

Spis treści

1.	Informacje wstępne.....	3
2.	Charakterystyka terenu	3
2.1.	Uwarunkowania hydrologiczne i hydrogeologiczne.....	8
2.2.	Formy użytkowania i interakcje funkcjonalne z otoczeniem	9
2.3.	Walory przyrodnicze.....	11
3.	Formy antropopresji.....	18
3.1.	Ocena ilościowa osadów zalegających na dnie analizowanych zbiorników.....	19
3.2.	Ocena jakościowa zanieczyszczeń w osadach dennych zbiorników „W” i „Z”	20
3.3.	Jakość wody w zbiornikach.....	22
4.	Diagnoza zagrożeń środowiskowych.....	23
5.	Docelowe warianty zagospodarowania terenu.....	26
6.	Scenariusze remediacji zanieczyszczeń	31
6.1.	Zakres działań remediacyjnych.....	31
6.2.	Monitoring stanu biologicznego i fizyczno-chemiczny wód i osadów dennych.....	39
6.3.	Analiza kosztów realizacji działań remediacyjnych	39
7.	Źródła finansowania przedsięwzięcia.....	41
8.	Podsumowanie	46

Spis tabel

Tabela 1. Maksymalne stężenia zidentyfikowanych zanieczyszczeń w osadach dennych zbiorników „W” i „Z”	20
Tabela 2 Analiza efektywności utlenienia wybranych zanieczyszczeń przez różne oksydanty	37
Tabela 3 Ceny zakupu oksydantów	38
Tabela 4 Analiza kosztów dla poszczególnych scenariuszy remediacji	39
Tabela 5 Analiza możliwości dofinansowania opcji zagospodarowania	44

Spis rysunków

Rysunek 1 Lokalizacja działki nr 3576/26	4
Rysunek 2 Analizowany teren około 1884 roku	5
Rysunek 3 Analizowany teren - sytuacja około 1934 roku	5
Rysunek 4 Analizowany teren na planie sytuacyjnym Jastrzębia-Zdroju z 1938 roku	6
Rysunek 5 Analizowany teren na planie sytuacyjnym Jastrzębia-Zdroju z 1950 roku	6
Rysunek 6 Analizowany teren - sytuacja około roku 1973	7
Rysunek 7 Mapa sytuacyjna analizowanego terenu, z elementami systemu rurociągowego doprowadzającego i odbierającego wody kopalniane	8
Rysunek 8 Uwarunkowania hydrologiczne i hydrogeologiczne w obrębie analizowanego terenu	9
Rysunek 9 Przeznaczenie terenów zgodnie z aktualnym MPZP	10
Rysunek 10 Lokalizacja terenów rekreacyjnych w skali miasta oraz śródmieścia	11
Rysunek 11 Procedura postępowania z osadami dla 3 wariantu zagospodarowania terenu	35

1. Informacje wstępne

Podstawą formalną wykonania niniejszego opracowania jest umowa nr OŚ – I.611.01.2016 (GIG: 58230076-342) z dnia 28 września 2016r., zawarta pomiędzy **Miastem Jastrzębie-Zdrój** – Miastem na prawach powiatu z siedzibą w Jastrzębiu-Zdroju przy Alei J. Piłsudskiego 60 a **Głównym Instytutem Górnictwa** z siedzibą w Katowicach przy Placu Gwarków 1 na realizację zamówienia pn. „*Wstępne określenie sposobu docelowego zagospodarowania terenu zbiorników przy ul. Wodzisławskiej w Jastrzębiu Zdroju – działka nr 3576/26*”.

Przedmiotem opracowania jest wstępne określenie wariantów docelowego zagospodarowania terenu zbiorników wodnych przy ul. Wodzisławskiej w Jastrzębiu-Zdroju działki nr 3576/26, w zakresie obejmującym:

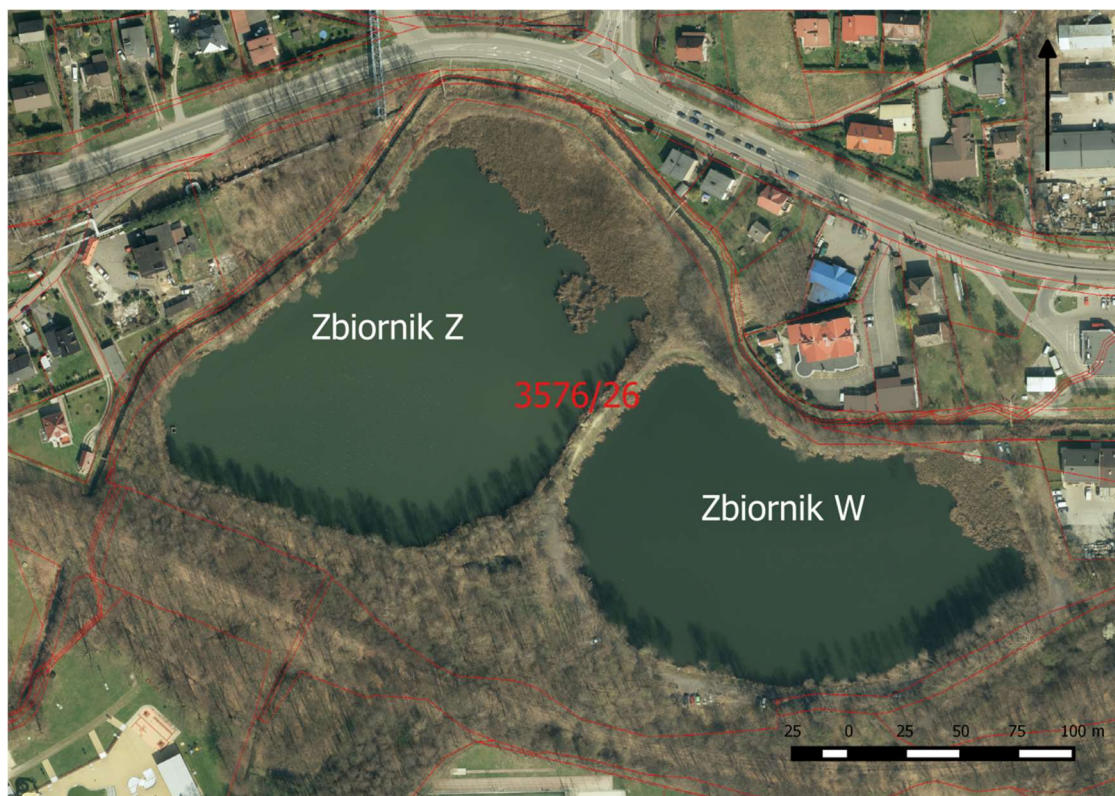
- 1) opis terenu na podstawie przeprowadzonych wizyt terenowych oraz analizy historycznej jego użytkowania i przekształceń, z uwzględnieniem następujących aspektów:
 - ukształtowanie terenu, w tym warunki hydromorfologiczne,
 - formy użytkowania i interakcja funkcjonalna z otoczeniem,
 - charakterystyka ekosystemów i ich walorów (w tym identyfikacji gatunków chronionych), tendencja przekształceń i formy antropopresji,
- 2) ocenę jakościową i ilościową zanieczyszczeń zdeponowanych w lądowej i wodnej części terenu, w świetle:
 - dostępnych danych historycznych dotyczących terenu,
 - przeprowadzonych wstępnych badań wody i osadów dennych,
- 3) diagnozę istniejących i przewidywanych zagrożeń dla ludzi i poszczególnych elementów środowiska
- 4) wskazanie najlepszych docelowych funkcji terenu w krajobrazie miasta i form zagospodarowania z uwzględnieniem adaptacji istniejących walorów
- 5) określenie możliwych scenariuszy remediacji zanieczyszczeń (zakresu działań, opcji technicznych, technologii) i eliminacji zagrożeń wraz z wstępnym oszacowaniem wariantowych kosztów realizacji działań,
- 6) sprecyzowanie zakresu analiz specjalistycznych niezbędnych dla optymalnego wyboru docelowego zagospodarowania terenu i dla opracowania optymalnego scenariusza działań,
- 7) wskazanie możliwych zewnętrznych źródeł finansowania przedsięwzięcia.

2. Charakterystyka terenu

Opracowanie dotyczy dwóch zbiorników wodnych wraz z ich bezpośrednim otoczeniem znajdujących się w sąsiedztwie potoku Jastrzębianka w rejonie ulic Wodzisławskiej, Zdrojowej i Witczaka. Przedmiotowy teren obejmuje działkę oznaczoną numerem 3576/26.

Dla celów niniejszego opracowania zbiorniki oznaczono jako „Z” (w zachodniej części terenu) oraz „W” (we wschodniej części terenu). Na rysunku 1 przedstawiono mapę sytuacyjną. Powierzchnia zbiornika „Z” wynosi 2,0 ha, natomiast zbiornika „W” 2,5 ha. Zbiorniki rozdzielone są kilkumetrowej szerokości groblą, w której znajduje się kanał z zastawką. Rzędna poziomu wody w zbiorniku „W” jest o 0,9 m wyższa niż w zbiorniku „Z”. Nadmiar wód ze zbiornika „Z” odprowadzany jest do Jastrzębianki za pomocą wylotu zlokalizowanego w południowo-zachodniej części zbiornika.

Wstępne określenie sposobu docelowego zagospodarowania terenu zbiorników
przy ul. Wodzisławskiej w Jastrzębiu Zdroju – działka nr 3576/26



Rysunek 1 Lokalizacja działki nr 3576/26

Źródło: opracowanie GIG

Analizowany teren położony jest w naturalnej dolinie rzecznej, w której co najmniej od XVIII wieku istniały liczne stawy. Z mapy Wredego pochodzącej z 1750 roku nie wynika jednoznacznie, czy analizowany teren był wówczas użytkowany jako łąki czy jako stawy. Jak wynika z map ilustrujących sytuację około roku 1884 i 1934, na terenie dzisiejszych stawów znajdowały się łąki i boczne koryta Jastrzębianki. W okolicy istniał już zasadniczy układ dróg oraz linia kolejowa wraz z pobliskim dworcem, istniał też nasyp sąsiadujący od południa z analizowanym terenem. Linie kolejową przecinały przepusty i drogi (ewentualnie ścieżki) łączące analizowany teren z Parkiem Zdrojowym (Rysunek 2, Rysunek 3).

Wstępne określenie sposobu docelowego zagospodarowania terenu zbiorników przy ul. Wodzisławskiej w Jastrzębiu Zdroju – działka nr 3576/26



Rysunek 2 Analizowany teren około 1884 roku

Źródło: http://amzpbig.com/maps/6077_Jastrzemb_1884.jpg



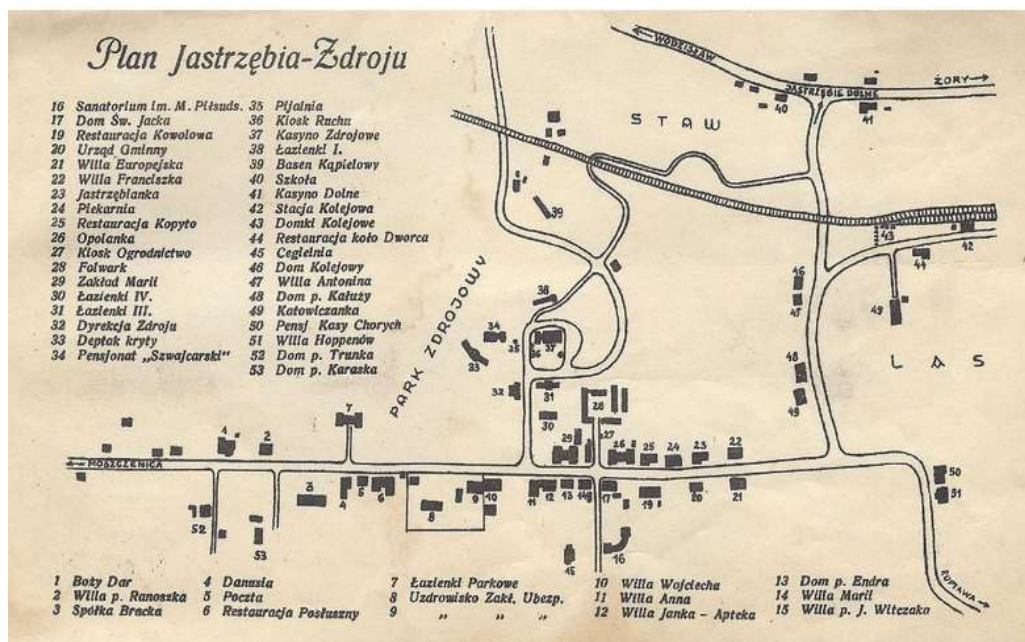
Rysunek 3 Analizowany teren - sytuacja około 1934 roku

Źródło: http://jastrzebie_zdroj.fotopolska.eu/Jastrzebie-Zdroj/b119538,Mapy_i_plany.html?f=589042-foto

Na planach sytuacyjnych miasta z lat 1938 i 1950 analizowany teren przedstawiano jako północny fragment kompleksu zdrojowego. Przeważającą część terenu zajmował rozległy staw, od strony którego biegnęły, w poprzek nasypu kolejowego, dwie drogi łączące z głównymi obiektami uzdrowiska,

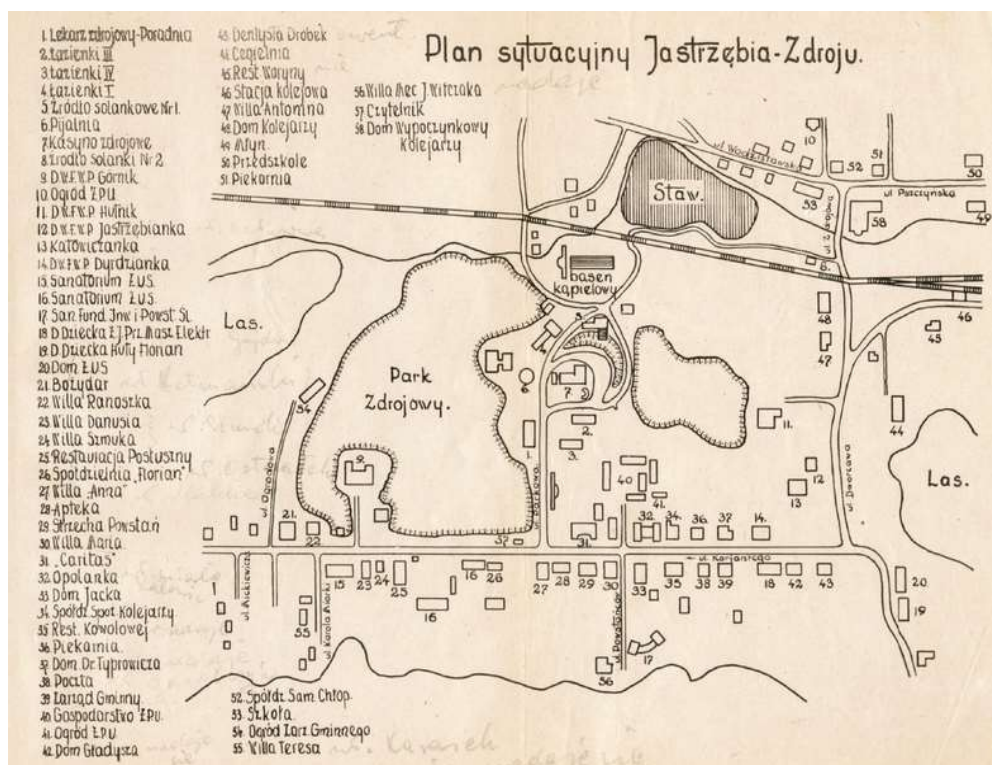
Wstępne określenie sposobu docelowego zagospodarowania terenu zbiorników przy ul. Wodzisławskiej w Jastrzębiu Zdroju – działka nr 3576/26

w tym z Parkiem Zdrojowym. Na południowo-wschodniej granicy terenu znajdowało się źródło solanki (Rysunek 4, Rysunek 5)



Rysunek 4 Analizowany teren na planie sytuacyjnym Jastrzębia-Zdroju z 1938 roku

Źródło: http://jastrzebie_zdroj.fotopolska.eu/Jastrzebie-Zdroj/b119538,Mapy_i_plany.html?f=942733-foto

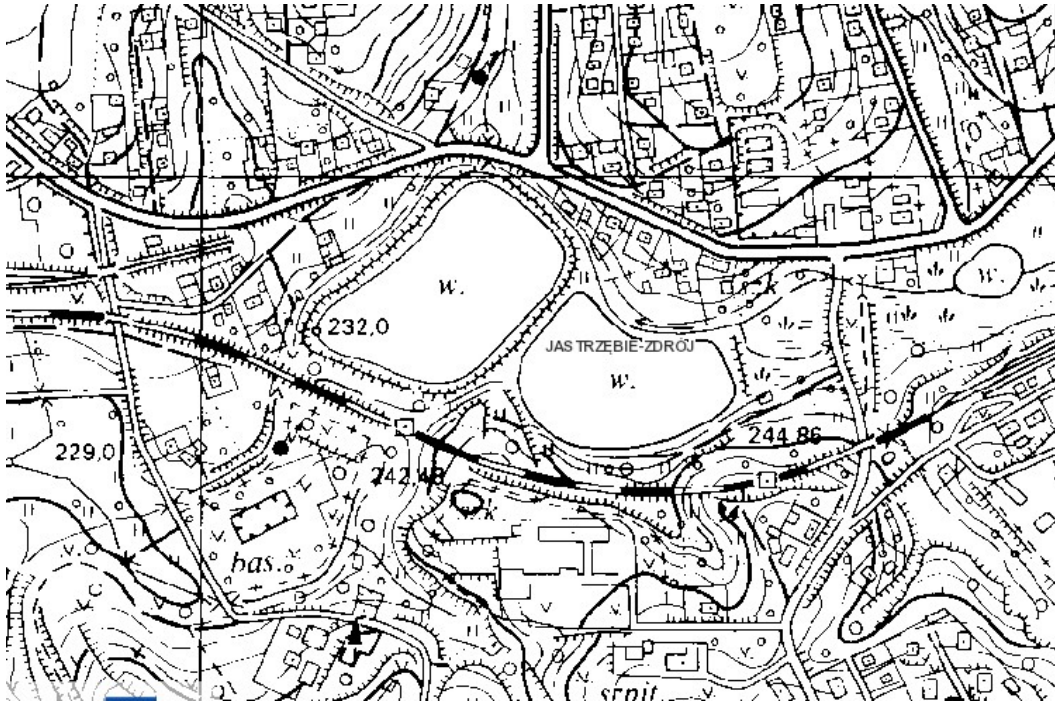


Rysunek 5 Analizowany teren na planie sytuacyjnym Jastrzębia-Zdroju z 1950 roku

Źródło: http://jastrzebie_zdroj.fotopolska.eu/Jastrzebie-Zdroj/b119538,Mapy_i_plany.html?f=942739-foto

Na mapie ilustrującej sytuację około 1973 roku przedstawiona jest grobla rozdzielająca staw na dwie części, z zarysem linii brzegowej niewiele różniącym się od obecnego układu (Rysunek 7).

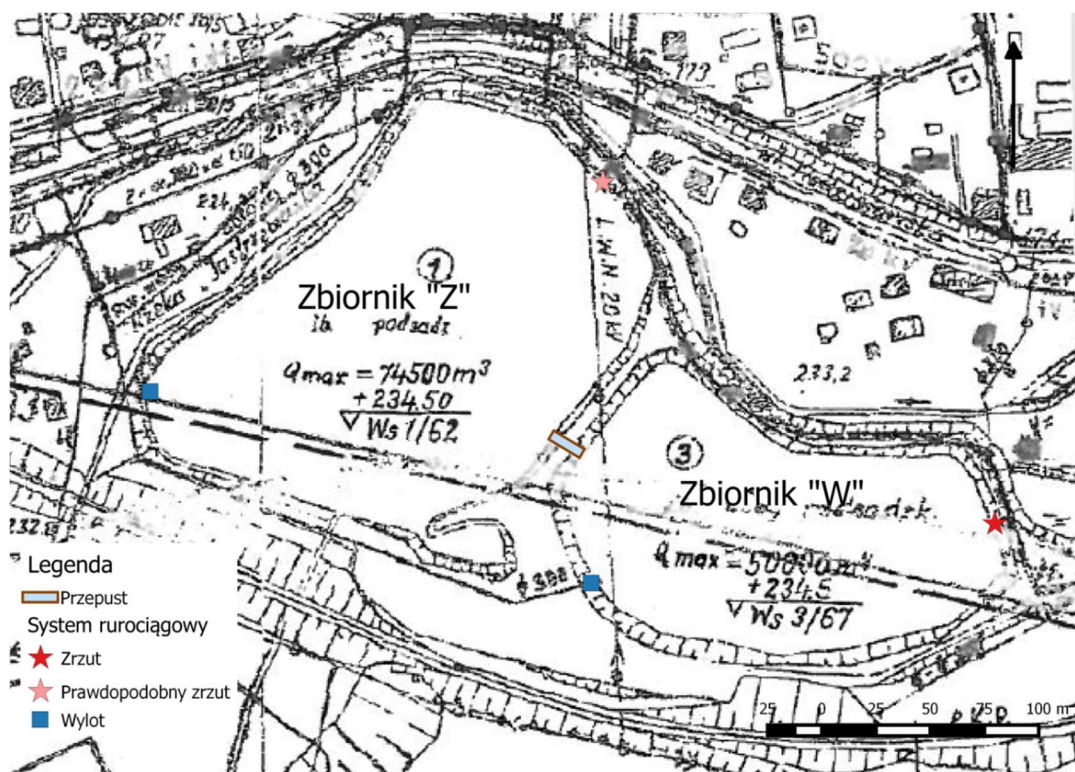
Wstępne określenie sposobu docelowego zagospodarowania terenu zbiorników przy ul. Wodzisławskiej w Jastrzębiu Zdroju – działka nr 3576/26



Rysunek 6 Analizowany teren - sytuacja około roku 1973

Źródło: zasoby Archiwum Państwowego, udostępnione poprzez <http://mapy.orsip.pl/imap/?gmap=gp1-9>

W późniejszym okresie, do lat 90-tych XX w. obiekty stanowiły element systemu odwadniania dwóch zakładów górniczych: Zakładu Górniczego „Jastrzębie” oraz Zakładu Górniczego „Moszczenica”. Do zbiorników rurociągami powierzchniowymi kierowano wody kopalniane o wysokim stopniu mineralizacji. Wylot rurociągu znajdował się w północno-wschodniej części zbiornika „W”. Wody kopalniane były zrzucały prawdopodobnie także bezpośrednio do zbiornika „Z” - przez wylot zlokalizowany w jego północnej części. Wody magazynowane w zbiornikach odprowadzono przez młyn zlokalizowany w południowo zachodniej części zbiornika „Z” oraz przez wylot w południowo zachodniej części zbiornika „W”, rurociągami zamkniętymi w rejon Szybu III, na zachód od analizowanego terenu. Odprowadzone wody zatłaczano wraz z materiałem podsadzkowym (zamułka podsadzkowa) do pustek wyrobiskowych. Pojemność retencyjna zbiornika „W” wynosiła 50 000m³, natomiast zbiornika „Z” 74 500m³ (Rysunek 7).



Rysunek 7 Mapa sytuacyjna analizowanego terenu, z elementami systemu rurociągowego doprowadzającego i odbierającego wody kopalniane

Źródło: mapa sytuacyjna 1:5000 Prognozowany wpływ eksploatacji górnictwa 1986-1987. Obszar Górniczy Jastrzębie

2.1. Uwarunkowania hydrologiczne i hydrogeologiczne

Analizowany teren położony jest w zlewni rzeki Jastrzębianki – lewobrzeżnego dopływu Szotkówki, odwadniającej zurbanizowaną część miasta Jastrzębie Zdrój. Zgodnie z podziałem na Jednolite Części Wód Powierzchniowych (JCWP) obszar należy do naturalnej JCWP RW6000611489 – Szotkówka bez Lesznicy. Według oceny przeprowadzonej przez Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska w Katowicach jej stan jest zły, a JCWP jest zagrożona nieosiągnięciem celów Ramowej Dyrektywy Wodnej. Dla przedmiotowej JCWP wprowadzone zostały derogacje ze względu na wpływ działalności ludzkiej na stan JCWP oraz brak możliwości technicznych ograniczających wpływ tych oddziaływań. Generuje to konieczność przesunięcia w czasie osiągnięcia celów środowiskowych przez JCWP. Występująca działalność gospodarcza człowieka związana jest ściśle z występowaniem surowców naturalnych, bądź przemysłowym charakterem obszaru.

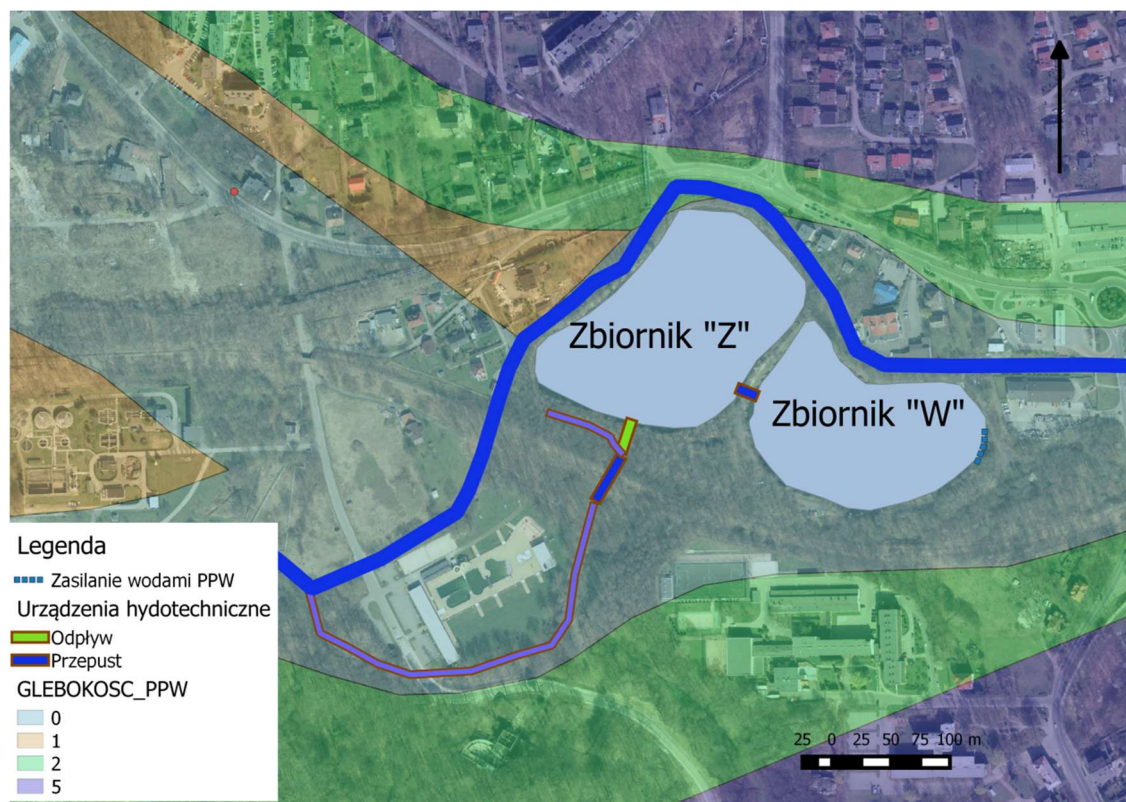
Zlewnia zbiorników ograniczona jest wyłącznie do niewielkiej zlewni bezpośredniej wokół analizowanych obiektów. Poza kilkumetrowym pasem wokół linii brzegowych zbiorników woda dopływa jedynie do Zbiornika W z południowej strony – od nasypu kolejowego.

Zbiorniki „W” i „Z” są ze sobą połączone, a nadmiar wód odprowadzany jest ze Zbiornika „Z” poprzez rurociąg w skarpie. Wody nadmiarowe ze zbiornika przepływają przepustem w nasypie kolejowym, a następnie rowem otwartym odprowadzane są do Jastrzębianki (Rysunek 8). Niewielka zlewnia zbiorników sprawia, że są one zasilane wodami powierzchniowymi jedynie w niewielkim stopniu. Budowa geologiczna południowej część terenu stanowią piaski, gliny pyłowo-ilaste. Są to utwory o niskim współczynniku przepuszczalności. W obrębie doliny Jastrzębianki (południowa część terenu) występują mułki żwiry i piaski rzeczne tarasów zalewowych¹. Analizowany teren znajduje się

¹ Szczegółowa mapa geologiczna Polski 1 : 50 000, arkusz Zebrzydowice. Instytut Geologiczny, Warszawa

w obrębie 4 jednostki pierwszego poziomu wodonośnego (PPW), gdzie zwierciadło wód zalega na głębokości mniejszej niż 1 m p.p.t. i dominuje swobodny charakter zwierciadła. Taka charakterystyka wód podziemnych sprawia, że analizowane zbiorniki mogą być zasilane wodami pierwszego poziomu wodonośnego z obszaru doliny rzecznej zlokalizowanej powyżej analizowanego terenu. Ze względu jednak na drenujące oddziaływanie Jastrzębianki i prawdopodobieństwo zakolmatowania dna zbiorników nie jest to jednak zasilanie znaczące.

Mała zlewnia zbiorników oraz izolacja od wód podziemnych powoduje bardzo wolną wymianę wody, co niekorzystnie wpływa na dynamikę procesów samooczyszczających, a w efekcie powoduje wzrost ryzyka pogorszenia stanu jakości wody.



Rysunek 8 Uwarunkowania hydrologiczne i hydrogeologiczne w obrębie analizowanego terenu

Źródło: opracowanie GIG

2.2. Formy użytkowania i interakcje funkcjonalne z otoczeniem

Zgodnie z Uchwałą Nr XII/124/2007 Rady Miasta Jastrzębie Zdrój z dnia 28 czerwca 2007 r. w sprawie miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego (MPZP) fragmentu jednostki Centrum o symbolu roboczym C80 w Jastrzębiu Zdroju, działka nr 3576/26 stanowi tereny zieleni nieurządzonej i tereny rolnicze o znaczeniu bioklimatycznym (symbol 12ZR) (Rysunek 9). Podstawowym przeznaczeniem tego terenu jest: zieleń niska i wysoka o funkcji bioklimatycznej, użytkowanie rolnicze, pod warunkiem zachowania wartościowych drzew i krzewów oraz siedlisk podmokłych, wody powierzchniowe. Dopuszczalne sposoby zagospodarowania terenu obejmują:

- prorowadzenie dojazdów, ciągów pieszych, ścieżek rowerowych oraz lokalizację sieci i urządzeń związanych z infrastrukturą techniczną,

w związku z przewidywanym zagospodarowaniem analizowanego terenu, stać się priorytetem władz miasta. Z powyższych przesłanek wynika potencjalnie duże lokalne i ponadlokalne znaczenie analizowanego terenu, tym bardziej, że w skali miasta Jastrzębia-Zdroju nie ma obecnie oferty bezpiecznego odpoczynku nad zbiornikami wodnymi (Rysunek 10).

Sąsiedztwo nieużywanych obszarów kolejowych po stronie południowej stwarza dodatkową możliwość zwiększenia dostępności i atrakcyjności terenu poprzez zaadaptowanie nieczynnej linii kolejowej do celów rekreacyjnych (np.: utworzenie ścieżki rowerowej). Umożliwiłoby to również lepsze powiązanie z innymi terenami o funkcji rekreacyjnej położonymi na wschód od analizowanego terenu.



Rysunek 10 Lokalizacja terenów rekreacyjnych w skali miasta oraz śródmieścia (kolor żółty). Lokalizację działki nr 3576/26 oznaczono czerwonym punktem.

Źródło: Koncepcja uporządkowania i zagospodarowania terenów rekreacyjno-wypoczynkowych przy ulicy Wodzisławskiej w Jastrzębiu Zdroju. ArchiTech. Studio projektowe, Rybnik, wrzesień 2010

2.3. Walory przyrodnicze

Na przedmiotowym terenie dotychczas nie wykonywano inwentaryzacji przyrodniczej. Niniejsze opracowanie zawiera rezultat wstępnych (screeningowych) obserwacji przeprowadzonych w trakcie dwóch wizji terenowych, jakie miały miejsce we wrześniu 2016 roku. Podczas wstępnej waloryzacji przyrodniczej kierowano się założeniem, że w docelowym zagospodarowaniu mieści się ochrona lub wzbogacenie miejscowego ekosystemu z równoczesnym zapewnieniem funkcji rekreacyjnych i wysokiej estetyki krajobrazu. W tym kontekście, uzyskana informacja wystarcza do określenia pożądanych sposobów zagospodarowania terenu a także do wstępnego wskazania głównych zagrożeń i sposobów ograniczenia tych zagrożeń. Zebrane i przedstawione tutaj wyniki nie mogą

jednak zastąpić pełnej inwentaryzacji, którą należy przeprowadzić we wszystkich porach roku ze szczególnym naciskiem na okres wiosenno–letni tj. marzec–sierpień.

Dla potrzeb opisu wyodrębniono w przedmiotowym terenie następujące strefy:

- linia brzegowa stawów i grobla między stawami (ekoton brzegowy),
- stawy - w zasięgu lustra wody.
- leżący w południowej części działki fragment zadrzewionej skarpy i obniżenie terenu,
- drogi, ścieżki w granicach działki, w tym u podnóża skarpy,
- najbliższe otoczenie działki, tj. rzeka Jastrzębianka wraz ze skarpami nadbrzeżnymi, oraz część skarpy (wraz z nasypem kolejowym) pozostająca poza południową granicą działki.

Jak wynika z porównania obecnego stanu terenu z zawartością kilku fotografii satelitarnych wykonywanych w latach 1996-2013, w ciągu ostatnich dwóch dekad nie dokonywano znaczącej ingerencji w drzewostan analizowanego terenu, nie nastąpiły też znaczące zmiany w zasięgu szuwarów nadbrzeżnych ani w układzie dróg/ścieżek/rowów.

Roślinność strefy brzegowej stawów i grobli rozdzielającej stawy (ekoton brzegowy)

Strefa brzegowa stawów tj. pas terenu zamknięty drogami i ścieżkami okalającymi stawami oraz grobla rozdzielającą stawy, jest zdominowana przez ziołorośla i szuwały. Występują także pojedyncze duże drzewa oraz kępy krzewów i podrostu drzew. Z uwagi na znaczne spadki dna w strefie brzegowej stawów, ziołorośla i szuwały tworzą wąski, kilkumetrowej szerokości pas. Jedynie w północnej, płytkiej części stawu „Z” i przy wschodnim brzegu stawu „W” ukształtowały się rozległe szuwały trzcinowe. Pas ziołorośli i szuwarów jest na obu stawach przerwany przez kilkadziesiąt stanowisk wędkarskich. Południowy brzeg stawu „W”, wzdłuż którego biegnie droga dojazdowa, to odcinek linii brzegowej, na którym pas szuwarów i ziołorośli jest najwęższy, najstąbiej ukształtowany i najbardziej nieciągły.

Nadbrzeżny pas ziołorośli obu stawów ma w wielu miejscach charakter zbiorowiska roślinnego określanego w fitosocjologii jako ogólnie rozumiane *Convolvulion sepium* - nitrofilne zbiorowiska welonowe nad brzegami mniejszych rzek i zbiorników wodnych. Zbiorowisko to jest chronione polskim prawem jako 6430 - ziołorośla nadbrzeżne (*convolvuletalia sepium*). W ujęciu bardziej szczegółowym, występujące tutaj ziołorośla mają przeważające cechy zbiorowiska okrajkowego typowego dla mniejszych cieków i zbiorników wodnych, w których poza kielisznikiem zaroślowym pospolicie występują m.in. sadziec konopiasty, pokrzywa zwyczajna, kaniańka pospolita, przytulia czepna. Najlepiej ukształtowane zbiorowisko tego typu znajduje się na wschodnim brzegu stawu „W”.

Z uwagi na screeningowy charakter badań, a przede wszystkim fakt, że wizyty terenowe odbyły się jedynie we wrześniu, lista gatunków roślin tworzących nadbrzeżne ziołorośla i szuwały nie może być traktowana jako kompletna. Pozwala ona jednak na wstępne określenie zbiorowiska jako półnaturalne i nitrofilne. Gatunki zielnych roślin naczyniowych zaobserwowane w ziołoroślach i szuwarach brzegowych stawów „W” i „Z”, wyróżniające dla zbiorowiska 6430 to:

- Kaniańka pospolita
- Kielisznik zaroślowy
- Pokrzywa zwyczajna
- Przytulia czepna
- Sadziec konopiasty
- Sałata kompasowa
- Wierzbownica kosmata

Inne gatunki rodzime lub trwale zadomowione, związane z siedliskami wilgotnymi lub nadwodnymi to:

- | | |
|------------------------|--------------------------|
| - Bodziszek błotny | - Pałka szerokolistna |
| - Bodziszek cuchnący | - Poziwnik miękkowłosa |
| - Chmiel zwyczajny | - Przetacznik bobowiczek |
| - Jaskier ostry | - Psianka słodkogórz |
| - Jaskier rozłogowy | - Rdest ostrogorzki |
| - Jasnota plamista | - Rdest plamisty |
| - Karbieniec pospolity | - Rdest ptasi |
| - Kosaciec żółty | - Rzepicha błotna |
| - Kropidło wodne | - Rzeżucha gorzka |
| - Kuklik pospolity | - Sit rozpierzchły |
| - Łopian większy | - Szczaw kędzierzawy |
| - Mozga trzciniowata | - Tojeść pospolita |
| - Ostrożeń błotny | - Uczep trójlistkowy |
| - Ostrożeń łąkowy | - Wietlica samicza |

Gatunki obce w polskiej florze, inwazyjne względem ziołorośli 6430 to:

- Nawłóć kanadyjska
- Niecierpek drobnokwiatowy
- Niecierpek gruczołkowaty
- Rdestowiec japoński

Drzewa i krzewy towarzyszące nadbrzeżnym ziołoroślom należą głównie do gatunków rodzimych lub trwale zadomowionych. W drzewostanie przy linii brzegowej stawów, a zwłaszcza w ich południowej części oraz na grobli dominują olsza czarna i brzoza brodawkowata. W wielu miejscach występują także: dąb szypułkowy, wierzba krucha, czereśnia ptasia, a mniej licznie - głóg dwuszyjkowy oraz przeważnie młode, kilkunastoletnie okazy następujących gatunków: klon polny, klon zwyczajny, klon jawor, czeremcha pospolita, wierzba pięciopręcikowa, topola osika, śliwa ałycza. W koronach niektórych starszych olsz występuje jemoła pospolita. Krzewy towarzyszące ziołoroślom to przede wszystkim jeżyna popielica i malina zwyczajna, a od strony dróg i ścieżek także dereń biały, bez czarny, żarnowiec miotłasty.

W kilku miejscach stwierdzono występowanie czeremchy amerykańskiej i robinii akacjowej, które są niepożądanymi gatunkami obcymi drzew o cechach inwazyjnych.

Konkluzje

1. Nadbrzeżne ziołorośla i szuwały są bardzo ważnym, stabilnym elementem krajobrazu analizowanego terenu. Zaslugują one na czynną ochronę i zaadaptowanie do docelowych funkcji terenu.
2. Najważniejszym zagrożeniem dla ziołorośli okalających stawy „W” i „Z” są rośliny inwazyjne, a szczególnie niecierpek gruczołkowaty i rdestowiec. Główną drogą ich ekspansji na analizowany teren jest korytarz Jastrzębianki.

3. Bez względu na docelowy kierunek zagospodarowania, należy już teraz usuwać z terenu i jego otoczenia zielne rośliny inwazyjne, a zwłaszcza: rdestowca, niecierpka gruczołkowatego i nawłóć.
4. Rozważając kierunki zagospodarowania należy mieć na uwadze fakt, że ewentualna, dalsza fragmentacja ziołorośli ograniczy ich zdolność do samoodtwarzania i zwiększy podatność na ekspansję roślin inwazyjnych.
5. Przynajmniej część istniejącej nadwodnej dendroflory zasługuje na adaptację do docelowych funkcji terenu. Na etapie przedprojektowym niezbędne jest wykonanie szczegółowej inwentaryzacji uwzględniającej wiek, walory estetyczne, stan zdrowotny i potencjalne konflikty.
6. Teren nadbrzeżny należy już teraz monitorować w aspekcie rozprzestrzeniania się czeremchy amerykańskiej i robinii akacjowej, a podrost tych gatunków bezwzględnie usuwać.

Zwierzęta i rośliny wodne - w stawach „W” i „Z”

Informację o gatunkach zwierząt zamieszkujących lub odwiedzających stawy, oraz o roślinach wodnych pozyskiwano poprzez wstępne badania screeningowe obejmujące:

- bezpośrednią obserwację w terenie,
- pobieranie próbek osadów dennych sondą - przez brodzenie w strefie brzegowej oraz ze środka pływającego w głębszej części zbiornika,
- pozyskiwanie materiału z toni wodnej podrywką dla obserwacji *on site* z następnym, natychmiastowym uwolnieniem pozyskanych egzemplarzy,
- brodzenie w strefie przybrzeżnej dla pozyskania materiału roślinnego do obserwacji,
- obserwowanie połowów wędkarskich,
- wywiady z wędkarzami - użytkownikami zbiorników.

Rośliny wodne. Charakterystyczną cechą obu zbiorników jest znikoma reprezentacja roślin zanurzonych oraz o liściach pływających - zarówno jeśli chodzi o różnorodność gatunkową, jak w ujęciu ilościowym. Zaobserwowano tylko dwa gatunki roślin: moczarkę kanadyjską i spirodelę wielokorzeniową.

Ryby. Bezpośrednio zaobserwowano następujące gatunki: różanka, leszcz, okoń, płoć, wzdręga, słonecznica. Jak wynika z wywiadów z wędkarzami, do zbiorników wpuszczano w ostatnich latach także następujące gatunki: karp, amur, szczupak. Według relacji wędkarzy w zbiornikach występują i są poławiane także: lin, karaś, karaś srebrzysty.

Bezpośrednia obserwacja lustra wody oraz kontrolne zaciągnięcia podrywką pozwoliły stwierdzić występowanie bardzo licznej populacji różanki. Jest to gatunek ściśle chroniony polskim prawem. Gatunek ten jest także wymieniony w Załączniku II Dyrektywy Siedliskowej UE (kod gatunku: 5339). Ze względu na specyfikę rozrodu, występowanie różanki jest możliwe pod warunkiem występowania małży z rodziny skójkowatych, które z kolei są bardzo wrażliwe na chemiczne zanieczyszczenia wody. Bardzo ważnym elementem środowiska życia różanki jest zarówno muliste dno w strefie przybrzeżnej, jak i zarośnięcie tej strefy przez roślinność zanurzoną. Wobec ubóstwa roślinności zanurzonej, populacja różanki utrzymuje się prawdopodobnie dzięki obecności łądź trzciny i innych bylin zakorzenionych w dnie w wąskiej, przybrzeżnej części zbiornika. Byliny te są też zapewne podstawowym źródłem detrytusu roślinnego. Niemniej jednak, deficyt roślin o liściach zanurzonych

może być w przypadku stawów „W” i „Z” czynnikiem ograniczającym obecnie liczebność populacji różanki oraz zagrożeniem dla jej trwałości.

Mięczaki. Poprzez bezpośrednią obserwację *in situ* zidentyfikowano następujące gatunki: zatoczek rogowy, szczeżuja pospolita. Ten ostatni gatunek jest małżem z rodziny skójkowatych. Różanka składa jaja do skrzelii małża, tam też zachodzi rozwój wylęgu. Według relacji wędkarzy w zbiornikach występują najprawdopodobniej dwa gatunki szczeżui. Tym drugim może być szczeżuja wielka (gatunek chroniony), charakteryzujący się m.in. znacznie większymi niż u szczeżui pospolitej maksymalnymi wymiarami muszli.

Makrobezkęrowce bentosowe - analiza próbek osadów dennych: makroskopowa oraz z wykorzystaniem mikroskopu stereoskopowego pozwoliła na rozpoznanie następujących bezkręgowców:

- larw ochotkowatych (*chironomidae*)
- larw ważek z rodziny łątkowatych (*coenagrionidae*)
- larw ważki z rodziny ważkowatych (*libellulidae*)
- larw jętek z rodziny nibyochotkowatych (*caenidae*)
- pijawki z rodziny *glossiphonidae* – najprawdopodobniej pijawka żółwia *placobdella (haleobdella) costata*.

Powyższe rezultaty wskazują, że w pobranych próbkach osadów oraz w wodzie nad osadami nie występowały znaczące stężenia biodostępnych zanieczyszczeń chemicznych.

Płazy, gady, ssaki. Podczas wizji terenowych nie zaobserwowano związanych ze środowiskiem wodnym gatunków ssaków, płazów ani gadów. Jednakże z uzyskanych od wędkarzy informacji wynika, że stawy są:

- w okresie przedwiośnia i wczesnej wiosny miejscem rozrodu płazów,
- miejscem życia zaskrońców,
- żerowiskiem wydry.

Dodatkowo w stawie „Z” żyją żółwie, które na okres rozrodu przechodzą do rowu u podnóża skarpy z nasypem kolejowym

Ptaki. W czasie wizji terenowych stwierdzono występowanie nielicznych gatunków ptaków związanych ze środowiskiem wodnym. Były to: kaczka krzyżówka, bączek, łyska, łozówka. Według relacji wędkarzy, zbiorniki są odwiedzane bądź zamieszkiwane także przez wiele innych gatunków ptaków, w tym takich jak np. zimorodek.

Konkluzje

1. Cennym elementem przyrody analizowanego terenu jest populacja chronionej ryby karpiowej - różanki. Stanowisko obejmujące stawy „W” i „Z” należy zgłosić do Regionalnej Dyrekcji Ochrony Środowiska w Katowicach celem poinformowania o miejscu występowaniu tego gatunku. Niezbędne jest także szczegółowe zbadanie kondycji tego stanowiska i zagrożeń, w sposób zgodny z zasadami opisanymi w dokumencie: http://www.gios.gov.pl/siedliska/pdf/przewodnik_metodyczny_rhodeus_amarus.pdf
2. Wymogi ochrony stanowiska różanki (a zatem także ochrony siedliska szczeżui) należy bezwzględnie uszanować w koncepcji i projekcie zagospodarowania terenu. Alternatywne

podejście związane jest z wdrożeniem procedury kompensacyjnej w związku z przewidywanym zniszczeniem stanowiska.

3. Najbardziej prawdopodobną przyczyną deficytu roślin zanurzonych w obu zbiornikach jest nadreprezentacja ryb karpiowatych, w tym zwłaszcza obecność roślinożernego gatunku obcego w polskiej faunie- amura.
4. Zarówno ze względu na walory estetyczne, jak i z przyrodniczego punktu widzenia, korzystne byłoby zwiększenie zasiedlenia zbiorników przez roślinność zanurzoną. Niedobór roślin zanurzonych to czynnik ograniczający możliwości bytowania wielu gatunków ptaków i płazów i bezkręgowców, utrudniający lub uniemożliwiający odbycie skutecznego tarła przez niektóre gatunki ryb, a także czynnik sprzyjający przyśpieszonej eutrofizacji zbiorników.
5. Miarodajne stwierdzenia na temat stanu zasiedlenia stawów i ich obrzeży przez ptaki, ssaki, gady i płazy będą możliwe pod warunkiem przeprowadzenia obserwacji we wszystkich porach roku.
6. Możliwość bytowania i odbywania lęgów przez takie gatunki jak łośwka, bączek, a zapewne także wielu innych, zależeć będzie od zachowania w dobrym stanie nadbrzeżnych ziołorośli i szuwarów.
7. Stwierdzenie o ewentualnym występowaniu żółwia błotnego należy przyjmować z dużą rezerwą, gdyż coraz powszechniejsze jest na Śląsku uwalnianie do środowiska i zadomawianie się tam obcych gatunków żółwi. Mimo wszystko, należy starać się o zweryfikowanie tej informacji, ponieważ lokalne siedliska sprzyjają bytowaniu żółwia błotnego.

Szata roślinna zadrzewionej skarpy i podnóże tej skarpy w granicach w południowej części terenu

Skarpa

Skarpa wzgórza ograniczająca teren od południa jest zadrzewiona. Tylko niewielka jej część leży w granicach działki 3576/26. Drzewostan tworzą wyłącznie gatunki liściaste. Jest to w znacznej części starodrzew, przy czym w okolicy granicy działki znajduje się kilka okazałych, ponad 100-letnich dębów i lip. Najwyższe piętro drzewostanu tworzą: dąb szypułkowy, lipa drobnolistna, brzoza brodawkowata, olsza czarna, klon zwyczajny, robinia akacjowa, czereśnia ptasia. W piętrze podrostu i krzewów występują także: klon polny, grab zwyczajny, jesion wyniosły, czeremcha pospolita, buk zwyczajny, leszczyna zwyczajna, bez czarny. Następuje silne odnawianie klonu zwyczajnego i dębu szypułkowego (liczne siewki i młode drzewa w piętrze runa i niskich krzewów).

Drzewostan jest w dobrym stanie zdrowotnym. Z uwagi na znaczne zwarcie i mały dostęp światła, dno lasu jest słabo pokryte roślinami zielnymi. Zwraca uwagę liczna populacja kuklika pospolitego, który jest gatunkiem leśnym a zarazem azotolubnym, wiechliny gajowej a także paproci: wietlicy samicy i orlicy pospolitej. Właściwą porą obserwacji runa w tego typu zadrzewieniach jest jednak okres wiosenny.

W koronach kilku drzew zaobserwowano gniazda ptasie, mogące należeć do ptaków z rodziny drozdów, a na pniu dębu - kuźnię dzięcioła. Na podstawie głosów stwierdzono występowanie kosa i sójki. Na ziemi zalegają znaczne ilości drewna i butwiejących liści. Stwarza to dogodne warunki siedliskowe dla rozmaitych drobnych organizmów, w tym grzybów. Wizje terenowe przeprowadzono w warunkach długo utrzymującej się suchej pogody, a mimo to stwierdzono występowanie wielu gatunków grzybów wielkoowocnikowych - na drewnie: kubek ołowianoszary, wrośniak różnobarwny, wrośniak anyżkowy, gmatwówka szarawa, purchawka gruszkowata, maślanka ceglasta, maślanka

wiązkowa, łuszczak zmienny oraz na ziemi: kępkowiec ciemnoszary, koźlarz babka, podgrzybek brunatny, podgrzybek złotawy, tęgoskór pospolity, gąska siarkowa, gąska żółknąca, gołąbek wymiotny, gołąbek grynszpanowy, gołąbek winny, gołąbek słodkawy, mleczej paskudnik, mleczej wełnianka. Wśród wymienionych grzybów nie ma gatunków rzadkich, zwraca jednak uwagę dominacja grzybów typowych dla lasów liściastych, a nie np.: dla parków czy ogrodów.

Podnóże skarpy - teren przy drodze i ścieżce

Utwardzona droga biegnąca wzdłuż południowego brzegu zbiornika „W” przechodzi w ścieżkę okalającą od południa i zachodu zbiornik „Z”. Zarówno droga jak i ścieżka sąsiadują z zadrzewieniem związanym ze skarżą, jednak przydrożny pas od strony skarpy jest płaski, a nawet miejscami obniżony i wilgotny. Z tego względu występują tu obok siebie gatunki roślin zielnych znanych jako związane z siedliskami wilgotnymi i gatunki synantropijne. Do pierwszej grupy należą: bodziszek błotny, bodziszek cuchnący, chmiel zwyczajny, jaskier ostry, jaskier rozłogowy, malina zwyczajna, nerecznica samcza, niecierpek drobnokwiatowy, rzepicha błotna, sadziec konopiasty, sit rozpięchły, sitowie leśne, trzcina pospolita. Do drugiej grupy należą: bniec biały, cykoria podróżnik, koniczyna łąkowa, mniszek pospolity, nawłóć kanadyjska, perz, przymiotno kanadyjskie, sałata kompasowa, winobluszcz pięciolistkowy, wrotycz pospolity. Cechy obu grup łączą w sobie: glistnik jaskótcze ziele, jasnota plamista, jeżyna popielica, kuklik pospolity, niecierpek drobnokwiatowy, podagrycznik pospolity, pokrzywa zwyczajna, rdest plamisty uczeń trójlistkowy

Na przydrożu zaobserwowano kilka gatunków owadów, w tym m.in. trzmieła ziemnego (gatunek pod częściową ochroną) oraz pospolite lecz efektowne gatunki motyli, takie jak rusałka pokrzywnik, rusałka pawik, rusałka żałobnik.

Konkluzje

1. Zadrzewienie pokrywające skarpgę jest bardzo cenną składową miejscowego krajobrazu. Decyduje o tym złożona struktura wiekowa i złożony skład gatunkowy, w tym niemal wyłącznie gatunki rodzime.
2. Zadrzewienie skarpy nadaje się do zaadaptowania na zieleń typu parkowego, jednak pod warunkiem zachowania najcenniejszych zasobów drzewostanu i niezmienniania warunków wodno-gruntowych.
3. Szczegółowe prace projektowe związane z ingerencją w zadrzewienie na skarpie oraz przydrożne muszą być poprzedzone szczegółową inwentaryzacją - zarówno dendrologiczną, jak florystyczną i faunistyczną, z uwzględnieniem wszystkich pór roku.
4. Zbiorowiska roślin zielnych towarzyszące drodze i ścieżce nie mają szczególnych walorów estetycznych. Ich znaczenie przyrodnicze można będzie miarodajnie określić pod warunkiem inwentaryzacji przeprowadzonej w okresie wiosennym i letnim.

Pozostałe spostrzeżenia o przyrodzie sąsiedztwa analizowanego terenu

Jastrzębianka

Rzeczka Jastrzębianka płynąca wzdłuż północnej i zachodniej granicy terenu jest bardzo silnie przekształcona morfologicznie. W aspekcie krajobrazowym i przyrodniczym obecny, monotony kształt skarpy nadbrzeżnej, a także monotony kształt koryta i "twardy" rodzaj jego umocnień (płyty betonowe), obraz rzeki należy uznać jako niekorzystny. Na skarpach nadrzecznych rosną, obok rodzimych gatunków roślin nitrofilnych, także najbardziej uciążliwe rośliny inwazyjne - rdestowiec

japoński i niecierpek gruczołkowaty. Migracja tych gatunków wzdłuż koryt rzecznych i wypieranie rodzimych zbiorowisk roślinnych z dolin rzecznych jest zjawiskiem dobrze poznanym lecz trudnym do wyeliminowania i wymagającym stałej kontroli. Mimo wszystko, Jastrzębianka może funkcjonować w przyszłości jako cenne dopełnienie zielonego obszaru rekreacyjnego a zarazem jako bufor oddzielający od strefy zabudowanej.

Jastrzębianka na omawianym odcinku nie jest złożonym ekosystemem. O jej ubóstwie najprawdopodobniej decyduje nie jakość wody, lecz morfologia koryta ewentualnie koncentracja fosforu, co jednak można będzie potwierdzić dopiero po przeprowadzeniu badań fizyko - chemicznych. Bardzo pozytywnym przejawem zjawisk regeneracyjnych jest masowe występowanie wodnej rośliny naczyniowej: rzęśli długoszyjkowej, której w wielu miejscach towarzyszy moczarka kanadyjska. Szczyt skarpy nadbrzeżnej od strony stawów jest zajęty przez spontanicznie kształtujące się zarośla rodzimych gatunków drzew i krzewów, i jest to korzystne w aspekcie docelowego przyrodniczo-rekreacyjnego zagospodarowania terenu.

Zadrzewiona skarpa - część sąsiadująca od południa z analizowanym terenem, oddzielająca od kąpieliska i kompleksu uzdrowiskowego

Zadrzewienie skarpy to starodrzew, który ma wiele cech lasu grądowego. Może on być doskonałym miejscem do utworzenia zielonego korytarza łączącego tereny rekreacyjne. Szczególnie cenna krajobrazowo jest część zachodnia położona na południe od nasypu kolejowego, nieopodal Jastrzębianki. Cały teren wzgórza, wraz z nasypem kolejowym, zasługuje na zaadaptowanie jako park ze ścieżkami spacerowymi, z zachowaniem istniejących zasobów dendroflory oraz warunków wodno-gruntowych. W niektórych miejscach pożądane byłoby przy tym usunięcie podrostu robinii akacjowej.

Konkluzje:

1. Szczegółowe koncepcje zagospodarowania terenu powinny uwzględniać nie tylko obecny, ale także możliwy docelowy obraz rzeczki Jastrzębianki oraz wzgórza oddzielającego od kompleksu kąpieliskowego i sanatoryjnego.
2. Jastrzębianka na odcinku przyległym do przedmiotowego terenu niesie wody stosunkowo czyste, o dużej przejrzystości, i pomimo bardzo dużego przekształcenia morfologicznego jest siedliskiem roślinności wodnej. Rzeczka ma potencjalne walory rekreacyjne jak i edukacyjne; zasługuje ona na częściową renaturyzację.
3. Starodrzew pokrywający wzgórze wraz ze starym nasypem kolejowym zasługuje na zaadaptowanie na park a zarazem lokalny korytarz dla przemieszczania się pieszo i na rowerach

3. Formy antropopresji

Wpływ działalności człowieka miał i nadal ma istotny wpływ na stan środowiska w obrębie analizowanych zbiorników. Do lat 90-tych XX. wieku zbiorniki retencjonowały wody kopalniane z pobliskich zakładów górniczych. Wody kierowane do zbiorników charakteryzowały się wysoką mineralizacją oraz koncentracją zawiesiny. Wysoka mineralizacja wód kierowanych do zbiorników nie spowodowała trwałego zasolenia tych ekosystemów. Przez szereg lat po zakończeniu zrzutu wód kopalnianych zbiorniki były zasilane wyłącznie przez wody opadowe i roztopowe. Przeprowadzone badania wykazały, że wody zbiorników charakteryzują się mineralizacją nie odbiegającą od poziomu typowego dla nieprzekształconych ekosystemów słodkowodnych.

W okresie przemysłowego wykorzystania zbiorników substancje zawieszone w wodach kopalnianych ulegały sedymentacji, tworząc na dnie zbiorników warstwę osadów o zróżnicowanej miąższości. Zawiesina w wodach kopalnianych stanowi mieszaninę węgla i skały płonnej o różnej granulacji. W osadach zidentyfikowano także zanieczyszczenia, których koncentracja może powodować ryzyko środowiskowe.

Najważniejszym przejawem antropopresji mającym obecnie wpływ na ekosystem obu stawów i ich obrzeży jest wędkarstwo. Preferowany tutaj model wędkarstwa prowadzi do poważnego zagrożenia eutrofizacją. Głównym źródłem zagrożenia jest wprowadzenie, pod postacią zanęt wędkarskich, znacznych ilości związków biogenych, w tym zwłaszcza fosforu. Wiąże się to z nadreprezentacją gatunków ryb zjadających zooplankton oraz obecnością obcego gatunku ryby roślinożernej – amura. Obciążenie zbiorników fosforem, przy niedostatku roślinności wodnej i zooplanktonu, przekłada się bezpośrednio na wzrost biomasy glonów tworzących fitoplankton, w tym zwłaszcza na masowy rozwój sinic. Konsekwencją rozkładu biomasy glonów jest pogarszanie warunków tlenowych w toni wodnej i pojawianie się przydennej strefy beztlenowej. Wyniki obserwacji organoleptycznej („bagniany” zapach wody), pomiarów fizycznych (ograniczona przejrzystość wody) oraz chemicznych analiz wody i osadów dennych wskazują, że taki właśnie scenariusz zdarzeń ma miejsce w obu stawach. Typową konsekwencją takiego scenariusza jest eliminowanie wrażliwszych na deficyty tlenowe gatunków zwierząt wodnych i tych gatunków roślin zanurzonych, które wymagają znacznego naświetlenia. Dochodzi do uproszczenia funkcjonowania ekosystemu i znacznego spadku jego bioróżnorodności. Zbiorniki zdominowane przez fitoplankton mają małą wartość estetyczną i są mało atrakcyjne jako miejsce rekreacji. Co gorsza, szczególnie w okresie letnich upałów przebywanie nad takimi zbiornikami, a zwłaszcza kontakt z wodą, może być źródłem zagrożenia dla ludzkiego zdrowia, a to z powodu toksyn uwalnianych przez sinice.

3.1. Ocena ilościowa osadów zalegających na dnie analizowanych zbiorników

Wstępna ocena miąższości osadów w badanych zbiornikach została przeprowadzona za pomocą sondy głębościowej oraz próbnika rdzeniowego. Obraz sondy pozwalał na odróżnienie głębokości zalegania osadów od głębokości, na której znajdują się utwory rodzime (dno osadnika). Głębokości odczytywane z sondy były zgodne z miąższością osadów określaną za pomocą próbnika.

Średnia zmierzona głębokość zalegania utworów rodzimych w zbiorniku „W” wynosi około 3 m. Wartość ta pokrywa się ze średnią głębokością zbiornika obliczoną na podstawie informacji o jego wyjściowej pojemności ($50\ 000\text{m}^3$)². Miąższość osadów w zbiorniku „W” jest największa w jego północno-wschodniej części, gdzie wynosi około 2,5 m i zmniejsza się w kierunku południowo-zachodnim. W centralnej części zbiornika miąższość osadów wynosi 0,6 m, natomiast w okolicach grobli wartość ta nie przekracza 0,3 m. Oszacowana średnia objętość osadów zalegających na dnie zbiornika „W” wynosi około $25\ 000\text{m}^3$.

W zbiorniku „Z” miąższość osadów określona za pomocą sondy oraz próbnika nie przekraczała 0,3 m w części wschodniej i 0,2 m w części zachodniej. Całkowita objętość osadów w tym zbiorniku prawdopodobnie nie przekracza $5\ 000\ \text{m}^3$. Zmierzona głębokość zbiornika w części centralnej, północnej oraz północno-zachodniej wynosi średnio około 1 m. Głębokość słupa wody zwiększa się stopniowo w południowo zachodniej części zbiornika. W rejonie wylotu ze zbiornika głębokość nie

² Mapa sytuacyjna 1:5000 Prognozowany wpływ eksploatacji górniczej 1986-1987. Obszar Górniczy Jastrzębie

przekracza 2 m, natomiast największa głębokość (4 m), występuje bezpośrednio w rejonie ceglanego mnicha. Zmierzone wartości głębokości nie są jednak zgodne ze średnią głębokością zbiornika obliczoną na podstawie jego wyjściowej pojemności. Dla 75 000 m³ pojemności średnia głębokość zbiornika „Z” wynosiła około 3 m. Uzyskane informacje wskazują także, że zrzut wód kopalnianych mógł być prowadzony bezpośrednio do zbiornika „Z”, poprzez wylot zlokalizowany w jego północnej części. Informacja ta oraz niewielka zmierzona głębokość w części północnej zbiornika „Z” wskazuje na możliwość zalegania dodatkowego pokładu mułów węglowych w północnej części zbiornika pod warstwą utworów rodzimych. Do takiego rozmieszczenia mogło dojść w wyniku przeprowadzenia na tym zbiorniku prac ziemnych np. w ramach działań rekultywacyjnych.

W ramach wstępnej identyfikacji zanieczyszczeń charakter osadów został zbadany jedynie do głębokości 50 cm (miąższość próby pobranej za pomocą podbieraka rdzeniowego). Dla określenia, czy pod warstwą utworów rodzimych w obrębie zbiornika „Z” znajdują się osady pochodzące z depozycji zawiesiny wód dołowych, niezbędne jest wykonanie badań za pomocą specjalistycznych podbieraków rdzeniowych umożliwiających pobór nienaruszonej próby o miąższości do 1,5 m (np. próbniaka Beeker’a) lub za pomocą wiertnic geologicznych. W przypadku potwierdzenia, że w północnej i centralnej części zbiornika osady zalegają pod warstwą utworów rodzimych, ilość osadów zdeponowana w zbiorniku „Z” może wynosić nawet 45 000 m³. Zaleganie warstwy utworów rodzimych na potencjalnie zanieczyszczonych osadach (mułach powęglowych) powinno zapewniać barierę ograniczającą możliwość przedostawania się zanieczyszczeń do wód powierzchniowych. Z drugiej jednak strony taki rozkład zanieczyszczeń może utrudniać przeprowadzenie prac przygotowawczych (zwiększenie kosztów szczegółowej analizy zanieczyszczeń w osadach) oraz zwiększenia kosztów samych działań remediacyjnych.

3.2. Ocena jakościowa zanieczyszczeń w osadach dennych zbiorników „W” i „Z”

Szczegółowy opis wyników analizy parametrów fizykochemicznych osadów oraz wód przedstawiono w opracowaniu pn.: *Charakterystyka osadów zalegających na dnie zbiorników przy ul. Wodzisławskiej*. Dla oceny ryzyka środowiskowego oraz dla opracowania scenariuszy remediacji przeprowadzono analizę dotyczącą maksymalnych stężeń zanieczyszczeń zidentyfikowanych w osadach dennych zbiorników „W” i „Z” oraz wartości dopuszczalne określone w stosownych rozporządzeniach (

Tabela 1).

Tabela 1. Maksymalne stężenia zidentyfikowanych zanieczyszczeń w osadach dennych zbiorników „W” i „Z”

Substancja	Maksymalne zmierzone stężenie zanieczyszczenia [mg/kg]		Dopuszczalne zwartości substancji w gruncie [mg/kg] ³	
	Zbiornik „W”	Zbiornik „Z”	Wariant 1 Zieleń nieurządzona	Wariant 2 i 3 Tereny rekreacyjno- sportowe (I)
arsen (As)	17	25	50	25
bar (Ba)	514	1120	1000	400
kadm (Cd)	2	1	10	2

³ Załącznik 1 do Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 1 września 2016 roku w sprawie sposobu przeprowadzania oceny zanieczyszczenia powierzchni ziemi.

Wstępne określenie sposobu docelowego zagospodarowania terenu zbiorników
przy ul. Wodzisławskiej w Jastrzębiu Zdroju – działka nr 3576/26

Substancja	Maksymalne zmierzone stężenie zanieczyszczenia [mg/kg]		Dopuszczalne zwartości substancji w gruncie [mg/kg] ³	
	Zbiornik „W”	Zbiornik „Z”	Wariant 1 Zieleń nieurządzona	Wariant 2 i 3 Tereny rekreacyjno- sportowe (I)
suma węglowodorów C12-C35	187	115	300	30
suma WWA	3,51	< 0,10	bd. ⁴	
fenantren	0,4	< 0,10	bd.	bd.
Piren	0,53	< 0,10	bd.	bd.
benzo(a)antracen	0,32	< 0,10	1	0,1
chryzen	0,44	< 0,10	1	0,2
benzo(b)fluoranten	0,49	< 0,10	1	0,1
benzo(k)fluoranten	0,25	< 0,10	1	0,1
benzo(a)piren	0,36	< 0,10	1	0,1
benzo(g,h,i)perylene	0,34	< 0,10	1	0,2
indeno(1,2,3-cd)piren	0,38	< 0,10	1	0,2

Źródło: analizy przeprowadzone przez GIG

Zgodnie z przedstawionymi wynikami, w osadach dennych przekroczone są dopuszczalne dla terenów rekreacyjnych stężenia węglowodorów aromatycznych, lekkich olejów mineralnych oraz baru. Największa kumulacja wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych (WWA) w osadach dennych występuje w zbiorniku „W”. Nagromadzenie zanieczyszczeń w tym zbiorniku związane jest z długoterminowym zrzutem wód kopalnianych z Zakładu Górniczego „Jastrzębie” oraz Zakładu Górniczego „Moszczenica”. WWA są słabo rozpuszczalne w wodzie, ich stężenie w wodzie w zbiorniku „W” jest niskie i nie przekracza 0,006 µg/l. Wstępne badania wykazały że zarówno wierzchnia warstwa osadów dennych, jak i wody zbiornika „Z” są wolne od zanieczyszczeń związkami WWA. Zawartość sumy WWA, jak i poszczególnych wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych w tym zbiorniku nie przekraczają wartości granicznych podanych w rozporządzeniu Ministra Środowiska w sprawie standardów jakości gleby oraz standardów jakości ziemi (Załącznik 1 do Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 1 września 2016 roku w sprawie sposobu przeprowadzania oceny zanieczyszczenia powierzchni ziemi⁵). Wstępne badania wykazały, że zbiornik „Z” nie wymaga podejmowania działań w zakresie usuwania WWA w wierzchniej warstwie osadów. Należy jednak w przypadku tego zbiornika przeprowadzić badania profilu pionowego osadów północnej części zbiornika, w celu określenia czy pod warstwą utworów rodzimych nie znajdują się zanieczyszczone osady (muły z oczyszczania wód kopalnianych). Działania w zakresie eliminacji wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych należy natomiast podjąć w przypadku zbiornika „W”.

Obserwowano zanieczyszczenie osadów dennych zbiornika „W” i „Z” lekką frakcją olei mineralnych (C12-C35). Stężenie tych zanieczyszczeń w obu zbiornikach było na zbliżonym poziomie. Węglowodory C12-C35 podobnie jak WWA stanowią związki trudno rozpuszczalne w wodzie, znaczna gęstość tych związków powoduje jednak, że flotują one po powierzchni zwierciadła wody i przepływają one ze zbiornika „W” do zbiornika „Z”, osadzając się z czasem w osadach dennych. Z uwagi na toksyczny, mutageny i kancerogeny charakter tych związków wskazane jest podjęcie działań zmierzających do ich usunięcia.

⁴ 0,3 - 1mg/kg – gleby zanieczyszczone, >1 mg/kg gleby silnie zanieczyszczone WCISŁO, E. Soil contamination with polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in Poland—a review. Polish journal of Environmental studies, 1998, 7.5: 267-272.

⁵ Dz.U. 2016 poz. 1395

Badania wykazały, że osady denne zbiorników „W” i „Z” zanieczyszczone są metalami ciężkimi, a zwłaszcza arsenem, barem i kadmem. Stwierdzone ilości arsenu i kadmu (w osadach obydwu zbiorników) są zbliżone do wartości granicznych standardu jakości gleby i ziemi, a stężenia baru przekraczają dwu-, a nawet trzykrotnie wartość dopuszczalną. Akumulacja baru w osadach dennych obserwowana była przede wszystkim w strefie zrzutu wód kopalnianych. Zsolone wody kopalniane charakteryzują się podwyższonym stężeniem baru. Podwyższone stężenie metali ciężkich może także wynikać z depozycji zanieczyszczeń z atmosfery.

W osadach dennych zbiorników obserwowano wysoką zawartość materii organicznej wynoszącą nawet 11% wag. Wysoka zawartość materii organicznej w osadach wpływa na wzrost ich miąższości i wypływanie zbiornika. Należy także zaznaczyć, że koncentracja substancji biogennych w osadach wskazuje na możliwość okresowego uwalniania fosforu z osadów dennych.

3.3. Jakość wody w zbiornikach

Stężenia wszystkich potencjalnych substancji zanieczyszczających w wodach wykazały wartości poniżej progu oznaczalności lub znacznie poniżej wartości granicznej wskaźnika dla dobrego stanu wód oraz wytycznych w zakresie najwyższego dopuszczalnego stężenia w wodzie pitnej. Brak obecności zidentyfikowanych w osadach związków WWA w wodach zbiornika może wynikać z bardzo małej rozpuszczalności tego typu związków w wodzie. Przykładowo rozpuszczalność fenantrenu w 25°C wynosi 0,435 mg/l, piranu 0,133 mg/l oraz 0,0003 mg/l dla benzo(g,h,i)terylen⁶. Niska koncentracja rozpuszczonych form metali, które wykazywały podwyższone wartości koncentracji w osadach (arsen, bar i kadm) również wykazują na ich małą mobilność. Woda badanych zbiorników charakteryzuje się wysoką twardością i stosunkowo niskim zasoleniem. Twardość ogólna na poziomie powyżej 150 mg CaCO₃/l zapewnia niską biodostępność potencjalnie niebezpiecznych metali ciężkich w środowisku wodnym. Jednocześnie niska koncentracja chlorków i siarczanów przy stosunkowo wysokiej zawartości jonów wapnia i magnezu stwarza potencjał do wykształcenia się ekosystemów wodnych o wysokiej bioróżnorodności.

Badane zbiorniki charakteryzują się także niską trofią w odniesieniu do koncentracji fosforu oraz azotu. Stężenie fosforu w wodzie nad-dennej wyniosło 0,053 mgP/l w zbiorniku „W” oraz 0,036 mgP/l w zbiorniku „Z”. Głównym składnikiem azotu ogólnego jest azot związany z materią organiczną. Są to zatem frakcje o niskiej dostępności biologicznej. Koncentracja materii organicznej w słupie wody również nie przekracza wartości granicznych dla dobrego stanu i charakteryzuje się także niskim współczynnikiem biologicznego rozkładu (niskie wartości BZT). Przejrzystość wody nie osiąga jednak zakresu przewidzianego dla tego typu zbiorników. Niska przejrzystość wody wyrażona widzialnością krążka Secchiego wskazuje na konieczność zastosowania działań rekultywacyjnych mających na celu poprawę jakości wody w celu zwiększenia wartości estetycznej zbiornika oraz wzmocnienia jego różnorodności biologicznej.

⁶ Kubiak M. S. Wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne (WWA) – ich występowanie w środowisku i w żywności Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs). Probl High Epidemiol 2013, 94(1):31-36

4. Diagnoza zagrożeń środowiskowych

Zanieczyszczenia zdeponowane na dnie zbiornika wodnego mogą negatywnie oddziaływać na następujące elementy środowiska: wody podziemne, wody powierzchniowe, bioróżnorodność oraz ludzi.

Wody podziemne i powierzchniowe

Wyniki badania jakości wód przydennych, w których stwierdzono brak podwyższonych koncentracji substancji niebezpiecznych oraz występowanie w obrębie zbiornika utworów geologicznych o niskiej współczynniki filtracji (niska mobilność zanieczyszczeń) sprawia, że ryzyko zanieczyszczenia wód podziemnych jest niewielkie. Niewielka głębokość zalegania osadów powoduje jednak, że w zbiornikach może dochodzić do intensywnej resuspensji (podnoszenia się) osadów pod wpływem oddziaływania wiatru. Proces ten może prowadzić do okresowego zanieczyszczenia wód analizowanych zbiorników zarówno w zakresie obniżenia jej przejrzystości jak i podniesienia się koncentracji substancji niebezpiecznych w toni wodnej. Ponieważ zbiorniki charakteryzują się niskim zasilaniem, zanieczyszczenie ciekłu, który odprowadza wody nadmiarowe z analizowanych obiektów jest mało prawdopodobne, aczkolwiek możliwe w przypadku czasowej koincydencji długotrwałych, obfitych opadów deszczu z resuspensją osadów pod wpływem falowania.

Bioróżnorodność

Procesy spontanicznej regeneracji ekosystemu i sukcesji roślinności w warunkach umiarkowanej antropopresji (zarybianie, wędkarstwo rekreacyjne) doprowadziły do wykształcenia się ciekawych ekosystemów o dość wysokiej różnorodności biologicznej. Wstępna inwentaryzacja przyrodnicza wskazuje, że liczne organizmy wodne dobrze zaadaptowały się do specyficznych warunków panujących w obrębie analizowanych zbiorników. Obecność gatunków wrażliwych na zanieczyszczenia wskazuje, że zanieczyszczenia zdeponowane w osadach charakteryzują się niską mobilnością. Sprawia to, że zbiorniki stanowią dogodne siedlisko dla wielu organizmów wodnych i wodno-błotnych. Nie można jednak wykluczyć zjawiska akumulacji substancji szkodliwych w tkankach organizmów roślinnych i zwierzęcych. Nawet niewielka koncentracja substancji toksycznych w organizmach stanowiących początek łańcucha troficznego (np. makrozoobentos) może powodować ich kumulację w kolejnych ogniwach łańcucha (drapieżne gatunki ryb). Może to skutkować chronicznym toksycznym oddziaływaniem na organizmy wodne i negatywnie wpływać na ich żywotność i rozrodczość.

Pod wpływem oddziaływania wiatru w zbiornikach może następować resuspensja osadów, które charakteryzują się wysoką zawartością materii organicznej. W wyniku procesu rozkładu zawiesiny może dochodzić do deficytów tlenowych w słupie wody, co może powodować eliminację gatunków wrażliwych na niską koncentrację tlenu (w szczególności ryb i makrozoobentosu). Resuspensja osadów wpływa także intensyfikująco na eutrofizację, gdyż dochodzi wówczas do uwalniania biogenów zakumulowanych na dnie zbiornika. Może to także prowadzić do deficytu tlenowego w słupie wody i masowego śnięcia ryb. Z uzyskanych od wędkarzy informacji wynika, że zjawiska przyduszy tlenowej były już obserwowane w obrębie zbiornika „W”.

Ludzie

Z zidentyfikowanych zanieczyszczeń w osadach najbardziej niebezpiecznymi dla zdrowia ludzi są wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne. Związki należące do tej grupy wykazują działanie toksyczne, mutagenne oraz rakotwórcze. Dobra rozpuszczalność w tłuszczach oraz brak możliwości

wydalenia tych związków skutkuje gromadzeniem się ich w organizmach żywych. W sytuacjach stałej ekspozycji, mogą one wchłaniać się przez płuca, przewód pokarmowy oraz skórę. Największa ilość WWA dostaje się do wnętrza organizmu wraz z spożywanym pokarmem⁷.

Ze związków nieorganicznych, których podwyższoną koncentrację stwierdzono w osadach dennych, istotne ryzyko dla zdrowia ludzi może być powodowane przez bar, arsen oraz kadm. Bar i jego związki rozpuszczalne nie wykazują działania mutagennego, genotoksycznego ani rakotwórczego, działają natomiast toksycznie na układ sercowo-naczyniowy, powodując głównie nadciśnienie i arytmie serca. Związkami baru najczęściej powodującymi ostre zatrucia są pobrane drogą pokarmową: węglan, chlorek, azotan i octan. Minimalna doustna dawka letalna (śmiertelna) dla człowieka wynosi około 10 mg/kg dla chlorku baru i około 60 mg/kg dla węglanu baru. Węglan baru w dawce 20 mg/kg powoduje już osłabienie mięśni, parestezję i porażenia wiotkie. W wyniku zatrucia związkami baru wystąpić może także ostra niewydolność nerek⁸.

Generalnie toksyczność arsenu zależy od jego formy chemicznej, stopnia utlenienia oraz rozpuszczalności w mediach biologicznych. Arsen trójwartościowy jest bardziej szkodliwy niż pięciwartościowy, a związki nieorganiczne od organicznych. Owoce morza mogą zawierać stężenie arsenu powyżej 5000 µgAs/kg, jednak jego forma jest mało toksyczna (tzw. „rybny arsen” - arsen organiczny). Nieorganiczne związki arsenu stanowią natomiast w większości silne trucizny. Ich nadmiar w organizmie powoduje negatywne skutki zdrowotne. W zależności od dawki i czasu oddziaływania wyróżnia się zatrucia ostre, przewlekłe i prowadzące do rozwijania się nowotworów, a nawet natychmiastowego zgonu. Szczególnie niebezpieczny jest arsenowodór AsH₃, który występuje w postaci gazu. Dawka śmiertelna tego związku dla człowieka wynosi około 100 - 150 mg⁹.

Kadm, ze względu na szybkie przemieszczanie się w łańcuchu troficznym, łatwe wchłanianie i bioakumulację w organizmach żywych oraz toksyczne działanie, stanowi jedno z poważniejszych zagrożeń dla ludzi. Głównym źródłem pobierania kadmu przez organizm jest żywność. Kadm nawet przy bardzo niskich stężeniach w organizmie jest pierwiastkiem o wysokiej toksyczności. Toksyczne działanie kadmu polega na zaburzeniu czynności wątroby, nerek i innych organów, funkcji rozrodczych, deformacji kości oraz wywoływaniu zmian nowotworowych. Śmiertelna dawka kadmu jest dużo niższa niż innych metali¹⁰.

Mniejsze zagrożenie dla zdrowia ludzi stwarzają oleje mineralne. Stężenie tych zanieczyszczeń istotnie przekraczało wartości dopuszczalne dla terenów rekreacyjno-sportowych. Związki te nie oddziałują bezpośrednio toksycznie na organizm ludzki, jednak w bezpośrednim kontakcie mogą prowadzić do chorób układu oddechowego oraz schorzeń skóry. Do egzogenego zapalenia płuc może dojść w wyniku zachłyśnięcia się oraz wdychania rozpylonej frakcji olejowej. Bezpośredni kontakt skóry z olejami mineralnymi może być przyczyną: wypryskowego zapalenia skóry, kontaktowego zapalenia skóry, zapalenia mieszków włosowych, trądziku olejowego, ziarniniaków lipidowych i przebarwienia skóry.

Zagrożenie dla zdrowia ludzi ze strony wymienionych wyżej substancji zależeć będzie od sposobu rekreacyjnego wykorzystania analizowanych zbiorników. Obecnie zbiorniki wykorzystywane są jako miejsce rekreacji wędkarskiej, przy czym połowy dokonywane są z brzegu, z wyznaczonych stanowisk.

⁷ Skowron P., Małuch I.: Trwałe związki organiczne zanieczyszczające środowisko przyrodnicze i żywność. Projekt „Kształcenie kadr dla innowacyjnej gospodarki opartej na wiedzy w zakresie agrochemii, chemii i ochrony środowiska (Inno-AgroChemOŚ)”.

⁸ Sapota A., Skrzypińska-Gawrysiak M.: Bar i jego związki rozpuszczalne Dokumentacja dopuszczalnych wielkości narażenia zawodowego. Podstawy i Metody Oceny Środowiska Pracy 2006, nr 1(47), s. 3964.

⁹ Brandys, J., Red.: Toksykologia. Wybrane zagadnienia, Wydawnictwo UJ, Kraków 1999.

¹⁰ Czczot H, Majewska M.: Kadm – zagrożenie i skutki zdrowotne. Toksykologia 2010, Tom 66 , nr 4.

Połów ryb wiąże się z możliwością bezpośredniego kontaktu z zanieczyszczeniami podczas np. czyszczenia elementów sprzętu, który miał kontakt z osadami dennymi. Możliwe jest także przedostawanie się zanieczyszczeń do układu pokarmowego w wyniku niezachowania odpowiedniej ostrożności. Ze względu na możliwość kumulacji substancji toksycznych w łańcuchu troficznym niebezpieczne dla zdrowia może być także spożywanie odławianych ze zbiorników ryb. Konieczne jest zatem przeprowadzenie pogłębionych badań koncentracji związków WWA oraz baru i kadmu w mięsie poławianych gatunków ryb w celu określenia czy spełniają one normy jakości dla produktów spożywczych.

Analizowane zbiorniki nie są udostępnione dla rekreacji wodnej innej niż wędkarstwo, niemniej ich atrakcyjna lokalizacja oraz brak oznakowania o zakazie kąpieli, powoduje że mogą one być wykorzystywane do kąpieli przez okolicznych mieszkańców (a w szczególności dzieci). W wyniku brodzenia w wodzie może dochodzić do resuspensji osadów z dna i bezpośredniego kontaktu zanieczyszczeń ze skórą, a nawet przedostawania się uniesionych osadów do organizmu przez układ pokarmowy (np. w przypadku zachłyśnięcia się wodą). Do resuspensji zanieczyszczonych osadów może dochodzić także w wyniku poruszania się po zbiorniku sprzętem pływającym (kajaki, rowerki wodne), dlatego udostępnienie zbiorników do celów rekreacji wodnej nie jest obecnie możliwe.

Ukształtowanie brzegów zbiornika (duże ich nachylenie), znacząca głębokość przy brzegu, w niektórych miejscach sięgająca 2 m oraz niestabilność dna powoduje wysokie ryzyko przypadków utonięcia.

Konkluzje

1. Udostępnienie zbiorników dla rekreacji wymaga zastosowania odpowiednich metod remediacji zanieczyszczeń a w niektórych miejscach także modyfikacji linii brzegowej i dna.
2. Zakres niezbędnych działań obniżających ryzyko środowiskowe zależne jest od docelowego wariantu zagospodarowania przedmiotowego terenu.
3. Rozważając rozmaite warianty docelowego zagospodarowania zbiorników oraz scenariusze realizacji tych wariantów należy brać pod uwagę zarówno wymogi minimalizacji ryzyka zdrowotnego, jak i ochrony już ukształtowanego ekosystemu.
4. Kluczowa dla wzmocnienia funkcji rekreacyjnej zbiorników jest poprawa jakości wody – zarówno pod względem chemicznym jak i fizycznym, w tym szczególnie jej przejrzystości. Ma to istotne znaczenie nie tylko w aspekcie przyrodniczym (większa przejrzystość wody w zbiorniku sprzyja poprawie bioróżnorodności) ale również w aspekcie poprawy walorów estetycznych. Poprawa jakości wody wymaga zmiany sposobu wędkarskiego użytkowania zbiorników – z obecnie prowadzonej intensywnej gospodarki wędkarskiej na gospodarkę bardziej zrównoważoną. Proponuje się przebudowę struktury ichtiofauny przez zmniejszenie udziału ryb zjadających zooplankton oraz eliminację obcych gatunków ryb roślinożernych (amur). Postulowane jest również zwiększenie udziału gatunków ryb drapieżnych takich jak np.: okoń, szczupak i inne. Osiągnięcie zrównoważonej gospodarki wędkarskiej wymagać będzie dodatkowo działań, takich jak:
 - odstąpienie od zarybień karpem,
 - ograniczenie lub eliminacja nęcenia ryb przy pomocy zanęt roślinnych – ziarnistych jak i sypkich, gdyż stanowią one główne źródło obciążenia zbiorników fosforem, który odgrywa decydującą rolę w procesie eutrofizacji. Dodatkowo z uwagi na ograniczone zasilanie wodami zbiorników wprowadzony do nich fosfor zostaje długotrwale zdeponowany w miejscowym ekosystemie.

5. Docelowe warianty zagospodarowania terenu

Przeprowadzone wstępne analizy zbiorników i terenów sąsiadujących pozwoliły na wypracowanie wstępnych koncepcji ich zagospodarowania. Definiując możliwe warianty zagospodarowania terenu kierowano wiedzą o zidentyfikowanych walorach przedmiotowego terenu. Ostatecznie przygotowano trzy wstępne warianty, które scharakteryzowano poniżej.

Wariant przyrodniczo-rekreacyjny wspomagany usługami edukacyjnymi (Wariant 1)

Wariant obejmuje równoczesne wzmocnienie funkcji rekreacyjnej terenu oraz funkcji/walorów przyrodniczych i krajobrazowych. Istotą wariantu jest wspomaganie naturalnych procesów sukcesyjnych i regeneracyjnych. Całość prac projektowych, a następnie realizacyjnych będzie wykonana w sposób zgodny z założeniem, że nadrzędnym celem jest zachowanie, wzmocnienie i bezpieczne, ograniczone udostępnienie ludziom już istniejących walorów przyrodniczych przedmiotowego terenu.

Główną funkcją terenu będzie indywidualny wypoczynek oraz bezpośredni kontakt z przyrodą, oferowany zarówno mieszkańcom okolicznych zabudowań, jak i osobom odwiedzającym park zdrojowy oraz kąpielisko przy ul. Witczaka. Warunkiem brzegowym dla proponowanego wariantu jest nieprzekraczanie pojemności środowiska¹¹, co można osiągnąć między innymi przez odpowiednie „skanalizowanie” antropopresji. Należy zaznaczyć, że planowane funkcje są komplementarne do istniejącej oferty Parku Zdrojowego (obejmującej m.in. imprezy plenerowe, miejsca z zielenią o niskim stopniu naturalności). Przedmiotowy teren będzie zapewniał przede wszystkim wysokie walory estetyczne i edukacyjne wynikające ze zbliżonego do naturalnego charakteru szaty roślinnej oraz dużej różnorodności fauny (w tym ziołorośla, szuwały oraz zwierzęta związane ze środowiskiem nadwodnym i wodnym).

Zakłada się, że obecne rozmieszczenie miejsc dostępnych dla wędkarzy nie ulegnie zasadniczym zmianom, podniesiony natomiast zostanie standard użytkowy stanowisk wędkarskich. Wśród udogodnień dla wędkarzy przewiduje się między innymi dostosowanie niektórych stanowisk do potrzeb osób o ograniczonej sprawności ruchowej (w tym na wózkach inwalidzkich).

Stan fizykochemiczny wody i biologiczny stan ekosystemu zbiorników można będzie bardzo poprawić wspierając rozwój roślinności zanurzonej, gdyż ogranicza ona procesy eutrofizacji i stabilizuje osady denne. Wzmocnienie funkcji przyrodniczej siedlisk lądowych realizowane będzie przez eliminację roślin inwazyjnych, takich jak rdestowiec, niecierpek gruczołowaty, winobluszcz, i kreowanie siedlisk zbliżonych do naturalnych. W ramach prac urzędzeniowych zakłada uzupełnienie i wzmocnienie różnorodności istniejących zbiorowisk roślinnych (sukcesja wspomagana, w tym wprowadzanie cennych gatunków rodzimych charakterystycznych dla ziołorośli, szuwarów, lasów łąkowych, grądów).

Znaczące walory przyrodnicze oraz interesująca, przemysłowa geneza terenu otwierają możliwości kształtowania walorów edukacyjnych. Zakres oferty edukacyjnej będzie obejmował tematykę usług ekosystemowych generowanych przez siedliska wodno-błotne oraz znaczenie naturalnych procesów sukcesyjnych w rewitalizacji terenów poprzemysłowych. Adresatami tak opracowanej oferty edukacyjnej będą zarówno osoby dorosłe zainteresowane tematyką przyrodniczą, w tym m.in.: studenci kierunków związanych z inżynierią środowiska, jak i uczniowie pobliskich szkół. Dla jej praktycznej realizacji przewiduje się:

¹¹ maksymalna liczebność lub zagęszczenie osobników danego gatunku która może zajmować dane środowisko bez naruszania jego równowagi biocenotycznej. Jeśli liczebność populacji zbliża się do pojemności środowiska jej wzrost jest hamowany przez opór środowiska

- wytworzenie i zainstalowanie tablic edukacyjnych na przedmiotowym terenie,
- wykonanie pomostów i platform widokowych umożliwiających prowadzenie obserwacji roślin i zwierząt oraz lekcji terenowych,
- stworzenie mobilnych aplikacji (dedykowanych do smartfonów i tabletów) umożliwiających zapoznanie się z historią oraz walorami przyrodniczymi analizowanego terenu (np. podwodne kamery działające on-line)

Mała infrastruktura w postaci pomostów i ścieżek będzie tak zaprojektowana, by ograniczyć presję na ekosystemy o największej wartości przyrodniczej, a jednocześnie wyeksponować walory estetyczne terenu. Modyfikacja istniejącego ukształtowania linii brzegowej i strefy przybrzeżnej ograniczona będzie do zapewnienia ludziom bezpiecznego dojścia i przebywania. W wariantcie tym nie przewiduje się budowania pomostów biegnących wzdłuż linii brzegowej poprzez szuwały i ziołorośla, lecz jedynie pomosty biegnące prostopadle do linii brzegowej. Ciągi komunikacyjne będą dostosowane do potrzeb osób niepełnosprawnych. Dominującym materiałem przy wykonaniu tras ścieżek będą utwardzone nawierzchnie żwirowe z obrzeżami z kamienia naturalnego.

Funkcje usługowe – rekreacyjne w postaci małej gastronomii, siłowni plenerowej oraz miejsc zabaw dla dzieci będą zlokalizowane w południowo-wschodniej części terenu. W tym rejonie niezbędne jest także wykonanie niewielkiego parkingu (w bezpośrednim sąsiedztwie istniejącego wjazdu).

Z uwagi na obecność zanieczyszczeń fizycznych (drobna frakcja węglowa) i szkodliwych substancji chemicznych zdeponowanych w osadach dennych obu zbiorników zakłada się ograniczenie bezpośredniego kontaktu z wodą dla osób odwiedzających teren. W wariantcie tym nie przewiduje się dopuszczenia rekreacji kajakowej ani możliwości brodzenia w wodzie, czy też kąpeli. Aby ograniczyć ryzyko środowiskowe w dłuższym horyzoncie czasowym, już w pierwszym etapie realizacji inwestycji planuje się zastosowanie biologicznych metod neutralizacji zanieczyszczeń zdeponowanych w osadach oraz stabilizację osadów poprzez wspomaganie rozwoju roślinności zanurzonej. Oczyszczanie terenu będzie zatem prowadzone etapowo z wykorzystaniem metod mało inwazyjnych względem istniejącego ekosystemu.

Szczegółowe rozwiązania przestrzenne, jak i rozwiązania techniczne, w tym dotyczące małej infrastruktury zależeć będą od rezultatów szczegółowej inwentaryzacji i waloryzacji przyrodniczej zbiorników, ich obrzeży i pozostałej części przedmiotowego terenu.

Wariant usługowo- rekreacyjny (Wariant 2)

Wariant dopuszcza większy niż w wariantcie 1 udział elementów infrastrukturalnych podnoszących walory użytkowe terenu. Funkcją w prezentowanym wariantcie będzie **zapewnienie szerszych możliwości rekreacyjnych** poprzez udostępnienie zbiornika „Z” na potrzeby uprawiania sportów wodnych oraz zapewnienie możliwości plażowania. W tym celu w południowo-wschodniej części zbiornika „Z” zostanie zbudowana przystań wraz z pomostem, umożliwiające obsługę małych jednostek pływających (kajaki, rowerki wodne). W dogodnych miejscach w obrębie brzegów zbiornika „Z” wykonane zostaną niewielkie piaszczyste plaże. W części południowej terenu oraz południowo-wschodniej zlokalizowany zostanie parking oraz obiekty małej gastronomii, place zabaw i siłownie plenerowe.

Dla zapewnienia bezpieczeństwa osobom korzystającym ze zbiornika „Z” konieczne będzie przeprowadzenie działań remediacyjnych eliminujących zagrożenie ze strony zanieczyszczeń zdeponowanych w osadach dennych. W obrębie tego zbiornika przeprowadzone zostaną działania techniczne *in-situ* polegające na szybkim (jeden sezon wegetacyjny) chemicznym rozkładzie

zanieczyszczeń i trwałym związaniu produktów rozkładu, bez znaczącej mechanicznej ingerencji w nieckę zbiornika). Działania w obrębie zbiornika „W” będą podobne do ujętych w wariantcie I. Sprowadzają się one do wzmocnienia funkcji/walorów przyrodniczych i krajobrazowych zbiornika (strefa cicha).

Na obydwu zbiornikach wyznaczone zostaną strefy przeznaczone dla wędkarzy, w których poprawiona zostanie jakość użytkowa stanowisk. Wśród udogodnień dla wędkarzy przewiduje się między innymi dostosowanie niektórych stanowisk do potrzeb osób o ograniczonej sprawności ruchowej (w tym na wózkach inwalidzkich). Dla poprawy jakości wody przewiduje się zarówno zrównoważenie gospodarki wędkarskiej, jak i przeprowadzenie prac wspomagających rozwój roślinności zanurzonej.

Wzmocnienie funkcji przyrodniczej siedlisk lądowych odbędzie się poprzez eliminację roślin inwazyjnych (tj. rdestowiec, niecierpek gruczołowaty, winobluszczu) i kreowanie siedlisk zbliżonych do naturalnych. W ramach prac urządzeniowych zakłada się także wzmocnienie różnorodności istniejących zbiorowisk roślinnych (sukcesja wspomagana, w tym wprowadzanie cennych gatunków rodzimych charakterystycznych dla tego typu ekosystemów). Zakłada się adaptację części istniejącej zieleni wysokiej do docelowej funkcji rekreacyjnej.

W analizowanym wariantcie ingerencja w walory przyrodnicze będzie większa niż w wariantcie I. Szczegółowe rozwiązania przestrzenne, zakres ingerencji i rozwiązania techniczne – zarówno w zakresie remediacji jak małej infrastruktury – zależą od rezultatów szczegółowej inwentaryzacji i waloryzacji przyrodniczej zbiorników, ich obrzeży i pozostałej części przedmiotowego terenu. Ograniczenie zasobów przyrody nastąpi bez uszczerbku dla gatunków i siedlisk chronionych prawem.

Wariant rozwoju funkcji rekreacyjnej dla aktywności nurkowo – kąpieliskowych (Wariant 3)

Wariant zakłada przystosowanie zbiorników do celów **rekreacji wodnej**. Zalegające na dnie osady z obydwu zbiorników zostaną w całości wybrane, a następnie zagospodarowanie poza przedmiotowym terenem. Po przeprowadzeniu działań remediacyjnych zbiornik „W”, będzie przeznaczony dla uprawiania sportów - nurkowania, natomiast zbiornik „Z” będzie pełnił rolę kąpieliska otwartego. Zabudowania *Centrum nurkowego* wraz z pomostem zostaną zlokalizowane w południowo-wschodniej części zbiornika „W”. Na dnie zbiornika umieszczone zostaną przedmioty nawiązujące do górniczej historii terenu tj. fragmenty rurociągów, pompy i maszyny górnicze. W ramach działań rewitalizacyjnych przeprowadzone zostaną procesy wspomaganie rozwoju zróżnicowanej roślinności podwodnej oraz introdukcja organizmów wodnych. Działania te mają na celu zapewnienie osobom nurkującym jak największej liczby wrażeń związanych z eksploracją świata podwodnego, płynących zarówno z możliwości obcowania z dziedzictwem przemysłowym rejonu jak i świata roślin i zwierząt występujących naturalnie w płytkich ekosystemach słodkowodnych.

W obrębie zbiornika „Z” utworzone zostaną piaszczyste plaże z łagodnymi zejściami do wody, co znacząco zwiększy dostępność dla użytkowników. W południowo-wschodniej części tego zbiornika przewiduje się lokalizację przystani wraz z pomostem, co umożliwi obsługę małych jednostek pływających (kajaki, rowerki wodne). W części południowej terenu oraz południowo-wschodniej zlokalizowany zostanie parking oraz obiekty małej gastronomii, place zabaw i siłownie plenerowe.

Należy rozważyć wykonanie instalacji umożliwiającej awaryjny przerzut wody z Jastrzębianki. Umożliwi to znacznie szybszą niż obecnie wymianę wody w zbiornikach, co może okazać się szczególnie istotne w okresach intensywnego rekreacyjnego korzystania z przedmiotowych zbiorników. Ze względu na to, że koryto Jastrzębianki zlokalizowane jest poniżej rzędnej lustra wody

w zbiornikach, przekierowanie części wód z Jastrzębianki do zbiorników może być zrealizowane przez budowę pompowni (na przedmiotowym terenie) lub grawitacyjnie za pomocą rurociągu ujmującego wody z odcinka powyżej zbiorników (np. rurociąg powierzchniowy w korycie rzeki).

W opcji tej dopuszcza się prowadzenie zrównoważonej gospodarki wędkarskiej. Strefy wędkarskie wyznaczone zostaną w taki sposób, by nie kolidowały z pozostałymi funkcjami przewidzianymi dla tego terenu. Wśród udogodnień dla wędkarzy przewiduje się m.in. dostosowanie niektórych stanowisk do potrzeb osób o ograniczonej sprawności ruchowej (w tym na wózkach inwalidzkich).

Wyznaczone zostaną strefy dla realizacji funkcji przyrodniczych (siedliska roślin i zwierząt związanych z siedliskami wodno-błotnymi). Wzmocnienie funkcji przyrodniczej siedlisk lądowych odbędzie się poprzez eliminację roślin inwazyjnych (tj. rdestowiec, niecierpek gruczołowy, winobluszcz).

Realizacja tego wariantu wiąże się także z większą niż w pozostałych wariantach koniecznością wycinki drzew w obrębie terenu. W szczegółowych pracach koncepcyjnych i projektowych trzeba, opierając się na wynikach szczegółowej inwentaryzacji dendrologicznej, uwzględnić wszystkie drzewa zasługujące, z racji ich walorów krajobrazowych i dobrego stanu z zdrowotnego, na adaptację do nowych funkcji terenu.

Proces remediacji obejmujący usunięcie osadów z dna zbiorników i ewentualnego przegłębiania i kształtowania dna może znacząco negatywnie wpłynąć na zinwentaryzowane cenne elementy przyrodnicze. W celu ograniczenia potencjalnego negatywnego wpływu inwestycji na środowisko niezbędne jest zaplanowanie działań minimalizujących i kompensacyjnych. Dotyczy to przede wszystkim miejscowej populacji chronionego gatunku ryby – różanki oraz siedliska ziołoroślowego, ale dotyczyć może także gatunków, których obecność zostanie stwierdzona w wyniku szczegółowej inwentaryzacji i waloryzacji przyrodniczej. Przy właściwym przeprowadzeniu działań remediacyjnych oraz rewitalizacyjnych walory przyrodnicze i historyczne terenu będą stwarzały potencjał wystarczający dla kształtowania usług dodatkowych np.: edukacyjnych.

Konieczne dalsze prace dla wszystkich wariantów zagospodarowania

1. Docelowe zagospodarowanie terenu powinno obejmować także teren przyległy do koryta Jastrzębianki (działka 783/26, 1472/84, 3552/84) oraz nasyp kolejowy graniczący z przedmiotowym terenem od strony południowej (działki 147/84, 146/72 923/25 i 924/25). Celem działania jest wykreowanie odpowiedniej jakości strefy buforowej oddzielającej przedmiotowy teren od strefy zabudowy, jak i odtworzenie przestrzenno-funkcjonalnej ciągłości z pobliskim terenem zdrojowym i kąpieliskowym. Zaleca się:

- wykonanie fragmentu ścieżki pieszej lub pieszo-rowerowej na nasypie kolejowym
- adaptację istniejącego przejścia w nasypie, zlokalizowanego w południowo-zachodniej części terenu (działka 789/84) oraz skomunikowanie go z ul. Mikołaja Witczaka ścieżką przebiegającą wzdłuż koryta Jastrzębianki z (m.in. działki 799/84 678/27 781/23 782/23),
- wykonanie, na wysokości grobli rozdzielającej zbiorniki, rampy umożliwiającej podejście na nasyp kolejowy oraz wykonanie ścieżki przez działkę 1033/41 łączącej nasyp z ulicą Mikołaja Witczaka

2. Rzeczka Jastrzębianka zasługuje na częściową renaturyzację, która z zachowaniem wymogów reżimu hydrotechnicznego obejmowałaby morfologiczną modyfikację koryta i skarpy nadbrzeżnej oraz odtworzenie rodzimych zbiorowisk roślinnych. W ramach prac renaturyzacyjnych korzystnie byłoby wykonać zejścia i pomosty umożliwiające odpoczynek w

strefie nadwodnej ciek. W obrębie odcinków koryta przyległych do ulicy Wodzisławskiej zaleca się natomiast wprowadzić pasy roślinności izolacyjnej w celu ograniczenia hałasu generowanego przez ruch kołowy.

3. Koronę nasypu zlikwidowanej linii kolejowej korzystnie było by natomiast zaadaptować pod ścieżkę rowerową łączącą przedmiotowy teren z wschodnią częścią miasta oraz zbiornikami położonymi w zachodniej granicy miasta (zalewiska w dolinie Szotkówki).

Zakres analiz specjalistycznych do wykonania przed podjęciem decyzji o wyborze optymalnego wariantu docelowego zagospodarowania terenu

1. Szczegółowa inwentaryzacja przyrodnicza obejmująca gatunki roślin, zwierząt, grzybów oraz siedliska przyrodnicze i zbiorowiska roślinne, a w szczególności ekspertyzy:
 - ornitologiczna – w szczególności dotyczącą ptaków gniazdujących,
 - hydrobiologiczna – w szczególności dotyczącą występowania chronionych gatunków kręgowców i makrobezkręgowców, w kontekście ewentualnej ingerencji w środowisko wodne,
 - herpetologiczna – w szczególności dotyczącą gatunki płazów i gadów odbywających rozród w zbiornikach – m.in. w związku z potrzebą rozstrzygnięcia czy na tym terenie występuje żółw błotny,
 - teriologiczna – dla oceny czy teren stanowi teren żerowania/rozrodu wydry,
 - florystyczna i fitosocjologiczna – zarówno dotycząca strefy szuwarów i ziołorośli, jak i lądowej części terenu .
2. Szczegółowa inwentaryzacja dendrologiczna w kontekście docelowego zagospodarowania terenu – uwzględniająca oprócz aspektu przyrodniczego walorów przyrodniczych także walory użytkowe, krajobrazowe i względy bezpieczeństwa (potencjalne zagrożenia i konflikty).
3. Analiza ilościowa presji wędkarskiej, w tym statystyki zarybień i rejestrów połowów wędkarskich.

Wyniki prac, o których mowa w punktach 1,2 i 3 będą podstawą do:

- diagnozy stanu ekologicznego zbiorników wodnych, przyczyn braku roślinności wodnej oraz przyczyn złej jakości wody,
 - doboru składu gatunkowego i sposobu wspomagania rozwoju roślinności zanurzonej w celu stabilizacji dna oraz poprawy stopnia przejrzystości wody (szczególnie istotne dla wariantów I i II),
 - zaprojektowania zieleni wysokiej poprzez selekcję i adaptację stanu istniejącego,
 - doboru optymalnych metod i procedur eliminowania roślinności inwazyjnej,
 - wzmocnienia istniejących cennych, półnaturalnych zbiorowisk roślinnych oraz kreowania takich zbiorowisk (szczególnie istotne dla wariantów I i II),
 - sformułowania i wykonania zaleceń dla zachowania populacji gatunków chronionych występujących na przedmiotowym terenie (np. różanki, bączka itd.) lub dla działań kompensacyjnych
 - opracowania propozycji doboru składu gatunkowego i wielkości zarybień.
4. Ocena migracji zanieczyszczeń (możliwość konsumpcji odławianych ryb).
 5. Ocena warunków gruntowo-wodnych w kontekście możliwości posadowienia budynków oraz elementów malej infrastruktury.

6. Analiza przestrzenno-funkcjonalna, w tym ocena dostępności dla pieszych i osób z ograniczeniami ruchowymi.
7. Ekspertyza hydrologiczna dotycząca efektywnego czasu wymiany wody w zbiornikach, oraz uwarunkowań przepływów i jakości wód rzeki Jastrzębianki.
8. Określenie kluczowych czynników wpływających na zdrowie i życie ludzi.

Wyniki prac, o których mowa w punktach 1-7 będą podstawą do:

1. Opracowania szczegółowych koncepcji projektowych dla poszczególnych wariantów zagospodarowania terenu,
2. Porównawczej wyceny kosztów realizacji działań,
3. Porównawczej oceny skutków środowiskowych,
4. Opracowania materiałów do konsultacji społecznych,

6. Scenariusze remediacji zanieczyszczeń

6.1. Zakres działań remediacyjnych

Przedstawione poniżej scenariusze remediacji odnoszą się do przedstawionych w poprzednim rozdziale wariantów zagospodarowania przedmiotowego terenu. Zaproponowane działania mają na celu ograniczenie zidentyfikowanego ryzyka środowiskowego, a jednocześnie zachowanie w jak największym stopniu zdiagnozowanych walorów przyrodniczych terenu.

Scenariusz 1

Scenariusz ten odpowiada realizacji celów założonych w wariantcie 1, czyli remediacji zbiornika „W” i zbiornika „Z” w oparciu o proces wspomaganego samooczyszczania zbiorników (metoda ENA *ang. Enhanced Natural Attenuation*), w celu zmniejszenia zagrożenia środowiskowego ze strony zanieczyszczeń zdeponowanych na dnie oraz poprawy jakości wody.

Samooczyszczanie się zbiorników wodnych polega na naturalnym zachodzeniu procesów fizyko-chemicznych i biologicznych, w wyniku których następuje redukcja ilości zanieczyszczeń, ich toksyczności i mobilności. Do procesów samorzutnego samooczyszczania zaliczamy procesy biodegradacji, rozcieńczania, sorpcji, utleniania, dyspersji, chemicznej lub biochemicznej stabilizacji zanieczyszczeń. Wspomaganie procesu samooczyszczania zbiorników polegała na iniekcji do osadów dennych szczepionek w postaci Efektywnych Mikroorganizmów (EM) oraz wspomaganie rozwoju roślinności zanurzonej.

Szczepionki EM składają się z mikroorganizmów zdolnych do wytwarzania enzymów uczestniczących w procesach rozkładu zanieczyszczeń (bakterii proteolitycznych, celulolitycznych, lignolitycznych, lipolitycznych), mikroorganizmów zdolnych do amonifikacji, nitrifikacji i denitryfikacji związków azotu oraz przekształcania fosforu w związki nierozpuszczalne. W wyniku aktywności EM następuje mineralizacja mułów zalegających na dnie zbiornika, zahamowanie wzrostu i redukcja biomasy glonów. Dobór dawki oraz sposób iniekcji szczepionki EM odbędzie się na podstawie przeprowadzonych prac laboratoryjnych i pilotażowych. Scenariusz ten zakłada powolny, wieloletni rozkład zanieczyszczeń obecnych w zbiornikach (zwłaszcza w zbiorniku „W”) wielopierścieniowych

związków aromatycznych (WWA). Częściowa mineralizacja osadów pozwoli na zmniejszenie ich objętości. Z uwagi na niską efektywność usuwania metali ciężkich przez EM scenariusz zakłada wprowadzenie do zbiorników w końcowym etapie remediacji roślinności zanurzonej posiadającej zdolność do pobierania i akumulowania w tkankach metali ciężkich. W ten sposób nastąpi unieruchomienie i stabilizacja metali ciężkich w materii organicznej.

Obecność roślinności zanurzonej wpłynie na zwiększenie stabilności zanieczyszczeń obecnych w osadach dennych, polepszenie warunków tlenowych, ograniczenie koncentracji biogenów w toni wodnej i ich kumulacji w osadach dennych, a także będzie stanowiła siedlisko życia dla zooplanktonu, którego głównym pokarmem jest fitoplankton. Scenariusz ten obejmuje także prace polegające na biomanipulacji ichtiofauną w celu ograniczenia populacji ryb roślinożernych i zooplanktonożernych poprzez wprowadzenie gatunków drapieżnych.

W wyniku zastosowanych działań remediacyjnych ograniczony zostanie rozwój fitoplanktonu, poprawi się stan i przejrzystość wód, nastąpi zwiększenie bioróżnorodności zbiorników. Ze względu na charakter działań remediacyjnych nie przewiduje się negatywnego wpływu przedsięwzięcia na zidentyfikowane walory przyrodnicze (m.in. występowanie gatunków objętych ochroną).

Dzięki realizacji tego scenariusza możliwe będzie wzmocnienie walorów estetycznych, dzięki czemu teren otaczający zbiorniki uzyska wysoki potencjał do pełnienia funkcji rekreacyjnej i przyrodniczej. Scenariusz ten przewiduje:

1. Działania przygotowawcze:
 - pomiar kubatury osadów wraz z oceną rozłożenia osadów dennych w obrębie zbiornika „Z”,
 - szczegółowa analiza fizyko-chemiczna osadów wraz z oceną zanieczyszczeń w różnych warstwach osadów,
2. Prace laboratoryjne: dobór szczepionki Efektywnych Mikroorganizmów i sposobu ich iniekcji,
3. Prace pilotażowe: ustalenie dawki szczepionki i sposobu iniekcji,
4. Prace projektowe:
 - sporządzenie dokumentacji projektowo-budowlanej,
 - uzyskanie właściwych decyzji i pozwoleń.
5. Zabiegi remediacyjne:
 - wprowadzenie szczepionki Efektywnych Mikroorganizmów (EM),
 - wspomaganie rozwoju zrównoważonej populacji ryb,
 - wprowadzenie roślinności zanurzonej,
 - monitoring postępu procesu remediacji.

Działania przygotowawcze służyły będą pozyskaniu pełnego obrazu stanu biologicznego i fizyko-chemicznego zbiorników „W” i „Z”.

Scenariusz 2

Scenariusz ten służy realizacji celów założonych w wariantcie 2, czyli remediacji zbiornika „W” i zbiornika „Z” w celu poprawy przejrzystości wód zbiorników oraz nadaniu im szerszych możliwości rekreacyjnych (kajakarstwo, plażowanie). Z uwagi na bezpośredni kontakt użytkowników zbiorników „W” i „Z” z wodą dla rozkładu zanieczyszczeń organicznych zakłada się zastosowanie preparatów enzymatycznych (PE). Są to nietoksyczne mieszaniny enzymów katalizujące procesy biochemicznego rozkładu zanieczyszczeń organicznych, do zastosowania także w warunkach in-situ. Zastosowanie tej

metody pozwala na zmniejszenie ryzyka zagrożenia środowiskowego ze strony zidentyfikowanych w osadach zanieczyszczeń organicznych przy zapewnieniu niewielkiego negatywnego wpływu na organizmy wodne. Zastosowanie rozkładu zanieczyszczeń in-situ, za pomocą chemicznych utleniaczy nie jest dla przedmiotowych zbiorników rekomendowane, ze względu na istotny negatywny wpływ tej metody na organizmy wodne¹².

Kolejnym krokiem tego scenariusza remediacji jest unieruchomienie zanieczyszczeń nieorganicznych w osadach. W tym celu przewiduje się wprowadzenie na powierzchnię dna tzw. warstwy aktywnej utworzonej z materiału wysoce sorpcyjnego. Ma to na celu przede wszystkim unieruchomienia metali ciężkich, ale także ograniczenie możliwości zanieczyszczenia wód zbiorników biogenami. Na podstawie danych literaturowych wytypowano zeolity lub syntetyczne modyfikowane zeolity jako najefektywniejszy sorbent zanieczyszczeń obecnych w osadach dennych zbiornika „W” i „Z”, tj. baru, arsenu i kadmu. Zeolity to glinokrzemiany o wysokim stopniu porowatości, dzięki czemu posiadają bardzo dobrze rozwiniętą powierzchnię właściwą, wysoką pojemność sorpcyjną, dużą zdolność jonowymienną i odporność na działanie środowiska zewnętrznego. W praktyce często wykorzystuje się syntetyczne zeolity lub modyfikowane syntetyczne zeolity o podwyższonych właściwościach sorpcyjnych. Materiał ten wykazuje także dużą chłonność sorpcyjną w odniesieniu do substancji biogenych w szczególności związków azotu, ale także fosforu¹³. Dla zapewnienia skutecznego działania dawka zeolitów powinna stanowić 10-20% wagi uwodnionych osadów dennych^{14,15}.

Koszt zeolitów naturalnych lub syntetycznych w postaci rozdrobnionej lub granulowanej do zastosowań remediacyjnych waha się od 200zł/t do 500zł/t. Zastosowanie zeolitów może jednak wiązać się z potencjalnym negatywnym wpływem na występujące w obrębie zbiorników organizmy wodne, a w szczególności małże.

W celu zagwarantowania wysokiej jakości wody w zbiornikach, podobnie jak w scenariuszu 1 zakłada się przeprowadzenie działań zmierzających do zrównoważenia gospodarki wędkarskiej w obrębie zbiorników oraz zostanie przeprowadzony proces wspomagania rozwoju roślinności zanurzonej.

Poniżej przedstawiono zakres działań w obrębie obu zbiorników:

1. Działania przygotowawcze:

- pomiar kubatury osadów wraz z oceną rozłożenia osadów dennych w obrębie zbiornika „Z”,
- szczegółowa analiza fizyko-chemiczna osadów wraz z oceną zanieczyszczenia w różnych warstwach osadów,

2. Prace laboratoryjne:

- dobór preparatu enzymatycznego (PE),
- określenie efektywności sorpcji zanieczyszczeń przez zeolity lub modyfikowane zeolity,

3. Prace pilotażowe:

- ustalenie dawki preparatu enzymatycznego i sposobu iniekcji,

¹² Oxidation of organic matter in sediments. Ecological Research Series. EPA-660/3-73-00, 1974

¹³ Anielak A. M., Piaskowski K.: „Skuteczność naturalnych zeolitów w usuwaniu związków fosforu z roztworów wodnych” Gaz, Woda i Technika Sanitarna nr 5/2001.

¹⁴ Pawluk K.: Konstrukcje inżynierskie wspomagające procesy oczyszczania środowiska gruntowo-wodnego, Prz. Nauk. Inż. Kszt. Środ. 2011, 53, 258-271.

¹⁵ Kassim T.A., Barcelo D.: Contaminated sediment, Wyd. Springer Science & Business Media 2016; Wen J., Yi Y., Zeng G.: Effects of modified zeolite on the removal and stabilization of heavy metals in contaminated lake sediment using BCR sequential extraction, Journal of Environmental Management 2016, 178, 63-69.

- ustalenie dawki zeolitów, sposobu iniekcji zeolitów,
- 4. Prace projektowe:
 - sporządzenie dokumentacji projektowo-budowlanej,
 - uzyskanie pozyskanie decyzji i pozwoleń,
- 5. Zabiegi remediacyjne:
 - montaż sprzętu do iniekcji PE i zeolitów,
 - zakup i wprowadzenie PE i zeolitów,
 - demontaż sprzętu do iniekcji PE i zeolitów,
 - wspomaganie rozwoju zrównoważonej populacji ryb,
 - wprowadzenie roślinności zanurzonej,
 - monitoring postępu procesu remediacji.

Scenariusz 3 i Scenariusz 4

Działania ujęte w scenariuszach 3 i 4 przewidują rozwiązania skoncentrowane na realizacji celów wariantu 3. Scenariusze te zakładają, iż zalegający, zanieczyszczony osad denny z obydwu zbiorników będzie usunięty, a zbiornikom nadana będzie funkcja rekreacyjna dla aktywności nurkowo-kąpieliskowej. Wariant 3 wiąże się z potencjalnie znaczącym negatywnym oddziaływaniem na zidentyfikowane w obrębie analizowanych zbiorników walory przyrodnicze. Potencjalne negatywne oddziaływanie przedsięwzięcia na organizmy wodne będzie zależne od zastosowanej metody usuwania osadów z dna zbiornika. Osuszenie zbiorników w celu usunięcia osadów będzie wiązało się z eliminacją organizmów wodnych. Zastosowanie bagrowania osadów powoduje natomiast znaczące zamulenie wód zbiornika, co może doprowadzić do eliminacji wrażliwych na jakość wody organizmów wodnych oraz spowodować zanieczyszczenie substancjami niebezpiecznymi wód zbiorników. Najmniejsze negatywne oddziaływanie na środowisko wodne ma metoda odsysania osadów za pomocą specjalnych pomp szlamowych (refulerów).

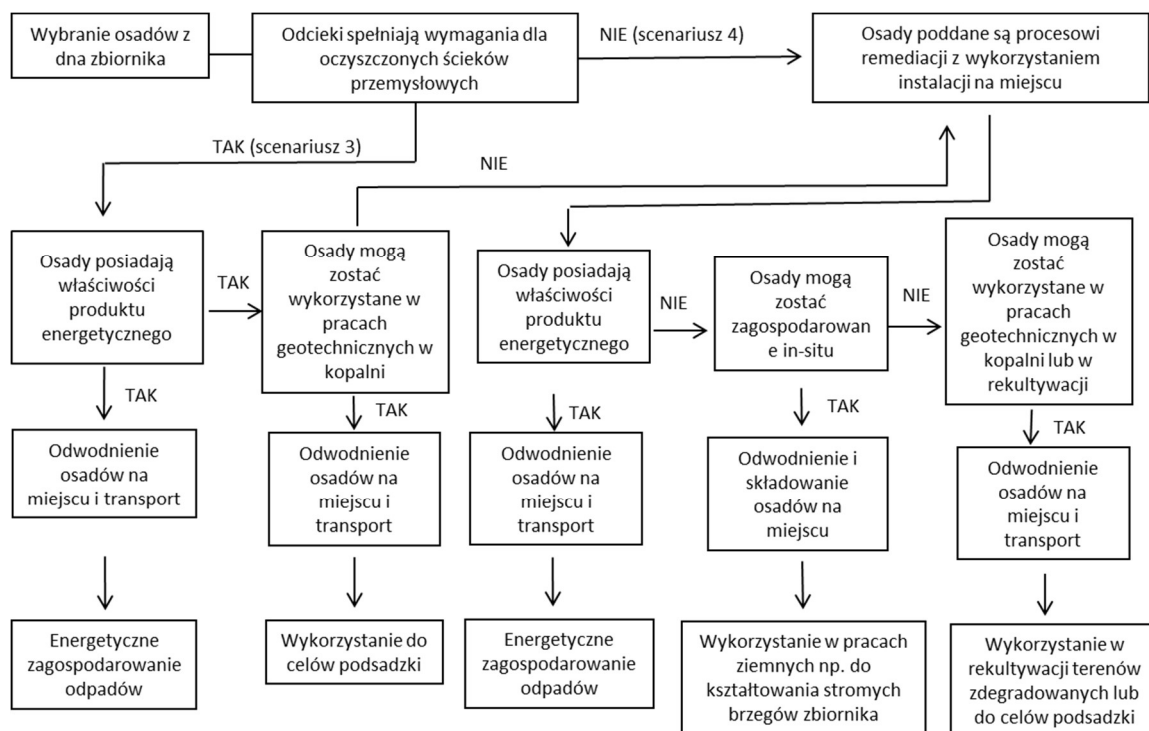
Wydobyty urobek (osad denny) jest wysoce uwodniony. Warunkiem umożliwiającym jego dalsze zagospodarowanie jest jego odwodnienie przy zapewnieniu wysokiej jakości wód odciekowych. Pozwala to na zwracanie wód odciekowych do zbiorników co pozytywnie wpłynie na bilans wody. Jest to szczególnie istotne ze względu na niewielkie zasilanie zbiorników. Ze względu na miąższość osadów zalegających na dnie zbiornika „W”, należy liczyć się także z koniecznością uzupełnienia zasobów wodnych w zbiornikach poprzez przekierowanie wód z koryta Jastrzębianki, uwarunkowane odpowiednią jakością wód w rzece.

W niniejszym opracowaniu zakłada się różne scenariusze zagospodarowania odwodnionego urobku. Pierwszym krokiem jest ocena właściwości fizyko-chemicznych odcieków powstających w procesie odwadniania osadów. Jeżeli odcieki będą wolne od substancji niebezpiecznych oraz możliwe będzie skuteczne usuwanie zawiesiny, dalsza procedura działania zakłada sprawdzenie właściwości energetycznych odwodnionych osadów dennych. Analizowane obiekty pełniły funkcje osadników wód kopalnianych i zgodnie z danymi literaturowymi osady zdeponowane na dnie osadników wód pokopalnianych mogą stanowić cenny surowiec dla energetyki zawodowej¹⁶. W celu określenia najkorzystniejszego sposobu zagospodarowania urobku należy ocenić czy materiał ten spełnia kryteria produktu energetycznego. Taki kierunek zagospodarowania osadów pozwoliłby na częściowe pokrycie kosztów remediacji zbiorników. W przypadku, kiedy osady denne nie posiadają właściwości umożliwiających ich efektywne termiczne przetworzenie, należy ocenić czy odwodnione

¹⁶ Hycnarj J., Bugajczyk M.: Kierunki racjonalnego zagospodarowania drobnodziarnistych odpadów węglowych. Polityka Energetyczna, 2004. Tom 7, zeszyt specjalny.

osady mogą zostać wykorzystane w pracach geotechnicznych w okolicznych kopalniach (np. do wypełniania pustek poeksploatacyjnych) – scenariusz 3.

Natomiast jeżeli badania wykażą, że odcieki są zanieczyszczone i nie jest możliwe prowadzenie odwodnienia nieoczyszczonych osadów na miejscu, należy przeprowadzić proces oczyszczania osadów dennych (*on-site*) z wykorzystaniem metod chemicznego utleniania (scenariusz 4). Procedurę postępowania z wydobytym urobkiem ilustruje poniższy schemat (Rysunek 11).



Rysunek 11 Procedura postępowania z osadami dla 3 wariantu zagospodarowania terenu

Źródło: opracowanie GIG

Scenariusz 3

Poniżej zestawiono działania, które należy podjąć podczas realizacji tego scenariusza remediacji zbiorników:

1. Działania przygotowawcze:

- pomiar kubatury osadów wraz z oceną rozłożenia osadów dennych w obrębie zbiornika „Z,
- szczegółowa analiza fizyko-chemiczna osadów wraz z oceną zanieczyszczeń w różnych warstwach osadów,
- ocena właściwości fizyko-chemicznych odcieków powstających w procesie odwadniania osadów,
- określenie możliwości poboru wód z koryta Jastrzębianki,
- określenie najbardziej efektywnej kosztowo i środowiskowo metody usunięcia osadów z dna;
- szczegółowa inwentaryzacja przyrodnicza oraz dobór działań ograniczających i kompensujących negatywne oddziaływanie przedsięwzięcia na zidentyfikowane walory przyrodnicze,

2. Prace laboratoryjne:

- określenie czy urobek posiada właściwości produktu energetycznego (oznaczenie wartości kalorycznej,
 - określenie możliwości bezpiecznego spalania w pobliskich instalacjach i/lub możliwości zagospodarowania go w pracach geotechnicznych w okolicznych kopalniach,
3. Prace pilotażowe:
- badania pilotażowe możliwości spalania lub współspalania wydobytego i odwodnionego urobku i/lub badania pilotażowe możliwości wykorzystania odwodnionego urobku w pracach geotechnicznych,
4. Prace projektowe:
- sporządzenie dokumentacji projektowo-budowlanej,
 - uzyskanie właściwych decyzji i pozwoleń.
5. Zabiegi remediacyjne:
- przeprowadzanie działań ograniczających negatywne oddziaływanie przedsięwzięcia na zidentyfikowane przedmioty ochrony (przeniesienie organizmów wodnych na siedliska zastępcze),
 - montaż sprzętu do usuwania osadów dennych,
 - usunięcie osadów dennych,
 - odwodnienie osadów dennych,
 - wprowadzenie warstwy przykrywającej odsłonięte dno zbiornika,
 - demontaż sprzętu do usuwania osadów dennych,
 - wspomaganie rozwoju zrównoważonej populacji ryb,
 - wprowadzenie roślinności zanurzonej,
 - monitoring postępu procesu remediacji.

Scenariusz 4

Poniżej zestawiono działania, które należy podjąć podczas realizacji tego scenariusza remediacji zbiorników:

1. Działania przygotowawcze:
- pomiar kubatury osadów wraz z oceną rozłożenia osadów dennych w obrębie zbiornika „Z,
 - szczegółowa analiza fizyko-chemiczna osadów wraz z oceną zanieczyszczeń w różnych warstwach osadów,
 - ocena właściwości fizyko-chemicznych odcieków powstających w procesie odwadniania osadów,
 - określenie możliwości poboru wód z koryta Jastrzębianki,
 - określenie najbardziej efektywnej kosztowo i środowiskowo metody usunięcia osadów z dna;
 - szczegółowa inwentaryzacja przyrodnicza oraz dobór działań ograniczających i kompensujących negatywne oddziaływanie przedsięwzięcia na zidentyfikowane walory przyrodnicze,
 - określenie możliwości poboru wód z koryta Jastrzębianki,
2. Prace laboratoryjne:
- Określenie efektywności utleniania chemicznego:
 - dobór efektywnego utleniacza chemicznego,
 - dobór dawki utleniacza na jednostkę objętości osadów dennych,

- kinetyka reakcji,
 - analiza produktów pośrednich,
 - analiza powstających gazów.
3. Prace pilotażowe: ustalenie dawki utleniacza, czasu trwania procesu utleniania zanieczyszczeń, warunków prowadzenia procesu, sposobu odwadniania osadów dennych, sposobu zagospodarowania osadów dennych, analiza jakości odcieków.
 4. Prace projektowe:
 - sporządzenie dokumentacji projektowo-budowlanej;
 - uzyskanie właściwych decyzji i pozwoleń.
 5. Zabiegi remediacyjne:
 - przeprowadzenie działań ograniczających negatywne oddziaływanie przedsięwzięcia na zidentyfikowane przedmioty ochrony (przeniesienie organizmów wodnych na siedliska zastępcze),
 - montaż sprzętu do usuwania osadów dennych,
 - montaż instalacji do oczyszczania *on-site* metodą utleniania chemicznego osadów dennych i odcieków,
 - usuwanie osadów dennych,
 - oczyszczanie osadów dennych oraz ich odwadnianie,
 - oczyszczanie odcieków,
 - wprowadzenie warstwy przykrywającej odsłonięte dno zbiornika,
 - demontaż sprzętu do usuwania osadów dennych,
 - wspomaganie rozwoju zrównoważonej populacji ryb,
 - wprowadzenie roślinności zanurzonej,
 - monitoring postępu procesu remediacji.

Dobór utleniacza chemicznego:

Chemiczne utlenianie polega na dozowaniu wysoce reaktywnych substancji do osadów dennych, takich jak nadtlenek wodoru, nadtlenek wapnia, nadmanganian sodu lub potasu, nadsiarczan sodu, ozon lub ich mieszanki. Dobór utleniacza powinien być podyktowany ilością i rodzajem zanieczyszczeń występujących w osadach dennych.

W niniejszym opracowaniu dobór utleniacza przeprowadzono na podstawie danych literaturowych¹⁷. Poniżej przedstawiono analizę przydatności poszczególnych utleniaczy do utleniania zanieczyszczeń, które zidentyfikowano w osadach dennych zbiorników „W” i „Z” (Tabela 2).

Tabela 2 Analiza efektywności utlenienia wybranych zanieczyszczeń przez różne oksydanty

Substancja	Stężenie w wodach zbiorników	Oksydant				
		MnO ₄	H ₂ O ₂	2Na ₂ CO ₃ *3H ₂ O	Na ₂ S ₂ O ₈	O ₃
suma węglowodorów C12-C35	Średnie-wysokie	+	++	++	+++	++
suma WWA	Średnie-wysokie	++	++	++	++	++
fenantren	Średnie	++	++	++	++	++
piren	Średnie	++	++	++	++	++
benzo(a)antracen	Niskie	++	++	++	++	++
chryzen	Średnie	++	++	++	++	++

¹⁷ Ceulemans P., Labeeuw V. Code of good practice – In-situ chemical oxidation, City Chlor, 2013

Wstępne określenie sposobu docelowego zagospodarowania terenu zbiorników
przy ul. Wodzisławskiej w Jastrzębiu Zdroju – działka nr 3576/26

Substancja	Stężenie w wodach zbiorników	Oksydant				
		MnO ₄	H ₂ O ₂	2Na ₂ CO ₃ *3H ₂ O	Na ₂ S ₂ O ₈	O ₃
benzo(b)fluoranten	Średnie	++	++	++	++	++
benzo(k)fluoranten	Niskie	++	++	++	++	++
benzo(a)piren	Niskie	++	++	++	++	++
benzo(g,h,i)perylen	Niskie	++	++	++	++	++
indeno(1,2,3-cd)piren	Niskie	++	++	++	++	++

Opis: - - nieprzydatna + - mało przydatna, ++ - średnio przydatna, +++ - wysoce przydatna

Źródło: Analizy własne na podstawie Ceulemans P., Labeeuw V.: Code of good practice – In-situ chemical oxidation, City Chlor 2013

Analiza wykazała, że w stosunku do zidentyfikowanych zanieczyszczeń w osadach dennych zbiorników najefektywniejszym utleniaczem będzie nadsiarczan sodu (Na₂S₂O₈). Efektywność utleniania zanieczyszczeń będzie również wysoka przy zastosowaniu 2Na₂CO₃*3H₂O, O₃ i H₂O₂. Najmniej efektywny będzie MnO₄.

Pomimo wysokiej skuteczności utleniania zanieczyszczeń nadsiarczan sodu nie jest rekomendowanym utleniaczem w niniejszym opracowaniu. Z uwagi na jego rozpad w środowisku wodnym na kwas siarkowy i siarczan sodu będzie powodował obniżanie pH i uwalnianie metali ciężkich zakumulowanych na cząstkach stałych osadów dennych, powodując wtórne zanieczyszczenie odcieków. Podobny efekt wywołuje stosowanie nadtlenu wodoru, który wskutek obniżania pH powoduje wzrost mobilności i rozpuszczalności metali ciężkich.

Efektywność działania utleniacza zależy także od stężenia zanieczyszczeń w danym ośrodku. W przypadku niskich stężeń zanieczyszczeń zaleca się stosowanie ozonu. Gdy stężenie zanieczyszczeń jest niskie lub średnie każdy z analizowanych utleniaczy jest efektywny. Natomiast w przypadku wysokich stężeń zanieczyszczeń niewskazane jest stosowanie ozonu. Dobór utleniacza chemicznego powinien uwzględniać też zawartość materii organicznej w ośrodku, do którego będzie wprowadzany. Utleniacze, a zwłaszcza nadmanganian wykazują wysokie powinowactwo do materii organicznej zawartej w osadach dennych. Oznacza to, że oprócz utleniania zanieczyszczeń obecnych w osadach dennych, utlenieniu ulegają także inne związki organiczne obecne w osadach. Przy czym w pierwszej kolejności rozkładane są związki organiczne łatwo rozkładalne na drodze chemicznego utleniania, a dopiero w dalszym etapie utlenieniu ulegają trudno rozkładalne zanieczyszczenia. Zbyt wysokie powinowactwo do materii organicznej będzie powodowało zwiększenie kosztów prowadzenia procesu oczyszczania, z uwagi na wysokie dawki reagentów, które należy zastosować w celu utlenienia zanieczyszczeń. Osady denne zbiornika „W” i „Z” charakteryzują się bardzo wysoką zawartością materii organicznej (4-11%). Przy wysokiej zawartości materii organicznej wskazane jest stosowanie nadsiarczanu sodu lub nadwęglanu sodu. Pozostałe reagenty są skuteczne, gdy zawartość materii organicznej nie przekracza 1%.

Wybór utleniacza powinien być także podyktowany kosztem zużycia reagentów. Koszt prowadzenia remediacji z użyciem metody utleniania chemicznego uzależniony jest stechiometrii procesu, stabilności reagenta, gęstości ośrodka, zawartości materii organicznej i powinowactwa reagenta do materii organicznej. Poniżej zestawiono szacunkowo koszty ponoszone z użyciem danego utleniacza chemicznego.

Tabela 3 Ceny zakupu oksydantów

Oksydant	MnO ₄	H ₂ O ₂	2Na ₂ CO ₃ *3H ₂ O	Na ₂ S ₂ O ₈	O ₃
Cena	17 - 24 zł/kg	4– 9 zł/kg	15 - 22 zł/kg	6,5 - 11 zł/kg	4 - 9 zł/m ³

Źródło: opracowanie GIG

Na podstawie danych literaturowych wytypowano $2\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ jako najefektywniejszy utleniacz zanieczyszczeń obecnych w osadach dennych nie powodujący skutków ubocznych, takich jak zwiększona mobilność metali ciężkich. Jednakże koszt oczyszczania osadów dennych przy użyciu tego utleniacza jest bardzo wysoki. Rekomenduje się przeprowadzenie badań laboratoryjnych skuteczności utleniania zanieczyszczeń za pomocą $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_8$, $2\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$, O_3 i H_2O_2 , w celu doboru efektywnego utleniacza chemicznego i oszacowania kosztów oraz skutków ubocznych jego stosowania.

6.2. Monitoring stanu biologicznego i fizyczno-chemiczny wód i osadów dennych

W celu oceny skuteczności prowadzenia remediacji zbiorników podczas realizacji każdego z wyżej opisanych scenariuszy powinien prowadzony być monitoring stanu biologicznego i fizyko-chemicznego wód obejmujący:

- kompletny zakres badań fizyko-chemicznych (azot amonowy, azotyny, azotany, azot organiczny, azot ogólny, fosfor ogólny i rozpuszczony, pH, stężenie tlenu, przewodność elektrolityczna),
- ocenę biologiczną (chlorofil a, zagęszczenie, biomasa fito- i zooplanktonu) oraz osadów dennych (frakcje fosforu, materia organiczna, metale ciężkie, suma WWA i frakcja olei mineralnych).

Badania powinny być prowadzone kilkakrotnie w roku (minimum 4 razy) dwa razy wiosną, latem i jesienią przez okres minimum 2 lat.

6.3. Analiza kosztów realizacji działań remediacyjnych

Przedstawione w opracowaniu poziomy kosztów zostały ujęte przy uwzględnieniu aktualnych cen rynkowych za podobne usługi. Ich wartość stanowi pewną wypadkową różnych oferowanych na rynku wartości i nie może być traktowana jako ostateczna. Dla prawidłowej realizacji scenariuszy konieczne jest opracowanie niezbędnej dokumentacji projektowo-wykonawczej, która stanowić będzie podstawę do precyzyjnej wyceny. Koszty ujęte w tabeli stanowią więc wartość orientacyjną, która może być uwzględniana w procesie decyzyjnym związanym z wyborem konkretnych scenariuszy (Tabela 4).

Tabela 4 Analiza kosztów dla poszczególnych scenariuszy remediacji

Działanie	Wariant zagospodarowania terenu			
	1	2	3	
	Scenariusz 1	Scenariusz 2	Scenariusz 3	Scenariusz 4
Prace przygotowawcze				
Pomiar kubatury osadów z oceną rozłożenia osadów dennych w obrębie zbiornika „Z”	40 000	40 000	40 000	40 000
Szczegółowa analiza fizyko-chemiczna osadów wraz z oceną zanieczyszczenie w różnych warstwach osadów	120 000	120 000	120 000	120 000
Ocena właściwości fizykochemicznych odcieków powstających w procesie odwadniania osadów	-	-	20 000	20 000
Określenie możliwości poboru wód z koryta Jastrzębianki	-	-	15 000	15 000

Wstępne określenie sposobu docelowego zagospodarowania terenu zbiorników
przy ul. Wodzisławskiej w Jastrzębiu Zdroju – działka nr 3576/26

Działanie	Wariant zagospodarowania terenu			
	1	2	3	
	Scenariusz 1	Scenariusz 2	Scenariusz 3	Scenariusz 4
Określenie najbardziej efektywnej kosztowo i środowiskowo metody usunięcia osadów z dna	-	-	10 000	10 000
Szczegółowa inwentaryzacja przyrodnicza oraz dobór działań ograniczających i kompensujących negatywne oddziaływanie przedsięwzięcia na zidentyfikowane walory przyrodnicze	-	30 000	30 000	30 000
Koszt prac przygotowawczych	160 000	190 000	235 000	235 000
Prace laboratoryjne				
Dobór szczepionki Efektywnych Mikroorganizmów	30 000	-	-	-
Określenie efektywności sorpcji zanieczyszczeń przez zeolity	-	50 000	-	-
Określenie czy urobek posiada właściwości produktu energetycznego) i/lub możliwości zagospodarowania go w pracach geotechnicznych w okolicznych kopalniach	-	-	20 000	20 000
Określenie efektywności utleniania chemicznego				40 000
Koszt prac laboratoryjnych	30000	200000	20000	60000
Prace Pilotażowe				
Dobór szczepionki EM i sposobu iniekcji	40 000	-	-	-
Dobór preparatu enzymatycznego oraz ustalenie dawki i sposobu iniekcji	-	40 000	-	-
Ustalenie dawki zeolitów, sposobu iniekcji zeolitów	-	40 000	-	-
Badania pilotowe możliwości spalania lub współspalania wydobytego i odwodnionego urobku i/lub badania pilotowe możliwości wykorzystania odwodnionego urobku w pracach geotechnicznych	-	-	30 000	30 000
Ustalenie dawki utleniacza, czasu trwania procesu utleniania zanieczyszczeń, warunków prowadzenia procesu, sposobu odwadniania osadów dennych, sposobu zagospodarowania osadów dennych, analiza jakości odcieków	-	-	-	80 000
Koszt prac pilotażowych	40 000	80 000	30 000	110 000
Prace projektowe				
Sporządzenie dokumentacji projektowo-budowlanej	46500	66000	249000	402000
Uzyskanie pozyskanie decyzji i pozwoleń	31000	44000	166000	268000
Koszt prac projektowych	77500	110000	415000	670000
Prace remediacyjne				
Przeprowadzanie działań ograniczających negatywne oddziaływanie przedsięwzięcia na zidentyfikowane przedmioty ochrony	-	30 000	150 000	50 000
Zakup i wprowadzenie szczepionki EM	200 000	-	-	-
Zakup i wprowadzenie preparatu enzymatycznego	-	110000	-	-
Wprowadzenie zeolitów	-	1 000 000	-	-
Wydobycie refulerem	-	-	900 000	900 000
Odwodnienie osadów dennych (geotuby + flokulant)	-	-	1 200 000	1 200 000
Oczyszczenie on site	-	-	-	1 000 000
Zagospodarowanie osadów (załadunek+transport)	-	-	600 000	200 000
Montaż i demontaż sprzętu do remediacji	-	-	-	20 000
Wspomaganie rozwoju zrównoważonej populacji ryb	50 000	-	-	-
Wprowadzenie roślinności zanurzonej	120 000	120000	120 000	120 000
Monitoring postępu remediacji	110 000	110000	110 000	110 000
Koszt prac remediacyjnych	480000	1 370 000	2980000	4000000
KOSZT CAŁKOWITY	790 000	2 102 500	3 980 000	5 295 000

Źródło: opracowanie GIG

Koszt zagospodarowania urobku w scenariusz 3 może być znacznie niższy jeżeli osady posiadają właściwości produktu energetycznego (sprzedaż urobku do elektrowni). Podobnie w scenariuszu 4

koszt zagospodarowania, będzie niższy jeżeli oczyszczone osady będą mogły znaleźć odbiorców na rynku lub będą mogły być wykorzystane w pracach ziemnych na miejscu.

Koszt wykonania dokumentacji projektowo-budowlanej przyjęto na poziomie 15% kosztów prac remediacyjnych, natomiast koszt uzyskania pozwoleń na poziomie 10%. Realny koszt uzyskania stosownych decyzji i pozwoleń będzie wynikał z tego, czy niniejsze przedsięwzięcie objęte zostanie procedurą oddziaływania przedsięwzięcia na środowisko oraz koniecznością uzyskania pozwolenia wodno-prawnego.

Dla docelowych opracowań projektowych wymagane jest również przeprowadzenie rachunku kosztów i efektywności inwestycji. Przedstawione warianty kosztowe mogą ulegać zmianom wraz z przyjętym poziomem dofinansowania oraz wyceną ostatecznej formy realizacji przedsięwzięcia.

7. Źródła finansowania przedsięwzięcia

Realizacja wybranego wariantu rewitalizacji i zagospodarowania zbiorników wodnych i terenów przyległych może być realizowana środkami własnymi gminy, przy czym ich ograniczoność może spowodować, że nie zostaną osiągnięte założone cele. W związku z powyższym wskazane jest wykorzystanie możliwości współfinansowania przedsięwzięcia środkami zewnętrznymi. Po wstępnej analizie wybrano jako opcjonalne źródła dofinansowania działań Regionalny Program Operacyjny Województwa Śląskiego na lata 2014-2020 (RPO WSL) oraz Program Operacyjny Infrastruktura i Środowisko na lata 2014-2020 (POIiŚ). Studium dokumentów programowych pozwoliło na przeprowadzenie uszczegółowienie osi priorytetowych i działań w wybranych programach.

W ramach RPO WSL dofinansowanie przedstawionych wariantów może zostać zrealizowane z:

- Osi Priorytetowej V Ochrona środowiska i efektywne wykorzystanie zasobów, w tym:
 - **Działanie 5.4 Ochrona różnorodności biologicznej**

Zakres planowanej interwencji przewiduje wsparcie dla projektów dotyczących ochrony zasobów naturalnych regionu poprzez ochronę obszarów cennych przyrodniczo, a także projektów służących ochronie różnorodności biologicznej, w tym przywróceniu właściwego stanu siedlisk przyrodniczych i gatunków. Celem interwencji jest też zmniejszenie presji na środowisko naturalne poprzez wzrost udziału obszarów chronionych w powierzchni obszarów ogółem, a także zrównoważone wykorzystanie walorów przyrodniczych oraz rozwój infrastruktury związanej z właściwym ukierunkowaniem ruchu turystycznego na obszarach cennych przyrodniczo – służącej tym samym wyeliminowaniu presji ruchu turystycznego na obszary i gatunki chronione.

Typy projektów

1. Kompleksowe projekty z zakresu ochrony, poprawy i odtwarzania stanu siedlisk przyrodniczych i populacji gatunków. Wsparcie uzyskują projekty związane z czynną ochroną siedlisk przyrodniczych oraz gatunków rodzimych stanowiących zasoby przyrodnicze województwa śląskiego.
2. Zwalczanie rozprzestrzeniania się i eliminowanie obcych gatunków inwazyjnych. Wsparcie uzyskują projekty polegające na działaniach fizycznych, chemicznych i/lub biologicznych, umożliwiających wyeliminowanie, kontrolę lub odizolowanie populacji gatunków inwazyjnych na terenie obszarów cennych przyrodniczo. Zwalczaniu gatunków inwazyjnych powinny towarzyszyć działania na rzecz rewitalizacji ekosystemów zdegradowanych lub uszkodzonych przez inwazyjne gatunki obce.
3. Budowa, modernizacja i wyposażenie ośrodków prowadzących działalność w zakresie edukacji ekologicznej lub ochrony różnorodności biologicznej. Wsparcie uzyskują ośrodki

prowadzące statutową działalność w zakresie edukacji ekologicznej lub ochrony różnorodności biologicznej, która związana jest z gatunkami rodzimymi stanowiącymi zasoby przyrodnicze województwa śląskiego.

4. Ochrona przyrody poprzez zmniejszenie presji ruchu turystycznego za pomocą budowy infrastruktury użytku publicznego. Wsparcie uzyskają projekty związane z właściwym ukierunkowaniem ruchu turystycznego na obszarach cennych przyrodniczo i tym samym służące wyeliminowaniu presji ruchu turystycznego na obszary i gatunki chronione.

Sugerowane typy projektów to 2 i 3.

- Osi Priorytetowa X Rewitalizacja oraz infrastruktura społeczna i zdrowotna

– **10.4 Poprawa stanu środowiska miejskiego**

W ramach poddziałania wspierane będą kompleksowe działania mające na celu przywracanie do życia zdegradowanych społecznie, gospodarczo i środowiskowo obszarów poprzez przywrócenie im starej lub nadanie nowej funkcji. W jej ramach prowadzony będzie szereg wielowątkowych, wzajemnie uzupełniających się i wzmacniających działań, mających na celu wywołanie jakościowej, pozytywnej zmiany na zidentyfikowanym obszarze. Celem działań infrastrukturalnych będzie wsparcie społeczności zamieszkującej obszar zdegradowany poprzez przekształcanie zdegradowanych i nieużytkowanych obiektów przemysłowych. Ponadto dopuszcza się możliwość wspierania inwestycji z zakresu odnowy miast – tego typu inwestycje będą obejmowały rewitalizację starych i zdegradowanych obszarów, charakteryzujących się brakiem dostępu do: wysokiej jakości usług, powierzchni biurowej dla MŚP, czy infrastruktury rekreacyjno-sportowej. Do tej grupy inwestycji zaliczyć można również inwestycje w rewitalizację obszarów miejskich, z włączeniem: zdegradowanych centrów małych miast, zdevastowanych dzielnic większych miast oraz zdegradowanej lub zdekapitalizowanej infrastruktury miejskiej, w szczególności w odniesieniu do budynków o wartości historycznej, bądź architektonicznej; a także inwestycje ukierunkowane na: polepszenie bezpieczeństwa publicznego, inwestycje w podstawową infrastrukturę techniczną i społeczną. W zależności od sytuacji w danym mieście, inwestycje te mogą obejmować całe obszary lub pojedyncze budynki. Wykorzystanie tego źródła finansowania jest warunkowane ujęciem terenu w programie rewitalizacji, który musi znajdować się w Wykazie programów rewitalizacji województwa śląskiego

W ramach POIiŚ dofinansowanie przedstawionych wariantów może zostać zrealizowane z dotacji obejmujących:

- Oś priorytetową II Ochrona środowiska, w tym adaptacja do zmian klimatu, w tym:

– **Działanie 2.4 Ochrona przyrody i edukacja ekologiczna**

Celem działania jest wzmocnienie mechanizmów służących ochronie przyrody. Zostanie to osiągnięte m.in. poprzez zwiększenie odsetka obszarów Natura 2000 objętych planami zarządzania oraz zwiększenie powierzchni siedlisk wspartych w zakresie uzyskania lepszego statusu ochrony. W ramach działania wspierane będą projekty związane z ochroną wybranych gatunków i siedlisk na terenach parków narodowych oraz obszarach Natura 2000 jak również poza obszarami chronionymi np. w korytarzach ekologicznych oraz na obszarach występowania cennych gatunków i siedlisk. Jednocześnie projekty mające na celu zahamowanie spadku różnorodności biologicznej w wielu przypadkach przyczyniać się będą do adaptacji do zmian klimatu. Ważnymi działaniami w tym obszarze będą projekty z zakresu rozwoju zielonej infrastruktury jako nośnika usług ekosystemowych.

Efekty działań na rzecz ochrony cennych gatunków i siedlisk będą dodatkowo wspomagane dzięki przedsięwzięciom zmniejszającym negatywną presję na ekosystemy poprzez rozwój infrastruktury związanej z właściwym ukierunkowaniem ruchu turystycznego na obszarach cennych przyrodniczo. Wspierany będzie również rozwój narzędzi zarządzania obszarami cennymi przyrodniczo, w tym opracowanie instrumentów planistycznych dla obszarów Natura 2000 i parków narodowych. W ramach działania realizowane będą nowoczesne programy edukacyjne, a także prowadzenie działań informacyjnoedukacyjnych (z wyłączeniem finansowania emisji spotów reklamowych w TV) w zakresie ochrony środowiska i efektywnego wykorzystania jego zasobów, stanowiące uzupełnienie powyższych działań, skierowane do szerokiego grona odbiorców. Wsparcie będą mogły również otrzymać projekty polegające na rozbudowie potencjału dydaktycznego ośrodków edukacji ekologicznej.

Typy projektów:

1. Ochrona in-situ lub ex-situ zagrożonych gatunków i siedlisk przyrodniczych
2. Rozwój zielonej infrastruktury
3. Opracowanie instrumentów planistycznych dla obszarów Natura 2000 i parków narodowych
4. Wsparcie procesu wdrażania instrumentów zarządczych w ochronie przyrody
5. Prowadzenie działań informacyjno-edukacyjnych w zakresie ochrony środowiska i efektywnego wykorzystania jego zasobów
6. Rozwój bazy ośrodków prowadzących działalność w zakresie edukacji ekologicznej

Preferowane dla przedmiotowego opracowania to projekty typu 1, 2 i 5.

– **Działanie 2.5 Poprawa jakości środowiska miejskiego**

Celem działania jest zahamowanie spadku powierzchni terenów zieleni w miastach. Zostanie to osiągnięte dzięki zwiększeniu powierzchni terenów zieleni w miastach (w tym parków, zieleńców i terenów zieleni osiedlowej), powstałych głównie dzięki rekultywacji bądź remediacji terenów zdegradowanych i zanieczyszczonych działalnością człowieka. W ramach działania wsparcie zostanie skierowane przede wszystkim na rekultywację na cele środowiskowe obszarów zdegradowanych oraz remediację terenów zanieczyszczonych skutkującą usunięciem zagrożenia z ich strony dla zdrowia ludzi i środowiska. Dofinansowanie otrzymają projekty obejmujące rekultywację lub remediację terenów zdegradowanych, zdewastowanych lub zanieczyszczonych na terenie miast i w ich obszarach funkcjonalnych, w tym terenów przemysłowych, powojennych, pogórnicych i in. Wsparcie objąć może również działania prowadzące do poprawy bądź przywrócenia biologicznej aktywności zdegradowanych i zanieczyszczonych akwenów w miastach, jednak wymóg zachowania celu środowiskowego wyklucza zmianę przy tej okazji ich pierwotnego naturalnego charakteru brzegów i dna na sztuczny (np. betonowy lub kamienny). Dofinansowane będą również projekty inwentaryzacji terenów zdegradowanych.

Finansowanie działań związanych z rekultywacją i remediacją obejmie również docelowe zagospodarowanie terenu, w szczególności nasadzenia i utworzenie całorocznych akwenów. W ramach działania realizowane będą także projekty bezpośrednio związane z rozwojem terenów zieleni w miastach i ich obszarach funkcjonalnych, w tym również tzw. zielonej infrastruktury. Działania te będą przyczyniać się do promowania miejskich systemów regeneracji i wymiany powietrza, powstrzymania fragmentacji przestrzeni miast i będą pozytywnie wpływać na jakość życia mieszkańców (tereny zieleni pełnią istotne dla mieszkańców funkcje zdrowotne i rekreacyjne).

Typy projektów

1. Wsparcie dla zanieczyszczonych lub zdegradowanych terenów
2. Rozwój terenów zieleni w miastach i ich obszarach funkcjonalnych
3. Inwentaryzacja terenów zdegradowanych i terenów zanieczyszczonych

Pogłębiona analiza wymagań stawianych beneficjentom w poszczególnych konkursach pozwoliła na przyporządkowanie opcji możliwym źródłom finansowania (Tabela 5) wraz ze wskazaniem potencjalnych ograniczeń i kryteriów, które muszą zostać spełnione, z wyłączeniem kryteriów formalnych.

Tabela 5 Analiza możliwości dofinansowania opcji zagospodarowania

Działanie	Wariant I	Wariant II	Wariant III
5.4 Ochrona różnorodności biologicznej	<p>Możliwy do finansowania</p> <p>Główne kryteria merytoryczne:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Wpływ projektu na zachowanie lub rozwój bioróżnorodności • Wpływ projektu na poprawę jakości stanu gatunków i/lub siedlisk • Znaczenie przyrodnicze obszaru objętego projektem • Wpływ projektu na zwiększenie świadomości społecznej w zakresie ochrony bioróżnorodności • Wpływ projektu na ograniczenie antropopresji • Kompleksowość projektu 	Brak możliwości finansowania	
10.4 Poprawa stanu środowiska miejskiego	<p>Możliwy do finansowania</p> <p>Należy uwzględnić spójność z Lokalnym Programem Rewitalizacji i Planami Zagospodarowania przestrzennego</p>		
2.4 Ochrona przyrody i edukacja ekologiczna	<p>Możliwy do finansowania</p> <p>Główne kryteria merytoryczne</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pozytywna opinia służb odpowiedzialnych za ochronę przyrody na obszarze na którym realizowany będzie projekt • Aktualność danych empirycznych wykorzystanych do uzasadnienia potrzeby realizacji przedsięwzięcia • Zdolność organizacyjna Wnioskodawcy do realizacji projektu oraz przygotowanie instytucjonalne do wdrożenia • Wpływ projektu na realizację działań ochronnych wskazanych w dokumentach zarządczych dla danego gatunku/siedliska • Znaczenie projektu dla potrzeb ochrony przyrody • Adekwatność i trafność zaplanowanych zadań i metod ich realizacji • Komplementarność podejmowanych działań • Wykorzystanie w projekcie rozwiązań sprawdzonych w projektach wdrażanych w ramach instrumentu LIFE • Realność osiągnięcia 	Brak możliwości finansowania	

Wstępne określenie sposobu docelowego zagospodarowania terenu zbiorników
przy ul. Wodzisławskiej w Jastrzębiu Zdroju – działka nr 3576/26

Działanie	Wariant I	Wariant II	Wariant III
	oczekiwanych efektów ekologicznych • Znaczenie gatunku lub siedliska dla europejskich lub krajowych zasobów • Pogorszenie się stanu zachowania gatunku lub siedliska		
2.5 Poprawa jakości środowiska miejskiego	<p style="text-align: center;">Możliwy do finansowania</p> Główne kryteria merytoryczne dla projektów „Wsparcie dla zanieczyszczonych lub zdegradowanych terenów” oraz „Rozwój terenów zieleni w miastach i ich obszarach funkcjonalnych”: <ul style="list-style-type: none"> • Teren objęty projektem znajduje się mieście lub w obszarze funkcjonalnym miasta • Teren po zakończeniu realizacji projektu będzie na powierzchni co najmniej 70 % terenem biologicznie czynnym z ewentualnymi całorocznymi akwenami lub z geoparkiem • Rodzaj substancji powodującej zanieczyszczenie terenu • Występowanie zagrożenia dla zdrowia ludzi lub stanu środowiska • Zgodność projektu z lokalnym programem ochrony środowiska i miejscowym planem zagospodarowania przestrzennego (dodatkowo punktowana zgodność z Lokalnym Programem Rewitalizacji) • Wpływ projektu na ochronę różnorodności biologicznej • Wpływ projektu na zwiększenie powierzchni terenów zieleni Główne kryteria merytoryczne dla projektów „Prace przygotowawcze dla projektów z zakresu rekultywacji terenów zdegradowanych i terenów zanieczyszczonych, w tym dotyczące badań zanieczyszczenia gleby lub ziemi i wód gruntowych”: <ul style="list-style-type: none"> • Ocena zanieczyszczenia • Ocena degradacji terenu • Występowanie zagrożenia dla zdrowia ludzi lub stanu środowiska • Zgodność projektu z lokalnym programem ochrony środowiska i miejscowym planem zagospodarowania przestrzennego 		

Źródło: opracowanie GIG

Każdorazowo należy zwrócić uwagę na uwzględniany w ocenie stopień dojrzałości propozycji projektowej, który oceniany jest między innymi przez kryterium przygotowania projektu rozumianej jako gotowość do realizacji inwestycji. W ramach tego kryterium oceniane są:

- a) przygotowanie instytucjonalne do wdrażania – powołanie jednostki realizującej projekt;
- b) wartość kontraktów posiadających dokumentację przetargową w stosunku do całkowitej wartości projektu;
- c) posiadanie decyzji administracyjnych warunkujących rozpoczęcie realizacji projektu (o ile istnieje obowiązek uzyskania konkretnej decyzji) np.: decyzji uzgadniającej warunki rekultywacji lub decyzji ustalającej plan remediacji lub pozwolenia na budowę.

Na podstawie przeprowadzonych prac rekomendowane jest przyjęcie ścieżki, w której wykorzystane zostaną fundusze POIiŚ działanie 2.5 w pierwszej kolejności jednak złożony zostanie projekt zaliczany do grupy prac przygotowawczych z zakresu rekultywacji terenów zdegradowanych i terenów zanieczyszczonych, a następnie rozważona zostanie możliwość sfinalizowania działań właściwie określonych działań. Taka kolejność pozwoli przede wszystkim na uzyskanie pełnej informacji o potencjalnym terenie, poprzez przeprowadzenie szeregu analiz, badań i prac studialnych, a następnie wybór ostatecznej formy jego rekultywacji i zagospodarowania.

8. Podsumowanie

Przedmiotowy teren może stać się bardzo istotnym w skali miasta obiektem przyrodniczo-rekreacyjnym. Decydują o tym następujące względy:

- położenie w bliskim sąsiedztwie zabudowy mieszkaniowej i usługowej, lokalnych i ponadlokalnych dróg, a zarazem na skraju rozległej strefy użytków zielonych, terenów rekreacyjnych i kompleksu zdrojowego
- obecność dwóch zbiorników wodnych, historycznie zanieczyszczonych, lecz obecnie wolnych od presji ze strony zanieczyszczeń bytowych bądź przemysłowych
- półnaturalna szata roślinna zasługująca na zaadaptowanie do funkcji zielenie wysokiej i niskiej,
- relatywnie, jak na warunki miejskie, bogaty świat zwierzęcy (w tym gatunki chronione, m.in. różanka),
- stabilne warunki wodno-gruntowe wynikające z lokalizacji w naturalnej dolinie rzeki Jastrzębianki,
- znaczne zainteresowanie zagospodarowaniem przyrodniczo-rekreacyjnym przejawiane przez lokalną społeczność.

Przedmiotowy teren, w tym zbiornik wodny utworzony w latach 30-ch ubiegłego stulecia, funkcjonował przez kilkadziesiąt lat jako północna część kompleksu zdrojowo-rekreacyjnego. Na początku lat 70-tych zbiornik został przedzielony groblą. Od lat 70-tych obydwie zbiorniki wykorzystywane były jako osadniki wód kopalnianych, a przedmiotowy teren utracił swoją dotychczasową funkcję i stał się nieużytkiem. Przestało też funkcjonować przestrzenne połączenie z pobliskim kompleksem zdrojowym i rekreacyjnym. Pozostałością po zawieszinach zawartych w wodach kopalnianych jest warstwa osadów o zróżnicowanej miąższości – od kilkudziesięciu centymetrów do ponad 2 metrów - zalegająca dno obu zbiorników. Mimo to zbiorniki są intensywnie użytkowane przez miejscowe koło wędkarskie.

Szata roślinna przedmiotowego terenu jest – w części położonej na południe od zbiorników-pozostałością starodrzewu liściastego, natomiast w otoczeniu zbiorników kształtowała się poprzez spontaniczną regenerację. Jest ona dobrze dostosowana do miejscowych warunków i ma półnaturalny charakter, właściwy dla dolin rzecznych i obrzeży wód.

Z wstępnych badań wody i osadów dennych wynika, że obydwie zbiorniki są zanieczyszczone a skład i koncentracja zanieczyszczeń jest źródłem ryzyka środowiskowego. W dennych osadach zbiornika „W” nastąpiła kumulacja wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych (wstępne badania przeprowadzone dla zbiornika „Z” wskazują, że jest on wolny od tych zanieczyszczeń). Osady denne obu zbiorników są zanieczyszczone a zwłaszcza arsenem, barem i kadmem. Rekomendowane jest podjęcie działań remediacyjnych zmierzających do eliminacji zagrożenia ze strony wszystkich wymienionych zanieczyszczeń, a to ze względu na ich toksyczne, mutagenne oraz kancerogenne oddziaływanie na ludzi u zwierzęta.

Osady denne obu zbiorników zawierają, oprócz składników typowych dla zawieszin wód kopalnianych, także bardzo dużą ilość materii organicznej oraz substancji biogennej, w tym fosforu. Należy przyjąć, że ten bardzo niekorzystny stan jest wynikiem trwającej od wielu lat, nadmiernej intensywnej gospodarki wędkarskiej (niewłaściwa struktura zarybień, używanie znacznej ilości zanęt). Resuspensja takich osadów może prowadzić do powstawania okresowych deficytów tlenowych w wodzie, także do intensyfikacji procesu eutrofizacji i zagrożeń sanitarnych. Dla powstrzymania

i odwrócenia procesu sedymentacji substancji organicznych i biogenych oraz eutrofizacji zbiorników konieczne są działania rekultywacyjne w połączeniu ze zmianą modelu gospodarki wędkarskiej.

W świetle danych historycznych i wizyt terenowych nie ma przesłanek, by zakładać występowanie istotnych zanieczyszczeń w lądowej części przedmiotowego terenu.

Opracowano trzy wstępne warianty zagospodarowania terenu:

- (1) przyrodniczo-rekreacyjne wspomagane usługami edukacyjnymi,
- (2) usługowo-rekreacyjne
- (3) rozwój funkcji rekreacyjnej dla aktywności nurkowo – kąpieliskowych.

Dla każdego z wariantów opracowano scenariusze remediacji zanieczyszczeń wraz z wstępną analizą kosztów.

Wszystkie warianty zagospodarowania i scenariusze remediacji spełniają warunki zawarte w Uchwale Nr XII/124/2007 Rady Miasta Jastrzębie Zdrój z dnia 28 czerwca 2007 r. w sprawie miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego (MPZP) fragmentu jednostki Centrum o symbolu roboczym C80 w Jastrzębiu Zdroju, działka nr 3576/26. Przy czym nie można wykluczyć konieczności zmiany sposobu zagospodarowania terenu dróg publicznych (część terenu 3KDZ) na tereny usług sportu i rekreacji (US). Dotyczy to w szczególności wariantu II oraz III.

Decyzja o wyborze jednego z trzech przedstawionych wariantów powinna być poprzedzona pogłębionym rozpoznaniem problemów wynikających z depozycji osadów w obu zbiornikach, a zwłaszcza kubatury i rozmieszczenia osadów w zbiorniku „Z”. Szczegółowy zakres badań osadów zależeć będzie od przyjętego scenariusza remediacji, tak jak opisano w tekście niniejszego opracowania.

Na wybór wariantu powinny wpłynąć także szczegółowe analizy specjalistyczne obejmujące następujące aspekty: przyroda (analizy: ornitologiczna, hydrobiologiczna, herpetologiczna, териologiczna, florystyczna, fitosocjologiczna, dendrologiczna), presja wędkarska (w ujęciu jakościowym i ilościowym), warunki geotechniczne, hydrologia (efektywny czas wymiany wody w zbiornikach, uwarunkowań przepływów i jakości wód Jastrzębianki), dostępność terenu (w tym dla osób z różnymi ograniczeniami fizycznymi). Wyniki tych analiz dostarczą odpowiedzi na pytania dotyczące pojemności środowiska, diagnozy stanu ekologicznego zbiorników wodnych i sposobu jego poprawy, sposobu i zakresu zaadaptowania istniejącej szaty roślinnej do docelowej funkcji, sposobu eliminacji roślinności inwazyjnej, spełnienia wymogów prawnej ochrony gatunków i siedlisk, zrównoważenia gospodarki wędkarskiej, sposobu minimalizacji ryzyka środowiskowego i ryzyka zdrowotnego, zapewnienia optymalnej dostępności. Będą one również podstawą opracowania szczegółowych koncepcji projektowych dla poszczególnych wariantów zagospodarowania terenu, porównawczej wyceny kosztów realizacji działań, porównawczej oceny skutków środowiskowych realizacji poszczególnych wariantów, opracowania materiałów do konsultacji społecznych. Należy podkreślić, że koszty tego rodzaju analiz będą znikome w porównaniu z kosztami właściwych działań remediacyjnych i inwestycji związanych z docelowym zagospodarowaniem terenu.

W każdym z wariantów zagospodarowania przedmiotowego terenu należy dążyć do odtworzenia powiązania przestrzenno-funkcjonalnego z pobliskim kompleksem uzdrowiskowym obejmującym m.in. Park Zdrojowy, a także z Kąpieliskiem "Zdrój" przy ul. Witczaka. Należy także wykorzystać szansę wynikającą z sąsiedztwa linii kolejowej, poprzez zaadaptowanie na linearna przestrzeń parkową zapewniającą lepsze powiązanie z innymi terenami o funkcji rekreacyjnej położonymi w granicach Jastrzębia-Zdroju. Należy także przeprowadzić częściową renaturyzację rzeki Jastrzębianki na odcinku przylegającym do przedmiotowego terenu

W opracowaniu opisano możliwości finansowania wybranych opcji zagospodarowania przedmiotowego terenu ze środków RPOZ WSL i PO IiŚ. Jako wstępnie rekomendowane źródło dofinansowania wskazano działanie 2.5 POIiŚ - Poprawa jakości środowiska miejskiego, w ramach którego istnieje możliwość sfinansowania pogłębionych prac przygotowawczych dla projektów z zakresu rekultywacji terenów zdegradowanych i terenów zanieczyszczonych i/lub wsparcie dla konkretnych działań obejmujących tereny zanieczyszczone lub zdegradowane.