

# Koncepcja zagospodarowania wód opadowych na terenie Jaworznickiego Obszaru Gospodarczego (JOG)

Raport częściowy w ramach zadania pn. „Szczegółowe koncepcje zagospodarowania wód opadowych i roztopowych w 5 jednostkach odwodnieniowych wyznaczonych w Programie gospodarowania wodami opadowymi i roztopowymi na terenie miasta Jaworzna”

Numer raportu: JAK-KP-S-D001-4



Zamawiający:

Gmina Miasta Jaworzna  
Urząd Miejski w Jaworznie  
ul. Grunwaldzka 33  
43-600 Jaworzno



Nr projektu: R\_258  
Data: kwiecień 2023

RETENCJAPL Sp. z o.o.  
ul. Marynarki Polskiej 163  
80-868 Gdańsk  
NIP: PL 5842743299

## Autorzy opracowania

Tomasz Dudek  
Paweł Dzoń  
Tomasz Glixelli  
Izabela Hołyś  
Damian Krzyczman  
Wiktoria Natkaniec  
Justyna Ogińska  
Michał Oktawiec  
Bogna Pastwa  
Tomasz Rychlewski  
Adam Stępkowski  
Renata Woźniak-Vecchie  
Jacek Zalewski

## Lista skrótów użytych w opracowaniu

| skrót      | rozwińnięcie   |
|------------|--|
| BDOT       | Baza Danych Obiektów Topograficznych   |
| CN         | curve number, parametr stosowany przy obliczeniach opadu efektywnego, oznacza chłonność zlewni                 |
| ZC         | Zbiornik centralny   |
| DVWK       | Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau (Niemiecki Związek Gospodarki Wodnej i Sztuki Budowlanej) |
| EPA        | Environmental Protection Agency, Agencja Ochrony Środowiska (amerykańska agencja federalna)                    |
| JO         | Jednostka odwodnieniowa  |
| JOG        | Jaworznicki Obszar Gospodarczy   |
| KD         | kanalizacja deszczowa  |
| KO         | kanalizacja ogólnospławna  |
| MPHP       | Mapa Podziału Hydrograficznego Polski  |
| MPZP       | Miejscowy Plan Zagospodarowania Przestrzennego   |
| MZDiM      | Miejski Zarząd Dróg i Mostów w Jaworznie   |
| NMT        | Numeryczny model terenu  |
| OPZ        | Opis przedmiotu zamówienia   |
| PANDa      | Polski Atlas Natężeń Deszczów  |
| PANDa 2050 | Polski Atlas Natężeń Deszczów  |
| PGW WP     | Państwowe Gospodarstwo Wodne Wody Polskie  |
| SCS        | Soil Conservation Service (Urząd Ochrony Gleb)   |
| SWMM       | Storm Water Management Model (Model zarządzania wodą deszczową)  |

## Spis treści

|       |  |    |
|-------|--|----|
| 1     | Wstęp .....  | 5  |
| 1.1   | Podstawa formalna opracowania .....                        | 5  |
| 1.2   | Cel i zakres opracowania .....                             | 5  |
| 2     | Charakterystyka obszaru opracowania .....                  | 6  |
| 2.1   | Układ hydrograficzny i istniejący system odwodnienia ..... | 6  |
| 2.2   | Ukształtowanie terenu .....                                | 7  |
| 2.3   | Zagospodarowanie terenu .....                              | 8  |
| 2.4   | Układ hydrograficzny i istniejący system odwodnienia ..... | 8  |
| 2.5   | Warunki hydrogeologiczne .....                             | 11 |
| 2.6   | Warunki glebowe .....                                      | 12 |
| 3     | Analiza hydrologiczno-hydrauliczna .....                   | 13 |
| 3.1   | Informacje ogólne o modelu .....                           | 13 |
| 3.2   | Opady miarodajne i kontrolne .....                         | 13 |
| 3.2.1 | Prawdopodobieństwo wystąpienia opadu .....                 | 13 |
| 3.2.2 | Ustalenie czasu trwania opadu miarodajnego .....           | 13 |
| 3.3   | Budowa modelu hydrodynamicznego .....                      | 16 |
| 3.4   | Parametryzacja zlewni częściowych .....                    | 17 |
| 3.5   | Wstępne obliczenia hydrologiczne .....                     | 19 |
| 4     | Odbiornik wód opadowych z obszaru JOG .....                | 20 |
| 4.1   | Wariant 1: odwodnienie do rowu SRK .....                   | 20 |
| 4.2   | Wariant 2: odwodnienie do Przemszy .....                   | 22 |
| 5     | Wariantowe rozwiązania koncepcyjne dla obszaru JOG .....   | 23 |
| 5.1   | Generalne kierunki odwodnienia .....                       | 23 |
| 5.2   | Generalne założenia dotyczące retencji .....               | 25 |
| 5.3   | Obiekty retencyjne .....                                   | 27 |
| 5.3.1 | Zbiorniki inwestorskie .....                               | 27 |
| 5.3.2 | Zbiornik centralny .....                                   | 30 |
| 5.3.3 | Centralny kanał retencyjny .....                           | 30 |
| 5.3.4 | Rurociągi retencyjne .....                                 | 31 |
| 5.4   | Odcinek ujściowy i wylot do odbiornika .....               | 32 |
| 6     | Wyniki modelowania hydrodynamicznego .....                 | 33 |
| 7     | Wariant rekomendowany .....                                | 35 |
| 7.1   | Komponenty planowanego systemu odwodnienia .....           | 35 |
| 7.1.1 | Zbiorniki inwestorskie .....                               | 35 |
| 7.1.2 | Zbiornik centralny (ZC) .....                              | 36 |
| 7.1.3 | Centralny kanał retencyjny .....                           | 36 |
| 7.1.4 | Rurociągi retencyjne .....                                 | 38 |
| 7.1.5 | Odcinek ujściowy i wylot do odbiornika .....               | 40 |
| 7.2   | Urządzenia podczyszczające .....                           | 41 |
| 7.3   | System monitoringu i sterowania .....                      | 42 |
| 7.3.1 | Urządzenia pomiarowe .....                                 | 42 |
| 7.3.2 | Zastawki i zasuwę .....                                    | 43 |
| 8     | Podsumowanie .....   | 44 |
|       | Rysunki w załączeniu .....                                 | 46 |
|       | Załączniki .....   | 46 |
|       | Spis rysunków w tekście .....                              | 47 |
|       | Spis tabel w tekście .....                                 | 47 |
|       | Spis zdjęć w tekście .....                                 | 47 |
|       | Bibliografia .....   | 48 |



# 1 Wstęp

## 1.1 Podstawa formalna opracowania

Raport został przygotowany w ramach realizacji umowy nr GK-UN.631.1.2022 na "Szczegółowe koncepcje zagospodarowania wód opadowych i roztopowych w 5 jednostkach odwodnieniowych wyznaczonych w 'Programie gospodarowania wodami opadowymi i roztopowymi na terenie miasta Jaworzna' ", zawartej 15.11.2022 r. pomiędzy Gminą Miasta Jaworzna, 43-600 Jaworzno, ul. Grunwaldzka 33, a firmą RetencjaPL Sp. z o.o. 80-868 Gdańsk, ul. Marynarki Polskiej 163.

## 1.2 Cel i zakres opracowania

Przedmiotowy raport podsumowuje prace dotyczące jednostki odwodnieniowej (JO) nr 14 JOG.

Zakres tego raportu obejmuje zgodnie z umową szczegółową koncepcję projektową przeciwdziałania problemom zidentyfikowanym w tej jednostce odwodnieniowej i wyszczególnionym w 'Programie gospodarowania wodami opadowymi i roztopowymi na terenie miasta Jaworzna'. Rozwiązania koncepcyjne zostały sprawdzone w modelu hydrodynamicznym.

Zgodnie z Opisem Przedmiotu Zamówienia (OPZ), czyli załącznikiem nr 2 do ww. umowy, zakres prac obejmuje m.in.:

- a) określenie pokrycia terenu,
- b) podział na podzlewnie/zlewnie częściowe,
- c) wyznaczania ścieżek spływu powierzchniowego,
- d) analizę warunków wsiąkania wód,
- e) wykonanie modelu hydrodynamicznego,
- f) analizę różnych scenariuszy opadowych wraz z prognozą dla warunków opadów w 2050 r.,
- g) koncepcję głównych rozwiązań wraz z ich modelowaniem i optymalizacją,
- h) wskazania dotyczące rozwoju zielono-niebieskiej infrastruktury.

Po rozpoczęciu prac nad koncepcją odwodnienia JO nr 14 wynikła konieczność prac dodatkowych obejmujących m.in.:

- przeanalizowanie, ocenę i częściowe uwzględnienie wyników „Wstępnej koncepcji zagospodarowania terenu ...” [2],
- pogłębioną analizę sytuacji wysokościowej o raz przepustowości rowu SRK i odstożników wód dołowych na terenie Tauronu wraz z układem przesyłowym,
- pozyskania dodatkowych informacji m.in. od gestorów linii kolejowej i sieci elektroenergetycznych wysokiego napięcia związanych z koncepcją rozwiązań szczegółowych, których potencjalną wykonalność należy sprawdzić już na etapie koncepcyjnym,
- rozszerzone uzgodnienia z gestorem docelowego odbiornika (rz. Przemsza) dotyczące ilości wód opadowych odprowadzanych do odbiornika.

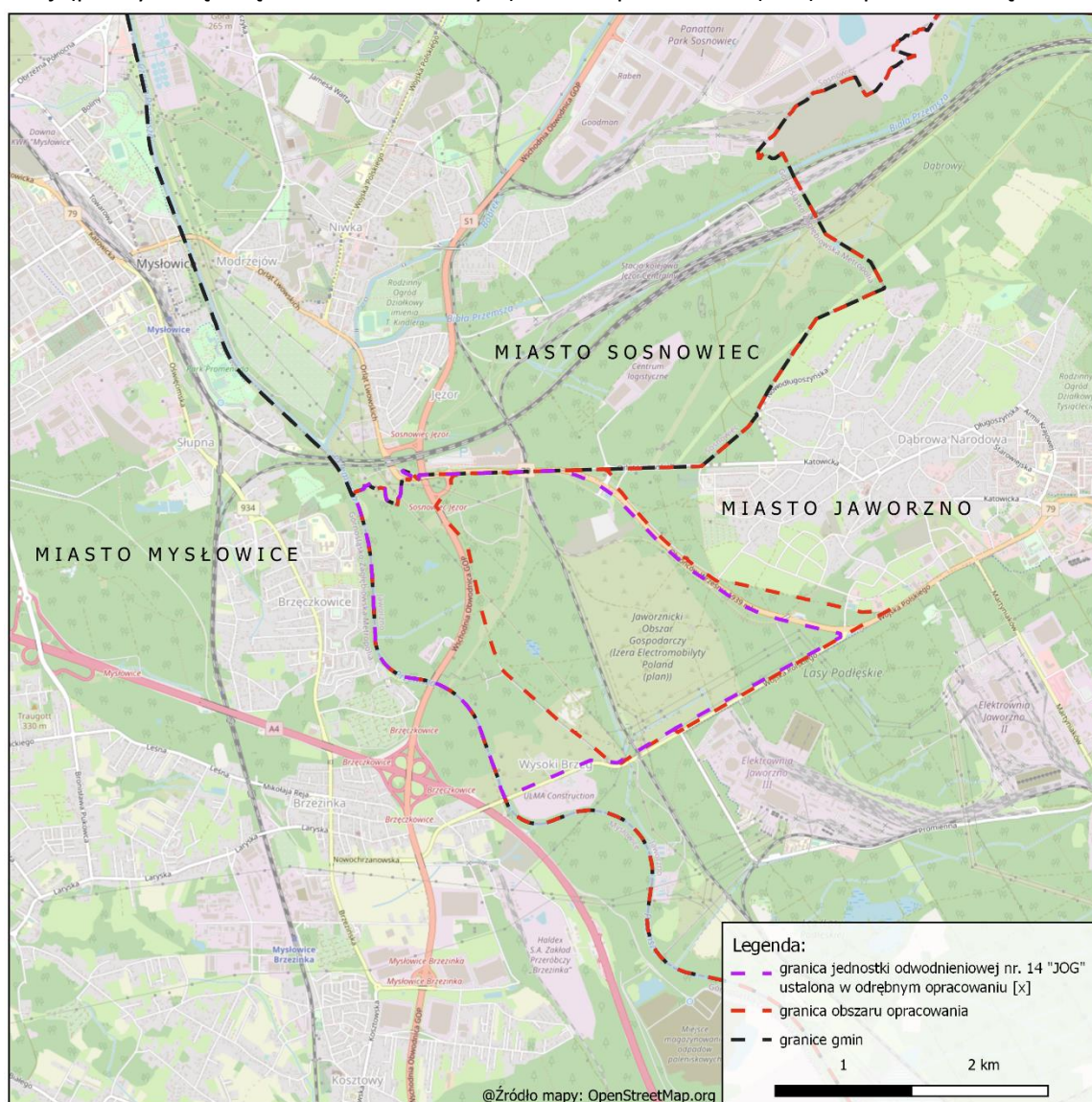


## 2 Charakterystyka obszaru opracowania

Zakres opracowania obejmuje teren JOG (Jaworznicki Obszar Gospodarczy) w granicach określonych na podstawie jednostki odwodnieniowej JO nr 14 JOG, ustalonej w opracowaniu [1].

### 2.1 Układ hydrograficzny i istniejący system odwodnienia

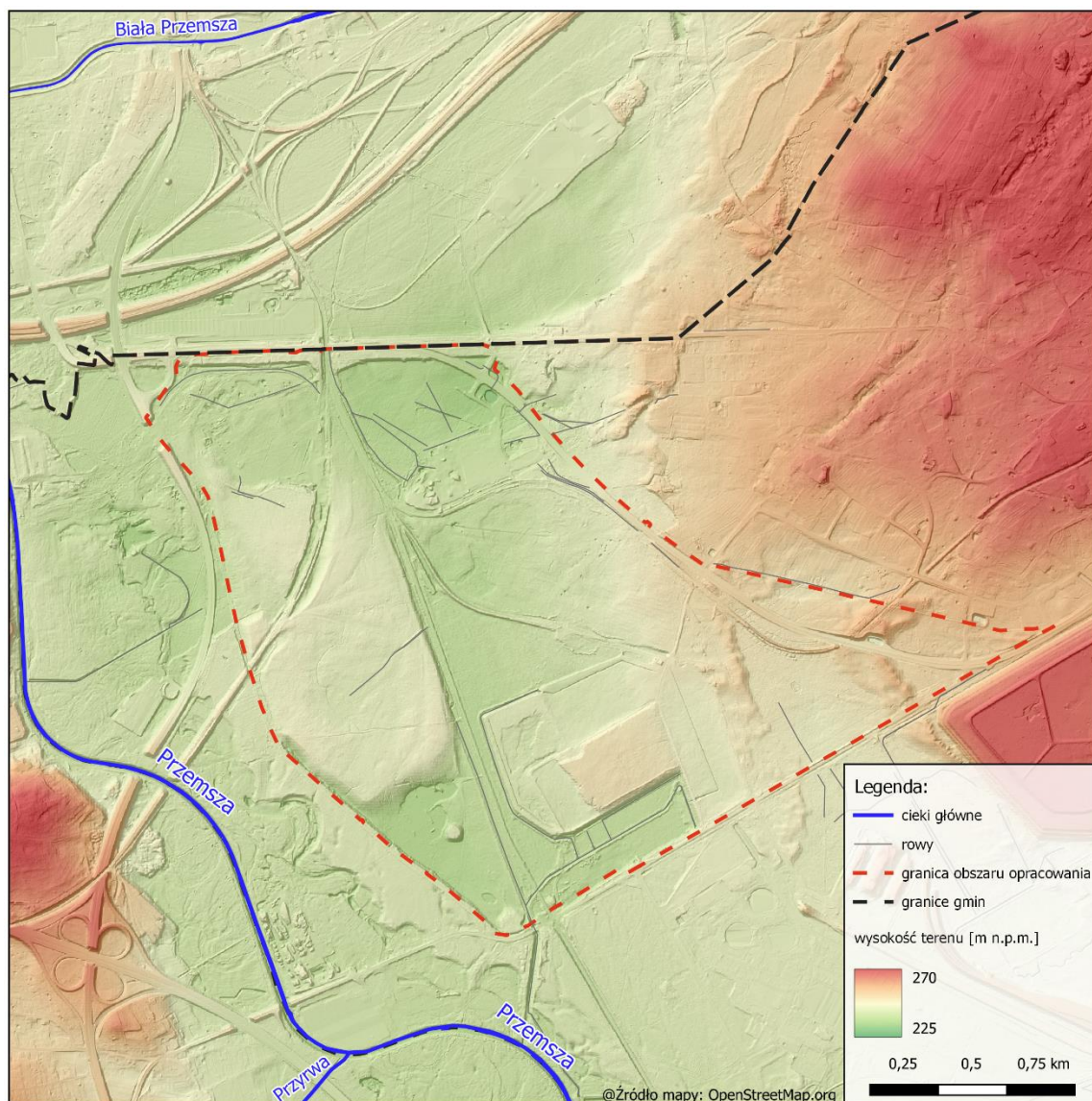
Obszarem opracowania jest Jaworznicki Obszar Gospodarczy (JOG) znajdujący się w obrębie jednostki odwodnieniowej o tej samej nazwie wyznaczonej w opracowaniu [1] pod numerem 14. Granicę JOG-u wyznacza od północy - granica miasta Jaworzno, od południa - ul. Wojska Polskiego, od zachodu - wschodnia obwodnica GOP (droga ekspresowa S1) i ul. Mysłowicka, od wschodu – ul. Obrońców Września 1939 roku wraz z przyległym niewielkim obszarem leśnym. Przedstawiony na poniższej ilustracji (przerywaną linią o kolorze czerwonym) obszar opracowania (JOG) ma powierzchnię ok. 348 ha.



Rysunek 1 Lokalizacja obszaru opracowania na tle granic administracyjnych

## 2.2 Ukształtowanie terenu

JOG jest położony w mezoregionie geograficznym Pagóry Jaworznickie wchodzącym w skład Wyżyny Śląskiej. Jednak w granicach opracowania widoczne jest przede wszystkim ukształtowanie terenu typowe dla równiny rzecznej. W tym przypadku jest to równina tarasy rzecznej rzeki Przemszy. W związku z tym różnice terenu w granicach JOG-u (a co za tym idzie także spadki terenu) są niewielkie. Najwyższy punkt w granicach opracowania jest usytuowany na 260,55 m n.p.m., natomiast najniższy ma wysokość 233,49 m n.p.m. Ponadto, rzeźba terenu jest istotnie przeobrażona przez działalność górniczą. Występują tutaj różnego rodzaju nasypy, hałdy oraz zagłębienia i niecki. Różnica wysokości terenu jest też widoczna przy nasypach kolejowych oraz drogowych.



Rysunek 2 Ukształtowanie terenu na obszarze opracowania



## 2.3 Zagospodarowanie terenu

Aktualnie obszar JOG-u zajmują w zdecydowanej większości lasy (w trakcie wycinki), jednak docelowo zastąpią je obszary przemysłowo-usługowe. W związku z tym na poniższej mapie zaprezentowano zagregowane przyszłe zagospodarowanie (według MPZP „Wojska Polskiego – Północ przyjętego uchwałą nr. XL/524/2022 z dn. 4.03.2022 r.).

Zapisy planistyczne wskazują jednoznacznie na istotną zmianę zagospodarowania terenu – tereny leśne zostaną zastąpione terenami produkcyjnymi, usługowymi i magazynowymi (ok. 287 ha, 82,5% powierzchni) oraz związanymi z nimi drogami, parkingami (ok. 30 ha, 8,6% powierzchni) i obszarami kolejowymi (ok. 6 ha, 1,7% powierzchni). Niewielkie obszary leśne (ok. 7 ha, 2% powierzchni) oraz tereny zieleni i wód powierzchniowych (ok. 18 ha, 5,2% powierzchni) będą umiejscowione na północy, południu oraz wschodzie JOG-u. Dodatkowo, na mapie pokazano także projektowane obszary dróg ustalone w odrębnym opracowaniu [2].

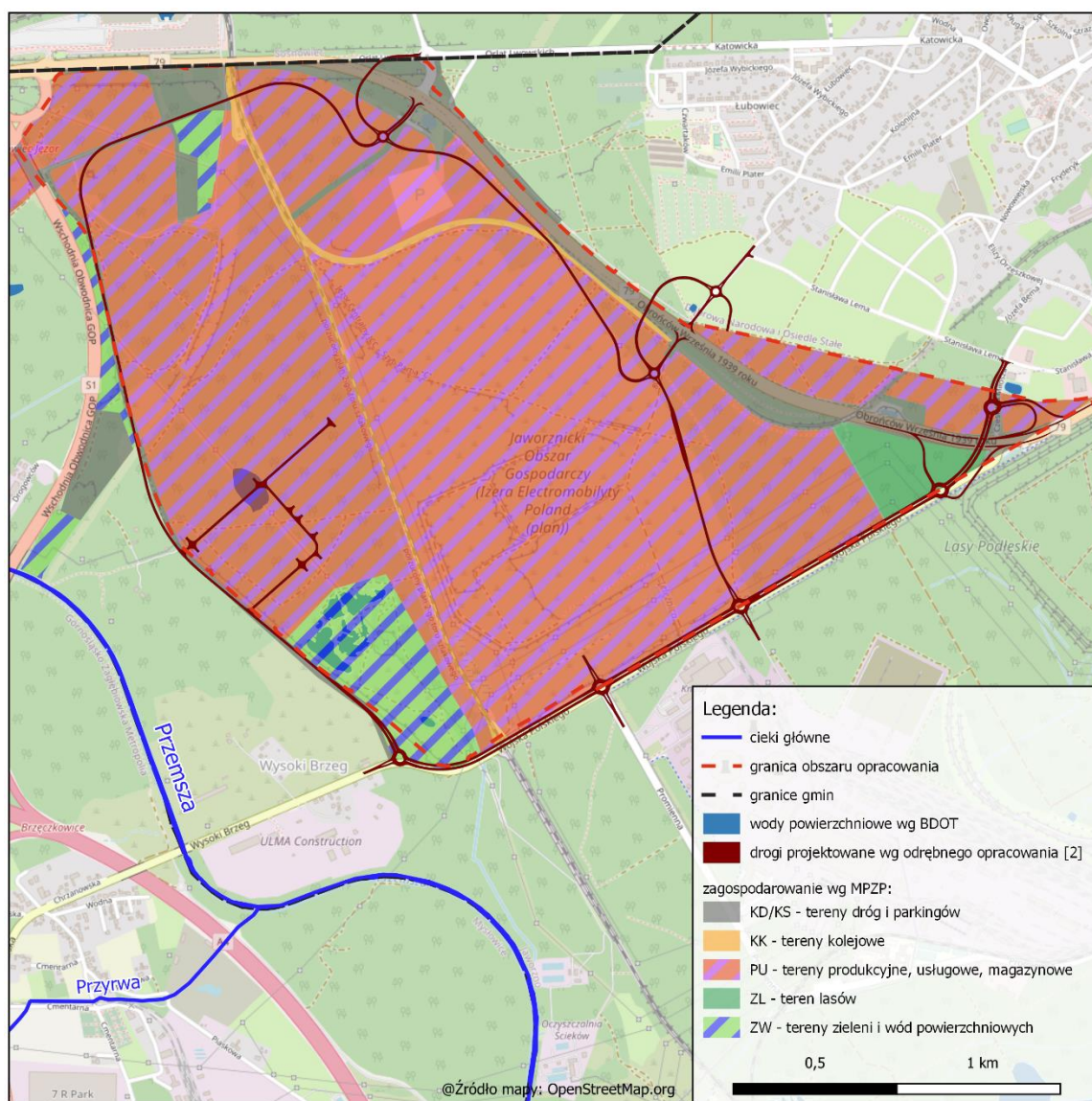
## 2.4 Układ hydrograficzny i istniejący system odwodnienia

Pod względem hydrograficznym Jaworznicki Obszar Gospodarczy (JOG) znajduje się w całości w zlewni rzeki Przemszy, która jest rzeką II rzędu. Przemsza uchodzi do rzeki Wisły około 21 kilometrów na południe od JOG-u. Najbliższa odległość od granicy obszaru opracowania do koryta rzeki Przemszy wynosi od około 350 do 370 metrów. Granice zlewni elementarnych według MPHP dzielą JOG na dwie mniejsze zlewnie:

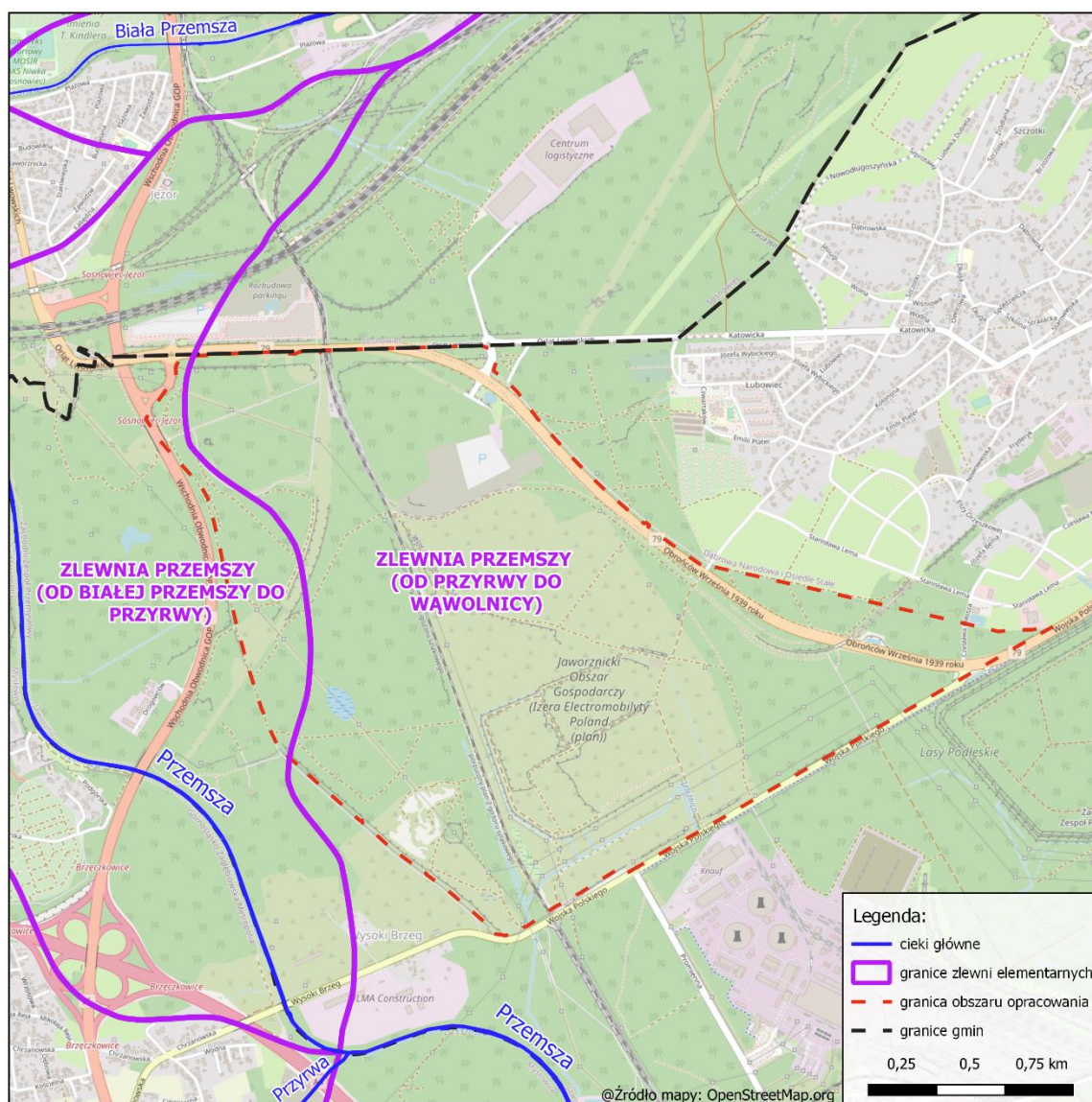
- zlewnię Przemszy od rzeki Białej Przemszy do rzeki Przyrwy (powierzchnia tej zlewni to ok. 26 ha),
- zlewnię Przemszy od rzeki Przyrwy do rzeki Wąwolnicy (powierzchnia tej zlewni to ok. 322 ha).

Ponadto, w granicach JOG-u istnieje nieregularna sieć rowów związanych z odwadnianiem terenów pogórnicznych, leśnych i kolejowych oraz wiele obniżen terenu, w których gromadzą się wody opadowe.





Rysunek 3 Prognozowane zagospodarowanie JOG-u

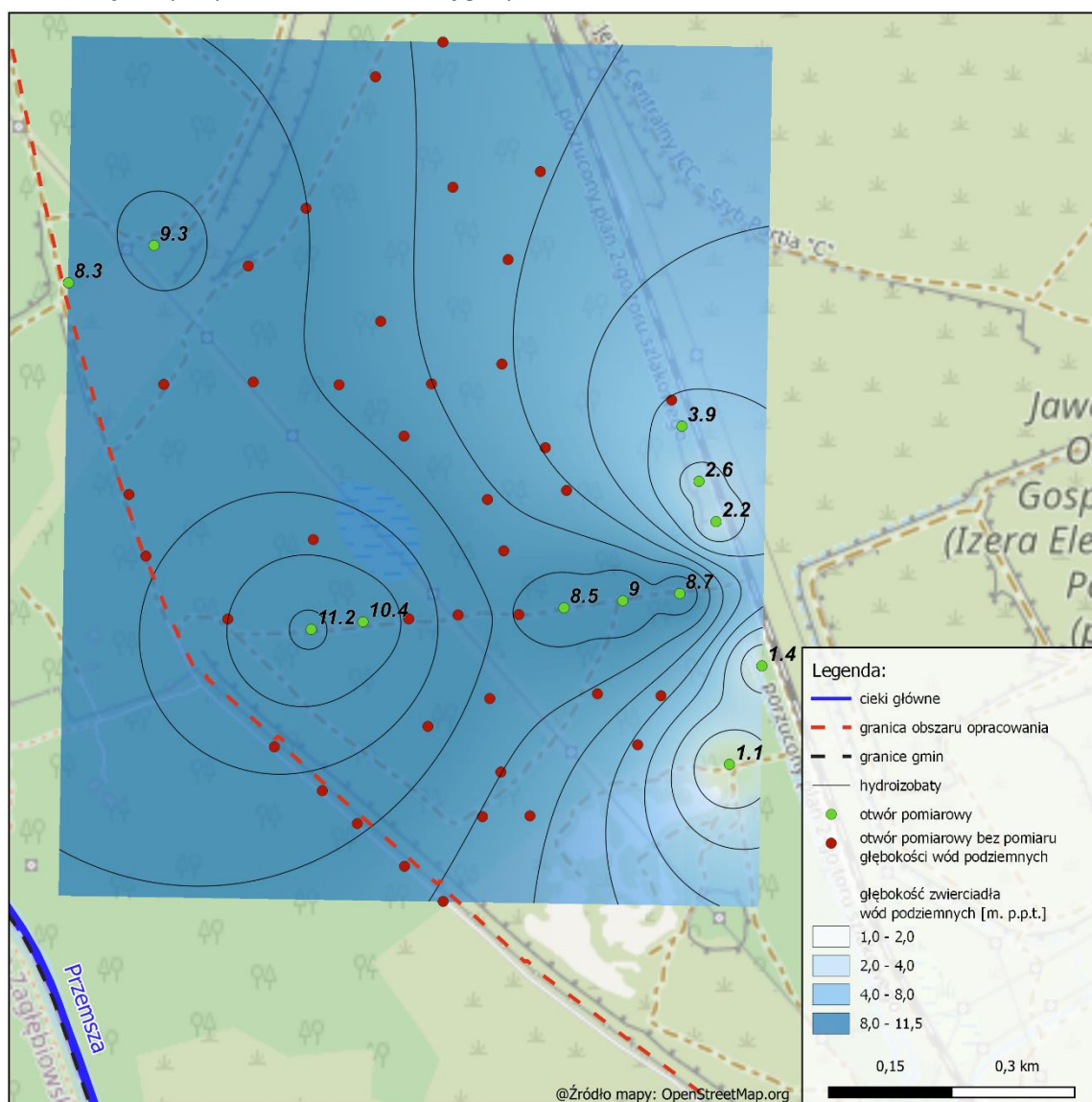


Rysunek 4 Główne ciek i granice zlewni w obrębie JOG-u



## 2.5 Warunki hydrogeologiczne

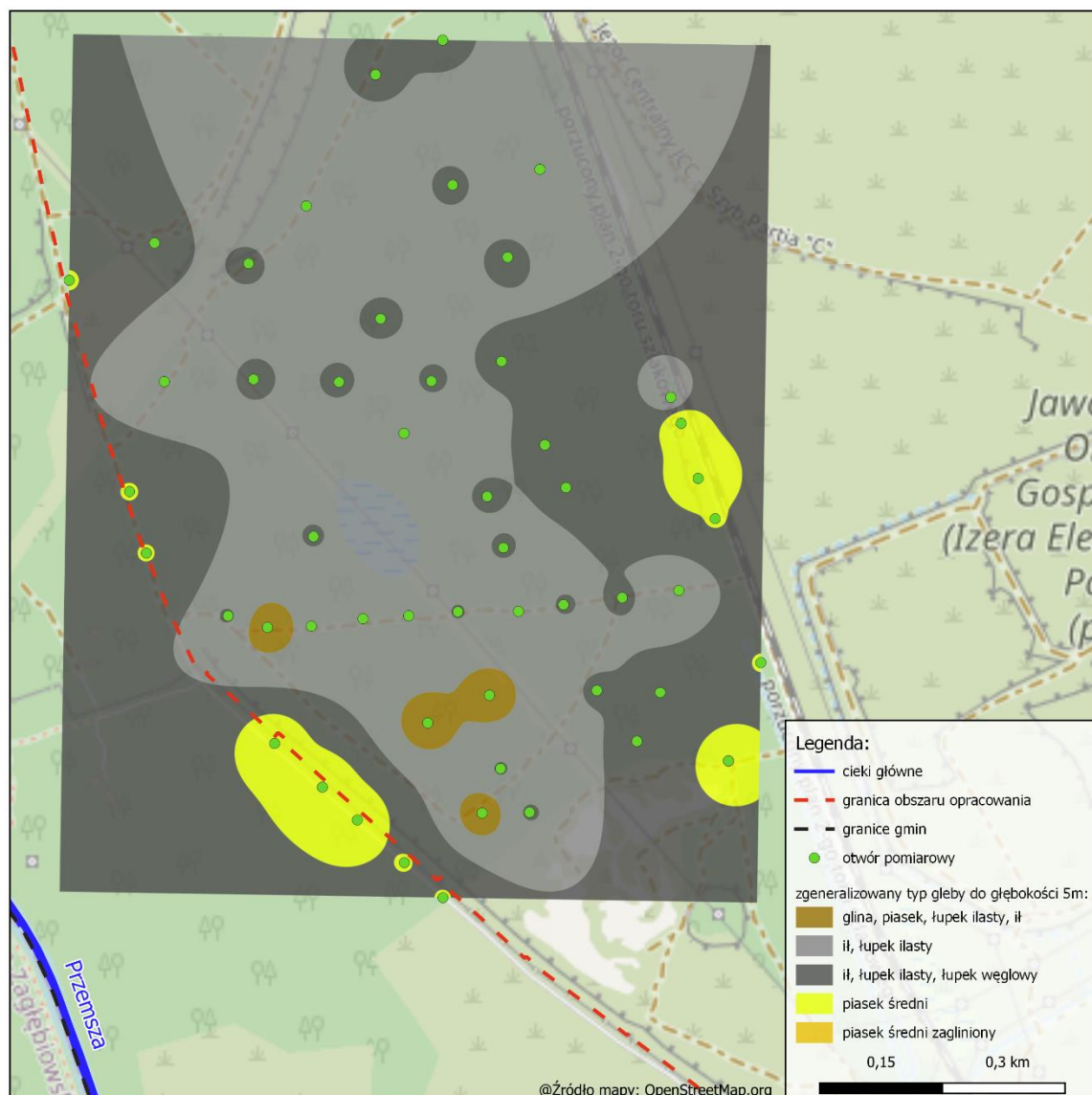
Na części obszaru JOGu poprzez wykonanie odwiertów geologicznych (w ilości 11) zbadane zostały warunki hydrogeologiczne. Na potrzeby opracowania wykonano analizę danych hydrogeologicznych, której wynikiem jest informacja na temat hydroizobat (linii łączących obszary o jednakowej głębokości zwierciadła wód podziemnych) oraz ogólnego zróżnicowania przestrzennego głębokości zwierciadła wód podziemnych. Przedstawione na poniższej ilustracji wyniki analizy wskazują na występowanie na większości obszaru zwierciadła wód podziemnych na głębokości od 8,3 do 11,2 m. Jest to zwierciadło wody napięte powstałe w karbońskich piaskach z domieszką żwiru. Prócz tego w okolicy rowu znajdującego się przy linii kolejowej występuje zwierciadło wód podziemnych na głębokości od 3,9m do 1,1m. W tym przypadku zwierciadło wody jest swobodne, a warstwa wodonośna występuje w czwartorzędowych piaskach z domieszką gliny i żwiru.



Rysunek 5 Głębokość zwierciadła wód podziemnych w części JOG-u

## 2.6 Warunki glebowe

Według danych ze szczegółowej mapy geologicznej Polski w skali 1 :50 000 na obszarze JOG-u znajdują się utwory geologiczne takie jak piaski i żwiry rzeczne tarasów nadzalewowych oraz wodnolodowcowe, na których występują gleby piaszczyste z domieszkami żwirów. Jednak na podstawie wykonanych odwiertów geologicznych (w ilości 51) w części Jaworznickiego Obszaru Gospodarczego można dużo dokładniej wskazać zróżnicowanie przestrzenne typu gleby. Na potrzeby opracowania wykonano analizę danych profili glebowych, których wynikiem jest poniższa ilustracja. Wynika z niej, że do głębokości 5 metrów na większości obszaru występują gleby ilowe, łupki ilaste, łupki węglowe i łąy z domieszkami piasku i gliny. Są to warstwy gleby nasypanej, pod którymi występują czwartorzędowe lub karbońskie piaski (z domieszkami żwiru i gliny). Warstwa nasypu zależnie od głębokości wiercenia sięga do 1-2 metrów lub do 7-12 metrów. W związku z tym w niektórych miejscach na powierzchni występują gleby piaszczyste czwartorzędowe (piasek średni).



Rysunek 6 Rozkład przestrzenny typów gleb do głębokości 5m. w części JOG-u



### 3 Analiza hydrologiczno-hydrauliczna

#### 3.1 Informacje ogólne o modelu

W ramach opracowania został wykonany model matematyczny projektowanego systemu odwodnieniowego. Wykonano szereg symulacji dla różnych prawdopodobieństw i czasów trwania deszczu, o charakterystyce przebiegu zgodnie z wymaganym rozkładem DVWK.

Do budowy zarówno modelu hydrologicznego jak i modelu hydraulicznego hydrodynamicznego kanalizacji i zbiorników zastosowano oprogramowanie Fluidit Storm™.

Zastosowany w badaniach program **Fluidit Storm** firmy FluidIt jest aplikacją przeznaczoną do modelowania hydrologicznego i hydrodynamicznego systemów odwodnienia i retencji (w tym systemu kanalizacji deszczowej), przede wszystkim w układach miejskich, zawierające równocześnie szereg zintegrowanych narzędzi wspierający zarówno przygotowanie danych wejściowych, jak i edycję oraz przygotowanie wyników oraz ich opracowanie graficzne. Jego dużą zaletą jest dobra integracja z systemami GIS oraz przyjazny interfejs. Zapewnia także możliwość prowadzenia analiz porównawczych różnych wariantów rozwiązań przeciwdziałających podtopieniom w jednym modelu.

#### 3.2 Opady miarodajne i kontrolne

##### 3.2.1 Prawdopodobieństwo wystąpienia opadu

Do optymalizacji wymiarów planowanego systemu odwodnienia i sprawdzenia jego warunków pracy zastosowano prawdopodobieństwa rekomendowane przez normę kanalizacyjną PN-EN 752:2017.

Norma PN-EN 752:2017 określa tzw. komfort kanalizacyjny, gdzie określenie „deszczu miarodajnego” wskazuje na opad, przy którym sieć nie powinna podlegać żadnym przeciążeniom. Z kolei „deszcz kontrolny” określa maksymalne dopuszczalne częstotliwości wylania z całego systemu, w odniesieniu do różnych typów skanalizowanej zlewni.

Proponowane prawdopodobieństwa opadów do dalszych prac koncepcyjnych na podstawie ww. normy:

- dla opadu miarodajnego:  $Q_m = 10\%$ ,
- dla opadu kontrolnego:  $Q_k = 3,33\%$ .

Dla weryfikacji zachowania się systemu odwodnieniowego oraz zwymiarowania przepustu pod ul. Wojska Polskiego sprawdzono również działanie systemu odwodnienia na terenie objętym opracowaniem dla lokalnego opadu na terenie JOG o prawdopodobieństwie wystąpienia  $p=1,0\%$ , przy przyjęciu braku powodzi od napływu wód z zewnątrz terenu opracowania.

##### 3.2.2 Ustalenie czasu trwania opadu miarodajnego

W przypadku bardziej zaawansowanych obliczeń i większych obszarów czas koncentracji spływu jest wyznaczany na podstawie długości drogi spływu oraz prędkości spływu powierzchniowego. Dlatego w przypadku analizowanych zlewni czas opadu miarodajnego ustalono na podstawie obliczeń czasu odpływu z najdalszego odcinka zlewni oraz weryfikacji w modelu hydraulicznym.

*Tabela 1 Ustalenie czasu trwania opadu*

| Parametr  | Wartość | Jednostka |
|---|---------|-----------|
| Przybliżona odległość od wylotu do najdalszego punktu sieci | 2850    | m         |
| Średnia prędkość przepływu                                  | 0,8     | m/s       |
| Obliczony czas przepływu                                    | 3563    | s         |
| Obliczony czas przepływu                                    | 59      | min       |

Do dalszych analiz przyjęto deszcz o czasie trwania  $T=60$  minut jako podstawowy analizowany opad. Przyjęty czas trwania opadu jest optymalny również dla weryfikacji warunków pracy zbiorników. Wynika to z czasu napełniania i opróżniania zbiorników, dla których krytyczne wielkości retencji wynikać mogą z różnicy dopływu i odpływu dla dłuższych trwających opadów.

W celu jak najlepszego zrozumienia pracy sieci KD, oprócz scenariuszy dla opadu miarodajnego i kontrolnego, wykonano dodatkowe symulacje dla prawdopodobieństw wystąpienia opadu  $p=20\%$  i  $p=50\%$ .

Aby zapewnić komfort kanalizacyjny w przyszłości na obszarze JOG, przeprowadzono także symulacje hydrodynamiczne dla zaproponowanych rozwiązań koncepcyjnych dla modelu prognozowanych opadów deszczu (natężeń) do roku 2050 dla Jaworzna na podstawie scenariusza zmian klimatycznych.

#### **Przyjęte parametry opadów modelowych**

W poniższej tabeli zestawione zostały scenariusze opadów przeanalizowanych w modelu hydrodynamicznym. Zostały one podzielone na deszcz miarodajny i kontrolny, opady bardziej typowe o częstości wystąpienia 1 raz na 2 lata i 1 raz na 5 lat, opad nawalny, a więc krótki i intensywny zdarzający się 1 raz na 10 lat oraz scenariusze dla prognozowanych natężeń deszczu miarodajnych i kontrolnych do roku 2050. Opad wymagający podczyszczenia dotyczy opadu 15 l/s/ha, który musi zostać podczyszczony w separatorze i osadniku przed wprowadzeniem w grunt lub do wód.

Wysokości opadów o zadanym prawdopodobieństwie otrzymano z atlasu PANDa oraz PANDa 2050 (model prognozowanych opadów deszczu do 2050 roku) dla obszaru inwestycji.

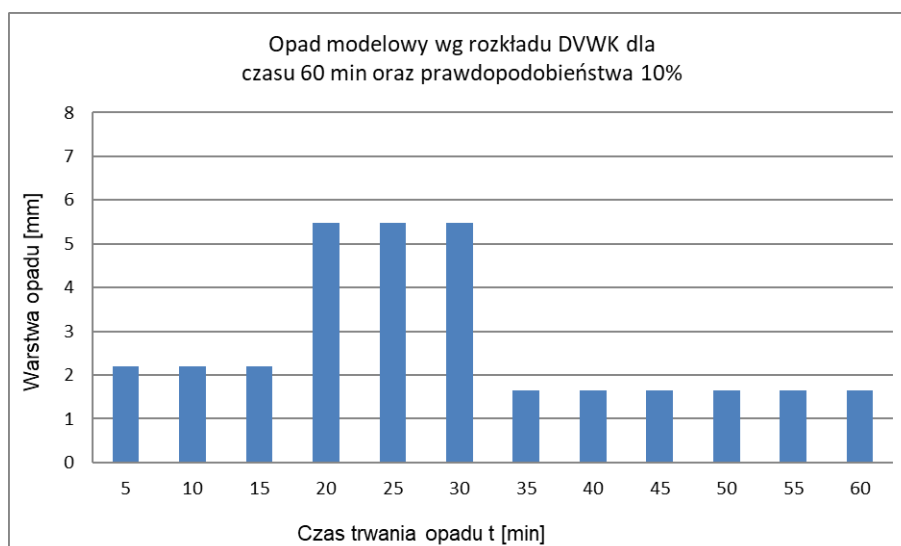
*Tabela 2 Scenariusze opadów modelowych*

| Prawdopodobieństwo przewyższenia opadu [%] | Powrót 1 na (C=) lat | Czas trwania opadu [min] | Wysokość deszczu [mm] | Uwagi   |
|--|----------------------|--------------------------|-----------------------|---|
| -  | -                    | 60                       | 15 l/s/ha* = 5,4 mm   | Opad wymagający podczyszczenia – dobór urządzeń podczyszczających               |
| 10   | 10                   | 30                       | 27,27                 | Opad krótki i intensywny – deszcz nawalny                                       |
| 10   | 10                   | 60                       | 32,85                 | Opad miarodajny   |
| 3  | 30                   | 60                       | 43,48                 | Opad kontrolny - praca sieci i zbiorników w warunkach krytycznych               |
| 50   | 2                    | 60                       | 60,81                 | Opad o częstości 1 raz na 2 lata  |
| 20   | 5                    | 60                       | 77,01                 | Opad o częstości 1 raz na 5 lat   |
| 10 - PANDa 2050                            | 10                   | 60                       | 104,94                | Opad miarodajny dla 2050 roku   |
| 3 - PANDA 2050                             | 30                   | 60                       | 132,09                | Opad kontrolny - praca sieci i zbiorników w warunkach krytycznych dla 2050 roku |

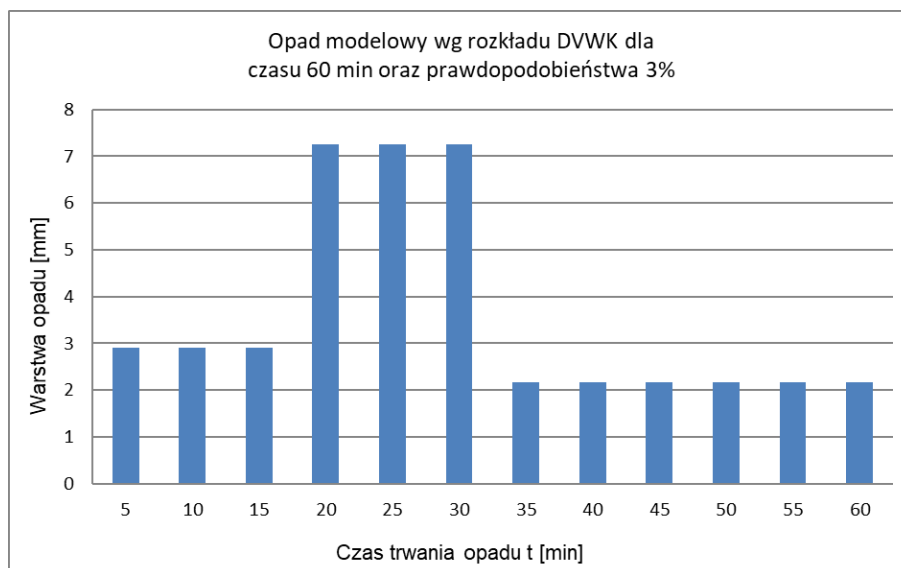
\*zgodnie z rozporządzeniem [4] opad wymagający podczyszczenia

Znaczny wpływ na wielkość chwilowego odpływu z zlewni, oprócz sumy opadu i czasu jego trwania, ma zmienność czasowa natężenia deszczu. Według zaleceń DVWK (niem. Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau) [5] jako rozkład natężenia deszczu należy przyjmować deszcz z maksymalnym natężeniem w połowie czasu jego trwania. W scenariuszu DVWK rozkład sumy opadu w czasie jego trwania rozkłada się następująco: w początkowym czasie, który wynosi 30% trwania opadu, spada 20% całkowitej sumy opadu. W kolejnych 20% czasu spada 50% deszczu, a w jego końcowym etapie, czyli 50% czasu spada 30% całkowitej sumy opadu.

Rozkłady deszczów miarodajnego i kontrolnego przedstawiono graficznie na rysunkach poniżej.

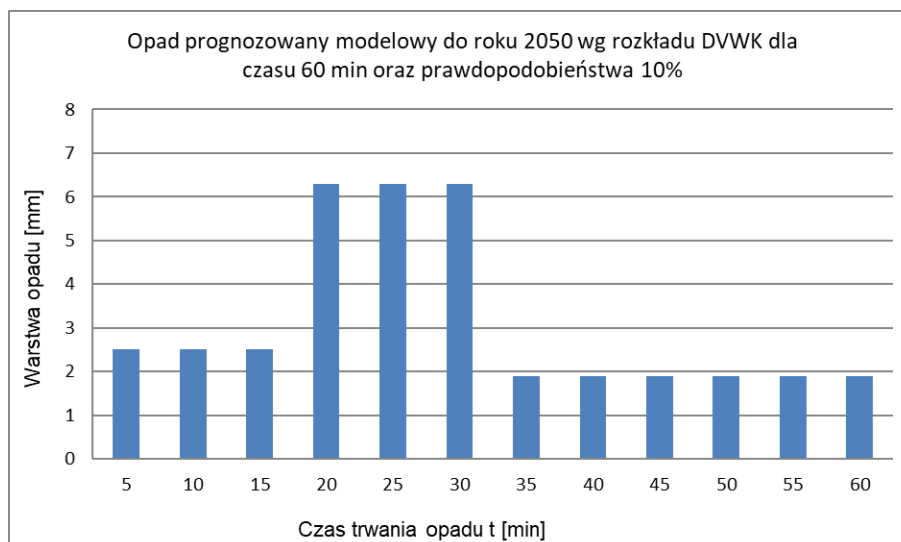


Rysunek 7 Rozkład DVWK deszczu miarodajnego



Rysunek 8 Rozkład DVWK deszczu kontrolnego

Poniżej przedstawiono rozkład deszczu prognozowanego do roku 2050 w celu lepszego zobrazowania różnicy sumy opadu deszczu miarodajnego dla stanu aktualnego oraz dla stanu prognozowanego do roku 2050.



Rysunek 9 Rozkład DVWK dla prognozowanego deszczu miarodajnego do roku 2050

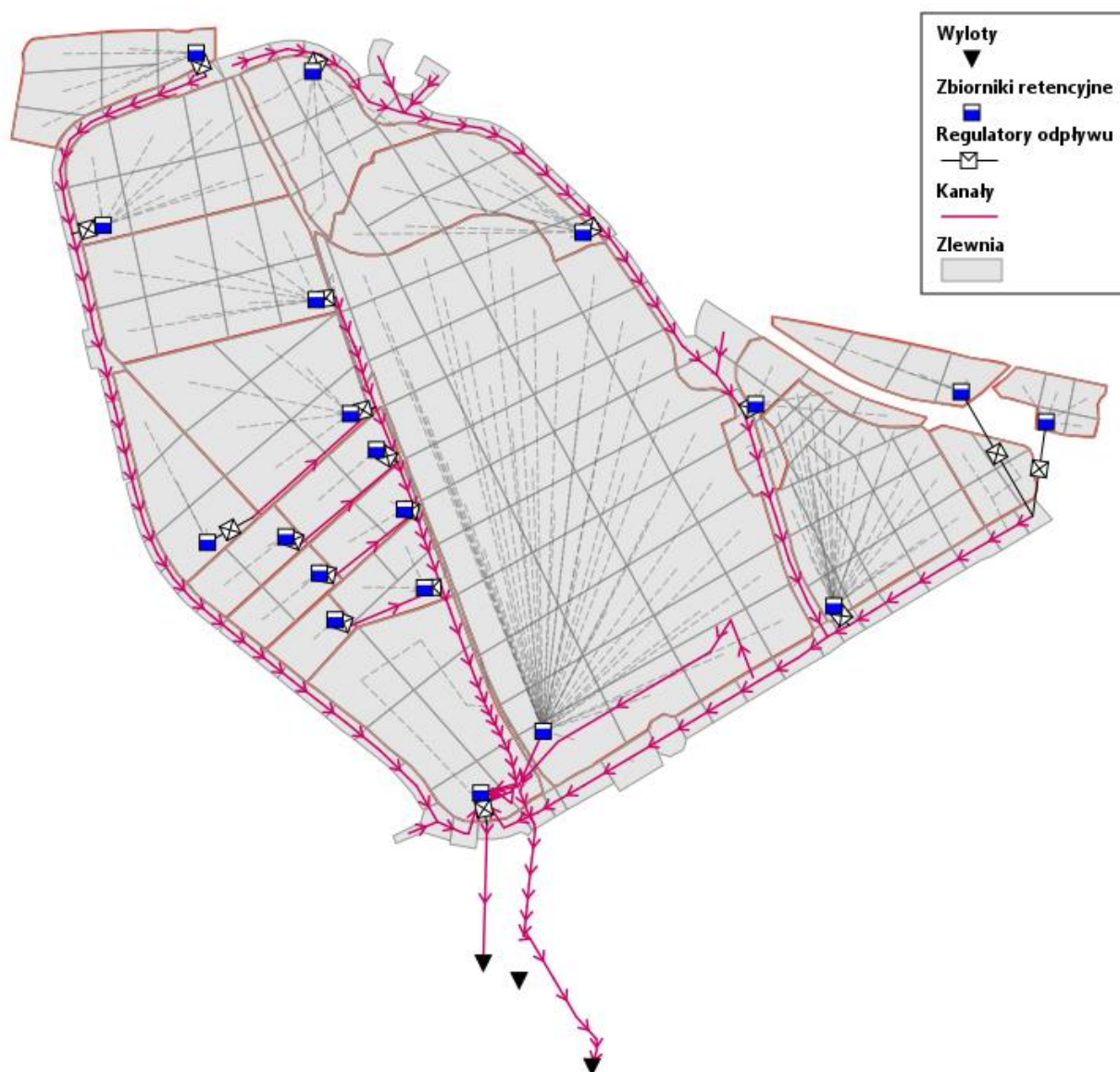
### 3.3 Budowa modelu hydrodynamicznego

Do budowy modelu hydrodynamicznego zlewni JOG wykorzystano m.in. otrzymaną wstępną koncepcję podziału na parcele inwestycyjne wraz z planowanym schematem drogowym [2], aktualny NMT oraz informacje uzyskane od Zamawiającego i dane pozyskane podczas zleconych pomiarów geodezyjnych istniejącego rowu SRK. W pierwszym kroku analizowany teren podzielono na obszary zlewni cząstkowych zgodnie z planowanym zagospodarowaniem i rozkładem parceli oraz planowanego układu drogowego. Wielkość wyznaczonych zlewni waha się od kilkuset metrów kwadratowych do kilku hektarów.

Przyszli inwestorzy mogą zajmować obszar jednej lub kilku zlewni częściowych. Już na tym, wstępnym etapie prac założono, że konieczne będzie ograniczenie natężenia odpływu z przekształcanych terenów, co wymusi retencję (a właściwie detencję, czyli czasowe przetrzymanie) nadmiaru wód opadowych na terenie parceli, a więc na terenie zajmowanym przez przyszłego inwestora. Zlewnie drogowe zostały wydzielone jako niezależne od parceli, gdyż pozostaną one terenami gminnymi i przez gminę będą zarówno uzbrajane, jak i utrzymywane.

Ze względu na możliwość różnorodnego kształtowania się podziału terenów inwestycyjnych założono, że wyznaczany limitu odpływu ze zlewni częściowych powinien odnosić się do jednostki powierzchni tak, by uprościć wyznaczanie tego limitu niezależnie od wielkości parceli zajmowanej przez danego inwestora. Opis metodologii wyznaczania tego limitu i propozycję jego wielkości zawierają kolejne rozdziały.





Rysunek 10 Schemat analizowanego obszaru JOG w modelu hydrodynamicznym

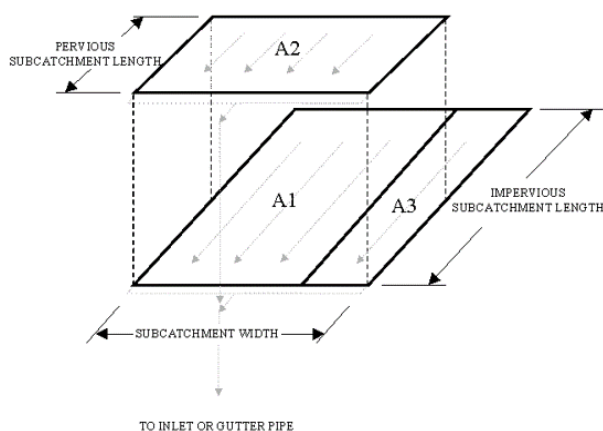
### 3.4 Parametryzacja zlewni częściowych

Przy wykonywaniu symulacji korzystano z zaimplementowanego w programie Fluidit modułu obliczeniowego odpływu EPA SWMM, którego szczegółową charakterystykę można znaleźć np. w podręcznikach [6, 7].

Jednym z najważniejszych parametrów w modelu spływu powierzchniowego jest udział powierzchni uszczelnionej w każdej z wyznaczonych zlewni częściowych. Na potrzeby tego opracowania jako wartość wyjściową przyjęto maksymalne współczynniki zabudowy oraz minimalne obszary zieleni według danych przedstawionych w MPZP na obszarze JOG. Dane przedstawione w MPZP wskazują na znaczny wzrost uszczelnienia terenu i kształtują się na poziomie 85%.

Kolejnym ważnym elementem definiowania parametrów modelu spływu powierzchniowego jest prawidłowe oszacowanie szerokości charakterystycznej spływu. Jest to szerokość wzdłuż której dochodzi do powierzchniowego spływu wód opadowych ze zlewni do pobliskiej rynny przykrawężnikowej lub kanału. Parametr ten jest połączony nieodłącznie z długością drogi spływu powierzchniowego, gdyż

w modelu EPA SWMM w sposób uproszczony każda zlewnia elementarna jest traktowana jako prostokątna (czego idea jest przedstawiona na poniższym rysunku). Wartości szerokości hydraulicznej odczytano w sposób przybliżony z dostępnych podkładów mapowych.



Rysunek 11 Schemat ideowy drogi spływu powierzchniowego w modelu EPA SWMM

W celu zamodelowania strat opadu wynikających z infiltracji wody do gruntu postanowiono zastosować dla wszystkich zlewni model CN opracowany przez SCS (ang. Soil Conservation Service). Szczegółowy opis tego modelu można znaleźć w bogatej literaturze zarówno w języku angielskim jak i polskim (patrz np. [7, 8, 10]). Za stosowaniem tego modelu przemawia możliwość scharakteryzowania infiltracji przy pomocy jednego tylko parametru, czyli numeru krzywej CN. W celu wyznaczenia współczynnika CN należało przypisać rodzaj gleb występujących na analizowanym obszarze, co wykonano w oparciu o mapy glebowe.

Tabela 3 Hydrologiczne klasy gleby (na podstawie [8])

| Grupa | Charakterystyka  | Współczynnik filtracji $k$ ,                    |
|-------|--|---|
| A     | Gleby o małej możliwości powstania odpływu powierzchniowego. Charakteryzują się dobrą przepuszczalnością, wysokimi wartościami współczynników filtracji. Do grupy tej zalicza się głębokie piaski, piaski z niewielką domieszką gliny, żwiry, głębokie lessy.              | $k > 7,6 \text{ mm} \times \text{h}^{-1}$       |
| B     | Gleby o przepuszczalności powyżej średniej, średni współczynnik filtracji. Należą tu: gleby piaszczyste średnio głębokie, płytkie lessy oraz łąy piaszczyste.  | $3,8 < k < 7,6 \text{ mm} \times \text{h}^{-1}$ |
| C     | Gleby o przepuszczalności poniżej średniej. Należą tu: gleby uwarstwione, posiadające wkładki słabo przepuszczalne oraz łąy gliniaste, płytkie łąy piaszczyste, gleby o niskiej zawartości części organicznych, gliny o dużej zawartości części ilastych.                  | $1,3 < k < 3,8 \text{ mm} \times \text{h}^{-1}$ |
| D     | Gleby o dużej możliwości powstawania odpływu powierzchniowego. Przepuszczalność gleby bardzo mała i bardzo niska wartość współczynnika filtracji. Do grupy tej należą gleby gliniaste, gliny pylaste, gliny zasolone, gleby uwarstwione z warstewkami nieprzepuszczalnymi. | $k < 1,3 \text{ mm} \times \text{h}^{-1}$       |

### 3.5 Wstępne obliczenia hydrologiczne

Poniższe dane zostały zestawione przy pierwszej iteracji wymiarowania systemu odwodnienia JOG w celu nakreślenia skali działań niezbędnej do długoterminowego zapewnienia odpowiedniego komfortu odwodnienia tego obszaru. Optymalizacja wymiarowania przeprowadzona zostanie w kolejnych iteracjach na podstawie hydrodynamicznego modelu systemu odwodnienia.

#### Dane wejściowe:

|   |                         |         |        |
|---|-------------------------|---------|--------|
| 1) Powierzchnia obszaru do odwodnienia                            | $A_{całk}$              | ok. 330 | ha     |
| 2) Obecny średni wsp. spływu<br>(tereny zielone)                  | $\Psi_{JEST}$           | 0,05    | -      |
| 3) Prognozowany średni wsp. spływu<br>(zgodnie z wytycznymi MPZP) | $\Psi_{PLAN}$           | 0,85    | -      |
| 4) Obecna powierzchnia zredukowana                                | $A_{redJEST}$           | 16,5    | ha     |
| 5) Prognozowana powierzchnia zredukowana                          | $A_{redPLAN}$           | 280,5   | ha     |
| 6) Natężenie opadu miarodajnego<br>dla $p=10\%$ , $t=60min$       | $q(10\%,60min)_{PANDA}$ | 91,25   | l/s/ha |
| 7) Suma opadu miarodajnego<br>dla $p=10\%$ , $t=60min$            | $P(10\%,60min)_{PANDA}$ | 32,85   | mm     |

#### Ad.6 i 7)

- Czas trwania opadu miarodajnego  $t = 60 min$  wyznaczono na podstawie czasu przepływu w koncipowanym systemie odwodnienia.
- Prawdopodobieństwo opadu miarodajnego  $p=10\%$  przyjęto na podstawie wytycznych normy kanalizacyjnej PN-EN 752:2017.
- Natężenie opadów dla ww. parametrów przyjęto wg Polskiego Atlasu Natężeń Deszczów Miarodajnych (PANDa) dla Jaworzna, którym dysponuje Urząd Miasta Jaworzna.

#### Oszacowanie natężenia i wielkości odpływu dla opadu miarodajnego:

|  |                        |            |         |
|--|------------------------|------------|---------|
| 8) Obecne maksymalne natężenie odpływu       | $Q_{JEST}(10\%,60min)$ | 1,5        | $m^3/s$ |
| 9) Prognozowane maksymalne natężenie odpływu | $Q_{PLAN}(10\%,60min)$ | 25,6       | $m^3/s$ |
| 10) Obecny odpływ                            | $V_{JEST}(10\%,60min)$ | ok. 5 420  | $m^3$   |
| 11) Prognozowany odpływ                      | $V_{PLAN}(10\%,60min)$ | ok. 92 144 | $m^3$   |

Ad. 8 i 9): Wartości te wyznaczono na podstawie formuły racjonalnej, gdzie  $Q = \Psi \cdot A_{red}$

Ad. 10 i 11): Wartości te wyznaczono na podstawie formuły racjonalnej, gdzie  $V = P \cdot A_{red}$

#### Komentarz:

Ilość i natężenie przepływu wód opadowych po zagospodarowaniu JOG dla opadu miarodajnego wzrosło wielokrotnie. Oczywistym jest konieczność zatrzymywania części wód opadowych z terenu JOG. W celu zminimalizowania wpływu odwodnienia tego obszaru na odbiornik zaplanowano szereg obiektów retencyjnych.

Uwaga: wyznaczone maksymalne natężenie przepływu  $Q_{JEST}$  to wartość wyłącznie szacunkowa. Obecne odwodnienie terenu nie jest uporządkowane. Istniejący rów otwarty, równoległy do torów, dzięki częściowej niedrożności jest w dużym stopniu obiektem retencyjnym (patrz kolejne zdjęcie).



*Zdjęcie 1 Istniejący rów otwarty (wzdłuż torów, planowany główny ciąg odwodnienia)  
(po lewej: stan X '21, po prawej: stan III '23)*

## 4 Odbiornik wód opadowych z obszaru JOG

Kwestia ustalenia odbiornika wód opadowych z terenu JOG jest kluczowa dla wymiarowania całego systemu odwodnienia. W ramach tego opracowania rozważane były dwa warianty:

Wariant 1: odwodnienie do rowu SRK i odстойników wód dołowych;

Wariant 2: zrzut do rzeki Przemszy.

### 4.1 Wariant 1: odwodnienie do rowu SRK

W ramach koncepcji przeanalizowano możliwość wykorzystania istniejącego rowu SRK prowadzącego wody dołowe z kopalni do odстойników na terenie elektrociepłowni Jaworzno III jako odbiornika wód opadowych z terenu JOG. Taki wariant byłby bardzo korzystny pod wieloma aspektami:

- zapewnienie dobrej jakości wód do celów chłodniczych w elektrociepłowni, która swoje zapotrzebowanie pokrywa częściowo wodami dołowymi, a częściowo wodami pompowanymi z rzeki Przemszy,
- zmniejszenie obciążenia hydraulicznego rzeki Przemszy,
- optymalizacja kosztów związanych z opłatami zmiennymi dla PGW WP, ze względu na znaczne zmniejszenie ilości wód opadowych odprowadzanych bezpośrednio do odbiornika – taki zrzut miałby miejsce tylko przez przelew awaryjny z rowu SRK.

Ze względu na brak jakichkolwiek danych o geometrii rowu SRK i jego aktualnym obciążeniu hydraulicznym w celu rozpoznania sytuacji w lutym i marcu '23 r. wykonano wizję w terenie oraz inwentaryzację geodezyjną dolnego biegu tego rowu wraz z ujściem do odстойników na terenie elektrociepłowni. Górny odcinek był niedostępny ze względu na zamknięcie obszaru opracowania spowodowane wycinką lasu.

Poniższe zdjęcia przedstawiają dokumentację fotograficzną rowu SRK w kierunku przepływu: od początku odcinka otwartego przy ul. Wojska Polskiego, przez przejście pod linią kolejową i przepust pod ul. Wojska Polskiego po wlot na teren elektrociepłowni Jaworzno III.





*Zdjęcie 2 Początek rowu SRK, wylot z rurociągu tłocznego przy ul. Wojska Polskiego, widok w kierunku napływu (II '23)*



*Zdjęcie 3 Wlot przepustu rowu SRK pod linią kolejową, widok w kierunku odpływu (II '23)*



*Zdjęcie 4 Wylot przepustu rowu SRK pod ul. Wojska Polskiego, widok w kierunku napływu (II '23)*



*Zdjęcie 5 Koniec rowu SRK, wlot do rurociągu dopływowego na odстойniki wód dołowych (II '23)*

Wizja terenowa nie wykluczyła realizowalności wariantu 1, gdyż dolny odcinek rowu SRK biegnie w głębokim korycie, którego przepustowość hydrauliczna zapewniłaby wymagane bezpieczeństwo odwodnienia. Jednak istniejący układ wysokościowy wlotu do odстойników i samych odстойników uniemożliwia przepływ grawitacyjny z terenu JOG do odстойników bez ich pogłębienia.

Najważniejsze rzędne wysokościowe istniejącego układu rów SRK – odстойniki:

|   |                |
|---|----------------|
| dno odстойnika wód dołowych:                            | 238,00 m n.p.m |
| dno rurociągu wlotowego na odстойniki:                  | 238,56 m n.p.m |
| dno rowu SRK przed przepustem pod ul. Wojska Polskiego: | 238,90 m n.p.m |

Najważniejsze rzędne wysokościowe planowanego systemu odwodnienia JOG:

|  |                |
|--|----------------|
| dno planowanego kanału centralnego przed przepustem pod ul. Wojska Pol.: | 238,40 m n.p.m |
| minimalne zagłębienie dna zbiornika centralnego:                         | 237,60 m n.p.m |

Reasumując: realizacja wariantu 1, czyli odwodnienia terenu JOG do rowu SRK nie jest możliwa grawitacyjnie bez przebudowy odстойników na terenie elektrociepłowni Jaworzno III. Ewentualna

budowa pompowni wód opadowych do przetłoczenia wód opadowych ze zbiornika centralnego do rowu SRK zniwelowałaby z dużym prawdopodobieństwem korzyści ekonomiczne wynikające ze zmniejszonych nakładów inwestycyjnych (brak konieczności budowy nowego wylotu). Takie obiekty są też kłopotliwe na etapie eksploatacji, gdyż ich praca jest niezbędna kilka do kilkunastu razy w roku, a muszą być utrzymywane w pełnej gotowości cały czas.

Dokumentację z inwentaryzacji geodezyjnej dolnego odcinka rowu SRK zawiera Załącznik 1.

#### **4.2 Wariant 2: odwodnienie do Przemszy**

Ten wariant jest związany z koniecznością budowy nowego odcinka ujściowego z terenu JOG do Przemszy i ponoszeniem opłat zmiennej i stałej na rzecz PGW WP. Jednak umożliwia on grawitacyjne odprowadzanie wód opadowych i roztopowych z terenu JOG.

Warunki odprowadzania tych wód do Przemszy powinien zdefiniować administrator tego odbiornika, czyli PGW WP. Obecnie trwa wymiana korespondencji z tym organem. Dotychczasową korespondencję zawiera Załącznik 2.

Ze względu na konieczność prowadzenia dalszych prac koncepcyjnych przyjęto założenie neutralności hydrologicznej całej inwestycji. Obszerniejsze wyjaśnienie tego pojęcia zawiera rozdział 5.2. Utrzymanie tego założenia wymaga wyznaczenia obliczeniowego odpływu z obszaru opracowania przy obecnym zagospodarowaniu. Nie jest to zadanie o jednoznacznym wyniku, gdyż przed rozpoczęciem wycinki lasu teren ten miał prawdopodobnie bardzo dużą retencję terenową, co skutkowało niewielkim spływem powierzchniowym do rz. Przemszy. Na podstawie modelowania hydrologicznego oszacowano wielkość tego spływu dla opadu miarodajnego ( $p=10\%$ ,  $t=60\text{min}$ ) na poziomie **ok.  $1 \text{ m}^3/\text{s}$** .

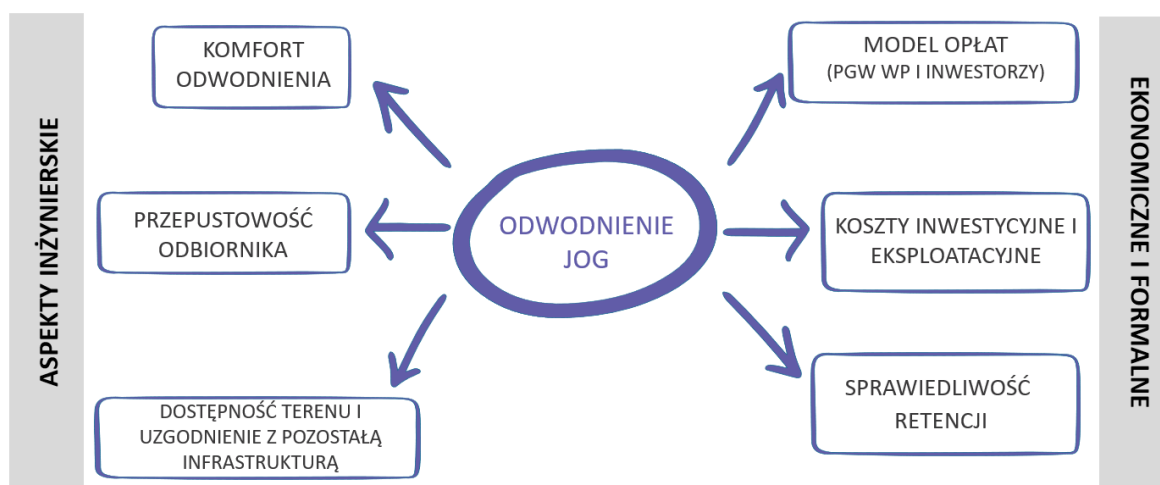
Opis koncepcyjny odcinka ujściowego wraz z wylotem zawiera rozdział 5.4.

## 5 Wariantowe rozwiązania koncepcyjne dla obszaru JOG

W kompleksowym podejściu do koncepcji odwodnienia obszaru JOG można wyróżnić kilka głównych zagadnień, które zostały szerzej opisane poniżej:

- opracowanie zasad odprowadzania wód opadowych i roztopowych z poszczególnych parceli inwestycyjnych oraz wytycznych do wydawania warunków technicznych dla inwestorów,
- rozwiązanie zbiorczego systemu odwodnienia w granicach JOG,
- wskazania do lokalizacji i wstępne sparametryzowanie obiektów retencyjnych w granicach JOG,
- wskazania do lokalizacji i wstępne sparametryzowanie obiektów do podczyszczania wód opadowych.

Dodatkowe aspekty, które należy wziąć pod uwagę oprócz możliwości technicznej realizacji, to koszty inwestycyjne i eksploatacyjne całej inwestycji, a także model opłat związanych zarówno ze zrzutem wód opadowych od poszczególnych inwestorów do zbiorczego systemu odwodnienia, jak i opłat za odprowadzanie wód do odbiornika. Graficzne zestawienie najważniejszych komponentów definiujących kształt przyszłego systemu odwodnienia JOG przedstawia poniższa ilustracja.



Rysunek 12 Najważniejsze warunki brzegowe warunkujące koncepcję odwodnienia JOG

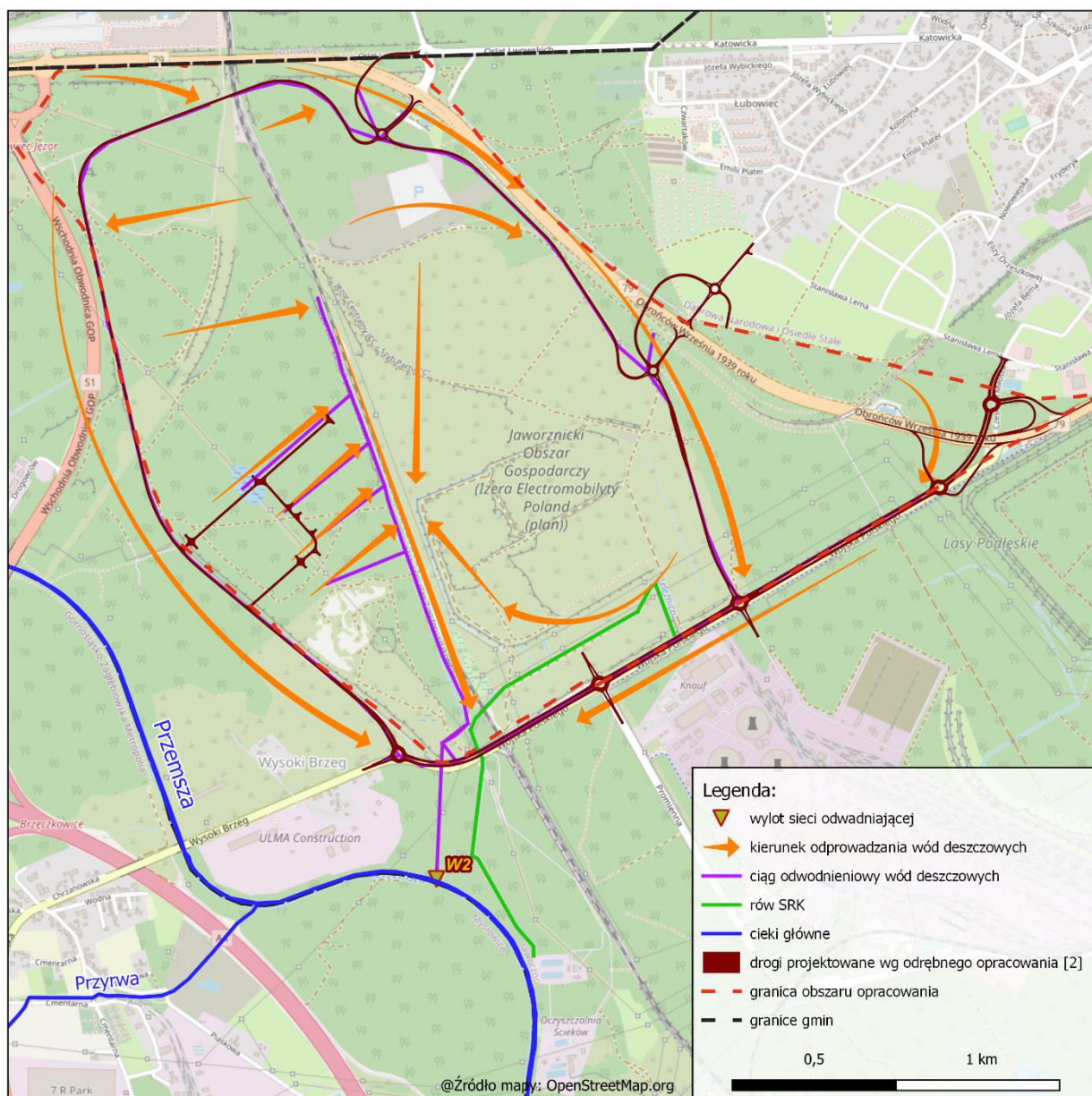
### 5.1 Generalne kierunki odwodnienia

Na kolejnym rysunku przedstawiono szkielet planowanego systemu odwodnienia JOG w odniesieniu do przejętego planu układu drogowego i granic parceli inwestycyjnych przyjętych na podstawie wcześniejszego opracowania [2]. Główne elementy tego systemu odwodnienia to:

- Kanał centralny: planowany jest jako centralny element zbiorczego systemu odwodnienia, po śladzie istniejącego rowu wzdłuż torów kolejowych. Do tego rowu będą odprowadzane wody opadowe z parceli inwestorskich. W celu zwiększenia funkcji retencyjnej rowu zaplanowane zostały przegrody z możliwością regulacji przepływu (szandory lub zastawki), dzięki którym kanał ten będzie pracował zasadniczo jak kaskada zbiorników retencyjnych.
- Kanały retencyjne wzdłuż pasów dróg kołowych: dla odwodnienia drogi kołowej okalającej JOG zaplanowano dwa ciągi odwadniające w postaci rurociągów zamkniętych z przegradami piętrzącymi nadającymi tym rurociągom funkcję retencyjną.
- Zbiornik centralny: zbiornik retencyjny na terenie gminnym, buforujący odpływ z JOG do rzeki Przemszy.



Analiza obecnego ukształtowania terenu wskazuje, że przy przyjętym szkielecie systemu odwodnienia większość obszaru JOG może być odwadniania grawitacyjnie. Ze względu na dużą deniwelację terenu parceli nr 5b, 12 i 13 nie jest możliwe grawitacyjne odprowadzanie wód deszczowych do systemu KD planowanych wzdłuż pasa drogowego bez znacznego poniesienia terenu. Aktualne rzędne terenu na parceli 5b to ok. 238 m n.p.m., gdzie pożądaną rzędną terenu planowanego byłoby ok. 246 m n.p.m. Dla tych trzech parceli na tym etapie koncepcji proponuje się pompowe odprowadzanie wód deszczowych.



Rysunek 13 Proponowane generalne kierunki odwodnienia JOG

Modyfikacją dla tej propozycji może być wyłączenie tych parceli ze zbiorczego systemu odwodnienia JOG. Ostateczna decyzja może być podjęta po pozyskaniu dodatkowych informacji na dalszych etapach inwestycyjnych:



Parcela nr 5b: technicznie wykonalny wydaje się autonomiczny system odwodnienia ze zbiornikiem retencyjno-infiltracyjnym przy północno-wschodniej granicy parceli. Przesłanką do takiej propozycji jest lokalizacja takiego obiektu w administracji MZDiM, po południowej stronie DK nr 79, czyli w bezpośrednim sąsiedztwie tego obszaru, który spełnia swoją funkcję jako odbiornik wód opadowych ze zlewni tej drogi. Do ostatecznego potwierdzenia wykonalności takiego obiektu konieczne jest rozpoznanie hydrogeologiczne w miejscu możliwej lokalizacji zbiornika.

Parcele nr 12 i 13: z technicznego punktu widzenia **możliwa jest realizacja osobnego systemu odwodnienia** dla każdej z tych parceli osobno lub w połączeniu, ze wspólnym kolektorem odprowadzających wody z obszaru tych parceli w kierunku zachodnim, do rzeki Przemszy.

Długość kolektora zbiorczego: ok. 700 m

Średnica: zależna od warunków zrzutu do odbiornika wydanych przez administratora cieku (PGW WP)

Reżim pracy: w pełni grawitacyjny lub z przepompownią np. na granicy parcel, do ustalenia po ustaleniu planu zagospodarowania terenu, gdyż różnica wysokości terenu między parcelą nr 13, a nadbrzeżem rz. Przemszy wynosi mniej niż 1 m, a w odniesieniu do parceli nr 12 ponad 4 m.

## 5.2 Generalne założenia dotyczące retencji

Obszar JOG jest obecnie intensywnie przygotowywany do dalszych inwestycji. Trwają m.in. prace koncepcyjne nad uzbrojeniem terenu, wycinka drzew oraz pozyskiwanie inwestorów. Stąd pilnym zadaniem jest ustalenie jednolitych zasad odwodnienia terenów inwestycyjnych dla całego obszaru JOG.

Oczywistym jest konieczność zatrzymywania części wód opadowych z terenu JOG. Jako generalne założenie przyjęto zasadę "sprawiedliwej retencji", co oznacza równe traktowanie wszystkich inwestorów pod względem wytycznych dotyczących odwodnienia ich parceli oraz konieczność retencji zarówno na terenach inwestorów (prywatnych), jak i gminnych.

Kluczowym do określenia niezbędnej wielkości obiektów retencyjnych założeniem jest ilość i natężenie wód opadowych możliwych do odprowadzenia do odbiornika. Do czasu ewentualnego uzyskania innego stanowiska administratora PGW WP zakłada się wprowadzenie zasady neutralności hydraulicznej nowych inwestycji.

Neutralność hydrologiczna oznacza, że po realizacji prognozowanego zagospodarowania terenu natężenie odpływu wód opadowych nie powinno być wyższe niż obecnie, a jego charakter także nie powinien ulegać zmianie na bardziej niekorzystny dla szerokiego spektrum deszczów. Nieuniknionemu uszczelnianiu terenu każdej większej inwestycji powinna towarzyszyć detencja (opóźnienie) lub retencja (gromadzenie) wód opadowych o takiej wielkości, aby odpływ dla szerokiego spektrum deszczów (scenariuszy opadu) o różnych prawdopodobieństwach i czasach trwania była jak dla sytuacji sprzed inwestycji i nie zwiększał zagrożenia podtopieniami w stosunku do obecnej sytuacji i to zarówno ilościowo, jako suma odpływu, jak i w postaci jednostkowego natężenia odpływu.

Założenia i warunki brzegowe dla retencji na terenie JOG:

- Odpływ wód opadowych i roztopowych z parceli inwestycyjnych musi być dławiony ze względu na zasadniczą zmianę użytkowania terenu, która spowoduje ponad 80-procentowe uszczelnienie obecnie zielonego terenu. Zmiana ta spowoduje wielokrotny przyrost ilości wód opadowych, które ze względu na bezpieczeństwo użytkowania przyszłych obiektów JOG musi być skierowana

w zorganizowany sposób do odbiornika. Odprowadzenie wód z terenu JOG bez ograniczenia natężenia odpływu doprowadziłoby do nieekonomicznie dużych wymiarów odcinka ujściowego rowu lub średnicy kolektora odprowadzającego te wody do odbiornika. Dodatkowo zbyt duży chwilowy odpływ mógłby zwiększać znacząco zagrożenie powodziowe w rejonie wylotu do odbiornika.

- Warunki ograniczenia odpływu z parceli inwestycyjnych powinny być jednolite dla całego obszaru JOG tak, by zapewnić podobne warunki dla wszystkich inwestorów.
- Wielkość limitu odpływu powinna odnosić się do jednostki powierzchni po to, by niezależnie od wielkości parceli inwestycyjnej móc ocenić już na wstępnym etapie inwestycyjnym wielkość i koszty wykonania koniecznej retencji.

Metodyka wyznaczania:

- Na odpływie z każdej zlewni częściowej modelu hydrodynamicznego (patrz poprzedni rozdział) zadano maksymalne dopuszczalne natężenie odpływu wynikające z założenia neutralności hydrologicznej danej zlewni częściowej.
- W serii symulacji dla różnych scenariuszy opadów optymalizowano wielkość tego limitu biorąc pod uwagę m.in.:
  - średnicę rurociągów zbiorczych towarzyszących układowi komunikacyjnemu na terenie JOG,
  - przepustowość kanału centralnego,
  - wielkość retencji wynikającej z założonego limitu odpływu na terenach inwestorów i gminnych,
  - wymiary i maksymalny wydatek kolektora zbiorczego odprowadzającego wody z terenów JOG do odbiornika.

Uwaga: żadnego z ww. kryteriów nie można rozpatrywać i optymalizować osobno. Tworzenie wariantów pokazujących wpływ jednego z nich na całość proponowanego systemu nie jest uzasadnione technicznie, gdyż doprowadzi do nieakceptowalnie dużych zbiorników retencyjnych, zbyt dużych średnic rurociągów zbiorczych (lub konieczności równoległego prowadzenia kilku mniejszych ciągów odwodnieniowych, żeby zapewnić ich wystarczające przekrycie), lub do zbyt dużego wydatku wylotu. Zagadnienia te tworzą system naczyń połączonych.

W poniższej tabeli zestawiono najważniejsze założenia wariantów systemu odwodnienia rozpatrywanych w tej koncepcji, by podsumować dotychczasowe informacje i w kolejnych rozdziałach ograniczyć się do danych technicznych.

Wariant 1: odwodnienie terenu JOG do rowu SRK (patrz też rozdz. 4.1.)

Wariant 2a: odwodnienie terenu JOG do Przemszy, przy pełnym zachowaniu 'sprawiedliwości retencji', tzn. jednolitych warunkach maksymalnego natężenia odpływu ze wszystkich parceli inwestycyjnych.

Wariant 2b: odwodnienie terenu JOG do Przemszy, preferencyjnych warunkach zrzutu dla parceli nr 1 i powiększeniu objętości zbiornika centralnego (ZC).

Tabela 4 Zestawienie najważniejszych zagadnień proponowanych wariantów odwodnienia

| Obiekt należący do systemu KD               | Wariant 1<br>(do rowu SRK)   | Wariant 2a<br>(do Przemszy)   | Wariant 2b<br>(do Przemszy, ZC↑ )                                     |
|---|--|---|---|
| Odbiornik                                   | Wylot do istn. rowu SRK, odpływ wspólnie z wodami dołowymi do odstożników      | Nowy wylot do Przemszy rurociągiem i rowem otwartym.                  |   |
| Zbiorniki inwestorskie                      | Tak, na każdej parceli inwestycyjnej   |   |   |
| Zbiornik centralny                          | V ≈ 2 – 4 tys. m <sup>3</sup>  | V ≈ 6 tys. m <sup>3</sup>   | V ≈ 30 tys. m <sup>3</sup>  |
| Centralny kanał retencyjny                  | Brak możliwości osiągnięcia min. spadku dna                                    | Tak   |   |
| Dodatkowe urządzenia                        | -  | Syfon pod torami kolejowymi 2xDN400, urządzenia podczyszczające       | Syfon pod torami kolejowymi 2xDN1600, urządzenia podczyszczające      |
| Rurociągi retencyjne wzdłuż pasów drogowych | Brak możliwości osiągnięcia min. Spadku dna                                    | Tak, brak różnic względem wariantów                                   |   |
| Podsumowanie wykonalności                   | Wariant technicznie niemożliwy do zrealizowania bez przepompowni wód opadowych | Wariant z odpływem grawitacyjnym technicznie możliwy do zrealizowania | Wariant z odpływem grawitacyjnym technicznie możliwy do zrealizowania |

### 5.3 Obiekty retencyjne

Na terenie JOG przyjęto trzy kategorie obiektów retencyjnych:

- lokalne zbiorniki retencyjne na parcelach inwestycyjnych, dalej jako „zbiorniki inwestorskie”,
- kanały retencyjne wzdłuż pasów głównych dróg kołowych JOGu,
- centralny zbiornik retencyjny (ZC), jako dodatkowy i ostatni bufor przed zrzutem do odbiornika.

#### 5.3.1 Zbiorniki inwestorskie

##### zbiorniki inwestorskie: wariant 2a

Jak wspomniano powyżej, dławienie odpływu wód opadowych i roztopowych powinno obejmować cały system, od poszczególnych parceli inwestorskich po wylot z JOG. Takie założenie umożliwia utrzymanie dopływów maksymalnych do zbiorczej sieci KD na stałym poziomie, pozostawiając inwestorom pewną dowolność w kształtowaniu systemu odwodnieniowego wraz z obiektami retencyjnymi na własnym terenie.

Jako maksymalne dopuszczalne natężenie odpływu wód opadowych i roztopowych dla każdej parceli zaleca się przyjmować na poziomie 2,7 l/s/ha, co **w odniesieniu do powierzchni zredukowanej wynosi 3,2 l/s/ha.**

Dobrowolnie przyjęty przez inwestora wyższy udział powierzchni biologicznie czynnej na danej parceli będzie skutkował mniejszą objętością retencyjną na danej parceli. Odzwierciedla to przykład

obliczeniowy w poniższej tabeli. Dla uproszczenia obliczeń przyjęto współczynnik spływu z powierzchni uszczelnionych  $\Psi=1$ . Obliczenie wielkości retencyjnej według wzoru:

$$V_{ret} = A_{red} * (q_k - q_{max}) * t$$

*Tabela 5 Przykład obliczeniowy wielkości retencji zalecanej przy proponowanym limicie odpływu*

| Dane wejściowe                         |                             | PBC* $\approx$ 15%                  | PBC $\approx$ 30%          |
|--|-----------------------------|-------------------------------------|----------------------------|
| powierzchnia całkowita parceli         | A <sub>całk</sub>           | 10 ha                               |                            |
| powierzchnia zredukowana parceli       | A <sub>red</sub>            | 8,5 ha                              | 7,0 ha                     |
| dopuszczalne natężenie odpływu         | q <sub>max</sub>            | 3,2 l/s/ha (z ha A <sub>red</sub> ) |                            |
| natężenie opadu kontrolnego            | q <sub>k</sub> (90min, 10%) | 43,48 l/s/ha                        |                            |
| czas trwania opadu kontrolnego         | t                           | 60min = 3 600 s                     |                            |
| <b>oszacowanie niezbędnej retencji</b> | <b>V<sub>ret</sub></b>      | <b>1 233 m<sup>3</sup></b>          | <b>1 015 m<sup>3</sup></b> |

\*PBC – powierzchnia biologicznie czynna

Wstępnie dla parceli o powierzchni 10 ha uszczelnionej w 85% należy przewidzieć obiekty retencyjne o objętości prawie 1 250 m<sup>3</sup>. Przy zwiększeniu udziału powierzchni biologicznie czynnej do 30% wielkość niezbędnej retencji dla takiej przykładowej parceli obniża się o prawie 1/5. Na etapie projektu szczegółowego i przy pomocy modelu hydrodynamicznego lokalnego systemu odwodnienia można zoptymalizować tę wartość m.in. przez uwzględnienie retencji kanałowej, infiltracji części tych wód, itp.

Zalecane jest rozdzielanie strumieni wód opadowych czystych (z dachów) i brudnych (z dróg i placów), co pozwoli na potencjalne wykorzystanie zgromadzonej czystej wody opadowej na własne wewnętrzne potrzeby.

Na tym etapie nie wskazuje się sposobu wykonania zbiorników (otwarty lub podziemny), ani reżimu jego pracy (opróżniany grawitacyjnie lub pompowo). Decyzje te powinny zostać podjęte w późniejszych fazach procesu inwestycyjnego, po wstępnym ustaleniu sposobu zagospodarowania i rozmieszczenia zabudowy każdej z parceli inwestycyjnych.



W poniższej tabeli zestawione zostały zalecane sumaryczne wielkości obiektów retencyjnych na poszczególnych parcelach inwestycyjnych, przy ww. założeniach ( $PBC = 15\%$ ,  $q_{\max} = 3,2 \text{ l/s/ha}_{Ared}$ ).

*Tabela 6 Zalecane sumaryczne wielkości obiektów retencyjnych na parcelach inwestorskich*

| Nr parceli | Nawa zbiornika | Objętość retencyjna $V_{ret}$ |
|------------|----------------|-------------------------------|
|            |                | [m <sup>3</sup> ]             |
| 1          | ZB1            | 38 000                        |
| 2          | ZB20           | 7 600                         |
| 2a         | ZB2a           | 1 800                         |
| 3          | ZB3            | 1 200                         |
| 4          | ZB4            | 2 400                         |
| 5a         | ZB5a           | 4 800                         |
| 5b         | ZB5b           | 4 000                         |
| 7a         | ZB7a           | 1 800                         |
| 7b         | ZB7b           | 1 400                         |
| 7c         | ZB7c           | 1 900                         |
| 8a         | ZB8a           | 1 600                         |
| 8b         | ZB8b           | 1 400                         |
| 8c         | ZB8c           | 1 000                         |
| 9          | ZB9            | 7 000                         |
| 10         | ZB10           | 3 300                         |
| 11         | ZB11           | 7 000                         |
| 12         | ZB12           | 5 000                         |
| 13         | ZB13           | 3 600                         |

**zbiorniki inwestorskie: wariant 2b**

W wariantcie 2b jedyną różnicą względem wariantu 2a opisanego powyżej jest wielkość zbiornika inwestorskiego na parceli nr 1, wraz z bezpośrednim połączeniem do komunalnego zbiornika centralnego (szczegółowe informacje w kolejnym podrozdziale).

Propozycja ta zakłada **retencję na parceli nr 1 o wielkości 16 000 m<sup>3</sup>** (sumaryczna objętość systemu retencyjnego na całej parceli). Zmniejszenie retencji sumarycznej na wskazanej parceli powoduje potrzebę przeprowadzenia większej ilości wód deszczowych w jednostce czasu pod torowiskiem kolejowym, aż do wspomnianego komunalnego zbiornika retencyjnego (ZC). Stąd proponowane średnice syfonu po linię PKP:

Syfon z parceli 1 do ZC dla wariantu 2a: 2xDN400

Syfon z parceli 1 do ZC dla wariantu 2b: 2xDN1600

### 5.3.2 Zbiornik centralny

W celu zapewnienia neutralności hydrologicznej, ale też bezpieczeństwa przeciwpowodziowego nowoprojektowanego obszaru przemysłowego zaproponowano komunalny zbiornik retencyjny, który zlokalizowano pomiędzy ul. Wojska Polskiego, torowiskiem kolejowym oraz istniejącymi stawami. W aktualnym wykazie działek ewidencyjnych (stan na 30.03.2023) jest to numer dz. 328, obręb 0165. Zaproponowany podział parceli inwestycyjnych w [2] oznaczony jest numerem 6.

Zgodnie z uchwałą nr XL/524/2022 Rady Miejskiej w Jaworznie z dnia 4 marca 2022 r. w sprawie MPZP „Wojska Polskiego – Północ” w Jaworznie, obszar parceli nr 6 oznaczony jest symbolem Z/W na którym:

- możliwe przeznaczenie terenu to zieleń nieurządzona i wody powierzchniowe;
- dopuszcza się roboty ziemne związane z przystosowaniem terenu do retencjonowania wód opadowych wraz z usytuowaniem niezbędnych urządzeń hydrotechnicznych;
- nakazuje się zachowanie zbiorników wodnych wraz z zapewnieniem im naturalnej obudowy biologicznej.

Oprócz powyższego zgodnie z *Decyzją Prezydenta Miasta Dąbrowy Górniczej WOŚ-II.6220.31.2022.KG.MJ z dn. 22.12.2022 r.* w bezpośrednim sąsiedztwie przedsięwzięcia zlokalizowany jest kompleks antropogenicznych zbiorników wodnych „Zalana Hołda”, która powinna zostać nienaruszona, ze względu na występowanie przedstawicieli gromady płazów oraz gadów i ssaków.

Zaproponowany zbiornik komunalny będzie w najbliższym miejscu oddalony od zbiorników wodnych „Zalana Hołda” o ok. 170 m i nie będzie wywierał negatywnego wpływu na ten obszar.

Poniżej przedstawiono podstawowe wymiary oraz wartości charakterystyczne dla zbiornika komunalnego w dwóch podwariantach.

| ZC: wariant 2a   |                          |
|--|--------------------------|
| Objętość czynna:   | $V_{ret} = 12\ 000\ m^3$ |
| Średnia głębokość:   | $H = 2\ m$               |
| Powierzchnia zwierciadła wody:   | $A = 6\ 000\ m^2$        |
| Maksymalny wypływ z ZC:  | $Q_{max} = ok. 950\ l/s$ |
| Połączenie ze zbiornikiem inwestorskim na parceli nr1 wymaga syfonu 2xDN400. |                          |

| ZC: wariant 2b  |                          |
|---|--------------------------|
| Objętość czynna:  | $V_{ret} = 60\ 000\ m^3$ |
| Średnia głębokość:  | $H = 2\ m$               |
| Powierzchnia zwierciadła wody:  | $A = 30\ 000\ m^2$       |
| Maksymalny wypływ z ZC:   | $Q_{max} = ok. 950\ l/s$ |
| Połączenie ze zbiornikiem inwestorskim na parceli nr1 wymaga syfonu 2xDN1600. |                          |

### 5.3.3 Centralny kanał retencyjny

Położony w centralnej części planowanego obszaru przemysłowego, biegnący z północy na południe kanał retencyjny o niewielkim spadku w dnie oraz z przegrodami piętrzącymi wodę zaproponowano w dwóch wariantach. Jednak niezależnie od wariantu, kanał retencyjny powinien cechować się naturalnym charakterem brzegów o niewielkim ich nachyleniu.

**CKR: wariant 2a**

Podstawowe parametry centralnego kanału retencyjnego na podstawie modelowania hydrodynamicznego:

|                                      |                          |
|--------------------------------------|--------------------------|
| długość kanału                       | 1 375 m                  |
| szerokość w dnie                     | od 4 m do 8 m            |
| nachylenie skarp                     | 1:5                      |
| głębokość kanału                     | od 0,5 m do 1,2 m        |
| ilość zastawek piętrzących           | 5 sztuk                  |
| spadek dna kanału                    | 1,5‰                     |
| objętość retencyjna kanału           | ok. 9 500 m <sup>3</sup> |
| średnice światel zastawek/spustów    | 250x250 mm               |
| przelew awaryjny na wyższe stany wód | tak                      |

**CKR: wariant 2b**

Najważniejszą zmianą względem powyższego wariantu jest zmniejszona szerokość kanału w końcowym jego odcinku, co było możliwe dzięki odprowadzeniu wód opadowych z parceli 1 bezpośrednio do zbiornika komunalnego.

Podstawowe parametry centralnego kanału retencyjnego na podstawie modelowania hydrodynamicznego – poniżej tylko te, które zmieniają się w stosunku do wariantu 2a:

|                            |                          |
|----------------------------|--------------------------|
| szerokość w dnie           | od 4 m do 6 m            |
| objętość retencyjna kanału | ok. 4 500 m <sup>3</sup> |

### 5.3.4 Rurociągi retencyjne

Wszystkie zbiorcze kanały odwadniające zlokalizowane wzdłuż planowanych pasów drogowych w granicach JOG zostały zaplanowane jako kanały retencyjne (rurociągi zamknięte, podziemne) przez przewymiarowanie ich średnic i zastosowanie przegród piętrzących. Dzięki temu możliwe jest uniknięcie tworzenia kilku niewielkich zbiorników retencyjnych w bezpośrednim sąsiedztwie pasów drogowych.

Geometryczna objętość takiego układu wyniesie ok. 6 tys. m<sup>3</sup>. Efektywna objętość retencyjna układu jest zmienna i zależy od stopnia wypełnienia kanałów. Takie podejście zapewnia w rzeczywistości bardzo rozproszoną retencję o znikomej dodatkowej zajętości terenu (w odniesieniu do koniecznego odwodnienia bez dodatkowej funkcji retencyjnej), która w tym przypadku mieści się w granicach planowanego pasa drogowego, bez konieczności zajmowania terenu przeznaczonego dla inwestorów.

Do systemu rur retencyjnych zlokalizowanych wzdłuż ciągów drogowych odprowadzane będą wody deszczowe ze zbiorników retencyjnych, zlokalizowanych na parcelach inwestycyjnych – kierunek odprowadzania przedstawiono w tabeli.

|         | <b>Ciąg komunikacyjny zachodni</b> | <b>Ciąg komunikacyjny wschodni</b> |
|---------|------------------------------------|------------------------------------|
| parcele | 12 i 13                            | 2, 2a, 3, 4, 5a, 5b                |

Należy podkreślić, że zaproponowany układ kanałów retencyjnych nie zapewnia neutralności hydrologicznej zlewni drogowych. „Brakującą” objętość retencyjną zaplanowano w ramach centralnego zbiornika retencyjnego na parceli nr 6.

Uwaga: w czasie ukończenia tej koncepcji (kwiecień/maj 2023 r.) trwają prace nad ustaleniem modelu eksploatacji i opłat dla systemu odwodnienia JOG. W zależności od podjętych w przyszłości ustaleń może okazać się, że w celu optymalizacji opłat za usługi wodne (tu: opłata za usługi wodne za odprowadzanie do wód - wód opadowych lub roztopowych ujętych w otwarte lub zamknięte systemy kanalizacji deszczowej służące do odprowadzania opadów atmosferycznych albo systemy kanalizacji zbiorczej w granicach administracyjnych miast) wnoszonych przez przyszłego gestora tego systemu do zarządcy odbiornika, czyli rz. Przemszy (PGW WP), pożądana będzie modyfikacja systemu odwodnienia zaplanowanego w ramach tej koncepcji. Taka modyfikacja mogłaby polegać np. na infiltracji całości lub części wód opadowych z dróg do gruntu. W celu sprawdzenia wykonalności takiego rozwiązania konieczne są m.in. dodatkowa badania (hydro)geologiczne w potencjalnych lokalizacjach zbiorników retencyjno-infiltracyjnych oraz analiza dostępności gruntów pod takie obiekty.

#### 5.4 Odcinek ujściowy i wylot do odbiornika

W wariantach 2a i 2b przewiduje się wykonanie odcinka ujściowego z terenu JOG do rzeki Przemszy po nowej trasie. Odcinek ten w górnym biegu ze względu na ukształtowanie terenu może być wykonany jako rurociąg zamknięty, by uniknąć zbyt głębokich wykopów otwartych ( $> 6$  m). Z hydraulicznego punktu widzenia średnica DN1200 byłaby wystarczająca dla odprowadzania wód opadowych z terenu JOG. Jednak ze względu na wytyczne dotyczące wymiarowania przepustów (tu: przepust po planowaną rozbudowywaną ul. Wojska Polskiego), zaleca się nawiązanie zamkniętą częścią odcinka ujściowego do wymiarów przepustu, by uniknąć ewentualnych spiętrzeń i cofek.

Najważniejsze dane techniczne nowego **przepustu** pod ul. Wojska Polskiego (na podstawie „Wytycznych obliczania światła drogowych mostów i przepustów hydraulicznych” [3]).

|  |  |
|--|--|
| typ hydrauliczny przepustu:  | niezatopiony                                       |
| długość przepustu  | $L \approx 25$ m                                   |
| prawdopodobieństwo przewyższenia opadu miarodajnego do wymiarowania przepustu:   | 1%   |
| minimalna średnica przepustu:  | DN1600   |
| zalecana średnica przepustu:   | DN2000 (przełazowy)                                |
| maksymalny przepływ obliczeniowy $Q_{max}$   | ok. $2200 \text{ l/s} = 7,92 \text{ m}^3/\text{h}$ |
| <i>(<math>Q_{max}</math> obliczony jako odpływ wód opadowych z terenu JOG dla <math>p=1\%</math>, wypełnienie względne przepustu przy tym odpływie wynosi ok. 49%)</i> |  |

Najważniejsze dane techniczne **odcinka ujściowego** od przepustu do rz. Przemszy

|  |   |
|--|---|
| długość całkowita                        | 336 m   |
| proponowana długość odcinka zarurowanego | 86,5 m  |
| minimalna średnica odcinka zarurowanego: | DN1600  |
| zalecana odcinka zarurowanego:           | DN2000  |
| deniwelacja:                             | 237,75 m n.p.m. (dno za przepustem)<br>237,50 m n.p.m. (dno wylotu) |
| spadek dna:                              | $I=0,8\text{‰}$   |



## 6 Wyniki modelowania hydrodynamicznego

W rozdziale dotyczącym opadów miarodajnych i kontrolnych zestawione zostały scenariusze opadowe przyjęte do modelowania. W poniższej tabeli opisano jakościowo wyniki modelowania dla każdego z tych scenariuszy.

Legenda do tabeli:

Kolumna 1: Prawdopodobieństwo przewyższenia opadu modelowego w danym scenariuszu w [%]

Kolumna 2: Prawdopodobieństwo przewyższenia opadu modelowego w danym scenariuszu wyrażone jako powracające 1 raz na C lat

Kolumna 3: Czas trwania opadu modelowego w danym scenariuszu w [min]

Kolumna 4: Wielkość opadu modelowego w danym scenariuszu wyrażona jako całkowita warstwa opadu w [mm]

Kolumna 5: Skrócony opis wyników modelowania hydrodynamicznego w danym scenariuszu

Interpretacja kolorów:



brak zagrożenia wylaniami, brak przeciążeń hydraulicznych

brak obliczeniowych wylań, system odcinkowo przeciążony hydraulicznie

system odcinkowo przeciążony hydraulicznie, lokalnie występują nadpiętrzenia studzienek

Tabela 7 Opis wyników modelowania dla różnych scenariuszy opadów

| p [%]           | C   | tm [min] | P [mm]                    | Wynik modelowania hydrodynamicznego   |
|-----------------|-----|----------|---------------------------|---|
| [1]             | [2] | [3]      | [4]                       | [5]   |
| -               | -   | 60       | 15<br>l/s/ha* =<br>5,4 mm | Opad wymagający podczyszczenia:<br>– praca całego systemu KD bez nadpiętrzeń,<br>– max poziom wypełnienia zbiorników inwestorskich = 15%  |
| 10              | 10  | 30       | 27,27                     | Opad krótki i intensywny – deszcz nawalny:<br>– praca całego systemu KD bez nadpiętrzeń<br>– częściowo ciśnieniowa praca rurociągów grawitacyjnych wzdłuż ciągów komunikacyjnych<br>– max poziom wypełnienia zbiorników inwestorskich = 73%   |
| 10              | 10  | 60       | 32,85                     | Opad miarodajny:<br>– praca całego systemu KD bez nadpiętrzeń<br>– max poziom wypełnienia zbiorników inwestorskich = 72%  |
| 3               | 30  | 60       | 43,48                     | Opad kontrolny - praca sieci i zbiorników w warunkach krytycznych:<br>– praca całego systemu KD bez nadpiętrzeń<br>– ciśnieniowa praca rurociągów grawitacyjnych wzdłuż ciągów komunikacyjnych<br>– max poziom wypełnienia zbiorników inwestorskich = 96%<br>– max poziom wypełnienia zbiornika komunalnego = 75%   |
| 50              | 2   | 60       | 60,81                     | Deszcz o częstotliwości wystąpienia 1 raz na 2 lata:<br>– praca całego systemu KD bez nadpiętrzeń<br>– max poziom wypełnienia zbiorników inwestorskich = 48%  |
| 20              | 5   | 60       | 77,01                     | Deszcz o częstotliwości wystąpienia 1 raz na 5 lat:<br>– praca całego systemu KD bez nadpiętrzeń<br>– max poziom wypełnienia zbiorników inwestorskich = 60%   |
| 10 - PANDa 2050 | 10  | 60       | 104,94                    | Opad miarodajny dla 2050 roku:<br>– praca całego systemu KD bez nadpiętrzeń<br>– częściowo ciśnieniowa praca rurociągów grawitacyjnych wzdłuż ciągów komunikacyjnych<br>– max poziom wypełnienia zbiorników inwestorskich = 85%<br>– max poziom wypełnienia zbiornika komunalnego = 65%   |
| 3 - PANDA 2050  | 30  | 60       | 132,09                    | Opad kontrolny - praca sieci i zbiorników w warunkach krytycznych dla 2050 roku:<br>– występują nadpiętrzenia w studniach kanalizacyjnych wzdłuż ciągów komunikacyjnych<br>– ciśnieniowa praca rurociągów grawitacyjnych wzdłuż ciągów komunikacyjnych<br>– max poziom wypełnienia zbiorników inwestorskich = 100%,<br>– max poziom wypełnienia zbiornika komunalnego = 80% |

## 7 Wariant rekomendowany

Jako **wariant rekomendowany** do realizacji Zamawiający wskazuje **Wariant 2a**:

W zakresie wyboru odbiornika → odwodnienie do rz. Przemszy

W zakresie obiektów retencyjnych → jednolite warunki dławienia odpływu z parceli inwestycyjnych na całym obszarze JOG na poziomie **3,2 l/s/ha** w odniesieniu do jednostki powierzchni zredukowanej

Poniżej zestawione zostaną najważniejsze parametry wariantu rekomendowanego opisane obszerniej w poprzednich rozdziałach wraz z propozycjami rozwiązań materiałowych.

### 7.1 Komponenty planowanego systemu odwodnienia

#### 7.1.1 Zbiorniki inwestorskie

Dane wejściowe do wymiarowania:

- wielkość poszczególnych zbiorników będzie zależna przede wszystkim od wielkości parceli inwestycyjnej, jej stopnia uszczelnienia ( $\leq 85\%$  zgodnie z zapisami MPZP) i jednostkowego odpływu dławionego (tzw. limit zrzutu)  $q_0 = 3,2 \text{ l/s/ha}$  powierzchni zredukowanej.

Uwaga: wstępne wielkości zbiorników inwestorskich wyznaczone dla ww. parametrów zawiera tabela w rozdziale 5.3.1. Należy traktować je jedynie jako pierwsze przybliżenie, a wymiarowanie zbiornika dla konkretnej parceli przeprowadzić dla uszczegółowionych parametrów.

- natężenia opadów do projektowania należy przyjmować z modelu PANDa dla Jaworzna dla następujących założeń:
  - opad miarodajny – o prawdopodobieństwie  $p_m = 10\%$  ( $C = 1$  raz na 10 lat)
  - opad kontrolny – o prawdopodobieństwie  $p_k = 3,33\%$  ( $C = 1$  raz na 30 lat)
- zalecana metoda wymiarowania zbiorników wg wytycznej DWA-A117
- zalecana wartość współczynnika bezpieczeństwa to  $f_b = 1,2$
- czas opróżniania zbiornika retencyjnego nie może przekraczać 24 godzin; czas opróżniania zbiornika należy oszacować dzieląc objętość zbiornika przez wartość jego dławionego odpływu  $Q_0$ .

Sposób dławienia odpływu:

Zaproponowane zbiorniki inwestorskie powinny detencjonować odpływ ze zlewni, tj. opóźniać odpływ z silnie uszczelnionych parceli inwestorów do odbiornika, co wymaga zastosowania regulatorów przepływu – urządzeń ograniczających natężenia przepływu cieczy w systemie kanalizacyjnym. Każdy z regulatorów wymaga indywidualnego doboru, na podstawie maksymalnej wysokości słupa wody w zbiorniku oraz maksymalnego dopuszczalnego odpływu wód opadowych ze zbiornika. Za prawidłowy dobór urządzeń powinien odpowiadać inwestor, przy założeniu, że otrzyma wytyczne od Gminy Miasta Jaworzno (aktualnego właściciela obszaru JOG) – w szczególności warunki dotyczące maksymalnego możliwego natężenia odpływu ze zbiornika. Ich stan techniczny powinien być okresowo sprawdzany przez eksploatatorów systemu lub niezależną instytucję, w celu zapewnienia prawidłowej pracy systemu kanalizacyjnego.

Zakazuje się realizacji regulatorów w postaci kryz dławiących (np. jako odcinek rury o małej średnicy lub otwór w ścianie zbiornika – wolny lub z zasuwą) ze względu na brak stabilności charakterystyki pracy

urządzenia w przedziale bliskim maksymalnemu dopuszczalnemu urządzenia. Nie zalecane są również regulatory pływakowe ze względu na możliwość roztarowania urządzenia i potencjalne problemy eksploatacyjne związane z zatkanie otworu dławiącego.

Zalecane sposoby dławienia odpływu ze zbiorników to:

- przepompownia z falownikiem, gdy nie jest możliwe grawitacyjne opróżnianie zbiornika retencyjnego do sieci zbiorczej,
- regulatory wirowe ze stali nierdzewnej (pionowe, poziome lub stożkowe): dla zbiorników opróżnianych grawitacyjnie, jako urządzenia o dużym wolnym przelocie, braku ruchomych części, niewymagające zasilania.

Zalecany jest tzw. „mokry” montaż regulatorów w studni zlokalizowanej w miejscu uzgodnionym z gestorem sieci zbiorczej.

### 7.1.2 Zbiornik centralny (ZC)

#### Główne parametry zbiornika:

|                                |  |
|--------------------------------|--|
| Objętość czynna:               | $V_{ret} = 12\,000\text{ m}^3$         |
| Średnia głębokość:             | $H = 2\text{ m}$                       |
| Powierzchnia zwierciadła wody: | $A = 6\,000\text{ m}^2$                |
| Maksymalny wypływ z ZC:        | $Q_{max} = \text{ok. } 950\text{ l/s}$ |

#### Wytyczne projektowe:

Zaleca się wykonanie zbiornika retencyjnego o małym nachyleniu skarp, zróżnicowanym kształcie zbliżonym do naturalnego zbiornika wodnego oraz o nieregularnej rzędnej dna, tak, aby zbiornik był w najgłębszej części zbiornikiem mokrym. Skarpy powinny mieć nachylenie 1:5 lub nawet 1:8 i być porośnięte trawą. Zbiornikowi centralnemu powinny towarzyszyć nasadzenia roślinności - w zależności od lokalizacji należy zastosować roślinność hydrofitową oraz taką, która dobrze sobie radzi w środowisku okresowo zalewanym i okresowo suchym. Zbiornik o tak niewielkich nachyleniach skarp i małej głębokości nie powinien mieć zbędnych elementów infrastruktury towarzyszącej, jak np. barier, elementów betonowych na skarpach, a charakteryzować się formą zbliżoną do naturalnej.

#### Dławienie odpływu ze zbiornika:

Zgodnie z opisaną we wcześniejszych rozdziałach zasadą sprawiedliwej retencji konieczne jest również w tym przypadku dławienie odpływu ze zbiornika do wartości  $Q_{max}$ . Ze względu na relatywnie wysoką wartość  $Q_{max}$ , na tym etapie nie podaje się konkretnego typu regulatora ani sposobu jego montażu, gdyż są one ściśle powiązane ze sposobem ukształtowania czaszy zbiornika i kanału ujściowego, szczególnie na odcinku odpływowym ze zbiornika.

Możliwe lokalizacje urządzenia dławiącego: np. wylot ze zbiornika lub komora na odcinku odpływowym.

### 7.1.3 Centralny kanał retencyjny

Podstawowe parametry centralnego kanału retencyjnego na podstawie modelowania hydrodynamicznego:

|                  |               |
|------------------|---------------|
| długość kanału   | 1 375 m       |
| szerokość w dnie | od 4 m do 8 m |
| nachylenie skarp | 1:5           |



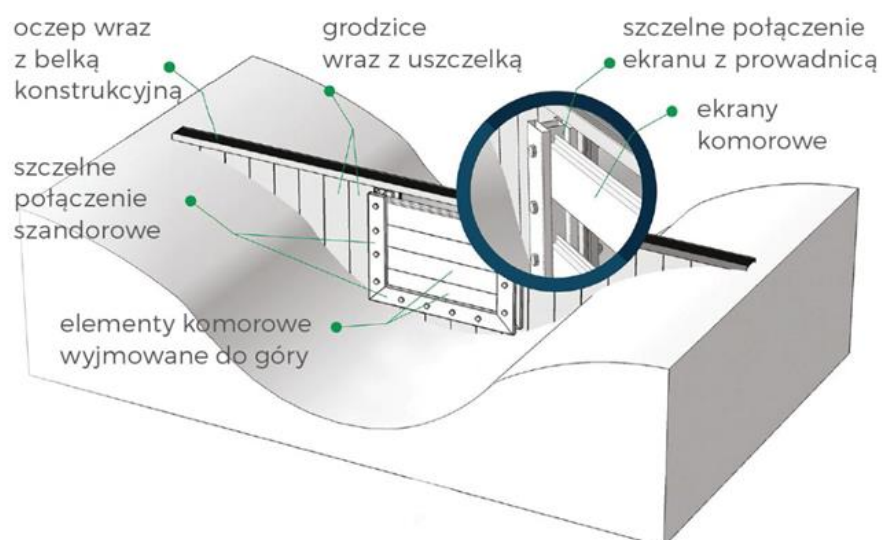
|  |                   |
|--|-------------------|
| głębokość kanału                       | od 0,5 m do 1,2 m |
| ilość zastawek piętrzących             | 5 sztuk           |
| obliczeniowe piętrzenie na zastawkach: | $\leq 0,6$ m      |
| spadek dna kanału                      | 1,5‰              |

|                                   |                          |
|-----------------------------------|--------------------------|
| objętość retencyjna kanału        | ok. 9 500 m <sup>3</sup> |
| średnice światel zastawek/spustów | 250x250 mm               |

Wytyczne projektowe:

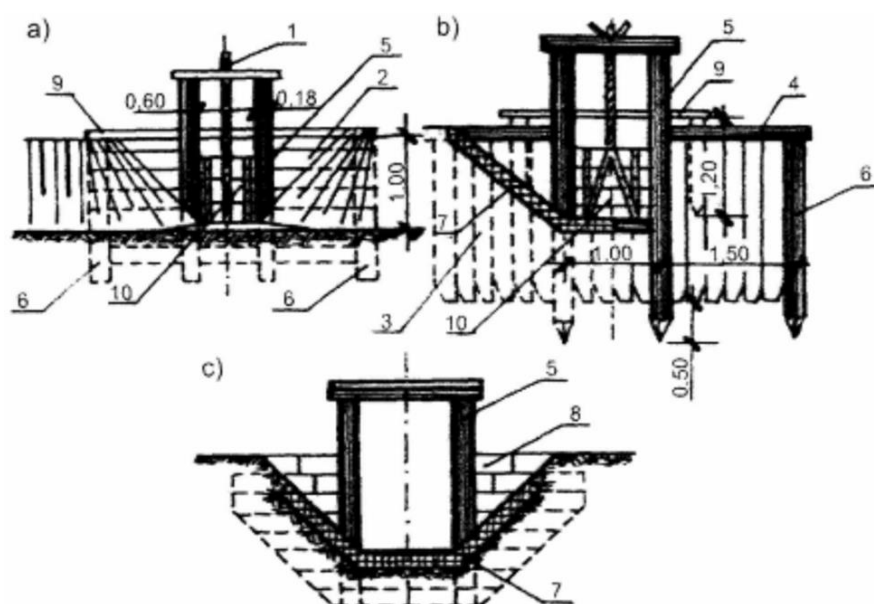
Ostateczne rozwiązanie sposobu realizacji zastawek należy zaplanować na etapie projektu budowlanego i wykonawczego, po rozpoznaniu warunków gruntowych i ustaleniu szczegółów wykonania koryta centralnego kanału retencyjnego. Zalecane na tym etapie rozwiązania to:

- 1) wykonanie zastawek piętrzących z wykorzystaniem konstrukcji stosowanych w tworzeniu małej retencji, również korytowej, na bazie grodzic winylowych lub hybrydowych.



Rysunek 14 Schemat poglądowy zastawki małej retencji z profili komorowych (źródło: [11])

- 2) wykonanie tradycyjnego jazu zastawkowego w postaci ścianki drewnianej lub kamiennej



Rysunek 15 Schemat poglądowy jazu drewnianego zastawkowego (źródło: [12])

#### 7.1.4 Rurociągi retencyjne

W poniższej tabeli zestawiono najważniejsze dane techniczne obydwu ciągów odwadniających wzdłuż pasów drogi kołowej na terenie JOG.

Legenda do tabeli:

- Kolumna 1: ciąg komunikacyjny wokół JOG, którego dotyczą zestawione wartości
- Kolumna 2: sumaryczna długość wszystkich odcinków sieci KD w danym ciągu komunikacyjnym
- Kolumna 3-6: suma długości ciągów odwodnieniowych realizowanych jako rurociągi pojedyncze o wskazanych średnicach nominalnych
- Kolumna 7: suma długości ciągów odwodnieniowych realizowanych jako dwa równoległe rurociągi KD o średnicy DN1000
- Kolumna 8: zalecana minimalna liczba przegród w kanałach KD

Tabela 8 Zestawienie sumarycznych długości sieci wraz ze średnicami

| Ciąg komunikacyjny | Sumaryczna długość KD | DN400 | DN500 | DN600 | DN800 | DN1000 | 2xDN1000 | Minimalna liczba przegród |
|--------------------|-----------------------|-------|-------|-------|-------|--------|----------|---------------------------|
|                    | [m]                   | [m]   | [m]   | [m]   | [m]   | [m]    | [m]      | [szt.]                    |
| 1                  | 2                     | 3     | 3     | 4     | 5     | 6      | 7        | 8                         |
| zachodni           | 2 853                 | 81    | 86    | 83    | 488   | 2 115  | -        | 10                        |
| wschodni           | 4 541                 | 299   | 285   | -     | 970   | 612    | 2375     | 18                        |
| Suma               | 7 394                 | 380   | 371   | 83    | 1 458 | 2 727  | 2 375    | 28                        |

Wzdłuż ciągu komunikacyjnego zachodniego przewidziano przegrody z otworami dennymi o średnicach od DN300 do DN600, w celu jak najlepszego wykorzystania retencji kanałowej. Wzdłuż ciągu wschodniego przewidziano otwory denne o średnicach od DN300 do DN400.



*Rysunek 16 Widok kanału retencyjnego z przegrodą wyposażoną w otwór denny i przelew (źródło: materiały producenta)*

Uwaga: jeśli w czasie rozbudowy JOG odwodnienie parceli 5b, 12 i 13 (patrz koniec rozdz. 5.1) nie zostanie włączone do zbiorczego systemu odwodnienia i np. parcele te będą budowały własne systemy odwodnienia z wylotami np. do rz. Przemszy, można zoptymalizować powyższe parametry obydwu ciągów odwodnieniowych.

Już na tak wczesnym etapie inwestycyjnym należy podkreślić wagę jakości materiałów ustalanych ostatecznie na etapie projektów szczegółowych:

- Zalecany materiał rurociągów jest PEHD zgodne z PN-EN 13476-2 typ A-2 lub PN-EN 1852-1- rury kielichowe z uszczelką osadzoną w gnieździe kielicha lub boscami łączone metodą spawania ekstruzyjnego dwustronnego.
- Rury powinny być wykonane z jednolitego materiału PEHD, czyli polietylenu wysokiej gęstości bez dodatków innych tworzyw sztucznych, nie karbowane.
- Rury muszą spełniać wymagania wytrzymałościowe minimum 10 kN/m<sup>2</sup> wg ISO 9969.
- Przegrody piętrzące stosowane do uzyskania retencji kanałowej powinny być również wykonane z PEHD jako płaskie monolityczne, wzmocnione elementami stalowymi zabezpieczającymi przed przekroczeniem wartości krytycznych wskutek parcia wody w kolektorze.
- Przegrody piętrzące umiejscowione będą na kolektorach w miejscach i z powierzchnią otworów zgodnych z modelem hydrodynamicznym przedmiotowej zlewni. Przegrody piętrzące muszą zapewniać możliwość korekty otworów przepływowych w czasie eksploatacji.
- Przegrody powinny być zainstalowane w kolektorze w sposób trwały i gwarantujący przeniesienie obciążeń wynikających z parcia wody zgromadzonej w kolektorze.

### 7.1.5 Odcinek ujściowy i wylot do odbiornika

Na odcinek ujściowy składają się następujące elementy:

1) **wylot ze zbiornika centralnego** pod przepustem pod ul. Wojska Polskiego

|                   |   |
|-------------------|---|
| długość całkowita | ok. 31 m  |
| typ przewodu      | rurociąg zamknięty na całej długości lub przynajmniej w początkowym biegu, jako realizacja odpływu ze zbiornika centralnego, dalej możliwy też jako rów otwarty |
| zalecana średnica | DN1200  |

Uwaga 1: jedną z możliwości realizacji dławienia odpływu ze zbiornika retencyjnego jest komora na zarurowanym odcinku wylotowym z zamontowanym w niej urządzeniem dławiącym.

Uwaga 2: aby w przyszłości umożliwić ewentualne przekierowanie wód dołowych prowadzonych rowem SRK obecnie na terenie elektrociepłowni, zaplanowano odcinek odwodnienia łączący rów SRK z wylotem ze zbiornika centralnego. Ostateczna decyzja o formie tego odcinka (rów otwarty/rurociąg zamknięty) powinna zostać podjęta na późniejszym etapie inwestycyjnym po poznaniu choćby wstępnych założeń dotyczących ilości przekierowywanych wód. Na tym etapie wstępnie zaproponowano rurociąg zamknięty o średnicy DN1000 z włączeniem do odcinka wylotowego ze zbiornika centralnego za komorą regulatora, a przed planowanym przepustem. Ze względu na brak wystarczająco szczegółowych danych o obecnym i planowanym ukształtowaniu terenu nie można wykluczyć, że odcinek ten będzie musiał być wyposażony w syfon do uniknięcia kolizji z rurociągiem oprowadzającym wody opadowe z rurociągów retencyjnych odwadniających wschodni ciąg komunikacyjny. W takim przypadku należy dążyć do uprzedniego rozstrzygnięcia kwestii poruszanej na końcu rozdziału 5.3.4, czyli ostatecznego ustalenia odbiornika wód opadowych z ciągów komunikacyjnych (rz. Przemsza, grunt).

2) **przepust** pod ul. Wojska Polskiego (na podstawie „Wytycznych obliczania świateł drogowych mostów i przepustów hydraulicznych” [3])

|  |                      |
|--|----------------------|
| typ hydrauliczny przepustu:  | niezatopiony         |
| długość przepustu  | $L \approx 30$ m     |
| prawdopodobieństwo przewyższenia opadu miarodajnego do wymiarowania przepustu:   | $p = 1\%$            |
| zalecana średnica przepustu:   | DN2000 (przetłazowy) |
| maksymalny przepływ obliczeniowy $Q_{max}$   | ok. 2200 l/s         |
| <i>(<math>Q_{max}</math> obliczony jako odpływ wód opadowych z terenu JOG dla <math>p=1\%</math>, wypełnienie względne przepustu przy tym odpływie wynosi ok. 49%)</i> |                      |

3) **odcinek ujściowy** od przepustu do rz. Przemszy

|  |   |
|--|---|
| długość całkowita                        | 336 m   |
| proponowana długość odcinka zarurowanego | 86,5 m  |
| zalecana odcinka zarurowanego:           | DN2000  |
| deniwelacja:                             | 237,75 m n.p.m. (dno za przepustem)<br>237,50 m n.p.m. (dno wylotu) |
| spadek dna:                              | $I=0,8\text{‰}$   |



ad. 1) Ten odcinek na profilu wysokościowym zaproponowano do realizacji jako odcinek zarurowany. Nie jest konieczne stosowanie profilu zamkniętego na całym odcinku. Ze względu na konstrukcję wylotu ze zbiornika centralnego w kierunku odpływu i planowaną możliwość jego odcięcia w formie zastawki proponujemy wykonanie przynajmniej początkowego biegu tego odcinka w formie rurociągu zamkniętego DN1200, np. na długości 50 m. Pozostała część tego odcinka może być wykonana w postaci rowu otwartego.

ad. 3) Ze względu na brak informacji o dostępności terenu oraz charakterystyce warunków gruntowych, we wstępnym etapie koncepcji zaproponowano zarurowany odcinek ujściowy, jednakże nic nie stoi na przeszkodzie, aby był to rów otwarty, który spełniał będzie warunki przepustowości zaproponowanego odcinka zarurowanego. Należy jednak wziąć pod uwagę, iż w przypadku wyboru takiego rozwiązania istniejący teren należy obniżyć o ok. 6 m, co przy szerokości dna ok. 1 m warunkuje szerokość w koronie – potrzeba minimum 25 m. Podsumowując, otwarty rów w odcinku ujściowym, będzie wymagał większej dostępności terenu, jednakże będzie wariantem mniej kosztownym pod względem wykonawstwa.

Ze względu na bardzo mały spadek dna całego odcinka ujściowego oraz znaczną przepustowość, również na jego wylotowym odcinku do rz. Przemszy nie ma konieczności wykonywania hydrotechnicznych konstrukcji, o ile takie wymaganie nie zostanie jednoznacznie sformułowane przez zarządcę odbiornika.

## 7.2 Urządzenia podczyszczające

### Podstawowe założenia dotyczące podczyszczania wód opadowych na terenie JOG:

- Podczyszczanie wód opadowych i roztopowych odprowadzanych z poszczególnych parceli inwestycyjnych będzie odbywać się na ich obszarze. Rodzaj i wielkość urządzeń podczyszczających należy dopasować do rodzaju i stężenia zanieczyszczeń powstających na każdej parceli.
- W indywidualnych przypadkach, gdy rodzaj i stężenie ewentualnych zanieczyszczeń uniemożliwiają ich usunięcie konwencjonalnymi metodami, można rozważyć odprowadzenie takich wód do kanalizacji sanitarnej. Takie przypadki wymagają każdorazowo szczegółowego uzgodnienia z gestorem kanalizacji sanitarnej.
- Stopień oczyszczenia powinien być zgodny z rozporządzeniem [4] dla ilości wód opadowych powstałych z opadu o natężeniu 15 l/s/ha.

Zaproponowane poniżej urządzenia podczyszczające, czyli osadniki i separatory substancji ropopochodnych, przeznaczone są do oczyszczenia wód deszczowych i roztopowych odprowadzanych z gminnych ciągów komunikacyjnych wokół JOG. Zaproponowano dwa urządzenia zlokalizowane w bezpośrednim sąsiedztwie centralnego zbiornika retencyjnego, po jednym dla każdego ciągu KD odprowadzających wody deszczowe z układu drogowego:

- a) na drogowym ciągu odwodnieniowym zachodnim – proponuje się zastosowanie separatora zintegrowanego z osadnikiem o przepustowości maksymalnej 200 l/s,
- b) na drogowym ciągu odwodnieniowym wschodnim - proponuje się zastosowanie separatora zintegrowanego z osadnikiem o przepustowości maksymalnej 400 l/s.

Wschodni ciąg odwodnieniowy drogowej część zlewni JOG w odcinku ujściowym do zbiornika centralnego odwadniany jest dwoma rurociągami DN1000. Możliwe jest zatem również wykonanie osobnych podczyszczalni dla każdego z nich osobno.

W przypadku wystąpienia dużych opadów deszczu, przekraczających te wymagające podczyszczenia, nastąpi przelew wód z rurociągów przed urządzeniami podczyszczającymi do planowanego centralnego zbiornika retencyjnego przez przelew awaryjny, czyli obejście urządzeń podczyszczających. Zalecane jest wykonanie w obydwu przypadkach przelewu awaryjnego nie do kolektora KD za tymi urządzeniami, lecz bezpośrednio do zbiornika. Zwiększy to wprowadzie ilość wylotów do ZC z dwóch do czterech, ale dzięki temu zmniejszone zostaną maksymalne natężenia wypływu z nich do zbiornika, co powinno pozwolić na lepsze rozproszenie energii strumieni. Niezależnie od tego, na etapie projektu budowlanego i wykonawczego należy przewidzieć elementy służące rozpraszaniu energii strumieni wód opadowych wpływających do zbiornika po podczyszczeniu.

### 7.3 System monitoringu i sterowania

Zaplanowany system odwodnienia JOG jest z założenia prostym systemem naczyń połączonych bazującym w części zbiorczej na odpływie grawitacyjnym. Ewentualne przepompownie na tym etapie przewidziane są jedynie do opróżniania zbiorników inwestorskich, których układ wysokościowy uniemożliwi grawitacyjny odpływ do systemu zbiorczego, czy to rurociągów retencyjnych, czy centralnego kanału retencyjnego. Ze względu na ustalony jeszcze model eksploatacji tego systemu, a przez to trudne do zdefiniowania wymagania dla systemu monitoringu i sterowania, na tym etapie zdefiniowano minimalny użytkowy zakres tych systemów.

#### 7.3.1 Urządzenia pomiarowe

Minimalny zalecany zakres monitoringu aktualnego obciążenia hydraulicznego planowanego systemu odwodnienia zawiera:

##### deszczomierz

cel pomiaru:

- bilans wód opadowych na terenie JOG (np. na potrzeby rozliczeń z PGW WP),
- modelowanie hydrauliczne (np. w celu optymalizacji pojemności retencyjnej systemu odwodnieniowego po jego realizacji),
- kwestie ubezpieczeniowe (np. w celu rozstrzygnięcia, czy potencjalne podtopienia były spowodowane opadem przewyższającym opady miarodajne dla wymiarowania systemów odwodnieniowych),

wymagania techniczne:

- technologia pomiaru: metoda wagowa (nie zaleca się stosowania deszczomierzy korytkowych ze względu na konieczność regularnego sprawdzania i kalibracji),
- rejestrowany opad: płynny, stały i mieszany,
- zakresy pomiarowe:
  - intensywność: 0 ... 3000 mm/h,
  - minimalna wartość sumy opadu dla okresu 60 minut: 0,03 mm/h,
  - minimalna wartość intensywności: 0,1 mm/min lub 6 mm/h,
- dokładność:
  - suma:  $\pm 0,1$  mm lub  $\pm 1$  % mierzonej wielkości,
  - intensywność:  $\pm 0,1$  mm/min,  $\pm 6$  mm/h lub  $\pm 1$  % mierzonej wielkości,
- spełniający wymagania dyrektywy WMO 306 No. 8 (WMO – Światowa Organizacja Meteorologiczna),

#### **pomiary w zbiornikach inwestorskich**

- cel pomiaru: monitoring wypełnienia i aktywności spustowej zbiorników inwestorskich,
- typ pomiaru: pomiar wypełnienia; na tym etapie nie ustala się jednej technologii pomiaru, wybór sondy ultradźwiękowej, radarowej lub hydrostatycznej jest uzależniony od konstrukcji inwestorskiego zbiornika retencyjnego oraz wymagań administratora systemu monitoringu,
- inne: jeśli zbiornik będzie opróżniany pompowo, zalecane jest wyposażenie przepompowni w przepływomierz elektromagnetyczny,

#### **pomiar w zbiorniku centralnym**

- cel pomiaru: monitoring wypełnienia i aktywności spustowej,
- typ pomiaru: pomiar wypełnienia; zalecana sonda ultradźwiękowa ze względu na otwarty typ zbiornika retencyjnego oraz ekonomiczność i bezkontaktowość pomiaru,

#### **pomiary w centralnym kanale retencyjnym – 2 rodzaje**

- cel pomiaru:
- (1) monitoring wypełnienia i przepływu,
  - (2) ocena jakości wód opadowych prowadzonych tym kanałem (np. w przypadku przekroczenia poziomów alarmowych możliwe odcięcie odpływu do odbiornika lub dopływu na „Zalaną Hołdę”),
- typ pomiaru:
- (1) pomiar wypełnienia; zalecana sonda ultradźwiękowa ze względu na lokalizację na rowie otwartym,
  - (2) sonda wieloparametrowa; minimalny zestaw mierzonych parametrów: temperatura, przewodność, pH, tlen (LDO), mętność/zawiesina.

#### **pomiar w zbiorniku „Zalana Hołda”**

- cel pomiaru: monitoring wypełnienia (podstawa do oceny konieczności zasilenia wodami z centralnego kanału retencyjnego, pośredni monitoring ewentualnego przepływu wód gruntowych między zbiornikami „Zalana Hołda” i zbiornikiem centralnym),
- typ pomiaru: pomiar wypełnienia; zalecana sonda ultradźwiękowa ze względu na otwarty charakter zbiorników.

### **7.3.2 Zastawki i zasuw**

Liniowe obiekty planowanego systemu odwodnienia wyposażone będą w różnego typu przegrody piętrzące z otworami przepustowymi, z których część powinna mieć możliwość całkowitego zamknięcia.

#### **przegrody w rurociągach retencyjnych**

- ich funkcja i propozycja realizacji została opisana w rozdziale dotyczącym rurociągów retencyjnych
- nie przewiduje się konieczności częściowego ani całkowitego zamykania otworów spustowych

#### **przegrody w centralnym kanale retencyjnym**

- ich funkcja i propozycja realizacji została opisana w rozdziale dotyczącym centralnego kanału retencyjnego,

- zaplanowanych jest pięć przegród piętrzących z czego dla czterech na tym etapie nie przewiduje się konieczności regulowanego zamykania otworów spustowych (P1 do P4), proponuje się realizację w postaci stałe otwartego otworu w przegrodzie piętrzącej z możliwością zastosowania szandorów,
- piąta przegroda piętrząca P5 powinna być wyposażona w zastawkę/zasuwę (Z1) umożliwiającą całkowite odcięcie przepływu,
- w bezpośrednim sąsiedztwie przegrody P5 należy zlokalizować miejsce pomiarowe sondy wieloparametrowej,

#### dodatkowe zastawki/zasuwy

- zastawka/zasuwa (Z2) na odejściu z centralnego kanału retencyjnego do zbiorników „Zalana Hołda”  
tryb normalny: Z2 zamknięta  
otwarcie Z2: w przypadku konieczności zasilenia zbiorników „Zalana Hołda” po sprawdzeniu wskazań sondy wieloparametrowej
- zastawka/zasuwa (Z3) na połączeniu centralnego kanału retencyjnego z rowem SRK  
tryb normalny: Z3 zamknięta  
otwarcie Z3: w przypadku konieczności zasilenia rowu SRK lub odcięcia napływu na centralny zbiornik retencyjny (wtedy Z4 zamknięta)
- zastawka/zasuwa (Z4) na dopływie centralnego kanału retencyjnego do zbiornika centralnego  
tryb normalny: Z4 otwarta  
zamknięcie Z4: w przypadku konieczności odcięcia napływu na centralny zbiornik retencyjny (w trakcie pogody bezdeszczowej lub wtedy Z3 otwarta)
- zastawka/zasuwa (Z5) na odpływie ze zbiornika centralnego  
tryb normalny: Z5 otwarta  
zamknięcie Z5: w przypadku konieczności odcięcia dopływu do zarurowanego odcinka ujściowego i przepustu po ul. Wojska Polskiego
- zastawka/zasuwa (Z6) na odejściu z rowu SRK do planowanego przepustu pod ul. Wojska Polskiego  
tryb normalny: Z6 zamknięta  
otwarcie Z6: w przypadku konieczności przekierowania wód z rowu SRK do nowego wylotu do Przemszy.

## 8 Podsumowanie

- 1) Przedmiotem tego opracowania jest koncepcja odwodnienia terenów Jaworznickiego Obszaru Gospodarczego. Obszar JOG o powierzchni ok. 330 ha zostanie zbudowany na obecnym terenie leśnym, pogórnym, na którym nie znajduje się żadna zabudowa, ani uzbrojenie. Istotna zmiana zagospodarowania tego terenu związana jest z jego znacznym uszczelnieniem. Szczególnym wyzwaniem w takim przypadku jest **bezpieczne odwodnienie terenów przemysłowo-usługowych**.
- 2) Na potrzeby tej koncepcji zbudowany został **model hydrodynamiczny planowanego systemu odwodnienia** SPI uwzględniający założenia wstępnej koncepcji urbanistycznej i dotychczas prowadzone prace przygotowawcze i projektowe. Przy pomocy modelu przeprowadzono serię symulacji hydrodynamicznych dla różnych obciążeń opadów tak, by ustalić warunki pracy planowanego systemu przy różnych obciążeniach hydraulicznych.
- 3) Ze względu na znaczną ilość wód opadowych, która musi zostać odprowadzona do preferowanego odbiornika, w celu uniknięcia jego przeciążenia oraz przyjęcia nadmiernie dużych przekrojów odcinków odwodnienia, zaproponowano **przyjęcie zasady tzw. „sprawiedliwej retencji”**. Oznacza to



podzielenie się kosztami retencji wód opadowych między prywatnych inwestorów i właściciela terenu. Dla terenów inwestycyjnych zaproponowano ograniczenie maksymalnego odpływu wód opadowych do ok. 3,2 l/s/ha w odniesieniu do jednostki powierzchni uszczelnionej. Takie odniesienie ma wbudowaną zachętę do zwiększania udziału powierzchni biologicznie czynnej na terenach inwestycyjnych, która przekłada się na zmniejszenie kosztów budowania zbiorników retencyjnych. Z kolei Gmina Miasta Jaworzno zapewnia odpowiednią ilość retencji w kanale i zbiorniku centralnym oraz w kanałach retencyjnych, jak i połączenie z odbiornikiem.

- 4) Główną wytyczną do wymiarowania systemu odwodnienia jest **przepustowość odbiornika**. Jako odbiornik wód opadowych z JOG zaproponowano rzekę Przemszę. Ze względu na przedłużający się proces uzyskiwania warunków technicznych na odprowadzanie do niej wód opadowych, wymiarowanie systemu odwodnienia oparto na założeniu neutralności hydrologicznej całej zlewni JOG. W przypadku otrzymania warunków od gestora odbiornika odbiegających od tego założenia, należy zrewidować przyjęte parametry obiektów.
- 5) Zaplanowany w tej koncepcji system odwodnieniowy bazuje na ustaleniach Zamawiającego poczynionych do kwietnia '23 r włącznie. W przyszłości może wystąpić potrzeba modyfikacji niektórych elementów tego systemu, np.: kierunku odwodnienia parceli 12 i 13 (patrz rozdz. 5.1), zmiany odbiornika wód opadowych z głównych ciągów komunikacyjnych (patrz rozdz. 5.3.1), czy kwestii połączenia hydraulicznego z rowem SRK (patrz rozdz. 7.1.5). Przed rozpoczęciem prac projektowych zalecane jest sprawdzenie aktualności tych kwestii w dialogu z Zamawiającym.
- 6) Ostatecznie zaproponowano system odwodnieniowy składający się z **ciągów odwodnieniowych o długości ok. 9,5 km** w granicach JOG (tylko gminne). Ok. 2 km zaleca się wykonać jako rowy otwarte (kanał centralny i odcinek ujściowy), a pozostałe 7,5 km jako rurociągi zamknięte. Przewidziane zostały dwa główne układy podczyszczające na terenie odpływu ze zlewni drogowych.

## Rysunki w załączeniu

---

JAK-KP-S-R001-4 Profil kanału centralnego

JAK-KP-S-R002-2 Ujście do Przemszy

JAK-KP-S-R003-3 Plan systemu odwodnienia na terenie JOG

JAK-KP-S-R004-2 Schemat urządzeń pomiarowych oraz przegród i zastawek

## Załączniki

---

### **Załącznik 1 Inwentaryzacja geodezyjna**

*Dokumentacja z inwentaryzacji geodezyjnej dolnego odcinka rowu SRK*

*Folder DWG: zawiera rysunki przekrojów poprzecznych rowu SRK w wersji edytowalnej*

*Folder PDF: zawiera rysunki przekrojów poprzecznych rowu SRK w wersji nieedytowalnej*

*Folder JPG: zawiera zgeoreferowane zdjęcia z prac geodezyjnych*

*Folder KML: zawiera lokalizacje pikiet wysokościowych w formacie kml*

*Folder SHP: zawiera lokalizacje pikiet wysokościowych w formacie SHP wraz z ich wartościami*

*Folder SHP: zawiera lokalizacje pikiet wysokościowych w formacie TXT wraz z ich wartościami*

### **Załącznik 2 Korespondencja z gestorem rz. Przemszy**

*Folder '1 wystąpienie': zawiera wniosek do ZZ w Katowicach wraz z rysunkami*

*Folder '2 uzupełnienie': zawiera dodatkowe informacje o planowanym systemie odwodnienia JOG*

*Folder '3 zapytanie PGW WP': zawiera dodatkowe pytania gestora*

### **Załącznik 3 Korespondencja z gestorem linii kolejowej**

*Folder '1 zbliżenie rowu' zawiera nasze wystąpienie do CTL Maczki – Bór S.A. w sprawie warunków rozbudowy centralnego kanału retencyjnego. Do dn. 26.04.23 nie uzyskano oficjalnej odpowiedzi.*

*Folder '2 przejście syfonem' zawiera nasze wystąpienie do CTL Maczki – Bór S.A. w sprawie warunków przejścia potencjalnym syfonem z parceli nr 1 do centralnego kanału retencyjnego pod linią kolejową. Do dn. 26.04.23 nie uzyskano oficjalnej odpowiedzi.*

### **Załącznik 4 Korespondencja dot. linii e-energetycznej**

*Folder '1 Tauron Dystrybucja' zawiera nasze wystąpienie do Tauron Dystrybucja i odpowiedź wraz z wytycznymi*

*Folder '2 PSE' zawiera nasze wystąpienie do PSE, do dn. 26.04.23 nie uzyskano oficjalnej odpowiedzi*

### **Załącznik 5 Karty katalogowe urządzeń podczyszczających**

*Folder zawiera karty katalogowe proponowanych urządzeń podczyszczających dla zlewni dróg kołowych JOGu.*

### **Załącznik 6 Bilans mas ziemnych**

*Dla centralnego kanału retencyjnego i odcinka ujściowego*

### **Załącznik 7 Pliki SHP**

*Folder zawiera wszystkie warstwy SHP użyte do GISowych rysunków w tekście raportu i w załączeniu*

### **Załącznik 8 Szacunek nakładów inwestycyjnych**

*Folder zawiera plik edytowalny oraz PDF z szacunkiem nakładów inwestycyjnych*

## Spis rysunków w tekście

|  |    |
|--|----|
| Rysunek 1 Lokalizacja obszaru opracowania na tle granic administracyjnych .....  | 6  |
| Rysunek 2 Ukształtowanie terenu na obszarze opracowania .....  | 7  |
| Rysunek 3 Prognozowane zagospodarowanie JOG-u.....   | 9  |
| Rysunek 4 Główne ciek i granice zlewni w obrębie JOG-u .....   | 10 |
| Rysunek 5 Głębokość zwierciadła wód podziemnych w części JOG-u .....   | 11 |
| Rysunek 6 Rozkład przestrzenny typów gleb do głębokości 5m. w części JOG-u .....   | 12 |
| Rysunek 7 Rozkład DVWK deszczu miarodajnego .....  | 15 |
| Rysunek 8 Rozkład DVWK deszczu kontrolnego .....   | 15 |
| Rysunek 9 Rozkład DVWK dla prognozowanego deszczu miarodajnego do roku 2050.....   | 16 |
| Rysunek 10 Schemat analizowanego obszaru JOG w modelu hydrodynamicznym .....   | 17 |
| Rysunek 11 Schemat ideowy drogi spływu powierzchniowego w modelu EPA SWMM.....   | 18 |
| Rysunek 12 Najważniejsze warunki brzegowe warunkujące koncepcję odwodnienia JOG .....                                    | 23 |
| Rysunek 13 Proponowane generalne kierunki odwodnienia JOG .....  | 24 |
| Rysunek 14 Schemat poglądowy zastawki małej retencji z profili komorowych (źródło: [11]).....                            | 37 |
| Rysunek 15 Schemat poglądowy jazy drewnianego zastawkowego (źródło: [12]).....   | 38 |
| Rysunek 16 Widok kanału retencyjnego z przegrodą wyposażoną w otwór denny i przelew (źródło: materiały producenta) ..... | 39 |

## Spis tabel w tekście

|   |    |
|---|----|
| Tabela 1 Ustalenie czasu trwania opadu.....   | 14 |
| Tabela 2 Scenariusze opadów modelowych .....  | 14 |
| Tabela 3 Hydrologiczne klasy gleby (na podstawie [8]) .....   | 18 |
| Tabela 4 Zestawienie najważniejszych zagadnień proponowanych wariantów odwodnienia .....            | 27 |
| Tabela 5 Przykład obliczeniowy wielkości retencji zalecanej przy proponowanym limicie odpływu ..... | 28 |
| Tabela 6 Zalecane sumaryczne wielkości obiektów retencyjnych na parcelach inwestorskich .....       | 29 |
| Tabela 8 Opis wyników modelowania dla różnych scenariuszy opadów .....                              | 34 |
| Tabela 7 Zestawienie sumarycznych długości sieci wraz ze średnicami.....                            | 38 |

## Spis zdjęć w tekście

|  |    |
|--|----|
| Zdjęcie 1 Istniejący rów otwarty (wzdłuż torów, planowany główny ciąg odwodnienia) .....                                   | 20 |
| Zdjęcie 2 Początek rowu SRK, wylot z rurociągu tłoczego przy ul. Wojska Polskiego, widok w kierunku napływu (II '23) ..... | 21 |
| Zdjęcie 3 Wlot przepustu rowu SRK pod linią kolejową, widok w kierunku odpływu (II '23).....                               | 21 |
| Zdjęcie 4 Wylot przepustu rowu SRK pod ul. Wojska Polskiego, widok w kierunku napływu (II '23)) .....                      | 21 |
| Zdjęcie 5 Koniec rowu SRK, wlot do rurociągu dopływowego na odстойniki wód dołowych (II '23) .....                         | 21 |

## Bibliografia

- [1] RetencjaPL, 2021, Program gospodarowania wodami opadowymi i roztopowymi na terenie miasta Jaworzna, JAW-KP-O-D-001-2, Kraków
- [2] Arcadis, 2022, Wstępna koncepcja zagospodarowania terenu wchodzącego w skład Jaworznickiego Obszaru Gospodarczego o powierzchni 305 ha z uwzględnieniem centralnie położonej nieruchomości inwestora strategicznego o pow. 118 ha., Warszawa
- [3] Wytyczne obliczania świateł drogowych mostów i przepustów hydraulicznych, WR-M-12, wersja 01, Wzorce i standardy rekomendowane przez Ministra właściwego ds. transportu
- [4] Rozporządzenie Ministra Gospodarki Morskiej i Żeglugi Śródlądowej z dnia 12 lipca 2019 r. w sprawie substancji szczególnie szkodliwych dla środowiska wodnego oraz warunków, jakie należy spełnić przy wprowadzaniu do wód lub do ziemi ścieków, a także przy odprowadzaniu wód opadowych lub roztopowych do wód lub do urządzeń wodnych. (Dz.U. 2019 poz. 1311)
- [5] Schmitt T. G., 2000: Komentarz do ATV-A 118, Hydrauliczne wymiarowanie systemów odwadniających. Wydawnictwo Seidel-Przywecki sp. z o.o., Warszawa.
- [6] Haestad Methods Water Solutions, 2007
- [7] Rossmann, L.A. (2004): Stormwater Management Model. User's Manual. Version 5.0. U.S. EPA, Cincinnati 2004.
- [8] TR-55 1986: Urban Hydrology for Small Watersheds, USDA, lipiec 1986.
- [9] Licznar, P. (2018): Analiza opadów atmosferycznych na potrzeby projektowania systemów odwodnienia. Monografia Komitetu Inżynierii Środowiska PAN vol 137, Wrocław 2018.
- [10] NEH (1997): National Engineering Handbook. Part 630 Hydrology
- [11] Nowoczesne rozwiązania retencyjne minimalizujące skutki oddziaływania zmian klimatycznych. <https://grodzice.com/rozwiązania-retencyjne/>
- [12] Zwiększanie możliwości retencyjnych oraz przeciwdziałanie powodzi i suszy w ekosystemach leśnych na terenach nizinnych. Podręcznik wdrażania projektu. Wytyczne do realizacji obiektów małej retencji. Aktualizacja Załącznika do Zarządzenia nr 85 Dyrektora Generalnego lasów Państwowych z dnia 15 grudnia 2009 r. w sprawie wprowadzenia do stosowania w jednostkach Lasów Państwowych Projektu „Zwiększanie możliwości retencyjnych oraz przeciwdziałanie powodzi i suszy w ekosystemach leśnych na terenach nizinnych” (ZH-740/43/2009)