

Redakcja naukowa

Oksana Telak | Roman Stawicki | Jerzy Telak | Sebastian Sikorski

Współczesne oblicza bezpieczeństwa państwa



Współczesne oblicza bezpieczeństwa państwa

Redakcja naukowa

Oksana Telak | Roman Stawicki | Jerzy Telak | Sebastian Sikorski

Współczesne oblicza bezpieczeństwa państwa

© Copyright by
Uniwersytet Kardynała Stefana Wyszyńskiego w Warszawie
Wydawnictwo Naukowe UKSW
Warszawa 2025

Recenzenci:
dr hab. Adrian Mitręga, UJK w Kielcach
dr nauk Taras Rak, prof. IT Step

Opracowanie redakcyjne:
Katarzyna Jutkiewicz-Kubiak

Projekt okładki:
Jakub Rakusa-Suszczewski

Projekt typograficzny, skład i łamanie:
Vita

Publikacja wydana w koedycji z Uniwersytetem Jana Kochanowskiego w Kielcach.



Wydawnictwo Naukowe
Uniwersytetu Kardynała Stefana Wyszyńskiego w Warszawie
01-815 Warszawa, ul. Dewajtis 5
tel. 22 561-89-23; e-mail: wydawnictwo@uksw.edu.pl
www.wydawnictwo.uksw.edu.pl

ISBN 978-83-8281-735-5 (ebook)

Spis treści

SŁOWO WSTĘPNE	7
JACEK MILLER, Międzynarodowe stosunki gospodarcze po 2022 roku oraz ich wpływ na sytuację geopolityczną i bezpieczeństwo globalne	9
PAWEŁ CHABIELSKI, Kierunki rozwoju technologii obronnych RP w budowaniu bezpieczeństwa państwa	29
OREST SCHOPSKY, IHOR MALETS, ROSTYSLAV GRYNYK, Категоризація видів пожеж за описом об'єкту пожежі	61
IRYNA KOCHMAR, Bezpieczeństwo ekologiczne i jakość wody w rzekach Lwowskiej Wspólnoty Terytorialnej (obwód lwowski, Ukraina)	71
OKSANA TELAK, Uwarunkowania formalne funkcjonowania pomocy humanitarnej w zarysie	115
ROMAN STAWICKI, Percepcja migrantów i uchodźców w świetle badań sondazowych	133
ROMAN KONANETS, KATERYNA STEPОВА, IRYNA FEDIV, Przegląd środowiskowych konsekwencji działań wojennych w Ukrainie	157
MARTYNA OSTROWSKA, Systemowe podejście do przeciwdziałania zagrożeniom w bezpieczeństwie ruchu drogowego w Polsce	179
ROMAN KOVAL, SERHIJ YEMELIANENKO, ANDRIJ KUZYK, Przyczyny pożarów i ocena ryzyka pożarowego hoteli	195
MARIUSZ MICHAŁSKI, Dynamika zagrożeń bezpieczeństwa osobistego policjantów Komendy Miejskiej Policji w Kielcach	215
ВІКТОР СКРОБАЛА, ОСТАП ДУЛЫВА, Ерозійна здатність опадів в Україні	241

TOMASZ JAROCKI, Zwalczanie nadużyć i przestępstw finansowych na szkodę interesów finansowych Unii Europejskiej	267
KINGA KAJZER, Rola partycypacji społecznej w kontekście bezpieczeństwa lokalnego – zagadnienia wstępne	289
MAŁGORZATA MŁODAWSKA, Narkomania jako zagrożenie młodego pokolenia	309
NORBERT SERWICKI, Bezpieczeństwo kulturowe w opiniach kieleckiej młodzieży	339
SYLWESTER KOPYRA, Narkomania jako zagrożenie dla bezpieczeństwa społecznego	361

Słowo wstępne

VIII Międzynarodowa Konferencja Naukowa pt. „Bezpieczeństwo, zarządzanie, zdrowie i innowacje technologiczne”, o charakterze transdyscyplinarnym i naukowo-praktycznym, odbyła się w dniach 9–10 kwietnia 2025 r. Głównymi jej organizatorami były uczelnie warszawskie – Uniwersytet Kardynała Stefana Wyszyńskiego i Wyższa Szkoła Edukacja w Sporcie, a współorganizatorami – uczelnie polskie i ukraińskie: Lotnicza Akademia Wojskowa w Dęblinie, Uczelnia Łukaszewski, Uniwersytet Jana Kochanowskiego w Kielcach, Uniwersytet Pomorski w Słupsku, Uniwersytet Radomski im. Kazimierza Pułaskiego w Radomiu, Uniwersytet Szczeciński, Wojskowa Akademia Techniczna w Warszawie, Chmielnicki Narodowy Uniwersytet, IT STEP University we Lwowie, Lwowski Państwowy Uniwersytet Bezpieczeństwa Życia, Lwowski Państwowy Uniwersytet Kultury Fizycznej im. Ivana Boberskiego, Południowoukraiński Narodowy Uniwersytet Pedagogiczny im. K.D. Uszyńskiego w Odessie, Humański Państwowy Uniwersytet Pedagogiczny im. Pawła Tyczyny w Humanii.

Śród czterech komponentów zawartych w tytule konferencji to „bezpieczeństwo” uczyniono tematem przewodnim niniejszej monografii. Organizatorzy tego cyklicznego przedsięwzięcia o charakterze naukowo-praktycznym mają świadomość ogromnych przeobrażeń, które dokonują się w różnych sferach bezpieczeństwa państwa. Aktualność tej problematyki wynika m.in. z trwającej ponad trzy lata agresji Rosji na Ukrainę i operacji hybrydowej Białorusi skierowanej przeciwko Polsce.

Autorzy czternastu rozdziałów podejmują różnorodną problematykę, której wspólnym mianownikiem pozostają człowiek i państwo jako kluczowe podmioty bezpieczeństwa. Pojawiające się wciąż nowe wyzwania i zagrożenia wskazują na konieczność uwzględniania kolejnych sfer życia społecznego, funkcjonowania państwa czy struktur ponadpaństwowych (np. organizacji międzynarodowych) w kontekście bezpieczeństwa. Zmieniają się zarówno determinanty, jak i warunki kształtujące tzw. środowisko bezpieczeństwa.

Zespół redakcyjny żywi nadzieję, że monografia ta spotka się z zainteresowaniem wielu osób, którym bezpieczeństwo – niezależnie od jego rozumienia i postrzegania – jest bliskie, w tym przedstawicieli świata edukacji i nauki, służb mundurowych, wojska, administracji rządowej i samorządowej, organizacji pozarządowych. Do lektury zachęcamy szczególnie reprezentantów młodego pokolenia, studentów kierunku bezpieczeństwo narodowe i wewnętrzne oraz kierunków pokrewnych.

Bezpieczeństwo ekologiczne i jakość wody w rzekach Lwowskiej Wspólnoty Terytorialnej (obwód lwowski, Ukraina)

Streszczenie

Problem czystej wody i jej dostępności jest istotnym zagadnieniem w wielu krajach na całym świecie. Działalność człowieka w dobie postępu naukowo-technicznego doprowadziła do pogorszenia jakości wód, zmiany reżimów przepływu rzek, a także do przekształcenia wielu z nich w kanały oraz sieć zbiorników i stawów. Kompleksowa ocena jakości wód ma obecnie ogromne znaczenie. Zintegrowane podejście do tego zagadnienia pozwala lepiej zrozumieć charakter i skalę wpływu rosnącej liczby substancji chemicznych związanych z obciążeniem antropogenicznym zbiorników wodnych. Zbiorniki wodne na terenie miasta pełnią szereg ważnych funkcji: ekologicznych (siedlisko organizmów wodnych i lądowych, regulacja reżimu hydrologicznego otaczających obszarów, łagodzenie mikroklimatu), społeczno-gospodarczych (hodowla ryb, rezerwy wody na wypadek suszy lub pożaru), rekreacyjnych (miejsca wypoczynku) itp. Funkcjonowaniu i rozwojowi każdego miasta towarzyszy intensywne tworzenie antropogenicznych geosystemów, w których równowaga ekologiczna jest zaburzona. Spośród wszystkich rodzajów presji antropogenicznej oddziaływanie obszarów zurbanizowanych stanowi jedną z najgłębszych i najbardziej złożonych jej postaci, gdyż kumuluje w sobie wpływy przemysłowe, transportowe, rekreacyjne i inne rodzaje oddziaływania antropogenicznego, które negatywnie wpływają na wszystkie naturalne składniki geosystemów. Szczególnie wrażliwe na tego rodzaju presję są zbiorniki wodne, dotknięte zanieczyszczeniem, zamulaniem i degradacją z powodu rozwoju zlewni, a czasem nawet samego zbiornika. W artykule przeanalizowano wyniki monitoringu jakości wody w rzekach Połtwa, Zubra i Maruńka w obszarze metropolitalnym Lwowa. W tym celu wykorzystano statystyczne, porównawcze i analityczne metody badawcze. Skonstruowano wykresy

zależności i podstawowe charakterystyki statystyczne. Uwzględniono dynamikę zmian zawartości zanieczyszczeń w strumieniach kontrolnych w okresie od 31 grudnia 2021 r. do 31 grudnia 2024 r. oraz zidentyfikowano główne źródła wpływu na rzeki. Ustalono, że rzeka Poltwa doświadczyła najsilniejszego wpływu antropogenicznego, ponieważ w jej odcinku kontrolnym stwierdzono największe przekroczenia wartości dopuszczalnych (NDS) dla żelaza ogólnego, azotu amonowego, fosforanów, zawiesiny, syntetycznych środków powierzchniowo czynnych, ChZT, BZT-5 i tlenu rozpuszczonego.

Słowa kluczowe: bezpieczeństwo środowiska, ekologia miejska, regulacja, najwyższe dopuszczalne stężenie, wody powierzchniowe, zanieczyszczenie, stan ekologiczny

Abstract

Environmental safety and water quality in rivers of the Lviv territorial community (Lviv region, Ukraine)

The problem of clean water and its availability in many countries of the world is the most important one. Human activity in the era of scientific and technological progress has led to a deterioration in water quality and river flow regime, the transformation of many rivers into canals and a network of reservoirs and ponds. The problem of comprehensive water quality assessment is of paramount importance at the present stage. An integrated approach to assessing surface water pollution makes it possible to understand the nature and extent of surface water pollution by a growing number of chemicals associated with the increasing anthropogenic load on water bodies. Water bodies within the city perform a number of important functions, including ecological (habitat for aquatic and terrestrial living organisms, regulation of the hydrological regime of the surrounding areas, mitigation of the microclimate), socio-economic (fish farming, water reserves in case of drought or fire), recreational (places for recreation), etc. The functioning and development of any city is accompanied by the intensive formation of anthropogenic geo-ecosystems with a disturbed ecological balance. Among all types of anthropogenic pressure, the urban impact of urbanized areas is one of the most profound and complex forms of such an impact. It combines industrial, transport, recreational and other types of anthropogenic impact that negatively affect all natural components of geo-ecosystems. Water bodies are particularly vulnerable, suffering from pollution, clogging, and depletion due to the development of areas, and sometimes even water bodies themselves. This paper analyzes the ecological status and water quality of the Poltva, Zubra, and Maruńka rivers within the Lviv metropolitan area. For this purpose, statistical, comparative, and analytical research methods were used. The dynamics of changes in the content of pollutants in the control samples in the period from 12.31.2021 to 12.31.2024 are considered, and the main sources of impact on the rivers are identified. It has been established that the river Poltva has experienced the greatest anthropogenic impact, as the largest exceedances of odor, total iron, ammonium nitrogen, phosphates, suspended solids, surfactants, COD, BOD-5, and dissolved oxygen were found in its control section.

Keywords: environmental safety, urban ecology, standardization, maximum allowable concentration, surface water, pollution, ecological condition

1. Wprowadzenie

Zasoby wodne stanowią dobro narodowe oraz jeden z kluczowych filarów rozwoju gospodarczego i dobrobytu społecznego Ukrainy. Są one również nieodzownym elementem funkcjonowania ludzi, flory i fauny. Zasoby wodne są ograniczonymi i wrażliwymi obiektami naturalnymi, a w obliczu rosnącej presji antropogenicznej na środowisko, rozwoju produkcji społecznej i wzrostu potrzeb materialnych istnieje potrzeba opracowania i przestrzegania specjalnych zasad korzystania z zasobów wodnych, ich racjonalnego wykorzystania i ochrony środowiska¹.

Artykuł 50 Ustawy Ukrainy nr 1268-XII „O ochronie środowiska” z 26 czerwca 1991 r. definiuje pojęcie bezpieczeństwa ekologicznego jako stan środowiska, który zapobiega pogorszeniu sytuacji ekologicznej i pojawieniu się zagrożeń dla zdrowia ludzi. Bezpieczeństwo środowiskowe jest gwarantowane obywatelom Ukrainy poprzez szeroki zakres powiązanych ze sobą środków politycznych, ekonomicznych, technicznych, organizacyjnych, państwowych, prawnych i innych². W związku z tym monitorowanie jakości wód powierzchniowych i ocena jakości wody stanowią istotne elementy zapewnienia bezpieczeństwa środowiskowego.

Według UNICEF³ cztery miliardy ludzi – prawie dwie trzecie światowej populacji – doświadcza poważnych niedoborów wody przez co najmniej jeden miesiąc w roku, ponad dwa miliardy ludzi żyje w krajach

¹ „Водний кодекс України” № 213/95-ВР від 6.06.1995 р., Верховна Рада України: веб-сайт, <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/213/95-%D0%B2%D1%80#Text> (dostęp 1.04.2025).

² Закону України від 26.06.1991 р. № 1268-XII „Про охорону навколишнього природного середовища”, Верховна Рада України: веб-сайт, <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1264-12#Text> (dostęp 31.03.2025).

³ *Water scarcity*, UNICEF, for every child, <https://www.unicef.org/wash/water-scarcity> (dostęp 1.04.2025).

o niewystarczającym zaopatrzeniu w wodę, a do 2030 r. około 700 milionów ludzi może zostać zmuszonych do migracji z powodu ostrych niedoborów wody. Nawet w krajach o wystarczających zasobach wodnych niedobór wody nie jest rzadkością i może być spowodowany wieloma czynnikami: zepsutą infrastrukturą i systemami dystrybucji, zanieczyszczeniem, konfliktem lub słabą gospodarką wodną. Coraz wyraźniej widać także, że zmiany klimatu oraz czynniki ludzkie w istotnym stopniu wpływają na jakość wody i warunki sanitarne.

Jakość wody od wielu lat stanowi poważny problem dla Ukrainy, a sytuację dodatkowo pogarszają działania wojenne między Rosją a Ukrainą. Okupanci ostrzeliwują infrastrukturę wodną, niszczą zapory, prowadzą operacje wojskowe na Morzu Czarnym i Azowskim, a także dewastują przepompownie ścieków i oczyszczalnie. W wyniku tych działań ścieki wpływają do rzek bez odpowiedniej filtracji, powodując poważne szkody w ekosystemach⁴.

Położenie Lwowskiej Wspólnoty Terytorialnej (WT) w głównym europejskim obszarze wododziałowym doprowadziło do dominacji rozległej sieci małych rzek i strumieni na jej terytorium. Zasilają one rzeki transeuropejskie – Bug Zachodni i Dniester, odgrywając kluczową rolę w funkcjonowaniu dużych dorzeczy i wywierając znaczący wpływ na ich stan. Lwów stał się żywym przykładem zmian w elementach krajobrazu naturalnego, w szczególności w zbiornikach wodnych, ze względu na rosnące tempo urbanizacji i ingerencji inżynierskiej w strukturę miasta. Określenie jakości wody, zmian i stopnia wpływu miasta na sieć rzeczną stało się pilnym zadaniem.

Obiektem badań są rzeki na obszarze Lwowskiej WT.

Celem badania jest analiza aktualnego stanu ekologicznego i porównanie jakości wód powierzchniowych rzek: Połtwy, Zubry i Maruńki w Lwowskiej WT na podstawie kwartalnych danych z monitoringu.

⁴ А.Д. Кузик, Б.Я. Бойчук, К.А. Король, Р.О. Дирда, *Вплив воєнних дій на якість води в річках України*, „Вісник Львівського державного університету безпеки життєдіяльності” 2024, № 30, s. 26–34, <https://doi.org/10.32447/20784643.30.2024.03>.

Metody badawcze obejmują przegląd literatury, raporty z monitoringu, uogólnianie i systematyzację danych, statystyczne, porównawcze i analityczne metody badawcze. Do oceny jakości wody w rzekach na terenie Lwowskiej WT wykorzystano informacje o wynikach kwartalnego monitoringu jakości wody w kontrolnych stacjach pomiarowych, który jest przeprowadzany przez Wydział Ekologii i Zasobów Naturalnych Lwowskiej Rady Miejskiej⁵.

2. Charakterystyka obiektu badań

2.1. Ogólna charakterystyka Lwowskiej WT

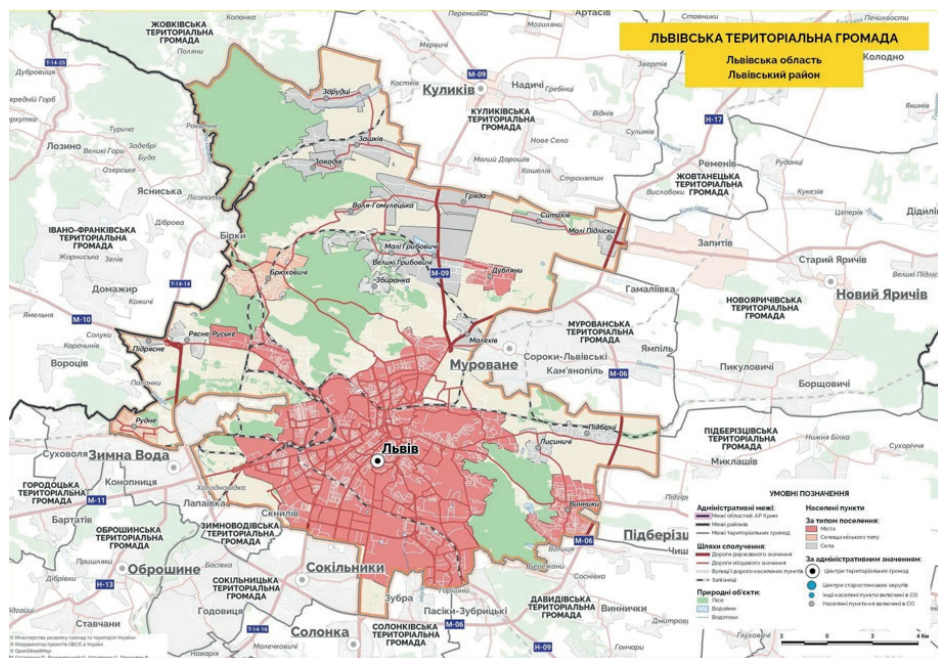
Lwowska WT to wspólnota terytorialna Ukrainy, położona w obwodzie lwowskim, w rejonie lwowskim (rys. 1). Centrum administracyjnym jest miasto Lwów. Powierzchnia gminy wynosi 315,6 km², a liczba ludności 783 065 osób. Została utworzona 17 lipca 2020 r. w wyniku połączenia Rady Miasta Lwowa, Rady Miasta Wynnyki w rejonie łyczakowskim we Lwowie, Rady Osiedla Bryuchowicze w rejonie szewczenkowskim we Lwowie, Rady Osiedla Rudneńskie w rejonie zaliznymcznym we Lwowie, Rady Wsi Łysynyczów w rejonie pustomyckim, Rady Miasta Dubliany, Rady Wsi Malechiw, Hrybowicze, Hryadów i Zaszkiw w rejonie żółkiewskim, Rady Wsi Riasne-Ruska w rejonie jaworowskim. Wspólnota obejmuje trzy miasta: Lwów, Wynnyki, Dubliany, i siedemnaście osad wiejskich: Bryuchowicze, Rudne, Velyki Hrybovychi, Volia-Homuletsia, Hriada, Zavadiw, Zarudtsi, Zaszkiw, Zbyranka, Łysynyczów, Malechiw, Mali Hrybovychi, Mali Pidli-sky, Pidbirtsi, Pidryasne-Ruske, Sytykhiv⁶.

⁵ *Результати вимірювань показників якості води у водоймах та потоках на території Львівської МТГ (дані моніторингу)*, Відкриті дані Львова: веб-сайт, <https://opendata.city-adm.lviv.ua/dataset/48e4f730-93f3-4f47-be7d-820eea3e46d9> (dostęp 4.04.2025).

⁶ *Львівська громада*, Львівська міська рада: веб-сайт, <https://city-adm.lviv.ua/lmr/lviv-community> (dostęp 31.03.2025); *Рада прийняла ухвалу «Про припинення місцевих рад шляхом приєднання до Львівської міської ради»*. Інформаційний

Miasto Lwów położone jest w górnym biegu rzeki Połtwy, dopływu Bugu Zachodniego, na granicy trzech regionów geograficznych: Podola, Rostocza i Wołynia, z których każdy ma swoje własne charakterystyczne cechy. Położenie Lwowa na linii Głównego Europejskiego Działu Wodnego, w odległości 600 km od Morza Bałtyckiego i Morza Czarnego oraz brak dużej rzeki determinują kontynentalną pozycję miasta.

Rysunek 1. Mapa Lwowskiej WT (kolor brązowy oznacza granicę Lwowskiej WT, kolor czerwony – terytorium miast, kolor pomarańczowy – osady typu miejskiego, a kolor biały – wsie)⁷



портал депутатів Львівської міської ради: веб-сайт, <https://www.lvivrada.gov.ua/novyny/item/9292-rada-priynnala-uhvalu-%C2%ABpro-prypynennya-miscevyh-rad-shlyahom-pryyednannya-do-lyvivsykoji-misykoji-rady%C2%BB> (dostęp 29.03.2025).

⁷ Львівська міська територіальна громада, <https://lvivskaray-rada.gov.ua/lvivskyy-rayon/terytorialni-hromady> (dostęp 31.03.2025).

2.2. Topografia

Rzeźba terenu obwodu lwowskiego jest ściśle związana ze złożoną strukturą tektoniczną, charakterem osadów geologicznych i długą historią rozwoju w różnych epokach paleoklimatycznych. Jest ona morfologicznie i genetycznie niejednorodna. Terytorium regionu łączy w sobie sfałdowane formacje górskie (Karpaty Ukrainie), wyżyny strukturalno-denudacyjne i denudacyjno-akumulacyjne (Podole, Wołyń i Przedkarpacie), równiny denudacyjno-akumulacyjne i akumulacyjne (Małe Polesie). Prowadzi to do wyraźnego zróżnicowania obwodu lwowskiego na taksony geomorfologiczne o różnej randze – region, podregion, okręg, podokręg⁸.

Obwód lwowski charakteryzuje się różnorodnością warunków naturalnych i bogactwem zasobów. Rzeźba regionu jest pagórkowata na Przedkarpaciu i pagórkowata na Wysoczyźnie Podolskiej, nisko położona na Małym Polesiu i Równinie Wierchniosyanskiej oraz górzysta na południowym zachodzie. Terytorium regionu znajduje się na granicy trzech głównych struktur tektonicznych: platformy wschodnioeuropejskiej, platformy zachodnioeuropejskiej i systemu fałdowań karpackich. Przez jego terytorium przebiega Główny Europejski Dział Wodny, który rozdziela dorzecza Morza Bałtyckiego i Morza Czarnego. W regionie znajduje się 8950 rzek, z których 216 ma ponad 10 km długości.

Lwów i jego okolice są tektonicznie położone w południowo-zachodniej części platformy wschodnioeuropejskiej. Ta część platformy nazywana jest również płytą podolską⁹. Pokrywa osadowa platformy jest tu reprezentowana przez formacje paleozoiczne (kambr–dolny sylur, górny sylur, dewon, dolny i środkowy karbon), które bardzo łagodnie opadają w kierunku południowo-zachodnim pod karpacką strukturą fałdową i naporową. W rezultacie transgresywne formacje górnej kredy występują w różnych horyzontach stratygraficznych.

⁸ *Ґрунти Львівської області: колективна монографія*, за ред. С.П. Позняка, ЛНУ імені Івана Франка, Львів 2019.

⁹ О.С. Вялов, В.А. Горецкий, Л.Н. Кудрин и др., *Краткий геологический путеводитель по Львову*, изд-во Львовского ун-та, Львов 1954.

Miasto położone jest na styku Płaskowyżu Lwowskiego, pagórkowatego Roztocza i nisko położonej Kotliny Nadbużańskiej. Średnia wysokość miasta nad poziomem morza wynosi 289 m, a najwyższy jest Wysoki Zamek (413 m n.p.m.)¹⁰. Od centrum Lwowa na północny zachód rozciąga się pagórkowaty grzbiet Roztocza. Stąd woda płynie z jednej strony do dorzecza Bugu Zachodniego, a z drugiej do dorzecza Dniestru (i częściowo Sanu). Roztocze częściowo odgrywa rolę Głównego Europejskiego Działu Wodnego, który powoli przesuwa się na zachód w wyniku intensywnej działalności erozyjnej dopływów Bugu Zachodniego. Zdarzają się nawet przypadki przechwytywania źródeł rzeki. W ten sposób wody małej rzeki Młyniwki (na północ od wsi Bryukhovychi) niegdyś wpływały do dopływu Dniestru, Wereszycy. Z biegiem czasu strumień Nedilchyna (lub Kapelivka, dorzecze Bugu), ze względu na stosunkowo szybką erozję regresywną działu wodnego, dotarł do doliny, w której płynęła rzeka Młyniwka i przechwycił ją do systemu Bugu.

Rzeźba terenu Roztocza jest typowo erozyjna. Na zachodzie jest poprzecinana dużą liczbą dolin rzecznych, podczas gdy jej wschodnia krawędź jest bardziej prosta i opada do Kotliny Nadbużańskiej stromą, 100-metrową półką.

Pod względem cech geomorfologicznych południowo-wschodnie Roztocze jest osobiwą częścią Opillia, które niewiele różni się od niej zarówno pod względem rzeźby terenu, jak i budowy geologicznej. W związku z tym południowa granica Roztocza została różnie zdefiniowana przez poszczególnych badaczy¹¹. Roztocze jest oddzielone od Płaskowyżu Lwowskiego doliną polodowcową Bilohirsko-Malchyską. To właśnie w niej znajduje się centrum miasta i koryto rzeki Połtwy. Lodowcowe wody roztopowe przepływały przez tę dolinę w plejstocenie, o czym świadczą liczne znaleziska krystalicznego żwiru w osadach czwartorzędowych.

Południowa granica Płaskowyżu Lwowskiego przebiega wzdłuż linii: Myloshovychi – Kuhaiiv – Tovshchiv – Cherepyn – Sholomiya.

¹⁰ О.Г. Шевченко, О.Я. Власюк, *Оцінка вразливості та заходи з адаптації до зміни клімату: Львів*, К.: Національний екологічний центр України, 2015.

¹¹ *Геологія Львова*, https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%B5%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D1%96%D1%8F_%D0%9B%D1%8C%D0%B2%D0%BE%D0%B2%D0%B0#cite_note-1 (dostęp 2.04.2025).

Charakterystyczne dla rzeźby Płaskowyżu Lwowskiego są tarasy strukturalne i płaskie pozostałości erozyjne. Ich powstanie wynika z obecności horyzontów twardych skał w osadach górnego miocenu – piaskowców i wapieni, które trudniej ulegają erozji niż inne skały na tym odcinku. Wysoki Zamok ze swoimi tarasami, Piskova Hora (Lwia Góra), Vovcha Hora, Cytadela i inne są znakomitymi tego przykładami. Na zboczach wyżej wymienionych wzgórz znajdują się mikroterasy uformowane w piaskach z większą ilością warstw gliny.

Pofałdowane Pobuże to stosunkowo nisko położony obszar ograniczony dość stromą skarpą z Roztocza, Płaskowyżu Lwowskiego i Opillia. Ma łagodnie pofałdowaną powierzchnię z charakterystycznymi długimi grzbietami, które rozciągają się od Roztocza w kierunku podłużnym na wschód. Istnieje siedem takich grzbietów (z północy na południe): Smerekivska, Kulykivska (Doroshivska), Hriadetska, Malekhivska (Dublianska), Vynnykivska, Dmytrovytska (Chyzyhykivska), Zvenyhorodska.

Grzbiety biegną równolegle do siebie, mają kilka kilometrów szerokości i znajdują się 40–50 metrów nad dnem doliny. Pomiedzy grzbietami małe rzeki i strumienie płyną przez szerokie, wyrównane, podmokłe doliny. Szerokość dolin (1–2 km) nie jest w żaden sposób współmierna do współczesnych, bardzo małych cieków wodnych. Z tego faktu wielu badaczy wyciąga wniosek, że doliny te mają charakter polodowcowy, kiedy to wody roztopowe lodowca przelewały się przez nisko położone miejsca w dziale wodnym Roztocza do dorzecza Bugu Zachodniego.

W szerokiej dolinie rzeki Połtwy (w pobliżu wsi Kamienopol) znajduje się pozostałość erozyjna – niskie wzgórze z górnomiocenijskimi wapieniami litotumnesowymi i piaskowcami na zboczach. Wzgórze Kamienopol było niegdyś połączone z górą Chotowe Skały na południowy wschód od Lwowa, a przez nią z Płaskowyżem Lwowskim. Później, pod wpływem nieubłaganej erozji, zostało oddzielone i w dużej mierze zniszczone. Podobne procesy zachodzą obecnie na Chotowych Skałach¹².

¹² *Геологія Львова*, https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%B5%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D1%96%D1%8F_%D0%9B%D1%8C%D0%B2%D0%BE%D0%B2%D0%B0#cite_note-1 (dostęp 2.04.2025).

2.3. Klimat

W Lwowskiej WT panuje klimat umiarkowany kontynentalny, z łagodnymi zimami i ciepłymi latami. Średnia roczna temperatura wynosi $+7,9^{\circ}\text{C}$, najniższa w styczniu to $-4,6^{\circ}\text{C}$, a najwyższa w lipcu to $+17,3^{\circ}\text{C}$. Roczne opady to 740 mm, a średnia wilgotność względna wynosi 79%. W ostatnich dziesięcioleciach miasto (podobnie jak cała Ukraina) doświadczyło zmian klimatycznych, a zmiany średniej rocznej temperatury powietrza w obwodzie lwowskim i mieście Lwów charakteryzowały się dodatnim trendem liniowym. W latach 2003–2013 średnia roczna temperatura powietrza we Lwowie wzrosła o $1,1^{\circ}\text{C}$ (w porównaniu z normą klimatyczną), przy czym wzrost ten nastąpił głównie wskutek znacznego ocieplenia latem i zimą (wiosna i jesień ociepliły się w zdecydowanie mniejszym stopniu)¹³.

Na lokalne cechy cyrkulacji atmosferycznej istotny wpływ wywiera rzeźba terenu. Najbardziej zauważalne oddziaływanie na cyrkulację mas powietrza w regionie mają pasma Karpat, które modyfikują przebieg zachodnich i południowo-zachodnich cyklonów poprzez ich segmentację. Na północno-wschodnich stokach Karpat występują korzystne warunki do spadku ciśnienia i intensyfikacji cyklonów zarówno zimą, jak i latem. Transformacja jest jednak większa w okresie letnim, ponieważ obok czynnika orograficznego działa również czynnik termiczny. Pasma górskie przyczyniają się do zwiększonego ruchu powietrza w górę i konwekcji, szczególnie latem. Z tego powodu na przedgórzu tworzą się i aktywnie dzielą fronty, którym towarzyszą burze i intensywne ulewy. Suma opadów wzrasta wraz z wysokością, wahając się od 800 mm w dolinach do 1200 mm na szczytach grzbietów. Jednocześnie temperatura powietrza w górach obniża się średnio o $0,8\text{--}1,1^{\circ}\text{C}$ na każde 100 m. Opady wzrastają również wraz z wysokością na równinach regionu. Ilość opadów wzrasta

¹³ М.Р. Лопушанська, Є.А. Іванов, *Кліматичні чинники та їхня роль у розвитку сонячної енергетики у Львівській області*, „Екологічні науки” 2022, 6, 45, s. 54–59, <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2022.eco.6-45.9>; О.Г. Шевченко та ін., *Оцінка вразливості до зміни клімату: Україна*, К., 2014, 63 с.

o 19–20 mm na każde 100 m, w szczególności na Wyżynie Wołyńsko-Podolskiej i Roztoczu.

Rozkład wskaźników temperatury zależy od promieniowania słonecznego, cyrkulacji atmosferycznej i cech powierzchni ziemi (rzeźba terenu, obecność zbiorników wodnych, struktura terenu itp.). Zimą reżim temperaturowy w regionie zależy głównie od cyrkulacji atmosferycznej i związanej z nią adwekcji ciepłych mas powietrza z północnego Atlantyku, które wywołują częste odwilże. Natomiast napływ mas zimnego powietrza związanych z wyżem syberyjskim powoduje gwałtowne spadki temperatury. W sezonie ciepłym reżim temperaturowy zależy w dużej mierze od napływu promieniowania słonecznego.

Najchłodniejszymi miesiącami są zazwyczaj styczeń i luty, choć sporadycznie najniższą średnią miesięczną temperaturę notuje się także w grudniu. Najwyższe średnie miesięczne temperatury, zarówno w lecie, jak i w całym roku, przypadają na lipiec – od 17,9°C do 18,4°C na równinach oraz od 15,6°C do 15,9°C w górskiej części regionu¹⁴.

Opady atmosferyczne są głównym źródłem wilgotności gleby i jednym z najważniejszych czynników jej reżimu wodnego. Średnie roczne opady w regionie wahają się od 660,1 (Rawa Ruska) do 1 003,3 mm (Sławskie), podczas gdy ich średnia wartość wynosi 766,9 mm. Roczny rozkład opadów charakteryzuje się wyraźną ich przewagą w ciepłej porze roku. W okresie od kwietnia do października w latach 1961–2010 w całym regionie notowano średnio 71,2% rocznych sum opadów. W górach wartość ta spada do 61,7% i zależy od wysokości i ekspozycji stoku; w płaskiej części regionu wzrasta do 71,5%. Najniższe sumy opadów w równinnej części regionu przypadały na styczeń i luty (35,1–39,4 mm), podczas gdy w części górskiej wynosiły one 49,7–52,2 mm, ze wzrostem od marca do lipca. Maksymalna suma opadów w latach 1961–2010 wystąpiła w lipcu, osiągając 106,9 mm, przy 99,1 mm w równinnej części regionu i 138 mm w górach, przy maksymalnym miesięcznym opadzie 361,8 mm (w. Sławskie) w lipcu 1980 r. Na Małym Polesiu maksymalna suma opadów nie

¹⁴ Грунти Львівської області: колективна монографія, за ред. С.П. Позняка, ЛНУ імені Івана Франка, Львів 2019.

przekroczyła 169,2 mm (w lipcu 2010 r., przy minimalnej średniej miesięcznej 87,3 mm, co jest najniższą wartością dla równinnej części regionu). Od sierpnia ilość opadów stopniowo malała aż do października. Październik był najsuchszym miesiącem ciepłego okresu, ze średnimi miesięcznymi opadami na nizinach wynoszącymi zaledwie 47,1 mm, wzrastającymi do 67,4 mm w górach. W listopadzie ilość opadów nadal spada, ale nie osiąga minimalnych wartości ze stycznia. Maksymalne średnie roczne opady (1490,5 mm) odnotowano w górskiej części regionu, a minimalne w Małym Polesiu (318,9 mm).

Średnia roczna suma opadów we Lwowie w latach 2003–2013 (w porównaniu z latami 1961–1990) nie zmieniła się znacząco – wzrosła o 39 mm. Jednak średnie roczne sumy opadów charakteryzują się znaczną zmiennością w poszczególnych latach – od 640 mm (2003) do 930–956 mm (2008, 2010). Na przestrzeni ostatniej dekady zaobserwowano również znaczne różnice w średnich sumach opadów dla poszczególnych miesięcy, np. średnie miesięczne sumy opadów w lutym wahają się od 20 mm (2008) do 83 mm (2004), a w lipcu od 26 mm (2003) do 168–170 mm (2006, 2004)¹⁵.

Tak więc obwód lwowski charakteryzuje się umiarkowanym kontynentalnym typem rocznych opadów. Ilość opadów w cieplej porze roku jest tu 2,5 razy większa niż w porze chłodnej, a najbardziej wilgotny lipiec notuje średnie sumy opadów 2,8 razy wyższe niż najsuchszy styczeń.

2.4. Zasoby wodne Lwowskiej WT

Na terenie obwodu swoje źródła mają rzeki Dniestr i Zachodni Bug. Łącznie w obwodzie lwowskim znajdują się 4 dorzecza: Bugu Zachodniego, Sanu, Dniestru i Dniepru, do których wpływa ponad 8950 rzek o łącznej długości 16 343 km. Najwięcej rzek (odpowiednio 5838 i 3213) należy do dorzeczy Dniestru i Bugu Zachodniego¹⁶. Naturalne zaopatrzenie w wodę obwodu

¹⁵ О.Г. Шевченко, О.Я. Власюк, *Оцінка вразливості та заходи з адаптації до зміни клімату: Львів*, *op. cit.*

¹⁶ *Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища у Львівській області в 2021 році*. Департамент екології та природних ресурсів

lwowskiego jest średnie w porównaniu z wartościami w całym kraju i wynosi 226 tys. m³/rok na 1 km² terytorium (spływ lokalny), co daje 1,82 tys. m³/rok na mieszkańca¹⁷.

Lwów położony jest na wzgórzach Głównego Europejskiego Działu Wodnego, który oddziela rzeki dorzecza Morza Bałtyckiego i Morza Czarnego (i, odpowiednio, rzeki Bug Zachodni i Dniestr). Miasto położone jest nad rzeką Połtwą (która jest dopływem Bugu Zachodniego), ale od dawna znajduje się w miejskim systemie kanalizacyjnym. Oprócz niej Lwów posiada 98 małych zbiorników wodnych, w tym 3 małe rzeki (Marunka, Zubra i Stara). Nawet te niewielkie zbiorniki wodne rozmieszczone są w mieście nierównomiernie¹⁸.

2.4.1. Charakterystyka rzeki Połtwy

Rzeka Połtwa, lewy dopływ Bugu Zachodniego, ma źródła we Lwowie, gdzie działa jako kolektor ścieków i wód drenażowych. Po opuszczeniu miejskiej oczyszczalni ścieków płynie w otwartym kanale i wpływa do Bugu Zachodniego (m. Busk) (rys. 2), znacząco oddziałując na jakość wody.

Львівської обласної державної адміністрації: веб-сайт, <https://deplv.gov.ua/regionalna-dopovid-pro-stan-nps/> (dostęp 3.04.2025).

¹⁷ В.М. Сай, *Сучасний стан водних ресурсів Львівської області*, „Геодезія, картографія і аерофотознімання” 2006, вип. 67, s. 66–70.

¹⁸ О.Г. Шевченко, О.Я. Власюк, *Оцінка вразливості та заходи з адаптації до зміни клімату: Львів*, op. cit.

Rysunek 2. Cyfrowy model powierzchni zlewni rzeki Połtwy¹⁹

Połtwa ma pięć głównych dopływów (prawobrzeżne: Bilka, Perehnojiwka i Hołohirka; lewobrzeżne: Dumnycia i Jaricziwka). Pod względem orograficznym dorzecze Połtwy znajduje się na Wyżynie Wołyńsko-Podolskiej, głównie w podregionie Wewnętrznego Bugu i Styr (Małe Polesie). W zachodniej części działu wodnego rozciąga się sześć pasm Pobuża, a pasmo Smerekivska jest północnym działem wodnym dorzecza. Za Petrom Tsysem, wysokość grzbietów nad poziomem doliny wynosi około 40–50 m, a przy przejściu do Roztocza wzrasta do 80–100 m. Szerokość grzbietów sięga kilku kilometrów. W związku z tym przeważają stoki z ekspozycją na północ i południe. Przejście pasm w kierunku Wyżyny Roztoczańskiej ma charakter stopniowy, a w niektórych miejscach znajduje się półka. Pasma są oddzielone szerokimi (1–3 km), płaskimi (częściowo bagnistymi) dolinami z rzekami Dumnycia, Nedilchyna, Jaricziwka, Połtwa, Maruńka, których rozmiary wyraźnie nie odpowiadają szerokości dolin. Rzeki tego dorzecza płyną w szerokich dolinach międzyrzecznych, z wyraźnym przebiegiem z zachodu

¹⁹ М. Шіпка, *Морфологічний аналіз річково-басейнової системи Полтви*, „Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету, Серія географічна” 2017, №1(42), s. 31–38.

na wschód i niewielką krętością na tym odcinku. Doliny te pokryte są systemami melioracyjnymi. Zachodnia granica dorzecza przebiega wzdłuż skrajnej wschodniej krawędzi płaskowyżu Roztocza i Lwowa, gdzie swój początek mają rzeki: Dumnyńca, Nedilchyna, Jaricziwka, Połtwa, Maruńka i niektóre strumienie dorzecza Bilky. Skrajną południową część zajmuje pagórkowaty dział wodny północnej części Podola – Grzbiet Hołohorsko-Kremieniecki, którego północne stoki gwałtownie opadają w kierunku Małego Polesia, z półką o wysokości 150–200 m²⁰. Tutaj biorą początek największe prawobrzeżne dopływy Połtwy – rzeki Bilka, Perehnojiwka, Timkovetsky kanał i Gołogirka. W zachodniej części Hołohirki dorzecze Połtwy obejmuje w szczególności północne stoki góry Kamula, najwyższego szczytu w równinnej części obwodu lwowskiego (471,9 m n.p.m.). Do początku XX w., kiedy Połtwa została ujęta w kanał, rzeka płynęła w obrębie Lwowa, na płaskiej, rozczłonkowanej denudacyjno-strukturalnej wyżynie Lwowskiego Opillia²¹.

Średnia wysokość zlewni wynosi 260 m n.p.m. i waha się od 249 m n.p.m. w dolinie rzeki Połtwy do 295 m n.p.m. w dorzeczu rzeki Nedilchyna (która w dużej mierze obejmuje wschodnie stoki Roztocza).

Największe nachylenie stoków na obszarze Połtwy odnotowuje się w obrębie Grzbietu Hołohorsko-Kremienieckiego, Roztocza i Płaskowyżu Lwowskiego (10–20 stopni i więcej). Nachylenie grzbietów Pasmowego Pobuża do dolin przekracza 5 stopni. W dolinach rzecznych nachylenie jest na ogół mniejsze niż 1 stopień. Średnie nachylenie zlewni rzeki Połtwy wynosi 2–3 stopnie. W dorzeczach rzek Maruńka i Nedilchyna nachylenia przekraczają 4 stopnie, co wskazuje na znaczną aktywność erozyjną na tych obszarach.

Rzeźba pionowa jest definiowana jako stosunek różnicy wysokości bezwzględnych terenu do badanego obszaru, a jej zmiany korelują ze zmianami

²⁰ П.М. Цись, *Геоморфологія УРСР*, [Текст]: учб. посіб. для студ. геогр. ф-тів ун-тів Львів: Видво Львів. ун-ту, 1962.

²¹ *Державна геологічна карта України. Волино-Подільська серія М – 34 – XVIII (Рава-Руська), М – 35 – XIII (Червоноград), М – 35 – XIX (Львів)*/ авт.: Л.С. Герасімов, С.В. Чалий, І.І. Герасімова [та ін.], ред. В.Я. Великанов, Державна геологічна служба, Київ 2004.

nachylenia stoków. Najwyższa rzeźba pionowa występuje na zboczach Gologóry i wynosi 100–150 m/km², najniższa w dolinie rzeki Połtwy (w granicach 0–10 m/km²). Pionowe rozcięcie rzeźby terenu na grzbietach wynosi 20–30 m/km², podczas gdy na skarpie Roztocza i na Płaskowyżu Lwowskim na ogół nie przekracza 50–80 m/km². Średnia wartość tego wskaźnika wynosi 0,2 m/km² w dorzeczu.

Nachylenie rzek definiuje się jako stosunek różnicy wysokości między źródłem a ujściem rzeki do jej długości. Małe rzeki, które biorą swój początek na wzniesieniach i mają stosunkowo niewielką długość, mają największe nachylenie. Rzeka Maruńka wypływa ze wschodnich zboczy Płaskowyżu Lwowskiego, a rzeka Perehnojiwka z północnej skarpy Gologor. Rzeka Jaricziwka ma najniższy spadek i jest stosunkowo długa. Dorzecze Połtwy ma 59,6 km długości, przy maksymalnej szerokości 33,1 km i średniej szerokości 24,7 km. Współczynnik rozwoju długości zlewni wynosi 1,55²².

W dorzeczu Połtwy znajduje się 11 rzek, które są stałymi ciekami wodnymi o długości ponad 10 km (potoki Połtwa, Dumnycia, Jaricziwka, Nedilchyna, Bilka, Maruńka, Kyszycia, Hołohirka, Perehnojiwka, Tymkowiecki i Jaktorowski)²³. Zgodnie z Kodeksem Wodnym Ukrainy²⁴ wszystkie rzeki w dorzeczu zaliczane są do rzek małych.

Największą gęstość sieci rzecznej obserwuje się w dolinach rzecznych, w obrębie systemów melioracyjnych (10 systemów melioracyjnych obejmuje 36,7% powierzchni dorzecza). W związku z tym najniższa gęstość występuje na wyniesionych obszarach rzeźby terenu, a także w mieście Lwów, gdzie większość cieków wodnych została skanalizowana (w rezultacie gęstość cieków wodnych w dorzeczu Połtwy w mieście zmniejszyła się o 70%, a ich całkowita długość o 73% – z 63,9 do 17 km). Ogólnie rzecz biorąc, gęstość

²² О.П. Будз, *Гідрологія: Інтерактивний комплекс навчально-методичного забезпечення*, НУВГП, Рівне 2008.

²³ *Географічна енциклопедія України: в 3-х томах*. Редкол.: О.М. Маринич (відп. ред.) та ін. К.: «Українська енциклопедія» імені М.П. Бажана, 1989–1993. Т. 3: П Я.

²⁴ „Водний кодекс України” № 213/95-ВР від 6.06.1995 р., Верховна Рада України: веб-сайт, <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/213/95-%D0%B2%D1%80#Text> (доступ 1.04.2025).

cieków wodnych w dorzeczu Połtwy wzrosła o 32% w ciągu XX w. Retro-spektywna analiza tej charakterystyki wskazuje na wzrost gęstości cieków wodnych na obszarach objętych systemami rekultywacji (w szczególności Połtwa, Jarychów, Nedilczyn, Hołohirsk, Jaktorów itp.)²⁵.

2.4.2. Charakterystyka rzeki Zubra

Zubra bierze swój początek w mieście Lwów i przepływa przez obwód lwowski aż do ujścia do Dniestru. Rzeka ma 46 km długości (według innych źródeł 40 km) i zajmuje powierzchnię 242 km². Dolina ma kształt litery V, trapezoidalny w dolnym biegu, i dzieli dolinę z rzeką Shchyrką. Szerokość doliny wynosi od 0,3 do 2 km. Tereny zalewowe są częściowo podmokłe. Koryto rzeki jest umiarkowanie kręte, o szerokości 2–5 m, ze szczelinami. Głębokość rzeki wynosi 0,5–1 m, a jej spadek – 1,96 m/km²⁶. W obrębie Lwowa rzeka rozciąga się na długości 4 km, jej górny bieg jest skanalizowany, a tylko 1,5 km koryta jest otwarte i rzeka płynie swobodnie wzdłuż rynku produktów rolnych „Szuwar” i przez park Jana Pawła II²⁷.

Dorzecze Zubry znajduje się w dzielnicy mieszkalnej Sychów, która powstała na terenie podmiejskiej wsi o tej samej nazwie, o której pierwsza wzmianka pochodzi z 1409 r. Zubra niegdyś wypełniała Jezioro Pionierskie, zbiornik wodny utworzony w 1956 r. między Kozelnikami a rzeką Zubrą.

²⁵ М. Шіпка, *Морфологічний аналіз річково-басейнової системи Полтви*, „Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету, Серія географічна” 2017, №1 (42), s. 31–38.

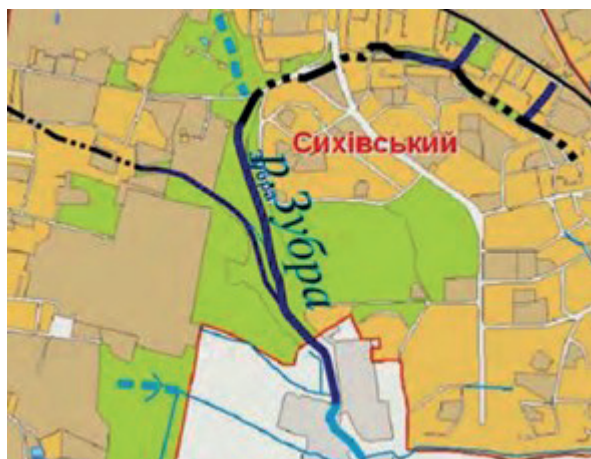
²⁶ *Зубра (притока Дністра)*, [https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%97%D1%83%D0%B1%D1%80%D0%B0_\(%D0%BF%D1%80%D0%B8%D1%82%D0%BE%D0%BA%D0%B0_%D0%94%D0%BD%D1%96%D1%81%D1%82%D1%80%D0%B0\)](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%97%D1%83%D0%B1%D1%80%D0%B0_(%D0%BF%D1%80%D0%B8%D1%82%D0%BE%D0%BA%D0%B0_%D0%94%D0%BD%D1%96%D1%81%D1%82%D1%80%D0%B0)) (dostęp 1.03.2025).

²⁷ *Як відновлюватимуть Зубру: прогулянка річкою з львівським дигером*, Сихів Медіа, <https://sykhiv.media/yak-vidnovlyvatymyt-zybry-progylanka-richkoju-zlvivskym-digerom/#> (dostęp 29.03.2025); Г. Байрак, *Руслові мережа Львова: зміни за історичний період та сучасний стан*, „Вісник Львівського університету, Серія географічна” 2016, вип. 50, s. 3–21.

Jeziro Pionierskie istniało do połowy lat 80. XX w., a następnie zostało osuszone²⁸.

Jak wspomniano powyżej, dolina rzeki ma kształt litery V, szerokość równiny zalewowej wynosi 80 m, a jedna terasa zalewowa ma wysokość 1,3 m (rys. 3). Szerokość kanału wynosi 0,5–2,8 m, ciek wodny zajmuje całą głębokość kanału. Koryto rzeki jest umiarkowanie kręte, dno płaskie i piaszczyste. Rzeka zasilana jest wodą mieszaną, z przewagą deszczówki, a przepływ wody w rzece Zubra waha się od 0,03 do 0,14 m³/s²⁹.

Rysunek 3. Rzeka Zubra na mapie Lwowa³⁰



Według danych Zarządu Zasobów Wodnych Zachodniego Bugu i Sanu na jakość wody w rzece Zubra w obrębie Lwowa wpływ mają ścieki

²⁸ К. Роханська, *10 фактів про Піонерське озеро*, Фотографії старого Львова, https://photo-lviv.in.ua/10-faktiv-pro-pioners-ke-ozero/#google_vignette (dostęp 1.04.2025).

²⁹ Проект *Малі річки – життя України (річка Зубра)*, <https://naurok.com.ua/proek-mali-richki---zhittya-ukra-ni-richka-zubra-236663.html>.

³⁰ Г. Байрак, *Руслові мережа Львова: зміни за історичний період та сучасний стан*, „Вісник Львівського університету, Серія географічна” 2016, вип. 50, s. 3–21.

pochodzące ze spółki Rynek Produktów Rolnych „Szuwar” i deszczówka z rejonu sychowskiego. Ponadto Zubra jest stale zanieczyszczana ściekami bytowymi i fekalnymi odprowadzanymi z lokalnej sieci kanalizacyjnej, zwłaszcza z terenu LKP „Żytłowyk-S”, a także częściowo z terenu LKP „Chutorówka” i ZhEP „Stymul-Sikhiv”³¹.

2.4.3. Charakterystyka rzeki Maruńki

Maruńka jest lewym dopływem rzeki Bilki (dorzecze Bugu Zachodniego), jej długość wynosi 14 km, powierzchnia dorzecza 65 km²; koryto rzeki jest lekko kręte, w dolnym biegu wyprostowane i skanalizowane³². Rzeka ma dwa źródła: pierwsze znajduje się w wąwozie naprzeciwko Wzgórza Chwały (ul. Borowikowskiego 11a), ale ciek w tym miejscu wysechł; drugie wypływa z ul. Jarowej 1 w pobliżu ul. Łyczakowskiej. Ujście rzeki tworzy dwa strumienie o kształcie „rozwidlenia”. Przechodzą one przez las na całej długości, aż łączą się przed Jeziorem Wynnykiwskim. Za jeziorem znajduje się dolina rzeki. Odpływy Maruńki rozszerzają się do 1 km. Pierwszy z nich w górnym biegu utworzył wąwóz o stromych ścianach i głębokości 2,0–2,5 m. Drugi wyciek przepływa przez rów wzdłuż ulicy i miesza się ze ściekami bytowymi z pobliskich domów. Rzeka wpływa do wąwozu pierwszego źródła przed ul. M. Golubtsa 76. Koryto rzeki ma naturalny przebieg na całej długości do Jeziora Wynnykiwskiego, jedynie na terenie korporacji „Enzym” jest ono skanalizowane i zrekultywowane. W środkowym odcinku szerokość dna wynosi do 50 m, szerokość kanału – 1,8 m. Głębokość koryta utworzonego antropogenicznie na terenie korporacji sięga 1,6 m. Maruńka zasilana jest potokami nie tylko ze wzgórz łyczakowskich, ale także ze wzgórz majorowskich: przed

³¹ О. Пилипович, Х. Терновецька, *Геоекологічний аналіз річки Зубра в межах міста Львів, Географічні аспекти просторової організації території, суспільства та збалансованого природокористування: матеріали IV науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених (Україна, м. Ужгород, 24–26 травня 2023 р.)*, ПП Данило С.І., Ужгород 2023, s. 48–52.

³² *Річка Марунька у Винниках: природа, історія, екологія*, https://baitasar.blogspot.com/2017/11/blog-post_54.html (dostęp 29.03.2025).

jeziorem przyjmuje prawy dopływ, który w latach deszczowych jest dość obfity (rys. 4)³³.

Rysunek 4. Rzeka Maruńka na mapie Lwowa (a) i w pobliżu terenu korporacji „Enzym” (b)



Nurt rzeki jest powolny, a dno doliny – płaskie i szerokie. Dolina ma charakter bagienny niemal na całej długości rzeki. Prawe zbocze jest stosunkowo silnie rozcięte dolinami dopływów rzek Wołycia, Bereżanki i Maruszcza. Najpierw płynie między wzgórzami parku leśnego Winnikiwskiego na południowym wschodzie, potem przez miasto Winniki, a następnie na wschód, w granicach Pobuża Grzybowego (między grzbietami Winnik i Dmytrowicka). Rzeka uchodzi do rzeki Bilki na północ od wsi Czyżykowa³⁴.

System hydrograficzny Maruńki i innych cieków wodnych lasu Winnikiwskiego, ze względu na obecność terenów zielonych i niewielkie przekształcenie koryt rzek (z wyjątkiem samej Maruńki), posiada maksymalny potencjał rekreacyjny – są to najbardziej nawodnione obiekty w mieście. Dzięki znacznej różnicy wysokości mają one maksymalną dla miasta prędkość przepływu (0,4–0,5 m/s), co zapobiega podtopieniom i poprawia jakość sanitarno-higieniczną wody³⁵.

³³ Г. Байрак, *Руслові мережа Львова: зміни за історичний період та сучасний стан*, „Вісник Львівського університету, Серія географічна” 2016, вип. 50, s. 3–21.

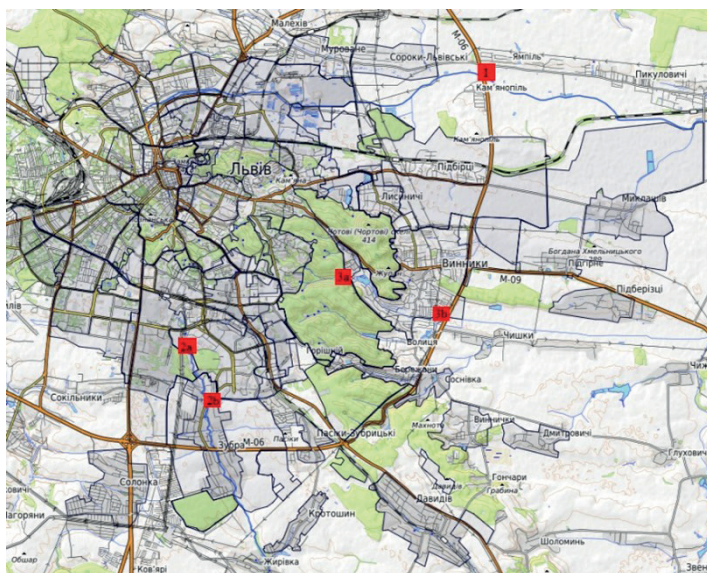
³⁴ А.Л. Байцар, *Винники туристичні. Науково-краєзнавче видання*, ТзОВ ВТФ «Друксервіс», Винники 2016.

³⁵ О. Перхач, *Водопостачання м. Львова: еколого-географічні аспекти розвитку, Географічна наука і практика: виклики епохи. Матеріали міжнародної наукової*

3. Rezultaty oraz dyskusja

Aby osiągnąć cel badania, przeprowadzono analizę dynamiki zmiany jakości wody w pięciu punktach kontrolnych na terenie Lwowskiej WT (rys. 5) w okresie od grudnia 2021 r. do grudnia 2024 r. Monitoring uwzględniał następujące parametry: odczyn pH, przezroczystość, zapach, żelazo ogólne, azot amonowy i amoniak, azotany, azotyny, fosforany, chlorki, siarczany, zawiesiny, sucha pozostałość, tłuszcze, syntetyczne substancje powierzchniowo czynne (SPC), chemiczne zapotrzebowanie tlenu (ChZT), pięciodobowe biochemiczne zapotrzebowanie tlenu (BZT5), produkty ropopochodne i tlen rozpuszczony.

Rysunek 5. Lokalizacja wskaźników kontrolnych: 1 – rzeka Połtwa (49°52'13.2,"N 24°09'54.3" E), 2a – rzeka Zubra, stanowisko monitorowania 1 (SM-1) (49°47'38.8 "N 24°02'26.5" E), 2b – stanowisko monitorowania 2 (SM-2) (49°46'46. 4,"N 24°02'53.5" E), 3a – rzeka Maruńka, stanowisko monitorowania 1 (SM-1) (49°48'51.3,"N 24°06'26.7" E), 3b – rzeka Maruńka, stanowisko monitorowania 2 (SM-2)

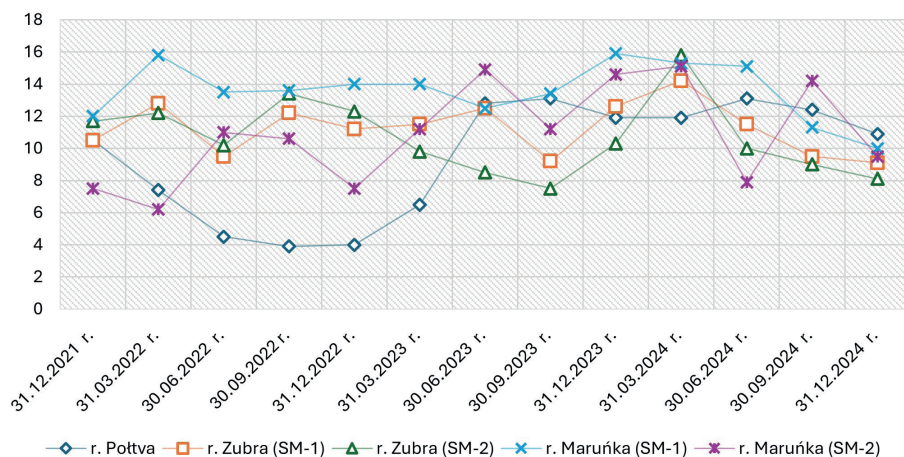


конференції, присвяченої 130-річчю географії у Львівському університеті (м. Львів, 16–18 травня 2013 р.) / [Відповід. редактори: доц. В.І. Біланюк, доц. Є.А. Іванов], у 3-ох томах, Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, Львів 2013, Том 3, s. 45–49.

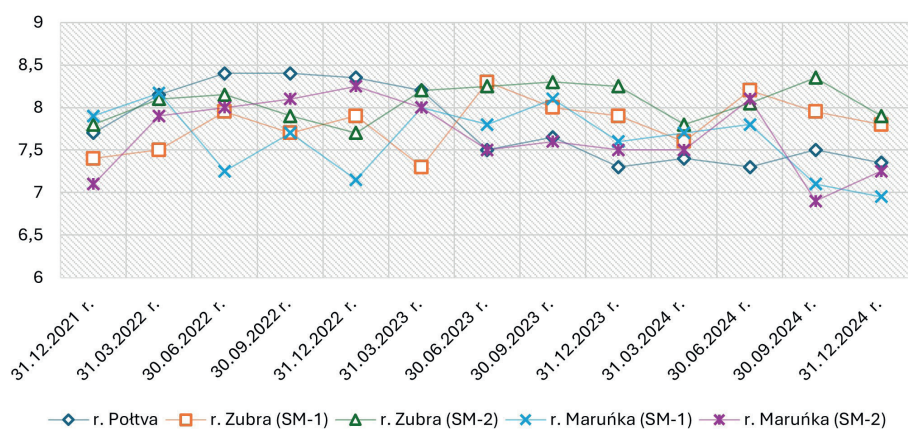
Ocena wskaźników jakości wody pozwala określić, czy woda w zbiorniku wodnym spełnia wymogi regulacyjne i zapewnia bezpieczeństwo środowiskowe. Kryterium oceny dopuszczalnej zawartości substancji w wodzie jest maksymalne dopuszczalne stężenie (NDS) substancji szkodliwych zgodnie z dokumentami prawnymi³⁶. Grafiki dynamiki zmian wskaźników przedstawiono na rys. 6–21.

Ważnym wskaźnikiem jakości wody jest jej przezroczystość (grubość warstwy wody, przez którą przechodzi światło). Parametr ten zależy od koloru i mętności wody, a więc od zawartości różnych barwników, zawieszonych substancji mineralnych i organicznych. Jak widać na rys. 6, przezroczystość wody w Połtwie waha się w szerokim zakresie od 3,9 do 13,1 punktów. Analiza wskazuje, że jakość wody w okresie od drugiego kwartału 2023 r. do chwili obecnej była wyższa w porównaniu z okresem od pierwszego kwartału 2022 r. do pierwszego kwartału 2023 r. W przypadku Zubry wartości przezroczystości w punkcie pomiarowym SM-1 mieszczą się w granicach 9,1–14,2 punktu, natomiast w SM-2 wynoszą 7,5–13,4 punktu. Dla rzeki Maruńki najwyższe wskaźniki przezroczystości stwierdzono w SM-1 – wahają się one od 10 do 15,9 punktów i w większości pogarszają się wraz z odległością w SM-2, przyjmując wartości od 6,2 do 14,9 punktów.

³⁶ Наказ Міністерства охорони здоров'я України № 721 від 2.05.2022 р. „Про затвердження Гігієнічних нормативів якості води водних об'єктів для задоволення питних, господарсько-побутових та інших потреб населення”, <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0524-22#Text> (доступ 2.04.2025); Наказ Міністерства аграрної політики та продовольства України № 471 від 30.07.2012 р. „Про затвердження Нормативів екологічної безпеки водних об'єктів, що використовуються для потреб рибного господарства, щодо гранично допустимих концентрацій органічних та мінеральних речовин у морських та прісних водах (біохімічного споживання кисню (БСК5), хімічного споживання кисню (ХСК), завислих речовин та амонійного азоту)”, <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1369-12#Text> (доступ 2.04.2025).

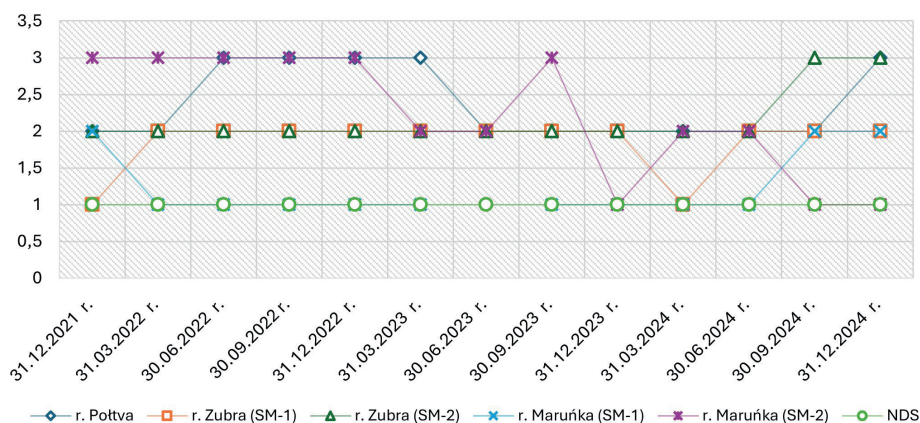
Rysunek 6. Wykres zmiany jakości wody według przezroczystości, punkty

Odczyn pH jest wskaźnikiem właściwości wody wynikającym z obecności wolnych jonów wodorowych; standardowa wartość pH wynosi 6,5–8,5. Analiza danych z monitoringu (rys. 7) wykazała, że w żadnym z punktów kontrolnych nie wykryto przekroczeń pH.

Rysunek 7. Wykres dynamiki zmiany jakości wody według pH

Zapach wody zależy jest od substancji, które dostają się do niej w wyniku aktywności życiowej organizmów wodnych, rozkładu materii organicznej, chemicznej interakcji składników występujących w wodzie oraz przedostających się do niej ze źródeł wewnętrznych. NDS dla stada wynosi 1 punkt. Niestety w zdecydowanej większości punktów pomiarowo-kontrolnych (rys. 8) wartość ta przekracza wartość NDS, przy czym najlepszymi wskaźnikami jakości wód pod względem zapachu charakteryzuje się rzeka Maruńka w SM-1.

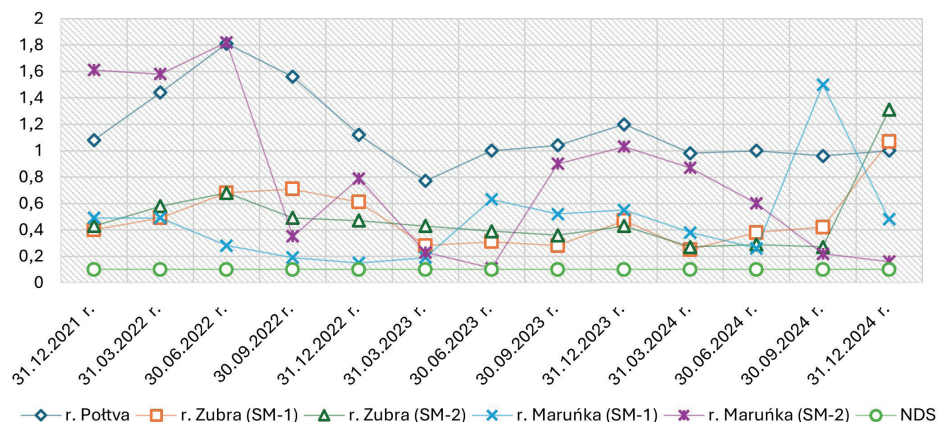
Rysunek 8. Wykres dynamiki zmiany jakości wody pod względem zapachu, punkty



Związki żelaza dostają się do wód powierzchniowych wraz ze ściekami przemysłowymi i rolniczymi, wodami burzowymi, spływami powierzchniowymi i spływami z gruntów rolnych. Stężenie żelaza całkowitego w wodzie zależy od warunków hydrologicznych dorzecza i procesów chemicznego wietrzenia skał. Żelazo nadaje wodzie brązowy kolor. W okresie obserwacji we wszystkich punktach pomiarowo-kontrolnych przekroczona została wartość NDS (0,1 mg/l) dla żelaza ogólnego (rys. 9). Jego zawartość w Połtwie waha się od 0,77 do 1,81 mg/l i przekracza NDS nawet 18,1 razy. Wskaźnik ten waha się od 0,25 do 1,07 mg/l w SM-1 i od 0,25 do 1,31 mg/l w SM-2 rzeki Zubry, przekraczając NDS odpowiednio 10,7 i 13,1 razy. Rzeka Maruńka charakteryzuje się dość zmienną zawartością żelaza całkowitego, ponieważ jego stężenie waha się od 0,15 do 1,5 mg/l

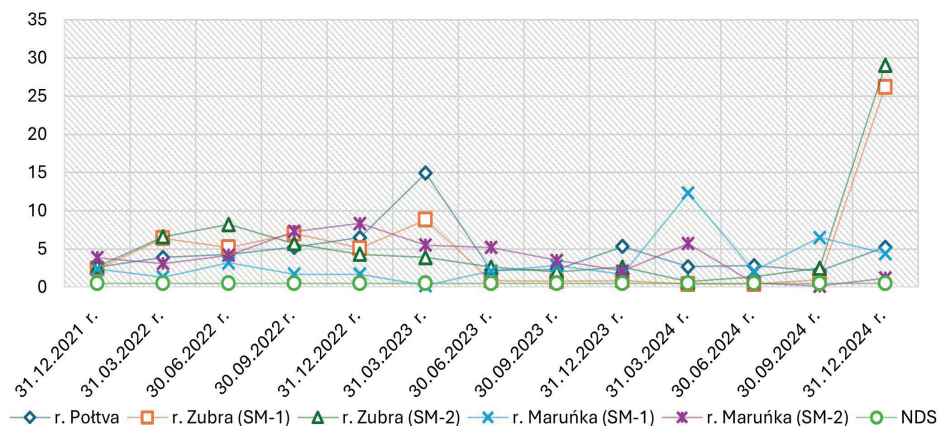
w SM-1 i od 0,11 do 1,82 mg/l w SM-2, przekraczając normę odpowiednio 15 i 18,2 razy.

Rysunek 9. Wykres zmian jakości wody według całkowitej zawartości żelaza, mg/l

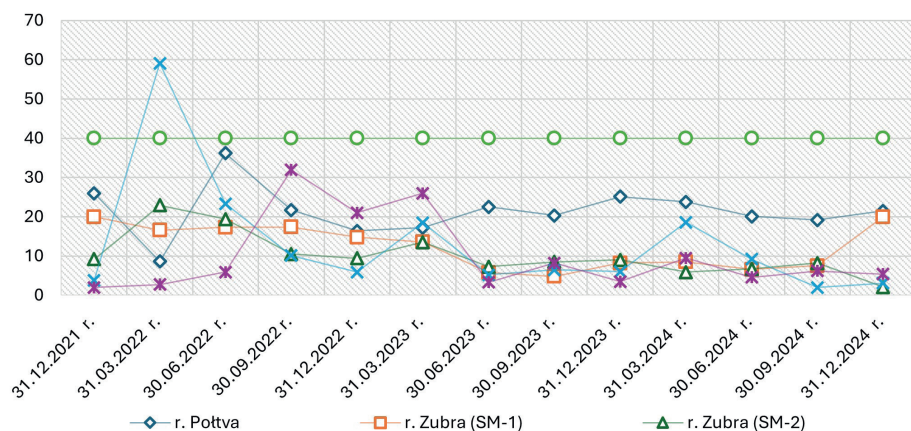


Amoniak i azot amonowy zawarte w wodzie to dwie formy związków azotu, zwane również całkowitym azotem amonowym. Analiza rys. 10 pokazuje, że zawartość azotu amonowego i amoniaku przekracza wartość NDS wynoszącą 0,5 mg/l prawie przez cały okres obserwacji we wszystkich strumieniach kontrolnych. Przekroczenie NDS w Połtwie wynosi od 4,2 do 29,8 razy, w rzece Zubra w SM-1 – od 1,96 do 52,4 razy, w SM-2 – od 2,72 do 58 razy, co oznacza wodę silnie zanieczyszczoną. Jakość wody Maruńki również nie spełnia ustalonych norm dla azotu amonowego i amoniaku i przekracza je do 24,6 razy w SM-1 i do 16,68 razy w SM-2. Zwiększone stężenie związków azotu w ściekach wpływa na jakość wody w jednolitych częściach wód powierzchniowych, które są głównym źródłem zaopatrzenia w wodę gospodarstw domowych. Obecność dużych ilości amonu w wodach naturalnych jest głównym wskaźnikiem ich zanieczyszczenia. Ponadto, pomimo zagrożenia dla zdrowia publicznego, zanieczyszczenie naturalnych zbiorników wodnych związkami zawierającymi azot powoduje intensywny wzrost glonów i spadek stężenia rozpuszczonego tlenu.

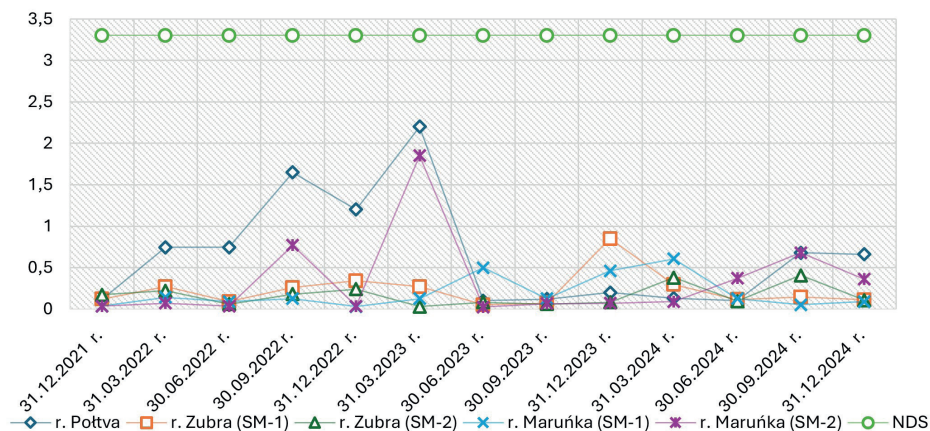
Rysunek 10. Wykres zmian jakości wody według zawartości azotu amonowego i amoniaku, mg/l



Azotany to sole kwasu azotowego, które naturalnie występują w glebie i wodzie. Azot wraz z fosforem i potasem są pierwiastkami niezbędnymi do życia i funkcjonowania wielu żywych organizmów, w tym roślin. Dlatego pierwiastki te są masowo wykorzystywane w produkcji nawozów (potas, wapń, azotan amonu itp.). Azotany występują również w dużej ilości w odpadach organicznych, przemysłowych i komunalnych. Biorąc pod uwagę powszechne występowanie azotanów w środowisku i potrzebę ich stosowania w rolnictwie, nie jest zaskakujące, że istnieje problem zanieczyszczenia wód azotanami. Obecność azotanów w wodach naturalnych wynika z wielu czynników. Przedostają się one do wód wraz ze spływem z nawożonych pól lub poprzez zrzuty ścieków; zanieczyszczenie azotanami wód powierzchniowych i gruntowych jest również spowodowane niewłaściwą gospodarką odpadami zwierzęcymi, zwłaszcza gdy są one składowane bez izolacji od gleby, w pobliżu zbiorników wodnych i na otwartej przestrzeni. Jak widać na rys. 11, przekroczenie NDS (40 mg/l) o prawie 1,5 razy dla azotanów wykryto tylko w marcu 2022 r. w SM-1 rzeki Maruńka.

Rysunek 11. Charakterystyka jakości wody według zawartości azotanów, mg/l

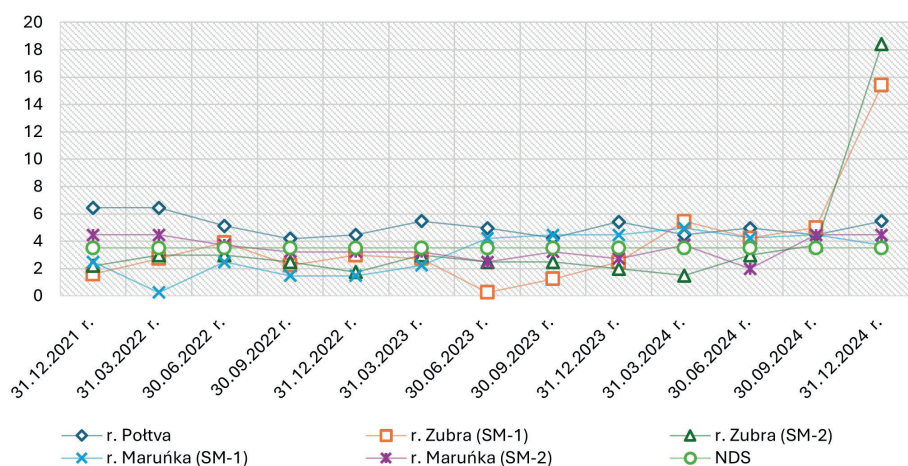
Azotyny to aniony soli lub kwasu azotowego, które mogą występować naturalnie lub sztucznie w wodach gruntowych. W wodach powierzchniowych azotyny występują w postaci rozpuszczonej, natomiast w wodach kwaśnych mogą pojawiać się w niewielkich stężeniach jako kwas azotowy. Ich ilość w wodzie zależy od tego, na ile skutecznie pożyteczne bakterie radzą sobie z przetwarzaniem zanieczyszczeń. Istotnym czynnikiem determinującym ich stężenie w wodzie jest działalność antropogeniczna. Wody powierzchniowe są zanieczyszczone solami kwasu azotowego z powodu stosowania nawozów azotowych w rolnictwie oraz niedostatecznego oczyszczania ścieków w gospodarstwach hodowlanych i przedsiębiorstwach przemysłowych. Przeprowadzone analizy wykazały, że zawartość azotynów we wszystkich studniach kontrolnych nie przekraczała NDS 3,3 mg/l przez cały okres obserwacji (rys. 12).

Rysunek 12. Wykres zmian jakości wody według zawartości azotynów, mg/l

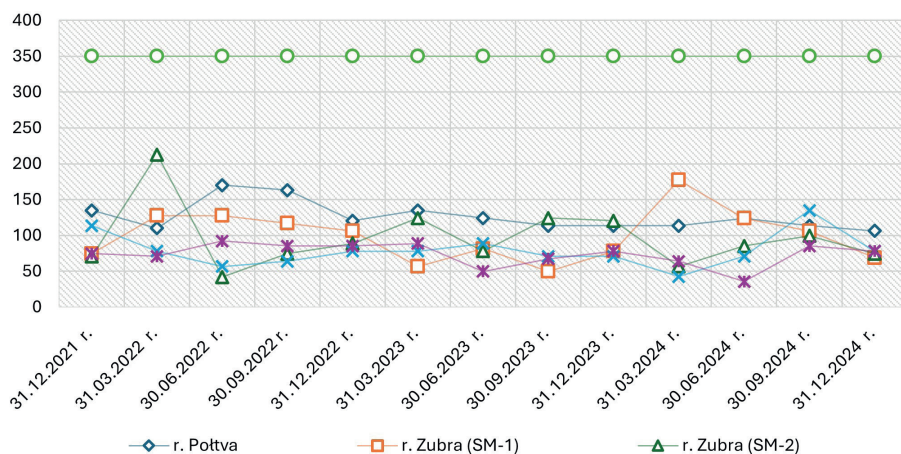
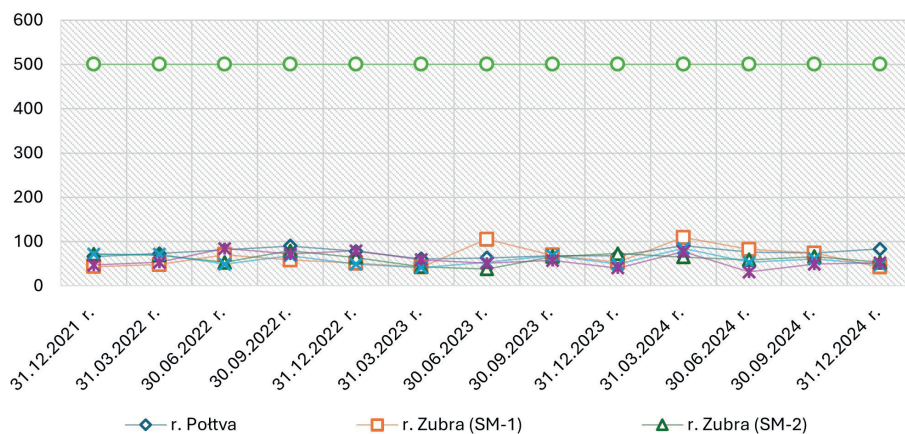
W ostatnich latach związki fosforu stały się jednym z najgroźniejszych zanieczyszczeń wody, przedostając się do ekosystemów wodnych głównie ze ściekami komunalnymi, odpadami przemysłowymi oraz w wyniku stosowania nawozów mineralnych w rolnictwie. Ścieki komunalne, zawierające detergenty i odpady organiczne, są odprowadzane do rzek. Nawet po mechanicznym i biologicznym oczyszczeniu wody w oczyszczalniach ścieków duża ilość fosforanów jest uwalniana do wody. Według niektórych raportów ścieki komunalne mogą odpowiadać nawet za 75% całkowitej ilości fosforu odprowadzanego do zbiorników wodnych. Innym źródłem fosforanów są odpady przemysłowe, zwłaszcza z zakładów chemicznych, przetwórstwa owocowo-warzywnego oraz przemysłu celulozowo-papierniczego. Udział grupy ścieków przemysłowych w całkowitej ilości odprowadzanego fosforu sięga 20%. Fosfor jest powszechnym składnikiem nawozów rolniczych. Z kolei rośliny zbożowe nawożone są bogatym w fosforany obornikiem produkowanym przez zwierzęta hodowlane. Stosowanie nawozów chemicznych na glebę już nasyconą fosforanami i nadużywanie obornika prowadzi do spływu fosforanów podczas ulewnych deszczy i zanieczyszczenia pobliskich źródeł wody. Wykryte stężenia fosforanów przekraczają NDS 3,5 mg/l w kontrolnym odcinku rzeki Poltwa o 1,19 do 1,84 razy w całym okresie obserwacji

(rys. 13). W SM-1 rzeki Zubry przekroczenie wykryto w 5 przypadkach, a NDS zostało przekroczone 4,4 razy, podczas gdy w SM-2 przekroczenie wykryto tylko w 2 przypadkach, maksymalnie 5,2 razy. Zawartość fosforanów w SM-1 rzeki Maruńka waha się od 0,24 do 4,96 mg/l i przekracza NDS do 1,4 razy, podczas gdy w SM-2 ich zawartość waha się od 1,98 do 4,46 mg/l i przekracza NDS do 1,3 razy.

Rysunek 13. Wykres zmian jakości wody według zawartości fosforanów, mg/l



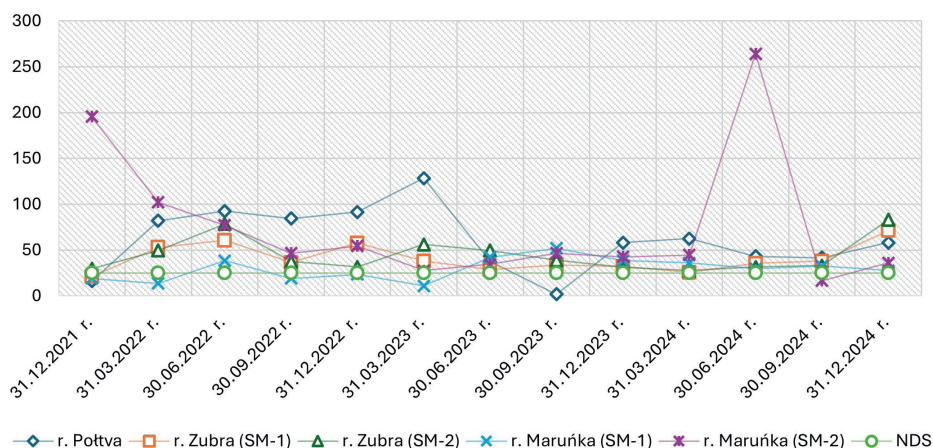
Z rys. 14 i 15 wynika, że zawartość chlorków i siarczanów w latach 2021–2024 mieści się w normalnym zakresie we wszystkich stanowiskach monitorowania.

Rysunek 14. Wykres zmian jakości wody według zawartości chlorków, mg/l**Rysunek 15. Wykres zmian jakości wody według zawartości siarczanów, mg/l**

Zawartość zawiesin w wodach naturalnych jest bardzo zróżnicowana – od kilku miligramów do kilkudziesięciu gramów na 1 litr wody. Wahania te często zależą od pory roku: rzeki nizinne charakteryzują się maksymalną zawartością zawiesiny podczas wiosennych powodzi i minimalną w zimie, podczas gdy w rzekach górskich wzrost zmętnienia wody następuje podczas

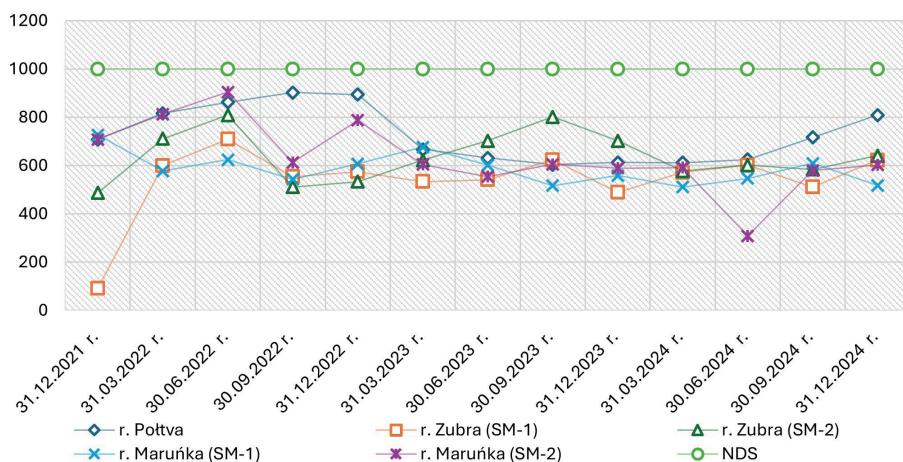
ulewnych deszczy i topnienia śniegu w górach. Stężenie zawiesin zależy od czynników sezonowych, reżimu przepływu, erozji gleby i skał, zmętnienia osadów dennych, produktów metabolizmu i rozkładu organizmów wodnych oraz zrzutów ścieków. Zawartość zawiesiny w rzekach Lwowskiej WT była bardzo zróżnicowana w latach 2021–2024 we wszystkich punktach monitorowania (rys. 16) i przeważnie przekraczała NDS 25 mg/l. Rzeka Połtwa charakteryzuje się zwiększoną zawartością zawiesin, a ich stężenie waha się od 1,7 do 128,5 mg/l, przekraczając normę nawet 5,1 razy. W SM-1 rzeki Zubra wykryta zawartość zawiesiny waha się od 21 do 71 mg/l i przekracza NDS nawet 2,8 razy. SM-2 Zubry charakteryzuje się zwiększoną zawartością zawiesiny w porównaniu do SM-1 i waha się od 27,5 do 83 mg/l, przekraczając NDS nawet w 3,3 razy. Zawartość zawiesiny w SM-1 rzeki Maruńka waha się od 11 do 52 mg/l, a w SM-2 – od 16,5 do 264 mg/l, przekraczając NDS odpowiednio 2,1 i 10,6 razy. Wszystkie rzeki w Lwowskiej WT wykazują podwyższoną zawartość zawiesin, przy czym najwyższe poziomy występują w Połtwie. Zawiesiny powodują zamulenie zbiorników wodnych, wpływają na przezroczystość wody, przenikanie światła i temperaturę, skład i rozmieszczenie osadów oraz szybkość sedymentacji, adsorpcję substancji toksycznych, a także przyczyniają się do sorpcji wirusów na cząstkach gliny i ich przenoszenia przez przepływ wody.

Rysunek 16. Wykres zmian jakości wody według zawartości zawiesiny ciał stałych, mg/l

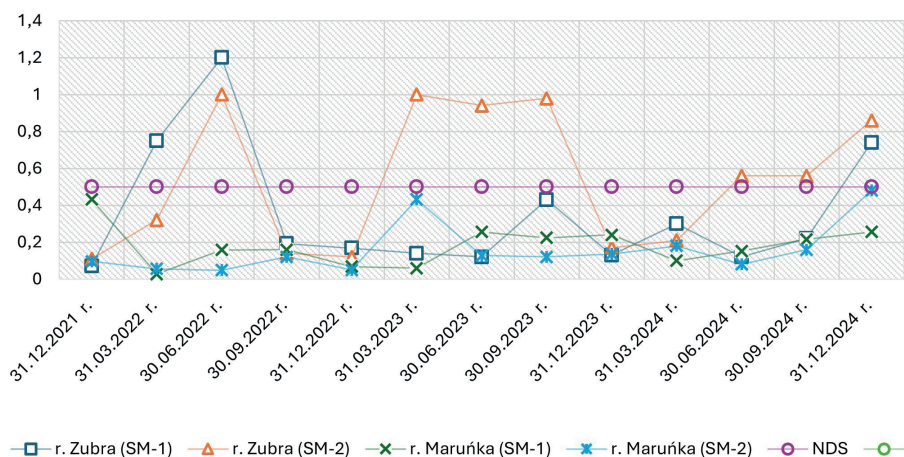


Sucha pozostałość we wszystkich miejscach monitorowania nie przekracza MAC 1000 mg/l (rys. 17).

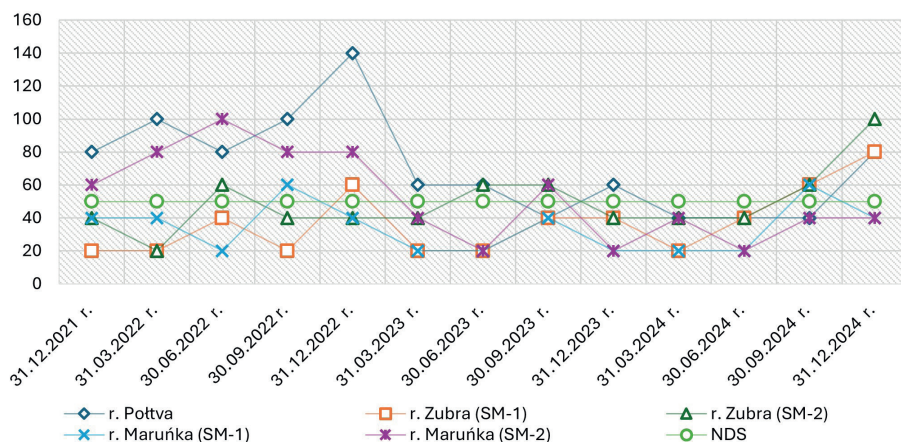
Rysunek 17. Wykres zmian jakości wody według suchej pozostałości, mg/l



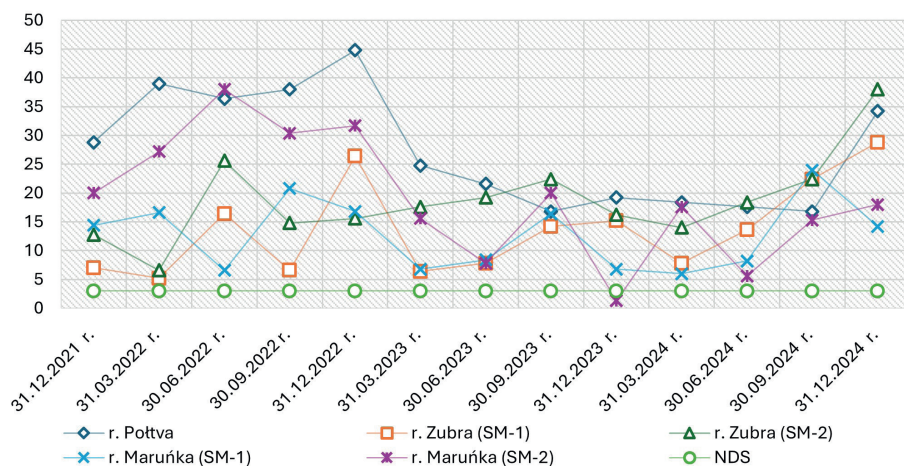
SPC to substancje nieorganiczne i organiczne, które mogą tworzyć pianę na powierzchni wody. Zaliczają się do nich detergenty, środki nawilżające, emulgatory, środki dezynfekujące i inne produkty. Środki powierzchniowo czynne dostają się do wód powierzchniowych wraz ze zrzutami ścieków domowych, a także zrzutami ścieków z przemysłu naftowego i tekstylnego. Analiza danych z monitoringu wykazała, że standardowa zawartość 0,5 mg/l środków powierzchniowo czynnych w rzekach Połtwa i Zubra została przekroczona odpowiednio do 2,7 i 2,4 razy (rys. 18).

Rysunek 18. Wykres zmian jakości wody według SPC, mg/l

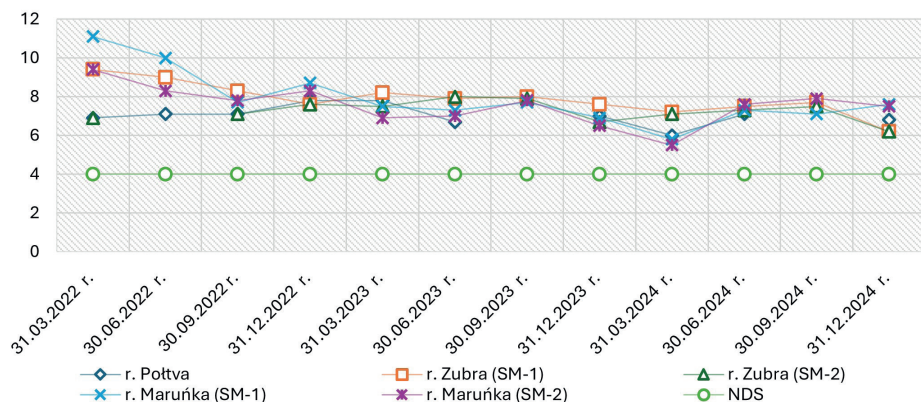
ChZT to ilość tlenu wymagana do chemicznego utleniania substancji organicznych i nieorganicznych zawartych w wodzie pod wpływem utleniaczy. ChZT wód rzecznych waha się w szerokim zakresie od 1 do 60 mg O_2/l . W wodach naturalnych ChZT warunkowane jest obecnością substancji humusowych, siarkowodoru, siarczynów i żelaza (II). Nagły wzrost ChZT jest skutkiem zanieczyszczenia wody ściekami bytowymi. Wyniki kwartalnego monitoringu wykazały, że ChZT w przekroju kontrolnym Połtwy w zdecydowanej większości przypadków przekracza NDS (50 mg O_2/l) od 1,2 do 2,8 razy (rys. 19). Poziom ChZT w SM-1 Zubry przekracza normę do 1,6 razy, a w SM-2 – do 2 razy. ChZT w Maruńce w SM-1 tylko w dwóch wypadkach przekracza normę o 1,2 razy, w SM-2 przekracza wartość NDS aż 2 razy.

Rysunek 19. Wykres zmian jakości wody według ChZT, mgO_2/l 

BZT to ilość tlenu w miligramach wymagana do utlenienia materii organicznej zawartej w 1 litrze wody przez bakterie tlenowe do CO_2 i H_2O w ciągu 5 dni bez dostępu powietrza i światła. Jest to ważny wskaźnik środowiskowy stanu naturalnych zbiorników wodnych. W praktyce BZT określa się w ciągu 5 dni (BZT5). Naturalne wody mają zwykle BZT5 na poziomie $0,5\text{--}2\text{ mgO}_2/\text{l}$. Przy wysokiej zawartości materii organicznej w wodzie bakterie tlenowe szybko się namnażają, zużywając tlen do procesów życiowych. Może to prowadzić do spadku zawartości tlenu rozpuszczonego i tworzenia warunków niedotlenienia, a w konsekwencji do śmierci niektórych gatunków organizmów wodnych. Należy zauważyć, że podczas całego okresu obserwacji we wszystkich punktach obserwacyjnych wykryto przekroczenia dopuszczalnej wartości BZT5 wynoszącej $3\text{ mgO}_2/\text{l}$ (rys. 20). Poziom BZT5 w Połtwie waha się od $16,8$ do $44,8\text{ mgO}_2/\text{l}$, przekraczając NDS do 14,9 razy. Wody Zubry również charakteryzują się podwyższonym poziomem BZT5, gdyż jego zawartość w SM-1 waha się od $5,2$ do $28,8\text{ mgO}_2/\text{l}$, a w SM-2 – od $6,6$ do $38\text{ mgO}_2/\text{l}$, przekraczając wartość NDS odpowiednio 9,6 i 12,6 razy. W kontrolnych odcinkach rzeki Maruńka poziom BZT w SM-1 waha się od 6 do $24\text{ mgO}_2/\text{l}$, a w SM-2 od $1,3$ do $36\text{ mgO}_2/\text{l}$, przekraczając wartość NDS odpowiednio 8- i 9-krotnie.

Rysunek 20. Wykres zmian jakości wody według BZT₅, mgO₂/l

Tlen rozpuszczony jest ważnym składnikiem oceny stanu sanitarnego zbiornika wodnego, wraz z innymi substancjami chemicznymi i różnymi zanieczyszczeniami mikrobiologicznymi. Spadek zawartości tlenu rozpuszczonego wskazuje na gwałtowną zmianę procesów biologicznych w zbiorniku wodnym, a także na zanieczyszczenie substancjami, które są intensywnie utleniane biochemicznie. Zawartość tlenu rozpuszczonego w wodzie zależy również od czynników naturalnych: ciśnienia atmosferycznego, temperatury wody i zawartości rozpuszczonych soli. Dynamikę zmian stężenia tlenu rozpuszczonego przedstawia rys. 21. Tlen rozpuszczony jest ważny dla fauny i flory wodnej i powinien wynosić co najmniej 4 mgO₂/l o każdej porze roku.

Rysunek 21. Wykres dynamiki jakości wody według tlenu rozpuszczonego, mgO_2/l 

Tłuszcze i produkty ropopochodne nie zostały wykryte w żadnym stanowisku monitorowania.

Jak widać, wartości wskaźników jakości wody dla rzek w obrębie Lwowskiej WT znacznie się różnią. Wynika to zarówno z naturalnych odmienności poszczególnych cieków, jak i z różnego stopnia oddziaływania antropogenicznego.

Aby lepiej zrozumieć zmienność wskaźników jakości wody w całym okresie obserwacji, obliczyliśmy ich punktowe charakterystyki statystyczne, a mianowicie: wartość średnią, maksymalną i minimalną, zakres, odchylenie standardowe i współczynnik zmienności (tab. 1).

Tabela 1. Dane analizy statystycznej wskaźników jakości wody rzek: Połtwa, Zubra i Maruńka w miejscach kontroli

Wskaźnik jakości wody	Rzeka	Wartość średnia	Maksimum	Minimum	Zakres	Odchylenie standardowe	Współczynnik zmienności, %
Odczyn pH	Połtwa	7,78	8,4	7,3	1,1	0,42	5,49
	Zubra (SM-1)	7,81	8,3	7,3	1	0,28	3,66
	Zubra (SM-2)	8,05	8,35	7,7	0,65	0,21	2,57
	Maruńka (SM-1)	7,63	8,17	6,95	1,22	0,38	5,02
	Maruńka (SM-2)	7,67	8,25	6,9	1,35	0,41	5,32
Przezroczystość, punkty	Połtwa	9,45	13,1	3,9	9,2	3,50	37,07
	Zubra (SM-1)	11,25	14,2	9,1	5,1	1,54	13,72
	Zubra (SM-2)	10,67	15,8	7,5	8,3	2,24	21,03
	Maruńka (SM-1)	13,56	15,9	10	5,9	1,70	12,54
	Maruńka (SM-2)	10,87	15,1	6,2	8,9	2,96	27,30
Zapach, punkty	Połtwa	2,38	3	2	1	0,48	20,40
	Zubra (SM-1)	1,84	2	1	1	0,36	19,54
	Zubra (SM-2)	2,15	3	2	1	0,36	16,75
	Maruńka (SM-1)	1,25	2	1	1	0,43	34,64
	Maruńka (SM-2)	2,23	3	1	2	0,79	35,83
Żelazo ogólne, mg/l	Połtwa	1,15	1,81	0,77	1,04	0,27	23,92
	Zubra (SM-1)	0,48	1,07	0,25	0,82	0,22	45,38
	Zubra (SM-2)	0,49	1,31	0,27	1,04	0,26	53,19
	Maruńka (SM-1)	0,47	1,5	0,15	1,35	0,33	70,91
	Maruńka (SM-2)	0,79	1,82	0,11	1,71	0,56	71,61
Azot amonowy i amoniak, mg/l	Połtwa	4,61	14,9	2,1	12,8	3,27	71,0
	Zubra (SM-1)	5,02	26,2	0,38	25,82	6,72	133,7
	Zubra (SM-2)	5,55	29	0,71	28,29	7,07	127,48
	Maruńka (SM-1)	3,25	12,3	0,2	12,1	3,01	92,38
	Maruńka (SM-2)	3,89	8,34	0,14	8,2	2,41	61,91
Azotany, mg/l	Połtwa	21,43	36,2	8,6	27,6	6,04	28,21
	Zubra (SM-1)	12,39	20	4,8	15,2	5,41	43,69
	Zubra (SM-2)	10,2	22,9	2,1	20,8	5,34	52,41
	Maruńka (SM-1)	13,17	59,1	2	57,1	14,73	111,80
	Maruńka (SM-2)	10,01	31,9	2	29,9	9,38	93,68

Wskaźnik jakości wody	Rzeka	Wartość średnia	Maksimum	Minimum	Zakres	Odchylenie standardowe	Współczynnik zmienności, %
Azotyny, mg/l	Połtwa	0,66	2,2	0,1	2,1	0,64	96,71
	Zubra (SM-1)	0,22	0,85	0,05	0,8	0,20	87,88
	Zubra (SM-2)	0,16	0,40	0,03	0,37	0,11	71,82
	Maruńka (SM-1)	0,19	0,60	0,03	0,57	0,18	96,72
	Maruńka (SM-2)	0,34	1,85	0,02	1,82	0,49	145,76
Fosforany, mg/l	Połtwa	5,08	6,44	4,18	2,26	0,72	14,27
	Zubra (SM-1)	3,85	15,4	0,24	15,15	3,61	93,72
	Zubra (SM-2)	3,75	18,4	1,49	16,91	4,26	113,49
	Maruńka (SM-1)	3,14	4,96	0,24	4,71	1,43	45,62
	Maruńka (SM-2)	3,48	4,46	1,98	2,48	0,78	22,53
Chlorki, mg/l	Połtwa	126,25	170,16	106,35	63,81	19,19	15,20
	Zubra (SM-1)	99,63	177,25	49,63	127,62	34,31	34,43
	Zubra (SM-2)	96,20	212,7	41,8	170,9	41,45	43,09
	Maruńka (SM-1)	78,80	134,71	42,54	92,17	22,59	28,67
	Maruńka (SM-2)	73,35	92,17	35,45	56,72	15,63	21,31
Siarczany, mg/l	Połtwa	74,76	91	61	30	9,25	12,38
	Zubra (SM-1)	65,07	109	42	67	21,78	33,46
	Zubra (SM-2)	61,53	79	38	41	11,46	18,63
	Maruńka (SM-1)	58,92	85	41	44	12,23	20,76
	Maruńka (SM-2)	57,76	84	31	53	15,29	26,47
Zawiesiny, mg/l	Połtwa	61,32	128,5	1,7	126,8	33,15	54,06
	Zubra (SM-1)	40,80	71	21	50	14,40	35,30
	Zubra (SM-2)	44,38	83	27,5	55,5	17,68	39,84
	Maruńka (SM-1)	29,41	52	11	41	11,55	39,29
	Maruńka (SM-2)	75,96	264	16,5	247,5	70,07	92,24
Sucha pozostałość, mg/l	Połtwa	727,92	903	604	299	109,80	15,08
	Zubra (SM-1)	540,30	709	91	618	140,68	26,03
	Zubra (SM-2)	637,46	809	487	322	99,12	15,54
	Maruńka (SM-1)	586,07	727	511	216	62,02	10,58
	Maruńka (SM-2)	635,69	904	309	595	140,29	22,06
SPC, mg/l	Połtwa	0,61	1,34	0,14	1,2	0,48	78,05
	Zubra (SM-1)	0,35	1,2	0,07	1,12	0,32	92,90
	Zubra (SM-2)	0,53	1	0,11	0,89	0,36	67,35
	Maruńka (SM-1)	0,18	0,43	0,02	0,40	0,10	57,40
	Maruńka (SM-2)	0,16	0,48	0,04	0,43	0,13	82,44

Wskaźnik jakości wody	Rzeka	Wartość średnia	Maksimum	Minimum	Zakres	Odchylenie standardowe	Współczynnik zmienności, %
ChZT, mgO ₂ /l	Połtwa	70,76	140	40	100	28,94	40,90
	Zubra (SM-1)	36,92	80	20	60	18,96	51,37
	Zubra (SM-2)	49,23	100	20	80	18,58	37,75
	Maruńka (SM-1)	33,84	60	20	40	14,43	42,64
	Maruńka (SM-2)	52,30	100	20	80	25,46	48,68
BZT5, mgO ₂ /l	Połtwa	27,41	44,8	16,8	28	9,56	34,87
	Zubra (SM-1)	13,67	28,8	5,2	23,6	7,67	56,09
	Zubra (SM-2)	18,73	38	6,6	31,4	7,25	38,69
	Maruńka (SM-1)	12,76	24	6	18	5,78	45,27
	Maruńka (SM-2)	19,11	38	1,3	36,7	10,25	53,66
Tlen rozpuszczony, mgO ₂ /l	Połtwa	7,03	7,8	6	1,8	0,49	7,02
	Zubra (SM-1)	7,88	9,4	6,2	3,2	0,78	10,01
	Zubra (SM-2)	7,25	8	6,2	1,8	0,50	6,96
	Maruńka (SM-1)	7,89	11,1	5,8	5,3	1,36	17,30
	Maruńka (SM-2)	7,54	9,4	5,5	3,9	0,94	12,59

Odchylenie standardowe pokazuje, jak bardzo poszczególne wartości cechy odbiegają od ich średniej wartości przeciętnej, podczas gdy współczynnik zmienności jest statystycznym wskaźnikiem oceny, który charakteryzuje stosunek odchylenia standardowego do średniej wartości analizowanego wskaźnika. W wielu przypadkach obliczony współczynnik zmienności przekracza 33%, co wskazuje na znaczne zróżnicowanie wskaźników jakości wody w analizowanym okresie. Największe zróżnicowanie stwierdzono w zawartości żelaza ogólnego, azotu amonowego i amoniaku, azotanów, azotynów, fosforanów, zawiesin, SPC, ChZT i BZT5.

4. Podsumowanie

Małe rzeki są podstawą funkcjonowania systemów dorzeczy, ponieważ tworzą przepływ dużych cieków wodnych, są źródłem zaopatrzenia w wodę regionów wiejskich i stanowią podstawę różnorodności biologicznej.

Jednocześnie małe rzeki są niezwykle wrażliwe na wpływy antropogeniczne. Wiele z nich całkowicie lub częściowo zanikło z przyczyn naturalnych, antropogenicznych i naturalno-antropogenicznych. Liczne koryta zostały skanalizowane na obszarach zurbanizowanych, a część wyschła w wyniku rozwoju przestrzennego.

Rzeki Połtwa i Zubra w mieście Lwów należą do takich właśnie rzek. Głównym źródłem zanieczyszczeń w Połtwie jest miejska oczyszczalnia ścieków we Lwowie. Spływ wody deszczowej jest źródłem zanieczyszczeń we wszystkich rzekach w obszarze metropolitalnym Lwowa. Poza miastem na jakość wody wpływają również ścieki z gospodarstw domowych i fekalia z sieci kanalizacyjnej osiedli.

Po przeanalizowaniu głównych wskaźników jakości wody w rzekach Połtwa, Zubra i Maruńka, wyniki monitoringu w latach 2021–2024 wykazały przekroczenia NDS dla zapachu i żelaza całkowitego, azotu amonowego i amoniaku, fosforanów, zawiesin, SPC, ChZT i BZT5. Połtwa (lewy dopływ Bugu Zachodniego) pozostaje najbardziej zanieczyszczoną rzeką w dorzeczu Bugu Zachodniego.

Zbiorniki wodne Lwowskiej WT pełnią wielorakie funkcje, jednak zdecydowana większość z nich zachowuje stosunkowo dobry stan ekologiczny. W ciągu ostatniego stulecia wiele spośród tych akwenów uległo jednak znacznym przekształceniom – zamieniło się w rowy ściekowe, zostało zasypanych lub zabudowanych. Obecne nieracjonalne użytkowanie zbiorników wodnych Lwowskiej WT doprowadziło do zmian w składzie chemicznym i fizycznym wody, zamulenia i zarastania płytkich zbiorników wodnych, przyspieszonej eutrofizacji, zatykania itp. Zjawiska te mogą w konsekwencji stanowić zagrożenie dla bezpieczeństwa ekologicznego regionu.

Bibliografia

Water scarcity. UNICEF, for every child, <https://www.unicef.org/wash/water-scarcity> (dostęp 1.04.2025).

- Байрак Г., *Руслові мережа Львова: зміни за історичний період та сучасний стан*, „Вісник Львівського університету, Серія географічна” 2016, вип. 50, s. 3–21.
- Байцар А.Л., *Винники туристичні. Науково-краєзнавче видання*, ТзОВ ВТФ «Друксервіс», Винники 2016.
- Будз О.П., *Гідрологія: Інтерактивний комплекс навчально-методичного забезпечення*, НУВГП, Рівне 2008.
- „Водний кодекс України” № 213/95-ВР від 6.06.1995 р. Верховна Рада України: веб-сайт, <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/213/95-%D0%B2%D1%80#Text> (dostęp 1.04.2025).
- Вялов О.С., Горецкий В.А., Кудрин Л.Н. и др., *Краткий геологический путеводитель по Львову*, изд-во Львовского ун-та, Львов 1954.
- Географічна енциклопедія України: в 3-х томах* / Редкол.: О.М. Маринич (відп. ред.) та ін. К.: „Українська енциклопедія” імені М.П. Бажана, 1989–1993. Т. 3: П Я.
- Геологія Львова*, https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%B5%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D1%96%D1%8F_%D0%9B%D1%8C%D0%B2%D0%BE%D0%B2%D0%B0#cite_note-1 (dostęp 2.04.2025).
- Ґрунти Львівської області: колективна монографія*, за ред. С.П. Позняка, ЛНУ імені Івана Франка, Львів 2019.
- Державна геологічна карта України. Волино-Подільська серія М – 34 – XVIII (Рава-Руська), М – 35 – XIII (Червоноград), М – 35 – XIX (Львів)*/ авт.: Л.С. Герасімов, С.В. Чалий, І.І. Герасімова [та ін.], ред. В.Я. Великанов, Державна геологічна служба, Київ 2004.
- Закону України від 26.06.1991 р. № 1268-ХІІ „Про охорону навколишнього природного середовища”, Верховна Рада України: веб-сайт, <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1264-12#Text> (dostęp 31.03.2025).
- Зубра (притока Дністра)*, [https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%97%D1%83%D0%B1%D1%80%D0%B0_\(%D0%BF%D1%80%D0%B8%D1%82%D0%BE%D0%BA%D0%B0_%D0%94%D0%BD%D1%96%D1%81%D1%82%D1%80%D0%B0\)](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%97%D1%83%D0%B1%D1%80%D0%B0_(%D0%BF%D1%80%D0%B8%D1%82%D0%BE%D0%BA%D0%B0_%D0%94%D0%BD%D1%96%D1%81%D1%82%D1%80%D0%B0)) (dostęp 1.03.2025).
- Кузик А.Д., Бойчук Б.Я., Король К.А., Дирда Р.О., *Вплив воєнних дій на якість води в річках України*, „Вісник Львівського державного університету безпеки життєдіяльності” 2024, №30, s. 26–34, <https://doi.org/https://doi.org/10.32447/20784643.30.2024.03>.

Лопушанська М.Р., Іванов Є.А., *Кліматичні чинники та їхня роль у розвитку сонячної енергетики у Львівській області*, „Екологічні науки” 2022, 6, 45, s. 54–59, <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2022.eco.6-45.9>.

Львівська громада, Львівська міська рада: веб-сайт, <https://city-adm.lviv.ua/lmr/lviv-community> (dostęp 31.03.2025).

Львівська міська територіальна громада, <https://lvivskaraya-rada.gov.ua/lviv-skuu-rayon/terytorialni-hromady> (dostęp 31.03.2025).

Наказ Міністерства аграрної політики та продовольства України № 471 від 30.07.2012 року „Про затвердження Нормативів екологічної безпеки водних об’єктів, що використовуються для потреб рибного господарства, щодо гранично допустимих концентрацій органічних та мінеральних речовин у морських та прісних водах (біохімічного споживання кисню (БСК5), хімічного споживання кисню (ХСК), завислих речовин та амонійного азоту)”, <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1369-12#Text> (dostęp 2.04.2025).

Перхач О., *Водопостачання м. Львова: еколого-географічні аспекти розвитку, Географічна наука і практика: виклики епохи*. Матеріали міжнародної наукової конференції, присвяченої 130-річчю географії у Львівському університеті (м. Львів, 16–18 травня 2013 р.) / [Відповід. редактори: доц. В.І. Біланюк, доц. Є.А. Іванов], у 3-ох томах, Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, Львів 2013, том 3, s. 45–49.

Пилипович О., Терновецька Х., *Геоecологічний аналіз річки Зубра в межах міста Львів, Географічні аспекти просторової організації території, суспільства та збалансованого природокористування*: матеріали IV науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених (Україна, м. Ужгород, 24–26 травня 2023 р.), ПП Данило С.І., Ужгород 2023, s. 48–52.

Наказ Міністерства охорони здоров’я України № 721 від 2.05.2022 *Про затвердження Гігієнічних нормативів якості води водних об’єктів для задоволення питних, господарсько-побутових та інших потреб населення*, <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0524-22#Text> (dostęp 2.04.2025).

Проект *Малі річки – життя України (річка Зубра)*, <https://naurok.com.ua/proek-mali-richki---zhittya-ukra-ni-richka-zubra-236663.html>.

Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища у Львівській області в 2021 році. Департамент екології та природних

- ресурсів Львівської обласної державної адміністрації: веб-сайт, <https://deplv.gov.ua/regionalna-dopovid-pro-stan-nps/> (dostęp 3.04.2025).
- ‘Рада прийняла ухвалу «Про припинення місцевих рад шляхом приєднання до Львівської міської ради». Інформаційний портал депутатів Львівської міської ради’: веб-сайт, <https://www.lvivrada.gov.ua/novyny/item/9292-rada-pryunyala-uhvalu-%C2%ABpro-prypynennya-miscevyh-rad-shlyahom-pryyednannya-do-lyvivsykoji-misykoji-rady%C2%BB> (dostęp 29.03.2025).
- Результати вимірювань показників якості води у водоймах та потоках на території Львівської МТГ (дані моніторингу)*, Відкриті дані Львова: веб-сайт, <https://opendata.city-adm.lviv.ua/dataset/48e4f730-93f3-4f47-be7d-820eea3e46d9> (dostęp 4.04.2025).
- Річка Марунька у Винниках: природа, історія, екологія*, https://baitsar.blogspot.com/2017/11/blog-post_54.html (dostęp 29.03.2025).
- Роханська К., *10 фактів про Піонерське озеро*, Фотографії старого Львова, https://photo-lviv.in.ua/10-faktiv-pro-pioners-ke-ozero/#google_vignette (dostęp 1.04.2025).
- Сай В.М., *Сучасний стан водних ресурсів Львівської області*, „Геодезія, картографія і аерофотознімання” 2006, вип. 67, s. 66–70.
- Цись П.М., *Геоморфологія УРСР*, [Текст]: учб. посіб. для студ. геогр. ф-тів ун-тів.; Видво Львів. ун-ту, Львів 1962.
- Шевченко О.Г. та ін., *Оцінка вразливості до зміни клімату: Україна*, К., 2014.
- Шевченко О.Г., Власюк О.Я., *Оцінка вразливості та заходи з адаптації до зміни клімату: Львів*, К.: Національний екологічний центр України, 2015.
- Шіпка М., *Морфологічний аналіз річково-басейнової системи Полтви*, „Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету, Серія географічна” 2017, №1(42), s. 31–38.
- Як відновлюватимуть Зубру: прогулянка річкою з львівським дигером*, Сихів Медіа, <https://sykhiv.media/yak-vidnovlyvatymyt-zybry-progylanka-richkoyu-zlvivskym-digerom/#> (dostęp 29.03.2025).

Iryna Kochmar – wykładowca na Wydziale Bezpieczeństwa Ekologicznego Lwowskiego Państwowego Uniwersytetu Bezpieczeństwa Życia (2015–2025). Tytuł magistra uzyskany ze specjalności ekologia, ochrona środowiska i zrównoważone gospodarowanie zasobami naturalnymi na Lwowskim Państwowym Uniwersytecie Bezpieczeństwa Życia (2012). Autorka publikacji branżowych i uczestniczka konferencji naukowych (2008–2025). Główne zainteresowania naukowe dotyczą technoekologii, bezpieczeństwa ekologicznego wydobywania węgla oraz normowania stanu ekologicznego środowiska naturalnego.