,20
3.2.16	Warzywa łodygowe, warzywa korzeniowe i ziemniaki, z wyłączeniem selera. W przypadku ziemniaków najwyższy dopuszczalny poziom stosuje się do obranych ziemniaków	0,10
3.3	Rtęć	
3.3.1	Produkty rybołówstwa i mięso ryb, z wyłączeniem gatunków wymienionych w pkt 3.3.2. Najwyższy dopuszczalny poziom stosuje się do skorupiaków, z wyłączeniem brązowego mięsa kraba oraz mięsa z głowy i tułowia homara i innych podobnych dużych skorupiaków (<i>Nephropidae</i> i <i>Palinuridae</i>)	0,50
3.3.2	Mięso następujących ryb: żabnica (gatunki <i>Lophius</i>) zębacz smugowy (<i>Anarhichas lupus</i>) pelamida (<i>Sarda sarda</i>) węgorz (gatunki <i>Anguilla</i>) gardłosz (gatunki <i>Hoplostethus</i>) grenadier (<i>Coryphaenoides rupestris</i>) halibut (<i>Hippoglossus hippoglossus</i>) marlin (gatunki <i>Makaira</i>) smuklica (gatunki <i>Lepidorhombus</i>) barwena (gatunki <i>Mullus</i>) szczupak (<i>Esox lucius</i>) orcyn (<i>Orcynopsis unicolor</i>) karlik (<i>Tricopterus minutes</i>) koleń iberyjski (<i>Centroscymnus coelolepis</i>) raja (gatunki <i>Raja</i>) karmazyn (<i>Sebastes marinus</i> , <i>S. mentella</i> , <i>S. viviparus</i>) żaglica (<i>Istiophorus platypterus</i>) pałasz ogoniasty (<i>Lepidopus caudatus</i> , <i>Aphanopus carbo</i>) morlesz (gatunki <i>Pagellus</i>) rekin (wszystkie gatunki) gempel lub kostropak (<i>Lepidocybium flavobrunneum</i> , <i>Ruvettus pretiosus</i> , <i>Gempylus serpens</i>) jesiotr (gatunki <i>Acipenser</i>) włócznik (<i>Xiphias gladius</i>) tuńczyk (gatunki <i>Thunnus</i> , gatunki <i>Euthynnus</i> , <i>Katsuwonus pelamis</i>)	1,0

3.4	Cyna (nieorganiczna)	
3.4.1	Żywność w puszkach z wyłączeniem napojów	200
3.4.2	Napoje w puszkach, w tym soki owocowe i warzywne	100
3.4.3	Produkty w puszkach dla niemowląt i produkty w puszkach dla niemowląt i małych dzieci na bazie przetworów zbożowych z wyłączeniem produktów suszonych i w postaci proszku	50
3.4.4	Preparaty w puszkach do początkowego żywienia niemowląt i preparaty w puszkach do dalszego żywienia niemowląt, w tym początkowe mleko dla niemowląt i mleko następne dla niemowląt, z wyłączeniem produktów suszonych i w postaci proszku	50
3.4.5	Dietetyczne produkty spożywcze specjalnego przeznaczenia medycznego w puszkach, przeznaczone specjalnie dla niemowląt, z wyłączeniem produktów suszonych i sproszkowanych	50

5.2.2. *Oszacowanie pobrania dioksyn wraz z dietą*

Oszacuj tygodniowe pobranie dioksyn wraz z dietą. W tym celu sporządź 24-godzinny wywiad żywieniowy. Na podstawie albumu fotografii produktów i potraw określ wielkość każdego posiłku. Następnie określ dzienne pobranie dioksyn przyjmując ich najwyższe dopuszczalne poziomy w środkach spożywczych zgodnie z rozporządzeniem komisji UE nr 1881/2006 z 19.12.2006 r.

Czy oszacowana zawartość dioksyn mieści się w granicach normy (PTWI = 14 pg/kg m.c./tydzień)? Omów toksyczność dioksyn dostających się do organizmu wraz z dietą.

Środki spożywcze		Najwyższe dopuszczalne poziomy	
		<i>Suma dioksyn</i>	<i>Suma dioksyn i polichlorowanych bifenyli o właściwościach podobnych do dioksyn</i>
5.1	Mięso i produkty mięsne (z wyłączeniem jadalnych podrobów) następujących zwierząt		
	bydło i owce	3,0 pg/g tłuszczu	4,5 pg/g tłuszczu
	drób	2,0 pg/g tłuszczu	4,0 pg/g tłuszczu
	świnie	1,0 pg/g tłuszczu	1,5 pg/g tłuszczu
5.2	Wątroba zwierząt lądowych, o których mowa w pkt 5.1 i produkty z niej pochodzące	6,0 pg/g tłuszczu	12,0 pg/g tłuszczu
5.3	Mięso ryb i produkty rybołówstwa oraz produkty z nich pochodzące, z wyłączeniem węgorza. Najwyższy dopuszczalny poziom stosuje się do skorupiaków, z wyłączeniem brązowego mięsa kraba oraz mięsa głowy i tułowia homara i innych podobnych dużych skorupiaków (<i>Nephropidae</i> i <i>Palinuridae</i>)	4,0 pg/g świeżej masy	8,0 pg/g świeżej masy
5.4	Mięso z węgorza (<i>Anguilla anguilla</i>) i produkty z niego pochodzące	4,0 pg/g świeżej masy	12,0 pg/g świeżej masy
5.5	Surowe mleko i produkty mleczne, w tym masło	3,0 pg/g tłuszczu	6,0 pg/g tłuszczu
5.6	Jaja kurze i wyroby z jaj	3,0 pg/g tłuszczu	6,0 pg/g tłuszczu
5.7	Tłuszcz z następujących zwierząt:		
	bydło i owce	3,0 pg/g tłuszczu	4,5 pg/g tłuszczu

	drób	2,0 pg/g tłuszczu	4,0 pg/g tłuszczu
	świnie	1,0 pg/g tłuszczu	1,5 pg/g tłuszczu
5.8	Mieszane tłuszcze zwierzęce	2,0 pg/g tłuszczu	3,0 pg/g tłuszczu
5.9	Oleje i tłuszcze roślinne	0,75 pg/g tłuszczu	1,5 pg/g tłuszczu
5.10	Oleje ze zwierząt morskich (olej z ryb, olej z wątroby rybnej i oleje z innych morskich organizmów przeznaczone do spożycia przez ludzi)	2,0 pg/g tłuszczu	10,0 pg/g tłuszczu

5.2.3. Oszacowanie pobrania wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych wraz z dietą

Oszacuj dzienne pobranie wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych (WWA) wraz z dietą. W tym celu sporządź 24-godzinny wywiad żywieniowy. Na podstawie albumu fotografii produktów i potraw określ wielkość każdego posiłku. Następnie **określ dzienne pobranie WWA** przyjmując ich najwyższe dopuszczalne poziomy w środkach spożywczych zgodnie z rozporządzeniem komisji UE nr 1881/2006 z 19.12.2006 r.

Środki spożywcze		Najwyższe dopuszczalne poziomy (µg/kg świeżej masy)
6.1	Benzo(a)piren	
6.1.1	Oleje i tłuszcze (z wyłączeniem masła kakaowego) przeznaczone do bezpośredniego spożycia przez ludzi lub do stosowania jako składnik w produktach spożywczych	2,0
6.1.2	Mięso wędzone i produkty mięsne wędzone	5,0
6.1.3	Mięso ryb wędzone i produkty rybołówstwa wędzone z wyłączeniem małży dwuskorupowych. Najwyższy dopuszczalny poziom stosuje się do wędzonych skorupiaków, z wyłączeniem brązowego mięsa kraba oraz mięsa z głowy i tułowia homara i innych podobnych dużych skorupiaków (Nephropidae i Palinuridae)	5,0
6.1.4	Mięso ryb, innych niż wędzone	2,0
6.1.5	Skorupiaki, głowonogi, inne niż wędzone. Najwyższy dopuszczalny poziom stosuje się do skorupiaków, z wyłączeniem brązowego mięsa kraba oraz mięsa z głowy i tułowia homara i innych podobnych dużych skorupiaków (Nephropidae i Palinuridae)	5,0
6.1.6	Małże	10,0
6.1.7	Przetworzona żywność na bazie zbóż oraz żywność dla niemowląt i małych dzieci	1,0
6.1.8	Preparaty do początkowego żywienia niemowląt i preparaty do dalszego żywienia niemowląt, w tym początkowe mleko dla niemowląt i mleko następne	1,0
6.1.9	Produkty dietetyczne specjalnego przeznaczenia medycznego, przeznaczone specjalnie dla niemowląt	1,0

5.3. Dodatki do żywności

Sprawdź obecność dodatków do żywności (barwniki syntetyczne, kwas benzoesowy, kwas salicylowy, sacharyna) w badanych próbkach. Wszystkie oznaczenia wykonaj w próbach podwójnych. Zapisz wyniki oraz wyciągnij wnioski.

5.3.1. Identyfikacja barwników syntetycznych w produktach spożywczych

Materiały	<i>napoje owocowe, wyciągi barwników</i>
Odczynniki	<i>1% NH₄OH, 1% NaCl, woda destylowana, stężony kwas siarkowy, stężony kwas solny, 10% NaOH</i>
Sprzęt	<i>probówki typu Falcon 50 ml, paski bibuły do chromatografii, porcelanowe płytki wielomiejscowe</i>
Wykonanie	<i>Do probówek wlać po ok. 5 ml NH₃, NaCl lub wody destylowanej (w zależności od rodzaju barwnika, zgodnie z instrukcją prowadzącego).</i> <i>Na bibułę nanieść kroplę wyciągu barwników i umieścić w probówce do rozwinięcia (ok. 1-2 godziny). Chromatogramy wysuszyć i wyciąć paski zabarwione jedną barwą. Na podstawie reakcji barwnych z różnymi odczynnikami przeprowadzić identyfikację barwników. Wycięte paski bibuły rozdzielić na cztery części i każdą z nich zanurzyć w kilku kroplach wody destylowanej na płytce i odczytać barwę roztworu.</i> <i>Dodać po 3 krople odpowiednio: II dołek – stężony kwas siarkowy III dołek – stężony kwas solny IV dołek – NaOH oraz określić barwę, a następnie wyniki porównać z tabelą w celu ustalenia jakie barwniki występują w badanych produktach.</i> <i>Korzystając z „Rozporządzenia Ministra Zdrowia z dnia 22.10.2010 r. w sprawie dozwolonych substancji dodatkowych” stwierdzić, czy barwniki te mogą być stosowane.</i>

Reakcje roztworów wodnych syntetycznych barwników żywnościowych

nazwa barwnika i oznaczenie w UE	barwa			
	roztwór wodny (I dołek)	roztwór wodny		
		+ stężony H_2SO_4 (II dołek)	+ stężony HCl (III dołek)	+ 10% $NaOH$ (IV dołek)
amarant E 123	amarantowa	amarantowa	ciemnoamarantowa	brunatno- malinowa
azorubina E 122	różowa	fioletoworóżowa	fioletoworóżowa	bladoróżowa
 błękit brylantowy E 133	jaskrawoniebieska	zielonkawooliwkowa	żółta	niebieska
 czerń brylantowa E 151	granatowofioletowa	zielona	niebieskoszara	fioletowoszara
 czerwień koszenilowa E 120	czerwona	malinowoczerwona	malinowa	jasnobrązowa
erytrozyna E 127	intensywnie różowa	brzoskwiniowomorelowa	brzoskwiniowomorelowa	intensywnie różowa
indygotyna E 132	niebieska	niebieska	niebieska	żółta
tatrazyna E 102	Żółta	cytrynowożółta	żółta	żółta
zieleń S E 142	turkusowa	jasnobrunatnożółta	jasnobrunatnożółta	niebieska
 żółcień chinolinowa E 104	cytrynowa	żółta	bladożółta	cytrynowozielon- kawa
 żółcień pomarań- czowa E 110	pomarańczowa z odcieniem czerwonym	różowopomarańczowa	pomarańczowobrzązowa	pomarańczowa

5.3.2. Wykrywanie kwasu benzoesowego oraz salicylowego w produktach owocowo-warzywnych

Materiały	przetwory owocowo-warzywne
Odczynniki	woda destylowana, 1% FeCl ₃
Sprzęt	zlewki szklane, cylindry miarowe 20 ml, łaźnia wodna, porcelanowe płytki wielomiejscowe, sączki filtracyjne, lejki szklane
Wykonanie	Odważyć w zlewkach po 5 g badanych próbek, dodać 20 ml wody destylowanej, wymieszać, podgrzać w łaźni wodnej, przesączyć przez sączek i wymieszać. Następnie kilka kropli przesączu przenieść na płytkę i dodać 1 kroplę FeCl ₃ . Jeśli pojawi się brudnopomarańczowe zabarwienie, świadczy to o obecności kwasu benzoesowego, z kolei fioletowa barwa oznacza dodatek kwasu salicylowego – substancji nie dopuszczonej w Polsce do utrwalania żywności.

5.3.3. Wykrywanie obecności sacharyny w żywności

Materiały	przetwory owocowe
Odczynniki	płyn Lugola
Sprzęt	probówki szklane, zakraplacz
Wykonanie	Do probówek wlać po 2 ml badanych próbek i dodać po kropli płynu Lugola. Jeśli pojawią się igiełkowate, ciemne kryształy – świadczy to o obecności sacharyny w badanej próbce.

5.4. Pytania kontrolne

- 5.4.1. Wyjaśnij różnice między toksykologią żywieniową i toksykologią żywności.
- 5.4.2. Scharakteryzuj substancje toksyczne i antyodżywcze występujące w żywności.
- 5.4.3. Omów źródła i rodzaje substancji obcych w żywności pochodzących z powietrza atmosferycznego.
- 5.4.4. Omów toksyczność dodatków do żywności.
- 5.4.5. Podaj definicję zafałszowanej żywności oraz dokonaj jej klasyfikacji.
- 5.4.6. Podaj definicję zanieczyszczeń żywności oraz dokonaj jej klasyfikacji.
- 5.4.7. Omów rodzaje i źródła zanieczyszczeń chemicznych żywności.
- 5.4.8. Omów rodzaje i źródła zanieczyszczeń fizycznych żywności.
- 5.4.9. Omów rodzaje i źródła zanieczyszczeń biologicznych żywności.
- 5.4.10. Omów toksyczność metyloksantyn obecnych w kawie i herbacie.
- 5.4.11. Omów toksyczność azotanów i nitrozoamin zawartych w żywności.
- 5.4.12. Scharakteryzuj wpływ zanieczyszczeń żywności substancjami organicznymi (WWA, PCB, PCT, dioksyny, akrylamid, HAA) na zdrowie człowieka.
- 5.4.13. Scharakteryzuj wpływ zanieczyszczeń żywności metalami ciężkimi na zdrowie człowieka.
- 5.4.14. Scharakteryzuj wpływ zanieczyszczeń żywności pestycydami na zdrowie człowieka.
- 5.4.15. Omów toksyczność związków endokrynnie czynnych dostających się do żywności i wody pitnej.
- 5.4.16. Omów wpływ zanieczyszczeń biologicznych żywności na zdrowie człowieka.
- 5.4.17. Omów skutki skażenia radiacyjnego żywności na zdrowie człowieka.
- 5.4.18. Opisz metody stosowane do oceny toksyczności substancji chemicznych znajdujących się w żywności.
- 5.4.19. Omów systemy nadzoru nad jakością zdrowotną żywności w Polsce i Europie.

5.5.Literatura

- 5.5.1. *Toksykologia żywności*. Brzozowska A. Wydawnictwo SGGW (2010).
- 5.5.2. *Instrukcja do ćwiczeń laboratoryjnych. Chemia zanieczyszczeń środowiska*. Uniwersytet Gdański (2018).
- 5.5.3. *Wybrane zagadnienia z ekologii i ekologii człowieka. Skrypt do ćwiczeń. Wydanie III poprawione*. Maciejczyk M., Żendzian-Piotrowska M. Wydawnictwo Uniwersytetu Medycznego w Białymstoku (2023).
- 5.5.4. *Wybrane zagadnienia z ekotoksykologii, toksykologii środowiska i toksykologii żywności. Monografia naukowa. Wydanie II poprawione*. Maciejczyk M., Żebrowska E., Żendzian-Piotrowska M. Wydawnictwo Uniwersytetu Medycznego w Białymstoku (2023).
- 5.5.5. *Zdrowie środowiskowe z elementami medycyny środowiskowej*. Pawlas K., Gać P., Pawlas N. PZWL (2025).
- 5.5.6. *Medycyna stylu życia*. Śliż D., Mamcarz A. Wydawnictwo Naukowe PWN (2009).
- 5.5.7. *Toksykologia współczesna*. Seńczuk W. Wydawnictwo Naukowe PZWL (2020).
- 5.5.8. *Toksykologia środowiska*. Manahan S. Wydawnictwo Naukowe PWN (2012).

6. Hałas środowiskowy i zagrożenie fotobiologiczne

6.1. Zagadnienia do przygotowania

- 6.1.1. Rodzaje i źródła hałasu
- 6.1.2. Krótkoterminowe skutki narażenia na hałas środowiskowy
- 6.1.3. Długoterminowe skutki narażenia na hałas środowiskowy
- 6.1.4. Bezpieczeństwo fotobiologiczne

6.2. Część praktyczna

6.2.1. Ocena poziomu hałasu

Przeprowadź pomiar poziomu hałasu w sali ćwiczeniowej oraz w zewnętrznych punktach pomiarowych wskazanych przez prowadzącego. Wszystkie oznaczenia wykonaj w próbach podwójnych. Zapisz wyniki, w tym datę i godzinę pomiaru oraz warunki atmosferyczne. Wyciągnij wnioski.

6.2.1.1. Ocena poziomu hałasu za pomocą decybelomierza

Sprzęt	<i>cyfrowe urządzenie do oceny pomiaru hałasu w decybelach (dB)</i>
Wykonanie	<i>Wcisnąć przycisk przy wyświetlaczu LCD przez ok. 2-3 s. Pomiar poziomu hałasu musi przebiegać bezpośrednio – w tym celu skieruj decybelomierz do źródła dźwięku. Między mikrofonem a źródłem dźwięku nie mogą znajdować się żadne osoby/przedmioty. Miernik podczas pomiaru powinien być unieruchomiony.</i> <i>Bel to bezwymiarowa jednostka logarytmicznej miary wielkości ilorazowych. W akustyce stosowana jest do określania natężenia dźwięku – porównuje jego intensywność do progu słyszalności. W praktyce używana jest podwielokrotność bel, czyli decybel (db; 1 db = 1/10 bel).</i>

6.2.1.2. Ocena poziomu hałasu za pomocą aplikacji mobilnej

Sprzęt	<i>smartphone z zainstalowaną aplikacją do pomiaru poziomu hałasu</i>
Wykonanie	<i>Przeprowadź pomiar poziomu hałasu za pomocą wybranej aplikacji mobilnej, np. Decibel Meter. W tym celu skieruj telefon do źródła dźwięku. Między mikrofonem a źródłem dźwięku nie mogą znajdować się żadne osoby/przedmioty. Miernik podczas pomiaru powinien być unieruchomiony.</i>

Natężenie hałasu (dB)	Źródło
0	próg słyszalności
10	oddech szept
20	szum liści pustynia
50	winda lodówka
55	rozmowa kilku osób
60	suszarka hałas biurowy
65	chrapanie
70	samochód centrum miasta
75	metro
80	uszkodzony kran
90	przerwa w szkole odkurzacz autobus
100	dyskoteka młot pneumatyczny słuchawkowe odtwarzacze muzyki
110	trzaskające drzwi
120	start samolotu
140	wybuch petardy wyrzutnia karabinu

Dopuszczalne poziomy hałas według Ministra Środowiska

Teren	Dopuszczalne poziomy hałas (dB)	
	<i>dla 8 kolejnych najmniej korzystnych godzin w ciągu dnia (6:00-22:00) ($L_{Aeq D}$)</i>	<i>dla 1 najmniej korzystnej godziny w ciągu nocy (22:00-6:00) ($L_{Aeq N}$)</i>
uzdrowiska, szpitale poza miastem	45	40
zabudowa mieszkaniowa jednorodzinna, zabudowa związana ze stałym lub czasowym pobytem dzieci i młodzieży, domy opieki społecznej, szpitale w miastach	50	40
tereny w strefie śródmiejskiej miast powyżej 100 tys. mieszkańców	55	45

6.2.2. Ocena natężenia oświetlenia

Oceń natężenie oświetlenia w sali ćwiczeniowej oraz w zewnętrznych punktach pomiarowych wskazanych przez prowadzącego. Wszystkie oznaczenia wykonaj w próbach podwójnych. Dane przedstaw w luksach i stopoświecach. Wyciągnij wnioski.

6.2.2.1. Ocena natężenia oświetlenia za pomocą luksomierza

Sprzęt	luksomierz
Wykonanie	<i>Włączyć miernik i wybrać skalę pomiaru natężenia światła. Zdjąć pokrywę zabezpieczającą z fotodetektora i skierować miernik w pozycji horyzontalnej w stronę źródła światła.</i> <i>Jeżeli miernik wyświetla komunikat przekroczenia zakresu, należy zmienić zakres na wyższy. W przypadku wybrania zakresu pomiarowego 20.000, wynik należy pomnożyć razy 10.</i>

	<i>Luks (lx)</i> to jednostka natężenia oświetlenia używana w układzie SI. Stanowi oświetlenie wywołane przez równomiernie rozłożony strumień świetlny o wartości równej 1 lumen (lm) padający na powierzchnię 1 m². <i>Stopoświeca (foot-candle, fc)</i> to jednostka natężenia oświetlenia używana w anglosaskim systemie miar (lumen na stopę kwadratową). 1 fc = 10,76 lx.
--	---

<i>Pomieszczenie</i>	<i>Natężenie oświetlenia (lx)</i>
Stanowisko biurowe	300 – 500
Sala lekcyjna	300
Sala konferencyjna	500
Gabinet lekarski	500
Sala operacyjna	1000
Korytarz	150
Schody	200
Pokój dzienny	100 – 250
Sypialnia	100 – 200
Kuchnia	500
Salon	100 – 200
Łazienka	100 – 350
Toaleta	100 – 350

6.2.2.2. Ocena natężenia oświetlenia za pomocą aplikacji mobilnej

<i>Sprzęt</i>	<i>smartphone z zainstalowaną aplikacją do pomiaru natężenia oświetlenia</i>
<i>Wykonanie</i>	<i>Przeprowadź pomiar natężenia oświetlenia za pomocą wybranej aplikacji mobilnej, np. Lux Meter. W tym celu należy skierować miernik w pozycji horyzontalnej w stronę źródła światła. Miernik podczas pomiaru powinien być unieruchomiony.</i>

6.3. Pytania kontrolne

- 6.3.1. Czym jest hałas?
- 6.3.2. Omów rodzaje i źródła hałasu środowiskowego.
- 6.3.3. Czym jest choroba wibracyjna?
- 6.3.4. Omów krótkoterminowe skutki narażenia na hałas środowiskowy.
- 6.3.5. Omów długoterminowe skutki narażenia na hałas środowiskowy.
- 6.3.6. Omów rekomendacje dotyczące hałasu środowiskowego.
- 6.3.7. Na podstawie „strategicznych map hałasu” omów występowanie zanieczyszczenia hałasem w Polsce.
- 6.3.8. Porównaj stopień narażenia na hałas środowiskowy w Polsce i innych krajach Europy.
- 6.3.9. W jaki sposób pracodawca musi chronić pracownika przed narażeniem na hałas w miejscu pracy?
- 6.3.10. Omów wpływ hałasu środowiskowego na przyrodę.
- 6.3.11. Omów pasywne i aktywne metody redukcji hałasu środowiskowego.
- 6.3.12. Omów rodzaje naturalnego i sztucznego oświetlenia.
- 6.3.13. Opisz grupy ryzyka źródeł światła ze względu na zagrożenie fotobiologiczne.
- 6.3.14. Omów zagrożenia powodowane przez światło niebieskie emitowane przez lampy i oprawy LED.
- 6.3.15. Jak zapewnić bezpieczeństwo fotobiologiczne?

6.4. Literatura

- 6.4.1. *Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 14 czerwca 2007 r. w sprawie dopuszczalnych poziomów hałasu w środowisku (Dz. U. Nr 120, poz. 826).*
- 6.4.2. *Zdrowie środowiskowe z elementami medycyny środowiskowej.* Pawlas K., Gać P., Pawlas N. PZWL (2025).
- 6.4.3. *Medycyna stylu życia.* Śliż D., Mamcarz A. Wydawnictwo Naukowe PWN (2009).
- 6.4.4. *Wybrane zagadnienia z ekotoksykologii, toksykologii środowiska i toksykologii żywności. Monografia naukowa. Wydanie II poprawione.* Maciejczyk M., Żebrowska E., Żendzian-Piotrowska M. Wydawnictwo Uniwersytetu Medycznego w Białymstoku (2023).

7. Tematy prezentacji zaliczeniowych

- 7.1.1. Rodzaje i źródła zanieczyszczeń fizycznych środowiska.
- 7.1.2. Rodzaje i źródła zanieczyszczeń chemicznych środowiska.
- 7.1.3. Rodzaje i źródła zanieczyszczeń biologicznych środowiska.
- 7.1.4. Zanieczyszczenia nieorganiczne i organiczne wody – zagrożenia dla zdrowia.
- 7.1.5. Zanieczyszczenia biologiczne wody – zagrożenia dla zdrowia.
- 7.1.6. Dostępność czystej wody pitnej jako element rozwoju i zdrowia społeczeństw.
- 7.1.7. Biologiczne metody oczyszczania ścieków.
- 7.1.8. Zagrożenia dla zdrowia związane z zanieczyszczeniami gleby.
- 7.1.9. Promieniowanie jonizujące i jego wpływ na środowisko.
- 7.1.10. Promieniowanie niejonizujące i jego wpływ na środowisko.
- 7.1.11. Telefon komórkowy i kuchenka mikrofalowa i ich oddziaływanie na człowieka i środowisko.
- 7.1.12. Rodzaje zanieczyszczeń w środowisku wewnątrzdomowym i ich wpływ na zdrowie.
- 7.1.13. Kumulacja skażeń w łańcuchach pokarmowych.
- 7.1.14. Stan czystości powietrza (w wybranym województwie – Polsce – Europie).
- 7.1.15. Stan czystości wód (w wybranym województwie – Polsce – Europie).
- 7.1.16. Dziura ozonowa – przyczyny i konsekwencje dla organizmów żywych.
- 7.1.17. Efekt cieplarniany – przyczyny i konsekwencje dla organizmów żywych.
- 7.1.18. Wpływ tendencji wzrostowej temperatury powietrza na zdrowie człowieka.
- 7.1.19. Smog – rodzaje, przyczyny i konsekwencje dla organizmów żywych.
- 7.1.20. Kwaśne deszcze – przyczyny i konsekwencje dla organizmów żywych.
- 7.1.21. Eutrofizacja wód – przyczyny i konsekwencje dla organizmów żywych.
- 7.1.22. Zagrożenia zdrowia człowieka wywołane hałasem i wibracjami.
- 7.1.23. Problemy żywienia ludności i ich aspekt środowiskowy.
- 7.1.24. Palenie tytoniu czynnikiem degradacji zdrowia człowieka i stanu środowiska.
- 7.1.25. Metody badania toksyczności substancji chemicznych znajdujących się w żywności.

- 7.1.26. Naturalne substancje obce w żywności – substancje toksyczne i antyodżywcze.
- 7.1.27. Toksyczność azotanów i nitrozoamin w żywności.
- 7.1.28. Zanieczyszczenia chemiczne żywności substancjami organicznymi (WWA, PCB, PCT, dioksyny, akrylamid, HAA).
- 7.1.29. Zanieczyszczenia chemiczne żywności metalami ciężkimi.
- 7.1.30. Zanieczyszczenia chemiczne żywności pestycydami.
- 7.1.31. Zanieczyszczenia fizyczne żywności.
- 7.1.32. Opakowania do żywności a stan środowiska naturalnego i zdrowie człowieka.
- 7.1.33. Toksyczność dodatków do żywności.
- 7.1.34. Bisfenol A i zdrowie człowieka.
- 7.1.35. Mikrodrobiny plastiku i zdrowie człowieka.
- 7.1.36. Zanieczyszczenia środowiska zaburzające funkcjonowanie układu hormonalnego.
- 7.1.37. Choroby cywilizacyjne jako efekt zanieczyszczenia środowiska.
- 7.1.38. Środowiskowe przyczyny niepłodności.

8. Wzór sprawozdania z zadań rachunkowych/ćwiczeń laboratoryjnych

Imię i Nazwisko	Data wykonania ćwiczenia (nie data przygotowania sprawozdania)
Nr grupy	
TYTUŁ ĆWICZENIA	
1. CEL ĆWICZENIA <i>Zdanie opisujące główny cel i cele poboczne (jeśli są obecne).</i>	
2. CZĘŚĆ TEORETYCZNA (10-15 zdań) <i>Krótkie nawiązanie do tematyki zagadnienia, potrzeby wykonania badania, celowości wybranej metodyki i jej ograniczeń.</i>	

3. CZĘŚĆ METODYCZNA

Najważniejsze etapy pracy, wskazanie mas naważek i stężeń, które należy potem użyć do obliczeń.

4. WYNIKI

Stabelaryzowane lub graficznie przedstawione wyniki wraz z obliczeniami. Nawiązanie do norm, wcześniejszych wyników (dane literaturowe, raporty), porównanie wyników pomiędzy sobą. Jeżeli nie podano inaczej, wyniki przedstawić w formie średnich i odchyłeń.

5. WNIOSKI

Wnioski wynikające z ćwiczenia wraz z krótkim komentarzem.

6. ZALICZENIE

Data i podpis prowadzącego

9. Literatura

- 9.1.1. *Zdrowie środowiskowe z elementami medycyny środowiskowej*. Pawlas K., Gać P., Pawlas N. PZWL (2025).
- 9.1.2. *Medycyna stylu życia*. Śliż D., Mamcarz A. Wydawnictwo Naukowe PWN (2009).
- 9.1.3. *Wybrane zagadnienia z ekologii i ekologii człowieka. Skrypt do ćwiczeń. Wydanie III poprawione*. Maciejczyk M., Żendzian-Piotrowska M. Wydawnictwo Uniwersytetu Medycznego w Białymstoku (2023).
- 9.1.4. *Wybrane zagadnienia z ekotoksykologii, toksykologii środowiska i toksykologii żywności. Monografia naukowa. Wydanie II poprawione*. Maciejczyk M., Żebrowska E., Żendzian-Piotrowska M. Wydawnictwo Uniwersytetu Medycznego w Białymstoku (2023).
- 9.1.5. *Ćwiczenia Laboratoryjne z Chemii Wody*. Gomółka B., Gomółka E. Wydawnictwo Politechniki Wrocławskiej (1992).
- 9.1.6. *Ćwiczenia z Podstaw Chemii Środowiska*. Wachowski L., Kirszensztejn P. Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu (1999).
- 9.1.7. *Instrukcja do ćwiczeń laboratoryjnych. Chemia zanieczyszczeń środowiska*. Uniwersytet Gdański (2018).
- 9.1.8. *Toksykologia*. Jurowski K., Piekoszewski W. Wydawnictwo Naukowe PZWL (2020).
- 9.1.9. *Toksykologia współczesna*. Seńczuk W. Wydawnictwo Naukowe PZWL (2020).
- 9.1.10. *Toksykologia środowiska*. Manahan S. Wydawnictwo Naukowe PWN (2012).
- 9.1.11. *Ekologia*. Krebs C. Wydawnictwo Naukowe PWN (2011).
- 9.1.12. *Ekologia. Krótkie Wykłady*. Mackenzie A., Ball A., Virdee S. Wydawnictwo Naukowe PWN (2009).
- 9.1.13. *Życie i ewolucja biosfery*. Weiner J. Wydawnictwo Naukowe PWN (2020).
- 9.1.14. *Globalne wytyczne jakości powietrza WHO: Pył zawieszony ($PM_{2,5}$ i PM_{10}), ozon, dwutlenek azotu, dwutlenek siarki i tlenek węgla*. Światowa Organizacja Zdrowia (2021).

- 9.1.15. *Obwieszczenie Ministra Klimatu i Środowiska z dnia 6 maja 2024 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu rozporządzenia Ministra Klimatu i Środowiska w sprawie dokonywania oceny poziomów substancji w powietrzu.*
- 9.1.16. *Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 7 grudnia 2017 r. w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi.*
- 9.1.17. *Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 14 czerwca 2007 r. w sprawie dopuszczalnych poziomów hałasu w środowisku (Dz. U. Nr 120, poz. 826).*

