

Ochrona Środowiska

Materiały pomocnicze do ćwiczeń laboratoryjnych z przedmiotów:

Ochrona środowiska w gospodarce MPS,

Ochrona środowiska w gospodarce PE,

Recykling w logistyce,

Problemy odpadów w eksploatacji maszyn i pojazdów.

Spis treści

Wstęp	2
Wybrane parametry fizykochemiczne wody i ścieków	4
Zasady pobierania próbek do badań fizycznych, chemicznych i biologicznych	6
Oznaczanie barwy.....	9
Oznaczanie mętności	9
Oznaczanie redox	10
Oznaczanie przewodności	10
Oznaczanie zapachu	11
Oznaczanie odczynu pH	12
Oznaczanie zawartości tlenu rozpuszczonego.....	12
Oznaczanie chemicznego zapotrzebowania na tlen.....	13
Oznaczanie biochemicznego zapotrzebowania na tlen	13
Sposoby oczyszczania ścieków	15
Oczyszczanie ścieków petrochemicznych	17
Gleby zanieczyszczone produktami ropopochodnymi	19
Oleje przepracowane.....	25
Postępowanie z olejami odpadowymi	27
Instrukcje do zajęć laboratoryjnych	29
Badanie fizykochemiczne wody i ścieków	30
Badania fizykochemiczne gruntów zanieczyszczonych substancjami naftowymi	37
Badanie przepracowanych olejów na zawartość substancji lekkich	46
Oznaczanie zanieczyszczeń mechanicznych metodą wirówkową	49
Badanie temperatury zapłonu metodą tygła zamkniętego za pomocą automatu Pensky-Martens	52
Załączniki.....	53
Bibliografia.....	69

Wstęp

Wraz z postępowaniem technologicznym i rozwojem człowieka zmienia się także środowisko naturalne. Wpływ człowieka na środowisko naturalne w dużej mierze jest negatywny, w związku z tym podejmowane są czynności mające na celu zachowanie możliwie naturalnego charakteru środowiska przyrodniczego gwarantującego ciągłość przebiegu najważniejszych procesów zachodzących w biosferze i utrzymanie środowiska w stanie zapewniającym optymalne warunki bytowania ludzi. Taka działalność nazywana jest ochroną środowiska. Działania ochronne skupiają się:

- na racjonalnym kształtowaniu środowiska naturalnego,
- gospodarowaniu zasobami przyrodniczymi zgodnie z zasadą zrównoważonego rozwoju,
- przeciwdziałaniu i zapobieganiu zjawiskom/procesom wywierającym szkodliwy wpływ na środowisko przyrodnicze,
- przywracaniu środowiska i elementów przyrodniczych do stanu równowagi przyrodniczej.

Ochrona środowiska wykorzystując wiedzę i osiągnięcia zoologii, czyli ekologii stosowanej, inżynierii środowiska i innych dziedzin nauk przyrodniczych obejmuje:

- ochronę wód,
- ochronę powietrza atmosferycznego,
- ochronę odnawialnych i nieodnawialnych zasobów naturalnych,
- ochronę gleb.

Za zanieczyszczenie wód powierzchniowych i podziemnych rozumiemy wody, w których pod wpływem czynników naturalnych (np. rozkład szczątków roślinnych i zwierzęcych na dnie zbiorników wodnych, zanieczyszczenia związkami żelaza) lub antropogenicznych (np. wprowadzanie przez człowieka nadmiernej ilości organicznych i nieorganicznych związków chemicznych) doszło do zmiany właściwości fizycznych, biologicznych lub chemicznych. Do zanieczyszczeń wód powierzchniowych zaliczamy pestycydy, nawozy sztuczne, sole metali ciężkich czy zasady. Z kolei do zanieczyszczeń mórz i oceanów można zaliczyć ścieki bytowo-gospodarcze i przemysłowe zawierające związki fosforu i azotu, pestycydy, substancje ropopochodne, plastik itp. Wymienione zanieczyszczenia wód zaburzają w znacznym stopniu funkcjonowanie ekosystemów wodnych, przyczyniają się do degradacji gleb i gruntów, prowadzą do eutrofizacji wód, obniżają różnorodność gatunkową i najważniejszym aspektem jest uniemożliwianie wykorzystanie wód do celów gospodarczo-przemysłowych.

Głównym źródłem emisji zanieczyszczeń powietrza na ziemi są fabryki zajmujące się produkcją energii elektrycznej ze spalania paliw, zakłady przemysłowe, przemysł transportowy, gospodarstwa domowe czy rolnictwo. Skutkiem zanieczyszczenia powietrza poza degradacją atmosfery jest również globalne ocieplenie. Ochrona powietrza atmosferycznego ma na celu zmniejszenie emisji zanieczyszczeń gazowych (tlenku węgla, dwutlenku węgla, tlenków azotu, tlenku siarki, węglowodorów, amoniaku, fenoli), pyłowych obejmujących organiczne i nieorganiczne cząstki związków chemicznych, utrzymanie naturalnego składu atmosfery, zapobieganie przekraczaniu dopuszczalnego stężenia zanieczyszczeń w określonej jednostce objętości oraz inwestycje w ekologiczne środki transportu.

Ochrona odnawialnych zasobów naturalnych jest określana mianem zasobów przyrody, obejmującym elementy przyrody ożywionej, czyli składników biotycznych, do których zaliczane są organizmy żywe, układy biologiczne, elementy przyrody ożywionej obejmujące litosferę.

Natural Resources



Rys. 1 Surowce naturalne na ziemi

Ochrona nieodnawialnych zasobów naturalnych (surowców skalnych, energetycznych, chemicznych i rudy metali) (Rys. 1) ma na celu w głównej mierze zapobieganie ich nadmiernej eksploatacji oraz efektywnym wykorzystaniu zasobów pozyskanych w procesach wydobywczych i produkcyjnych. Do działań ochronnych możemy zaliczyć:

- ograniczenie eksploatacji i wydobycia trudno a przede wszystkim mało wydajnych złóż surowców,
- ograniczenie zużycia paliw kopalnych,
- zastępowanie zasobów nieodnawialnych,
- odnawianie zasobów lub odpadów,
- zapobieganie rabunkowej eksploatacji elementów nieożywionej i ożywionej przyrody.

W związku z ograniczaniem stężenia substancji szkodliwych wprowadzono opłatę środowiskową obejmującą wprowadzanie gazów i pyłów do powietrza, wprowadzanie ścieków do wód lub do ziemi, pobór wód i składowanie odpadów. Opłaty wodne zostały wykluczone z opłaty za korzystanie ze środowiska wraz z nowelizacją ustawy Prawo wodne. Za wprowadzanie ścieków do wód i ziemi odpowiada Państwowe Gospodarstwo Wodne Wody Polskie.

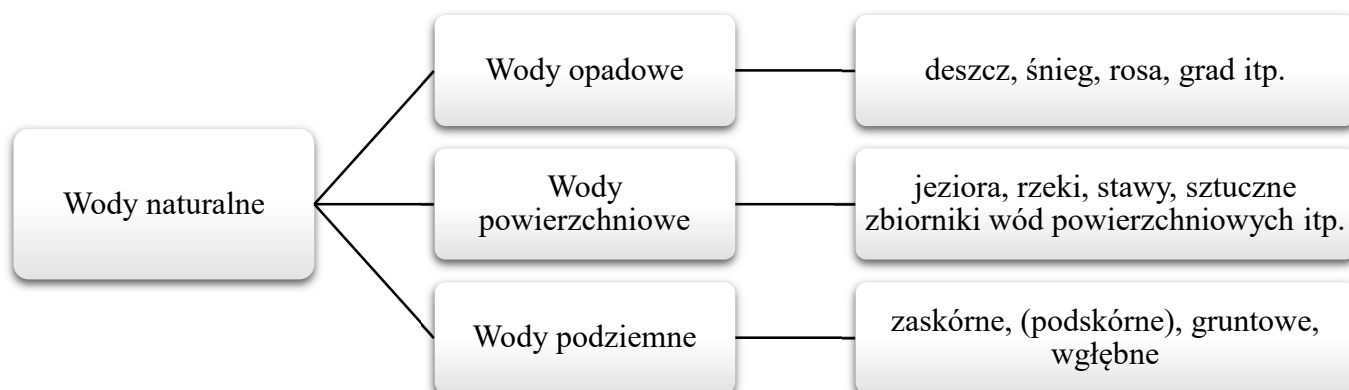
Rozdział został opracowany na podstawie informacji z [1].

Wybrane parametry fizykochemiczne wody i ścieków

Podstawowe definicje zgodnie z ustawą o zbiorowym zaopatrzeniu w wodę i zbiorowym odprowadzaniu ścieków [5]:

- **ścieki** – wprowadzane do wód lub do ziemi:
 - wody zużyte na cele bytowe lub gospodarcze,
 - ciekłe odchody zwierzęce, z wyjątkiem gnojówki i gnojowicy przeznaczonych do rolniczego wykorzystania w sposób i na zasadach określonych w przepisach działu III rozdziału 4 ustawy z dnia 20 lipca 2017 r. – Prawo wodne (Dz. U. z 2020 r. poz. 310, 284, 695, 782, 875 i 1378) oraz w przepisach ustawy z dnia 10 lipca 2007 r. o nawozach i nawożeniu (Dz. U. z 2020 r. poz. 796 i 1069),
 - wody odciekowe ze składowisk odpadów oraz obiektów unieszkodliwiania odpadów wydobywczych, w których są składowane odpady wydobywcze niebezpieczne oraz odpady wydobywcze inne niż niebezpieczne i obojętne, miejsc magazynowania, prowadzenia odzysku lub unieszkodliwiania odpadów, wykorzystane solanki, wody lecznicze i termalne,
 - wody pochodzące z obiegów chłodzących elektrowni lub elektrociepłowni,
 - wody pochodzące z odwodnienia zakładów górniczych, z wyjątkiem wód wtłaczanych do górotworu, jeżeli rodzaje i ilość substancji zawartych w wodzie wtłaczanej do górotworu są tożsame z rodzajami i ilościami substancji zawartych w pobranej wodzie, z wyłączeniem niezanieczyszczonych wód pochodzących z odwodnienia zakładów górniczych,
 - wody wykorzystane, odprowadzane z obiektów chowu lub hodowli ryb w obiektach przepływowych, charakteryzujących się poborem zwrotnym, o ile ilość i rodzaj substancji zawartych w tych wodach przekraczają wartości ustalone w warunkach wprowadzania ścieków do wód określonych w pozwoleniu wodnoprawnym,
 - wody wykorzystane, odprowadzane z obiektów chowu lub hodowli ryb albo innych organizmów wodnych w stawach o wodzie stojącej, o ile produkcja tych ryb lub organizmów rozumiana jako średnioroczny przyrost masy tych ryb albo tych organizmów w poszczególnych latach cyklu produkcyjnego przekracza 1500 kg z 1 ha powierzchni użytkowej stawów rybnych tego obiektu w jednym roku danego cyklu.,
- **ścieki bytowe** – ścieki z budynków mieszkalnych, zamieszkania zbiorowego oraz użyteczności publicznej, powstające w wyniku ludzkiego metabolizmu lub funkcjonowania gospodarstw domowych oraz ścieki o zbliżonym składzie pochodzące z tych budynków,
- **ścieki komunalne** – ścieki bytowe lub mieszaninę ścieków bytowych ze ściekami przemysłowymi albo wodami opadowymi lub roztopowymi będącymi skutkiem opadów atmosferycznych, odprowadzane urządzeniami służącymi do realizacji zadań własnych gminy w zakresie kanalizacji i oczyszczania ścieków komunalnych,
- **ścieki przemysłowe** – ścieki niebędące ściekami bytowymi albo wodami opadowymi lub roztopowymi będącymi skutkiem opadów atmosferycznych, powstałe w związku z prowadzoną przez zakład działalnością handlową, przemysłową, składową, transportową lub usługową, a także będące ich mieszaniną ze ściekami innego podmiotu, odprowadzane urządzeniami kanalizacyjnymi tego zakładu,
- **zbiorowe odprowadzanie ścieków** – działalność polegającą na odprowadzaniu i oczyszczaniu ścieków, prowadzoną przez przedsiębiorstwo wodociągowo-kanalizacyjne,
- **LZO** - rozumie się przez to lotne związki organiczne o początkowej temperaturze wrzenia mniejszej lub równej 250°C, mierzonej w warunkach ciśnienia normalnego 101,3 kPa.

Woda w przyrodzie występuje w trzech stanach skupienia i dokonuje stale obiegu cyklu kołowego na podobieństwo niektórych substancji lub pierwiastków. Do wód naturalnych można zaliczyć wody opadowe (atmosferyczne) wody powierzchniowej i podziemne (Rys. 2).

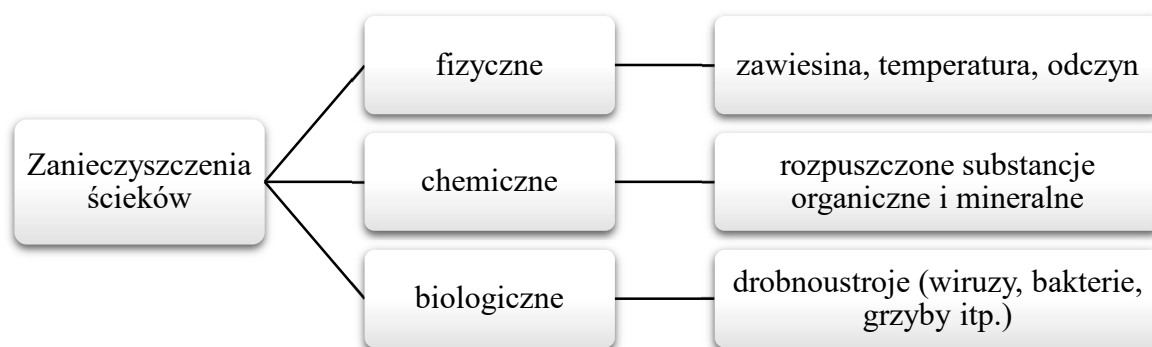


Rys. 2 Podział wód naturalnych

Wody wykorzystane w celach bytowo-gospodarczych, przemysłowych, komunalnych i innych ulegających zanieczyszczeniu różnymi substancjami nieorganicznymi, organicznymi, mikroorganizmami czy też substancjami radioaktywnymi nazywamy ściekami. W zależności od pochodzenia ścieków ich skład chemiczny jest różny. Ścieki można podzielić na:

- bytowo-gospodarcze,
- przemysłowe w tym także wody kopalniane,
- opadowe, zmywające powierzchnię ziemi
- miejskie. [8]

Z miejsc powstawania, ścieki odprowadzane są do wód powierzchniowych. Wskutek procesów samooczyszczania wód powierzchniowych powinno dojść do unieszkodliwiania wprowadzonych ścieków. Niestety naturalne odbiorniki wód powierzchniowych cechują się ograniczonymi zdolnościami samooczyszczania a dodatkowo do ścieków mogą dostać się substancje zagrażające ekosystemowi wodnemu (Rys. 3). Wobec tego ścieki wprowadzane do wód powierzchniowych i gruntów powinny być badane. Dopiero po określeniu wartości zbadanych parametrów i ocenie zgodnie z obowiązującym rozporządzeniem można wprowadzić wody i ścieki do wód powierzchniowych i gruntów.



Rys. 3 Klasyfikacja zanieczyszczeń ścieków

Informacje dotyczące aktualnych wymaganych wartości parametrów wód i ścieków można znaleźć w Rozporządzeniu Ministra Gospodarki Morskiej i Żeglugi Śródlądowej z dnia 12 lipca 2019 r. w sprawie substancji szczególnie szkodliwych dla środowiska wodnego oraz warunków, jakie należy spełnić przy wprowadzaniu do wód lub do ziemi ścieków, a także przy odprowadzaniu wód opadowych lub

roztopowych do wód lub do urządzeń wodnych (Dz. U. z 2019 r. poz. 1311). W celu zbadania parametrów ścieków należy pobrać w odpowiedni sposób próbkę, utrwalić ją i najszybciej jak to możliwe dokonać oznaczenia i analizy uzyskanych wyników. W praktyce można wykonać badania podstawowych parametrów wód i ścieków w akredytowanych laboratoriach.

Zasady pobierania próbek do badań fizycznych, chemicznych i biologicznych

W czasie transportowania i przechowywania próbek ścieków i wód powierzchniowych procesy chemiczne, fizyczne i biologiczne prowadzą w przypadku nieodpowiednich środków ostrożności i niewłaściwego postępowania do istotnych zmian. Zakres zmian i możliwość ich wystąpienia zależą głównie od chemicznej i biologicznej natury pobranej próbki, jej temperatury, rodzaju naczynia, wystawienia na działania światła, czasu dzielącego pobranie próbki do wykonania badania czy innych oddziałujących na próbkę czynników. Do przyczyn zmian zachodzących w czasie transportowania i przechowywania można wymienić:

- utlenianie niektórych związków tlenem rozpuszczonym lub tlenem zawartym w powietrzu,
- zużywanie niektórych składników pokarmowych przez glony, bakterie i inne organizmy wodne, wydzielanie produktów metabolizmu oraz reakcje fotosyntezy,
- oddziaływanie adsorpcji CO₂ z powietrza na pH, zawartość CO₂, przewodnictwo itp.,
- wytrącanie niektórych składników (np. węglanu wapnia, fosforanu magnezu, wodorotlenków metali) lub utlenianie się np. siarkowodoru, cyjanków, rtęci, LZO,
- depolimeryzację polimerów lub proces przeciwny, czyli polimeryzację związków prostych,
- trwałą adsorpcję rozpuszczonych metali lub metali w postaci koloidalnej jak i niektórych związków organicznych w zawieszynie występującej w próbkach lub na ściankach naczyń.

Zmiany jakościowe w próbkach ścieków postępują szybko w czasie zaledwie kilku godzin a zapobieganie tym zmianom nie należy do łatwych. Niemożliwym jest także ustalenie uniwersalnego sposobu postępowania z próbkami wód i ścieków dla wszystkich sytuacji.

Stabilizację właściwości i składu pozyskanych próbek można uzyskać przez dodanie środków utralających, zmniejszających lub całkowicie hamujących aktywność biologiczną organizmów występujących w pobranych próbkach, eliminujących zjawisko adsorpcji składników próbek na ściankach naczyń itd. Nie zawsze mamy do czynienia z jednakowo skutecznym sposobem utrwalania w odniesieniu do różnych próbek. Długotrwałe przechowywanie próbek jest możliwe jedynie w badaniach obejmujących ograniczoną liczbę parametrów. W związku z tym dąży się do tego, aby badania laboratoryjne wykonać w możliwie jak najkrótszym czasie od pobrania próbki.

W zapobieganiu zmianom właściwości i składu próbek wody, ścieków czy ścieków osadowych ważne znaczenie (Tab. 1):

- napełnianie naczyń pobieranymi próbkami,
- odpowiedni dobór, przygotowanie naczyń i przyrządów do pobierania, oraz przechowywania próbek,
- schładzanie lub zamrażanie próbek,
- niezwłoczne sączenie w przypadku próbek przeznaczonych do badania składników utrwalających,
- dodawanie odpowiednich środków utrwalających.

Zalecenia w zakresie doboru, przygotowania naczyń i przyrządów do pobierania, przechowywania próbek a także wytyczne dotyczące programów i technik pobierania próbek wody, ścieków, osadów zawiera

norma PN-EN ISO 5667-1:2008 Jakość wody - Pobieranie próbek - Część 1: Wytyczne opracowywania programów pobierania próbek i technik pobierania.

W przypadku próbek przeznaczonych do badań fizycznych i chemicznych naczynia należy napełniać całkowicie pobraną próbką wody, ścieków lub osadów ściekowych. Podczas transportu próbka ulega wstrząsaniu, dlatego można proces jak i zmiany zawartości CO₂ i pH można zminimalizować za pomocą wypełnienia całkowicie pojemnika. Jeżeli próbka będzie przeznaczona do oznaczenia zawartości lotnych związków organicznych i niektórych innych parametrów należy zwrócić szczególną uwagę, aby pod korkiem nie powstał pęcherzyk powietrza.

W przypadku próbek przeznaczonych do badań zawartości składników rozpuszczonych w wodzie i ściekach, bezpośrednio po pobraniu należy próbkę przesączyć przez odpowiednio dobrany sączonek membranowy. Sączki używane do sączenia powinny być starannie przygotowane i przemyte w taki sposób, aby nie spowodowały dodatkowego zanieczyszczenia próbki oznaczanymi składnikami.

W celu zapobiegania zmianom właściwości i składu wody i ścieków lub osadów ściekowych próbki należy chłodzić do około 2-5 °C oraz zabezpieczyć przed dostępem światła. Samo schładzanie nie jest efektywne dla próbek ścieków, dlatego zamrażanie ich do temperatury -20°C pozwala wydłużyć czas dzielący pobranie od wykonania badania laboratoryjnego. W przypadku tak niskich temperatur zaleca się używanie pojemników z polietylenu.

Właściwości i skład próbek ścieków lub wody można stabilizować poprzez dodawanie bezpośrednio do próbek (lub przed jej pobranie do pustego pojemnika) w niewielkich ilościach odpowiednich związków chemicznych. Najczęściej używa się związków stężonych kwasów biocydów, roztworów zasad oraz wybranych odczynników niezbędnych do utrwalenia specyficznych składników próbek takich jak np. tlenu rozpuszczonego, siarczków, fenoli czy siarkowodorów. W celu najlepszego utrwalenia próbki stosuje się roztwory o maksymalnych stężeniach, dzięki czemu badana próbka nie zostanie rozcieńczona. [6]

Tab. 1 Dobór i sposób przechowywania próbek wody i ścieków do badania wybranych parametrów

Parametr	Rodzaj naczynia do przechowywania próbki	Sposób utrwalania próbki	Miejsce wykonywania analizy	Dopuszczalny czas przechowywania próbki
Alkohol metylowy	szklane	-	laboratorium	6 godzin
Barwa	Szklane lub polietylenowe	Schłodzenie do temperatury 2-5°C	W miejscu pobrania próbki, laboratorium	24 godziny
BZT	szklane	Schłodzenie do temperatury 2-5°C, przechowywanie w ciemności	laboratorium	24 godziny
ChZT	szklane	Zakwaszenie do pH<2, Schłodzenie do temperatury 2-5°C	laboratorium	24 godziny
Chlorki	Szklane lub polietylenowe	-	laboratorium	96 godzin
Dwutlenek węgla	Szklane lub polietylenowe	Schłodzenie do temperatury 2-5°C	W miejscu pobrania próbki, laboratorium	4 godziny
Kwasowość ¹⁾	Szklane lub polietylenowe	Schłodzenie do temperatury 2-5°C	W miejscu pobrania próbki, laboratorium	4 godziny
Mętność ²⁾	szklane	-	laboratorium	4 godziny
Pestycydy chloro-organiczne ³⁾	szklane	Schłodzenie do temperatury 2-5°C	laboratorium	168 godzin
pH	Szklane lub polietylenowe	Schłodzenie do temperatury 2-5°C	W miejscu pobrania próbki, laboratorium	4 godziny
Przewodność elektryczna	Szklane lub polietylenowe	Schłodzenie do temperatury 2-5°C	W miejscu pobrania próbki	24 godziny
Produkty naftowe ⁴⁾	Szklane, wymyte rozpuszczalnikami	Schłodzenie do temperatury 2-5°C	laboratorium	24 godziny
Tlen rozpuszczony ⁵⁾	szklane	Związanie tlenu w miejscu pobrania próbki, przechowywanie w ciemności	laboratorium	96 godzin
Twardość ⁶⁾	Szklane lub polietylenowe	Zakwaszenie do pH<2, Schłodzenie do temperatury 2-5°C	laboratorium	4 godziny 48 godzin

¹⁾ Analizy powinny być wykonywane w miejscu pobrania, szczególnie w przypadku próbek o dużej zawartości gazów rozpuszczonych.

²⁾ Analizy powinny być wykonywane w miejscu pobrania.

³⁾ Bezpośrednio po pobraniu zaleca się dodawanie ekstrahentu stosowanego w metodzie oznaczania.

⁴⁾ Bezpośrednio po pobraniu zaleca się dodawanie ekstrahentu stosowanego w metodzie oznaczania, naczynia nie napełniać całkowicie

⁵⁾ Związanie tlenu należy przeprowadzić sposobem opisanych w metodzie oznaczania.

⁶⁾ Do utrwalania nie należy stosować kwasu siarkowego

Do badań podstawowych parametrów fizycznych można zaliczyć badanie: barwę, mętność, przezroczystość, zapach, odczyn pH, przewodność właściwą, potencjał redukująco-utleniający redox, zawartość rozpuszczonego tlenu, temperaturę, chemiczne zapotrzebowanie na tlen, biochemiczne zapotrzebowanie na tlen.

Oznaczanie barwy

Próbka wody może przybrać równą barwę w zależności od czynników takich jak substancje humusowe roślinność, plankton, jony metali, ścieki przemysłowe. Rozróżnia się barwę pozorną i barwę rzeczywistą wody. Barwę pozorną mogą spowodować drobne zabarwione cząstki zawieszone w wodzie, włączając w to substancje rozpuszczone. Podczas badania barwy pozornej nie wymaga się sączenia próbki lub odwirowania wody. Z kolei za barwę rzeczywistą uważa się barwę klarownej wody po usunięciu mętności. Wody zanieczyszczone ściekami przemysłowymi mają specyficzną barwę i nie mogą zostać poddane badaniu zwykłymi metodami. Intensywna barwa często świadczy o zanieczyszczeniu wody, dlatego też woda wodociągowa zdatna do picia powinna mieć liczbę jednostek nie większą niż 15 mg/dm³ Pt (jednostki barwy) a zgodnie z aktualnym Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 7 grudnia 2017 r. w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi (Dz. U. z 2017r. poz. 2294) woda do picia i celów spożywczych powinna być „Akceptowalna przez konsumentów i bez nieprawidłowych zmian”.

Barwę wody określa się za pomocą:

- skali dwuchromianowo-kobaltowej,
- skali platynowo-kobaltowej,
- metody opisową w przypadku barwy specyficznej,
- metody oznaczania liczby progowej barwy,
- metody szklana skalibrowana według skali platynowo - kobaltowej (dla oznaczeń w warunkach polowych).

Barwę ścieków wywołują związki organiczne koloidalne, rozpuszczone i związki nieorganiczne pochodzenia przemysłowego. Skład ścieków i ich pochodzenie determinują intensywność oraz rodzaj zabarwienia. Określenia barw można podzielić na barwy specyficzne i niespecyficzne. Do niespecyficznej barwy ścieków można zaliczyć barwę żółtą a do specyficznych można zaliczyć pozostałe barwy. Barwę, którą powodują zabarwione drobne zawiesiny można usunąć za pomocą przesączenia.

Barwę ścieków można określić za pomocą:

- metody oznaczania liczby progowej barwy,
- metody opisową dla barwy specyficznej,
- skali platynowo-kobaltowej,
- skali dwuchromianowo-kobaltowej.

Oznaczanie mętności

W związku z przedostaniem się do wody różnych nierozpuszczonych związków organicznych i nieorganicznych próbka wody staje się mętna. Przez mętność należy rozumieć optyczne właściwości drobnych zawiesin w próbce wody, które prowadzą do rozproszenia światła. Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Zdrowia (Dz. U. z 2026r. poz. 748) [9] wartość tego parametru powinna spełniać wymaganie „Akceptowalna przez konsumentów i bez nieprawidłowych zmian. Zalecany zakres wartości do 1,0”. W związku z tym woda zdatna do picia powinna być klarowna. W celu określenia mętności wody należy

wytrząsnąć badaną próbkę a następnie porównać badaną próbkę z wzorcami zawierającymi zawiesiny krzemionki (SiO_2) lub przy użyciu formazyny. Jako jednostkę mętności przyjmuje się mętność powstającą po dodaniu 1 dm^3 wody destylowanej do 1 mg zawiesiny krzemionki i wyraża się w mg/dm^3 . Przezroczystość z kolei jest odwrotnością mętności. Jednak oba parametry zależą głównie od charakteru i zawartości zawiesin w wodzie.

Mętność można oznaczyć za pomocą następujących metod:

- nefelometrycznej,
- wizualnej, turbidymetrycznej w zakresie od 0 do 5 mg/dm^3 ,
- wizualnej, turbidymetrycznej w zakresie od 5 do 50 mg/dm^3 lub większym.

Zmętnienie ścieków może być spowodowane przez koloidy lub zawiesiny pochodzenia zarówno nieorganicznego jak i organicznego. W ściekach pochodzących z nawierzchni ulic dominują zawiesiny nieorganiczne za to w ściekach miejskich mętność wywołują głównie związki organiczne, dlatego w zależności od pochodzenia ścieków zawierają związki organiczne jak i nieorganiczne. W praktyce za jednostkę mętności przyjmuje się mętność wywołaną przez 1 mg zawiesiny wzorcowej dodanej do 1 dm^3 wody destylowanej.

Do oznaczania mętności ścieków wykorzystuje się metody:

- nefelometryczną,
- wizualną.

Oznaczanie redox

Reakcje utleniania i redukcji należą do podstawowych procesów zachodzących w wodach naturalnych oraz ściekach. Wody i ścieki zanieczyszczone zawierają małe stężenie substancji utleniających i duże stężenie substancji redukujących w związku z tym potencjał redox takich próbek jest niski. W trakcie samooczyszczania wody następuje wzrost substancji utleniającej a spadek substancji redukującej co prowadzi do wzrostu potencjału redox. Potencjał redukująco-utleniający mierzy się za pomocą elektrod kombinowanych składających się z elektrody z metalu szlachetnego i elektrody odniesienia tzw. kalomelowej. Wysoka wartość potencjału redox świadczy o dużej zawartości substancji utleniających odpowiadających wodom czystym (potencjał redox wynosi około 800 mV). W przypadku niskiej wartości redox mamy do czynienia z wodą zanieczyszczoną zawierającą dużą zawartość substancji redukujących.

W procesach biochemicznego oczyszczania ścieków potencjał redukująco-utleniający ma duże znaczenie a jego wartość w bardzo dużym stopniu zależy od natlenienia ścieków. Wartość potencjału zawiera informację o tym, czy procesy oczyszczania ścieków przebiegają prawidłowo. W momencie odchylenia od wartości prawidłowej należy korygować technologię oczyszczania ścieków do momentu uzyskania pożądanej wartości potencjału.

Oznaczanie przewodności

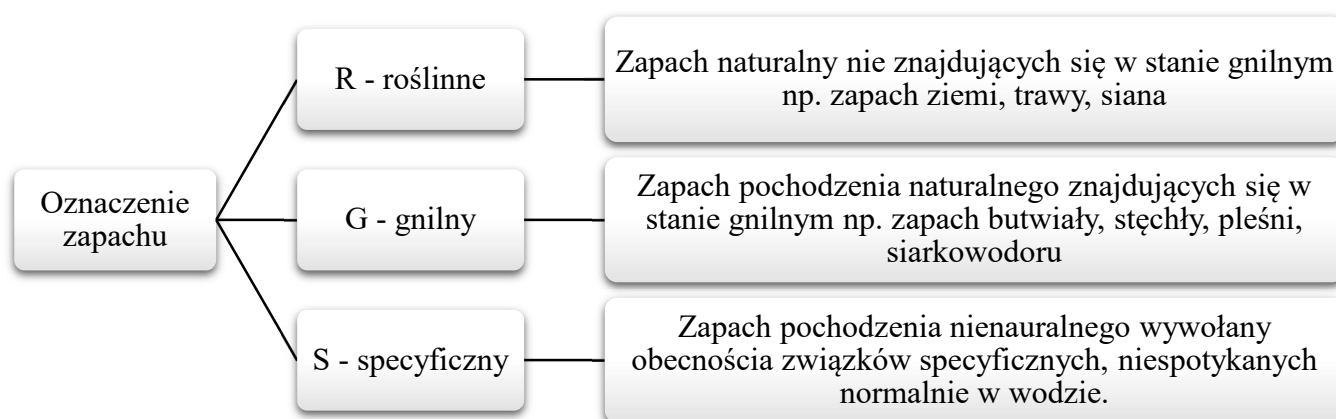
Kwasy, sole i zasady znajdujące się w wodzie ulegają z czasem dysocjacji na kationy i aniony. Roztwór wodny zawierający jony nazywamy elektrolitem. Przewodnością elektryczną nazywamy zdolność roztworu do przewodzenia prądu elektrycznego pod wpływem przyłożonego napięcia. Jednostką przewodności elektrycznej jest simens (S), czyli odwrotność oma, jednak przewodność wody najczęściej wyraża się w $\mu\text{S/cm}$. Próbkę niespełniającą wymagań należy przed wprowadzeniem do wód i gruntów prawidłowo

oczyszczyć. Świeża woda destylowana charakteryzuje się przewodnością wynoszącą od 0,5 do 2,0 $\mu\text{S}/\text{cm}$, za to w trakcie przechowywania wskutek pochłaniania dwutlenku węgla i amoniaku z powietrza przewodność wzrasta nawet do 4 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Przewodność elektryczna dla wody pitnej zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Zdrowia z dnia 7 grudnia 2017 r. w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi powinna wynosić 2.500 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Dla ścieków przewodność elektryczna wynosi 10000 $\mu\text{S}/\text{cm}$, a dla wód powierzchniowych od 50 do 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Zatem im wyższa wartość przewodności elektrycznej tym bardziej zanieczyszczona substancjami mineralnymi próbka. Parametr przewodności zależy w dużym stopniu od temperatury. Wraz ze wzrostem temperatury rośnie przewodność właściwa, dlatego pomiary należy wykonywać w temperaturze 25 °C. W celu określenia ogólnej zawartości jonów dla ścieków przemysłowych i miejskich mierzy się przewodność elektryczną. Duże zmiany przewodności badanej próbki ścieków świadczą o zakłóceniu procesów produkcyjnych zakładu, które w efekcie mogą negatywnie wpływać na pracę oczyszczalni ścieków.

Oznaczanie zapachu

Zapach wody jest jednym z ważniejszych wskaźników jakości wody użytej do potrzeb przemysłu spożywczego, potrzeb gospodarczych czy wody użytej do picia. Zapach wody jest różnych w zależności od zawartości lotnych związków organicznych, produktów rozkładu substancji organicznych, gazów czy ścieków przemysłowych lub bytowo-gospodarczych. Zapach wody może być różny w zależności od technologii jej uzdatniania. Dla przykładu woda po chlorowaniu będzie miała zapach chloru. Co ciekawe niektóre organizmy wodne mogą wpływać na odczuwanie zapachu pelargonii, nasturcji, fiołków a ponadto grzybów czy pleśni. Woda zdatna do picia nie powinna mieć zapachu. Zapach wody można określić organoleptycznie i najlepiej zaraz po pobraniu próbki do badań lub za pomocą metody progowego zapachu (rozcieńczeń). W związku z tym, że każdy człowiek ma inne właściwości powonienia zaleca się, aby oznaczenia dokonało kilka osób. Ze względu na różnorodność zapachów i subiektywność ich odczuwania przyjęto dwie grupy zapachów wody: pochodzenia nienaturalnego i naturalnego. (Rys. 4) Charakter zapachu należy określać opisowo przez podanie jego rodzaju i intensywności. Dodatkowo należy podawać temperaturę w jakiej dokonano oznaczenia, ponieważ intensywność zapachu może się wahać w zależności od temperatury.



Rys. 4 Oznaczenia zapachów wody

Zapach ścieków wywołują zazwyczaj substancje organiczne. Dodatkowo zapach może zmieniać się w zależności od zawartości takich związków nieorganicznych jak siarkowodor, fosforowodor itp. Procesy niegijące przeważnie mają zapach produktów naftowych (dostają się do ścieków w czasie splukiwania

nawierzchni). Zapach zgnilny przypomina zapach siarkowodoru. Pomiędzy różnymi rodzajami ścieków występują również różnice w ich zapachu. Ścieki przemysłowe odprowadzane do kanalizacji mogą nadać ściekom miejskim nadać różną intensywność i specyficzność zapachu. Oznaczenia zapachów ścieków są takie same jak w przypadku zapachów wody (Rys. 7). Do oznaczania zapachu ścieków używa się dwóch metod: zapachu progowego i organoleptycznej bezpośredniej.

Oznaczanie odczynu pH

Woda jako związek obojętny ma równą ilość jonów wodorowych i wodorotlenowych. W związku z tym jej odczyn pH jest obojętny ($pH=7$). Gdy odczyn roztworu jest mniejszy niż 7 mamy do czynienia z odczynem kwaśnym a gdy jest większy niż 7 z odczynem zasadowym. (Rys. 5) Odczyn wód naturalnych ma odczyn pH od 4 do 9 jednakże większość wód naturalnych ma pH w granicach od 6,5 do 8,5.

W związku z tym, że wyrażenie odczynu za pomocą stężenia jonów nie było dogodne Sorensen zaproponował stosowanie wykładnika jonów wodorowych, czyli obecnie stosowane oznaczenie „pH”. Symbol pH oznacza ujemny logarytm dziesiętny stężenia jonów wodorowych:

$$pH = -\log [H^+] \quad (5)$$



Rys. 5 Odczyn wody

Źródło: <http://wzasadziwoda.pl/pliki/ODCZYN-WODY.jpg>

Odczyn pH dla ścieków jest zależny od ich pochodzenia. Ścieki przemysłowe mają pH zmienne w szerokim zakresie od odczynu mocno kwaśnego do mocno zasadowego natomiast odczyn ścieków miejskich zbliżony jest do odczynu wód naturalnych. W ujęciu praktycznym odczyn ścieków jest związany z prawidłowym przebiegiem procesów oczyszczania.

Oznaczenie pH zarówno dla ścieków jak i wody powinno być wykonywane przy pomocy pehametru wyposażonego w elektrodę szklaną i kamelową. Elektrody przed badaniem należy dokładnie przemyć a pehametr poprawnie skalibrować.

Oznaczanie zawartości tlenu rozpuszczonego

Tlen rozpuszczony w wodzie pochodzi z powietrza. Źródłem tlenu jest fotosynteza roślin wodnych. Zawartość tlenu rozpuszczonego jest najważniejszym wskaźnikiem jakości badanej próbki wody. W czystych wodach powierzchniowych zawartość tlenu odpowiada nasyceniu w 100% z kolei w wodach podziemnych jest jego bardzo mała ilość lub całkowity brak. Wody powierzchniowe, które zostały zanieczyszczone substancjami organicznymi mogą mieć mniejszą zawartość tlenu rozpuszczonego w związku z zużywaniem go w trakcie procesów biochemicznego rozkładu tych substancji. W związku

z tym im większe zanieczyszczenie wody substancjami organicznymi tym mniejsza zawartość tlenu. Przy zbyt dużym ubytku tlenu rozpuszczonego w wodzie zachodzi ryzyko zaburzenia biocenozy. W zależności od pory dnia pobrania próbki wody zawartość tlenu może być różna. Spowodowane jest to procesami fotosyntezy, które zachodzą w ciągu dnia najczęściej przy dużym nasłonecznieniu i rozwoju organizmów roślinnych. W zależności od zawartości tlenu rozpuszczonego właściwości korozyjne wody mogą ulec zmianie. Ma to związek z zawartością agresywnego CO₂ w wodzie. Jeżeli woda zawiera agresywny dwutlenek węgla, to tlen sprzyja korozji. Największe znaczenie ma to dla korozji rur.

W znajdujący się w ściekach pochodzi z wód powierzchniowych z których ścieki powstały, aeracji ścieków w procesie oczyszczania lub w wyniku stykania się ścieków z powietrzem atmosferycznym. Zawartość tlenu rozpuszczonego w ściekach zależy od świeżości ścieków i jest wskaźnikiem rodzaju procesów jakie zachodzą w ściekach.

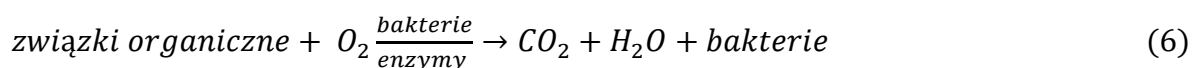
Oznaczanie chemicznego zapotrzebowania na tlen

Chemiczne zapotrzebowanie tlenu (ChZT) jest pojęciem umownym. W zależności od stopnia zanieczyszczenia każdy rodzaj wody zawiera substancje, które ulegają utlenianiu pod wpływem manganianów, jodanów, chromianów i innych silnych utleniaczy. Chemiczne zapotrzebowanie tlenu zatem jest ilością tlenu równoważną do ilości zużytego utleniacza. Wyróżniamy dwa podstawowe rodzaje chemicznego zapotrzebowania tlenu: nadmanganianowe i dwuchromianowe.

Oznaczenie chemicznego zapotrzebowania na tlen dla próbek ścieków jest zagadnieniem stosunkowo trudnym i zmusza do stosowania pośrednich metod polegających na określaniu ilości tlenu, który został zużyty do utlenienia tych związków. Metody używane do oznaczania tego parametru to metoda cerowa, jodowana, dwuchromianowa, podbrominowa i inne. Chemiczne zapotrzebowanie tlenu ścieków jest ilością tlenu (mg/dm³) potrzebnego do utlenienia w ściekach związków organicznych i niektórych związków nieorganicznych takich jak azotyny, siarczki, siarczyny i innych.

Oznaczanie biochemicznego zapotrzebowania na tlen

Biochemiczne zapotrzebowanie tlenu (BZT) jest pojęciem umownym określającym ilość tlenu wyrażoną w miligramach na 1 dm³ potrzebną do utlenienia związków organicznych zawartych w wodzie w warunkach aerobowych, na drodze biochemicznej i w temperaturze 20°C. Biochemiczne utlenianie substancji organicznych można przedstawić za pomocą poniższego równania (6). Następnie następuje nityfikacja związków azotowych, których produktem są azotany i został przedstawiony za pomocą równania (7).



W wodzie mogą występować związki organiczne nie ulegające rozkładowi biochemicznemu. Prawie całkowita mineralizacja próbki a w przybliżeniu 99% występuje w okresie 20-dobowym (BZT₂₀). Jednak najsilniej procesy biochemiczne przebiegają w ciągu pierwszych pięciu dni (BZT₅). W związku z tym dla wody przyjęto BZT₅.

Powyższe omawiane parametry dotyczące wód i ścieków w zależności od dalszego zastosowania powinny spełniać wymagania:

- a) woda zdatna do picia powinna spełniać wymagania Rozporządzenia Ministra Zdrowia z dnia 7 grudnia 2017 r. w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi (Dz.U. 2017 poz. 2294) – przykładowe wymagania zawiera załącznik 4,
- b) woda do użytku w pływalniach powinna spełniać wymagania Obwieszczenia Ministra Zdrowia z dnia 10 maja 2022 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu rozporządzenia Ministra Zdrowia w sprawie wymagań, jakim powinna odpowiadać woda na pływalniach (Dz.U. 2022 poz. 1230) – przykładowe wymagania zawiera załącznik 5,
- c) ścieki wprowadzane do wód powinny spełniać wymagania Rozporządzenia Ministra Gospodarki Morskiej i Żeglugi Śródlądowej z dnia 12 lipca 2019 r. w sprawie substancji szczególnie szkodliwych dla środowiska wodnego oraz warunków, jakie należy spełnić przy wprowadzaniu do wód lub do ziemi ścieków, a także przy odprowadzaniu wód opadowych lub roztopowych do wód lub do urządzeń wodnych (Dz.U. 2019 poz. 1311) – przykładowe wymagania zawierają załączniki 5-7

Rozdział został opracowany na podstawie Fizyczno-chemiczne badanie wody i ścieków [8] oraz Ćwiczeń z chemii środowiska Tom 2 Badania wód i ścieków [6].

Sposoby oczyszczania ścieków

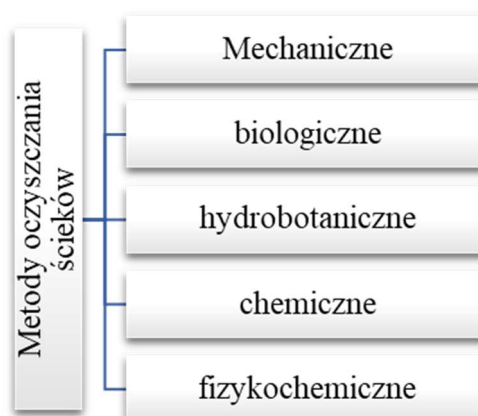
Podstawowe definicje:

- **Oczyszczanie ścieków** - jest to usuwanie ze ścieków zawartych w nich zanieczyszczeń w celu zminimalizowania ich szkodliwego oddziaływania na wody powierzchniowe lub grunty. (Rys. 6)
- **Właściwe oczyszczanie** - oznacza oczyszczanie ścieków komunalnych za pomocą jakiegokolwiek procesu i/lub systemu usuwania pozwalającego wodom, do których odprowadzane są ścieki, osiągać odpowiednie wskaźniki jakości oraz spełniać inne wymagania określone w przepisach niniejszej dyrektywy i w przepisach innych odpowiednich dyrektyw Wspólnoty.
- **Substancje szczególnie szkodliwe dla środowiska wodnego** - to substancje lub grupy substancji, które są toksyczne, trwałe oraz zdolne do bioakumulacji, a także inne substancje lub grupy substancji, których poziom osiąga stan niepokojący.
- **Osad** - oznacza pozostający osad komunalny, oczyszczony lub nie, pochodzący z oczyszczalni ścieków komunalnych.
- **Eutrofizacja** - oznacza wzbogacenie wody składnikami odżywczymi, szczególnie związkami azotu i/lub fosforu, powodującymi przyspieszony wzrost glonów i wyższych form życia roślinnego, co jest przyczyną niepożądanych zakłóceń równowagi wśród organizmów żyjących w wodzie, oraz jakości danych wód.



Rys. 6 Schemat oczyszczania ścieków

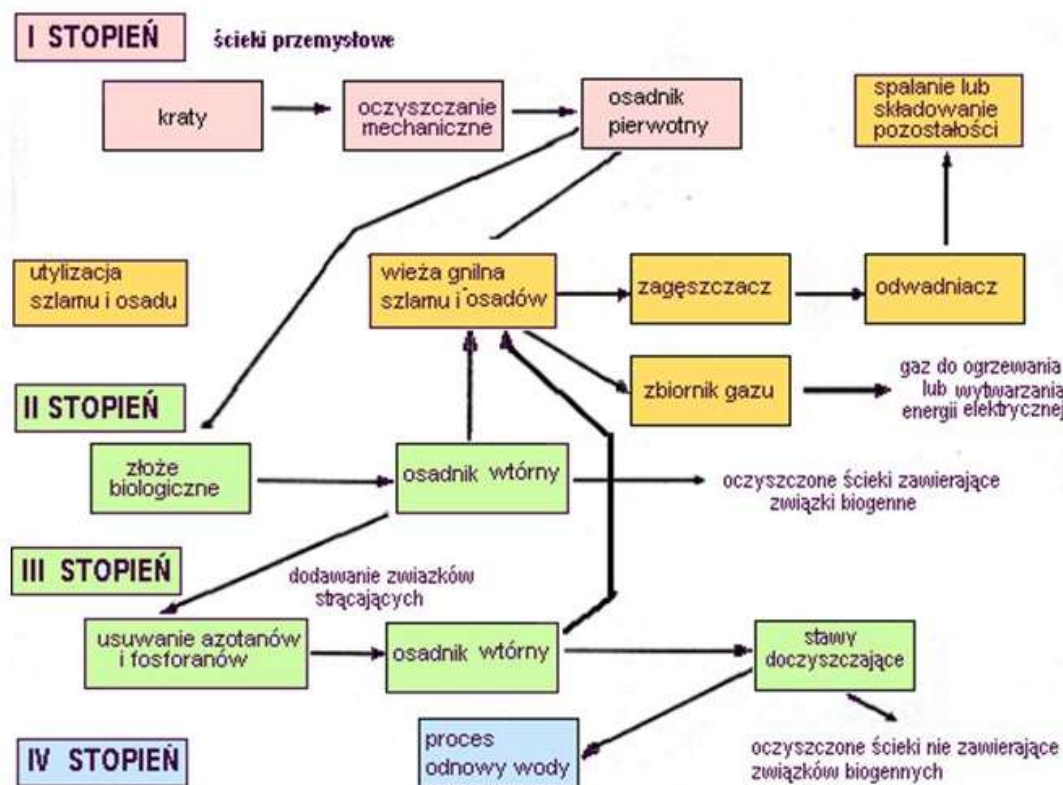
Źródło: <https://kener.elekt.polsl.pl/obrazki/cos6.jpg>



Rys. 7 Podział metod oczyszczania ścieków

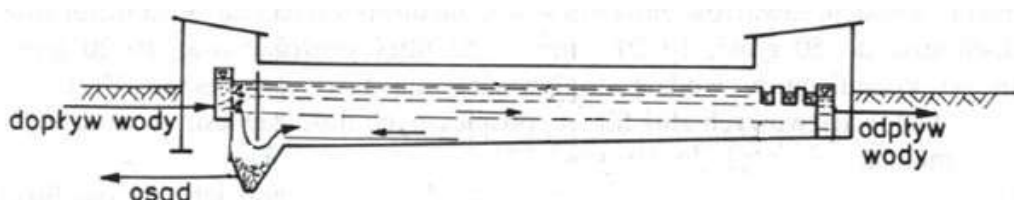
Stosuje się cztery stopnie oczyszczania ścieków (Rys.7 i Rys. 8):

- I. Oczyszczanie mechaniczne i chemiczne (kraty, piaskowniki, osadniki wstępne, odolejanie, koagulacja, zobojętnianie) - <30% ubytku BZT₅
- II. Oczyszczanie biologiczne (złoża biologiczne, komory osadu czynnego) – 85-93% ubytku BZT₅
- III. Usuwanie związków biogenych (azotu i fosforu) – 92-95% ubytku BZT₅
- IV. Proces odnowy wody
- V. Przeróbka i unieszkodliwianie osadów ściekowych



Rys. 8 Schemat wieloetapowego oczyszczania ścieków
Źródło: <https://slideplayer.pl/slide/418488/>

Oczyszczalnia, w której oczyszczanie ścieków zachodzi jedynie w wyniku procesów fizycznych, takich jak rozdrabnianie, cedzenie, filtrowanie czy sedimentacja; często nazywana oczyszczalnią wstępną. Na tym etapie ze ścieku eliminuje się tłuszcze (przez wykorzystanie separatora tłuszczu i piasek przy wykorzystaniu piaskownika). (Rys. 9) [7]

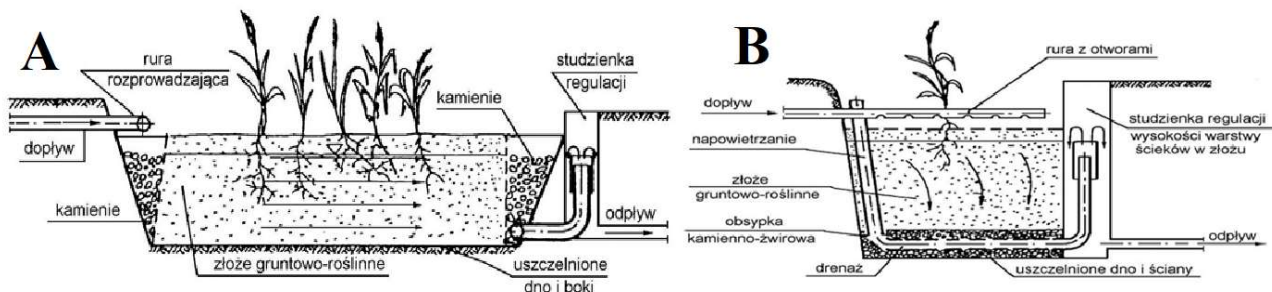


Rys. 9 Osadnik o przepływie poziomym

Biochemiczne oczyszczanie ścieków, ma na celu zmniejszenie ilości związków fosforu, azotu i zawiesin. W tym celu stosuje się mikroorganizmy tworzące utwardzoną biomasę (złoża biologiczne) lub populacje mikroorganizmów zawieszone w toni ścieków (osad czynny). [7]

Chemiczne oczyszczanie ścieków polega na stosowaniu środków chemicznych wywołujących określone reakcje mające na celu zmniejszenie ilości zanieczyszczeń. Metody chemiczne i fizykochemiczne można zastosować do oczyszczenia ścieków zawierających związki organiczne i metale ciężkie. Do sposobów oczyszczania ścieków z metali można zaliczyć elektrolizę, koagulację, ekstrakcję, neutralizację, sorpcję i destylację. W zależności od składu ścieków można prowadzić oczyszczanie jedną lub kilkoma z podanych metod. [7]

Hydrobotaniczne oczyszczanie ścieków wykorzystuje rośliny zakorzenione (np. trzinę lub pałkę wodną) pływające (np. rzęsę wodną) lub swobodnie pływające jak np. wywłócznik, hiacynt. Duże oczyszczalnie ścieków nie stosują takich układów oczyszczania ścieków ze względu na zbyt duże jednostkowe zapotrzebowanie powierzchni. Alternatywnie w małych "technicznych" oczyszczalniach ścieków, szczególnie dla jednego lub wielu budynków, używa się oczyszczalni ścieków z udziałem roślin. [7] (Rys.10)



Rys. 10 Schemat systemu gruntowo roślinnego z poziomym (A) i pionowym (B) przepływem ścieków

Oczyszczanie ścieków petrochemicznych

Do podstawowych rodzajów zagrożeń środowiska naturalnego związanych z przedostaniem się produktów przemysłu petrochemicznego są zanieczyszczenia atmosfery, hydrosfery i dewastacja gleby. Ścieki zawierające produkty naftowe zaliczamy do zagrożeń związanych z zanieczyszczeniem hydrosfery. Do głównych zanieczyszczeń hydrosfery zaliczamy ścieki, opady wód deszczowych zanieczyszczonych już na poziomie atmosfery czy spływ zanieczyszczonych wód glebowych. Paliwo z wodą nie miesza się stąd nawet kropla paliwa może spowodować $0,25\text{m}^2$ błonki na powierzchni wody. Lekkie frakcje paliw przy odpowiednich warunkach mogą odparować jednak cięższe frakcje zostają o większej gęstości adsorbują się w zawiesinach. W efekcie cięższe frakcje blokują dostęp tlenu i prowadzą do zahamowania lub zanikania życia biologicznego oraz zanikania procesów samooczyszczania wód powierzchniowych. Wody zawierające skażenie produktami naftowymi w stężeniu 1 mg/dm^3 nie mogą zostać użyte jako wody komunalne.

Wyróżniamy dwa podstawowe rodzaje zagrożeń dla środowiska naturalnego: zwykłe i nadzwyczajne. Do zwykłych zagrożeń zaliczamy:

- naturalną emisję oparów do atmosfery związaną najczęściej z opróżniania/napełniania zbiorników paliwowych, spowodowane systemem oddechowym zbiornika („duży oddech”, „mały oddech”),
- normalnym bezawaryjnym funkcjonowaniem obiektów, w których można odnotować niewielkie nieszczelności,
- niewłaściwym uszczelnieniem podłoża przy stanowiskach zlewczo-nalewczych,
- niewłaściwą lub błędną obsługą w procesach wydawania/przyjmowania produktów,
- niewłaściwym postępowaniem z odpadami/ściekami zanieczyszczonymi produktami ropopochodnymi.

Do sytuacji nadzwyczajnych, czyli takich których wielkości i czasu zaistnienia nie można przewidzieć możemy zaliczyć:

- możliwość przypadkowego lub celowego uszkodzenia infrastruktury obiektu powodującą przedostanie się produktu do środowiska,
- świadome wprowadzanie zanieczyszczenia do środowiska,

- kolizje w transporcie produktów naftowych.

W zależności od zakresu i sposobu usuwania zanieczyszczeń wyróżniamy cztery stopnie oczyszczania:

- **stopień I** – usunięcie ciał pływających i zawiesin łatwo odparowujących,
- **stopień II** – usunięcie od 90% do 95% wszystkich zawiesin i 95% rozpuszczonych ciał organicznych,
- **stopień III** – usunięcie biogennych związków pokarmowych, czyli azotu i fosforu, które powodują ponowne zanieczyszczenie gleb,
- **stopień IV** – usunięcie prawie wszystkich rozpuszczonych ciał i bakterii oraz umożliwienie ponownego wykorzystania wody odzyskanej ze ścieków.

Zanieczyszczenia, które zostaną usunięte z ścieków tworzą osady w oczyszczalni i należy w kolejnym kroku poddać je przeróbce. Za podstawowy cel przeróbki osadów uznaje się stabilizację, polegającą na mineralizacji i odwodnieniu stosując metody biologiczne i fizyczne. Drugim celem jest odwodnienie osadów związane z zmniejszeniem ich objętości.

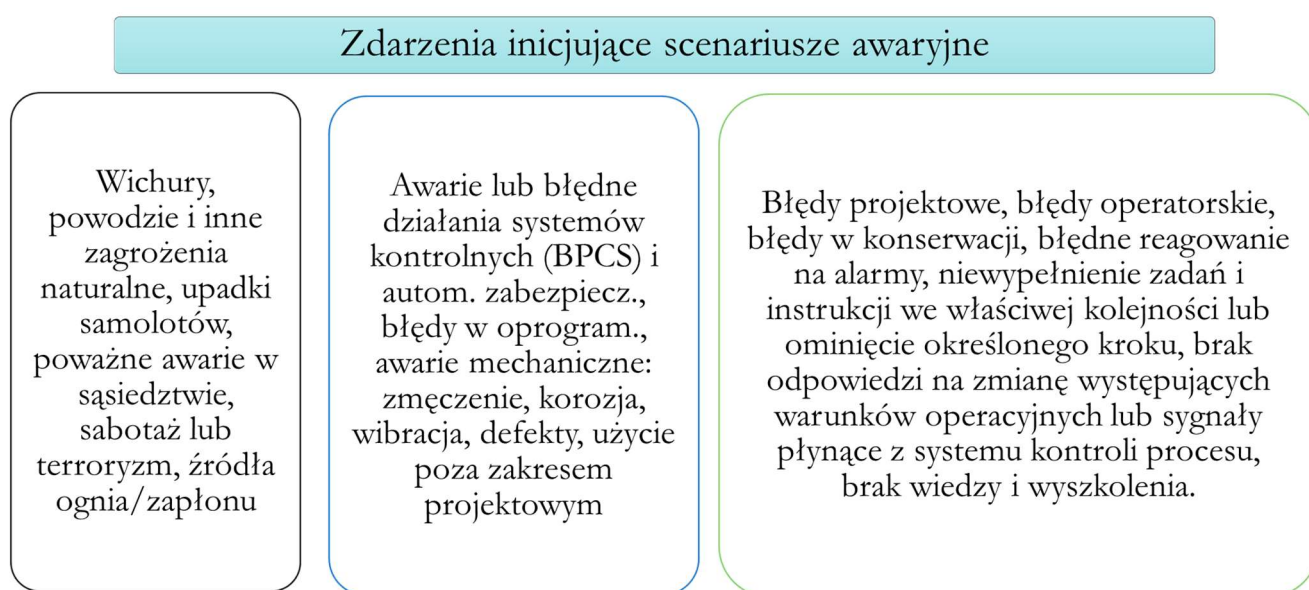
Do podstawowych procesów fizyczno-chemicznych znajdujących zastosowanie w oczyszczaniu ścieków przemysłowych można wyróżnić: ekstrakcję, koalescencję, sorpcję, flotację, koagulację. Z kolei do oczyszczania ścieków metodami chemicznymi używa się reagentów mających na celu wydzielenie produktów naftowych z ścieków. Powszechnie stosowanymi chemicznymi sposobami oczyszczania ścieków są chlorowanie i ozonowanie. Chlorowanie polega na utlenianiu i działaniu bakteriobójczym kwasu podchlorowego. Ozon z kolei jest sposobem droższym i polega na unieszkodliwianiu i odbarwianiu wód ściekowych. Ostatnim elementem oczyszczania ścieków jest biologiczne oczyszczanie ścieków w którym można wyróżnić dwie metody; naturalną i sztuczną. Naturalna metoda polega na odprowadzeniu ścieków do naturalnych zbiorników wodnych, wykorzystując zdolność do samooczyszczania. Biologicznie sztuczne oczyszczanie ścieków z kolei polega na użyciu złóż biologicznych oraz osadu czynnego.

Informacje dotyczące oczyszczania ścieków petrochemicznych zostały opracowane na podstawie [10].

Gleby zanieczyszczone produktami ropopochodnymi

Potencjalne źródła zanieczyszczeń gleby produktami ropopochodnymi można podzielić na dwie zasadnicze grupy [11]:

- miejsca o znanej lokalizacji, czyli między innymi rurociągi przemysłowe, przetwórnice ropy naftowej, rafinerie, zakłady chemiczne, bazy paliw, stacje paliw, bazy magazynowe CPN, terminale przeładunkowe, przepompownie, lotniska, bazy wojskowe, bocznice kolejowe, torowiska czy urządzenia wydobywające ropę naftową,
- zdarzenia losowe, czyli próby kradzieży paliwa z cystern, lokalne konflikty zbrojne, klęski żywiołowe (Rys. 11).



Rys. 11 zdarzenia inicjujące awarie przemysłowe

Produkty ropopochodne w środowisku gruntowo-wodnym występują w różnych postaciach [11]:

- węglowodory rozpuszczone w wodzie,
- w postaci par,
- zanieczyszczenia resztkowe zaadsorbowane na cząstkach gleby,
- substancji pływających po powierzchni roztworu glebowego.

W Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 1 września 2016 r. w sprawie sposobu prowadzenia oceny zanieczyszczenia powierzchni ziemi [12] można znaleźć dopuszczalne zawartości substancji powodujących ryzyko z podziałem na grupy i podgrupy gruntów (Tab. 2).

Zgodnie z [12] jeżeli dla danego terenu opracowano miejscowy plan zagospodarowania przestrzennego, grupy gruntów wydzielone w oparciu o sposób ich użytkowania na danym terenie określa się zgodnie z przeznaczeniem terenu wskazanym w miejscowym planie zagospodarowania przestrzennego, uwzględniając oznaczenia określone w przepisach wydanych na podstawie art. 16 ust. 2 ustawy z dnia 27 marca 2003 r. o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym (Dz. U. z 2016 r. poz. 778, 904, 961 i 1250), w następujący sposób:

1) grupa gruntów I:

- a) tereny zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej, oznaczone symbolem MN,
- b) tereny zabudowy mieszkaniowej wielorodzinnej, oznaczone symbolem MW,
- c) tereny zabudowy usługowej, oznaczone symbolem U,
- d) tereny sportu i rekreacji, oznaczone symbolem US,
- e) tereny rozmieszczenia obiektów handlowych o powierzchni sprzedaży powyżej 2000 m², oznaczone symbolem UC,
- f) tereny zabudowy zagrodowej w gospodarstwach rolnych, hodowlanych i ogrodnich, oznaczone symbolem RM,
- g) tereny obsługi produkcji w gospodarstwach rolnych, hodowlanych, ogrodnich oraz gospodarstwach leśnych i rybackich, oznaczone symbolem RU,
- h) tereny zieleni urządzonej, takie jak: parki, ogrody, zieleń towarzysząca obiektom budowlanym, zieleńce, arboreta, alpinaria, oznaczone symbolem ZP,
- i) cmentarze, oznaczone symbolem ZC,

2) grupa gruntów II:

- a) tereny rolnicze, oznaczone symbolem R,
- b) tereny ogrodów działkowych, oznaczone symbolem ZD,

Dla grupy gruntów II dla głębokości 0–0,25 m poniżej poziomu terenu (ppt) określa się następujące podgrupy gruntów wydzielone w oparciu o właściwości gleby:

- podgrupa gruntów II-1:
 - a) gleby mineralne bardzo lekkie, o zawartości frakcji FG02 mniejszej niż 10%, niezależnie od wartości pH_{KCl} ,
 - b) gleby mineralne lekkie, o zawartości frakcji FG02 10–20%, o wartości pH_{KCl} mniejszej lub równej 6,5;
- podgrupa gruntów II-2:
 - a) gleby mineralne lekkie, o zawartości frakcji FG02 10–20%, o wartości pH_{KCl} wyższej niż 6,5,
 - b) gleby mineralne średnie, o zawartości frakcji FG02 20–35%, o wartości pH_{KCl} mniejszej lub równej 5,5,
 - c) gleby mineralne ciężkie, o zawartości frakcji FG02 większej niż 35%, o wartości pH_{KCl} mniejszej lub równej 5,5,
 - d) gleby mineralno-organiczne, o zawartości węgla organicznego 3,5–6%, niezależnie od wartości pH_{KCl} ,
- podgrupa gruntów II-3:
 - a) gleby mineralne średnie, o zawartości frakcji FG02 20–35%, o wartości pH_{KCl} wyższej niż 5,5,
 - b) gleby mineralne ciężkie, o zawartości frakcji FG02 większej niż 35%, o wartości pH_{KCl} wyższej niż 5,5,
 - c) gleby mineralno-organiczne i organiczne, o zawartości węgla organicznego ponad 6%, niezależnie od wartości pH_{KCl} ,

3) grupa gruntów III:

- a) lasy, oznaczone symbolem ZL,
- b) grodziska, kurhany, zabytkowe fortyfikacje, oznaczone symbolem ZP,

- c) tereny zieleni objęte formami ochrony przyrody zgodnie z przepisami o ochronie przyrody, oznaczone symbolem ZN,
- 4) grupa gruntów IV:
- a) tereny obiektów produkcyjnych, składów i magazynów, oznaczone symbolem P,
- b) obszary i tereny górnicze, oznaczone symbolem PG,
- c) tereny dróg publicznych, oznaczone symbolem KD,
- d) tereny dróg wewnętrznych, oznaczone symbolem KDW,
- e) tereny infrastruktury technicznej, oznaczone symbolem E, G, W, K, T, O lub C.

Tab. 2 dopuszczalne zawartości substancji powodujących ryzyko szczególnie istotne dla ochrony powierzchni ziemi oraz dopuszczalne zawartości tych substancji w glebie [mg/kg suchej masy części ziemistych gleby (<2 mm)¹⁾], określone dla głębokości 0–0,25 m ppt, z podziałem uwzględniającym grupy gruntów, wydzielone w oparciu o sposób ich użytkowania, oraz podgrupy gruntów wydzielone w oparciu o właściwości gleby określone dla grupy gruntów II [12]

Substancja	Dopuszczalne zawartości substancji powodujących ryzyko z podziałem na grupy i podgrupy gruntów					
	I ³⁾	II ⁴⁾			III ⁵⁾	IV ⁶⁾
I Metale i metaloid						
		Podgrupa gruntów				
		II-1	II-2	II-3		
Cyna (Sn)	≤ 20	≤ 10	≤ 20	≤ 40	≤ 100	≤ 350
Miedź (Cu)	≤ 200	≤ 100	≤ 150	≤ 300	≤ 300	≤ 600
Ołów (Pb)	≤ 200	≤ 100	≤ 250	≤ 500	≤ 500	≤ 600
Rtęć (Hg)	≤ 5	≤ 2	≤ 4	≤ 5	≤ 10	≤ 30
II Węglowodory						
Suma węglowodorów C6-C12, składników frakcji benzyn ¹⁾	≤ 1	≤ 1			≤ 50	≤ 500
Suma węglowodorów C12-C35,składników frakcji oleju ²⁾	≤ 30	≤ 50			≤ 300	≤ 3000
Benzen	≤ 0,1	≤ 0,1			≤ 10	≤ 100
Toluen	≤ 0,01	≤ 0,1			≤ 10	≤ 100
Naftalen	≤ 1	≤ 1			≤ 1	≤ 16
Alifatyczne chlorowane ⁷⁾	≤ 0,01	≤ 0,01			≤ 0,01	≤ 5
Chloronaftalen	≤ 0,01	≤ 0,01			≤ 0,01	≤ 1
PCB	≤ 0,02	≤ 0,02			≤ 0,02	≤ 2

¹⁾ Suma wszystkich węglowodorów stanowiących frakcję benzyn: alifatycznych, naftenowych i aromatycznych zawierających w cząsteczce od 6 do 12 atomów węgla, z uwzględnieniem węglowodorów monoaromatycznych BTEX (benzenu, toluenu, etylobenzenu i ksylenów).

²⁾ Suma wszystkich węglowodorów stanowiących frakcję oleju: alifatycznych, naftenowych i aromatycznych zawierających w cząsteczce od 12 do 35 atomów węgla i powyżej, z uwzględnieniem wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych WWA.

³⁾ tereny zabudowy mieszkaniowej, usługowej, sportu i rekreacji itp.

⁴⁾ tereny rolnicze, ogrody działkowe,

⁵⁾ lasy, grodziska, tereny zieleni

⁶⁾ tereny obiektów produkcyjnych, składów, magazynów, obszary i tereny górnicze, tereny dróg publicznych.

⁷⁾ Indywidualne związki: dichlorometan, trichlorometan, tetrachlorometan, chloroetan, 1,2-dichloroetan, 1,1,2-trichloroetan, 1,1,2,2-tetrachloroetan.

Do badania gleby na zawartość benzyn i olejów używamy procedur zawartych w normach:

- PN-EN ISO 16703 „Jakość gleby – Oznaczanie zawartości węglowodorów w zakresie od C10 do C40 metodą chromatografii gazowej” – Frakcje benzyn,

- PN-EN ISO 22155 „Jakość gleby – oznaczanie ilościowe lotnych węglowodorów aromatycznych, lotnych węglowodorów halogenowych oraz wybranych eterów z zastosowaniem chromatografii gazowej – Metoda statycznej analizy fazy nadpowierzchniowej” – Frakcje benzyn,
- PN-ISO 16703 „Jakość gleby – Oznaczanie zawartości węglowodorów w zakresie od C10 do C40 metodą chromatografii gazowej” – frakcje oleju.

W celu ograniczenia zanieczyszczeń gleby produktami przemysłu petrochemicznego w obrębie bazy paliw płynnych stosuje się:

- system monitorowania i sygnalizacji przecieków produktów naftowych do gruntów,
- zabezpieczenie przed przenikaniem produktów petrochemicznych do gruntu.

W przypadku zanieczyszczenia gruntu w stopniu większym niż dopuszczalny należy teren zanieczyszczony oczyścić. Nie ma jednej metody oczyszczania gruntów. Metodę dobiera się w oparciu o następujące czynniki [13]:

- rodzaj zanieczyszczeń, właściwości fizykochemicznych i ich stężenia,
- rodzaju gruntu i podłoża gruntowego,
- wielkości zanieczyszczenia,
- sposobu korzystania z podłoża po oczyszczeniu,
- czasu trwania zanieczyszczenia.

Wyróżniamy kilka metod i technik remediacji gleby. W razie wystąpienia zanieczyszczenia gleby produktami ropopochodnymi wycieki należy zebrać za pomocą sorbentów lub mechanicznie. Jeżeli wymienione działania nie są wystarczające należy użyć środków dyspergujących. Ze względu na charakter wybranej techniki, do procedur remediacji gleby można wyróżnić (Rys. 13):

- metody inżynierskie oparte na usunięciu oraz składowaniu zanieczyszczanej części gleby na składowisku i zastosowaniu barier,
- metody procesowe obejmujące fizyczną, biologiczną i chemiczną stabilizację gleby, solidyfikację (łączenie fizyczne lub chemiczne zanieczyszczeń) oraz obróbkę termiczną.

Podział ze względu na miejsce prowadzenia procesu	in situ
	ex situ: ex situ on site, ex situ off site
Podział ze względu na metodę procesową	metody fizyczne: sorbenty, skimmery, separatory, pompy zasysające
	metody termiczne: spalanie, ogrzewanie promieniami podczerwonymi
	metody chemiczne: deahlogenacja, utlenianie, inertyzacja, zmiana pH, zastosowanie prądu elektrycznego
	metody biologiczne: mikroorganizmy

Rys. 12 Podział technik remediacji gleb [11]

Metoda *in situ* jest metodą przeprowadzaną w miejscu skażenia bez przemieszczania gruntu. Stosowana jest w przypadku kiedy nie ma możliwości usunięcia zanieczyszczonej gleby (tereny położone pod bazą paliw lub stacją paliw, teren pod rurociągiem). Głównymi metodami *in situ* są:

- biowentylacja,
- bioekstrakcja,
- odżywanie gleby,
- mobilizacja,
- przemywanie.

W odróżnieniu od metody *in situ*, metoda *ex situ* jest metodą używaną poza miejscem skażenia. Wyróżniamy dwa podstawowe rodzaje metody *ex situ*: *ex situ on site* i *ex situ off site*. Pierwsza z nich polega na usunięciu zanieczyszczonej gleby z miejsca skażenia, ale przeprowadzeniu oczyszczania w miejscu skażenia. Drugi rodzaj metody *ex situ* polega na usunięciu zanieczyszczonej gleby z miejsca skażenia i przeprowadzeniu rekultywacji poza miejscem wystąpienia skażenia. Metodę *ex situ* wyróżniają bardziej zintensyfikowane procesy oczyszczania, ponieważ przeprowadzane są w kontrolowanych warunkach i usuwanie odcieków związków naftowych. W metodach *ex situ* używane są:

- kompostowanie,
- oczyszczanie w biopryzmatkach i bioreaktorach,
- odżywanie gleby,
- odmywanie.

Metoda fizyczna polega na transporcie zanieczyszczonej gleby z miejsca skażenia i odizolowanie jej poprzez użycie barier izolujących, wycinanie i usuwanie zanieczyszczonej roślinności, używanie materiałów sorpcyjnych, tworzenie rowów działowych, zmywanie ciepłą wodą, spalanie czy zasypywanie do zbiorników. W ratownictwie używane są różne rodzaje sorbentów (substancje stale wykorzystywane do zbierania cieczy niebezpiecznych) ze względu na ich pochodzenie: sorbenty pochodzenia organicznego, sorbenty pochodzenia nieorganicznego, sorbenty pochodzenia chemicznego, sorbenty syntetyczne. Efektywność sorbentów zależy od ich chłonności, bierności chemicznej, granulacji, pływalności (odnosi się do sorbentów stosowanych na powierzchniach wód) czy gęstości nasypowej. Inną techniką fizyczną jest używanie urządzeń do usuwania rozlewów olejów takich jak: skimmery, separatory czy pompy zasysające. [11]

Metody termiczne polegają głównie na spalaniu zanieczyszczeń lub ogrzewaniu promieniami podczerwonymi zapewniającymi najwyższą skuteczność usuwania zanieczyszczeń. Metod termicznych można używać do prawie wszystkich gleb i do usunięcia większości substancji wchodzących w skład paliw płynnych. [11]

Do metod chemicznych zaliczamy metody, w których dochodzi do zmian struktury chemicznej zanieczyszczenia i zmiany zachowania substancji w gruncie po wpływie reakcji chemicznych. W konsekwencji stosowania metod powstają mniej toksyczne substancje. Przykładem takiej metody jest dehalogenacja związana z eliminacją jednego lub wielu atomów z grupy halogenów z cząsteczki związku chemicznego. Proces prowadzi się *ex situ* w ogrzewanych reaktorach. Do metod chemicznych zaliczamy również metody elektrochemiczne związane z zastosowaniem prądu elektrycznego wymuszającego migrację składników zanieczyszczenia. Innym rodzajem metody chemicznej oczyszczania gleby jest jej utlenienie, czyli dodanie do gleby substancji posiadających wyższy potencjał oksydoredukujący niż posiada

zanieczyszczenie. Z kolei inertyzacja jest procesem unieruchomienia skażenia w glebie, tak aby obszar zanieczyszczony nie powiększał się. [11]

Metoda biologiczna opiera się na zjawisku biodegradacji, w której dochodzi do zmiany chemicznej struktury składników skażenia wskutek naturalnych procesów biologicznych. W efekcie działania organizmów żywych dochodzi do biotransformacji skażonej gleby do formy mniej szkodliwej dla środowiska lub nawet całkowitego zubożenia zanieczyszczenia. Rolą człowieka w tym procesie jest uaktywnienie lub wprowadzenie mikroflory do zanieczyszczonego gruntu. Niestety naturalne procesy samooczyszczania gleby trwają długo stąd należy zapewnić mikroorganizmom odpowiednie warunki do ich rozwoju. [11]

Na szybkość procesu oczyszczania gleb mają również wpływ następujące czynniki:

- cykl życia samych roślin,
- pH organizmów,
- pojemność sorpcyjna gleb i minerałów,
- składniki odżywcze i tlenowe,
- właściwości fizykochemiczne samych zanieczyszczeń,
- substancji wydzielanych przez mikroorganizmy. [14]

Oleje przepracowane

Podstawowe pojęcia opracowane na podstawie Ustawy o odpadach [15]:

- **odpady** – rozumie się przez to każdą substancję lub przedmiot, których posiadacz pozbywa się, zamierza się pozbyć lub do których pozbycia się jest obowiązany,
- **odpady komunalne** – rozumie się przez to odpady powstające w gospodarstwach domowych oraz odpady pochodzące od innych wytwórców odpadów, które ze względu na swój charakter i skład są podobne do odpadów z gospodarstw domowych, w szczególności niesegregowane (zmieszane) odpady komunalne i odpady selektywnie zebrane:
 - z gospodarstw domowych, w tym papier i tektura, szkło, metale, tworzywa sztuczne, bioodpady, drewno, tekstylia, opakowania, zużyty sprzęt elektryczny i elektroniczny, zużyte baterie i akumulatory oraz odpady wielkogabarytowe, w tym materace i meble, oraz
 - ze źródeł innych niż gospodarstwa domowe, jeżeli odpady te są podobne pod względem charakteru i składu do odpadów z gospodarstw domowych,
 - przy czym odpady komunalne nie obejmują odpadów z produkcji, rolnictwa, leśnictwa, rybołówstwa, zbiorników bezodpływowych, sieci kanalizacyjnej oraz z oczyszczalni ścieków, w tym osadów ściekowych, pojazdów wycofanych z eksploatacji oraz odpadów budowlanych i rozbiórkowych; niesegregowane (zmieszane) odpady komunalne pozostają niesegregowanymi (zmieszanymi) odpadami komunalnymi, nawet jeżeli zostały poddane przetwarzaniu odpadów, ale przetwarzanie to nie zmieniło w sposób znaczący ich właściwości,
- **odzysk** – rozumie się przez to jakikolwiek proces, którego głównym wynikiem jest to, aby odpady służyły użytecznemu zastosowaniu przez zastąpienie innych materiałów, które w przeciwnym przypadku zostałyby użyte do spełnienia danej funkcji, lub w wyniku którego odpady są przygotowywane do spełnienia takiej funkcji w danym zakładzie lub ogólnie w gospodarce,
- **oleje odpadowe** – rozumie się przez to wszelkie mineralne lub syntetyczne oleje smarowe lub przemysłowe, które przestały się nadawać do użytku, do jakiego były pierwotnie przeznaczone, w szczególności zużyte oleje z silników spalinowych i oleje przekładniowe, oleje smarowe, oleje turbinowe oraz oleje hydrauliczne,
- **PCB** – rozumie się przez to polichlorowane bifenyly, polichlorowane trifenyly, monometylotetrachlorodifenylometan, monometylodichlorodifenylometan, monometylodibromodifenylometan oraz mieszaniny zawierające jakąkolwiek z tych substancji w ilości powyżej 0,005% wagowo łącznie,
- **ponowne użycie** – rozumie się przez to działanie polegające na wykorzystywaniu produktów lub części produktów niebędących odpadami ponownie do tego samego celu, do którego były przeznaczone,
- **posiadacz odpadów** – rozumie się przez to wytwórcę odpadów lub osobę fizyczną, osobę prawną oraz jednostkę organizacyjną nieposiadającą osobowości prawnej będące w posiadaniu odpadów; domniemywa się, że władający powierzchnią ziemi jest posiadaczem odpadów znajdujących się na nieruchomości,
- **przetwarzanie** – rozumie się przez to procesy odzysku lub unieszkodliwiania, w tym przygotowanie poprzedzające odzysk lub unieszkodliwianie,
- **przygotowanie do ponownego użycia** – rozumie się przez to odzysk polegający na sprawdzeniu, czyszczeniu lub naprawie, w ramach którego produkty lub części produktów, które wcześniej stały się odpadami, są przygotowywane do tego, aby mogły być ponownie wykorzystywane bez jakichkolwiek innych czynności wstępnego przetwarzania,
- **recykling** – rozumie się przez to odzysk, w ramach którego odpady są ponownie przetwarzane na produkty, materiały lub substancje wykorzystywane w pierwotnym celu lub innych celach; obejmuje to ponowne przetwarzanie materiału organicznego (recykling organiczny), ale nie obejmuje odzysku

energii i ponownego przetwarzania na materiały, które mają być wykorzystane jako paliwa lub do prac ziemnych,

- **regeneracja oleju odpadowego** - rozumie się, przez to jakikolwiek proces recyklingu, w którym w wyniku rafinacji olejów odpadowych mogą zostać wyprodukowane oleje bazowe, w szczególności przez usunięcie znajdujących się w olejach odpadowych zanieczyszczeń, produktów reakcji utleniania i dodatków,
- **unieszkodliwianie odpadów** – rozumie się przez to proces niebędący odzyskiem, nawet jeżeli wtórnym skutkiem takiego procesu jest odzysk substancji lub energii,
- **wytwórca odpadów** – rozumie się przez to każdego, którego działalność lub bytowanie powoduje powstawanie odpadów (pierwotny wytwórca odpadów), oraz każdego, kto przeprowadza wstępną obróbkę, mieszanie lub inne działania powodujące zmianę charakteru lub składu tych odpadów; wytwórcą odpadów powstających w wyniku świadczenia usług w zakresie budowy, rozbiórki, remontu obiektów, czyszczenia zbiorników lub urządzeń oraz sprzątnięcia, konserwacji i napraw jest podmiot, który świadczy usługę, chyba że umowa o świadczenie usługi stanowi inaczej,

Około połowa wszystkich zakupionych olejów smarowych stanie się finalnie olejami odpadowymi. Pozostała część olejów smarowych jest zużywana w trakcie eksploatacji maszyn i pojazdów lub przez wyciek. Oleje odpadowe uważane są za odpady niebezpieczne nie bez powodu. Wystarczy jeden litr zużytego oleju, aby zanieczyścić milion litrów wody, co przekłada się na zagrożenie dla ekosystemu wodnego. Jednostki organizacyjne oraz osoby fizyczne prowadzące działalność gospodarczą, w wyniku której powstają oleje odpadowe zgodnie z prawem odgrywają zasadniczą rolę w odzyskaniu zużytego oleju, przez przekazywanie przepracowanego oleju autoryzowanym placówkom.

Aktualnie placówkami zajmującymi się zbiórką odpadów są:

- Orlen Południe,
- PSZOK, MPSZOK - punkty selektywnego zbierania odpadów komunalnych (tylko od osób fizycznych),
- Prywatne firmy zajmujące się zbiórką olejów przepracowanych.

Podczas zbierania olejów odpadowych pojemniki do ich magazynowania należy traktować jak zbiorniki do magazynowania produktów należących do I lub II klasy niebezpieczeństwa pożarowego. Należy również pamiętać, że nie można mieszać ze sobą olejów o różnych właściwościach, a w celu przekazania olejów odpadowych do odpowiednich instytucji muszą być prawidłowo zabezpieczone i poprawnie oznaczone. Pojemniki używane do magazynowania muszą być szczelne (np. kanistry, beczki) z poniższymi informacjami zamieszczonymi w widocznym miejscu:

- napis „OLEJ ODPADOWY”,
- kod lub kody odpadów wynikające z rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 9 grudnia 2014 r. w sprawie katalogu odpadów,
- oznakowanie wymagane przepisami dotyczącymi transportu odpadów niebezpiecznych. [15]

Zgodnie z obowiązującym art. 92 Ustawy o odpadach [15]:

„Zakazuje się mieszania olejów odpadowych z innymi odpadami niebezpiecznymi, w tym zawierającymi PCB, w czasie ich zbierania lub magazynowania, jeżeli poziom określonych substancji przekracza dopuszczalne wartości.”

Podczas pracy silnika do oleju silnikowego mogą dostać się różne zanieczyszczenia, które możemy podzielić na trzy zasadnicze grupy:

- Grupa 1 – kwasy i związki o charakterze kwaśnym, produkty spalania paliwa i oleju silnikowego (sadza czy koks), produkty utleniania, zanieczyszczenia mineralne (pył mineralny), zanieczyszczenia o charakterze szlamów,
- Grupa 2 – cząstki metali (produkty zużycia elementów silnika), ciecz chłodząca, woda,
- Grupa 3 – paliwa (BS, ON) rozcieńczające olej silnikowy. [16]

Jak do każdego płynu eksploatacyjnego tak i do olejów silnikowych, w celu polepszenia właściwości użytkowych dodaje się dodatki uszlachetniające. Stosowane dodatki do oleju silnikowego stwarzają również dodatkowe zagrożenie dla zdrowia człowieka oraz dla środowiska. Wynika to z faktu, że zawierają w swoim składzie pierwiastki takie jak siarka, fosfor itp. Szczególnie groźnymi związkami są polichlorowane bifenyle (PCB). Polichlorowane bifenyle są substancjami niepalnymi o stabilnych, bardzo dobrych właściwościach dielektrycznych, odporne chemicznie. Dawniej były stosowane jako ciecze izolacyjne do napełniania kondensatorów i transformatorów, jako płyny hydrauliczne, środki konserwujące oraz impregnujące. PCB jednak należą do związków chemicznie praktycznie nie ulegających rozkładowi biologicznemu. Również są słabo rozpuszczalne w wodzie, ale z kolei z łatwością rozpuszczają się w olejach i tłuszczach. Ze względu na to, że nie ulegają łatwo rozkładowi biologicznemu mogą akumulować się w tkankach organizmów żywych wywołując uszkodzenia śledziony, wątroby i nerek. Stwierdzono także, że PCB ma poważny wpływ na zapis genetyczny i działanie rakotwórcze. Z powyższych względów na chwilę obecną produkcja polichlorowanych bifenyli w Polsce jest zabroniona. Do określenia zawartości PCB w substancji Centralne Laboratorium Naftowe w Warszawie opracowało metodę analityczną, która pozwala na ocenę zawartości polichlorowanych bifenyli w olejach na poziomie 1-2 ppm. [17]

Postępowanie z olejami odpadowymi

W związku z Rozporządzeniem Ministra Gospodarki w sprawie szczegółowego sposobu postępowania z olejami odpadowymi każdy posiadacz odpadów a w tym olejów przepracowanych ma obowiązek zbierania, magazynowania i klasyfikowania do właściwego procesu odzysku lub unieszkodliwiania.

Oleje odpadowe w pierwszej kolejności powinny być poddane regeneracji. Dopiero w sytuacji, kiedy nie ma możliwości zregenerowania olejów odpadowych ze względu na ich stopień zanieczyszczenia należy ustalić czy olej odpadowy nadaje się do procesu odzysku. Jeżeli olej odpadowy nie spełnia wymagań do regeneracji albo odzysku dopuszcza się jego unieszkodliwianie. [15]. Do ustalenia właściwego procesu regeneracji, odzysku lub unieszkodliwiania może posłużyć załącznikiem 9 oraz zamieszczoną na kolejnej stronie tabelą 3.

Tab. 3 Kryteria selekcji olejów odpadowych na podstawie Rozporządzenia Ministra Gospodarki z dnia 5 października 2015 r. w sprawie szczegółowego sposobu postępowania z olejami odpadowymi [18]

Lp.	Parametr	J.m.	Regeneracja	Odzysk	Unieszkodliwianie
1.	Zawartość PCB	mg/kg	≤ 25	25 - 50	> 50
2.	Zawartość chloru	[%] (m/m)	$\leq 0,2$	$\leq 0,2$	$> 0,2$
3.	Temperatura zapłonu	[°C]	> 56	> 56	≤ 56
4.	Sumaryczna zawartość metali i krzemu	[%] (m/m)	$\leq 0,5$	$\leq 0,5$	$> 0,5$
5.	Sumaryczna zaw. Wody i zanieczyszczeń stałych	[%] (V/V)	$\leq 10,0$	$> 10,0$	nie decyduje
6.	Gęstość w temperaturze 15°C	[kg/dm ³]	$< 0,870 ; 0,930 >$	$< 0,870$ $> 0,930$	nie decyduje
7.	Zawartość siarki	[%] (m/m)	$\leq 1,0$	$> 1,0$	nie decyduje
8.	Zawartość emulgatorów	jakościowo	nie zawiera	mogą zawierać	nie decyduje
9.	Zawartość substancji zmydlających.	jakościowo	nie zawiera	mogą zawierać	nie decyduje

Informacje związane z olejami przepracowanymi można znaleźć w:

- Obwieszczeniu Marszałka Sejmu Rzeczypospolitej Polskiej z dnia 3 marca 2022 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu ustawy o odpadach (Dz.U. 2022 poz. 699),
- Rozporządzeniu Ministra Klimatu z dnia 2 stycznia 2020 r. w sprawie katalogu odpadów (Dz.U. 2020 poz. 10),
- Rozporządzeniu Ministra Gospodarki z dnia 5 października 2015 r. w sprawie szczegółowego sposobu postępowania z olejami odpadowymi (Dz.U. 2015 poz. 1694),
- Obwieszczeniu Marszałka Sejmu Rzeczypospolitej Polskiej z dnia 8 października 2020 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu ustawy o obowiązkach przedsiębiorców w zakresie gospodarowania niektórymi odpadami oraz o opłacie produktowej (Dz.U. 2020 poz. 1903),
- Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2008/98/WE z dnia 19 listopada 2008r. w sprawie odpadów oraz uchylająca niektóre dyrektywy.

Instrukcje do zajęć laboratoryjnych

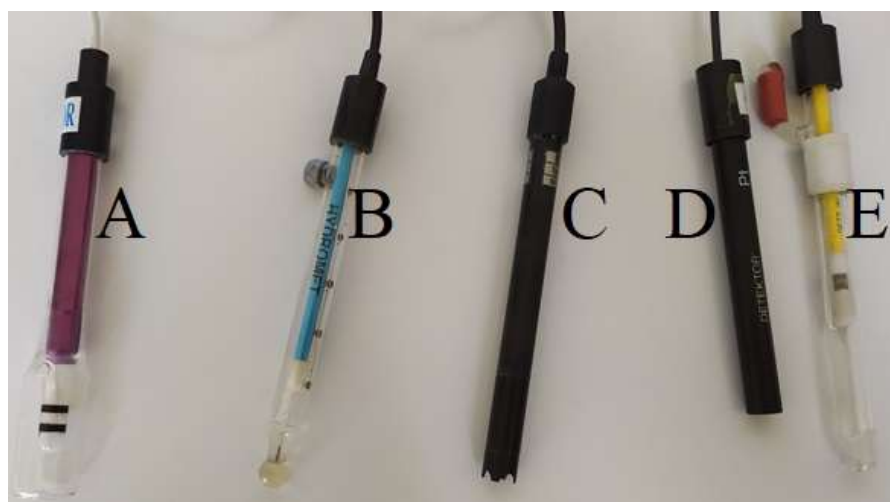
Badanie fizykochemiczne wody i ścieków

A. ZABEZPIECZENIE MATERIAŁOWO-TECHNICZNE

1. Wielofunkcyjny przyrząd mikrokomputerowy CX-551 (Rys. 13)
2. Elektroda konduktometryczna o stałej $K=0,50$ (Rys. 14-A)
3. Elektroda zespolona (kombinowana) złożona z półogniwa szklanego oraz nasyconego półogniwa chlorosrebrowego, typ ESAGS-307W (Rys. 14-B)
4. Czujnik tlenowy COG-1t złożony z dwóch elektrod tj. ze srebrnej katody i cynkowej anody, umieszczonych w roztworze elektrolitu, oddzielonym od badanej próbki przepuszczalną dla tlenu membraną. (Rys. 14-C)
5. Elektroda platynowa (czarna) wskaźnikowa (Rys. 14-D)
6. Elektroda chlorosrebrowa (czerwona końcówka) odniesienia o stałym potencjale (rys. 14-E)



Rys. 13 Wielofunkcyjny przyrząd mikrokomputerowy CX-551



Rys. 14 Elektrody: A - elektroda konduktometryczna, B - elektroda zespolona (kombinowana), C - Czujnik tlenowy COG-1t, D - Elektroda platynowa wskaźnikowa, E - Elektroda chlorosrebrowa odniesienia o stałym potencjale

B. METODYKA OZNACZANIA

1. Pomiar pH

Do pomiaru pH roztworów używana jest elektroda zespolona (kombinowana) złożona z półogniwa szklanego oraz nasyconego półogniwa chlorosrebrowego. Połączenie elektrolityczne elektrody z roztworem badanym zapewnia diafragma. Punkt zerowy elektrody (wartość pH, w którym $SEM=0$ mV) odpowiada wartości $pH=6,5$ 0,5. Elektroda przeznaczona jest do pomiarów laboratoryjnych w zakresie pH od 0 do 14 i w temperaturze od 0° do $90^{\circ}C$. Przed przystąpieniem do pomiarów, membranę należy kondycjonować zanurzając w wodzie lub nasyconym roztworze KCl przez okres 24 godzin.

2. Pomiar przewodnictwa właściwego

Do pomiarów przewodnictwa właściwego stosuje się elektrodę konduktometryczną o stałej $K=0,50$. Kalibracja elektrody nie jest wymagana.

3. Pomiar potencjału utleniająco-redukującego (redox)

Do pomiaru potencjału redox stosowana jest elektroda platynowa (czarna), jest to elektroda wskaźnikowa oraz elektroda chlorosrebrowa (z czerwoną końcówką) jako elektroda odniesienia o stałym potencjale. Mając dwie elektrody wskaźnikową i odniesienia możemy przejść bezpośrednio do wykonywania pomiarów, bez konieczności wykonywania kalibracji.

4. Pomiar zawartości tlenu

Do pomiaru zawartości tlenu używany jest czujnik tlenowy COG-1t, wyposażony dodatkowo w czujnik Pt-1000B, umożliwiający pomiar temperatury roztworu. Czujnik tlenowy COG-1 jest czujnikiem galwanicznym, przeznaczonym do pomiarów stężenia rozpuszczonego tlenu w wodach naturalnych, ściekach lub wodach zasolonych. Tego rodzaju pomiary mają zasadnicze znaczenie w procesach, w których zawartość tlenu wpływa na szybkość reakcji, wydajność procesu lub stan środowiska naturalnego. Czujnik COG-1 pracuje na zasadzie ogniwa galwanicznego, złożonego z dwóch elektrod, tj. ze srebrnej katody i cynkowej anody, umieszczonych w zbiorniku z elektrolitem, oddzielonym od badanej próbki przepuszczalną dla tlenu membraną. Rozpuszczony w wodzie tlen przenika przez membranę i przy powierzchni katody ulega redukcji generując napięcie proporcjonalne do ciśnienia cząstkowego tlenu rozpuszczonego w wodzie.

B. Przebieg ćwiczenia

I. Pomiar pH

Do pomiaru pH roztworów używana jest elektroda zespolona (kombinowana) złożona z półogniwa szklanego oraz nasyconego półogniwa chlorosrebrowego. Połączenie elektrolityczne elektrody z roztworem badanym zapewnia diafragma. Punkt zerowy elektrody (wartość pH, w którym $SEM=0$ mV) odpowiada wartości $pH=6,5$. Elektroda przeznaczona jest do pomiarów laboratoryjnych w zakresie pH od 0 do 14 i w temperaturze od 0° do $90^{\circ}C$. Przed przystąpieniem do pomiarów, membranę należy kondycjonować zanurzając w wodzie lub nasyconym roztworze KCl przez okres 24 godzin.

Przygotowanie elektrody:

- bezpośrednio przed przystąpieniem do pomiarów, elektrodę dokładnie opłukać wodą destylowaną i zdjąć opaskę gumową zabezpieczającą diafragmę (jeżeli jest stosowana w danym typie elektrody),
- podczas pomiarów nie wolno trzymać za kabel elektrody,
- po każdym pomiarze elektrodę należy opłukać wodą destylowaną,
- osuszyć membranę elektrody delikatnie dotykając ją ligniną, nie wycierać przez silne pocieranie,
- po pracy przechowywać elektrodę w wodzie destylowanej,
- kontrolować poziom elektrolitu i okresowo uzupełniać go przez górny otwór w korpusie elektrody (nasyconym roztworem KCl).

Kalibracja elektrody z użyciem roztworów buforowych

Kolejność postępowania podano poniżej:

1. Przygotować do pracy elektrodę poprzez przemycie jej wodą destylowaną i osuszenie ligniną.
2. Podłączyć do przyrządu przygotowaną elektrodę kombinowaną do gniazda z tyłu aparatu oznaczonego symbolem pH/Ion/mV.
3. Włączyć przyrząd klawiszem ON/OFF.
4. Naciśnąć i przytrzymać klawisz funkcji pH do momentu pojawienia się symbolu CAL.

5. Nacisnąć klawisz NEXT, pojawi się symbol P1 (pierwszy punkt kalibracji).
6. Umieścić elektrodę w pierwszym roztworze buforowym.
7. Nacisnąć klawisz NEXT, pojawi się wartość pierwszego roztworu buforowego.
8. Klawiszami „-” lub „+” wprowadzić wartość stosowanego pierwszego roztworu buforowego;
9. Nacisnąć klawisz NEXT, na ekranie pojawi się symbol C7 (kams pierwszym roztworze buforowym).
10. Nacisnąć klawisz NEXT, pojawi się bezwymiarowa wartość pomiaru w pierwszym roztworze buforowym.
11. 1Po ustabilizowaniu się wyniku nacisnąć klawisz NEXT, CO spowoduje zapamiętanie wartości pomiaru (zapulsowanie wyniku jest potwierdzeniem zapisu do pamięci).
12. 1Wyjąć elektrodę z roztworu buforowego, przemyć ją wodą destylowaną osuszyć ligniną.
13. Następnie elektrodę umieścić w drugim roztworze buforowym.
14. Nacisnąć klawisz NEXT, pojawi się symbol P2 (drugi punkt kalibracji).
15. Nacisnąć klawisz NEXT, pojawi się wartość drugiego roztworu buforowego.
16. Klawiszami „-” lub „+” wprowadzić wartość stosowanego drugiego roztworu. Buforowego.
17. Dalej postępować tak samo, jak podczas kalibracji w pierwszym roztworze. Po zapamiętaniu wartości drugiego punktu kalibracji przyrząd automatycznie wraca do trybu pomiarowego. Po wykonaniu kalibracji i przemyciu elektrody, umieścić ją w naczyniu z pierwszą próbką, tak aby elektroda nie dotykała brzegów naczynia i jego dna (najlepiej stosować statyw) i po ustabilizowaniu się wartości, na lewym wyświetlaczu odczytać wynik pomiaru. Pomiar powtórzyć trzy razy, poprzez wyjmowanie elektrody z badanego roztworu i ponowne jej zanurzenie. Za wynik przyjąć średnią z trzech pomiarów. Po uzyskaniu ostatecznego wyniku elektrodę wyjąć z badanej próbki, przemyć wodą destylowaną i osuszyć ligniną, a następnie umieścić ją w kolejnej próbce.

II. Pomiar przewodnictwa właściwego

Do pomiarów przewodnictwa właściwego konduktometryczna o stałej $K=0,50$. Używana jest elektroda Kalibracja bez roztworu wzorcowego:

18. Przygotować elektrodę poprzez przemycie jej wodą destylowaną oraz osuszenie ligniną.
19. Elektrodę podłączyć do odpowiedniego gniazda z tyłu przyrządu oznaczonego symbolem cond..
20. Włączyć przyrząd klawiszem ON/OFF.
21. Wejść w tryb pomiaru przewodności naciskając klawisz cond.
22. Nacisnąć klawisz MODE, na lewym ekranie pojawi się mały symbol Ki wartość wprowadzonej stałej K.
23. Klawiszami – lub + skorygować wskazanie do wartości stałej K elektrody.
24. Wyjść z trybu wprowadzania stałej K naciskając klawisz cond. Jeżeli stała K elektrody nie jest znana, należy wykonać kalibrację za pomocą roztworu wzorcowego.

Po wykonaniu kalibracji można przystąpić do wykonywania pomiarów danych próbek. Dokładny pomiar przewodności powinien być przeprowadzany w temperaturze 25°C. Pomiar wykonujemy w sposób następujący:

1. Przygotowaną elektrodę umieścić w naczyniu z badaną próbką na wysokości ok. 2 cm od dna naczynia.

2. Sprawdzić czy cała cęła pomiarowa jest zanurzona i czy nie ma w niej pęcherzyków powietrza.
3. Doprowadzić temperaturę roztworu do 25°C.
4. Odczytać wynik po ustabilizowaniu się z lewego wyświetlacza. Wykonać minimum trzy pomiary, za wynik przyjąć średnią arytmetyczną z trzech pomiarów.

III. Pomiar potencjału utleniająco-redukującego (redox)

Do pomiaru potencjału redox stosowana jest elektroda platynowa (czarna), jest to elektroda wskaźnikowa oraz elektroda chlorosrebrowa (z czerwoną końcówką) jako elektroda odniesienia o stałym potencjale. Mając dwie elektrody wskaźnikową i odniesienia możemy przejść bezpośrednio do wykonywania pomiarów, bez konieczności wykonywania kalibracji. Pomiary wykonujemy następująco:

1. Przygotować elektrody przemywając je wodą destylowaną i osuszając przy użyciu ligniny.
2. Elektrody podłączyć do miernika CX-551 z tyłu przyrządu do odpowiednich gniazd. Elektrode wskaźnikową do gniazda oznaczonego symbolem pH/Ion/mV, natomiast elektrodę odniesienia do gniazda oznaczonego symbolem GND.
3. Włączyć przyrząd klawiszem ON/OFF.
4. Wejść w tryb pomiaru napięcia naciskając klawisz mV.
5. Zanurzyć obydwie elektrody w badanym roztworze na wysokości ok 2 cm od dna naczynia, tak by nie dotykały ścianek.
6. Odczytać wynik po ustabilizowaniu się z lewego wyświetlacza. Wykonać minimum trzy pomiary, za wynik przyjąć średnią arytmetyczną z trzech pomiarów.

IV. Pomiar zawartości tlenu

Do pomiaru zawartości tlenu używany jest czujnik tlenowy COG-1t, wyposażony dodatkowo w czujnik Pt-1000B, umożliwiający pomiar temperatury roztworu. Czujnik tlenowy COG-1 jest czujnikiem galwanicznym, przeznaczonym do pomiarów stężenia rozpuszczonego tlenu w wodach naturalnych, ściekach lub wodach zasolonych. Tęgo rodzaju pomiary mają zasadnicze znaczenie w procesach, w których zawartość tlenu wpływa na szybkość reakcji, wydajność procesu lub stan środowiska naturalnego. Czujnik COG-1 pracuje na zasadzie ogniwa galwanicznego, złożonego z dwóch elektrod, tj. ze srebrnej katody i cynkowej anody, umieszczonych w zbiorniku z elektrolitem, oddzielonym od badanej próbki przepuszczalną dla tlenu membraną. Rozpuszczony w wodzie tlen przenika przez membranę i przy powierzchni katody ulega redukcji generując napięcie proporcjonalne do ciśnienia cząstkowego tlenu rozpuszczonego w wodzie.

Stosowany czujnik tlenowy wymaga dwupunktowej kalibracji w roztworach wzorcowych. Podczas kalibracji używa się jednego roztworu o zerowym nasyceniu tlenu i drugiego o wyższym, znanym nasyceniu tlenem (najczęściej stosuje się roztwór o 100% nasyceniu tlenem).

Przygotowanie roztworu beztlenowego (0% O₂).

1. Odważyć 5g siarczynu sodu Na₂SO₃ i rozpuścić w 95 ml wody destylowanej. Roztwór należy sporządzić bezpośrednio przed użyciem. Przygotowanie wody nasyconej tlenem (100% O₂).
2. Roztwór ten uzyskuje się poprzez napowietrzenie wody. Zlewkę napełnić wodą destylowaną. Do zlewki wprowadzić rurką powietrze np. przez napowietrzacz akwariowy i prowadzić natlenianie przez co najmniej 30 minut.

Kolejność postępowania podczas kalibracji podano poniżej:

1. Przygotować do pracy elektrodę.
2. Podłączyć do przyrządu przygotowany czujnik tlenowy do gniazda z tyłu aparatu, oznaczonego symbolem Oz.
3. Włączyć przyrząd klawiszem ON/OFF; 4. Nacisnąć i przytrzymać klawisz funkcji O2 do momentu pojawienia się symbolu CAL.
4. Nacisnąć klawisz NEXT, pojawi się symbol P1 (pierwszy punkt kalibracji).
5. Umieścić elektrodę w roztworze o zerowej zawartości tlenu.
6. Nacisnąć klawisz NEXT, pojawi się wartość pierwszego roztworu wzorcowego.
7. Klawiszami „-„ lub „+” wprowadzić wartość stosowanego pierwszego roztworu wzorcowego (0%).
8. Nacisnąć klawisz NEXT, na ekranie pojawi się symbol C1 (kalibracja w pierwszym roztworze wzorcowym).
9. Nacisnąć klawisz NEXT, pojawi się bezwymiarowa wartość pomiaru w pierwszym roztworze wzorcowym.
10. Po ustabilizowaniu się wyniku nacisnąć klawisz NEXT, co spowoduje zapamiętanie wartości pomiaru (zapulsowanie wyniku jest potwierdzeniem zapisu do pamięci).
11. Następnie czujnik tlenowy umieścić w drugim roztworze wzorcowym.
12. Nacisnąć klawisz NEXT, pojawi się symbol P2 (drugi punkt kalibracji).
13. Nacisnąć klawisz NEXT, pojawi się wartość drugiego roztworu wzorcowego.
14. Klawiszami „-” lub „+” wprowadzić wartość stosowanego drugiego roztworu wzorcowego (100%);
15. Wyjąć czujnik, przepłukać starannie wodą destylowaną i włożyć do roztworu o nasyceniu tlenem 100% zapewniając przepływ.
16. Nacisnąć klawisz NEXT, pojawi się symbol C2 (kalibracja w drugim roztworze wzorcowym).
17. Nacisnąć klawisz NEXT, pojawi się bezwymiarowa wartość pomiaru w drugim roztworze wzorcowym.
18. Po ustabilizowaniu się wyniku nacisnąć klawisz NEXT, CO spowoduje zapamiętanie wartości pomiaru i powrót do trybu pomiarowego.

Po wykonaniu kalibracji można przystąpić do wykonywania pomiarów danych próbek. Należy pamiętać, że podczas pomiarów czujnik pobiera tlen z otoczenia membrany. Aby wynik był stabilny wymagany jest minimalny przepływ badanego roztworu. Podczas pomiarów w naczyniach w laboratorium, konieczne jest stosowanie mieszadła elektrycznego. Pomiary wykonywać w sposób następujący:

1. Naczynie z badaną próbką umieścić na podstawie mieszadła elektrycznego.
2. Przygotowany czujnik tlenowy zanurzyć w naczyniu z badaną próbką tak, by nie dotykał ścianek i dna naczynia;
3. Odczytać wynik po ustabilizowaniu się z lewego wyświetlacza. Wykonać minimum trzy pomiary, za wynik przyjąć średnią arytmetyczną z trzech pomiarów. Wyniki wpisać do tabeli 5.

C. Opracowanie wyników pomiarów

Wyniki pomiarów zapisać w tabeli 4.

Tab. 4 Tabela raportu pomiarów parametru

Raport z badania fizykochemicznego wody i ścieków									
Data wykonania badania		–							
Gatunek badanego płynu eksploatacyjnego		–							
Wygląd zewnętrzny próbki		–							
Ciśnienie atmosferyczne w czasie badania		kPa							
Temperatura otoczenia w czasie badania,		°C							
Numer pomiaru		Nr próbki						Wynik	
		Próbka nr 1		Próbka nr 2		Próbka nr 3			
		Wynik pomiaru	T [°C]	Wynik pomiaru	T [°C]	Wynik pomiaru	T [°C]	Średnia wyników	Średnia T [°C]
Ph	Pomiar 1								
	Pomiar 2								
	Pomiar 3								
Przewodność właściwa	Pomiar 1								
	Pomiar 2								
	Pomiar 3								
Potencjał REDOX	Pomiar 1								
	Pomiar 2								
	Pomiar 3								
Tlen rozpuszczony	Pomiar 1								
	Pomiar 2								
	Pomiar 3								

W celu dokonania analizy wyników należy porównać wyniki badanych parametrów z wymaganiami Rozporządzenia Ministra Gospodarki Morskiej i Żeglugi Śródlądowej z dnia 12 lipca 2019 r. w sprawie substancji szczególnie szkodliwych dla środowiska wodnego oraz warunków, jakie należy spełnić przy wprowadzaniu do wód lub do ziemi ścieków, a także przy odprowadzaniu wód opadowych lub roztopowych do wód lub do urządzeń wodnych (Dz. U. z 2019 r. poz. 1311) i zamieścić je w tab. 5.

Tab. 5 Porównanie wyników próbek z aktualnym wymaganiem

Badany parametr wody lub ścieków	Wynik	J.m.	Spełnienie wymagania w zakresie badanych parametrów	
			wg rozporządzenia w sprawie substancji szczególnie szkodliwych dla środowiska wodnego oraz warunków, jakie należy spełnić przy wprowadzaniu do wód lub do ziemi ścieków, a także przy odprowadzaniu wód opadowych lub roztopowych do wód lub do urządzeń wodnych (Dz. U. Z r. Poz. oraz z ... r. Poz. ...)	
			wymaganie	spełnienie wymagania
pH ¹⁾				
Przewodność właściwa				
Potencjał redukująco-utleniający				
Tlen rozpuszczony				
Temperatura próbki				
¹⁾ Dotyczy pozostałych rodzajów ścieków przemysłowych				

E. Opracowanie sprawozdania

Sprawozdanie powinno zawierać:

- opis stanowiska i metodykę oznaczania,
- wyniki badań i obliczeń w postaci tabeli,
- wnioski dotyczące otrzymanych wyników.

Badania fizykochemiczne gruntów zanieczyszczonych substancjami naftowymi

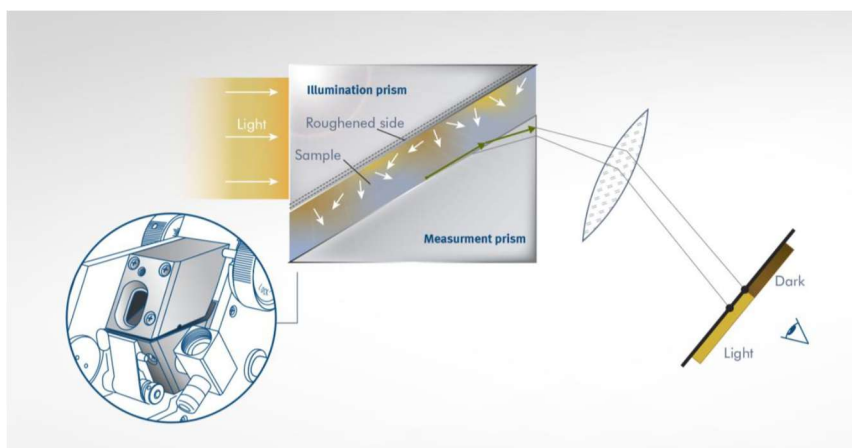
A. ZASADA DZIAŁANIA REFRAKTOMETRU

Refraktometry Abbego wykorzystują światło przechodzące: wiązka światła przechodzi przez dwa pryzmaty prostokątne, pryzmat oświetleniowy i pryzmat pomiarowy (Rys. 15). Oba pryzmaty są wykonane ze szkła o tym samym współczynniku załamania światła i są do siebie dociskane. Próbkę umieszcza się w przestrzeni pomiędzy tymi dwoma pryzmatami. Następnie oba pryzmaty dociska się do siebie poprzez złożenie pryzmatu oświetlającego.

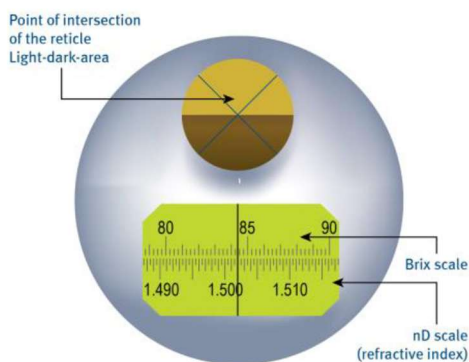
Na styku „próbka – pryzmat pomiarowy” te promienie świetlne są załamywane i przemieszczają się przez interfejs z prędkościami różnymi.

Tylko promienie, które padają pod kątem mniejszym niż krytyczny kąt całkowitego wewnętrznego odbicia, przez który przechodzi pryzmat pomiarowy.

Spowoduje to utworzenie jasnego i ciemnego obszaru na ekranie (Rys. 16). Współczynnik załamania światła można odczytać na skali ruchomej po dostosowaniu do linii odcięcia



Rys. 15 Zasada działania refraktometru



Rys. 16 Widok w okularze

Ważne funkcje:

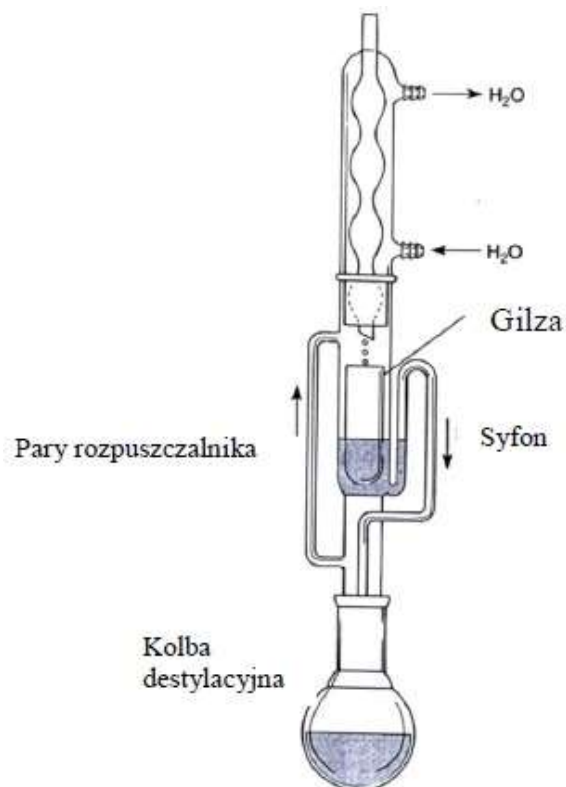
- Siatkę ustawia się na linii jasno-ciemnej za pomocą pokrętła napędu. Zmierzoną wartość można odczytać na ruchomej skali.
- Obracanie okularu ustawia ostrość siatki. Pokrętło kompensacji służy do równoważenia dyspersji i minimalizowania kolorowych prążków.

B. METODYKA OZNACZANIA

Badanie polega na ekstrahowaniu zanieczyszczeń z gleby za pomocą rozpuszczalnika (wody destylowanej) a następnie z pomocą wykreślonej krzywej wzorcowej odczytaniu zawartości gliceryny w próbce wody destylowanej użytej do ekstrakcji.

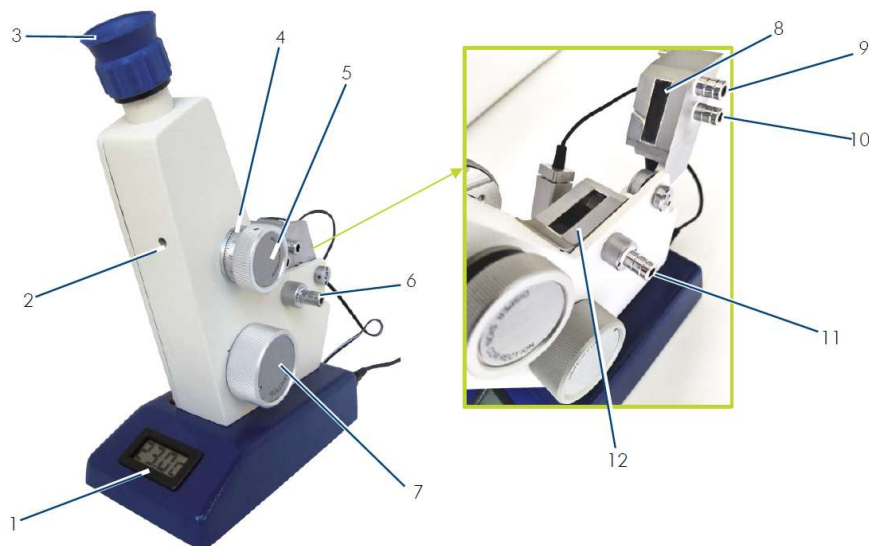
C. ZABEZPIECZENIE MATERIAŁOWO-TECHNICZNE

- Aparat Soxhleta (Rys. 17)

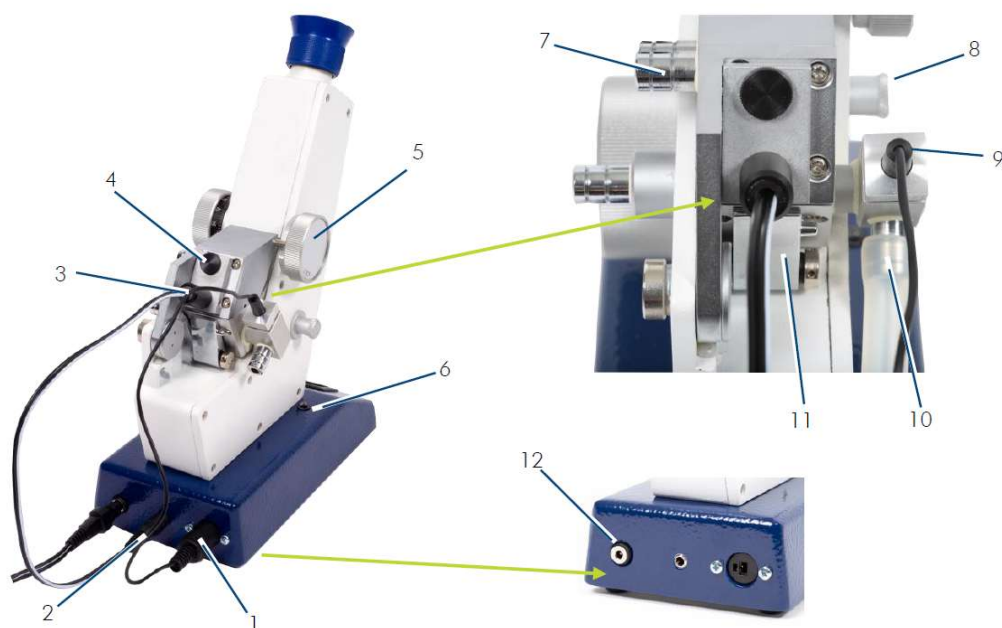


Rys. 17 Aparat Soxleta [źródło: <https://server543035.nazwa.pl/wordpress/wp-content/uploads/2023/08/image-79.png>]

- Refraktometr Abbego AR 4 (Rys. 18, Rys. 19) o zakresie pomiarowym n_D 1,3000–1,7200 i dokładności $n_D \pm 0,0002$,
- Gliceryna,
- Woda destylowana,
- Lignina,
- Kolby miarowe,
- Strzykawka/pipeta (2cm^3),
- Waga analityczna o zakresie pomiarowym 200 g i dokładności 0,0001 g,
- Kolba okrągłodenna.
- Cylinder pomiarowy.



Rys. 18 Widok refraktometru z przodu/widok z boku (1 – wyświetlacz, 2 – śruba regulacji obszaru jasnego-ciemnego pola, 3 – okular, 4 – pokrętło kompensacji pierścienia skali, 5 – pokrętło kompensacyjne, 6/11 – przyłącze rurowe pryzmat pomiarowy→pryzmat oświetlający, 7 – pokrętło napędu, 8 – pryzmat podświetlającym z szorstkim wnętrzem, 9 – przyłącze rurowe pryzmatu oświetleniowego→pryzmat pomiarowy, 10 – połączenie rurowe z termostatem cyrkulacyjnym, 11/6 – przyłącze rurowe pryzmat pomiarowy→pryzmat oświetlający, 12 – pryzmat pomiarowy)



Rys. 19 Widok refraktometru z tyłu/widok z boku (1 – złącze termometru/czujnik (dolny) pryzmat pomiarowy, 2 – pryzmat przyłączeniowy (dolny) oświetleniowy, 3 – pryzmat przyłączeniowy (górny) oświetleniowy, 4 – śruba radełkowana, 5 – pokrętło blokujące, 6 – oświetlenie skalik, 7 – wyjście pryzmatu oświetleniowego do podłączenia wody do termostatu cyrkulacji, 8 - okno podświetlane, 9 – przyłącze termometru/czujnik (górny) pryzmatu pomiarowego, 10 – podłączenie rurki termostatu cyrkulacyjnego, 11 – składane lustro, 12 – gniazdo przyłączeniowe sieciowe)

D. PRZEBIEG ĆWICZENIA

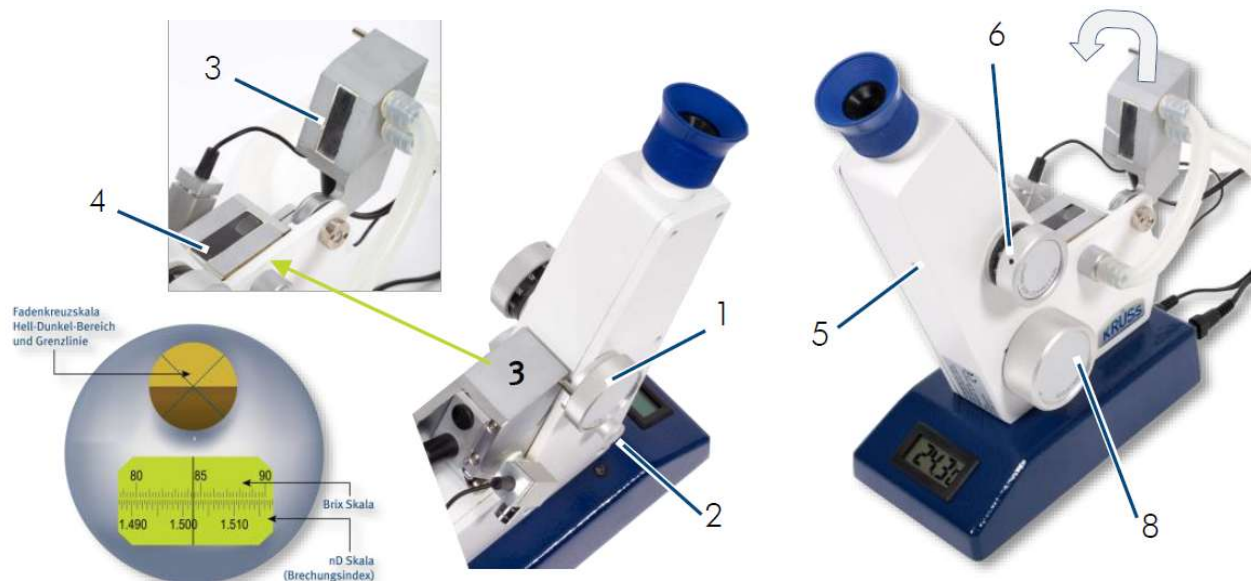
A. Wykonanie ekstrakcji gleby

1. Odważyć 5 g próbki badanej gleby. Rozdrobnioną próbkę wsypać do porowatej gilzy, którą następnie umieścić w aparacie Soxhleta (zgodnie z Rys. 17).

2. Przy użyciu cylindra pomiarowego odmierzyć 200 cm³ rozpuszczalnika (wody destylowanej) i przelać do kolby okrągłodennej. Do kolby wrzucić także kilka (3-5) suchych i czystych kamyków wrzennych.
3. Następnie kolbę umieścić w czaszy grzejnej i połączyć z aparatem Soxhleta i chłodnicą. Odkręcić zawór od wody, w celu napełnienia chłodnicy i zapewnienia ciągłego przepływu wody.
4. Podłączyć grzejnik grzewczy do kontaktu. W przypadku użycia innego rozpuszczalnika zaleca się używanie autotransformatora.
5. Wyekstrahować zanieczyszczenia z gleby do wody destylowanej. Przyjąć za zakończoną ekstrakcję w przypadku, kiedy skroplona woda destylowana przepłynie 3 krotnie przez syfon i powróci do kolby.
6. Po zakończonej ekstrakcji odłączyć kabel od źródła prądu i pozostawić z włączonym przepływem wody w chłodnicy do ostudzenia.
7. W celu określenia stężenia substancji wyekstrahowanej z badanej próbki, należy dokonać pomiaru współczynnika załamania światła przygotowanych roztworów gliceryny z badaną substancją o znanych stężeniach (1%, 2%, 3%, 4%, 5% i 6%) i sporządzeniu krzywej kalibracji (zależności współczynnika załamania światła od zawartości procentowej gliceryny). Następnie zmierzyć współczynnik załamania światła badanej próbki i jej stężenie wyznaczyć z krzywej kalibracji. Wyniki zapisać w tabeli raportu.

B. Kalibracja refraktometru wodą destylowaną

Po pierwszym użyciu i w przypadku dużych odchyłeń zmierzonych wartości zalecamy kalibrację urządzenia. Urządzenie można kalibrować za pomocą elementu kalibracyjnego lub wody destylowanej.



Rys. 20 Regulacja AR4 za pomocą wody destylowanej i kalibracja, regulacja linii granicznej

1. Włącz urządzenie.
2. Obróć pokrętkę blokującą (Rys 20 - 1) w kierunku zgodnym z ruchem wskazówek zegara i podnieś pryzmat oświetlający (Rys 20 - 3).
3. Na pryzmat pomiarowy (Rys 20 - 4) nałóż 1-2 krople wody destylowanej.
4. Złóż pryzmat oświetleniowy (Rys 20 - 3) i obróć pokrętkę blokującą (Rys 20 - 1) w kierunku przeciwnym do ruchu wskazówek zegara.

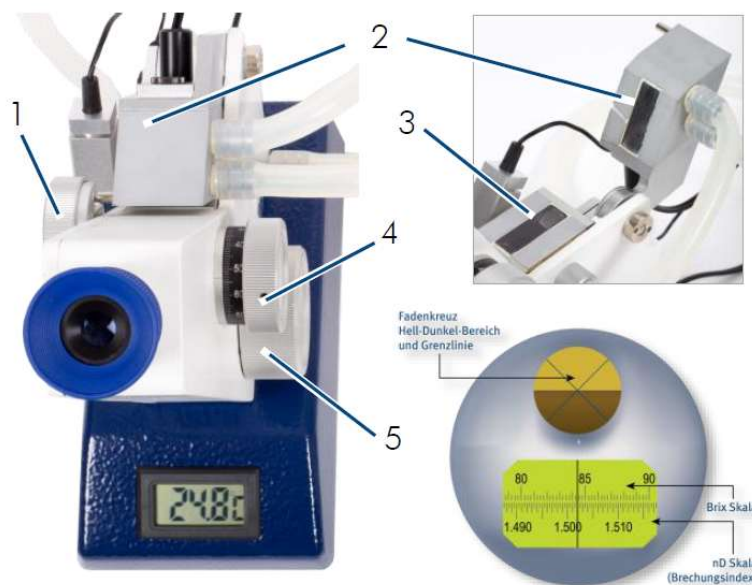
5. Za pomocą pokrętki (Rys 20 - 8) ustaw na wyświetlaczu współczynnik załamania światła na 1,3330 nD lub 0% Brix. Podczas kalibracji przy użyciu wody destylowanej należy pamiętać, że współczynnik załamania światła jest bardzo zależny od temperatury. Dlatego należy zmierzyć temperaturę i korzystając z tabeli 1 ustawić na wyświetlaczu skorygowany współczynnik załamania światła, patrz Tab. 6.
6. Przykład: Temperatura 17°C – współczynnik załamania światła 1,33324 nD
7. Spójrz przez okular.
8. Obracaj regulator jasności (Rys 20 - 2) w lewo lub w prawo, aż jasność będzie wystarczająca.
9. Obracaj okular w lewo lub w prawo, aż siatka celownicza będzie ustawiona ostrość.
10. Gdy siatka celownicza jest wyostrzona, wyostrz linię graniczną jasnego i ciemnego obszaru za pomocą pokrętki kompensacji. Linia graniczna jasnego i ciemnego obszaru musi teraz znajdować się w punkcie przecięcia siatki.
11. Jeżeli linia graniczna obszaru jasno-ciemnego nie znajduje się w punkcie przecięcia siatki, za pomocą śrubokręta obróć śrubę regulacyjną (Rys 20 - 5) z przodu refraktometru w lewo lub w prawo. Obracaj go, aż linia graniczna znajdzie się dokładnie w punkcie przecięcia.
12. Urządzenie zostało wyregulowane wodą destylowaną.
13. Po wyczyszczeniu pryzmatu pomiarowego i oświetleniowego po regulacji urządzenie jest gotowe do pomiaru.

Tab. 6 Współczynnik załamania światła wody destylowanej w funkcji temperatury

°C	nD	°C	nD	°C	nD
10	1,33369	27	1,33229	44	1,33001
11	1,33364	28	1,33217	45	1,32985
12	1,33358	29	1,33206	46	1,32969
13	1,33352	30	1,33194	47	1,32953
14	1,33346	31	1,33182	48	1,32937
15	1,33339	32	1,33170	49	1,32920
16	1,33331	33	1,33157	50	1,32904
17	1,33324	34	1,33144	51	1,32887
18	1,33316	35	1,33131	52	1,32870
19	1,33307	36	1,33117	53	1,32852
20	1,33299	37	1,33104	54	1,32835
21	1,33290	38	1,33090	55	1,32817
22	1,33280	39	1,33075	56	1,32799
23	1,33271	40	1,33061	57	1,32781
24	1,33261	41	1,33046	58	1,32762
25	1,33250	42	1,33031	59	1,32744
26	1,33240	43	1,33016	60	1,32725

C. Pomiar ciecchy

W przypadku roztworu koloidalnego należy upewnić się, że koloidy (drobno rozmieszczone cząstki w substancji) są równomiernie rozmieszczone w roztworze. Jeśli koloidy nie są rozmieszczone równomiernie, linia graniczna jasnego i ciemnego obszaru wydaje się zamazana. Bardzo lepka próbka lub mieszanina, np. miód, która stała przez jakiś czas, może mieć inny współczynnik załamania światła na powierzchni niż na dnie. Aby zapewnić równomierny współczynnik załamania światła, zawsze przed pomiarem należy dokładnie wymieszać próbki o dużej lepkości. Probka musi pokrywać większość pryzmatu pomiarowego, w przeciwnym razie nie będzie wyraźnego oddzielenia światła od ciemności. Jest to szczególnie ważne w przypadku bardzo lotnych cieczy, które pozostają przez długi czas pomiędzy pomiarami i pryzmat oświetleniowy. Należy uważać, aby próbka nie dostała się na obudowę refraktometru. Jeśli materiał próbki dostanie się na obudowę, należy go natychmiast usunąć. Pryzmat musi być zawsze czysty, aby próbka mogła równomiernie rozprzecznić się po pryzmacie. Oczyszczyć pryzmaty wkrótce po pomiarze, aby zapobiec zanieczyszczeniu i defektom pryzmatów i próbki przeniesienie.



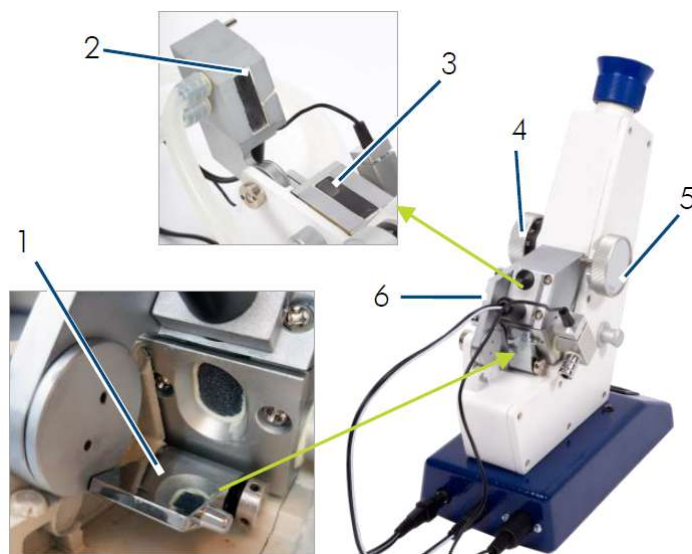
Rys. 21 Pomiar cieczy

1. Włącz urządzenie.
2. Obróć pokrętkę blokującą (Rys. 21 - 1) w kierunku zgodnym z ruchem wskazówek zegara i podnieś pryzmat oświetlający (Rys. 21 - 2).
3. Na pryzmat pomiarowy (Rys. 21 - 3) nanieś 1-2 krople płynu.
4. Złóż pryzmat oświetleniowy (Rys. 21 - 2) i obróć go pokrętkę blokującą (Rys. 21 - 1) w kierunku przeciwnym do ruchu wskazówek zegara.
5. Spójrz przez okular.
6. Przesuń jasny i ciemny obszar w pole widzenia za pomocą pokrętki napędu (Rys. 21 - 5). Obracaj okular w lewo lub w prawo, aż siatka celownicza będzie ustawiona ostrość.
7. Gdy siatka celownicza jest wyostzona, ustaw ostrość na linię graniczną jasnego i ciemnego obszaru za pomocą pokrętki kompensacji (Rys. 21 - 4).
8. Przesuń linię graniczną obszaru jasno-ciemnego do punktu przecięcia siatki celowniczej za pomocą pokrętki napędu (Rys. 21 - 5).

9. Patrząc przez okular, na skali pomiarowej można odczytać współczynnik załamania światła n_D lub zawartość cukru w %Brix.

D. Pomiar ciał stałych

Jedna powierzchnia mierzonej bryły musi być płaska i gładka. Ciecz kontaktowa musi być cieczą, której współczynnik załamania światła jest większy niż współczynnik załamania światła próbki, która ma być Ciecz kontaktowa musi być cieczą, której współczynnik załamania światła jest większy niż współczynnik załamania światła próbki, która ma być zbadane. Zalecany jest olejek cynamonowy. Pryzmat oświetleniowy i pryzmat pomiarowy wykonane są ze szkła optycznego, które można łatwo zarysować. Podczas pomiaru ciał stałych umieszczaj je ostrożnie na pryzmacie pomiarowym. Oczyszczyć pryzmaty wkrótce po pomiarze, aby zapobiec zanieczyszczeniu i defektom pryzmatów i próbki przeniesienie.



Rys. 22 Pomiar ciał stałych

1. Włącz urządzenie.
2. Obróć pokrętkę blokującą (Rys. 22 - 5) w kierunku zgodnym z ruchem wskazówek zegara i podnieś pryzmat oświetlający (Rys. 22 - 2).
3. Na pryzmat pomiarowy (Rys. 22 - 3) nałóż 1-2 krople płynu kontaktowego.
4. Lekko dociśnij płaską powierzchnię bryły do pryzmat pomiarowy (Rys. 22 - 3). Pomiedzy płaską powierzchnią ciała stałego a powierzchnią nie mogą znajdować się pęcherzyki powietrza pryzmat pomiarowy. Jeżeli pomiędzy bryłą a pryzmatem pomiarowym znajdują się pęcherzyki, można je usunąć delikatnie przesuwając bryłę tam i z powrotem.
5. Złóż składane lustro (Rys. 22 - 1) w dół, aby skierować światło przez składane lustro na pryzmat pomiarowy (Rys. 22 - 3). Pomiar odbywa się w świetle odbitym. Jasne i ciemne obszary są transponowane. Kontrast ulega zmniejszeniu, co jednak nie ma wpływu na wynik pomiaru. Cienkie przezroczyste folie można mierzyć światłem przechodzącym. Aby to zrobić, składane lustro (Rys. 22 - 1) nie jest otwierany; zamiast tego pryzmat oświetleniowy (Rys. 22 - 2) jest zamknięty, a pokrętkę blokującą (Rys. 22 - 5) obracane jest w kierunku przeciwnym do ruchu wskazówek zegara
6. Spójrz przez okular.
7. Przy pomocy pokrętła napędu (Rys. 22 - 6) umieść jasny i ciemny obszar w polu widzenia.

8. Obracaj okular w lewo lub w prawo, aż siatka celownicza będzie ustawiona ostrość.
9. Gdy siatka celownicza jest wyostrzona, wyostrz linię graniczną jasnego i ciemnego obszaru za pomocą pokrętki kompensacji (Rys. 22 - 4).
10. Przesuń linię graniczną obszaru jasno-ciemnego do punktu przecięcia siatki celowniczej za pomocą pokrętki napędu (Rys. 22 - 6).
11. Patrząc przez okular, na skali pomiarowej można odczytać współczynnik załamania światła nD lub zawartość cukru w %Brix.

Tab. 7 Raport z pomiaru współczynnika załamania światła

Stężenie badanego roztworu [%] [V/V]	Numer pomiaru	Temperatura [°C]	Współczynnik załamania światła [nD]	Średnia temperatura próbki [°C]	Wynik [nD]
1	Pomiar 1				
	Pomiar 2				
	Pomiar 3				
2	Pomiar 1				
	Pomiar 2				
	Pomiar 3				
3	Pomiar 1				
	Pomiar 2				
	Pomiar 3				
4	Pomiar 1				
	Pomiar 2				
	Pomiar 3				
5	Pomiar 1				
	Pomiar 2				
	Pomiar 3				
6	Pomiar 1				
	Pomiar 2				
	Pomiar 3				
Próbka X	Pomiar 1				
	Pomiar 2				
	Pomiar 3				
Próbka Y	Pomiar 1				
	Pomiar 2				
	Pomiar 3				

E. OPRACOWANIE WYNIKÓW POMIARÓW

- Wyliczyć wartość średnią współczynnika załamania światła i wpisać do tab. 7.
- Wykreślić krzywą wzorcową zależności współczynnika załamania światła od stężenia na podstawie uzyskanych wyników.
- Na podstawie wyników i wykreślonej krzywej określić nieznanne stężenie gliceryny w ekstrahowanych roztworze próbki X i Y.

F. OPRACOWANIE SPRAWOZDANIA

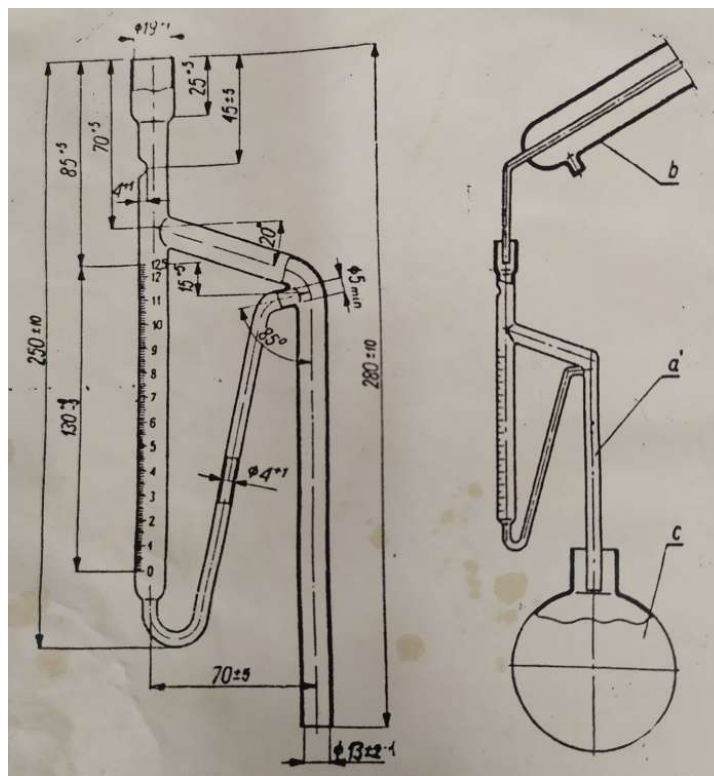
Sprawozdanie powinno zawierać:

- opis stanowiska i metodykę badania współczynnika załamania światła,
- raport z badania wg tabeli 7,
- opracowanie wyników pomiarów,
- wykres krzywej wzorcowej,
- wyznaczenie nieznanych stężeń w próbkach,
- wnioski.

Badanie przepracowanych olejów na zawartość substancji lekkich

A. ZABEZPIECZENIE MATERIAŁOWO-TECHNICZNE

1. Odbieralnik (Rys. 23 - a) z wyżarzonego szkła, kalibrowany od 0 do 12,5 cm³ z podziałką co 0,1 cm³ o dokładności kalibrowania 0,05 cm³.
2. Chłodnica zwrotna (Rys. 23 - b) szklana, długości płaszcza chłodzącego nie mniej niż 400 mm i o średnicy wewnętrznej 9÷12 mm. Koniec rury chłodnicy wchodzący do odbieralnika wygięty pod kątem 60°.
3. Kolba szklana (Rys. 23 - c) o pojemności 1 dm³ z dnem kulistym i krótką szyjką.
4. Palnik lub grzałka elektryczna.
5. Cylindry miarowe pojemności 25 i 500 cm³.
6. Benzyna ekstrakcyjna do przemywania.
7. Szczotka do czyszczenia cylindrów.
8. Kamyki wrzenne.



Rys. 23 Widok aparatu do oznaczania zawartości paliwa w olejach silnikowych a – odbieralnik, b – chłodnica zwrotna, c- kolba szklana

C. Przebieg ćwiczenia

1. Wymieszać dokładnie próbkę badanego oleju.
2. W cylindrze miarowym odmierzyć 25 cm³ wymieszanej próbki oleju i przelać do kolby.
3. Odmierzyć 400÷500 cm³ ciepłej wody. Cylinder z olejem przemywać odmierzoną wodą i przelewać do kolby.
4. Zamocować w kolbie odbieralnik napełniony wodą i połączyć go z chłodnicą. Koniec chłodnicy powinien znajdować się tuż nad wgłębieniem odbieralnika.
5. Wrzucić kilka kamyków wrzennych.
6. Kolbę ogrzewać tak, żeby destylacja rozpoczęła się po 7÷10 min od chwili rozpoczęcia ogrzewania.
7. Destylacja powinna odbywać się z taką szybkością, aby wrzenie było ciągłe i dostatecznie silne w celu uniemożliwienia tworzenia się błonki olejowej na powierzchni wody w kolbie.
8. Odczytywanie ilości przedestylowanego paliwa powinno odbywać się po 5 i 15 min. od chwili rozpoczęcia destylacji, a następnie co 15 min. aż do ukończenia odmierzania.
9. Oznaczanie należy uważać za zakończone, gdy objętość oddestylowanego paliwa nie wzrasta o więcej niż 0,1 cm³.
10. Gdy oznaczenie zostanie zakończone należy wyłączyć ogrzewacz elektryczny i odłączyć go do prądu.
11. Po odstaniu destylatu i osiągnięciu temperatury otoczenia (ok. 15 min.) odczytać objętość warstwy paliwa w odbieralniku z dokładnością do 0,1 cm³.
12. Po odczytaniu wartości należy obliczyć procent objętościowy (8).
13. W celu dokładniejszego wyniku należy wykonać dwa oznaczenia.

D. Opracowanie wyników pomiarów

Zawartość paliwa w olejach silnikowych X obliczyć w procentach objętościowych wylicza się zgodnie z poniższym wzorem:

$$X = \frac{V_1 \cdot 100}{V_2} \quad (8)$$

Gdzie:

V_1 – ilość oddestylowanego paliwa [cm^3],

V_2 – ilość oleju użyta do oznaczania [cm^3].

Różnica między oznaczeniami nie powinna przekraczać:

- 15% średniej arytmetycznej dla zawartości paliwa do 5% obj.,
- 5% średniej arytmetycznej dla zawartości paliwa powyżej 5% obj.

Za wynik ostateczny należy przyjąć średnią arytmetyczną wyników oznaczeń zgodnie z powyższymi wymaganiami.

E. Opracowanie sprawozdania

Sprawozdanie powinno zawierać:

- opis stanowiska i metodykę oznaczania zawartości paliwa,
- opis próbki badanego oleju przepracowanego,
- wyniki badań i obliczeń,
- wnioski dotyczące przeprowadzonych badań.

Oznaczanie zanieczyszczeń mechanicznych metodą wirówkową

A. ZABEZPIECZENIE MATERIAŁOWO-TECHNICZNE

1. Waga analityczna o zakresie pomiarowym 200 g i dokładności 0,0001 g (**Błąd! Nie można odnaleźć źródła odwołania.** 19).
2. Wirówka z regulacją obrotów (Rys. 24).
3. Probówki szklane do wirówki.
4. Metalowy uchwyt do probówki.
5. Szklana bagietka.
6. Waga techniczna.
7. Szklane podstawki do probówek (zlewki).
8. Suszarka.
9. Benzyna ekstrakcyjna.



Rys. 24 Waga analityczna



Rys. 25 Widok wirówki K 26D do oznaczania zawartości zanieczyszczeń

B. PRZEBIEG ĆWICZENIA

1. Włączyć wirówkę i uruchomić sprężarkę w celu obniżenia temperatury w komorze wirowania.
2. Badaną próbkę w stanie ciekłym dokładnie wymieszać przez energiczne wstrząsanie (około 10 min).
3. Przygotowane dwie czyste szklane probówki do wirówki zważyć na wadze analitycznej z dokładnością do 0,0001 g, korzystając z metalowego uchwytu.
4. Następnie do każdej z nich odważyć na wadze analitycznej około 4 g badanej próbki z dokładnością do 0,0001 g.
5. Tak przygotowane probówki z naważoną próbką umieścić w zestawie wirówkowym (podstawka - osłona i podkładka gumowa). (**Błąd! Nie można odnaleźć źródła odwołania.**Rys. 26)



Rys. 26 Zestaw wirówkowy

6. Do każdej z probówek do około trzech czwartych objętości wlać benzyny ekstrakcyjnej i za pomocą szklanej bagietki wymieszać zawartość probówki w celu rozpuszczenia oleju.
7. Ponieważ w wirówce działają duże siły odśrodkowe (zawsze używamy parzystą ilość zestawów) musimy dokładnie zrównoważyć nasze zestawy. Przygotowany zestaw ustawiamy na wadze technicznej i używając benzyny ekstrakcyjnej doprowadzamy do takiego samego wskazania wagi dla każdego zestawu.
8. Przygotowane zestawy wstawiamy naprzemianlegle do wirówki. Wirowanie ustawiamy na 20 minut a obroty stopniowo zwiększamy do 3000 obr/min. (Rys. 25)



Rys. 27 Komora wirowa

9. Po 20 minutach wirówka wyłączy się samoczynnie, ale trzeba poczekać aż obroty ustaną i kłapa wirówki zostanie odblokowana. Należy wtedy wyjąć zestawy z wirówki, wyjąć szklane probówki i delikatnie nie naruszając osadu zdekantować roztwór z nad osadu.
10. Następnie w celu całkowitego wymycia oleju z zanieczyszczeń ponownie dodajemy benzyny ekstrakcyjnej wyważamy zestawy na wadze technicznej i postępujemy jak w punkcie 8 i 9. Czynności te powtarzamy aż do całkowitego usunięcia oleju z zanieczyszczeń (około 3 - 4 razy), benzyna powinna być bezbarwna.
11. Po tych czynnościach szklane probówki wstawiamy do podstawek i umieszczamy w suszarce w temperaturze około 100 °C w celu odparowania resztek rozpuszczalnika.
12. Po odparowaniu rozpuszczalnika wyjmujemy probówki z suszarki i po około 20 minutach, kiedy temperatura ich zrówna się z temperaturą pokojową ważymy każdą z nich na wadze analitycznej używając metalowego uchwytu.
13. Otrzymane wyniki podczas badań zapisujemy w tabeli nr 8.

C. Opracowanie wyników pomiarów

Tab. 8 Opracowanie wyników pomiarów

Nr. Próbk	Masa próbki	Masa próbki z próbką	Masa naważonej próbki	Masa próbki z zanieczyszczeniami	Masa zanieczyszczeń	Wynik oznaczenia % m/m
1.						
2.						

D. Opracowanie sprawozdania

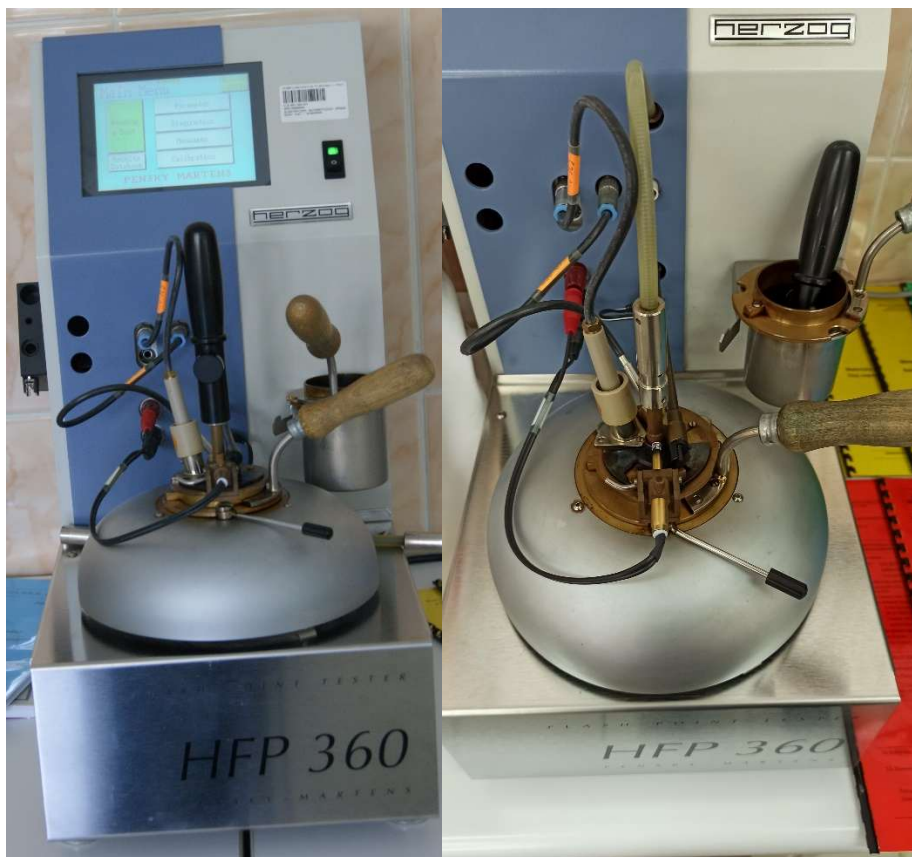
Sprawozdanie powinno zawierać:

- opis stanowiska i metodykę oznaczania,
- wyniki badań i obliczeń w postaci tabeli,
- wnioski dotyczące otrzymanych wyników.

Badanie temperatury zapłonu metodą tygla zamkniętego za pomocą automatu Pensky-Martens

A. ZABEZPIECZENIE MATERIAŁOWO-TECHNICZNE

1. Aparat do oznaczania temperatury zapłonu z tygłem zamkniętym Pensky'ego-Martensa (Rys. 28) składający się z:



Rys. 28 Aparat do oznaczania temperatury zapłonu z tygłem zamkniętym Pensky'ego-Martens

- tygla (wykonany z mosiądzu lub stali kwasoodpornej, z przymocowanym do obrzeża uchwytem umożliwiającym umieszczenie tygla w komorze grzewczej) (Rys. 29);

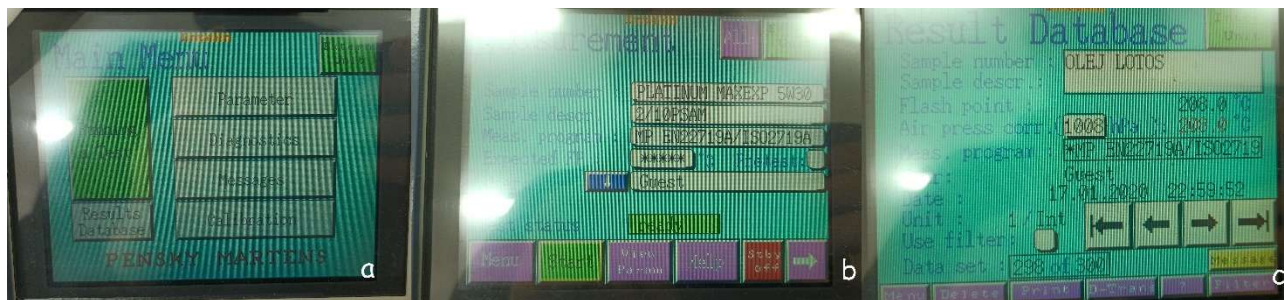


Rys. 29 Tygiel

- zestawu pokrywy składającego się z:
 - pokrywy wykonanej z mosiądzu lub stali kwasoodpornej, z kryzą przylegającą do zewnętrznej powierzchni tygla, z mechanizmem umiejscawiającym i blokującym współdziałającym z odpowiednim mechanizmem na tyglu,
 - zasuwki wykonanej z mosiądzu, otwierającej i zamykającej trzy otwory w wieczku, wykonującej ruch obrotowy między dwoma ogranicznikami, w płaszczyźnie poziomej wokół osi przechodzącej przez środek pokrywy, z mechanizmem sprężynowym zapewniającym całkowite zamknięcie trzech otworów w pozycji spoczynkowej zasuwki oraz całkowite ich otwarcie w pozycji granicznej zasuwki z jednoczesnym całkowitym obniżeniem urządzenia zapalającego,
 - urządzenia zapalającego, z końcówką z otworem o średnicy 0,7...0,8 mm wykonaną ze stali kwasoodpornej, wyposażonego w odpowiedni mechanizm zapewniający obniżenie końcówki, w pozycji otwartej zasuwki, do punktu znajdującego się na linii przechodzącej przez środek największego otworu,
 - spirala (źródło zapłonu),
 - urządzenia mieszającego, zamontowanego w środku wieczka, z dwoma dwułopatkowymi metalowymi mieszadłami,
 - cylindrycznej komory grzewczej składającej się z łaźni powietrznej (z przymocowaną pokrywą górną) i elektrycznego elementu oporowego.
2. Barometr o dokładności 0,1 kPa.
 3. Benzyna ekstrakcyjna sączona.
 4. Lignina.

B. PRZEBIEG ĆWICZENIA

1. Umyć tygiel, pokrywę i jej osprzęt benzyną ekstrakcyjną w celu usunięcia pozostałości żywicy lub osadu po poprzednim oznaczeniu, wysuszyć na powietrzu.
2. Określić ciśnienie atmosferyczne otoczenia, używając barometru umieszczonego w pobliżu aparatu Pensky'ego–Martena i zanotować tab. 9.
3. Napęlnić tygiel badaną próbką do poziomu wskazywanego przez kreskę. Wstawić tygiel do komory grzewczej i umieścić na nim pokrywę. Włożyć termometr w otwór pokrywy.
4. Wybrać normę zgodnie, z którą należy wykonać badanie. Wpisać dane próbki oraz wartość oczekiwaną temperatury zapłonu. (Rys. 28)
5. Automat pierwszy raz przyłoży źródło zapłonu przy temperaturze badanej próbki niższej o $23 \pm 5^\circ\text{C}$ a później dokładnie, co 1°C .
6. Za zaobserwowaną temperaturę zapłonu przyjąć temperaturę próbki, przy której przyłożenie źródła zapłonu spowoduje wyraźny błysk wewnątrz tygla (nie należy mylić temperatury zapłonu z błękitną poświatą, która może otaczać źródło zapłonu podczas przyłożenia poprzedzającego właściwy zapłon). Wartość zaobserwowanej temperatury zapłonu zapisać w tabeli 9.
7. Jeśli zaobserwowana temperatura zapłonu jest wyższa o 28°C od temperatury pierwszego przyłożenia źródła zapłonu, wynik oznaczania należy odrzucić i powtórzyć oznaczanie, używając świeżej próbki. Należy zmienić wartość oczekiwaną.
8. Po oznaczeniu temperatury zapłonu przerwać ogrzewanie i wyłączyć zasilanie. Umyć tygiel, pokrywę i jej osprzęt watą celulozową zwilżoną benzyną ekstrakcyjną, wysuszyć na powietrzu.



Rys. 30 Ekran wyświetlacza: a- ekran startowy, b – ekran wyboru normy oraz wartości oczekiwanej, c – wynik badania.

Tab. 9 Raport z badania temperatury zapłonu

Raport z badania temperatury zapłonu	
Data wykonania badania	–
Rodzaj badanego płynu eksploatacyjnego	–
Wygląd zewnętrzny próbki	–
Ciśnienie atmosferyczne otoczenia p, kPa	–
Temperatura otoczenia w czasie badania, °C	–
Wynik badania	

C. OPRACOWANIE WYNIKÓW POMIARÓW

1. Porównać uzyskany wynik badania temperatury zapłonu T_z próbki z wymaganiami aktualnej wersji Rozp. MG w sprawie szczegółowego sposobu postępowania z olejami odpadowymi w tym zakresie wg tabeli 10.

Tab. 10 Porównanie wyniku badania temperatury zapłonu próbki z wymaganiami normy sprawie szczegółowego sposobu postępowania z olejami odpadowymi.

Wynik badania temperatury zapłonu T_z , °C	Spełnienie wymagania w zakresie temperatury zapłonu, °C	
	wg Rozp. MG z ¹ r. w sprawie szczegółowego sposobu postępowania z olejami odpadowymi (Dz. U., poz.) ² .	
	wymaganie	spełnienie wymagania ³⁾

¹⁾ – wpisać rok wydania aktualnej wersji normy
²⁾ – wpisać rok, numer i pozycję obowiązującego rozporządzenia
³⁾ – określić „spełnione” albo „nie spełnione”

D. OPRACOWANIE SPRAWOZDANIA

Sprawozdanie powinno zawierać:

- opis i metodykę oznaczania temperatury zapłonu,
- opis (rodzaj) badanej próbki i jej parametry normatywne,
- wyniki badań w postaci tabeli 9,
- opracowanie wyników pomiarów próbki badanego oleju przepracowanego,
- analizę wyników badań,
- wnioski wynikające z tabeli 10.

Załącznik 1

WYKAZ ZAWIERAJĄCY ZBIORCZE ZESTAWIENIE INFORMACJI
O ZAKRESIE KORZYSTANIA ZE ŚRODOWISKA ORAZ O WYSOKOŚCI NALEŻNYCH OPŁAT

Zbiorcze zestawienie informacji o zakresie korzystania ze środowiska oraz o wysokości należnych opłat ¹⁾			rok ²⁾ :
<i>Podmiot korzystający ze środowiska</i>			
Nazwa:		Adres:	
NIP:		Telefon lub fax: Adres e-mail:	
Lp.	Rodzaj korzystania ze środowiska	Kod tabeli	Wysokość opłaty [zł]
1	Wprowadzanie gazów lub pyłów do powietrza		
1.1	Źródła powstawania substancji wprowadzanych do powietrza	A	
1.2	Przeładunek benzyn silnikowych	B	
1.3	Kotły o nominalnej mocy cieplnej do 5 MW opalane węglem kamiennym, koksem, drewnem, olejem lub paliwem gazowym, dla których nie jest wymagane pozwolenie na wprowadzanie gazów lub pyłów do powietrza albo pozwolenie zintegrowane	C	
1.4	Silniki spalinowe	D	
1.5	Chów lub hodowla drobiu	E	
I	Wysokość opłaty za wprowadzanie gazów lub pyłów do powietrza ogółem ^{4), 5)}		
2	Wprowadzanie gazów do powietrza z tytułu emisji gazów cieplarnianych objętych systemem handlu uprawnieniami do emisji, która nie została rozliczona		
II	Wysokość opłaty za wprowadzanie gazów lub pyłów do powietrza z tytułu emisji gazów cieplarnianych objętych systemem handlu uprawnieniami do emisji, która nie została rozliczona ogółem ^{4), 6)}		
3	Wydane uprawnienia do emisji		
III	Wysokość opłaty za wydane uprawnienia do emisji ogółem ⁴⁾		
4	Składowanie odpadów		
4.1	Odpady składowane selektywnie	A	
4.2	Odpady składowane nieselektywnie	A	
IV	Wysokość opłaty za składowanie odpadów ogółem ⁴⁾		
Suma ogółem [zł]			

O b j a ś n i e n i a :

1) Wypełnia się w każdym przypadku przedkładania któregośkolwiek z wykazów zawartych w załącznikach nr 1–3 do rozporządzenia Ministra Klimatu z dnia 11 grudnia 2019 r. w sprawie wykazów zawierających informacje i dane o zakresie korzystania ze środowiska oraz o wysokości należnych opłat.

2) Należy podać rok, którego dotyczy wykaz.

3) Oznaczenie literowe tabel w załącznikach nr 1–3 do rozporządzenia Ministra Klimatu z dnia 11 grudnia 2019 r. w sprawie wykazów zawierających informacje i dane o zakresie korzystania ze środowiska oraz o wysokości należnych opłat; należy podkreślić kod tej tabeli, którą dany podmiot korzystający ze środowiska wypełnił.

4) Zaokrągla się do pełnych złotych w ten sposób, że końcówkę kwoty mniejszą niż 50 groszy pomija się, a końcówkę kwoty wynoszącą 50 groszy i więcej podwyższa się do pełnych złotych.

5) Podmiot korzystający ze środowiska, który rozlicza emisję gazów cieplarnianych objętych systemem handlu uprawnieniami do emisji zgodnie z art. 92 ust. 1 lub 5 ustawy z dnia 12 czerwca 2015 r. o systemie handlu uprawnieniami do emisji gazów cieplarnianych (Dz. U. z 2018 r. poz. 1201, z późn. zm.) nie podaje wielkości emisji tych gazów i nie ustala wysokości należnej opłaty. Wysokość opłaty za wprowadzanie gazów lub pyłów do powietrza z tytułu emisji gazów cieplarnianych objętych systemem handlu uprawnieniami do emisji, która nie została rozliczona, podaje się w pkt II.

6) Wysokość tej opłaty uwzględnia opłatę z tytułu emisji gazów lub pyłów ze spalania biomasy, w przypadku gdy podmiot korzystający ze środowiska w raporcie na temat wielkości emisji, o którym mowa w art. 80 ust. 3 ustawy z dnia 12 czerwca 2015 r. o systemie handlu uprawnieniami do emisji gazów cieplarnianych (Dz. U. z 2018 r. poz. 1201, z późn. zm.), w stosunku do spalanej biomasy przyjął współczynnik emisyjny wynoszący zero.

Załącznik 2 Terminologia stosowana w orzecznictwie przy charakterystyce wody

Oznaczenie	Określenie
Mętność [mg/dm ³]	< 2 nie uwzględnia się 3-5 woda, lekko mętna. 6 - 15 woda mętna > 15 woda bardzo mętna
Barwa [mg Pt/dm ³]	< 20 nie uwzględnia się 21 - 25 woda lekko zabarwiona 26 - 40 woda zabarwiona 41 - 50 woda znacznie zabarwiona > 50 woda silnie zabarwiona
Zapach	1 bardzo słaby 2 słaby 3 wyraźny 4 silny 5 bardzo silny
Twardość (stopnie twardości)	< 5 woda bardzo miękka 6 - 10 woda miękka 11 - 15 woda o średniej twardości 16 - 20 woda o znacznej twardości 21 - 30 woda twarda 31- 50 woda bardzo twarda powyżej 50 woda wyjątkowo twarda
Żelazo [mg Fe/dm ³]	Jeżeli woda zawiera związki żelaza, po scharakteryzowaniu stopnia r dodaje się "wskutek wytrącania się związków żelaza, obecnych" 0,3 - 1,0 w zwiększonych ilościach 1,0 – 2,0 w znacznych ilościach 2,1 - 5,0 w dużych ilościach 5,1 - 10,0 w bardzo dużych ilościach
Mangan [mg Mn/dm ³]	< 0,1 nie uwzględnia się 0,1 - 0,2 zwiększone ilości 0,2 - 0,5 znaczne ilości 0,5 - 1,0 duże ilości powyżej 1,0 bardzo duże ilości
Miano coli	0,1 bardzo silnie zanieczyszczona bakteriologicznie 1,0 silnie zanieczyszczona bakteriologicznie 10,0 wyraźnie zanieczyszczona bakteriologicznie 17,5 znacznie zanieczyszczona bakteriologicznie 25 zwiększone zanieczyszczenie (dla studni indywidualnych nie budzi zastrzeżeń) 50 nie budzi zbyt dużych zastrzeżeń



AB 213

Strona: /

RAPORT Z BADAŃ NR 7955 / LB / 2019

Zlecający:

Badany obiekt:

Woda

Stan próbki: bez zastrzeżeń

Miejsce pobrania:

Inne dane:

Próbkobiorca:

Laboratorium OBIKS

Data pobierania:

2019-03-21

Data dostarczenia:

2019-03-21

Numer identyfikacyjny w Laboratorium:

	Wynik	Niepewność
Y Barwa	<5 mg/l Pt	
Y Mętność	0.95 NTU	0.19 NTU
Y Zapach / Liczba progowa zapachu / TON	<1	
Y Smak / Liczba progowa smaku / TFN	<1	
Y pH	7.3	0.2
Y Przewodność elektryczna właściwa w 25°C	909 µS/cm	27 µS/cm
Y Azot amonowy	0.32 mg/l	0.05 mg/l
Y Jon amonowy	0.41 mg/l	0.05 mg/l
Y Azot azotynowy	0.020 mg/l	0.003 mg/l
Y Azotyny	0.066 mg/l	0.010 mg/l
Y Azot azotanowy	7.2 mg/l	1.1 mg/l
Y Azotany	31.9 mg/l	4.8 mg/l
Y Glin	47 µg/l	5 µg/l
Y Żelazo ogólne	84 µg/l	8 µg/l
Y Wapń (10.0-10000)	103 mg/l	10 mg/l
Y Magnez (10.0-5000)	46.2 mg/l	4.6 mg/l
Y Sumaryczna zawartość Ca i Mg / Twardość ogólna	4.47 mmol/l	0.45 mmol/l
Y Sumaryczna zawartość Ca i Mg / Twardość ogólna	447 mg/l CaCO ₃	45 mg/l CaCO ₃
Y Liczba bakterii grupy coli	0 jtk/100 ml	
Y Liczba Escherichia coli	0 jtk/100 ml	
Y Liczba enterokoków kałowych	0 jtk/100 ml	
Y Liczba Cl. perfringens (łącznie ze sporami)	0 jtk/100 ml	
Y Pobieranie próbki wody do spożycia	V	

W odniesieniu do wyników barwy, mętności, smaku, zapachu oraz ogólnej liczby mikroorganizmów w 22°C oceny nieprawidłowości zmian dokonuje Zlecający.

Data rozpoczęcia badań biologicznych: 21.03.2019r.

Data zakończenia badań biologicznych: 24.03.2019r.

Data zakończenia pozostałych badań: 26.03.2019r.

Zapach / Liczba progowa zapachu / TON: Akceptowalny dla laboratoryjnego zespołu oceniającego.

Smak / Liczba progowa smaku / TFN: Akceptowalny dla laboratoryjnego zespołu oceniającego.

RAPORT Z BADAŃ NR 20040 / LB / 2019

	Metoda badawcza	Zakres metody
Y Barwa	PN-EN ISO 7887:2012 pkt.7 + AP1:2015-06	5-700 mg/l Pt
Y Mętność	PN-EN ISO 7027-1:2016-09	0.20-800 NTU
Y R Zapach / Liczba progowa zapachu / TON	PN-EN 1622:2006	1-1000
Y R Smak / Liczba progowa smaku / TFN	PN-EN 1622:2006	1-18
Y pH	PN-EN ISO 10523:2012	2.0-12.0
Y Przewodność elektryczna właściwa w 25°C	PN-EN 27888:1999	10-99990 µS/cm
Y Liczba bakterii grupy coli	PN-EN ISO 9308-1:2014-12+A1:2017	od 1 jtk/100 ml
Y Liczba Escherichia coli	PN-EN ISO 9308-1:2014-12+A1:2017	od 1 jtk/100 ml
Y Ogólna liczba mikroorganizmów w 22°C	PN-EN ISO 6222:2004	od 1 jtk/1 ml

KONIEC RAPORTU

Źródło: https://zgkwojkowice.pl/images/xkbadan.jpg.pagespeed.ic.u7n_pen2kn.jpg

Załącznik 4 Wymagania organoleptyczne i fizykochemiczne wody do picia zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Zdrowia z dnia 22 maja 2026 r. w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi (Dz. U. z 2026r. poz. 748) [9]

Lp.	Parametr	J. m.	Wartość parametryczna ¹⁾	Uwagi
1	Barwa	-	Akceptowalna przez konsumentów i bez nieprawidłowych zmian	
2	Chlorki	mg/l	≤ 250	⁵⁾
3	Glin (Al)	μg/l	≤ 200	
4	Jon amonu	mg/l	≤ 0,50	
5	Mangan	μg/l	≤ 50	
6	Mętność		Akceptowalna przez konsumentów i bez nieprawidłowych zmian.	
7	Ogólny węgiel organiczny (OWO)	-	Bez nieprawidłowych zmian	⁶⁾
8	Przewodność elektryczna	μS/cm	≤ 2500	⁵⁾ i ⁸⁾
9	Siarczany	mg/l	≤ 250	³⁾
10	Smak	-	Akceptowalny przez konsumentów i bez nieprawidłowych zmian	
11	Sód	mg/l	≤ 200	
12	Stężenie jonów wodoru (pH)	jednostki pH	<6,5 ; 9,5>	⁵⁾ i ⁷⁾
13	Utlenialność (indeks nadmanganianowy)	mg/l O ₂	≤ 5,0	⁹⁾
14	Zapach	-	Akceptowalny przez konsumentów i bez nieprawidłowych zmian	
15	Żelazo	μg/l	≤ 200	

Woda nie powinna wykazywać właściwości agresywnych ani korozyjnych. Ma to w szczególności zastosowanie do wody poddawanej uzdatnianiu (demineralizacji, zmiękczeniu, procesom membranowym, odwróconej osmozie itp.).

W przypadku gdy woda przeznaczona do spożycia przez ludzi jest uzyskiwana w wyniku uzdatniania, które w znacznym stopniu demineralizuje lub zmiękcza wodę, można dodać sole wapniowe i magnezowe w celu wzbogacenia wody, aby zmniejszyć jakikolwiek potencjalny negatywny wpływ na zdrowie, a także aby zmniejszyć jej właściwości korozyjne lub agresywne oraz poprawić jej smak. Minimalne stężenia wapnia i magnezu lub całkowitego stężenia rozpuszczonych substancji stałych w wodzie zmiękczonej lub demineralizowanej można ustanawiać, uwzględniając początkowe właściwości wody poddawanej tym procesom.

Objaśnienia:

¹⁾ Dopuszcza się pojedyncze bakterie grupy coli <10 (jtk lub NPL)/100 ml, przy jednoczesnym wykluczeniu obecności w badanej próbce E. coli i enterokoków jelitowych. W przypadku wykrycia bakterii grupy coli <10 (jtk lub NPL)/100 ml należy wykonać badanie parametru E. coli i enterokoki jelitowe w związku z art. 37ax ust. 5 ustawy z dnia 14 marca 1985 r. o Państwowej Inspekcji Sanitarnej.

²⁾ Zaleca się, aby liczba kolonii w 22 °C nie przekraczała:

1) 100 jtk/1 ml w wodzie wprowadzanej do sieci wodociągowej;

2) 200 jtk/1 ml w kranie konsumenta.

³⁾ Ten parametr mierzy się, jeżeli ocena ryzyka wskazuje, że jest to właściwe.

⁴⁾ W przypadku podania jednej wartości dolna wartość zakresu wynosi zero.

⁵⁾ Woda nie powinna wykazywać właściwości korozyjnych.

⁶⁾ Nie musi być oznaczany dla produkcji wody mniejszych niż 10 000 m³ dziennie.

⁷⁾ W odniesieniu do wody niegazowanej rozlewanej do butelek lub pojemników wartość minimalna może zostać obniżona do 4,5 jednostek pH. Dla wody rozlewanej do butelek lub pojemników z natury bogatej w dwutlenek węgla lub sztucznie wzbogaconej dwutlenkiem węgla wartość minimalna może być niższa.

⁸⁾ Oznaczana w temperaturze 25 °C.

⁹⁾ Nie musi być oznaczany, jeżeli badane jest OWO.

Załącznik 5 Wymagania fizykochemiczne, jakie powinna spełniać woda na pływalniach zgodnie z Obwieszczeniem Ministra Zdrowia z dnia 10 maja 2022 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu rozporządzenia Ministra Zdrowia w sprawie wymagań, jakim powinna odpowiadać woda na pływalniach (Dz.U. 2022 poz. 1230) [19]

Parametr	J.m.	Woda wprowadzona do niecki basenowej z systemu cyrkulacji ¹⁾	Woda w niecce basenowej *	Woda w nieckach basenowych wyposażonych w urządzenia wytwarzające aerozol wodno-powietrzny	Woda w nieckach basenowych udostępnianych do nauki pływania dla niemowląt i małych dzieci do lat 3	Woda w brodziku do płukania stóp
Potencjał redox (oksydo-redukcyjny) przy elektrodzie Ag/AgCl 3,5 m KCl Woda słodka: a) $6,5 \leq \text{pH} \leq 7,3$ b) $7,3 < \text{pH} \leq 7,6$ woda słona ²⁾ : a) $6,5 \leq \text{pH} \leq 7,3$ b) $7,3 < \text{pH} \leq 7,8$	mV	-	≥ 750 ≥ 770	≥ 750 ≥ 770	≥ 720 ≥ 750	-
pH a) woda słodka b) woda słona		<6,5 ; 7,6> <6,5 ; 7,8>	<6,5 ; 7,6> <6,5 ; 7,8>	<6,5 ; 7,6> <6,5 ; 7,8>	<6,5 ; 7,6> <6,5 ; 7,8>	-
Chlor wolny	mg/l	-	<0,3 ³⁾ ; 0,6 ^{4) 5)} >	<0,7 ; 1,0 ⁴⁾ >	<0,3 ³⁾ ; 0,4 ⁴⁾ >	<1,0 ; 2,0>
Mętność	NTU	$\leq 0,3$	$\leq 0,5$	$\leq 0,5$	$\leq 0,5$	-
Chlor związany	mg/l	$\leq 0,2$	$\leq 0,3$	$\leq 0,3$	$\leq 0,3$	-
Chloroform	mg/l	$\leq 0,03$	$\leq 0,03$	$\leq 0,03$	$\leq 0,02$	-
Σ THM ⁷⁾	mg/l	$\leq 0,1$	$\leq 0,1$	$\leq 0,1$	$\leq 0,1$	-
Glin ⁸⁾	mg/l	-	$\leq 0,2$	$\leq 0,2$	$\leq 0,2$	-
Żelazo ⁸⁾	mg/l	-	$\leq 0,2$	$\leq 0,2$	$\leq 0,2$	-
Azotany ⁹⁾	mg/l	≤ 20	≤ 20	≤ 20	≤ 20	-
Ozon ¹⁰⁾	mg/l	$\leq 0,05$	-	-	-	-
Kwas izocyjanurowy ¹¹⁾	mg/l	-	≤ 100	≤ 100	-	-
Utlenialność ⁹⁾	mg/l	-	≤ 4	≤ 4	≤ 4	-

Objaśnienia do tabeli zostały zamieszczone na kolejnej stronie.

Objaśnienia do załącznika 5:

1) Dotyczy wód:

- a) słodkich tj. wód powierzchniowych lub podziemnych spełniających wymagania określone w przepisach dla wody do spożycia,
- b) słonych w tym morskich i solankowych zawierających od 5 g/l do 15 g/l składników mineralnych (głównie chlorków),
- c) termalnych tj. wód podziemnych, które na wypływie z ujęcia mają temperaturę nie mniejszą niż 20°C (z wyłączeniem wód pochodzących z odwadniania wyrobisk górniczych).

2) Wartość dla wody z zawartością chlorków powyżej 5g/l lub zawierającej bromki i jodki w ilości powyżej 0,5 mg/l należy ustalić indywidualnie dla każdego obiektu. Dziennik Ustaw – 7 – Poz. 1230

3) Przy jednoczesnym wspomaganiu dezynfekcji związkami chloru – promieniowaniem UV lub ozonem.

4) W sytuacji przekroczenia norm wskaźników mikrobiologicznego zanieczyszczenia wody lub bardzo dużego obciążenia niecki basenowej kąpiącymi się możliwe jest krótkotrwale podwyższone stężenia chloru wolnego do wartości nie większej niż 3,0 mg/l.

5) W przypadku niecek basenowych odkrytych najwyższa dopuszczalna wartość stężenia wolnego chloru wynosi 1,0 mg/l.

6) Dążyć do utrzymania jak najniższej wartości.

7) Σ THM – wartość oznacza sumę stężeń związków: – trichlorometan, – bromodichlorometan, – dibromochlorometan, – tribromometan.

8) Oznacza się, gdy jest stosowany jako koagulant.

9) Podana wartość stanowi różnicę pomiędzy wartością tego parametru w wodzie w niecce basenowej, a jego zawartością w wodzie doprowadzanej do pływalni.

10) Oznacza się w przypadku ozonowania wody, po filtracji sorbcyjnej.

11) Oznacza się w przypadku stosowania di – i trichloroizocyjanuranu.

Załącznik 6 Najwyższe dopuszczalne wartości substancji zanieczyszczających albo minimalny procent redukcji substancji zanieczyszczających dla ścieków wprowadzanych do wód lub do ziemi ¹⁾ zgodnie [20]

Lp.	Dla ścieków z oczyszczalni ścieków bytowych i ścieków	Nazwa substancji	J.m.	Najwyższe dopuszczalne wartości substancji zanieczyszczających albo minimalny procent redukcji substancji zanieczyszczających dla RLM oczyszczalni ścieków ³⁾				
				< 2000	2000-9999	10000-14999	15000-99999	≥ 100000
1		Biochemiczne zapotrzebowanie na tlen (BZT ₅), oznaczane z dodatkiem inhibitora nitryfikacji	mg O ₂ /l procent redukcji	≤ 40 -	≤ 25 70-90	≤ 25 70-90	≤ 15 ≥ 90	≤ 15 ≥ 90
2		Chemiczne zapotrzebowanie na tlen (ChZTCr), oznaczane metodą dwuchromianową	mg O ₂ /l procent redukcji	≤ 150 -	≤ 125 ≥ 75	≤ 125 ≥ 75	≤ 125 ≥ 75	≤ 125 ≥ 75
3		Zawiesiny ogólne	mg/l procent redukcji	≤ 50 -	≤ 35 ≥ 90	≤ 35 ≥ 90	≤ 35 ≥ 90	≤ 35 ≥ 90
4		Azot ogólny (suma azotu Kjeldahla (NNorg + NNH ₄), azotu azotynowego i azotu azotanowego)	mg N/l procent redukcji	≤ 30 ⁴⁾ -	≤ 15 ⁴⁾ -	≤ 15 ⁴⁾ <70 ; 80>	≤ 15 <70 ; 80>	≤ 10 <70 ; 80>
5		Fosfor ogólny	mg P/l procent redukcji	≤ 5 ⁴⁾ -	≤ 2 ⁴⁾ -	≤ 2 ⁴⁾ ≥ 80 ⁵⁾	≤ 2 ≥ 80 ⁵⁾	≤ 1 ≥ 80 ⁵⁾
Lp.	Dla ścieków z oczyszczalni ścieków w aglomeracjach	Nazwa substancji	J.m.	Najwyższe dopuszczalne wartości substancji zanieczyszczających albo minimalny procent redukcji substancji zanieczyszczających dla RLM oczyszczalni ścieków ³⁾				
				2000-9999	10000-14999	15000-99999	≥ 100000	
1		Biochemiczne zapotrzebowanie na tlen (BZT ₅), oznaczane z dodatkiem inhibitora nitryfikacji	mg O ₂ /l procent redukcji	≤ 25 <70 ; 90>	≤ 25 <70 ; 90>	≤ 15 ≥ 90	≤ 15 ≥ 90	
2		Chemiczne zapotrzebowanie na tlen (ChZTCr), oznaczane metodą dwuchromianową	mg O ₂ /l procent redukcji	≤ 125 ≥ 75	≤ 125 ≥ 75	≤ 125 ≥ 75	≤ 125 ≥ 75	
3		Zawiesiny ogólne	mg/l procent redukcji	≤ 35 ≥ 90	≤ 35 ≥ 90	≤ 35 ≥ 90	≤ 35 ≥ 90	
4		Azot ogólny (suma azotu Kjeldahla (NNorg + NNH ₄), azotu azotynowego i azotu azotanowego)	mg N/l procent redukcji	≤ 15 ⁴⁾ -	≤ 15 <70 ; 80 ⁵⁾ >	≤ 15 <70 ; 80>	≤ 10 <70 ; 80>	
5		Fosfor ogólny	mg P/l procent redukcji	≤ 2 ⁴⁾ -	≤ 2 ⁴⁾ ≥ 80 ⁵⁾	≤ 2 ≥ 80 ⁵⁾	≤ 1 ≥ 80 ⁵⁾	

Objaśnienia do tabeli zostały zamieszczone na kolejnej stronie.

Objaśnienia do załącznika 6:

¹⁾ 1) Określone w załączniku najwyższe dopuszczalne wartości substancji zanieczyszczających i minimalny procent redukcji substancji zanieczyszczających:

a) biochemicznego zapotrzebowania na tlen (BZT₅), chemicznego zapotrzebowania na tlen oznaczanego metodą dwuchromianową (ChZTCr) oraz zawiesiny ogólnej - dotyczą wartości tych substancji w próbkach średnich dobowych: z tym, że w przypadku oczyszczalni ścieków komunalnych o RLM poniżej 2.000 oraz o okresowym w ciągu doby odprowadzaniu ścieków organ w pozwoleniu może określić uproszczony sposób pobierania próbek ścieków, jeżeli można wykazać, że wyniki oznaczeń będą reprezentatywne dla ilości odprowadzanych zanieczyszczeń,

b) azotu ogólnego – dotyczą średniej rocznej wartości w ściekach, obliczonej dla próbek średnich dobowych pobranych w okresie roku. Alternatywnie dopuszcza się określenie wymogów dotyczących usuwania związków azotu na podstawie prób średnich dobowych, jeżeli można wykazać, że osiągnięty został ten sam poziom ochrony jednolitych części wód przed zanieczyszczeniem. W takim przypadku próba średnia dobową nie może przekraczać 20 mg/l azotu całkowitego dla wszystkich prób przy temperaturze wypływu w reaktorze biologicznym wyższej lub równej 12 °C. Warunki dotyczące temperatury można zastąpić ograniczeniem czasu operacji w celu uwzględnienia regionalnych warunków klimatycznych,

c) fosforu ogólnego – dotyczą średniej rocznej wartości w ściekach;

2) Minimalny procent redukcji substancji zanieczyszczających jest określany w stosunku do ładunku zanieczyszczeń w ściekach dopływających do oczyszczalni.

²⁾ Analiz dokonuje się z próbek homogenizowanych, nieodekantowanych i nieprzefiltrowanych, z wyjątkiem odpływów ze stawów biologicznych, w których oznaczenia BZT₅, ChZTCr, azotu ogólnego oraz fosforu ogólnego należy wykonać z próbek przefiltrowanych. Próbkę pobraną z odpływu ze stawów biologicznych należy uprzednio przefiltrować, jednakże zawartość zawiesiny ogólnej w próbkach niefiltrowanych nie powinna przekraczać 150 mg/l niezależnie od wielkości oczyszczalni.

³⁾ W czasie rozruchu oczyszczalni nowo wybudowanych, rozbudowanych lub przebudowanych oraz w przypadku awarii urządzeń istotnych dla realizacji pozwolenia wodnoprawnego najwyższe dopuszczalne wartości substancji zanieczyszczających podwyższa się maksymalnie do 50%, a wymaganą redukcję substancji zanieczyszczających obniża się nie więcej niż do 50% w stosunku do wartości podanych w załączniku.

⁴⁾ Wartości wymagane wyłącznie w ściekach wprowadzanych do jezior i ich dopływów oraz bezpośrednio do sztucznych zbiorników wodnych usytuowanych na wodach płynących.

⁵⁾ Minimalny procent redukcji substancji zanieczyszczających nie ma zastosowania do ścieków wprowadzanych do jezior i ich dopływów, bezpośrednio do sztucznych zbiorników wodnych usytuowanych na wodach płynących oraz do ziemi.

Załącznik 7 Najwyższe dopuszczalne wartości wybranych substancji szczególnie szkodliwych dla środowiska wodnego zawartych w ściekach przemysłowych wprowadzanych do środowiska wodnego¹⁾ zgodnie z [20]

Lp.	Rodzaj substancji	Rodzaj działalności	J.m.	Najwyższe dopuszczalne wartości substancji zanieczyszczających	
				Średnia dobową	Średnia miesięczna
1	Rtęć	Elektroliza chlorków metali alkalicznych	mg Hg/l ścieków ²⁾	≤ 0,2	≤ 0,5
		a) Produkcja chlorku winylu w zakładach przemysłu chemicznego stosujących katalizatory rtęciowe;	mg Hg/l ścieków	≤ 0,1	≤ 0,05
		b) Procesy inne niż produkcja chlorku winylu w zakładach przemysłu chemicznego stosujących katalizatory rtęciowe			
		Produkcja katalizatorów rtęciowych stosowanych w produkcji chlorku winylu			
		Produkcja organicznych i nieorganicznych związków rtęci, z wyjątkiem katalizatorów rtęciowych stosowanych w produkcji chlorku winylu			
		Produkcja baterii galwanicznych zawierających rtęć			
		Przemysł metali nieżelaznych:			
		1) odzysk rtęci			
		2) wydobywanie i rafinacja metali nieżelaznych			
		Oczyszczanie toksycznych odpadów zawierających rtęć			
		Inna działalność		≤ 0,06	≤ 0,03
2	Polichlorowane bifenylo (PCB)	Substancja, której produkcja, stosowanie i wprowadzanie do obrotu są w Polsce zabronione	mg PCB/l ścieków	0	0
3	Polichlorowane trifenylo (PCT)		mg PCT/l ścieków	0	0

Objaśnienia :

- 1) Określone w tabeli najwyższe dopuszczalne wartości substancji szczególnie szkodliwych w ściekach przemysłowych, wyrażone w mg/l, dotyczą wartości tych wskaźników w próbkach:
- 1) średniej miesięcznej, z tym że dopuszcza się pobieranie próbek do oznaczania wartości substancji zanieczyszczających w ściekach w sposób uproszczony, jeżeli można wykazać, że wyniki oznaczeń będą reprezentatywne dla ilości netto odprowadzanych zanieczyszczeń;
 - 2) średniej dobowej, z tym że dopuszcza się pobieranie próbek do oznaczania wartości substancji zanieczyszczających w ściekach w sposób uproszczony, jeżeli można wykazać, że wyniki oznaczeń będą reprezentatywne dla ilości odprowadzanych zanieczyszczeń. W przypadku galwanizacji pobieranie próbek w sposób uproszczony w celu pomiaru stężenia kadmu może być stosowane tylko wtedy, gdy łączna objętość wanień elektrolitycznych jest mniejsza niż 1,5 m³. Uproszczony sposób pobierania próbek nie dotyczy zakładów, które w okresie roku odprowadzają substancje szczególnie szkodliwe w ilości większej niż: 1) 7,5 kg rtęci (Hg); 2) 10 kg kadmu (Cd); 3) 30 kg tetrachlorometanu (czterochlorek węgla) (CCl₄); 4) 3 kg pentachlorofenolu (PCP); 5) 1 kg heksachlorobenzenu (HCB); 6) 1 kg heksachlorobutadienu (HCB₂D); 7) 30 kg trichlorometanu (chloroform) (CHCl₃); 8) 30 kg 1,2-dichloroetanu (EDC); 9) 30 kg trichloroetyleny (TRI); 10) 30 kg tetrachloroetyleny (nadchloroetylen) (PER).

- 2) Wartości dopuszczalne stosuje się do całkowitej ilości rtęci obecnej we wszystkich zawierających rtęć ściekach odprowadzanych z terenu zakładu.

Załącznik 8 Najwyższe dopuszczalne wartości wybranych pozostałych substancji wprowadzanych do środowiska wodnego¹⁾ zgodnie z [20]

Lp.	Nazwa substancji ²⁾	J.m.	Najwyższa dopuszczalna wartość	Zakres stosowania	
				Dla ścieków przemysłowych ³⁾	dla ścieków przemysłowych biologicznie rozkładalnych ³⁾
1	Temperatura	°C	≤ 35	Dotyczy wszystkich rodzajów ścieków	Dotyczy wszystkich sektorów
2	pH	-	<6,5 ; 12,5>	Dotyczy przemysłu sodowego	Nie dotyczy
			<6,5 ; 9,0>	Dotyczy pozostałych rodzajów ścieków	Dotyczy wszystkich sektorów
3	Zawiesiny ogólne ⁴⁾	mg/l	≤ 50	Dotyczy przemysłu celulozowo-papierniczego i sodowego	Nie dotyczy
			≤ 70	Dotyczy przemysłu koksowniczego	Dotyczy sektorów lp. 7 i 11
			≤ 35	Dotyczy pozostałych rodzajów ścieków	Pozostałe sektory
4	BZT ₅ ⁵⁾	mg O ₂ /l	≤ 30	Dotyczy przemysłu celulozowopapierniczego	Nie dotyczy
			≤ 50	Nie dotyczy	Dotyczy sektorów lp. 7, 8 i 11
			≤ 25	Dotyczy pozostałych rodzajów ścieków	Pozostałe sektory
5	ChZT _{Cr} ⁶⁾	mg O ₂ /l	≤ 250	Dotyczy przemysłu celulozowo-papierniczego i koksowniczego	Dotyczy sektorów lp. 7, 8 i 11
			≤ 125	Dotyczy pozostałych rodzajów ścieków	Pozostałe sektory
6	Ogólny węgiel organiczny ⁷⁾	mg C/l	≤ 30 ⁸⁾	Dotyczy wszystkich rodzajów ścieków	Dotyczy wszystkich sektorów
7	Miedź	mg Cu/l	≤ 0,1	Dotyczy przemysłu ceramicznego	Nie dotyczy
			≤ 0,5	Dotyczy pozostałych rodzajów ścieków	Dotyczy sektorów lp. 3, 6 i 7
8	Ołów	mg Pb/l	≤ 0,1	Dotyczy przemysłu ciepłowniczego	Nie dotyczy
			≤ 0,5	Dotyczy pozostałych rodzajów ścieków	Nie dotyczy
9	Węglowodory ropopochodne	mg/l	≤ 5	Dotyczy rafinerii ropy naftowej	Nie dotyczy
			≤ 15	Dotyczy pozostałych rodzajów ścieków	Dotyczy wszystkich sektorów
10	Żelazo ogólne	mg Fe/l	≤ 10	Dotyczy wszystkich rodzajów ścieków	Dotyczy wszystkich sektorów

Objaśnienia do tabeli zostały zamieszczone na kolejnej stronie.

Objaśnienia do załącznika 8:

1) Określone w tabeli najwyższe dopuszczalne wartości:

1) azotu ogólnego i fosforu ogólnego – dotyczą średniej rocznej wartości w ściekach, obliczonej dla próbek średnich dobowych pobranych w okresie roku. Dopuszcza się określanie wymogów dotyczących usuwania związków azotu na podstawie prób średnich dobowych, jeżeli można wykazać, że osiągnięty został ten sam poziom ochrony jednolitych części wód przed zanieczyszczeniem. W takim przypadku próba średnia dobową nie może przekraczać 20 mg/l azotu całkowitego dla wszystkich prób przy temperaturze wypływu w reaktorze biologicznym wyższej lub równej 12 °C. Warunki dotyczące temperatury można zastąpić ograniczeniem czasu operacji w celu uwzględnienia regionalnych warunków klimatycznych.

2) pozostałych substancji zanieczyszczających – dotyczą wartości tych substancji w próbkach średnich dobowych.

2) Analizy dokonywane z próbek homogenizowanych, niezdekantowanych i nieprzefiltrowanych; nie dotyczy odpływów ze stawów biologicznych, w których oznaczenia substancji zanieczyszczających, z wyjątkiem zawiesiny ogólnej, należy wykonać z próbek przefiltrowanych.

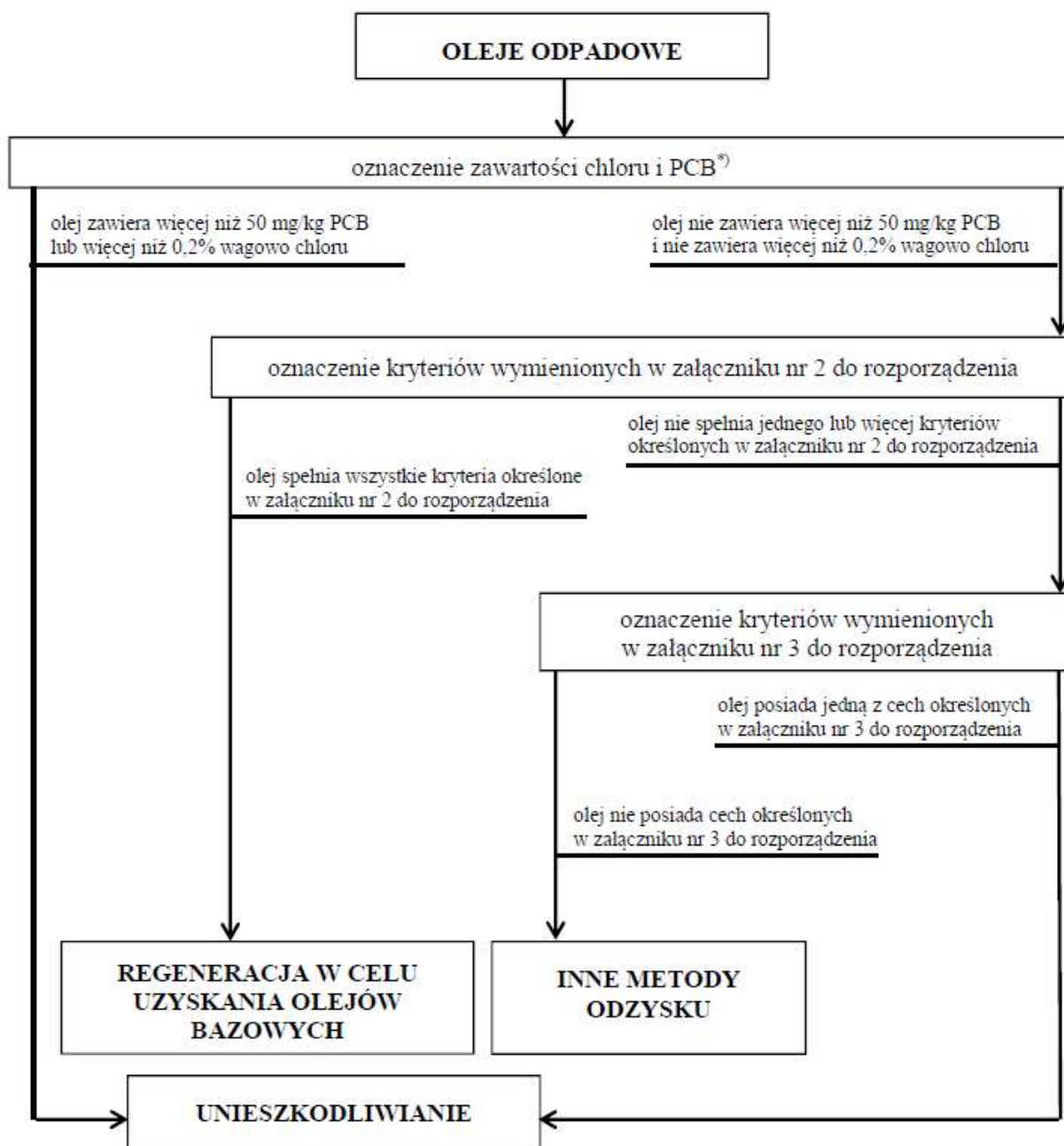
3) W czasie rozruchu nowo wybudowanych, rozbudowanych lub przebudowanych oczyszczalni stosujących biologiczne metody oczyszczania ścieków najwyższe dopuszczalne wartości substancji zanieczyszczających podwyższa się w stosunku do wartości podanych w załączniku maksymalnie o 30%. W przypadku awarii w tych oczyszczalniach urządzeń istotnych dla realizacji pozwolenia wodnoprawnego lub zintegrowanego najwyższe dopuszczalne wartości substancji zanieczyszczających podwyższa się w stosunku do wartości podanych w załączniku maksymalnie do 50%, przez czas nie dłuższy niż 48 godzin. Najwyższe dopuszczalne wartości substancji zanieczyszczających podwyższa się w stosunku do wartości podanych w załączniku maksymalnie o 30% także w przypadku awarii urządzeń istotnych dla realizacji pozwolenia wodnoprawnego lub zintegrowanego w oczyszczalniach stosujących inne niż biologiczne metody oczyszczania ścieków przemysłowych.

4) W niefiltrowanej próbce odpływu ze stawów biologicznych wartość zawiesiny ogólnej nie może przekraczać 150 mg/l.

5) Oznaczane z dodatkiem inhibitora nitryfikacji.

6) Oznaczane metodą dwuchromianową.

Załącznik 9 Schemat postępowania z olejami odpadowymi w celu zakwalifikowania ich do właściwego procesu odzysku albo unieszkodliwiania zgodnie z [18]



^{*)} Oznaczanie zawartości PCB nie jest wymagane w stosunku do olejów odpadowych gromadzonych selektywnie, pochodzących z urządzeń, wyrobów i instalacji, w których pierwotnie zastosowane były oleje niezawierające PCB, lub z urządzeń i instalacji po spełnionej dekontaminacji, o której mowa w rozporządzeniu Ministra Gospodarki z dnia 24 czerwca 2002 r. w sprawie wymagań w zakresie wykorzystywania i przemieszczania substancji stwarzających szczególne zagrożenie dla środowiska oraz wykorzystywania i oczyszczania instalacji lub urządzeń, w których były lub są wykorzystywane substancje stwarzające szczególne zagrożenie dla środowiska (Dz. U. Nr 96, poz. 860).

WOJSKOWA AKADEMIA TECHNICZNA
INSTYTUT POJAZDÓW I TRANSPORTU
Zakład Materiałów Pędnych i Smarów

SPRAWOZDANIE

z tematu zajęć laboratoryjnych nr

Grupa

Data zajęć

Podgrupa

Imię i nazwisko wykonawcy

Imię i nazwisko prowadzącego temat

PRZEDMIOT:

TEMAT:

**I. WSTĘP TEORETYCZNY I OPIS BADANEJ PRÓBKII PŁYNU
EKSPLOATACYJNEGO**

II. ZABEZPIECZENIE MATERIAŁOWO–TECHNICZNE

Lp.	Wyposażenie i przyrządy pomiarowe	Typ/numer fabryczny/zakres pomiarowy/ klasa dokładności/działka elementarna
1.		
2.		
3.		
4.		
5.		
6.		
7.		
8.		
Lp.	Materiały i odczynniki	
1.		
2.		
3.		
4.		
5.		

III. METODYKA OZNACZANIA

IV. OBLICZENIA

V. OPRACOWANIE I ANALIZA WYNIKÓW POMIARÓW (PORÓWNANIE WYNIKU Z WYMAGANIEM)

VI. WNIOSKI

Podpis wykonawcy

Bibliografia

1. <https://www.ekologia.pl/wiedza/slowniki/leksykon-ekologii-i-ochrony-srodowiska/ochrona-srodowiska#cele-i-sposoby-ochrony-srodowiska>
2. Obwieszczenia Marszałka Sejmu Rzeczypospolitej Polskiej z dnia 29 maja 2020r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu ustawy - *Prawo ochrony środowiska* (Dz. U. z 2020r. poz. 1219),
3. Rozporządzenie Ministra Klimatu z dnia 11 grudnia 2019 r. w sprawie wykazów zawierających informacje i dane o zakresie korzystania ze środowiska oraz o wysokości należnych opłat (Dz. U. z 2019r. poz. 2443),
4. Szymkiewicz N., Matysiak B., Dąbrowski P., Maćkowiak A. *Sprawozdania z zakresu ochrony środowiska. Raport do KOBiZE. Opłaty za korzystanie ze środowiska*, Wydanie V, 2020r.,
5. Obwieszczenie Marszałka Sejmu Rzeczypospolitej Polskiej z dnia 8 października 2020r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu ustawy o zbiorowym zaopatrzeniu w wodę i zbiorowym odprowadzaniu ścieków (Dz.U. 2020 poz. 1845),
6. Szczepaniec-Cięciak E. i Kościelniak P. *Ćwiczenia z chemii środowiska Tom 2 Badania wód i ścieków*,
7. Myśliński A. *Instrukcja ćwiczenia*, <http://beta.chem.uw.edu.pl/people/AMyslinski/cw13/ins13.htm>
8. Hermanowicz W., Dojlido J., Dożańska W., Koziorowski B., Zebre J. *Fizyczno-chemiczne badanie wody i ścieków*
9. Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 22 maja 2026 r. w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi (Dz. U. z 2026r. poz. 748),
10. Pastewski S., Czacharowski P., Mędrzycka K.; *Usuwanie hydrofobowych zanieczyszczeń ropopochodnych z gleby metodą odmywania za pomocą roztworów związków powierzchniowo czynnych*, Polska Inżynieria Środowiska pięć lat po wstąpieniu do Unii Europejskiej, red. J. Ozonek, M. Pawłowska. - Lublin, Monografie Polskiej Akademii Nauk Komitet Inżynierii Środowiska, 2009, T.1, nr 58, 183-189,
11. Rakowska J., Radwan K., Śłosorz Z. i inni *Usuwanie substancji ropopochodnych z dróg i gruntów*, Monografie CNBOP-PIB 2012, Józefów 2012r.,
12. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 31 października 2024 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie sposobu prowadzenia oceny zanieczyszczenia powierzchni ziemi (Dz.U. 2024 poz. 1657),
13. Zadroga B, Olańczuk-Neyman K., *Ochrona i rekultywacja podłoża gruntowego: aspekty geotechniczn-obudowlane*, Wydaw. Politechniki Gdańskiej, Gdańsk 2001,
14. Gmitrzuć N., *Wpływ roślinności na rozkład substancji ropopochodnych-potencjalne możliwości w podczyszczaniu wód opadowych*, Ochrona środowiska i Zasobów Naturalnych, 2011, 50, 193-201,
15. Obwieszczenie Marszałka Sejmu Rzeczypospolitej Polskiej z dnia 3 marca 2022 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu ustawy o odpadach (Dz.U. 2022 poz. 699),
16. Baczewski K., Szczawiński P., Zielnik W. *Płyny eksploatacyjne. Wstęp do zajęć laboratoryjnych*, Warszawa 2010,
17. Maciejowski W. *Baza Paliw. Eksploatacja i zabezpieczenia. Poradnik* Wydanie I, Warszawa 1998,
18. Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 5 października 2015 r. w sprawie szczegółowego sposobu postępowania z olejami odpadowymi (Dz. U. 2015 poz. 1694),
19. Obwieszczenie Ministra Zdrowia z dnia 10 maja 2022 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu rozporządzenia Ministra Zdrowia w sprawie wymagań, jakim powinna odpowiadać woda na pływalniach (Dz.U. 2022 poz. 1230),

20. Rozporządzenie Ministra Gospodarki Morskiej i Żeglugi Śródlądowej z dnia 12 lipca 2019 r. w sprawie substancji szczególnie szkodliwych dla środowiska wodnego oraz warunków, jakie należy spełnić przy wprowadzaniu do wód lub do ziemi ścieków, a także przy odprowadzaniu wód opadowych lub roztopowych do wód lub do urządzeń wodnych (Dz.U. 2019 poz. 1311).