

Koncepcja zagospodarowania wód opadowych i roztopowych z terenu miasta Strzelce Opolskie

Raport końcowy - podsumowanie

Numer raportu: SOK-KP-O-D-005-1



Spis treści

Streszczenie w języku nietechnicznym	6
1 Podstawa formalna opracowania.....	9
2 Cel i zakres opracowania	9
3 Charakterystyka obszaru opracowania	11
3.1 Analiza topograficzna	11
3.2 Analiza kierunków spływu powierzchniowego	13
3.3 Warunki geologiczne i górnicze.....	14
3.4 Warunki glebowe	14
3.5 Analiza zagospodarowania.....	15
3.6 Wody podziemne	17
4 Charakterystyka istniejącego systemu odwodnienia.....	19
4.1 Wody powierzchniowe	19
4.1.1 Wody stojące	19
4.1.2 Sieć rowów otwartych	19
4.1.3 Systemy kanalizacji deszczowej i ogólnospławnej.....	20
4.2 Obszary wrażliwości powiązane z gospodarką wodami opadowymi	21
5 Ocena funkcjonowania istniejącego systemu odwodnienia	24
5.1 Tereny zagrożone powodzią od cieków powierzchniowych.....	24
5.2 Tereny narażone na podtopienia wynikające ze zbyt małej przepustowości systemu odwodnienia lub jego braku	24
5.2.1 Dane o podtopieniach i zalaniach z bazy danych KP PSP	24
5.2.2 Dane o podtopieniach i zalaniach uzyskane podczas ankietyzacji mieszkańców.....	24
5.2.3 Dane o podtopieniach i zalaniach wg Zamawiającego	27
5.2.4 Dane o podtopieniach i zalaniach wg SWiK	27
5.2.5 Dane o podtopieniach z doniesień medialnych.....	27
5.3 Wpływ zagospodarowania zlewni na działanie systemu odwodnienia.....	30
5.3.1 Udział terenów zielonych.....	30
5.3.2 Udział obszarów wodnych	32
5.3.3 Udział terenów całkowicie uszczelnionych	32
6 Powiązanie z dokumentami strategicznymi, planistycznymi i opracowaniami archiwalnymi	36
6.1 Diagnoza, ocena oraz prognoza stanu wód powierzchniowych w obrębie miasta Strzelce Opolskie	36
6.2 Studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego Gminy Strzelce Opolskie	36
6.3 Strategia rozwoju Gminy Strzelce Opolskie 2021+ (faza projektu przed konsultacjami społecznymi)	37
7 Wizja terenowa	38
8 Weryfikacja stref skanalizowanych i nieskanalizowanych.....	41
9 Identyfikacja powiązania wylotów i sieci (topologia sieci)	43
10 Oddziaływania pomiędzy komponentami istniejącego systemu odwodnieniowego.....	46
10.1 Podział na jednostki odwodnieniowe zagospodarowania wód	47
10.2 Oddziaływania wzajemne między jednostkami odwodnieniowymi.....	51
11 Ocena wpływu zagospodarowania na występujące podtopienia	54
12 Wskazanie dalszych działań w celu uzupełnienia bazy danych o systemie odwodnieniowym	56
13 Określenie odbiorników wód opadowych.....	58
13.1 Ogólna charakterystyka odbiorników.....	58
13.2 Obliczenia hydrologiczne	59

13.2.1 Ustalenie powierzchni zredukowanej.....	59
13.2.2 Ustalenie parametrów opadu miarodajnego	62
13.2.3 Obliczenie przepływów maksymalnych metodą stałych natężeń (MSN).....	62
14 Ocena zdolności chłonnej gruntów.....	64
15 Wskazanie zlewni do modelowania hydrodynamicznego	67
15.1 Definicja komfortu kanalizacyjnego	67
15.2 Praktyczne podejście do oceny komfortu kanalizacyjnego	70
15.3 Określenie obszarów/zlewni do modelowania hydrodynamicznego.....	72
16 Analiza możliwości retencjonowania wód opadowych	73
16.1 Propozycje lokalizacji obiektów retencyjnych	74
16.2 Rozszerzona analiza wybranych lokalizacji obiektów retencyjnych.....	76
17 Opracowanie wytycznych dla zagospodarowania wód deszczowych i roztopowych w Strzelcach Opolskich	80
17.1 Zalecenia o charakterze ogólnym w tym dotyczące tworzenia błękitno-zielonej infrastruktury (BZI)	80
17.2 Zalecenia dotyczące metod odwadniania.....	81
17.3 Zalecenia dotyczące kształtowania retencji zbiornikowej	82
17.4 Zalecenia dotyczące wykorzystania elementów systemu zagospodarowania wód opadowych dla różnych typów przestrzeni miejskiej.....	84
17.5 Zalecenia związane z kompleksowym zarządzaniem obecnym i planowanym systemem odwodnienia	86
17.5.1 Powołanie interdyscyplinarnego zespołu koordynującego.....	86
17.5.2 Skoordinowane działania promocyjne.....	87
18 Rekomendacje dla poszczególnych jednostek odwodnieniowych.....	89
19 Sformułowanie przyjętych założeń polityki miejskiej w zakresie gospodarowania wodami opadowymi i roztopowymi	110
20 Lista kluczowych działań do podjęcia w ciągu 2 lat	111
21 Podsumowanie.....	112
Bibliografia	115
Załączniki	115
Rysunki w załączniku.....	116
Spis rysunków w tekście.....	117
Spis tabel w tekście	119

ZESPÓŁ AUTORSKI

Dawid	Bochnak
Paweł	Dźoń
Damian	Krzyszczman
Renata	Woźniak-Vecchie
Jacek	Zalewski

WYKAZ SKRÓTÓW UŻYTYCH W OPRACOWANIU

skrót	rozwińnięcie
BDOT	Baza Danych Obiektów Topograficznych
GIS	Systemy Informacji Geograficznej
GUGiK	Główny Urząd Geodezji i Kartografii
ISOK	Internetowy System Oslony Kraju
JCWpd	Jednolite Części Wód Podziemnych
JO	Jednostka Odwodnieniowa
KP PSP	Komenda Powiatowa Państwowej Straży Pożarnej w Strzelcach Opolskich
KD	Kanalizacja deszczowa
KO	Kanalizacja ogólnospławna
KS	Kanalizacja sanitarna
NMT	Numeryczny Model Terenu
PGW WP	Państwowe Gospodarstwo Wodne Wody Polskie
PIG-PIB	Państwowy Instytut Geologiczny - Państwowy Instytut Badawczy
PODGiK	Powiatowy Ośrodek Dokumentacji Geodezyjnej i Kartograficznej
PSP	Państwowa Straż Pożarna
RDOŚ	Regionalna Dyrekcja Ochrony Środowiska
SWiK	Strzeleckie Wodociągi i Kanalizacja Sp. z o.o.
UM SO	Urząd Miasta Strzelce Opolskie

DANE WEJŚCIOWE I WYKORZYSTANE MATERIAŁY

Rodzaj danych	Opis	Źródło danych	Format	Aktualność danych
Dane o charakterze przestrzennym	Numeryczny Model Pokrycia Terenu	GUGiK	cyfrowy	2021
	Ortofotomapa	GUGiK	cyfrowy	2019
	Numeryczny Model Terenu	GUGiK	cyfrowy	2021
	Mapy glebowe	PIG-PIB	cyfrowy	1968-1970, 1973
	BDOT 10k	GUGiK	cyfrowy	2020
Istniejące opracowania, materiały archiwalne, itp.	Mapa zasadnicza	Zamawiający	cyfrowy	2021
	Zlewnie elementarne cieków	MPHP	cyfrowy	2021
	Obszary przyrodnicze chronione	RDOŚ	cyfrowy	2021
	Dane hydrogeologiczne	CBDG	cyfrowy	1997
	Pozwolenia wodnoprawne	UM SO	cyfrowy	02.2022
	Studium Uwarunkowań i Kierunków Zagospodarowania Przestrzennego Gminy Strzelce Opolskie	BIP Strzelce Opolskie	cyfrowy	2021
	Zestawienie interwencji PSP związanych z „wypompowaniami wody i innych płynów z obiektów”	Komenda Powiatowa PSP w Strzelcach Opolskich	cyfrowy	2010 – 10.2021
	Strategia Rozwoju Gminy Strzelce Opolskie 2021+ (faza konsultacji)	www.strzelceopolskie.pl	cyfrowy	02.2022

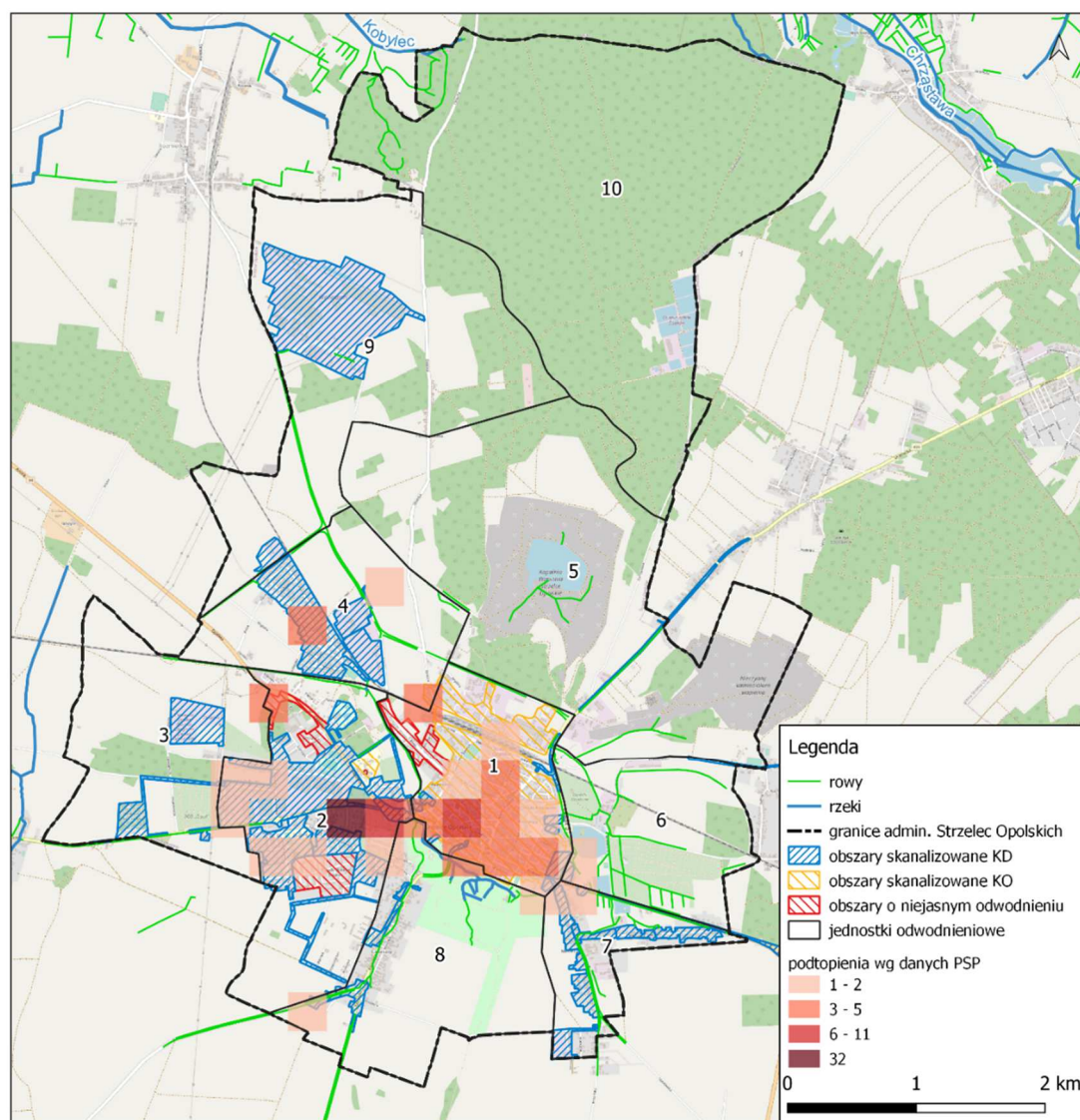
Streszczenie w języku nietechnicznym

W ramach tego zadania opracowana została kompleksowa analiza systemu odwodnienia w granicach miasta Strzelce Opolskie. Pod uwagę wzięte zostały nie tylko cieki, rowy i kanalizacja, ale też wszystkie aspekty, które wpływają na ilość powstających wód opadowych i roztopowych. Do nich zalicza się m.in.

- ukształtowanie terenu decydujące o kierunkach spływu wód powierzchniowych,
- zagospodarowanie, a w tym uszczelnienie powierzchni, które decyduje o tym, ile wód wsiąknie w grunt i zasili wody gruntowe, a ile trzeba bezpiecznie odprowadzić systemem odwodnienia,
- specyficzne warunki geologiczne.

Z rozproszonych źródeł informacji zebrane zostały w jedną bazę przestrzenną dane o istniejącym systemie odwodnienia i wskazane zostały najważniejsze obszary wymagające uzupełnienia danych. Na podstawie wywiadów z interesariuszami oceniono jakościowo stan hydrauliczny tego systemu i wyznaczono obszary wymagające interwencji w różnych horyzontach czasowych.

Na poniższej ilustracji przedstawiono uproszczony schemat analizowanego systemu odwodnieniowego na tle zgłoszonych zalań i granic jednostek odwodnieniowych (JO). Numery JO na rysunku odpowiadają numeracji zlewni z poniższej tabeli.



Rysunek S-1 Mapa koncentracji zalań na tle zasięgu systemów odwodnienia i jednostek

W celu priorytetyzacji niezbędnych działań zaproponowano podział miasta na tzw. jednostki odwodnieniowe (JO), w granicach których opracowano homogeniczne wytyczne zarządzania wodami opadowymi i powierzchniowymi oraz rozbudowy systemu odwodnienia. Dla każdej JO powstała karta zawierająca jej charakterystykę odwodnieniową, krótki opis obecnych problemów i listę rekomendowanych działań. W poniższej tabeli zestawiono najważniejsze informacje i rekomendacje dla wyznaczonych JO.

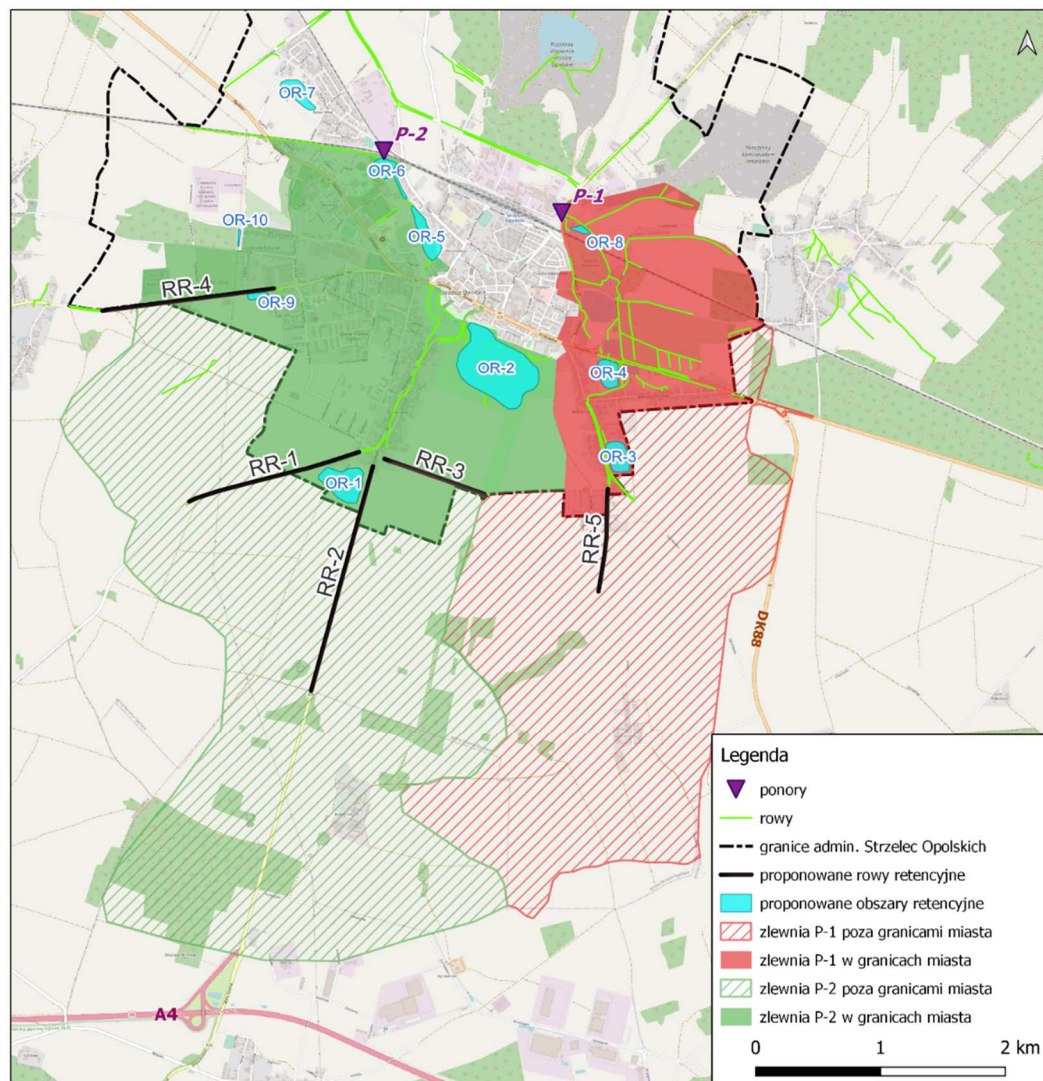
Tabela S-1 Podsumowanie proponowanych działań w jednostkach odwodnieniowych (JO)

nr JO	Nazwa JO	System odwodnienia	Ilość podtopień [n/km ²]	Najważniejsze rekomendowane działania
1	2	3	4	5
1	Śródmieście	KO, KD	20,5	Modelowanie hydrodynamiczne systemu KO wraz z inwentaryzacją i kalibracją. Wdrażanie rozproszonej BZI.
2	Osiedle	KD	20,5	Modelowanie hydrodynamiczne systemu KO i KD wraz z inwentaryzacją i kalibracją. Wdrażanie rozproszonej BZI.
3	Ciepłownicza	KD, rowy	-	Retencja zbiornikowa przy ul. Agatowej z przebudową istn. systemu KD
4	Nowa Wieś	KD, rowy	3,8	Retencja zbiornikowa przy ul. Nowowiejskiej z przebudową istn. systemu KD, monitoring ilości i jakości wód dopływających do ponoru P-2.
5	Kopalnia Wapienia	KD, rowy	0,4	Monitorowanie ilości napływających zewnętrznych wód opadowych.
6	Park Rybaczówka	rowy	0,6	Retencja zbiornikowa przy ul. Dziewkowieckiej z przebudową istn. systemu KD. Wdrażanie rozproszonej BZI.
7	Mokre Łany	KD, rowy	-	Retencja zbiornikowa przy ul. Łąkowej i Toszeckiej. Wdrażanie rozproszonej BZI również na terenach rolnych.
8	Suche Łany	KD, rowy	2,6	Zwiększenie retencji powierzchniowej w Parku Renardów. Retencja zbiornikowa przy ul. Dolińskiej. Wdrażanie rozproszonej BZI na terenach mieszkaniowych i rolnych.
9	Obszar przemysłowy	KD, rowy	-	Stworzenie jednolitych wytycznych do warunków technicznych na odwodnienie terenów usługowych i przemysłowych promujących retencję.
10	Obszar leśny	rowy	-	Monitorowanie ilości napływających zewnętrznych wód opadowych.

Na terenie miasta wskazano 10 obszarów predystynowanych do stworzenia na nich obszarowych obiektów retencyjnych oraz 5 ciągów komunikacyjnych, którym powinny towarzyszyć liniowe obiekty odwadniające z funkcją retencji. Ponadto sformułowano wytyczne zrównoważonego zagospodarowania wód opadowych odnoszące się do m.in. do planowania miasta i związanych z tym dokumentów strategicznych, tworzenia obiektów błękitno-zielonej infrastruktury oraz struktur administracyjnych zajmujących się tą tematyką.

Dzięki przeprowadzonym pracom opisano problemy z wodami opadowymi w skali całego miasta oraz zaproponowano rodzaj działań mających im zapobiegać wraz z nadaniem im priorytetu czasowego.

Na kolejnej ilustracji przedstawiono lokalizację przestrzenną proponowanych działań.



Rysunek S-2 Propozycje lokalizacji obiektów retencyjnych na tle układu hydrograficznego miasta

1 Podstawa formalna opracowania

Opracowanie pn. „**Koncepcja zagospodarowania wód opadowych i roztopowych z terenu miasta Strzelce Opolskie**” zostało przygotowane przez firmę RETENCJAPL Sp. z o. o., ul. Marynarki Polskiej 163, 80-868 Gdańsk, Polska, na zlecenie Gminy Strzelce Opolskie w ramach umowy nr 347/2021 z dnia 27 lipca 2021 r.

2 Cel i zakres opracowania

Celem głównym przedmiotowego opracowania jest uzyskanie generalnej koncepcji o charakterze studialno-analitycznym, docelowo stanowiącej podstawę do podjęcia decyzji w zakresie zagospodarowania wód opadowych i roztopowych na obszarze miasta, a także określającej wytyczne do projektowania. Zadaniem opracowania jest sformułowanie wytycznych do podejmowania działań zmierzających do:

- zatrzymania wód opadowych na powierzchni i ponownego wykorzystania ich w ramach zadań własnych gminy pod kątem zwiększenia odporności miasta na negatywne skutki zmiany klimatu;
- przeciwdziałania lokalnym podtopieniom, w szczególności w rejonie sołectwa miejskiego Nowa Wieś;
- docelowego odłączenia istniejących i nowych systemów odwodnieniowych od kanalizacji ogólnospławnej w centrum miasta;
- aktywizacji i włączenia mieszkańców gminy w działania na rzecz małej retencji i mikroretencji.

Zakres merytoryczny całego zadania obejmuje:

Etap 1 (od rozdz. 3 do rozdz. 6):

- 1) Analizę dokumentów strategicznych gminy pod kątem wdrożenia racjonalnej gospodarki wodami opadowymi.
- 2) Uporządkowanie dostępnych danych mapowych i danych o sieci pod kątem wyznaczenia zlewni/jednostek odwodnieniowych o spójnych cechach i pod kątem ustalenia hierarchii działań (bez szczegółowej inwentaryzacji).
- 3) Analizę terenu pod kątem formowania spływów powierzchniowych, określenie kierunku spływu wód opadowych (z uwzględnieniem specyfiki terenu objętego opracowaniem – złoża wapienia, zakłady wydobywcze i ich wpływ na wody gruntowe i podziemne).
- 4) Analizę zagrożeń podtopieniami na podstawie dostępnych baz danych, informacji prasowych i informacji przekazanych przez Zamawiającego. Utworzenie mapy zagrożeń.

Etap 2 (od rozdz. 7 do rozdz. 12):

- 5) Weryfikację stref skanalizowanych i nieskanalizowanych.
- 6) Identyfikację powiązania wylotów i sieci (topologia sieci) w oparciu o dostępne dane i rozmowy z Zamawiającym.
- 7) Wskazanie dalszych działań w jednostkach odwodnieniowych w zależności od zidentyfikowanych problemów (np. miejsca z niewystarczającą informacją – do inwentaryzacji, niespójności danych, obszary do skanalizowania, kierunki odwodnienia itd.).

Etap 3 (od rozdz. 13 do rozdz. 16):

- 8) Określenie odbiorników wód opadowych (parametry techniczne, lokalizacja itp.) i ocena zdolności chłonnej gruntów na bazie ogólnodostępnych informacji i map glebowych.
- 9) Wskazanie zlewni do modelowania hydrodynamicznego na potrzeby wykonania koncepcji technicznych.

- 10) Analizę możliwości retencjonowania wód opadowych na terenie zlewni (Strzelce Opolskie – obszar miejski) – zmniejszenie obciążenia aktualnych punktów odbioru wód opadowych (ponory, zjawiska krasowe).

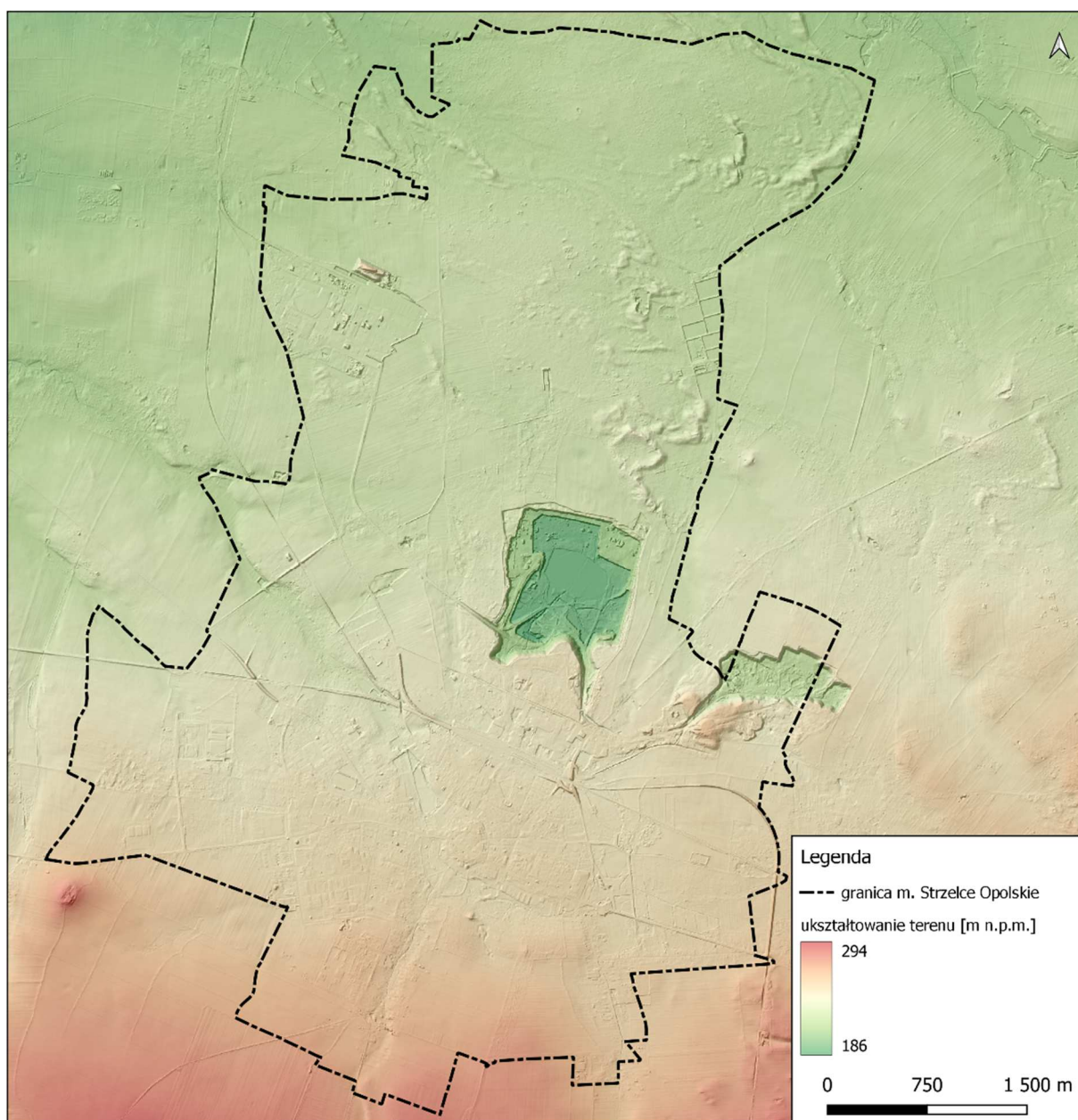
Etap 4 (od rozdz. 17 do rozdz. 20):

- 11) Opracowanie wytycznych dla wprowadzenia tzw. neutralności hydrologicznej, czyli zasady „Wody należy w całości zagospodarować na własnym terenie”.
- 12) Lista kluczowych działań do podjęcia w ciągu 2 lat przez Zamawiającego.

3 Charakterystyka obszaru opracowania

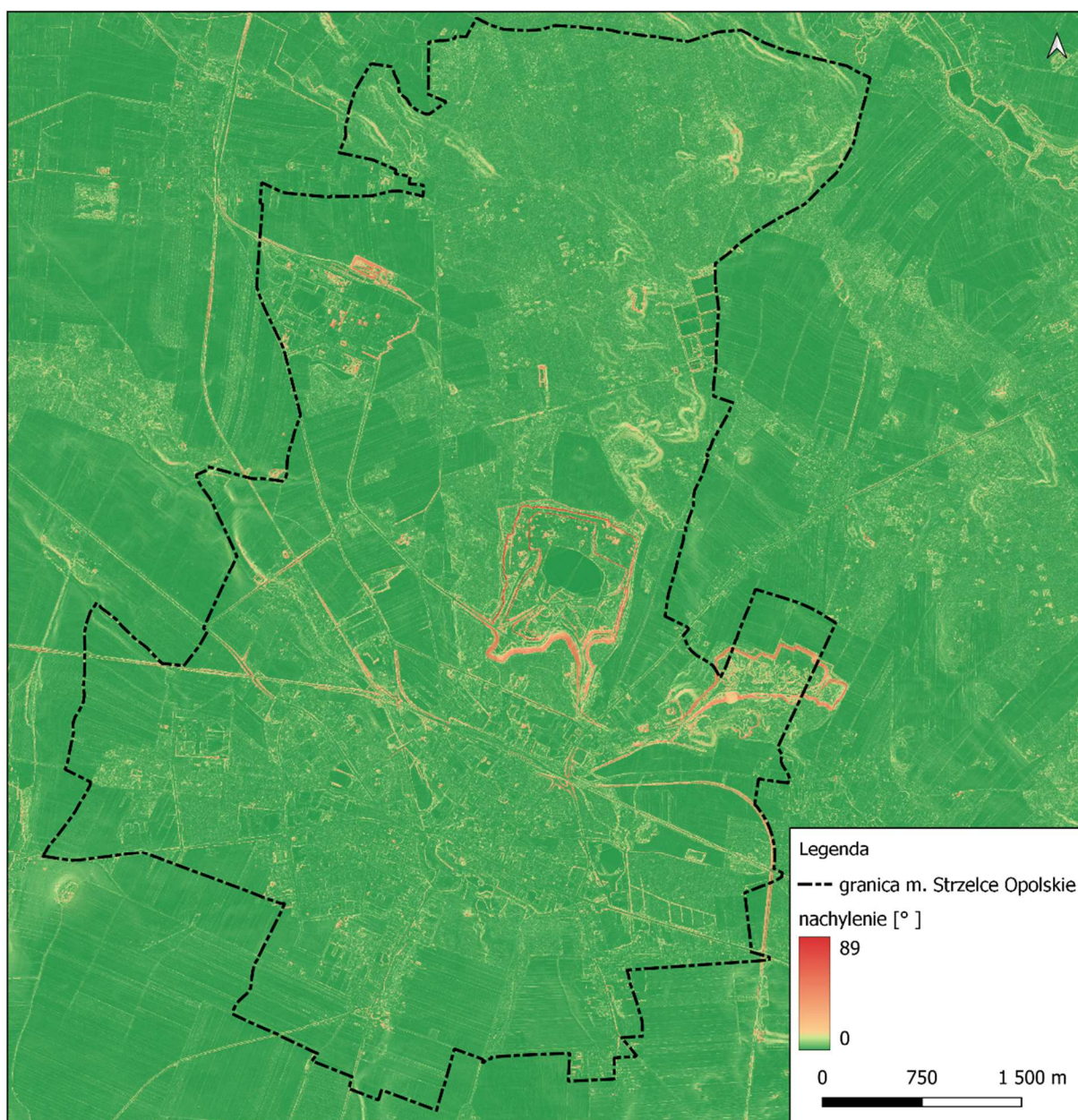
3.1 Analiza topograficzna

Ukształtowanie terenu na obszarze Strzelec Opolskich jest zróżnicowane z nachyleniem w kierunku północnym oraz północno-zachodnim. Największe wyniesienie terenu znajduje się w południowej części miasta (ok. 294 m n.p.m.), a najniższe w części centralnej, na obszarze Kopalni Wapienia Strzelce Opolskie (ok. 186 m n.p.m.). Wynika z tego, że różnica wysokości w granicach miasta wynosi 108 m. Rzędne terenu w północnej części miasta wynoszą ok 205 m n.p.m.



Rysunek 1. Ukształtowanie terenu na obszarze Strzelec Opolskich

Kolejna ilustracja przedstawia mapę spadków terenu dla całego obszaru opracowania, która została wyznaczona na podstawie Numerycznego Modelu Terenu (NMT). Największe spadki występują na obszarach kopalni wapieni oraz wzdłuż nasypów kolejowych i drogowych.

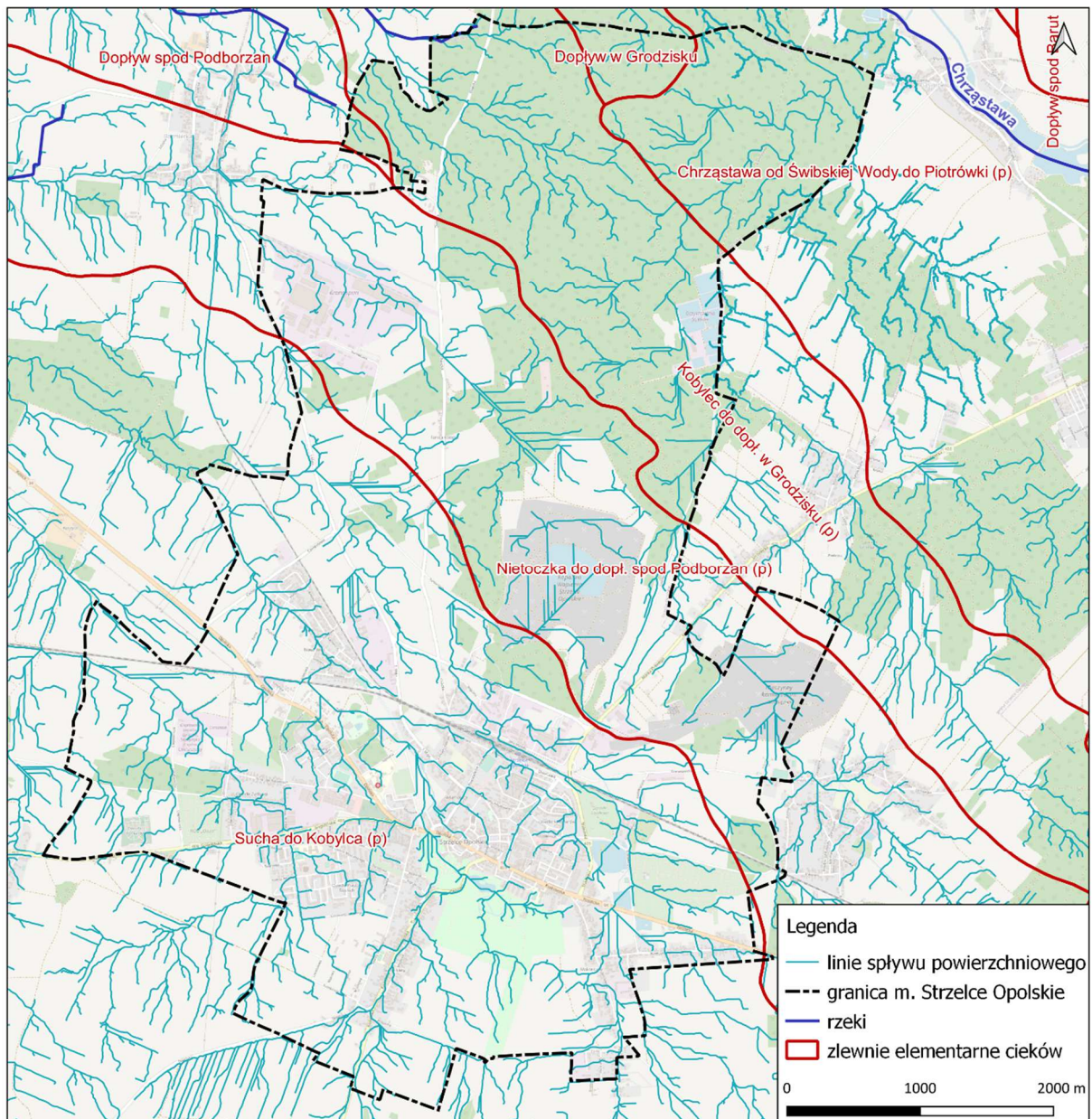


Rysunek 2. Nachylenie terenu w granicach miasta Strzelce Opolskie

3.2 Analiza kierunków spływu powierzchniowego

W celu efektywnego zagospodarowania wód opadowych i zapewnienia komfortu odwodnieniowego na analizowanym terenie, jednym z najważniejszych zestawów informacji jest określenie dróg spływu powierzchniowego. Podstawą dla przeprowadzonej analizy spływu powierzchniowego jest aktualne ukształtowanie terenu, zdefiniowane na podstawie numerycznego modelu terenu (NMT).

Do tego zadania wykorzystano NMT w formacie ASCII o rozdzielczości 1x1 m. Dane te odzwierciedlają ukształtowanie terenu z dokładnością wielokrotnie lepszą od mapy zasadniczej. Następnie wyznaczono drogi spływu powierzchniowego w różnych rozdzielczościach. Wyniki tych obliczeń zwizualizowane zostały na poniższej ilustracji.



Rysunek 3. Ścieżki spływu powierzchniowego na obszarze Strzelce Opolskich

Ze względu na specyficzną sytuację Strzelce Opolskich związaną z warunkami geologicznymi i górnictwem w kontekście zagrożeń związanych m.in. z infiltracją wód opadowych, a także osiadań terenu, wyniki tej analizy należy rozpatrywać wyłącznie w skali miasta i traktować jako orientacyjne. Analizy w małej skali, mające na celu np. zidentyfikowanie obniżzeń na terenach górniczych i określenie kierunków spływu w zlewniach częściowych o wielkości kilku do kilkudziesięciu hektarów, wymagają uwzględnienia dodatkowych aspektów.

Wyznaczone generalne kierunki spływu wód opadowych są zróżnicowane na obszarze opracowania. Powierzchniowy spływ w północno-wschodniej stronie miasta kieruje się w kierunku północno-wschodnim, do odbiornika Chrzastawa (=Jemielnica). Północno-zachodni obszar miasta ciąży w kierunku północno-zachodnim, do odbiorników Nietocza, Dopływ spod Podborzan i Kobylec (=Jędrynia). Pozostały, południowy obszar miasta ciąży w kierunku zachodnim i północno-zachodnim do rzeki Sucha.

3.3 Warunki geologiczne i górnictwo

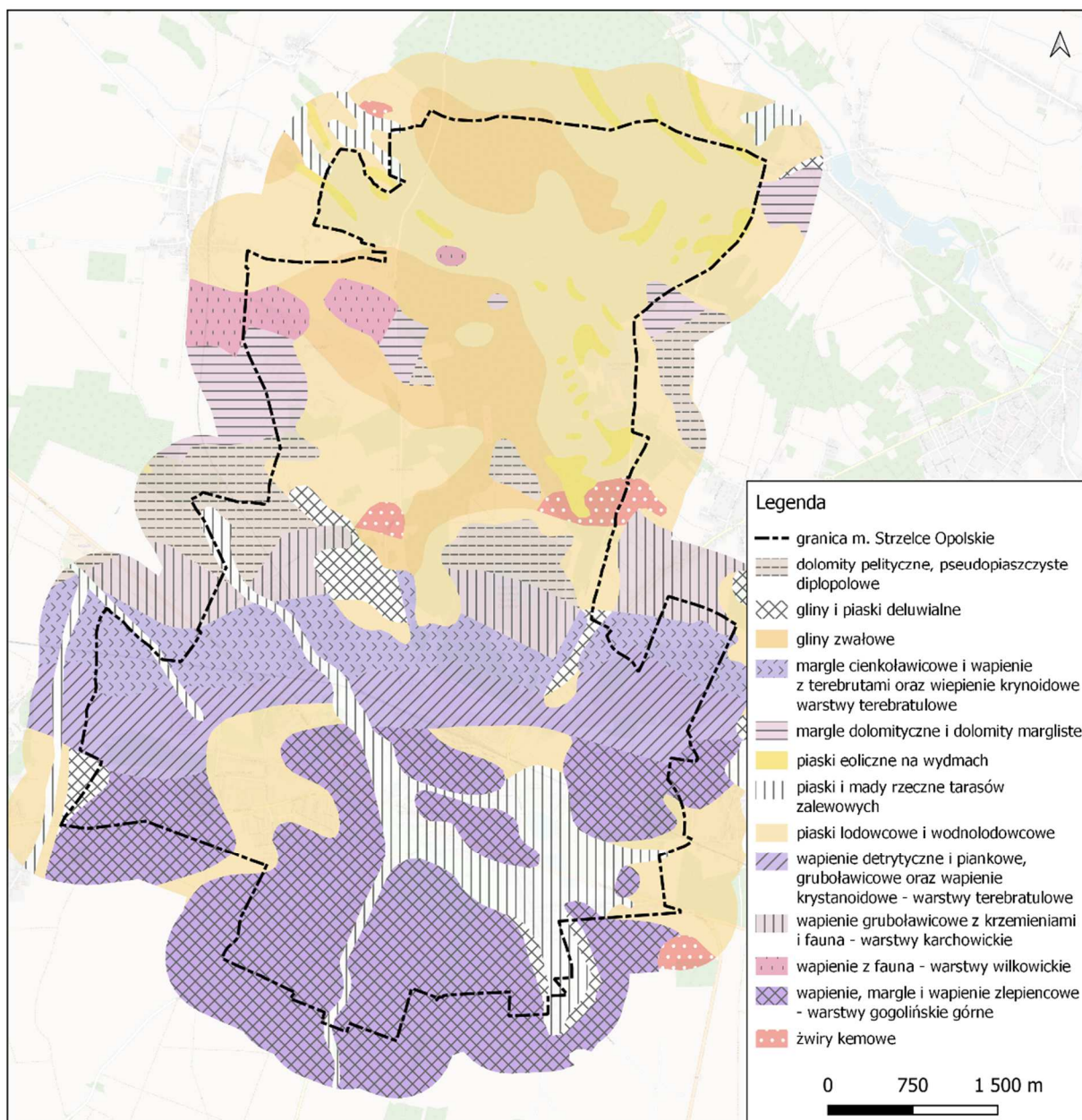
Strzelce Opolskie położone są w północno-zachodnim skraju Wyżyny Śląskiej. Jest to obręb jednostki geologicznej zwanej Monokliną Przedsudecką, która zbudowana jest z osadów karbonu dolnego, permu, triasu i kredy, zapadających się w kierunku północno zachodnim. Skłon opadający w kierunku północnym zwany jest triasowym wyniesieniem Chełmu. W granicach miasta Strzelce Opolskie występują dwa elementy wchodzące w trójstrefowy układ morfologiczny. Na południu miasta występują wychodnie wapieni triasowych i dolomitów środkowego triasu. Północną część budują utwory akumulacji lodowcowej z przewagą piasków lodowcowych i glin zwałowych. Dalej na północ biegnie Dolina Małej Panwi, która pokryta jest osadami trzeciorzędowymi i czwartorzędowymi. Wszystkie trzy elementy wchodzą w trójstrefowy układ morfologiczny mający przebieg ESE-WNW [1]. Rzeźba terenu Strzelce Opolskich jest silnie zerodowana i poddawana ciągłym procesom denudacyjnym przez co utwory czwartorzędu mają zróżnicowane wykształcenie i rozprzestrzenienie, zwłaszcza na południu miasta. Na północy, procesy erozyjne i denudacyjne zostały przykryte przez formy akumulacji lodowcowej, głównie moren, które odznaczają się pasowym, przebiegiem zgodnym z kierunkiem wydzielonych stref morfogenetycznych.

Surowcami o znaczeniu gospodarczym w Strzelcach Opolskich są: wapień, margle, dolomity, osady ilaste, piaski i żwiry. Największe znaczenie spośród wyżej wymienionych skał mają zasoby surowców węglanowych, głównie wapieni. Ich znaczenie wynika z dużego rozprzestrzenienia na obszarze miasta, różnorodności i wysokiej jakości.

3.4 Warunki glebowe

Wspomniane powyżej utwory wapienne przykrywa warstwa utworów czwartorzędowych wykształconych jako gliny piaszczyste, pylaste zwięzłe, pyły, piaski gliniaste o miąższości od 0,3 m do ponad 6 m we wschodniej części miasta. Północna część miasta to przeważające gliny zwałowe oraz piaski eoliczne na wydmach i piaski lodowcowe. Południową część miasta tworzą wapień, margle i wapień zlepioncowe.

Na kolejnym rysunku przedstawiono zasięgi występowania utworów geologicznych.



Rysunek 4. Utwory geologiczne na terenie Strzelce Opolskich (wg PIG)

3.5 Analiza zagospodarowania

W przypadkach, gdy dalsze obliczenia wymagają szczegółowego określenia zagospodarowania, dzięki zastosowaniu nowoczesnych metod, związanych z narzędziami GIS (ang. Geographic Information System – System Informacji Geograficznej) możliwa jest edycja zlewni o dużej rozdzielczości. Warunkiem powodzenia takiej analizy jest dysponowanie zestawem danych przestrzennych o odpowiedniej aktualności i dokładności. Taki zbiór danych może stanowić mapa zasadnicza danego obszaru lub zestaw danych BDOT (Baza Danych Obiektów Topograficznych).

O ile mapa zasadnicza powinna zawierać wszystkie dane do szczegółowego określenia przebiegu, rodzaju i zasięgu dróg, dachów i innych nawierzchni, w praktyce sposób wykonywania nie jest przystosowany do

wykorzystania tych danych do analiz przestrzennych. Skutkuje to znacznym nakładem prac koniecznym na przekształcenia umożliwiające takie wykorzystanie.

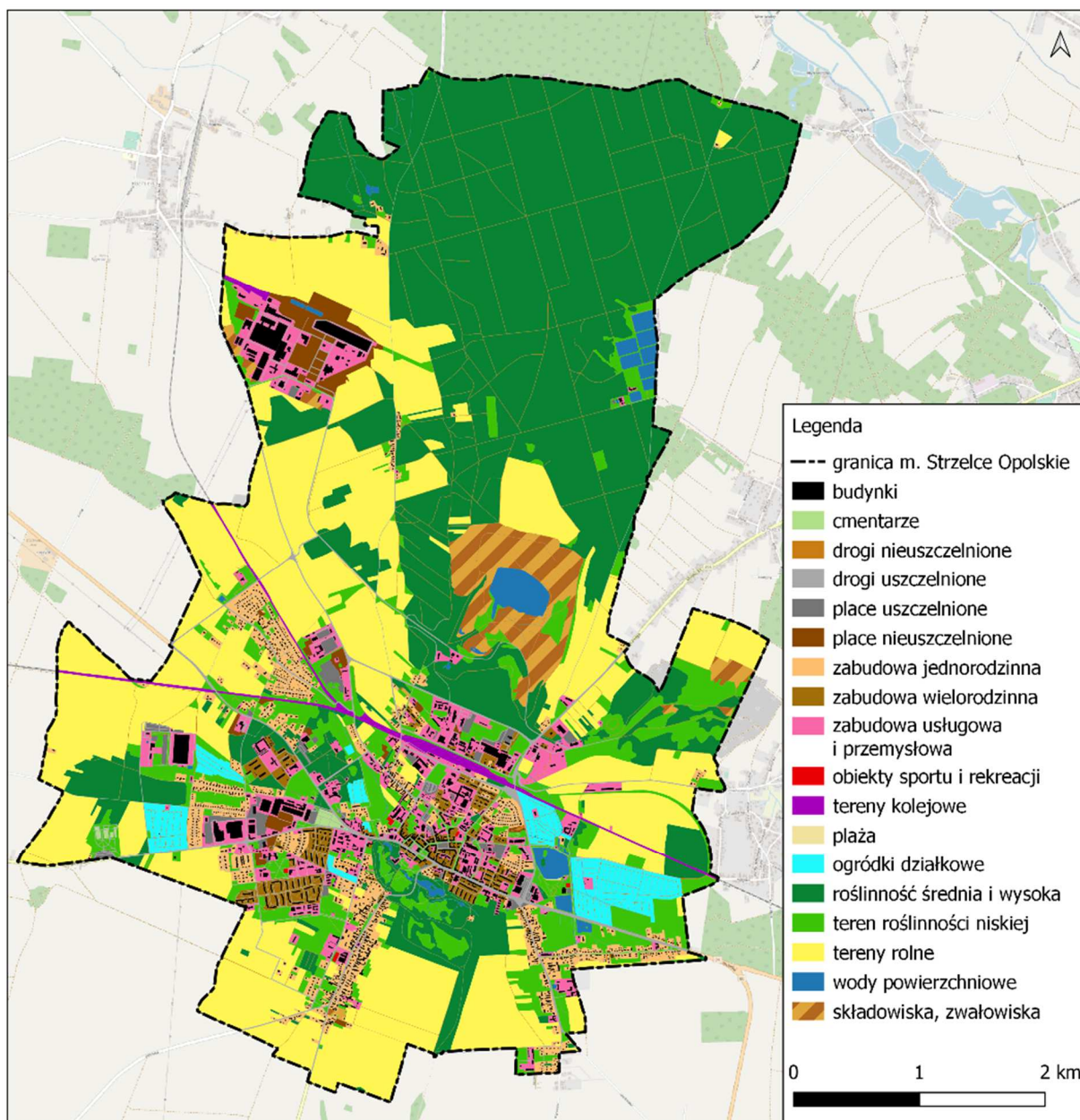
Baza Danych Obiektów Topograficznych BDOT10k jest wektorową (obiekową) bazą danych przestrzennych, jednorodną i spójną, o określonym modelu danych, obejmującą swym zasięgiem obszar całego kraju. Baza BDOT10k została utworzona i aktualizowana jest w oparciu o rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 17 listopada 2011 r. w sprawie bazy danych obiektów topograficznych oraz bazy danych obiektów ogólnogeograficznych, a także standardowych opracowań kartograficznych. To określa m.in.: zakres informacji gromadzonych w bazie danych obiektów topograficznych, organizację, tryb i standardy techniczne tworzenia bazy, tryb i standardy techniczne aktualizacji bazy, tryb i standardy techniczne udostępniania bazy, a także tryb i standardy techniczne tworzenia standardowych opracowań kartograficznych.

W chwili obecnej BDOT10k jest jedyną bazą topograficzną, zawierającą informacje o rzeczywistej lokalizacji obiektów w terenie z zachowaniem dokładności położenia obiektów, zgodnych ze standardami określonymi przez przepisy prawa o zasięgu dla całego kraju.

Informacje o pokryciu terenu zawarte w kilkunastu klasach obiektów BDOT dotyczących m.in. sieci komunikacyjnej, pokrycia terenu i budynków zostały przetworzone i zagregowane do 18 klas zagospodarowania o podobnej przepuszczalności powierzchni:

- (1) budynki
- (2) cmentarze
- (3) drogi nieuszczelnione
- (4) drogi uszczelnione
- (5) obiekty sportowe
- (6) place nieuszczelnione
- (7) place uszczelnione
- (8) plaże
- (9) składowiska, wyrobiska, zwałowiska
- (10) tereny ogródków działkowych
- (11) tereny roślinności niskiej
- (12) tereny kolejowe
- (13) tereny leśne
- (14) tereny rolne
- (15) tereny zabudowy jednorodzinnej
- (16) tereny zabudowy wielorodzinnej
- (17) tereny zabudowy usługowej i przemysłowej
- (18) wody powierzchniowe.

Na poniższej ilustracji przedstawiona została wizualizacja obecnego zagospodarowania analizowanych zlewni wykonana na podstawie BDOT (stan na 2020 r.).



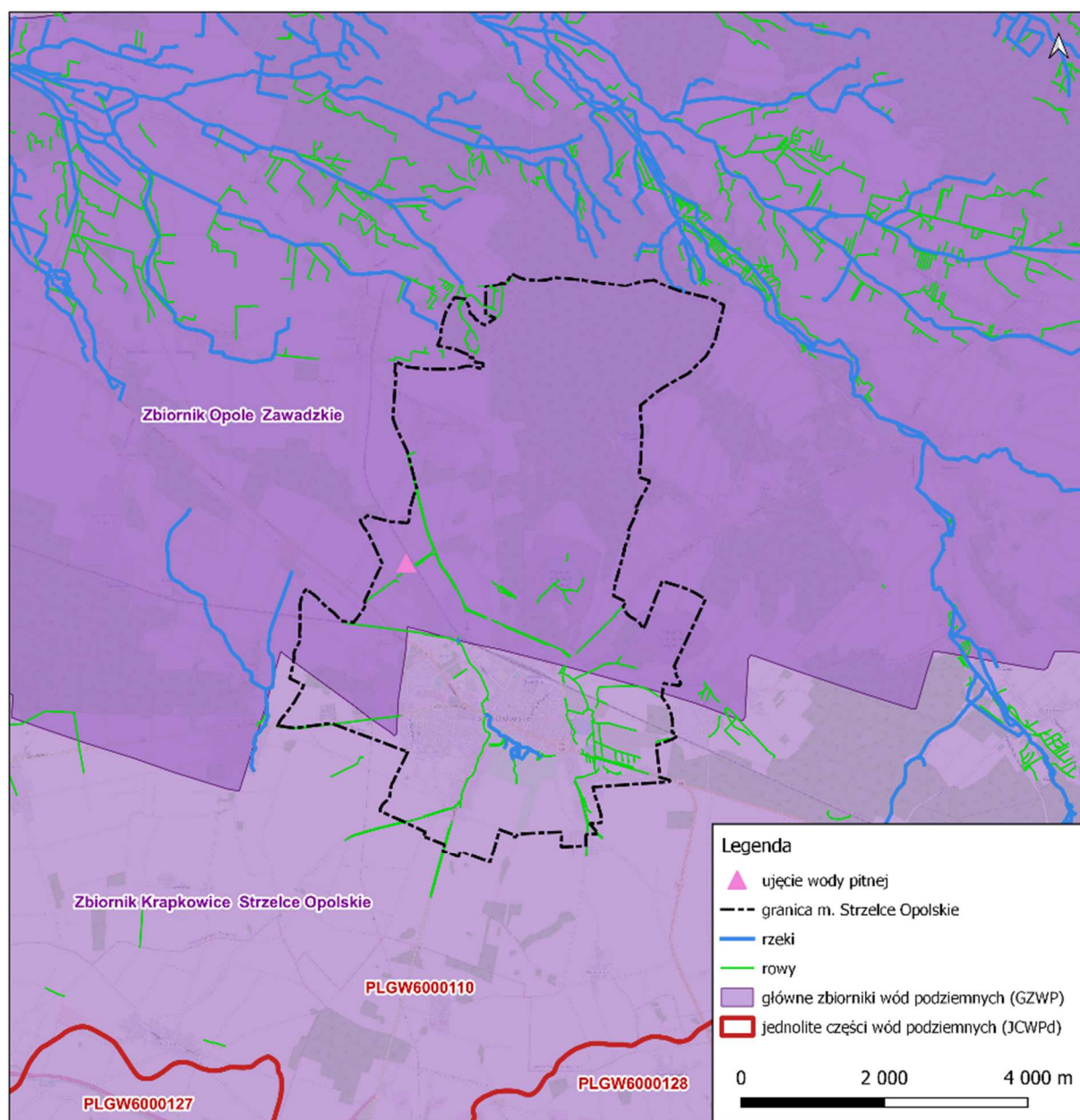
Rysunek 5. Obecne zagospodarowanie Strzelec Opolskich (źródło: opracowanie własne na podst. BDOT)

3.6 Wody podziemne

W granicach miasta znajdują się częściowo Główne Zbiorniki Wód Podziemnych GZWP nr 333 (Zbiornik Opole - Zawadzkie, północna część miasta) i nr 335 (Zbiornik Krapkowice – Strzelce Opolskie, południowa część miasta).

GZWP Opole - Zawadzkie to wody szczelinowo-krasowe, podatne na zanieczyszczenia - zagrożone jakościowo oraz ilościowo, ze względu bezpośrednią infiltrację oraz intensywność poboru wód. GZWP Krapkowice – Strzelce Opolskie to zbiornik szczelinowo-porowy, w obrębie osadów klastycznych pstrego piaskowca i czerwonego spągowca. Także jest zaliczony do obszarów zagrożonych ze względu na intensywny pobór wód oraz na zanieczyszczenia infiltrujące w głąb gruntu [2]. Punktowe źródła zanieczyszczeń tych wód to głównie awaryjne zrzuty ścieków bytowo-gospodarczych, pochodzących z gospodarki komunalnej [3].

Obszar miasta znajduje się w granicach Jednolitych Części Wód Podziemnych (JCWPd) nr 110 – PLGW6000110 - charakteryzuje się wodami o stanie dobrym, niezagrożonym (stan na 2012 r.) [3] oraz w granicach Jednolitych Części Wód Powierzchniowych (JCWP) - RW600017118889.



Rysunek 6. Zasięg jednolitych części wód podziemnych oraz głównych zbiorników wód podziemnych

Poziom wód gruntowych na terenie miasta związany jest z osadami czwartorzędowymi wypełniającymi dolinki cieków przecinających miasto. Zasilanie wód gruntowych następuje bezpośrednio z opadów atmosferycznych. [1]

4 Charakterystyka istniejącego systemu odwodnienia

System odwodnienia miasta Strzelce Opolskie składa się z cieków powierzchniowych, rowów melioracyjnych oraz z systemu kanalizacji deszczowej i ogólnospławnej.

W kolejnych rozdziałach zostaną krótko scharakteryzowane poszczególne komponenty. Szczegółowa charakterystyka sieci kanalizacyjnej jest przedmiotem Etapu 2 tego zadania (od rozdz. 7 do rozdz. 12).

4.1 Wody powierzchniowe

Miasto położone jest w dorzeczu Odry. Sieć hydrograficzna na obszarze Strzelec Opolskich jest dosyć uboga, nierównomiernie rozwinięta i charakteryzuje się dużą zmiennością sezonową ze względu na krasowy charakter geologiczny. W centralnej części miasta występują lokalne obniżenia związane z dwiema dolinkami cieków bez nazwy. Pierwsza z nich przebiega z południowego zachodu na północny zachód przez tereny Parku Renardów. Druga natomiast znajduje się przy wschodniej granicy miasta, przebiega w kierunku północnym, aż do linii kolejowej.

4.1.1 Wody stojące

Na obszarze Strzelec Opolskich występują głównie antropogeniczne zbiorniki wodne, spełniające głównie funkcje rekreacyjne oraz hodowlane, zlokalizowane w południowej i południowo-wschodniej części miasta:

- stawy zlokalizowane na obszarze Parku Renardów,
- stawy hodowlane w rejonie ul. Budowlanych (Staw Spałek, Staw Dewizowiec oraz staw przy ul. Toszeckiej).

Znacznych rozmiarów zbiornik wód powierzchniowych znajduje się na obszarze Kopalni Wapienia Strzelce Opolskie zlokalizowanej w centralnej części obszaru administracyjnego miasta. Zbiornik ten powstał w wyniku zaprzestania wydobycia wapieni z dolnego poziomu kopalni.

4.1.2 Sieć rowów otwartych

Sieć rowów na terenie miasta jest uboga i skupia się na wschodnich obszarach oraz wzdłuż pasów jezdni. Część z nich do dziś ma charakter melioracyjny i/lub drenażowy, inne zostały zaadaptowane na potrzeby odwodnieniowe. Charakteryzuje je duża zmienność sezonowa oraz okresowe zanikanie w okresach suchych.

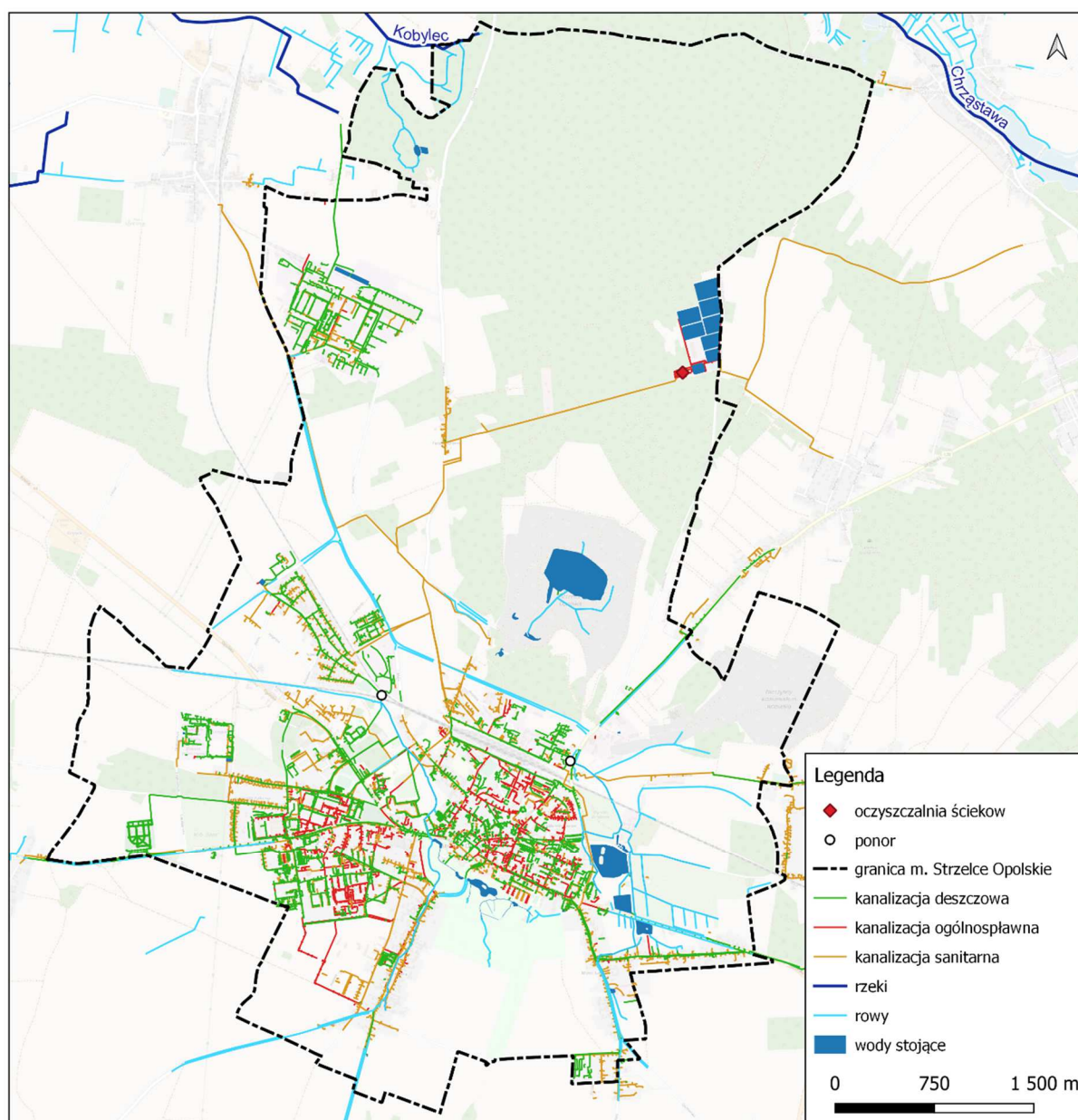
W przypadku rowów otwartych jako komponentu systemu odwodnienia, zauważalnym jest brak oficjalnej bazy danych chociażby o przebiegu tych rowów, nie mówiąc o ich stanie technicznym, obciążeniu hydraulicznym, czy stanie prawnym. Jediną wektorową bazą danych dokumentującą przynajmniej przestrzenną lokalizację rowów, są warstwy SHP przetworzone z BDOT oraz z analiz własnych przeprowadzonych w ramach tego opracowania na podstawie Numerycznego Modelu Terenu oraz ortofotomapy.

Ze względu na brak metadanych pełna ocena wiarygodności tych danych nie jest możliwa. Porównanie wizualne z przebiegiem rowów w terenie na podstawie aktualnej ortofotomapy i NMT, wskazuje na dużą zgodność zdigitalizowanych tras rowów.

Ten zbiór danych zawiera informacje o około 40 km rowów. Ze względu na niepełną bazę danych o rowach zestawienie może być załącznikiem tak bardzo potrzebnej bazy danych o rowach, która powinna być sukcesywnie budowana w ramach innych, bardziej szczegółowych opracowań.

Według danych kartograficznych przekazanych przez Zamawiającego, dominującym zamkniętym systemem odwodnienia w Strzelcach Opolskich jest kanalizacja deszczowa (KD). Kanalizacja ogólnospławna (KO) odprowadza wody opadowe jedynie na obszarze śródmieścia, na obszarze pomiędzy torowiskiem kolejowym, a ul. Stawową i ul. Krakowską. Całkowita długość przewodów systemu KD wynosi ok. 131 km, natomiast systemu KO ok. 64 km. Ze względu, iż część kanalizacji ogólnospławnej oznaczona jest jako kanalizacja sanitarna, warto odnotować także jej długość – wynosi ona ok. 102 km.

Na poniższym rysunku przedstawiono wszystkie komponenty systemu odwodnieniowego, tj. przebieg sieci kanalizacyjnych (KD, KO, kanalizacja sanitarna – KS) oraz rowów wraz z odbiornikami.



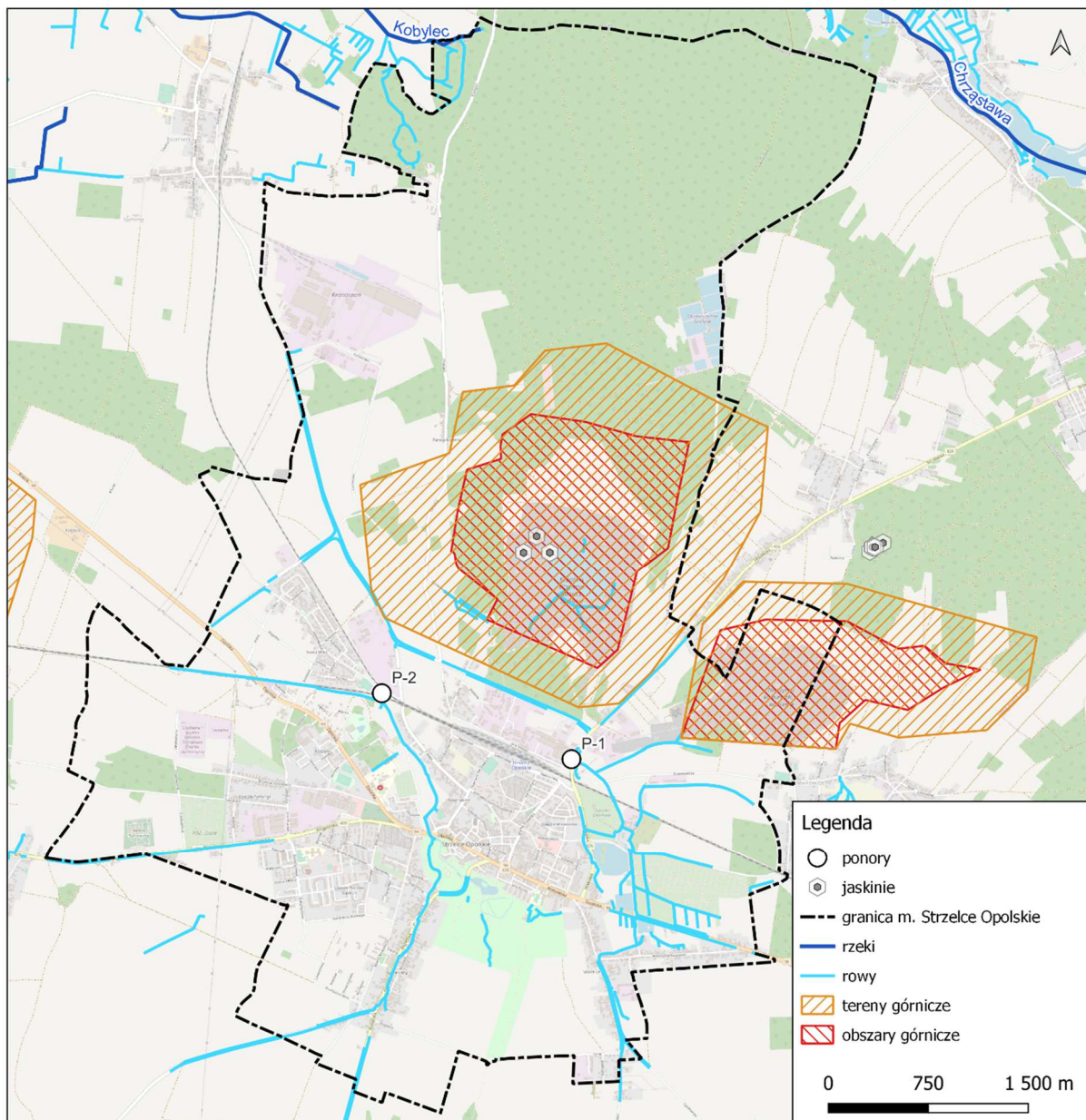
Rysunek 7. Istniejący system odwodnienia Strzelec Opolskich

Uwagi do analiz przestrzennych dot. powyższej ilustracji: przebieg KD, KO i KS odwzorowany jest na podstawie mapy zasadniczej. Lokalizacja rowów odzwierciedla zasoby BDOT10k, które zostały zmodyfikowane na podstawie NMT i ortofotomapy. Przebieg cieków jest uzgodniony z bazy MPHP, BDOT i mapy zasadniczej.

4.2 Obszary wrażliwości powiązane z gospodarką wodami opadowymi

Ze względu na specyfikę obszaru opracowania związaną m.in. z budową geologiczną i górnictwem, oprócz zwykłych w przypadku zagospodarowania wód opadowych takich jak np. ukształtowanie i zagospodarowanie terenu, czy podaż powierzchni biologicznie czynnej konieczne jest uwzględnienie kilku dodatkowych aspektów.

Odkrywkowa eksploatacja: są to obszary eksploatacji odkrywkowej, głównie złóż wapieni. Tereny te są szczególnie wrażliwe na wody opadowe, ze względu na powstałe zmiany warunków wodnych w górotworze, utworzone niecki poeksploatacyjne, zmiany morfologiczne terenu i liczne spękania górotworu.



Rysunek 8. Obszary wrażliwe związane z eksploatacją górnictwem w Strzelcach Opolskich

Na obszarze miasta występują dwa ponory krasowe (P-1 przy ul. Marka Prawego oraz P-2 w południowej części ul. Nowowiejskiej), odprowadzające wody pod powierzchnię terenu. Oznaczono je na powyższej ilustracji.

Wychodnie utworów węglanowych: głównie w obrębie wychodni utworów węglanowych triasu zachodzą zjawiska krasowe.

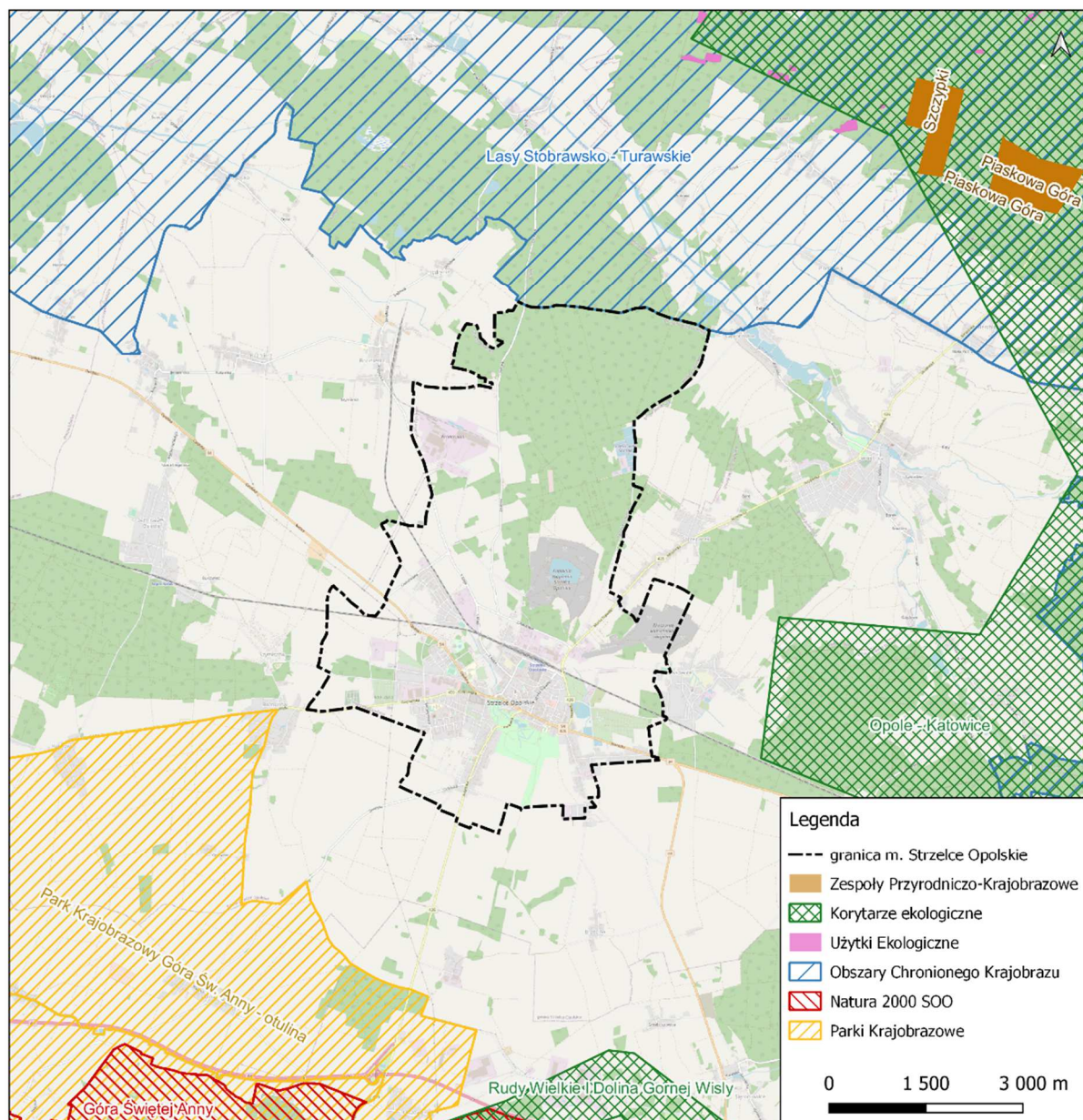
Z tego powodu nie powinno się dopuszczać do skoncentrowanej infiltracji wód:

- w głąb skał węglanowych w rejonach występowania wychodni tych utworów,
- na obszarach dawnego płytkiego i odkrywkowego górnictwa, a w szczególności na obszarach zagrożonych możliwością powstania deformacji nieciągłych.

Obszary cenne przyrodniczo:

Bezpośrednio w granicach administracyjnych Strzelce Opolskich nie występują formy ochrony przyrody, natomiast w bliskiej odległości znajdują się:

- Obszary Chronionego Krajobrazu – „Lasy Stobrowsko - Turawskie”,
- Park Krajobrazowy – „Góra Św. Anny”, wraz z otuliną parku,
- Korytarz Ekologiczny Rudy Wielkie i Dolina Górnej Wisły,
- Korytarz Ekologiczny Opole - Katowice.



Rysunek 9. Formy ochrony przyrody w okolicy Strzelce Opolskiej

5 Ocena funkcjonowania istniejącego systemu odwodnienia

5.1 Tereny zagrożone powodzią od cieków powierzchniowych

Ze względu na charakter powierzchniowych cieków na obszarze miasta Strzelce Opolskie modelowaniem hydrodynamicznym nie zostały objęte cieki w ramach projektu ISOK realizowanego przez KZGW (obecnie PGW Wody Polskie). Mapy zagrożenia powodziowego sporządza się dla obszarów narażonych na niebezpieczeństwo powodzi, wskazanych we wstępnej ocenie ryzyka powodziowego, tj. obszarów, na których stwierdza się istnienie znaczącego ryzyka powodziowego lub jego wystąpienie jest prawdopodobne. Występowania takiego zagrożenia na obszarze opracowania nie stwierdzono.

5.2 Tereny narażone na podtopienia wynikające ze zbyt małej przepustowości systemu odwodnienia lub jego braku

Najbardziej wiarygodnym źródłem tego typu informacji są skalibrowane modele hydrodynamiczne systemu odwodnienia. Ze względu na brak takich informacji do dyspozycji pozostają dane empiryczne, z obserwacji występujących problemów. Na potrzeby tego opracowania zestawiono informacje uzyskane z Komendy Powiatowej Państwowej Straży Pożarnej w Strzelcach Opolskich (KP PSP), zebrane podczas przeprowadzonej ankietyzacji on-line oraz ankietyzacji w ośrodkach gminnych, otrzymanych bezpośrednio od Zamawiającego oraz z doniesień medialnych.

5.2.1 Dane o podtopieniach i zalaniach z bazy danych KP PSP

Na potrzeby wyznaczenia obszarów problemowych w zakresie KD, KO i rowów dokonano analizy danych o interwencjach Komendy Powiatowej Państwowej Straży Pożarnej w Strzelcach Opolskich (KP PSP). KP PSP przekazała dane o interwencjach podejmowanych w okresie od 1 stycznia 2010 r. do 19 października 2021 r. związane z podtopieniami i zalaniem. Dane statystyczne zawierały szczegółowe adresy wraz z krótkim opisem miejsca zdarzenia, co umożliwiło szczegółową identyfikację podtapianych lokalizacji.

Łączna liczba interwencji KP PSP związanych z opadami nawałnymi w tym okresie dla całych Strzelec Opolskich wyniosła 161. Zdecydowana większość zlokalizowana jest na obszarze bez istniejącego systemu kanalizacji deszczowej – osiedle domów wielorodzinnych pomiędzy ulicami Klonowa i Krzywoustego oraz na obszarze ścisłego centrum miasta, gdzie wody opadowe odprowadzane są systemem kanalizacji ogólnospławnej: obszar pomiędzy ul. Dworcową, a Parkiem Renardów. Na obszarach skanalizowanych systemem kanalizacji deszczowej również zdarzały się podtopienia wymagające interwencji PSP, natomiast były to pojedyncze zdarzenia. Wyjątkiem jest ul. Nowowiejska, w dzielnicy Nowa Wieś, gdzie obserwowano częstsze zdarzenia związane z podtopieniami.

5.2.2 Dane o podtopieniach i zalaniach uzyskane podczas ankietyzacji mieszkańców

W celu uzupełnienia wyżej opisanych baz danych KP PSP mieszkańcom Strzelec Opolskich udostępniono krótką ankietę internetową, która umożliwiała zgłoszenie podtapianych lokalizacji.

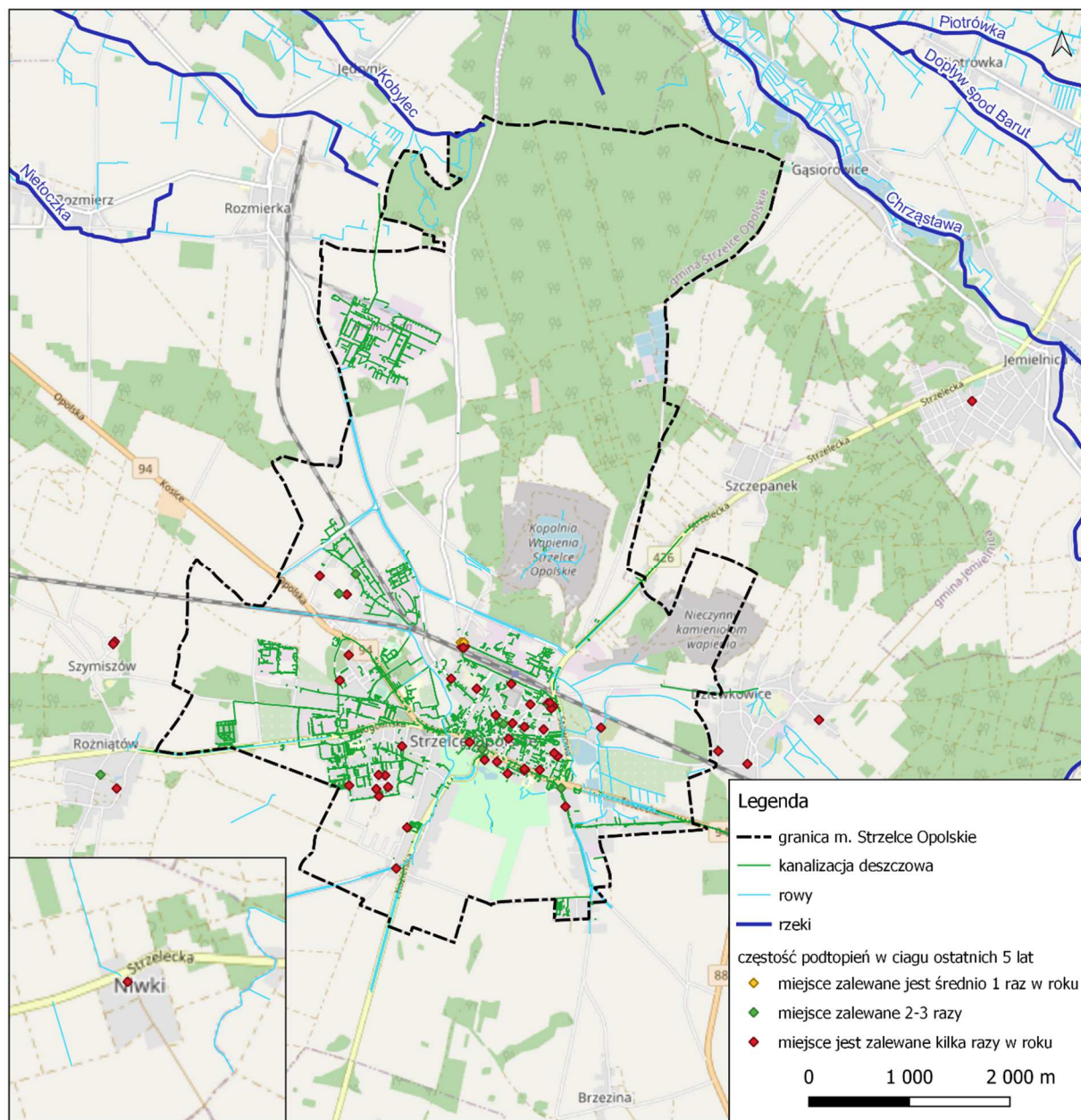
Ankieta była dostępna w następujących miejscach sieciowych:

(1) www.strzelceopolskie.pl (oficjalna miejska strona internetowa)

Na stronie miejskiej ankieta została udostępniona w dniu 21 lutego 2022 r. Jako końcowy termin nadsyłania ankiet wskazany został 4 marca 2022 r. (czas trwania: 2 tygodnie). W trakcie zaplanowanej ankietyzacji wpłynęło 73 wypełnionych ankiet, w których wskazano podtapiane miejsca na terenie miasta Strzelce Opolskie.

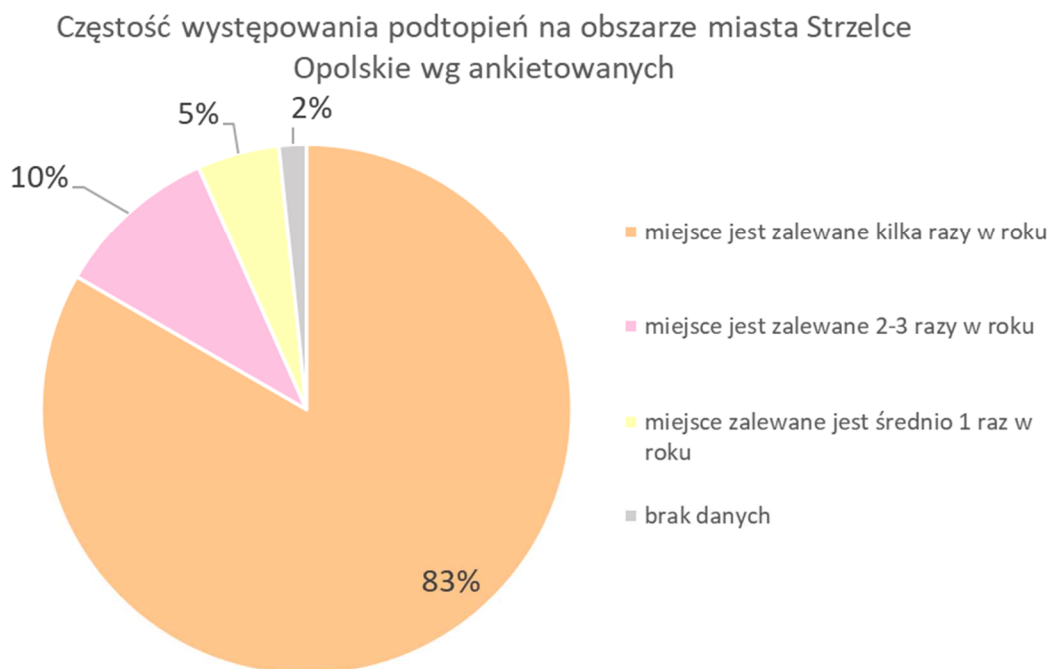
Na poniższym rysunku przedstawiono lokalizacje zgłaszane przez mieszkańców, w których zaobserwowano podtopienia infrastruktury drogowej oraz gospodarstw domowych w podziale na częstość tych zdarzeń. Większość ze wskazanych w ankietach lokalizacji występowania podtopień znajduje się w rejonie ścisłego centrum miasta oraz na obszarze osiedla z budynkami wielorodzinnymi w zachodniej części miasta.

Uwaga: Zauważono, że 13 zgłoszeń zlokalizowanych jest poza granicami miasta Strzelce Opolskie (zostały one pokazane na rysunku, natomiast nie brano ich pod uwagę do dalszych analiz).



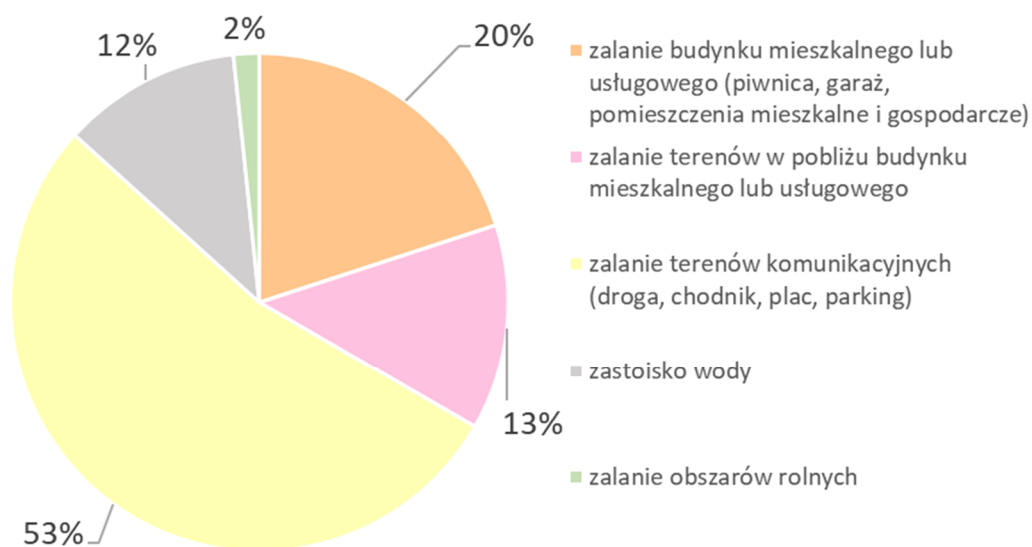
Rysunek 10. Lokalizacje podtopień wskazanych w ankiecie wraz z częstością podtopień

Po przeanalizowaniu 60 zebranych dotychczas zgłoszeń od mieszkańców, stwierdzono, że zdecydowana większość podtopień występuje nawet kilka razy w roku (aż 50 zgłoszeń, co równa się 83% wszystkich zgłoszeń na obszarze miasta). Należy uznać je zatem za szczególnie uciążliwe dla mieszkańców.



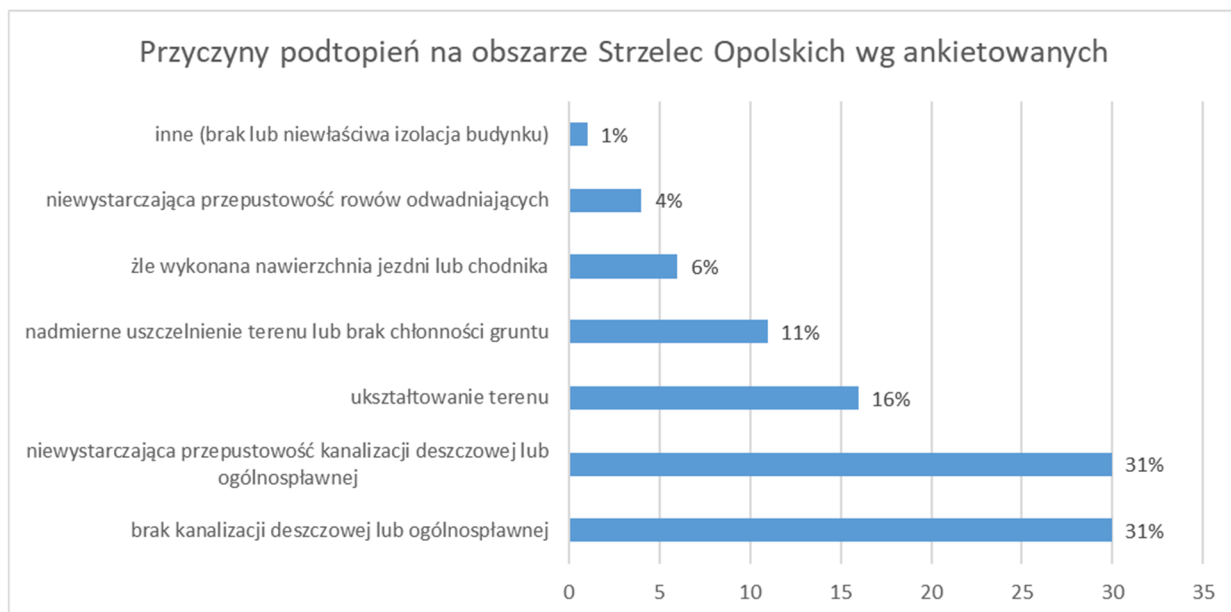
Rysunek 11. Częstość występowania podtopień na obszarze miasta Strzelce Opolskie wg ankietowanych

Typ zalania na obszarze miasta Strzelce Opolskie wg ankietowanych



Rysunek 12. Typy podtopień na obszarze miasta Strzelce Opolskie wg ankietowanych

Z zebranych podczas ankietyzacji danych wynika, że nieco ponad połowa (53%) zgłoszeń dotyczy zalania terenów komunikacyjnych (dróg, chodników, placów, parkingów).



Rysunek 13. Przyczyny podtopień na obszarze miasta Strzelce Opolskie wg ankietowanych

Zdecydowana większość ankietowanych uważa, że przyczyną wystąpienia podtopień są: brak kanalizacji deszczowej lub ogólnospławnej oraz niewystarczająca przepustowość KD lub KO (wybór wielokrotny, stąd nie należy sumować punktów procentowych).

5.2.3 Dane o podtopieniach i zalaniach wg Zamawiającego

Zamawiający na początkowym etapie prac wskazał lokalizacje, które znane są jako przeciążone hydraulicznie. Oznacza to, że w tych miejscach dochodzi do podtopień i wylań z KD. Są to następujące obszary na terenie Strzelce Opolskich:

- (a) okolice Parku Renardów przy ul. Opolskiej 12;
- (b) okolice przepustu na rowie przy ul. Szpitalnej;
- (c) okolice skrzyżowania ul. Fabrycznej z ul. Osiedle.

Lokalizacje ww. problematycznych obszarów przedstawiono na następnej ilustracji wraz z miejscami wylań zgłaszanych przez Zamawiającego.

5.2.4 Dane o podtopieniach i zalaniach wg SWiK

Strzeleckie Wodociągi i Kanalizacja zgłosiły trzy lokalizacje, w których występują problemy hydrauliczne na sieci KD:

- 1) w okolicy ul. Strzelców Bytomskich;
- 2) w okolicy ul. Braci Prankel;
- 3) w okolicy ul. Nowowiejskiej.

5.2.5 Dane o podtopieniach z doniesień medialnych

Kolejną możliwość oceny aktualności i częstotliwości problemów wynikających z zalań i podtopień wodami opadowymi jest sięgnięcie do lokalnych mediów i zestawienie opisów takich zdarzeń. Może dostarczyć to dodatkowych danych o skali powstałych szkód. Na potrzeby tego opracowania wykorzystano doniesienia prasowe z ostatnich 13 lat dostępne w postaci cyfrowej. Po przeanalizowaniu dat w jakich zgłoszenia były publikowane, rozdzielono te, które wydarzyły się do roku 2010 oraz te które miały miejsce później (po 2016 r.). Wszystkie podtopienia do roku 2010 włącznie dotyczyły zalanych ulic

i szlaków komunikacyjnych (w sumie 14 zdarzeń w 2009 i 2010r). W grupie zdarzeń po 2010 roku znalazły się:

- 1) zalana ulica Gogolińska (data publikacji 29.07.2016r), brak informacji w bazie PSP,
- 2) zalana ulica Habryki (data publikacji 29.07.2016r), brak informacji w bazie PSP,
- 3) podtopienia budynków przy ul. Opolskiej (data publikacji 10.06.2018r), informacje znajdują się w bazie PSP,
- 4) podtopienia budynków przy ul. Gogolińskiej (data publikacji 10.06.2018r), informacje znajdują się w bazie PSP,
- 5) podtopienia budynków i zalanie ulicy Fabrycznej (data publikacji 10.06.2018r), informacje znajdują się w bazie PSP,
- 6) podtopienia budynków i zalanie ulicy Klonowej (data publikacji 10.06.2018r), informacje znajdują się w bazie PSP,
- 7) zalana ulica 1 Maja (data publikacji 16.06.2020r), brak informacji w bazie PSP.

Wykorzystano następujące artykuły:

- (1) data publikacji: 29 czerwca 2009, nto.pl

URL: <https://www.strzelec.info/wiadomosci/954,wiadukt-znowu-zalany>

(dostęp 05.11.21)

Lokalizacja problemu: os. Piastów Śląskich, ul. Gogolińska, ul. Opolska, ul. Dębowa, ul. Zielona, ul. Bolesława Chrobrego, ul. Moniuszki, ul. Ujazdowska, ul. Wawrzyńca Świerzego, ul. Rychła

Problem: zalane ulice, klatki schodowe i piwnice

Interwencje PSP w bazie danych: nie

- (2) data publikacji: po powodzi w 2010, powiatstrzelecki.pl

URL: <https://powiatstrzelecki.pl/download/attachment/1644/3.pdf> (dostęp 05.11.21)

Lokalizacja problemu: ul. Korfantego, ul. Torowa, ul. Jana Matejki

Problem: zalane ulice, budynki i piwnice

Interwencje PSP w bazie danych: nie

- (3) data publikacji: 29 lipca 2016, nto.pl

URL: nto.pl/podtopione-ulice-po-ulewie-w-strzelcach-opolskich-wideo/ar/10459906

(dostęp 05.11.21)

Lokalizacja problemu: ul. Gogolińska, ul. Habryki

Problem: zalane ulice

Interwencje PSP w bazie danych: nie

- (4) data publikacji: 10 czerwca 2018, nto.pl

URL: <https://nto.pl/strzelce-opolskie-gwaltowne-opady-deszczu-zalane-piwnice-uszkodzona-droga/ar/13247382>

(dostęp 05.11.21)

Lokalizacja problemu: ul. Fabryczna, ul. Opolska, ul. Gogolińska, ul. Klonowa

Problem: zalane ulice, budynki i piwnice

Interwencje PSP w bazie danych: nie

- (5) data publikacji: 16 czerwca 2020, strzelec.info

URL: <https://www.strzelec.info/wiadomosci/954,wiadukt-znowu-zalany>

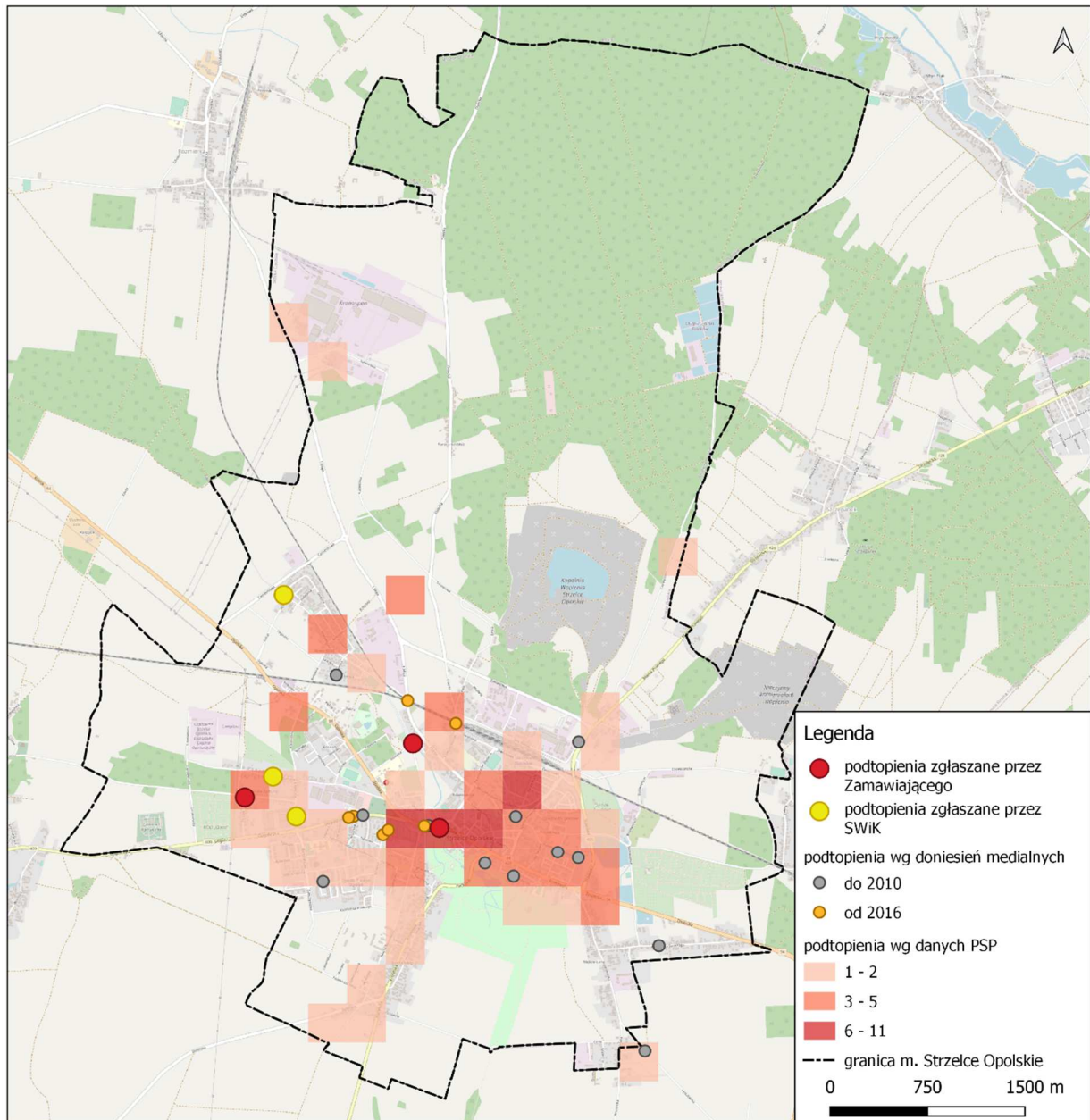
(dostęp 05.11.21)

Lokalizacja problemu: ul. 1 Maja

Problem: zalana ulica pod wiaduktem

Interwencje PSP w bazie danych: nie

Zbiór lokalizacji wskazanych w mediach jako podtapiane lub zalane jest obszerniejszy niż ten przekazany przez KP PSP. To ważna informacja wskazująca na potencjał optymalizacji archiwizacji danych o interwencjach PSP w odniesieniu do problemów związanych z wodami opadowymi. W celu lepszego wykorzystania tych danych w przyszłości zalecana jest współpraca z KP PSP tak, by ustalić kryteria kwalifikacji interwencji jako związanych z tego typu problemami i standardy ich opisów.



Rysunek 14. Mapa terenów narażonych na podtopienia wynikające ze zbyt małej przepustowości systemu odwodnienia oraz braku odwodnienia

5.3 Wpływ zagospodarowania zlewni na działanie systemu odwodnienia

Analiza zagospodarowania dla całego miasta została przeprowadzona na podstawie BDOT, by przeanalizować ewentualne zależności między pokryciem terenu, a działaniem systemu odwodnienia. Wyszczególniono następujące kategorie:

- 1) Powierzchnie biologicznie czynne (tereny stale i okresowo zielone: lasy, tereny roślinności niskiej i pola uprawne).
- 2) Powierzchnie całkowicie uszczelnione (dachy, place i drogi asfaltowe, betonowe, itp.).
- 3) Powierzchnie częściowo uszczelnione (tereny towarzyszące zabudowie miejskiej, to zazwyczaj częściowo przepuszczalne nawierzchnie komunikacyjne i rozproszone małe obszary zieleni miejskiej; stopień uszczelnienia takich terenów jest bardzo zróżnicowany i może wahać się w granicach 20- 80%).
- 4) Powierzchnie wód (płynących i stojących).

5.3.1 Udział terenów zielonych

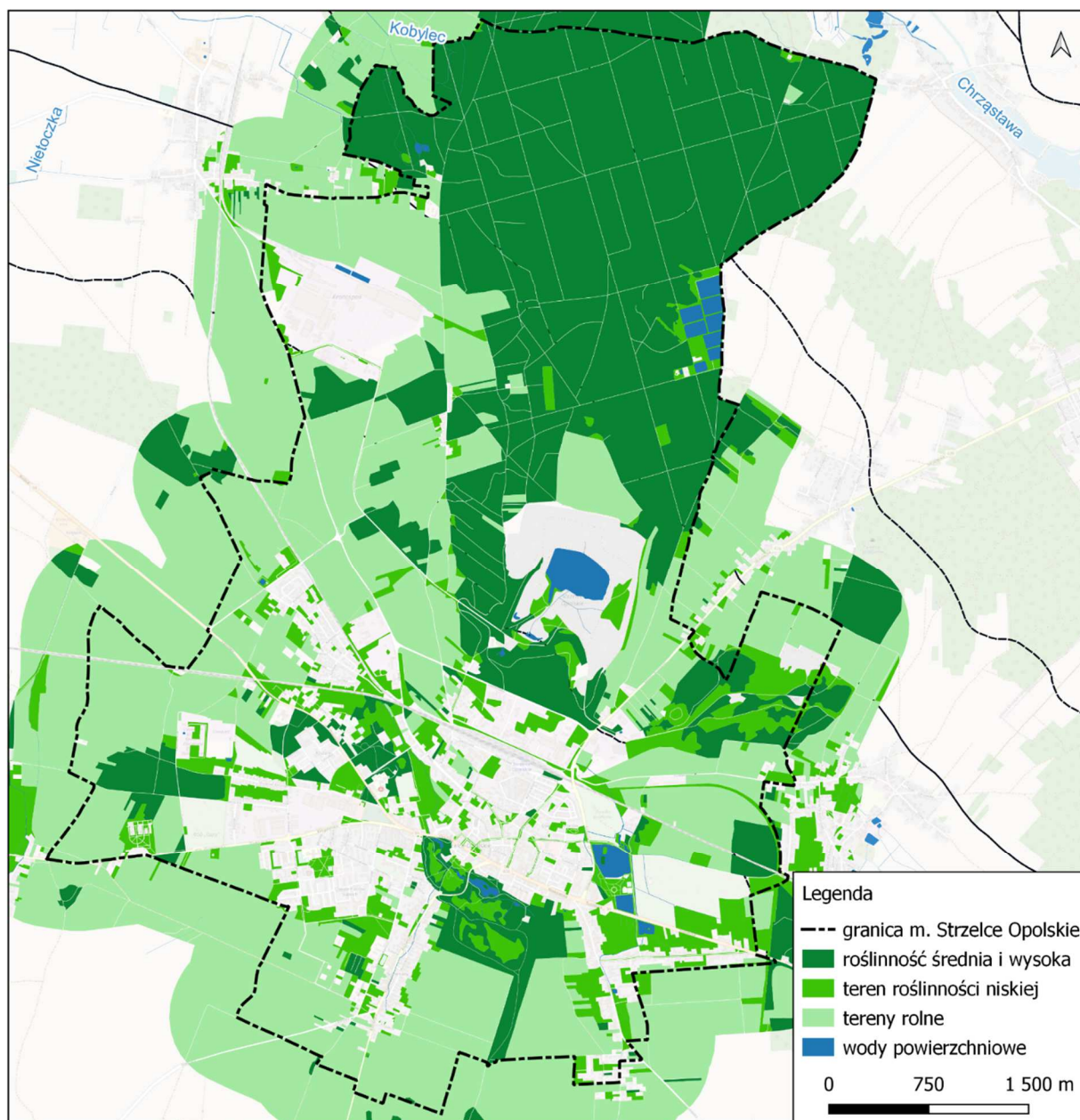
Znaczenie terenów zielonych dla zrównoważonej gospodarki wodami opadowymi na terenie zurbanizowanym jest bezdyskusyjne. Dobrze zaplanowane tereny zieleni zapobiegają powodziom i miejskiej suszy, stanowią przestrzeń dla bezpiecznego gromadzenia wody opadowej i bufor wilgoci w okresach wysokich temperatur.

Tym bardziej istotne jest oszacowanie ilości takich terenów w Strzelcach Opolskich. Na potrzeby tego opracowania w ramach terenów zieleni publicznej i terenów wspomagających wyróżniono kilka typów terenów zieleni w zależności od pełnionych funkcji i sposobu zagospodarowania, dostępności publicznej i możliwości zarządzania przez jednostki miejskie. Przyjęta typologia ma charakter indywidualny, odpowiadający specyfice terenów zieleni Strzelec Opolskich. Dane na temat publicznych terenów zieleni zebrano w bazie danych przestrzennych. Według tych danych tereny zieleni stanowią aktualnie 75% powierzchni Strzelec Opolskich.

Na potrzeby tego opracowania wykorzystując dane z BDOT uzyskano aktualne pokrycie Strzelec Opolskich zielenią, która jest potencjalnie istotna dla zagospodarowania wód opadowych w miejscu ich powstawania, w skali odpowiedniej dla tego poziomu ogólności opracowania. Oznacza to pominięcie m.in. niewielkich powierzchniowo ogródków przydomowych i zieleni osiedlowej. Obszary takie są bardzo ważne dla lokalnego mikroklimatu, mają znaczenie jako lokalna mikroretencja i nie należy zaniedbywać wszelkich starań, aby zwiększać ich udział. Jednak w skali miasta trudno ocenić przydatność takich terenów do infiltracji wód opadowych ze względu na brak danych o rodzaju podłoża glebowego (gruz budowlany, kolmatacja gleby naturalnej, położenie nad garażem podziemnym, itp.) oraz małym efekcie retencyjnym w sytuacji opadów nawaalnych lub opadów długotrwałych.

Uwagi do analiz przestrzennych dot. poniższej ilustracji: ostatecznym wynikiem przeprowadzonych analiz GIS jest zestaw danych o zieleni miejskiej składający się z terenów leśnych, obszarów roślinności niskiej oraz obszarów rolniczych. Na podstawie aktualnej ortofotomapy dokonano aktualizacji zasięgu wybranych obszarów. Pierwsza z nich przedstawia teren leśny oraz zadrzewiony, natomiast druga klasa zawiera roślinność trawiastą oraz uprawę rolną.

Ze względu na sposób przygotowywania tych danych (ręczna modyfikacja i uzupełnianie danych z BDOT przez porównanie z ortofotomapą z 2019 r.), możliwe jest, że nie wszystkie obszary spełniające ww. kryteria zostały zaznaczone na tej warstwie. Ponadto niektóre z zaznaczonych obszarów mogą zostać w niedalekiej przyszłości zagospodarowane. Stąd w przypadku bardziej szczegółowych opracowań zaleca się przeprowadzanie każdorazowo takich analiz z jeszcze większą dokładnością, korzystając każdorazowo z najaktualniejszych danych.



Rysunek 15. Mapa powierzchni biologicznie czynnych istotnych dla zagospodarowania wód opadowych

5.3.2 Udział obszarów wodnych

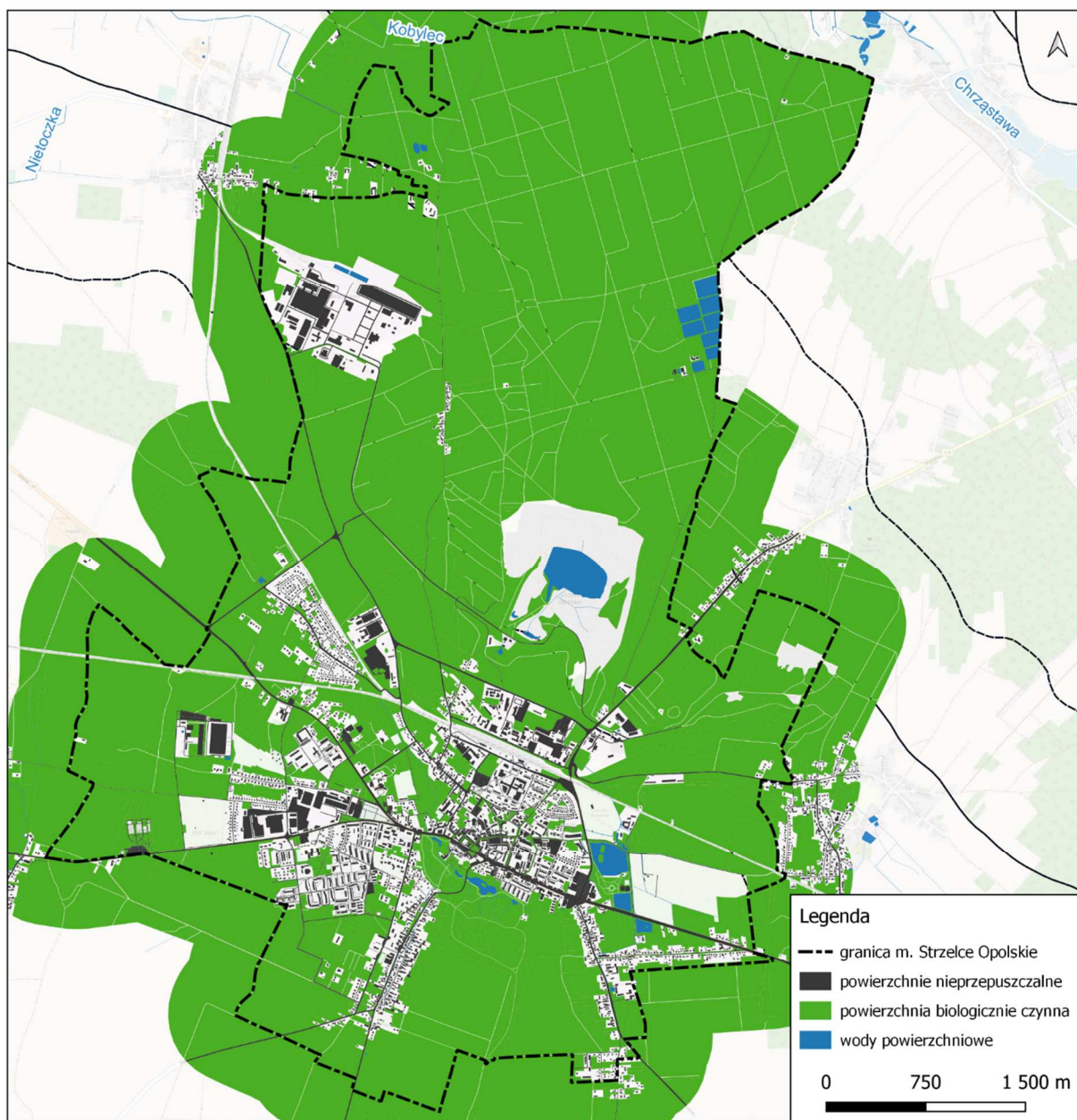
Krótką charakterystykę wód płynących i stojących zawierają rozdziały 4.1.1 do 4.1.3. Wody zarówno te płynące, jak i stojące stanowią mało rozbudowany szkielet systemu odwodnieniowego miasta. Co do zasady, dobrze funkcjonująca „niebieska infrastruktura” zwiększa retencję wody deszczowej i zapobiega powodziom, wpływa na utrzymanie odpowiednich poziomów wód gruntowych. W połączeniu z rozwiązaniami z zakresu zielonej infrastruktury służy przywracaniu różnorodności biologicznej bądź powstrzymywanie jej utraty, łagodzi przebieg skrajnych zjawisk pogodowych i ich skutków oraz poprawia jakość życia.

Tym bardziej zwraca uwagę niewielki udział obszarów wodnych w Strzelcach Opolskich, który nie przekracza 1,4% powierzchni miasta.

Lokalizacja najważniejszych cieków, rowów i zbiorników wodnych przedstawiona jest na kolejnej ilustracji.

5.3.3 Udział terenów całkowicie uszczelnionych

Powierzchnie szczelne, nazwane też „szarą infrastrukturą”, mają największe znaczenie dla powstawania spływu wód opadowych w mieście. Na asfaltowych lub betonowych ulicach i placach oraz dachach praktycznie cały opad przekształca się w spływ powierzchniowy, który przynajmniej z powierzchni komunikacyjnych odprowadzany jest w przyspieszony sposób systemami zbiorczej kanalizacji. Udział terenów całkowicie uszczelnionych jest z tego powodu miarodajnym wskaźnikiem do oceny potencjalnej ilości wód opadowych odpływających z danego obszaru. W Strzelcach Opolskich udział terenów całkowicie uszczelnionych wynosi ok. 6,5% powierzchni miasta.



Rysunek 16. Mapa obszarów wodnych, powierzchni uszczelnionych na tle powierzchni biologicznie czynnych

Uwagi do analiz przestrzennych dot. powyższej ilustracji: powierzchnię szarej infrastruktury wyznaczono łącząc dane z BDOT dotyczące m.in. budynków i sieci komunikacyjnej.

W nawiązaniu do opisanego powyżej wpływu zagospodarowania na działanie systemu odwodnienia szczególnego znaczenia oprócz dotychczas dominującej troski o ochronę przed powodzią wezbraniowymi i miejskimi nabierają działania mające na celu przeciwdziałanie suszy.

Jedną z definicji suszy jest ta, która nazywa ją „naturalnym zagrożeniem, o charakterze regionalnym, wywołanym głównie niedoborem opadu w połączeniu z innymi sprzyjającymi czynnikami” [5]. Skutki wystąpienia suszy odczuwalne są zarówno przez ludzi jak i ich środowisko. Mogą osiągać różne rozmiary,

porównywalne ze skutkami wystąpienia innych zagrożeń jak np. powódź. Jednak skutki suszy odczuwalne są zazwyczaj powoli i często objawiają się jako inne zagrożenia.

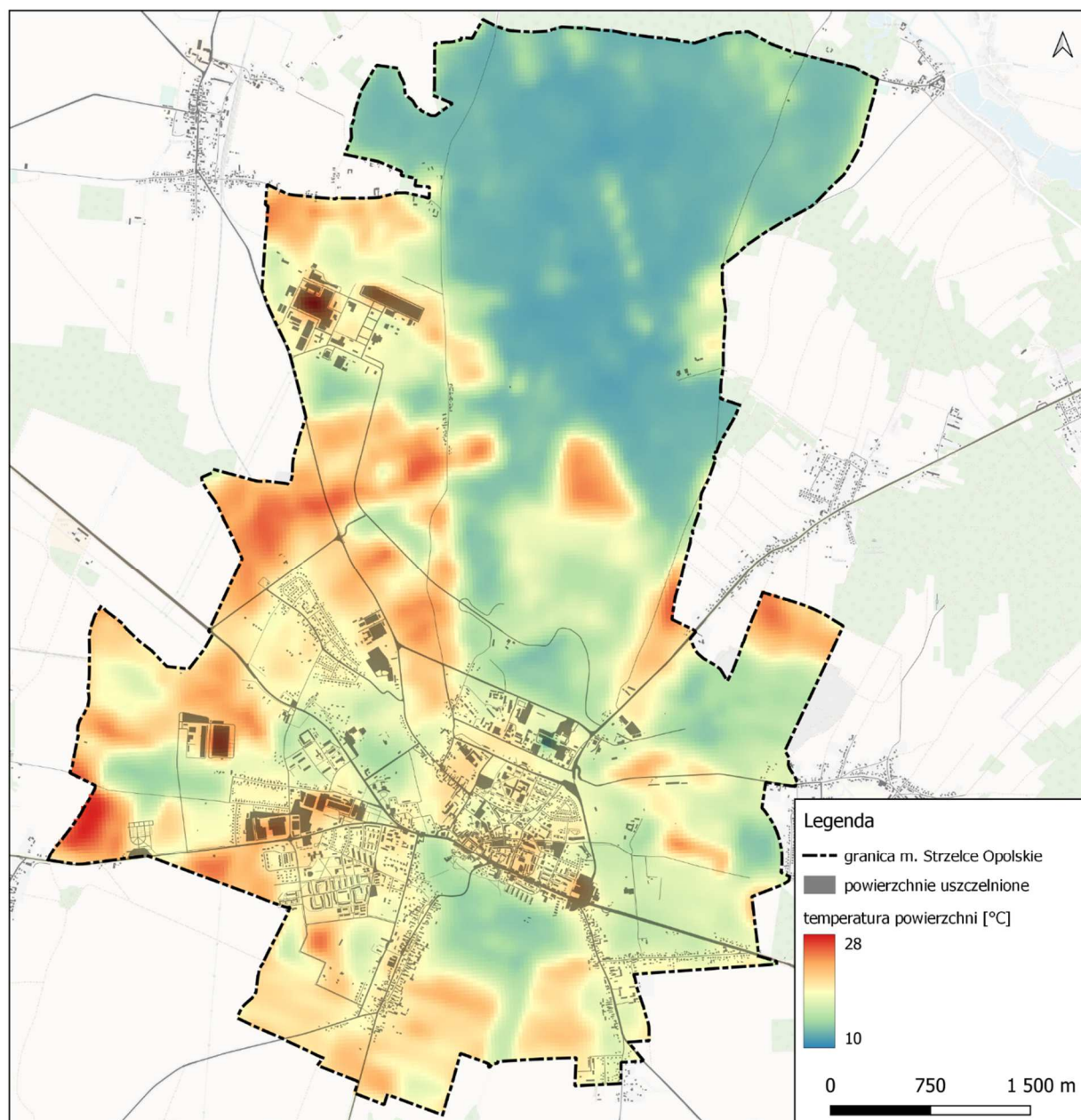
Najważniejszą przyczyną suszy w warunkach miejskich oprócz zbyt małych opadów jest przyspieszenie odpływu wód opadowych do odbiorników spowodowane uszczelnieniem powierzchni terenów przez niekontrolowane rozprzestrzenianie i zagęszczanie zabudowy i towarzyszącej jej nieproporcjonalnej w stosunku do terenów zielonych rozbudowy tzw. szarej infrastruktury (ulic, parkingów, chodników, betonowych lub asfaltowych placów) i brakiem możliwości infiltracji wód opadowych do gruntu. Każda decyzja o regulacji pozostałych w mieście półnaturalnych rzek lub zbiorników wodnych, o zasypaniu czy skanalizowaniu rowu melioracyjnego lub terenu podmokłego, realizacja inwestycji budowlanej kosztem terenów zielonych, degraduje system przyrodniczy miasta, który stanowi naturalny „nawilżacz” powietrza. Nawet działania o pozornie lokalnym charakterze przez ich powszechność, zmieniają warunki obiegu wody i funkcjonowania zieleni miejskiej i wywołują poważne skutki dla zdrowia mieszkańców miast. [4]

W efekcie nadmiernego osuszania miasta wzrasta zanieczyszczenie powietrza i powstają miejskie wyspy ciepła, co ma negatywny wpływ na ludzkie zdrowie. Różnice temperatur w obrębie miasta wykazuje kolejna ilustracja.

Różnica temperatury powierzchni w słoneczny dzień (18.09.2020) wynosi w Strzelcach Opolskich 18 st. C i koreluje wyraźnie z gęstością zabudowy i stopniem uszczelnienia nawierzchni. Najwyższe temperatury zostały zmierzone na obszarach obiektów wielkopowierzchniowych i towarzyszącej im infrastrukturze, tj. w okolicach ulic Gogolińskiej, Fabrycznej, Placu Targowego, Ciepłowniczej oraz w okolicach obszaru przemysłowego (ul. 1 Maja). Wyraźne wyspy ciepła występują również na obszarach o odsłoniętej glebie (bez pokrycia roślinnością), jak np. pola uprawne na północ od ul. Cementowej, w pobliżu ul. Surowcowej oraz na zachód od Cmentarza Komunalnego przy ul. Gogolińskiej. Najniższe temperatury są natomiast jednoznacznie związane z obszarami leśnymi i wodnymi.

Dane te potwierdzają dobrze już udokumentowaną rolę zielono-niebieskiej infrastruktury w łagodzeniu fal upałów oraz miejskich wysp ciepła. Powierzchnie zielone (biologicznie czynne), zwłaszcza lasy, parki, zadrzewienia oraz powierzchnie ‘niebieskie’ (wodne) znacznie podnoszą wilgotność powietrza, korzystnie wpływają na zmniejszenie temperatury.

Warunki długotrwałej suszy są także mocniej odczuwane przez ogół mieszkańców niż lokalnie występujące podtopienia. Fale upałów są szczególnie dokuczliwe dla osób starszych, co – także ze względu na starzenie się społeczeństwa - powinno być ważnym wskazaniem w poszukiwaniu rozwiązań planistycznych w polityce długofalowej miasta. Wprowadzenie wody w krajobraz miasta poprzez stymulowanie rozwoju zielono-niebieskiej infrastruktury połączone z ograniczeniem uszczelniania powierzchni to najlepszy sposób przeciwdziałania suszy, a równocześnie tworzenia miasta z dobrym mikroklimatem, z myślą o mieszkańcach.



Rysunek 17. Temperatura powierzchni na obszarze Strzelc Opolskich (data wykonania pomiaru: 18.09.2020, godz. 9:39)

6 Powiązanie z dokumentami strategicznymi, planistycznymi i opracowaniami archiwalnymi

6.1 Diagnoza, ocena oraz prognoza stanu wód powierzchniowych w obrębie miasta Strzelce Opolskie

Zespół autorski: AQUATOR Sp. z o.o., Wrocław

Data opracowania: wrzesień 2017

Opracowanie zawiera inwentaryzację wód powierzchniowych i podziemnych oraz ocenę ich stanu sanitarnego, wraz z elementami diagnozy odnoszącymi się przede wszystkim do specyficznych problemów geologicznych Strzelec Opolskich oraz prognozowanego stanu i obiegu wód na obszarze miasta. We wskazaniach do ograniczenia wpływu negatywnych działań na środowisko wodne uwzględniono dalsze plany rozbudowy kanalizacji deszczowej, ograniczenie odprowadzania wód zanieczyszczonych z centralnej części miasta do zjawisk krasowych, tj. ponorów oraz ograniczenie infiltracji wód w sąsiedztwie płytkich ujęć wód dla celów gospodarczych i bytowych. Wskazówki dotyczą także prowadzenia systemu monitoringu środowiska wodnego, zarówno wód powierzchniowych jak i stanu wód podziemnych.

6.2 Studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego Gminy Strzelce Opolskie

Zespół autorski: „STUDIO FORMAT” pracownia projektowa Renata Klimek

Data opracowania: kwiecień 2021 (SUiKZP)

Uchwała Nr XXXV/293/2021 Rady Miejskiej w Strzelcach Opolskich

W zakresie gospodarki wodami opadowymi SUiKZP ogólnie respektuje potrzebę zatrzymania i spowolnienia odpływu wód poprzez mikroretencję oraz zwiększanie retencji w zlewniach cząstkowych, w tym przez zalesianie wododziałów, odtwarzanie naturalnej retencji na terenach dolin rzecznych i w lasach, przywracanie retencji glebowo-gruntowej, renaturyzację cieków i zapobieganie lokalizacji zabudowy na terenach zalewowych. Choć ten dokument nie zawiera osobnego rozdziału opisującego zagospodarowanie wód opadowych, jednak tematyka ta jest podkreślana przy opisie m.in.:

- a) wód podziemnych i ich ujęć w kontekście ochrony obszarów zasilania wód podziemnych stanowiących źródło wody pitnej,
- b) odprowadzania ścieków sanitarnych oraz wód deszczowych w kontekście obciążenia hydraulicznego kanalizacji ogólnospławnej, wzrastającego traktując pogodę deszczową,
- c) warunków gruntowych oraz zjawisk krasowych, w których dochodzi do całkowitego zanikania sieci rowów na obszarze miasta.

W SUiKZP brakuje konkretnych sformułowań w wytycznych do części projektowej oraz zagospodarowania terenów już zabudowanych odnośnie wód opadowych i roztopowych.

W Planie Zagospodarowania Przestrzennego Województwa Opolskiego zapisano zadania odnoszące się do działań ochrony przeciwpowodziowej oraz rozwoju infrastruktury technicznej na obszarze gminy Strzelce Opolskie:

- wzmacnianie systemu monitoringu i osłony meteorologicznej,
- przeciwdziałanie skutkom zmian klimatycznych m.in. poprzez optymalizację zarządzania zasobami wodnymi, lepsze wykorzystanie odnawialnych źródeł energii, poprawę efektywności energetycznej, racjonalizację gospodarki odpadami, zwiększenie powierzchni obszarów zielonych,
- budowa systemów odprowadzania i oczyszczalnia wód deszczowych z terenów zurbanizowanych, głównych tras komunikacyjnych i obszarów przemysłowych,
- ograniczenie erozji gleb, przeciwdziałanie skutkom suszy oraz zwiększenie zasobów wód powierzchniowych,
- ograniczenie melioracji, ochrona i zwiększenie obszarów wysokich wód i roślinności charakterystycznej dla tych środowisk.

6.3 Strategia rozwoju Gminy Strzelce Opolskie 2021+ (faza projektu przed konsultacjami społecznymi)

Strategia Rozwoju Gminy Strzelce Opolskie 2021+ w trakcie opracowywania niniejszego dokumentu była na etapie konsultacji społecznych. W projekcie strategii zaplanowano cel główny oraz 4 cele strategiczne:

Cel główny: wzrost konkurencyjności gminy na tle regionu, przy jednoczesnym zachowaniu szeroko pojętej współpracy terytorialnej, poprzez rozwój gospodarczy, społeczny, przestrzenny oraz środowiskowy.

Cele strategiczne:

- 1) Gmina otwarta na gospodarkę,
- 2) Gmina otwarta na mieszkańca,
- 3) Gmina otwarta na środowisko,
- 4) Gmina otwarta na przestrzeń.

Niniejszy dokument wpisuje się w cel strategiczny 3. Gmina otwarta na środowisko oraz w kierunki działań:

3.1.3. Systematyczne zwiększanie obszarów zielonych oraz wdrażanie rozwiązań z zakresu korytarzy ekologicznych.

3.2.4. Monitoring warunków wodnych oraz prowadzenie działań ukierunkowanych na ich stabilizację.

Cele zakładają ograniczenie negatywnego wpływu człowieka na degradację środowiska przyrodniczego, z wykorzystaniem wszystkich dostępnych metod na poziomie gminy, które będą dbać o adaptację do zmian klimatycznych oraz zapobiegać dalszemu zanieczyszczeniu środowiska przyrodniczego.

Ponadto, w dokumencie wskazano kluczowe inwestycje, które przyczynią się do osiągnięcia powyższych celów. Są to w tym przypadku:

- **rozbudowa i przebudowa sieci wodno-kanalizacyjnych** na terenach wiejskich,
- **retencjonowanie wód** na terenie gminy Strzelce Opolskie.

7 Wizja terenowa

W ramach przygotowania koncepcji zagospodarowania wód opadowych i roztopowych z terenu miasta Strzelce Opolskie wykonano wizję terenową w dniu 03.03.2022. W trakcie wizji wykonano cyfrowe zdjęcia obiektów charakterystycznych dla systemu odwodnieniowego Strzelce Opolskich oraz krytycznych pod względem koncepcji odprowadzania wód opadowych i roztopowych z terenu miasta.

Szczegółową inwentaryzację istniejącego systemu odprowadzania wód opadowych i roztopowych z terenu miasta Strzelce Opolskie zawiera Załącznik 1. Poniżej przedstawiono zdjęcia w kluczowych dla systemu odwodnienia lokalizacji.

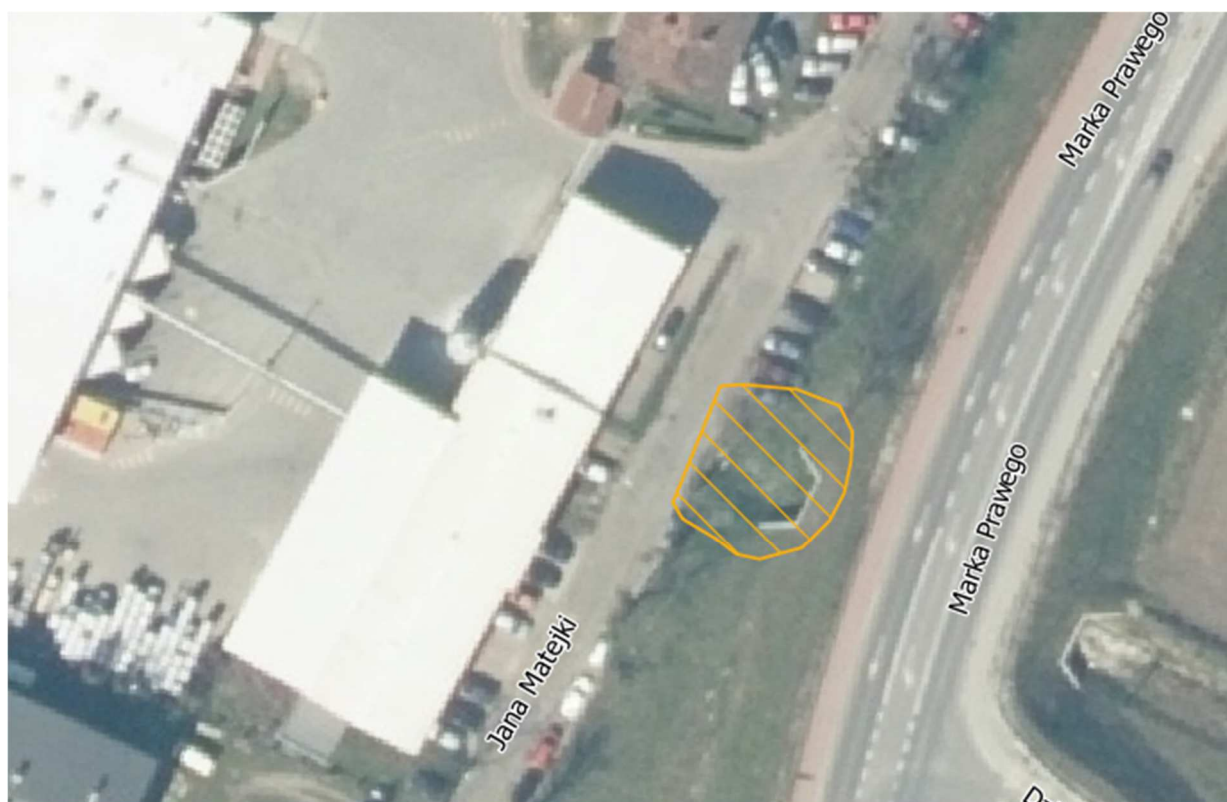
Poniższe zdjęcia 18 i 19 przedstawiają ponor P-1 w okolicy ulic Marka Prawego i Jana Matejki.



Rysunek 18. Okolice ponora P-1 (zdjęcie w kierunku zachodnim)



Rysunek 19. Okolice ponora P-1 (zdjęcie w kierunku wschodnim)



Rysunek 20. Szczegółowa lokalizacja ponora P-1 (obszar zaniku wód pod powierzchnią terenu)

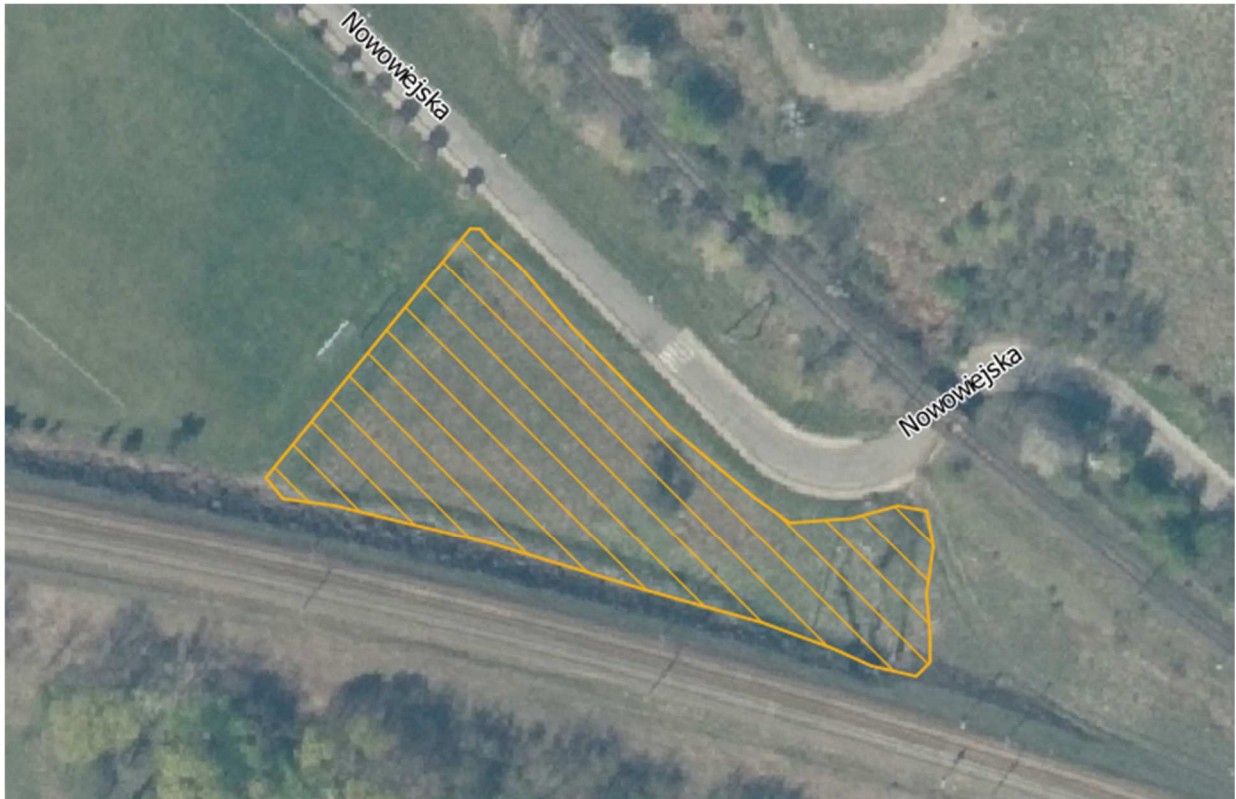
Rysunki 21 i 22 przedstawiają ponor P-2 przy ul. Nowowiejskiej, który zlokalizowany jest pomiędzy nasypami kolejowymi od strony północnej i południowej.



Rysunek 21. Okolice ponora P-2 i wlotu do KD - DN300 (zdjęcie w kierunku wschodnim)



Rysunek 22. Okolice ponora P-2 (zdjęcie w kierunku zachodnim)



Rysunek 23. Szczegółowa lokalizacja ponora P-2 (obszar zaniku wód pod powierzchnią terenu)

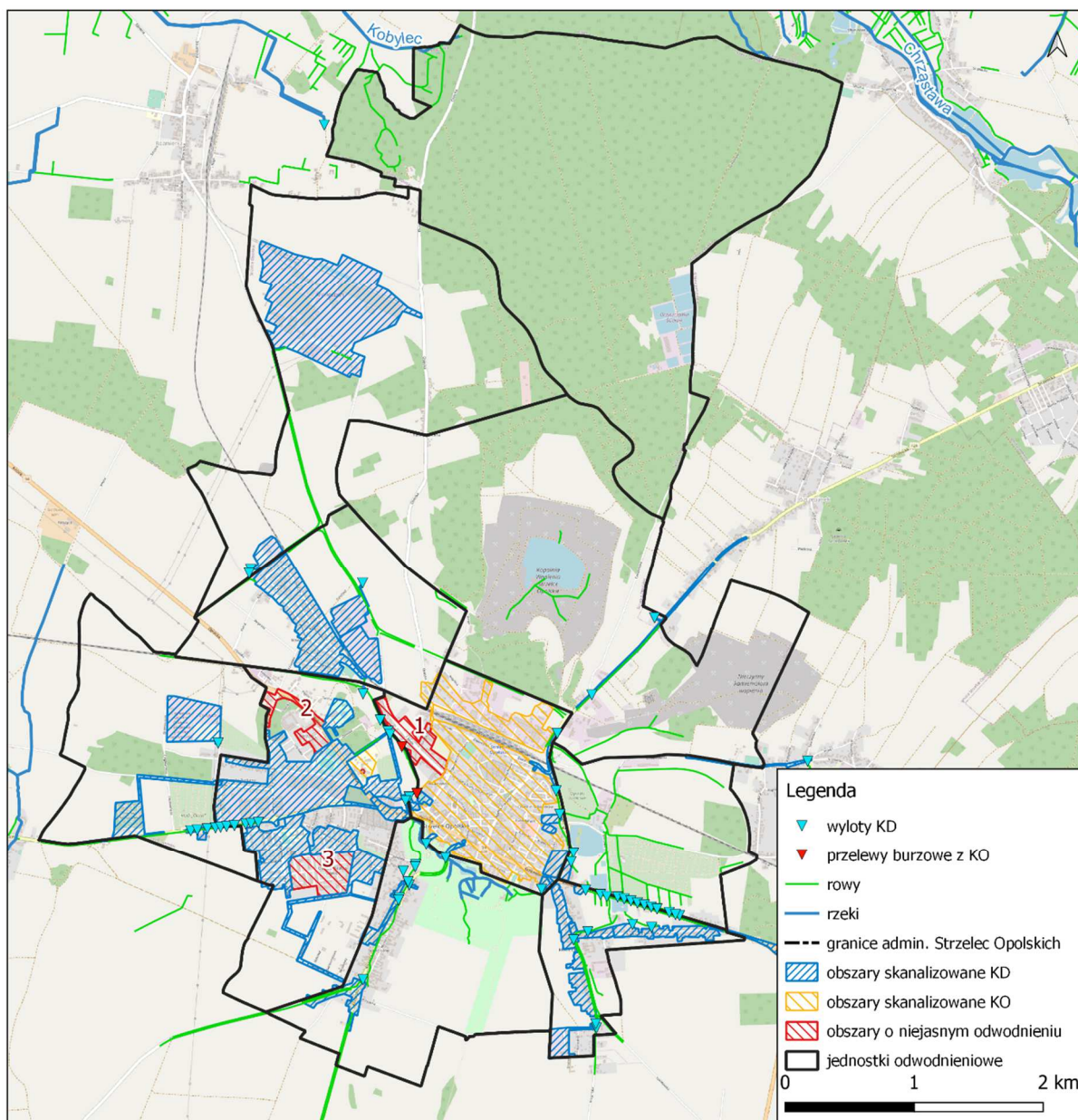
8 Weryfikacja stref skanalizowanych i nieskanalizowanych

Na poniższym rysunku oraz w załączniku (SOK-KP-O-R-009-1) przedstawiono zasięgi kanalizacji deszczowej, kanalizacji ogólnospławnej oraz zasięgi kanalizacji o niejednoznacznym charakterze sieci. W kilku obszarach miasta nie jest możliwa poprawna identyfikacja charakteru sieci oraz wylotów na oznaczonym obszarze na podstawie otrzymanych danych wejściowych i dla nich zalecana jest weryfikacja zawartości mapy zasadniczej na podstawie pomiarów geodezyjnych w terenie.

Przedstawione na rysunku Jednostki Odwodnieniowe zostały szczegółowo scharakteryzowane w rozdziale 10.1 niniejszego opracowania.

Strefa odwadniana przez KO ograniczona jest od południa Parkiem Renardów, od północy ul. Zakładową. Po zachodniej stronie strefa KO przekracza ul. Powstańców Śląskich, a po stronie wschodniej sięga po ulice Marka Prawego i Zieloną. Ścieki ogólnospławne odprowadzane są do komunalnej oczyszczalni ścieków zlokalizowanej w północnej części miasta (na północny-zachód od sąsiadującej z miastem wsi Szczepanek).

Największe obszary odwadniane przez KD znajdują się w zachodniej części miasta. To przede wszystkim obszary zabudowy jednorodzinnej i usługowo-przemysłowej. We wschodniej części miasta strefy KD są powiązane z układem ulic Toszecką, Ujazdowską, Wawrzyńca Świętego i Celną.



Rysunek 24. Zidentyfikowane wyloty KD oraz strefy skanalizowania

Wskazane obszary o niejasnym odwodnieniu zostały opisane poniżej:

1. Obszar w sąsiedztwie ul. 1 Maja – o powierzchni ok. 10 ha od ul. Powstańców Śląskich do wiaduktu kolejowego; z tego obszaru uchodzi przelew burzowy do wód powierzchniowych. Niejednoznaczny opis rurociągu - na długości etykiety opisują go zarówno jako sieć KD oraz KS, co powoduje niemożliwość określenia odbiornika wód opadowych z tego terenu.
2. Obszar pomiędzy ulicami Sosnową, Opolską, a Bocznicową – o powierzchni ok. 7 ha. Brak jest połączeń przewodów kanalizacyjnych na mapie zasadniczej, co powoduje niemożliwość określenia kierunku odprowadzania wód opadowych do odbiornika.
3. Obszar pomiędzy ulicami Kazimierza Wielkiego, Bursztynową, Jana Pawła II oraz Klonową – o powierzchni ok. 14 ha. Brak jednoznacznie określonego kierunku odprowadzania wód ze względu na zamienne i chaotyczne określenie przewodów KD, KS i KO na mapie zasadniczej.

9 Identyfikacja powiązania wylotów i sieci (topologia sieci)

W wyniku analizy sieci kanalizacji deszczowej wg danych z mapy zasadniczej zidentyfikowano 61 wylotów do wód powierzchniowych, w tym:

- 22 lokalnych odwodnień jezdni (jeden rurociąg odprowadzający wody opadowe z wpustu ulicznego do rowu),
- 39 wylotów o charakterze zbiorczym (systemy KD odwadniające większy teren i kończące się jednym wylotem).

Na etapie analizy mapy zasadniczej zidentyfikowano w Strzelcach Opolskich dwa przelewy burzowe. Pierwszy do rowu przy ul. Powstańców Śląskich 3 (tuż za boiskiem sportowym), natomiast drugi do rowu przy ul. 1 Maja 33a. Jednak wg informacji udzielonych przez SIWK w systemie KO nie ma żadnych aktywnych przelewów. Kwestia ta wymaga wyjaśnienia i ewentualnej korekty mapy zasadniczej.

Zbiorniki retencyjne:

Na obszarze miasta Strzelce Opolskie zidentyfikowano 10 zbiorników retencyjnych (należących do SWiK oraz prywatnych).

Tabela 1. Zestawienie zbiorników retencyjnych

Lp.	Oznaczenie zbiornika retencyjnego	Charakter zbiornika	Adres zbiornika (najbliższy)	Objętość [m ³]	Jednostka Odwodnieniowa (patrz: Rozdział 10.1)	Własność
1	2	3	4	5	6	7
1	ZB1	otwarty	ul. Cementowa 3	5000	4 Nowa Wieś	SWiK
2	ZB2	otwarty	ul. Nowowiejska	b.d.		SWiK
3	ZB3	otwarty	ul. 1 Maja 61	b.d.		SWiK
4	ZB4	otwarty	ul. 1 Maja 33a	b.d.	2 Osiedle	SWiK
5	ZB5	otwarty	ul. Ciepłownicza 8	b.d.	3 Ciepłownicza	prywatny
6	ZB6	podziemny	ul. Budowlanych 1b	b.d.	1 Śródmieście	prywatny
7	ZB7	podziemny	ul. Budowlanych 1b	b.d.		prywatny
8	ZB8	otwarty	ul. Ujazdowska 2a	b.d.		prywatny
9	ZB9	otwarty	ul. Ujazdowska 39	b.d.	7 Mokre Łany	prywatny
10	ZB10	otwarty	ul. Marka Prawego 45	b.d.	5 Kopalnia Wapienia	SWiK

Separatory:

Dostępne dane mapowe pozwoliły na identyfikację 6 separatorów substancji ropopochodnych lub osadników w Strzelcach Opolskich. Warto zaznaczyć, że SWiK nie posiada inwentaryzacji istniejących urządzeń oczyszczających wody deszczowe i roztopowe.

Tabela 2. Zestawienie separatorów i osadników

Lp.	Oznaczenie separatora na rysunkach źródłowych	Informacja dodatkowa	Adres separatora (najbliższy)	Działka ewidencyjna	Jednostka Odwodnieniowa (patrz: Rozdział 6.1)
1	2	3	4	5	6
1	Spr 1	separator	ul. Surowcowa	5061/6	JO9 Obszar przemysłowy
2	Spr 2	separator	ul. Surowcowa	5062/35	JO9 Obszar przemysłowy
3	Spr 3	separator	ul. Surowcowa	5062/35	JO9 Obszar przemysłowy
4	SP/OS	separator + osadnik	ul. Kościuszki 8	1737/1	JO1 Śródmieście
5	SEP1	separator	ul. Ligonja 5	355/2	JO1 Śródmieście
6	SEP2	separator	ul. Ligonja 5	5124/9	JO2 Osiedle

Poniżej wskazano kilka zlewni KD, z których ze względu na wielkość i/lub rodzaj odwadnianych terenów mogą ewentualnie odpływać wody opadowe wymagające podczyszczania:

JO2 Osiedle – zlewnie KD pomiędzy ulicami: Opolską, Gogolińską i Osiedle; wzdłuż ul. Bursztynowej oraz Wyszyńskiego;

JO4 Nowa Wieś – zlewnie KD w ulicy Nowowiejskiej oraz ulicach poprzecznych do niej;

JO7 Mokre Łany – zlewnie w ul. Wawrzyńca Świerzego oraz ul. Ujazdowskiej.

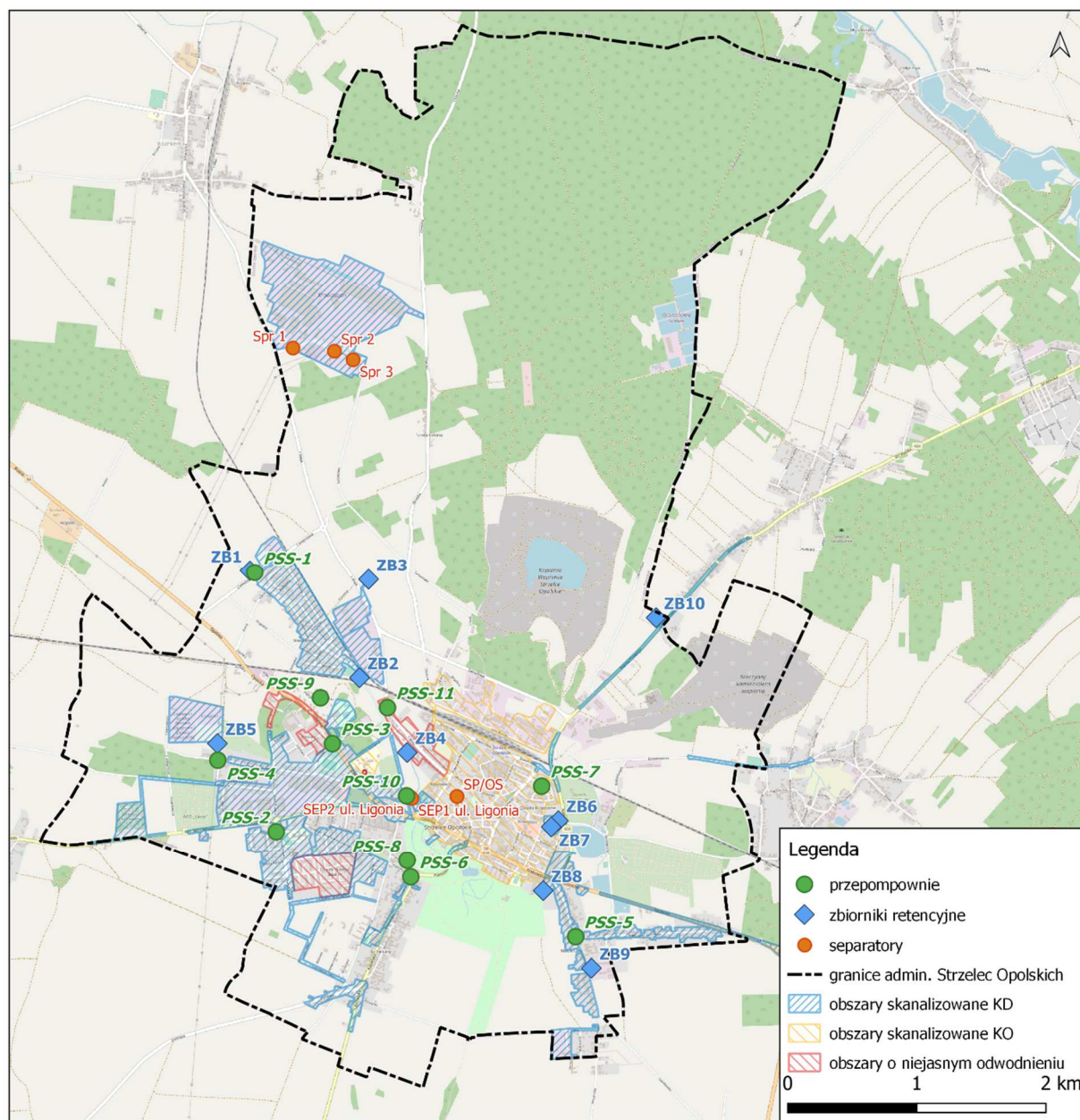
Przepompownie:

Na obszarze Strzelce Opolskich istnieje 11 przepompowni zlokalizowanych na sieci kanalizacji deszczowej, kanalizacji ogólnospławnej lub sanitarnej.

Tabela 3. Zestawienie przepompowni na terenie Strzelce Opolskich

Lp.	Numer przepompowni	Adres przepompowni	Jednostka Odwodnieniowa
1	2	3	4
1	PSS-1	Nowa wieś, ul. Cementowa	9 Obszar Przemysłowy
2	PSS-2	ul. Agatowa	2 Osiedle
3	PSS-3	ul. Sosnowa	2 Osiedle
4	PSS-4	ul. Strzelców Bytomskich	3 Ciepłownicza
5	PSS-5	ul. Ujazdowska/Wawrzyńca Świerzego	7 Mokre Łany
6	PSS-6	ul. Poprzeczna	8 Suche Łany
7	PSS-7	ul. Struga	1 Śródmieście
8	PSS-8	ul. Blokowa	8 Suche Łany
9	PSS-9	ul. Piękna	2 Osiedle
10	PSS-10	ul. Miodowa	2 Osiedle
11	PSS-11	ul. 1 maja	1 Śródmieście

Numeracja, adres przepompowni oraz przybliżona lokalizacja pochodzą z danych przekazanych przez SWiK w Strzelcach Opolskich. Na poniższym rysunku przedstawiono lokalizacje przepompowni oraz zbiorników retencyjnych wraz ze stosowanym nazewnictwem.



Rysunek 25. Lokalizacje zbiorników retencyjnych i przepompowni na tle obszarów skanalizowanych

10 Oddziaływania pomiędzy komponentami istniejącego systemu odwodnieniowego

System odwodnienia Strzelce Opolskich składa się z cieków powierzchniowych, rowów oraz z systemu kanalizacji deszczowej i ogólnospławnej. Główną zasadą myślenia zlewniowego o tym systemie jest traktowanie go jako naczyń połączonych - pewnego rodzaju całości, dla której powinien zostać opracowany ogólny plan działań. Ze względów praktycznych, na potrzeby bardziej szczegółowych opracowań, konieczne jest wydzielenie mniejszych obszarów, dla których mogą powstawać opracowania i projekty zajmujące się rozwiązywaniem lokalnych problemów, przy jednoczesnym uwzględnieniu współdziałania z najbardziej powiązanim podsystemem.

W tym celu zaproponowano podział Strzelce Opolskich na tzw. **jednostki odwodnieniowe** (dalej jako JO), które mimo pewnej odrębności pod względem warunków odwodnienia, nie są hydrograficznie niezależnymi od siebie obszarami. Istnieją między nimi relacje choćby ze względu na położenie w zlewni jednego cieku. Rozpoznanie związków pomiędzy nimi jest istotne dla pozyskania pełnego obrazu warunków odwodnienia w danej jednostce, określenia całościowego zakresu i kolejności prac koncepcyjnych.

Jednym z głównych wskaźników powiązań między zaproponowanymi jednostkami odwodnieniowymi są kierunki spływu powierzchniowego przedstawione już w Etapie 1 opracowania (rozdział 3.2). Kolejny wskaźnik to wododziały zlewni cieków powierzchniowych – patrz Rysunek 26 przedstawiający zaproponowane jednostki odwodnieniowe na tle granic zlewni cieków powierzchniowych.

System odwodnienia i retencji Strzelce Opolskich to dość skomplikowany układ, w którym dla przedstawienia wytycznych planowania przestrzennego konieczne jest dobre zrozumienie współzależności jego elementów, na które składają się przede wszystkim:

- przepływy ciekami: rzekami i rowami,
- sieć kanalizacji ogólnospławnej,
- sieć kanalizacji deszczowej,
- praca zbiorników retencyjnych opóźniających odpływ,
- spływy powierzchniowe,
- ponory.

Wobec postępującej urbanizacji, której towarzyszy uszczelnianie powierzchni miasta, tworzenie nowych inwestycji usługowych i przemysłowych, konieczne jest zdefiniowanie założeń, które staną się podstawą wytycznych. Historycznie rzecz ujmując, w większości miast system odwodnienia miał na celu jak najszybsze i sprawne odprowadzenie wód deszczowych do odbiornika. Jednak zmiany klimatu jak i postępująca zabudowa spowodowały, że konieczna jest redefinicja tych założeń.

Obecna analiza powstaje na potrzeby koncepcji gospodarowania wodami opadowymi i roztopowymi na terenie miasta Strzelce Opolskich. Zakłada się przede wszystkim, że na niższym poziomie planowania, w oparciu o te wytyczne, zostanie dla wskazanych zlewni wykonana analiza połączona z modelowaniem hydrodynamicznym układu odwodnienia i retencji, w następstwie której powstaną zlewniowe koncepcje dla każdej ze zlewni. To w nich szczegółowo powinny zostać przedstawione lokalizacje obiektów i dokładne założenia dotyczące zagospodarowania - zlewnia po zlewni.

10.1 Podział na jednostki odwodnieniowe zagospodarowania wód

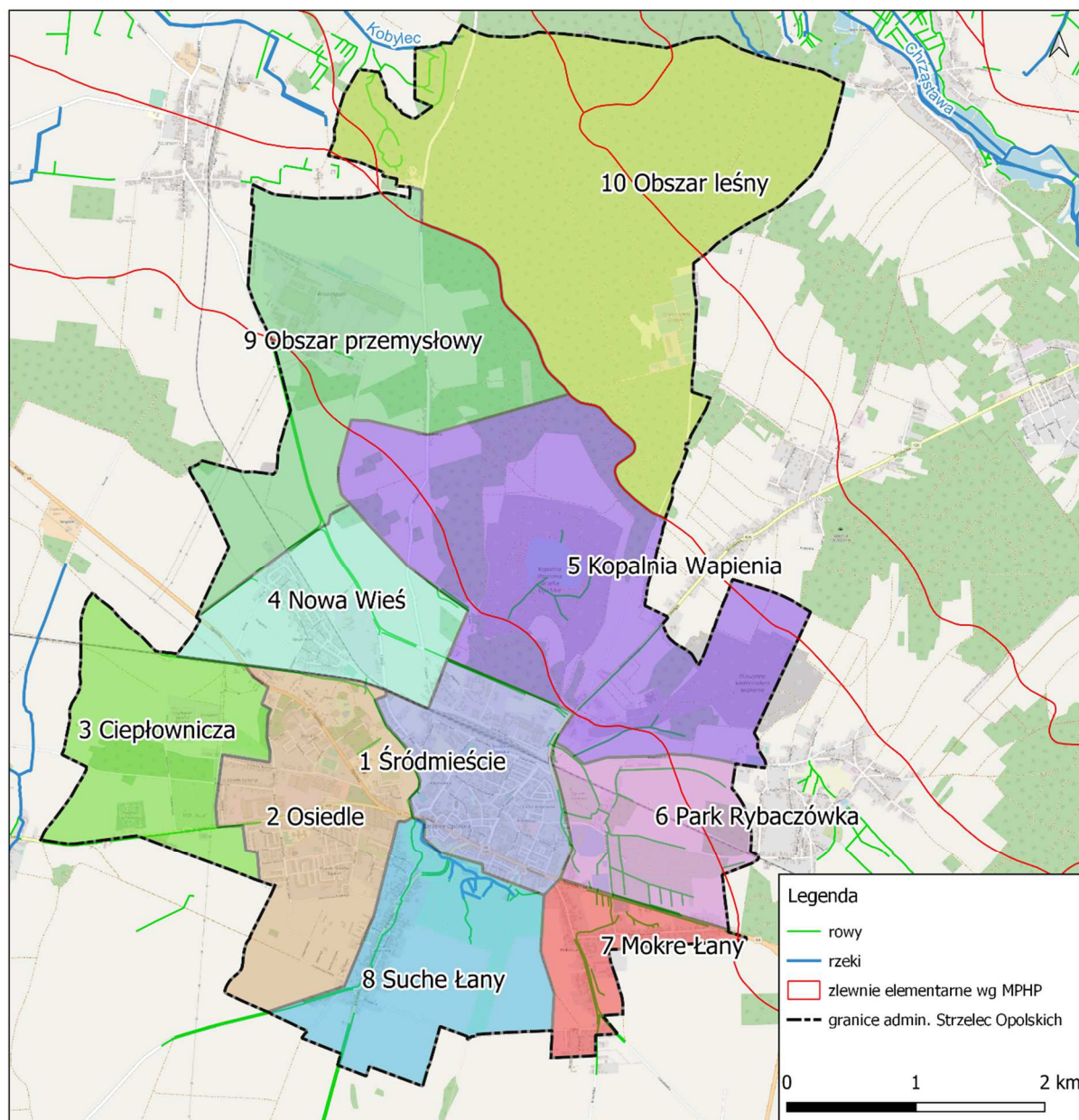
Wspominane we wcześniejszych rozdziałach podejście zlewniowe wymaga zdefiniowania jednostek, w granicach których możliwe jest zrównoważone gospodarowanie wodami opadowymi. Dla skutecznego gospodarowania wodą, ważne jest wykorzystanie danych hydraulicznych z obszarów zlewni, które nie pokrywają się z granicami administracyjnymi.

Na potrzeby opracowania zaproponowano wydzielenie w granicach Strzelec Opolskich jednostek odwodnieniowych (JO), dla których możliwe będzie opracowanie homogenicznych wytycznych zarządzania wodami opadowymi i powierzchniowymi i rozbudowy systemu odwodnienia. Sugerowany podział wynika z uwzględnienia następujących aspektów systemu odwodnienia w podanej kolejności:

- (1) topograficzne granice zlewni 6 cieków Strzelec Opolskich (wg MPHP),
- (2) wyróżnienie obszarów wyposażonych w system odwodnienia i nieskanalizowanych: na obszarach miejskich zlewnie kanalizacyjne nie zawsze pokrywają się ze zlewniami topograficznymi odbiorników,
- (3) uwzględnienie rodzaju kanalizacji: charakter pracy i sposób planowania kanalizacji deszczowej znacznie różni się od kanalizacji ogólnospławnej,
- (4) zagospodarowanie terenu: w szczególnych przypadkach uzasadnione jest wydzielenie z danej zlewni kanalizacyjnej o charakterze zabudowy znacząco odróżniającym się od bezpośredniego otoczenia albo przeciwnie – scalenie terenów ciężących do różnych odbiorników, ale o podobnych cechach zagospodarowania.

W efekcie tych analiz zaproponowano podział miasta Strzelce Opolskie na 10 jednostek odwodnieniowych. Na kolejnej ilustracji przedstawiono ich wizualizację graficzną. Następnie w tabeli zestawione zostały główne parametry charakteryzujące te jednostki. Wydaje się rozsądnym, aby ten lub zbliżony po szczegółowym dopracowaniu podział jednostek był przyjęty jako podstawa w przygotowaniu koncepcji działań inwestycyjnych w poszczególnych zlewniach.

Uwagi do analiz przestrzennych dot. poniższej ilustracji: wyznaczenie granic JO ze względu na dokładność danych źródłowych i zasięg analiz należy przyjąć jako przybliżony. Przedmiotowe opracowanie dotyczy całego miasta i stanowi rodzaj generalnego planu. Zaleca się uszczegóławianie wskazanych granicy JO w ramach opracowań koncepcyjnych dla wydzielonych, mniejszych obszarów, dla np. jednej lub kilku JO. Na pewne przesunięcia zaproponowanych granic JO mogą wpłynąć np.: uszczegółowienie przebiegu rurociągów KO i KD, uwzględnienie ulic czy linii zabudowy jako granic, itp.



Rysunek 26. Podział na jednostki odwodnieniowe uwzględniające warunki hydrograficzne i kierunki odwodnienia

Tabela 4. Charakterystyka jednostek odwodnieniowych (JO)

nr JO	Nazwa JO	Powierzchnia [ha]	Zlewnia topograficzna	System odwodnienia	Dominujące zagospodarowanie	Uwagi
1	2	3	4	5	6	7
1	Śródmieście	171,4	Sucha, ponory	KO, KD	zabudowa zwarta, usługowo-przemysłowa	główną przesłanką do wydzielenia tej JO jest odwodnienie w systemie KO oraz gęstość zabudowy (mimo jej różnego charakteru architektonicznego); granica JO od południa, wschodu i północy przebiega wg linii zabudowy
2	Osiedle	267,8	Sucha, ponor P-2	KD	zabudowa wielorodzinna, usługowa, pola uprawne	JO położona w całości w zlewni ponoru P-2 oraz zlewni topograficznej rzeki Sucha; JO charakteryzuje się wysokim stopniem urbanizacji; znaczny obszar odwadniany jest systemem KD
3	Ciepłownicza	220,7	Sucha	KD, rowy	pola uprawne, ogródki działkowe, zabudowa przemysłowa	ta JO charakteryzuje się bardzo małym stopniem urbanizacji; KD występuje jedynie na obszarze przemysłowym (m.in. Ciepłownia) oraz na cmentarzu i ul. Fabrycznej, występuje bardzo uboga siatka rowów
4	Nowa Wieś	185,9	Sucha	KD, rowy	zabudowa jednorodzinna, zabudowa przemysłowa, pola uprawne	JO położona w zlewni topograficznej rzeki Sucha, ograniczona jest ul. Cementowa, Surowcowa i Leśna; w tej JO istnieje ponor P-2, pomiędzy torami kolejowymi przy ul. Nowowiejskiej; JO charakteryzuje zabudowa jednorodzinna, która zlokalizowana jest w suchej dolinie
5	Kopalnia Wapienia	545,1	Nietoczka, Sucha	KD, rowy	tereny górnicze, lasy, pola uprawne	ta JO charakteryzuje się silnie przekształconymi terenami w wyniku działań górniczych; JO ograniczona granicami zlewni topograficznymi. Nietoczki oraz ul. Surowcową od zachodu
6	Park Rybaczówka	157,0	Sucha, ponor P-1, Nietoczka	rowy	ogródki działkowe, pola uprawne	JO ograniczona jest od północy ul. Dziewkowską, a od południa ul. Toszecką; położona w zlewni topograficznej rzeki Suchej; obszar całej JO ciąży do ponoru P-1 zlokalizowanego przy ul. Marka Prawego

cd. Tabeli 4

nr JO	Nazwa JO	Powierzchnia [ha]	Zlewnia topograficzna	System odwodnienia	Dominujące zagospodarowanie	Uwagi
1	2	3	4	5	6	7
7	Mokre Łany	88,9	Sucha, ponor P-1	KD, rowy	zabudowa jednorodzinna, pola uprawne	JO charakteryzuje zabudowa jednorodzinna, wody deszczowe odprowadzane są KD oraz rowami
8	Suche Łany	230,6	Sucha, ponor P-2	KD, rowy	Zabudowa jednorodzinna, pola uprawne, park miejski	JO położona w zlewni topograficznej cieków w Parku Renardów (do przepustu pod ul. Opolską), wody deszczowe odprowadzane są KD oraz systemem rowów
9	Obszar przemysłowy	416,9	Sucha, Nietoczka	KD, rowy	tereny przemysłowe, pola uprawne, lasy	JO została wydzielona ze względu na przemysłowy charakter zagospodarowania; jednostka ograniczona jest od wschodu zlewnią topograficzną, a od południa ul. Cementową
10	Obszar leśny	711,9	Chrząstawa (=Jemielnica), Kobylec (=Jędrynia), Dopływ w Grodzisku	rowy	las, łąki	JO charakteryzuje wysoki stopień lesistości oraz nie posiada systemu kanalizacyjnego ani rowów melioracyjnych, w JO zlokalizowana jest Oczyszczalnia Ścieków wraz z systemem poletek infiltracyjnych

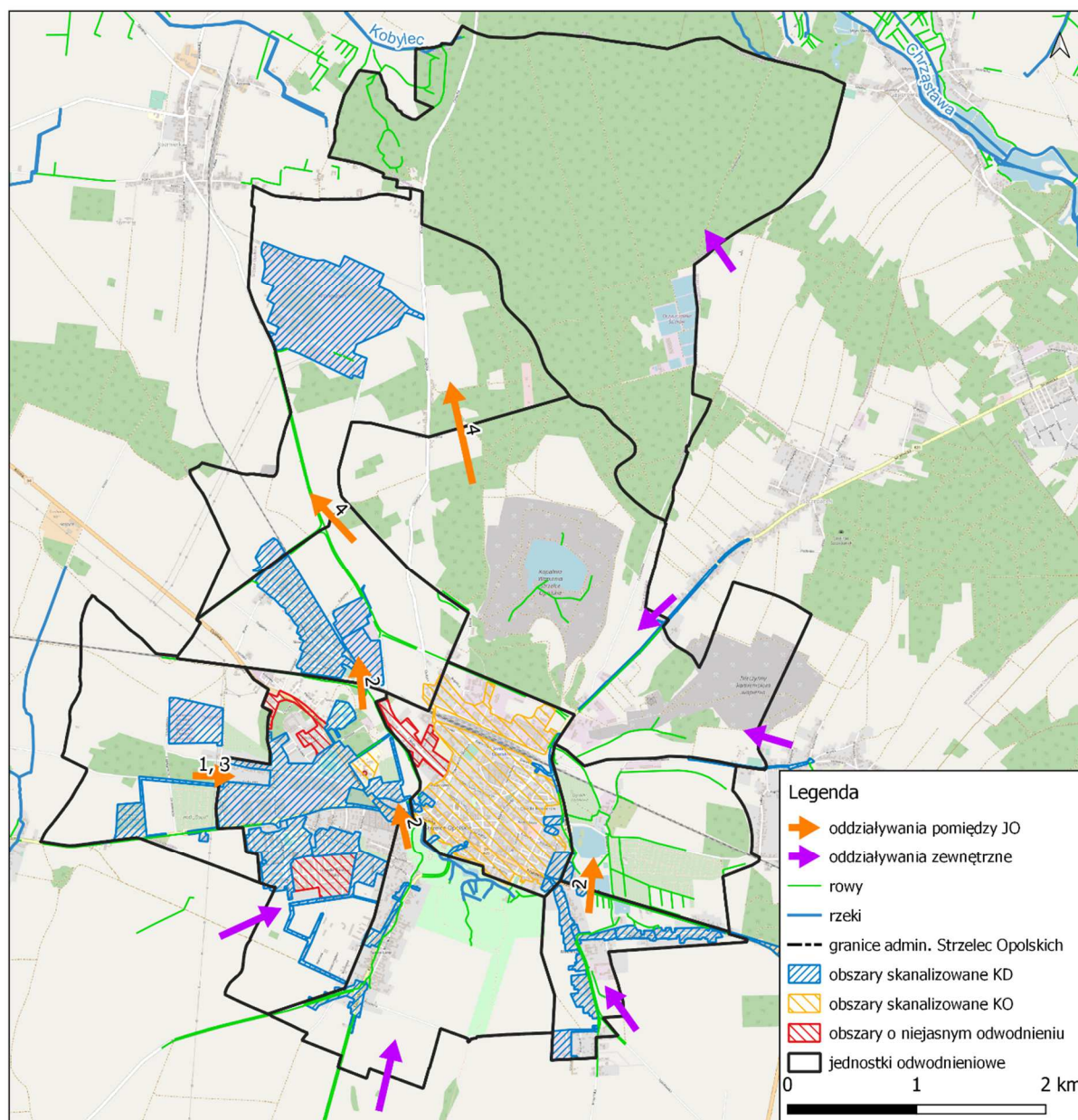
Pomimo, że ponory nie stanowią odbiorników w kwestii prawnej, to zostały one przedstawione w powyższej tabeli (kolumna 4 Zlewnia topograficzna) ze względu na bardzo duże znaczenie dla aktualnej gospodarki wodami opadowymi i roztopowymi w Strzelcach Opolskich.

10.2 Oddziaływania wzajemne między jednostkami odwodnieniowymi

Wyznaczone jednostki odwodnieniowe, mimo pewnej odrębności pod względem warunków odwodnienia, nie są hydrograficznie niezależnymi od siebie obszarami. Istnieją między nimi relacje choćby ze względu na położenie w zlewni jednego ciek. Rozpoznanie związków pomiędzy nimi jest istotne dla pozyskania pełnego obrazu warunków odwodnienia w danej jednostce, określenia pełnego zakresu i kolejności prac koncepcyjnych.

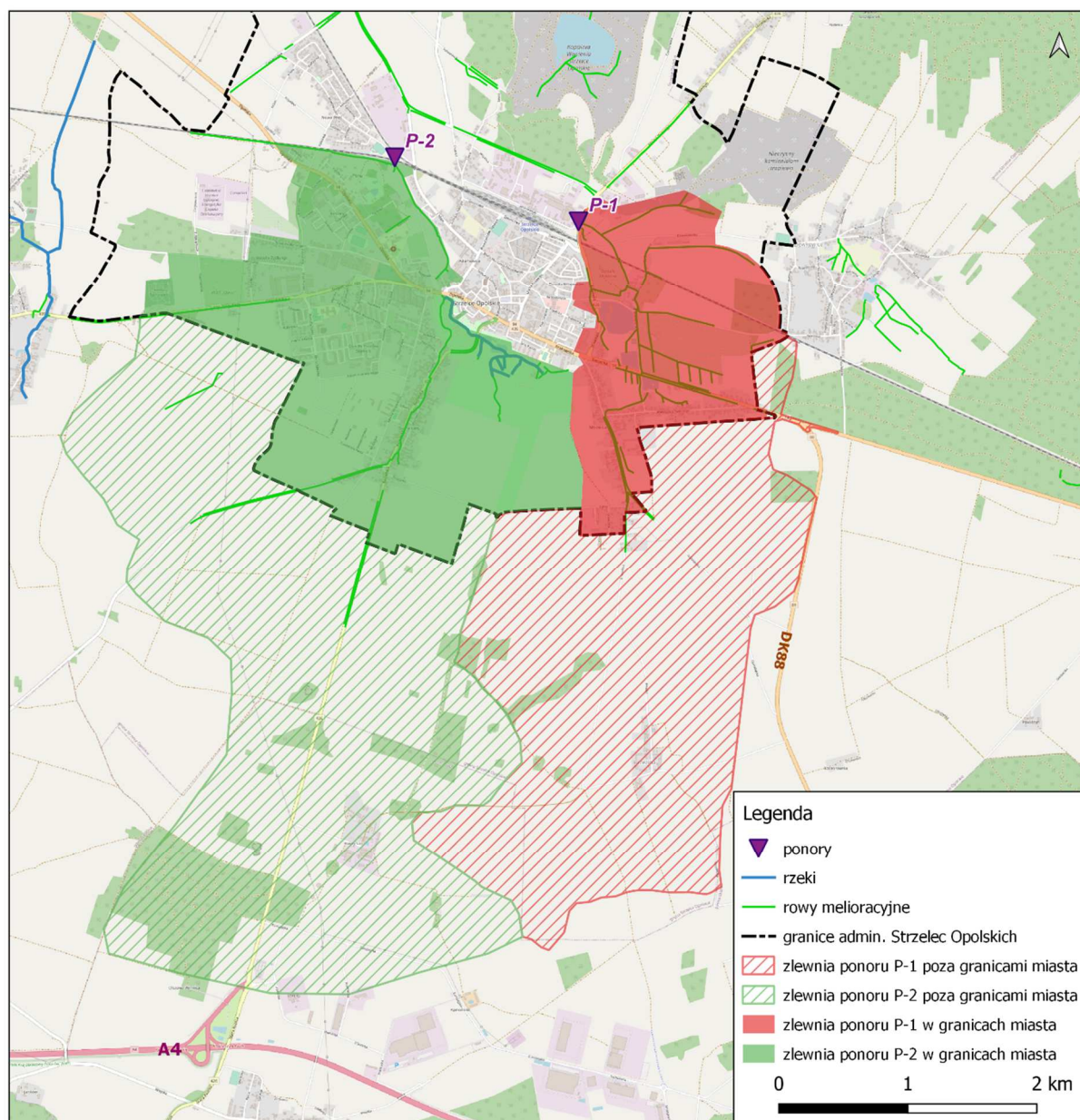
Na kolejnej ilustracji przedstawiono główne kierunki spływu wód opadowych jako jeden z głównych wskaźników powiązań między zaproponowanymi Jednostkami Odwodnieniowymi. Oprócz kierunku spływu wód opadowych wyróżniono następujące rodzaje oddziaływań między jednostkami odwodnieniowymi (dalej jako JO), których kierunek wskazuje strzałka na następnej ilustracji.

- 1 System kanalizacyjny KD lub KO z tej JO ciąży do systemu kanalizacyjnego w sąsiedniej JO; znaczenie: konieczność uwzględnienia dopływów z tej JO w obliczeniach hydraulicznych systemów odwodnienia sąsiedniej JO;
- 2 główny odbiornik/ciek powierzchniowy tej JO jest odbiornikiem sąsiedniej JO lub do takiego ciąży; znaczenie: konieczność uwzględnienia dopływów z tej JO w obliczeniach hydraulicznych ciek w sąsiedniej JO;
- 3 przy wyczerpaniu się przepustowości systemu kanalizacyjnego w tej JO, spływ powierzchniowy wód opadowych skieruje się do sąsiedniej JO;
- 4 w zlewni nieskanalizowanej spływ powierzchniowy wód opadowych skieruje się do sąsiedniej JO;
- 5 oddziaływania zewnętrzne, spoza granic administracyjnych Strzelec Opolskich: dotyczy to zarówno ewentualnego spływu powierzchniowego spoza granic miasta, jak i alimentacji odbiornika wód opadowych danej jednostki.



Rysunek 27. Główne oddziaływania zewnętrzne na układ odwodnieniowy miasta i oddziaływania pomiędzy jednostkami odwodnieniowymi

Warto nadmienić, że odbiorniki systemu KD na terenie miasta Strzelce Opolskie są w trakcie silnych opadów obciążone poprzez dopływy wód spoza obszaru miasta. Kierunki spływu powierzchniowego wskazują na dopływy wód rowami lub po powierzchni terenu z kierunków: południowego, południowo-wschodniego oraz wschodniego. W celu oszacowania rzeczywistego wpływu obciążeń zewnętrznych na system odprowadzania wód deszczowych i roztopowych na obszarze miasta Strzelce Opolskie, wyznaczono rzeczywiste zlewnie topograficzne dwóch ponorów, które są miejscami krytycznymi, jeśli chodzi o system odwodnienia znacznej części miasta. Zlewnie wyznaczono w oparciu o NMT, ortofotomapę oraz przede wszystkim przy wykorzystaniu utworzonych linii spływu powierzchniowego (rozdział 3.2).



Rysunek 28. Topograficzne zlewnie ponorów

Wielkość zlewni topograficznej ciężącej do ponorów przedstawia poniższa tabela.

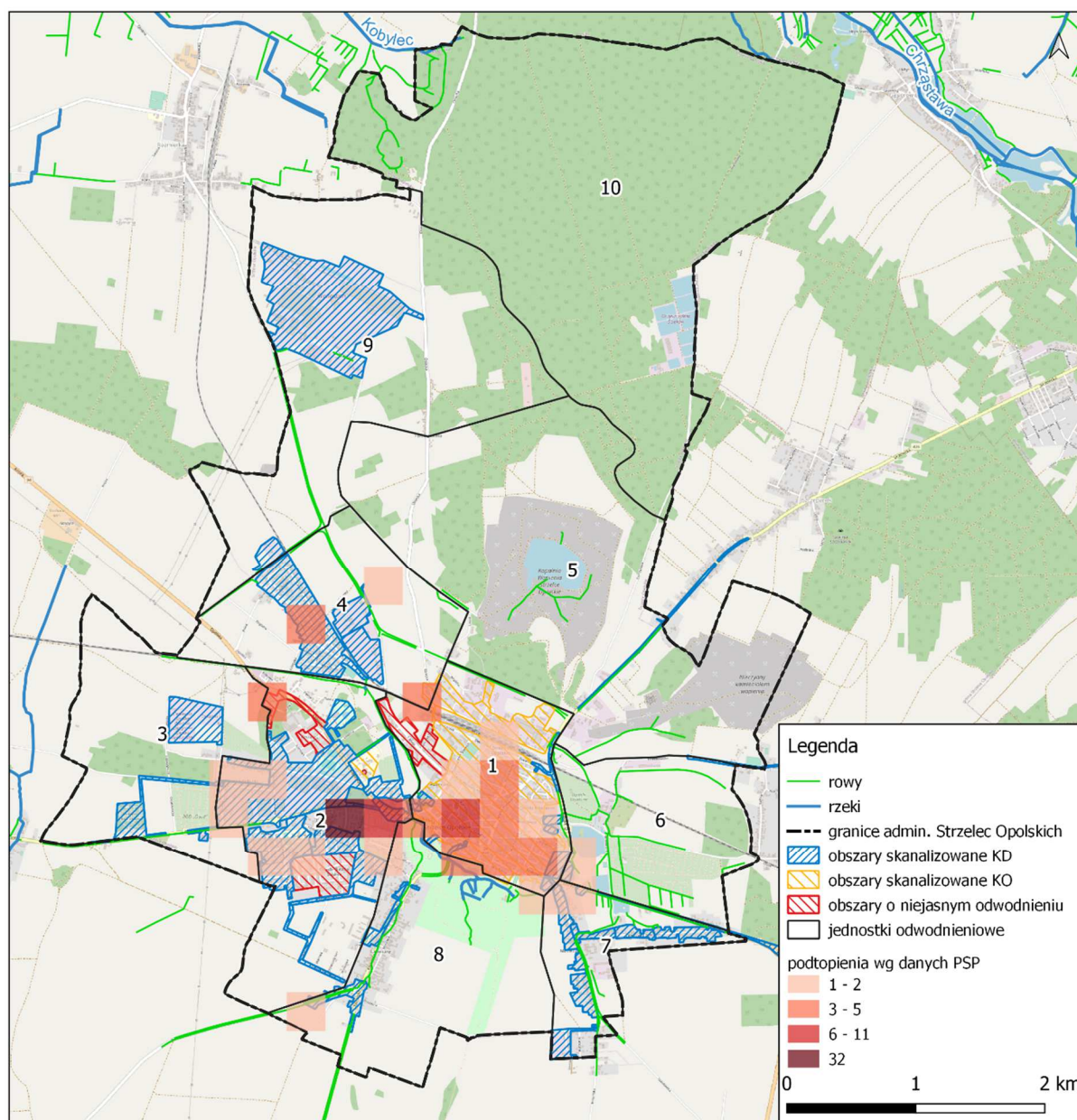
Tabela 5. Zestawienie powierzchni zlewni ponorów

Lp.	Oznaczenie ponoru	Adres ponoru	Powierzchnia zlewni w granicach miasta [ha]	Powierzchnia zlewni całkowitej [ha]
1	2	3	4	5
1	P-1	ul. Marka Prawego 2a	280	1 015
2	P-2	ul. Nowowiejska	550	1 615

Choć charakter obszarów pozamiejskich odwadniających w kierunku ponorów jest raczej „zielony”, to wielkość tych zlewni i nachylenie terenu przekraczające 6% na długości ponad 4 km skutkują znacznym napływem wód opadowych w kierunku centrum miasta.

11 Ocena wpływu zagospodarowania na występujące podtopienia

Na podstawie analizy m.in. udziałów terenów zielonych, obszarów wodnych, terenów uszczelnionych oraz zdolności infiltracyjnej gleb, wykazano wpływ zagospodarowania JO na działanie systemu odwodnienia, a jako miarę reakcji systemu na sytuacje obciążeniowe przyjęto dane o podtopieniach wg KP PSP, dane zebrane podczas ankietyzacji mieszkańców oraz dane otrzymane od Zamawiającego i SWiK w Strzelcach Opolskich. Na poniższej ilustracji skonfrontowane zostały wizualnie zasięgi i rodzaje systemu odwodnienia z lokalizacją i ilością podtopień wymagających interwencji.



Rysunek 29. Mapa interwencji PSP związanych z zalaniem na siatce 300x300m na tle zasięgu i rodzajów systemów odwodnienia

Z kolei w tabeli zamieszczonej po ilustracji zestawiono liczbowo udział poszczególnych form pokrycia terenu w jednostkach odwodnieniowych z ilością podtopień i jakościowo oszacowano kierunek powiązania (korzystny/niekorzystny) między tymi wartościami.

Tabela 6. Zestawienie parametrów charakteryzujących zagospodarowanie jednostek odwodnieniowych z liczbą podtopień

nr JO	Nazwa JO	% powierzchni biologicznie czynnych	% powierzchni wód	% powierzchni całkowicie uszczelnionych	ilość podtopień od 2010 r.
1	2	3	4	5	6
1	Śródmieście	21,6	0,1	32,3	96
2	Osiedle	48,6	0,1	17,8	72
3	Ciepłownicza	81,2	0,1	4,8	0
4	Nowa Wieś	71,0	0	9,6	17
5	Kopalnia Wapienia	77,4	2,6	1,6	3
6	Park Rybaczówka	60,0	5,0	3,3	2*
7	Mokre Łany	57,7	1,6	12,8	7
8	Suche Łany	83,6	1,1	4,6	10
9	Obszar przemysłowy	78,4	0,3	6,2	2
10	Obszar leśny	95,8	1,9	0,3	0

Legenda do Tabeli nr 6:

Kolumna nr 1: nr jednostki odwodnieniowej

Kolumna nr 2: nazwa jednostki odwodnieniowej

Uwaga: kolory przyporządkowane przedziałom wartości w kolumnach 3 do 6 są próbą jakościowej oceny wpływu danego elementu zagospodarowania zlewni na działanie systemu odwodnienia. Przyjęto następującą skalę wpływu:

bardzo korzystny	korzystny	ostrzegawczy	niekorzystny
------------------	-----------	--------------	--------------

Kolumna nr 3: % powierzchni biologicznie czynnej

tu jako udział powierzchni biologicznie czynnej istotnej dla powierzchniowego zagospodarowania wód opadowych, patrz rozdz. 5.3.1.

> 80 %	60 – 80 %	40 – 60 %	< 40 %
--------	-----------	-----------	--------

Kolumna nr 4: % powierzchni wód

tu jako udział obszarów wodnych w danej JO, patrz rozdz. 5.3.2.

> 3 %	1 – 3 %	< 1 %
-------	---------	-------

Kolumna nr 5: % powierzchni całkowicie uszczelnionych

tu jako udział terenów całkowicie uszczelnionych (dachy, drogi asfaltowe i betonowe) w danej JO, patrz rozdz. 5.3.3.

< 5 %	5 – 15 %	> 15 %
-------	----------	--------

Kolumna nr 6: ilość podtapianych lokalizacji

Skala barwna w kolumnie 6 ma na celu ułatwienie określenia poziomu zagrożenia zalaniem.

Przyjęto następującą skalę zagrożenia

relatywnie niskie	średnie	relatywnie wysokie
-------------------	---------	--------------------

*) **Uwaga:** w przypadkach małej ilości podtapianych miejsc w danej JO (2), jeśli jedno miejsce zalewane jest kilka razy w roku (przypadki wskazywane najczęściej w ankietyzacji internetowej), dla całej JO nadano średni poziom zagrożenia zalaniem.

To tabelaryczne przedstawienie potwierdza znaną mocną zależność wylań z kanalizacji i cieków od stopnia uszczelnienia odwadnianego terenu. Dzięki analizie przestrzennej o wysokiej w skali miasta rozdzielczości, dla każdej z jednostek funkcyjnych określona została skala tej zależności. Szczególnie wyraźna korelacja między niekorzystnym z punktu widzenia zagospodarowania wód opadowych pokryciem terenu i ilością wylań widoczna jest w przypadku: JO1 Śródmieście i JO2 Osiedle. Uwagę zwraca również JO4 Nowa Wieś mimo wysokiego udziału powierzchni biologicznie czynnej w tej jednostce przekraczającego 70%, występują tu liczne zalania. Zdarzenia te koncentrują się w zamieszkałej części JO4, w której nakładają się problemy związane m.in. ze zwiększonym stopniem uszczelnienia i niewydolnością mało rozbudowanego systemu odwodnienia.

Szczególnego rozróżnienia w stosunku do wymienionych powyżej jednostek wymaga JO8 Suche Łany – pomimo niewielkiego procentu powierzchni całkowicie uszczelnionej obserwowane są zalania. Przyczyną takiego stanu jest napływ wód deszczowych spoza miasta, co prowadzi do ograniczenia przepustowości rowów wzdłuż ul. Kozielskiej i Mostowej.

Wyżej wymienione JO to obszary, dla których najpilniejszym wydaje się być przeprowadzenie całościowej analizy pod kątem wydajności istniejącego systemu odwodnienia obejmującej m.in. modelowanie hydrodynamiczne KD wraz z rowami i oceną wpływu zrzutu wód opadowych na odbiornik. Przeprowadzona dla obszaru całego miasta analiza to również wyraźna wskazówka, że w znacznej części zamieszkanego obszaru miasta nie są spełnione wymagania dotyczące komfortu odwodnienia sformułowane w normie dotyczącej systemów kanalizacji deszczowej w miastach PN-EN 752 (2017).

12 Wskazanie dalszych działań w celu uzupełnienia bazy danych o systemie odwodnieniowym

Wskazano trzy obszary w mieście Strzelce Opolskie, w których na podstawie otrzymanych danych nie jest możliwe stwierdzenie przebiegu sieci kanalizacyjnych, ich charakteru oraz kierunku odprowadzania wód opadowych i roztopowych. Braki w danych dotyczą przede wszystkim urządzeń na sieciach kanalizacyjnych, ich charakterystyki oraz aktualnego stanu technicznego. Wszystkie elementy wymagające uzupełnienia, zostały zestawione w poniższej tabeli, wraz z obszernym komentarzem dotyczącym działań uzupełniających.

Tabela 7. Wskazanie elementów które wymagają uzupełnienia

Lp.	Baza danych	JO których dotyczy	Zalecane działanie uzupełniające
1	2	3	4
1	Mapa zasadnicza	Całe miasto, w szczególności JO JO1, JO2, JO3, JO4, JO7	Prowadzenie spójnej i jednolitej mapy zasadniczej. W wielu miejscach mapa zasadnicza zawiera braki, nieścisłości, dane wzajemnie się wykluczają (np. brak ciągłości sieci KD do wylotu, przewód oznaczony jako kanalizacja sanitarna jest kontynuowany jako kanalizacja deszczowa). Zalecana jest weryfikacja zawartości mapy zasadniczej na podstawie pomiarów geodezyjnych w terenie ze szczególnym naciskiem na wskazane 3 obszary o niejasnym charakterze i kierunku odwodnienia.
2	Wyloty KD	Całe miasto	Wprowadzenie nomenklatury wylotów KD i ciężących do nich zlewni porządkującej je np. według odbiornika, do którego ciężą. Utworzenie bazy danych przestrzennych zestawiającej zidentyfikowane wyloty z pozwoleniami wodnoprawnymi.
3	Separatory i osadniki	JO1, JO2, JO3, JO4, JO7, JO8, JO9	W związku z brakiem jakiegokolwiek bazy danych o lokalizacjach i rodzajach separatorów oraz osadników na terenie miasta, zaleca się, aby stworzyć bazę danych przestrzennych, która będzie uzupełniana na bieżąco (wraz z prowadzeniem harmonogramu czyszczenia urządzeń w celu prawidłowego działania).
4	Baza danych dotyczących jakości wód powierzchniowych	Całe miasto	Ze względu na występowanie licznych ujęć wód podziemnych zaopatrujących miasto Strzelce Opolskie zaleca się, aby prowadzić systematyczną bazę danych dotyczącą jakości odprowadzanych wód kanalizacją deszczową do wód powierzchniowych, co wiąże się z odprowadzaniem wód do ponorów. Takie obowiązki na gestora sieci KD nakładają m.in. decyzje wodnoprawne, patrz wiersz 2 tabeli (Wyloty KD).
5	Przepompownie	JO1, JO2, JO3, JO7, JO8, JO9	Otrzymana baza danych o przepompowniach zawiera jedynie ich przybliżoną lokalizację. Zaleca się stworzenie bazy danych przestrzennych wraz z parametrami charakterystycznymi dla danych przepompowni oraz z parametrami komory pompowni. Zaleca się rozróżnienie pompowni w bazie danych w zależności od rodzaju pompowanego medium (wody deszczowe, ścieki sanitarne, czy też ścieki z kanalizacji ogólnospławnej).
6	Zbiorniki retencyjne	JO1, JO2, JO3, JO4, JO5, JO7, JO9	Zestawienia zbiorników przekazane przez SWIK zaleca się rozszerzyć o wszystkie zbiorniki retencjonujące wody opadowe. Taka baza danych oprócz lokalizacji zbiorników powinna zawierać dane przynajmniej o ich objętości. Takie informacje są wykorzystywane m.in. przy naliczaniu rabatów od opłat zmiennych dla PGW WP.
7	Częstość działania przelewów burzowych	JO1, JO2	Konieczne jest wyjaśnienie rzeczywistego statusu widocznych na mapie zasadniczej przelewów KO (np. czynny, nieczynny).

13 Określenie odbiorników wód opadowych

13.1 Ogólna charakterystyka odbiorników

W granicach administracyjnych miasta brakuje typowych odbiorników wód opadowych, jakimi najczęściej są wody płynące. Najbliższe z rzek opływają Strzelce Opolskie od północy (Sucha wraz z dopływami i Chrzastawa). Udokumentowana na mapie zasadniczej i w BDOT sieć rowów odwadniających i melioracyjnych nie jest zbyt gęsta, ogranicza się właściwie do rowów przydrożnych wzdłuż kilku głównych dróg i nieco bardziej rozgałęzionych systemów w okolicach Parku Renardów i Rodzinnych Ogródków Działkowych XXX-lecia.

Przy tak skąpej sieci hydrograficznej głównymi odbiornikami wód opadowych są tzw. ponory. To obszary zanikania wód powierzchniowych pod powierzchnię terenu, które wykształciły się ze względu na charakter geologiczny tego obszaru – w płytkim podłożu zalegają spękane skały węglanowe, które z łatwością infiltrują wody powierzchniowe. Do ponorów ciążą wody opadowe i roztopowe z systemów kanalizacji deszczowej.

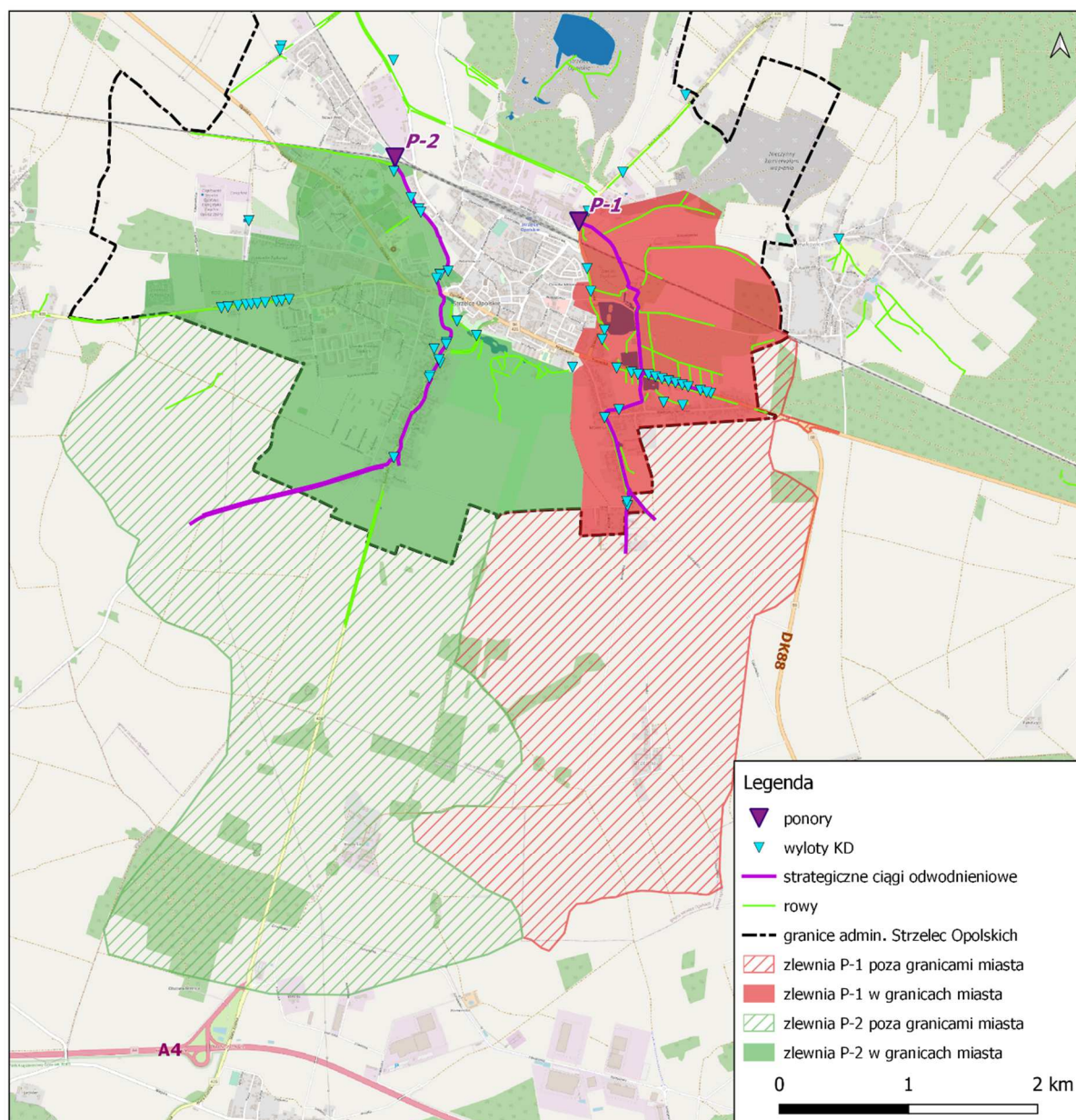
Dla obydwu ponorów wyznaczono granice ciążących do nich zlewni oraz opisano system odwodnieniowy w ich granicach – patrz kolejna tabela.

Legenda do tabeli:

Kolumna 1:	nazwa ponoru
Kolumna 2:	powierzchnia całkowita topograficznej zlewni danego ponoru
Kolumna 3:	powierzchnia zlewni danego ponoru w granicach administracyjnych miasta.
Kolumna 4:	powierzchnia obszarów odwadnianych systemem kanalizacji deszczowej w granicach zlewni danego ponoru
Kolumna 5:	długość głównego strategicznego ciągu odwodnieniowego ciążącego do danego ponoru; w obydwu przypadkach są to rowy zaczynające swój bieg poza południową granicą miasta Uwaga: podaną w tej kolumnie wartość należy traktować jako przybliżoną, gdyż na odcinku poza granicami administracyjnymi miasta została ona wyznaczona na podstawie BDOT i NMT, a nie mapy zasadniczej, którą dysponowano wyłącznie dla obszaru opracowania
Kolumna 6:	długość głównego strategicznego ciągu odwodnieniowego ciążącego do danego ponoru w granicach administracyjnych miasta
Kolumna 7:	ilość wylotów kanalizacji deszczowej ciążących do strategicznego rowu odwodnieniowego

Tabela 8. Podstawowe parametry odbiorników wód z kanalizacji deszczowej w Strzelcach Opolskich

Odbiorniki wód opadowych	A _{całk} [ha]	A _m [ha]	A _{KD} [ha]	L _{całk} [km]	L _m [km]	Ilość wylotów KD
1	2	3	4	5	6	7
Ponor P-1	1 015	277,5	31,0	3,55	3,55	3 wyloty zbiorcze 10 wylotów lokalnych
Ponor P-2	1 615	549,0	111,5	7,4	4,30	16 wylotów zbiorczych



Rysunek 30. Strategiczne ciągi odwodnieniowe w Strzelcach Opolskich na tle zlewni ponorów

13.2 Obliczenia hydrologiczne

W celu obliczenia ilości wód opadowych napływających do ponorów przeprowadzono obliczenia hydrologiczne w następujących krokach:

- (1) wyznaczenie powierzchni zredukowanej zlewni ponorów,
- (2) ustalenie parametrów opadu miarodajnego,
- (3) obliczenie przepływów maksymalnych metodą stałych natężeń.

13.2.1 Ustalenie powierzchni zredukowanej

Po wyznaczeniu zlewni całkowitej ponorów na podstawie ukształtowania terenu obliczono ich powierzchnie zredukowane. W tym celu wykorzystano dane o obecnym zagospodarowaniu terenu

opracowane w rozdziale 3.5. Każdej ze zdefiniowanych klas pokrycia terenu przypisano bezwymiarowy współczynnik spływu ψ . Współczynnik ten jest odnoszony bądź do rodzaju zabudowy terenu zlewni (luźna, zwarta, itd.), bądź do rodzaju pokrycia jej powierzchni cząstkowych. Ze względu na opracowany szczegółowy model pokrycia terenu na podstawie BDOT, do dalszych obliczeń wykorzystano dokładniejszą metodę odnoszącą się do rodzaju powierzchni cząstkowych. Przykładowe wartości takich współczynników zawiera poniższa tabela.

Tabela 9. Współczynniki spływu w zależności od rodzaju powierzchni cząstkowych [9, 10]

Rodzaj powierzchni cząstkowych	ψ
Dachy szczelne (blacha, papa, dachówka)	0,9 – 0,95
Jezdnie o nawierzchni asfaltowej, betonowej lub klinkierowej	0,75 – 0,85
Jezdnie brukowane bez zalanych spoin	0,5 – 0,7
Drogi tłuczniowe	0,25 – 0,5
Drogi i ścieżki żwirowe	0,15 – 0,3
Powierzchnie niezabudowane	0,1 – 0,2
Parki, ogrody	0,0 – 0,1

Współczynniki te dotyczą terenów płaskich i okresu letniego. W przypadku zlewni o znacznych spadkach powinno się przyjmować wyższe wartości – patrz poniższa tabela.

Tabela 10. Współczynniki spływu w zależności od spadku terenu [8, 9]

Rodzaj zabudowy i użytków	Spadek terenu [%]					
	0,5	1,0	2,5	5,0	7,0	10,0
Dzielnice miejskie – zabudowa częściowo zwarta, a częściowo luźna	0,6	0,62	0,65	0,7	0,75	0,80
Dzielnice willowe	0,4	0,42	0,45	0,50	0,55	0,60
Parki i ogrody	0,10	0,12	0,15	0,20	0,25	0,30
Grunty orne	0,05	0,08	0,10	0,15	0,20	0,20
Lasy	0,01	0,02	0,04	0,06	0,10	0,15

W poniższej tabeli przedstawiono obliczenia średniego współczynnika spływu wód powierzchniowych na podstawie przygotowanej analizy zagospodarowania terenu (rozd. 3.5).

Tabela 11. Udział powierzchni o różnych typach pokrycia zlewni ponorów w granicach administracyjnych miasta

Nazwa zlewni	las [ha]	tereny rolne i trawiaste [ha]	zabudowa jednorod. [ha]	drogi i place nieuszczelnione, zabudowa wielorodz. [ha]	tereny kolejowe [ha]	obiekty sportowe [ha]	cmentarze, zabudowa przemysłowa [ha]	place i drogi uszczelnione [ha]	dachy [ha]	wody pow. [ha]	powierzchnia całkowita w granicach miasta [ha]	powierzchnia zredukowana w granicach miasta [ha]	Ψ_{sr1} [-]
$\Psi_i =$	0,05	0,1	0,2	0,4	0,45	0,6	0,7	0,9	0,95	1			
zlewnia P-1 w granicach miasta	17,7	146,4	58,4	4,9	3,0	0,1	16,0	12,7	8,9	9,3	277,5	71,0	0,26
zlewnia P-2 w granicach miasta	76,1	279,5	63,5	29,4	0,2	1,4	34,1	31,9	30,1	2,8	549,0	141,1	0,26
Suma	93,8	425,9	121,9	34,3	3,2	1,6	50,1	44,7	39,0	12,1			

Z powyższych obliczeń wynika, że zlewnie ponorów w granicach miasta Strzelce Opolskie pomimo nieco odmiennego charakteru zagospodarowania mają taki sam uśredniony współczynnik spływu wód powierzchniowych równy 0,26. Zlewnia będąca poza zakresem opracowania to głównie tereny rolnicze oraz drogi dojazdowe, ale ze względu na dosyć duży spadek terenu w stronę północną (ok. 6% na długości ok. 4 km), założono wg powyższych tabel w rozdz. 3.2.1, że dla wskazanych pozamiejskich zlewni ponorów uśredniony współczynnik spływu wód powierzchniowych wynosi $\Psi_{\text{sr}} = 0,2$. Podsumowanie tych obliczeń dla całej zlewni topograficznej ponorów zestawiono w kolejnej tabeli.

Tabela 12. Zestawienie powierzchni całkowitej i zredukowanej zlewni ponorów

nazwa zlewni ponorów	powierzchnia całkowita $A_{całk}$ [ha]	powierzchnia zredukowana A_{red} [ha]	Ψ_{sr2} [-]
1	2	3	4
całkowita zlewnia P-1	1 012,0	222,6	0,22
całkowita zlewnia P-2	1 613,7	355,0	

13.2.2 Ustalenie parametrów opadu miarodajnego

Opad miarodajny do obliczeń hydrologicznych i/lub hydraulicznych powiązany jest z:

- wielkością danej zlewni przez czas trwania opadu,
- zagospodarowaniem odwadnianego terenu przez prawdopodobieństwo przewyższenia opadu.

Intensywność opadów atmosferycznych to wysokość opadów, określana w mm i przypadająca na jednostkę czasu, niezależnie od jego rodzaju.

W przypadku opracowań koncepcyjnych dopuszcza się orientacyjne przyjmowanie wartości czasów koncentracji spływu wód opadowych na podstawie długości drogi spływu oraz prędkości spływu powierzchniowego. Ze względu na podobną długość obydwu analizowanych zlewni równą ok. 6 km i podobną spodziewaną prędkość spływu (w większości spływ powierzchniowy i rowami otwartymi) przyjęty czas trwania opadu miarodajnego to 90 min.

Prawdopodobieństwo przewyższenia opadu przyjęto według normy PN-EN 752, jak dla terenów mieszkaniowych na poziomie $p=50\%$. Więcej informacji na ten temat – patrz rozdz. 5.1 opisujący założenia komfortu odwodnieniowego.

Na podstawie tych parametrów przyjęto intensywność opadów atmosferycznych według modelu PANDa. PANDa jest akronimem Polskiego Atlasu Natężeń Deszczów Miarodajnych. Model ten powstał w oparciu o dane z wieloletnia 1986-2015 pozyskane ze stacji należących do Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej (IMGW). Model opiera się o dopasowanie rozkładu prawdopodobieństwa (zgeneralizowanego rozkładu Pareto) dla nierosnącego ciągu maksimów opadowych dla wybranych czasów trwania opadu. Wyjątkowość PANDy w stosunku do innych modeli stosowanych w praktyce inżynierskiej (np. model Błaszczyka, Bogdanowicz-Stachy) polega na tym, że dla każdej miejscowości opracowywany jest szereg opadów miarodajnych na podstawie pomiarów z kilku najbliższych stacji IMGW z ostatnich 20-30 lat. Dane te są najdokładniejszymi obecnie dostępnymi danymi o dużej rozdzielczości. Więcej informacji o PANDa patrz np. [11].

Do dalszych obliczeń przyjęto opad miarodajny o natężeniu:

$$q(90 \text{ min}, 50\%)_{\text{PANDa}} = 38,7 \text{ l/s/ha}$$

13.2.3 Obliczenie przepływów maksymalnych metodą stałych natężeń (MSN)

MSN to jedna z metod czasu przepływu. Ogólny wzór wyjściowy na miarodajny strumień odpływu wód deszczowych ma postać:

$$Q_d = q \cdot \Psi_{sr} \cdot \varphi \cdot F$$

gdzie:

φ	współczynnik opóźnienia
q	natężenie obliczeniowe deszczu [l/s*ha]
Ψ_{sr}	średni współczynnik spływu
F	obszar zlewni, powierzchnia całkowita, z której spływa deszcz [ha]

Współczynnik opóźnienia, zwany też współczynnikiem redukcji natężenia deszczu, związany jest z czasem spływu wód deszczowych od najdalszego punktu zlewni do przekroju obliczeniowego. W różnych odmianach metod czasu przepływu jest różnie definiowany ($\varphi = \varphi(td, tp, tk, tr, C, F)$). W MSN współczynnik ten obliczany jest z formuły Bürkli-Ziglera, w zależności od wielkości i kształtu zlewni [9]:

$$\phi = \frac{1}{n\sqrt{F}}$$

gdzie:

n to współczynnik zależny od spadku i formy zlewni, przyjmuje wartości:

$n = 8$	dla dużych spadków i ześrodkowanej zlewni umożliwiającej uzyskanie prędkości w kanale $> 1,2$ m/s
$n = 6$	dla przeciętnych warunków odwadnianej zlewni i możliwości uzyskania w kanale prędkości ok. $1,2$ m/s
$n = 4$	dla niedużych spadków i wydłużonej zlewni umożliwiającej uzyskanie prędkości ok. 1 m/s

Kryteria przyjmowania wartości 'n' są bardzo nieprecyzyjne i mogą znacznie ograniczać możliwości uzyskania wymaganej dokładności obliczeń. Istnieją propozycje w literaturze fachowej, np. [9], które proponują stosowanie bardziej precyzyjnych wartości tego wykładnika. Zalecane jest ograniczone zastosowanie tej metody (do projektów wstępnych i do zlewni o $F \leq 50$ ha).

Tabela 13. Zestawienie danych wejściowych i obliczeń odpływu w analizowanych zlewniach wg MSN

nazwa zlewni ponorów	pow. zredukowana Ared [ha]	natężenie deszczu $q(90min, 50\%)_{PANDa}$ [l/s*ha]	wsp. kształtu n [-]	wsp. opóźnienia ϕ [-]	Qmax [m³/s]
1	2	3	4	5	6
zlewnia P-1	222,6	38,7	6	0,32	2,7
zlewnia P-2	355,0	38,7	6	0,29	4,0

Powyższe obliczenia odpływu maksymalnego ze zlewni do odbiorników przeprowadzone metodą stacjonarną należy traktować jako przybliżone, ze względu na ograniczenia tej metody obliczeniowej nieuwzględnianie w niej infiltracji i retencyjności zlewni. Bardziej szczegółowe obliczenia wymagają modelowania hydrodynamicznego zlewni. Kwestia ta będzie szerzej opisana w kolejnych rozdziałach.

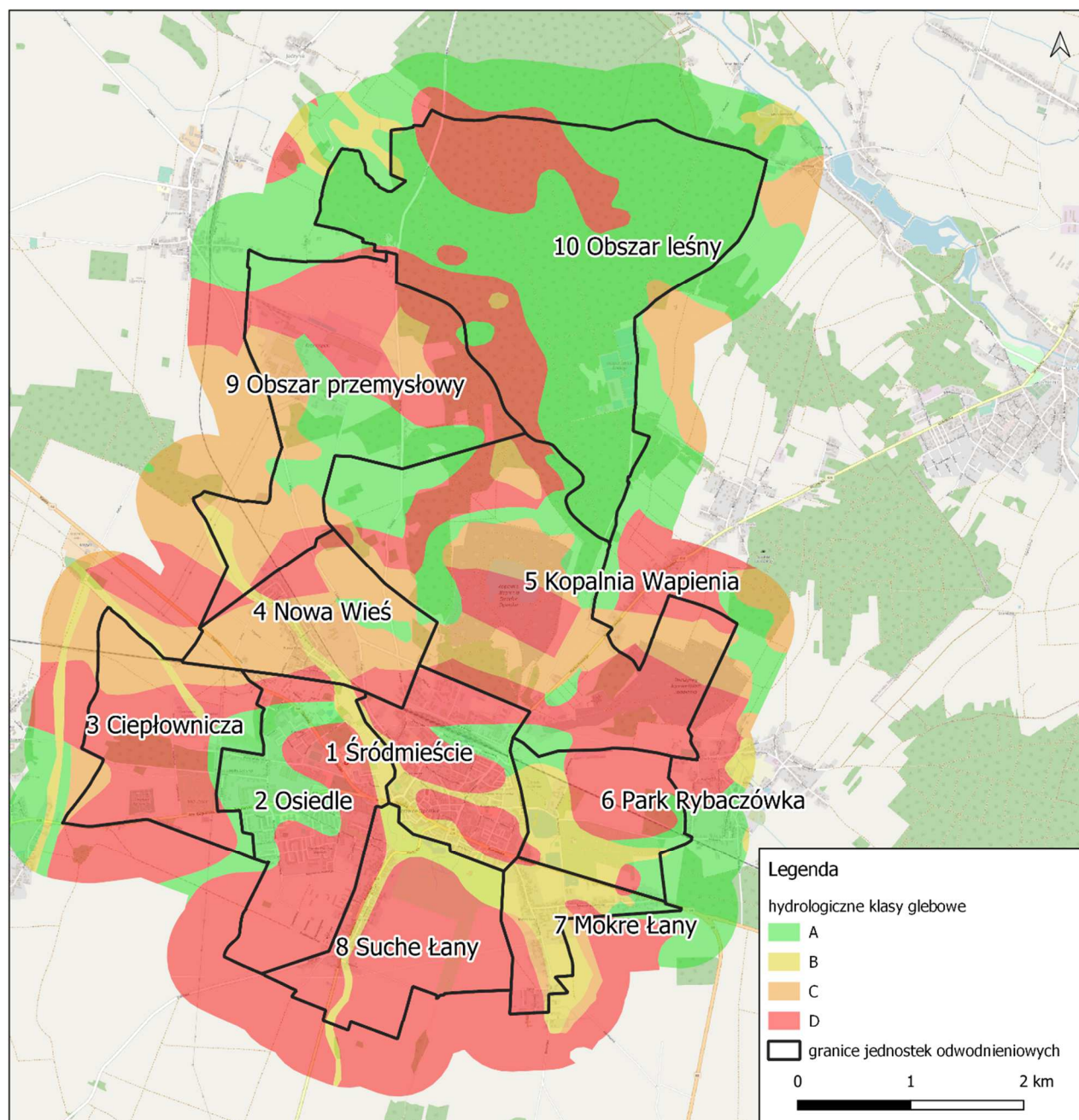
14 Ocena zdolności chłonnej gruntów

O potencjale retencyjnym danej powierzchni decyduje jego sposób zagospodarowania (powierzchnie uszczelnione / nieuszczelnione), spadku terenu, intensywność opadu, przy czym dla powierzchni nieuszczelnionych decydującą cechą jest zdolność infiltracyjna gleb.

Do oceny tej właściwości gleb przetworzono informacje o glebach przedstawione w rozdziale 3.4. Klasyfikację gleb przejęto z modelu hydrologicznego opad-odpływ – metoda CN opracowana przez SCS (ang. Soil Conservation Service) (patrz np. [7, 8]). Dla potrzeb metody CN-SCS gleby należy podzielić na cztery grupy w zależności od możliwości powstawania spływu powierzchniowego. Grupy te scharakteryzowano w poniższej tabeli.

Tabela 14. Hydrologiczne klasy gleby (na podstawie [7])

Grupa	Charakterystyka
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.
B	Gleby o przepuszczalności powyżej średniej, średni współczynnik filtracji. Należą tu: gleby piaszczyste średnio głębokie, płytkie lessy oraz ły piaszczyste.
C	Gleby o przepuszczalności poniżej średniej. Należą tu: gleby uwarstwione, posiadające wkładki słabo przepuszczalne oraz ły gliniaste, płytkie ły piaszczyste, gleby o niskiej zawartości części organicznych, gliny o dużej zawartości części ilastych.
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.



Rysunek 31. Podział gleb na terenie Strzelc Opolskich pod kątem wodoprzepuszczalności

Na podstawie powyższego dokonano oceny zdolności chłonnej gruntów dla każdej z jednostki odwodnieniowej. Należy mieć na uwadze, że każda planowana inwestycja związana z infiltracją wód do gruntu powinna być poprzedzona szczegółowymi badaniami podłoża.

Tabela 15. Ocena zdolności chłonnej gruntów w JO

Nr JO	Nazwa JO	Ocena zdolności chłonnej gruntów
1	Śródmieście	Obszar ścisłego centrum charakteryzuje się zabudową zwartą z silnie przekształconym podłożem o już niewielkiej zdolności chłonnej. Jedyne obszary o bardzo dobrej zdolności chłonnej to okolice ponora P-1 oraz ul. Dworcowej.
2	Osiedle	Zdecydowanie przeważający obszar tej JO charakteryzuje się podłożem o bardzo niskiej możliwości infiltracji wód, szczególnie w południowej części JO, która jest niezurbanizowana. Bardzo dobre właściwości do infiltracji zlokalizowane są w północno-zachodniej części, tj. przy Os. Zydlunji, ul. Bocznicowej.
3	Ciepłownicza	Prawie cały obszar tej JO charakteryzuje się glebami o bardzo małej zdolności chłonnej. Jedynie obszar we wschodniej części, tj. przy ul. Bocznicowej charakteryzuje się b. dobrymi warunkami do infiltracji.
4	Nowa Wieś	Obszar tej JO charakteryzuje się glebami o przepuszczalności poniżej średniej. Jedynie na terenach rolnych na wschód od ul. 1 Maja możliwości infiltracyjne gruntu są bardzo dobre.
5	Kopalnia Wapienia	W tej JO jedynie w północnej części występują grunty o dobrej zdolności chłonnej.
6	Park Rybaczówka	Obszar tej JO charakteryzuje się zmiennymi właściwościami infiltracyjnymi gruntów. Niewielkie obszary w okolicy ponoru P-1 oraz przy wschodniej granicy miasta charakteryzują się bardzo dobrymi zdolnościami do chłonności.
7	Mokre Łany	Prawie cały obszar tej JO pokrywają gleby o przepuszczalności powyżej średniej. W zachodniej części (na terenach zielonych) występują gleby o bardzo słabej zdolności chłonnej.
8	Suche Łany	Teren charakteryzuje się bardzo dużą możliwością powstania odpływu powierzchniowego mimo tego, że na zdecydowanie większej części obszaru tej JO są to tereny zielone lub tereny rolne.
9	Obszar przemysłowy	Obszar o zróżnicowanej możliwości infiltracyjnej gruntów. W południowej części grunty o bardzo dobrej zdolności chłonnej, natomiast na pozostałym obszarze o bardzo słabej lub poniżej średniej.
10	Obszar leśny	JO 10 to w przeważającym obszarze tereny leśne o bardzo dobrej zdolności gruntów do infiltracji wód deszczowych i roztopowych. Występują także obszary o bardzo słabej zdolności chłonnej – w okolicy ul. Osieckiej przy północnej granicy miasta oraz przy granicy z JO9.

15 Wskazanie zlewni do modelowania hydrodynamicznego

Jednym z celów tego opracowania jest wskazanie terenów, w których zalecane jest wykonanie specjalistycznych opracowań, jakim są modele hydrodynamiczne pracy systemu odwodnieniowego, ze względu na największe problemy z wydolnością systemu odwodnienia. Do tego celu posłużono się informacjami o podtopieniach przekazanymi przez KP PSP, danymi zebranymi podczas ankietyzacji mieszkańców, danymi z doniesień medialnych oraz danymi otrzymanymi od Zamawiającego i SWiK w Strzelcach Opolskich. Przeanalizowano informacje o interwencjach związanych z podtopieniami i zalaniem które były podejmowane w okresie od stycznia 2014 r. do września 2021 r.

15.1 Definicja komfortu kanalizacyjnego

Punktem wyjściowym do oceny funkcjonowania systemu odwodnieniowego jest określenie oczekiwanego poziomu ochrony przed podtopieniami dla wydzielonych części Strzelce Opolskie. W tym celu konieczne jest zdefiniowanie pojęcia komfortu kanalizacyjnego. W praktyce eksploatacji systemów odwodnienia w Polsce stosuje się powszechnie definicję komfortu kanalizacyjnego zaczerpniętą z niemieckiej wytycznej, tj. z Komentarza ATV-DVWK do ATV – A118P „Hydrauliczne wymiarowanie systemów odwadniających” [6]. Zgodnie z tą definicją komfort kanalizacyjny obejmuje trzy istotne komponenty:

- utrzymania warunków higienicznych na terenie osiedli poprzez pełne odbieranie i odprowadzanie powstających ścieków do oczyszczalni ścieków;
- **daleko idącego** zapobiegania szkodom związanym z wylaniem i podmakaniem wskutek spływu wód opadowych;
- możliwie **daleko idącego** utrzymania powierzchni osiedli w stanie używalności, niezależnie od warunków atmosferycznych.

Powyższa definicja, chociaż zawarta w specjalistycznej wytycznej technicznej jest bliska społecznemu odbiorowi systemów kanalizacyjnych przez jej zwykłych użytkowników, a więc mieszkańców miasta. Oczekują oni w pierwszej kolejności pełnego odbioru ścieków bytowo-gospodarczych i odprowadzenia do oczyszczalni tych ścieków (a więc także pełnego oczyszczania) bez związanych z tym uciążliwości, w postaci np. odorów lub też przelewów burzowych z kanalizacji ogólnospławnych. Jednocześnie mieszkańcy oczekują od systemu kanalizacyjnego zapobiegania szkodom związanym z wylaniem i podmakaniem wskutek spływu wód opadowych oraz utrzymania powierzchni osiedli, w tym zwłaszcza sieci komunikacyjnej miasta, w stanie używalności niezależnie od warunków atmosferycznych (w tym także w sytuacjach skrajnych warunków atmosferycznych, np. intensywnych opadów, szybko postępujących roztopów).

Wreszcie, tym co zostało zaznaczone pogrubionym drukiem w definicji komfortu kanalizacyjnego, a co ma zasadnicze znaczenie dla prowadzonej dla obszaru miasta Strzelce Opolskie analizy podtopień, jest nieostre ustalenie wymogu niezawodności systemów odwodnienia, kryjące się pod sformułowaniem: „daleko idące”, „względnie możliwie daleko idące”. Takie miękkie sformułowanie w definicji wynika z połączenia przesłanek socjologicznych z przesłankami ekonomicznymi. Mieszkańcy miasta – użytkownicy – dopuszczają podświadomie możliwość występowania wylań z kanalizacji, niemniej w ich rozumieniu powinny one występować bardzo rzadko i po bardzo intensywnych opadach o charakterze katastrofalnym.

Wyrażna gradacja występuje też w odniesieniu do mieszkańców różnego typu obszarów. Mieszkańcy zlewni ścisłego centrum miasta stawiają w tym zakresie wyższe wymagania, gdyż brak sprawnego systemu odwodnienia powoduje paraliż infrastruktury krytycznej, z której muszą korzystać na co dzień (np. zalanie tuneli samochodowych, podziemnych stacji, itp.) oraz potencjalnie bardzo wysokie straty (zalanie podziemnych parkingów, podziemnych kondygnacji centrów handlowych, punktów usługowo-gastronomicznych w piwnicach starych kamienic). Mieszkańcy przedmieść, często dopiero przyłączonych do miasta terenów wiejskich, nie mają tak wysokich wymogów względem systemów odwodnienia, są niejako bardziej odporni na podtopienia, gdyż w znacznie węższym stopniu wykorzystują obiekty położone poniżej poziomu terenu, a w ich zlewniach nie brakuje terenów zielonych, które mogą pełnić rolę awaryjnej retencji dla wylań z systemów odwodnienia. Tutaj w naturalny sposób pojawiają się także przesłanki ekonomiczne, gdyż realizacja i późniejsza eksploatacja wysokosprawnych i niezawodnych systemów odwodnienia oznacza wysokie koszty, których ponoszenie jest akceptowalnym jedynie z uwagi na konieczność ochrony odpowiednio wartościowej infrastruktury. Stąd też naturalnym jest różnicowanie standardów stawianych niezawodności systemów odwodnienia obsługujących miejsca krytyczne, centra miasta, obszary przemysłowe i osiedla mieszkaniowe oraz przedmieścia miasta o niskiej gęstości zabudowy.

Zalecenia te, jak wspomniano powyżej, wykazują duże zróżnicowanie z uwagi na rodzaj zagospodarowania terenu. Wysokie częstotliwości wylewów (1 na 10 lat) są dopuszczalne według normy PN-EN 752 (2008) w przypadku terenów wiejskich, jednak już dla terenów mieszkaniowych maleją dwukrotnie (1 na 20 lat). W przypadku centrum miasta, a zwłaszcza w przypadku specyficznych podziemnych obiektów komunikacyjnych dopuszczalne częstotliwości zmniejszają się w jeszcze bardziej drastyczny sposób do odpowiednio 1 na 30 lat lub nawet 1 na 50 lat.

Tabela 16. Zalecane częstotliwości projektowe deszczu obliczeniowego i dopuszczalne częstotliwości wystąpienia wylewów według PN-EN 752 (2008)

Projektowe częstotliwości deszczu obliczeniowego* (1 raz na C lat)	Rodzaj zagospodarowania terenu	Projektowe częstotliwości wylewów (1 raz na C lat)
1 na 1 (p=100%)	Tereny wiejskie	1 na 10 (p=10%)
1 na 2 (p=50%)	Tereny mieszkaniowe	1 na 20 (p=5%)
1 na 5 (p=20%)	Centra miast, tereny usług i przemysłu	1 na 30 (p=3%)
1 na 10 (p=10%)	Podziemne obiekty komunikacyjne, przejścia i przejazdy pod ulicami itp.	1 na 50 (p=2%)

W czerwcu 2017 europejska norma kanalizacyjna zatytułowana „Zewnętrzne systemy odwadniające i kanalizacyjne -- Zarządzanie systemem kanalizacyjnym” o oznaczeniu PN-EN 752 (2008) została zastąpiona nowym wydaniem normy PN-EN 752 (2017). W nowej normie brak jest praktycznie już ostrego zdefiniowania zalecanych częstotliwości wylewów, mówi się raczej o przykładach takich kryteriów. Przedstawia to poniższa tabela.

Tabela 17. Przykłady kryteriów projektowych kanalizacji dla wylań (PN-EN 752, 2017)

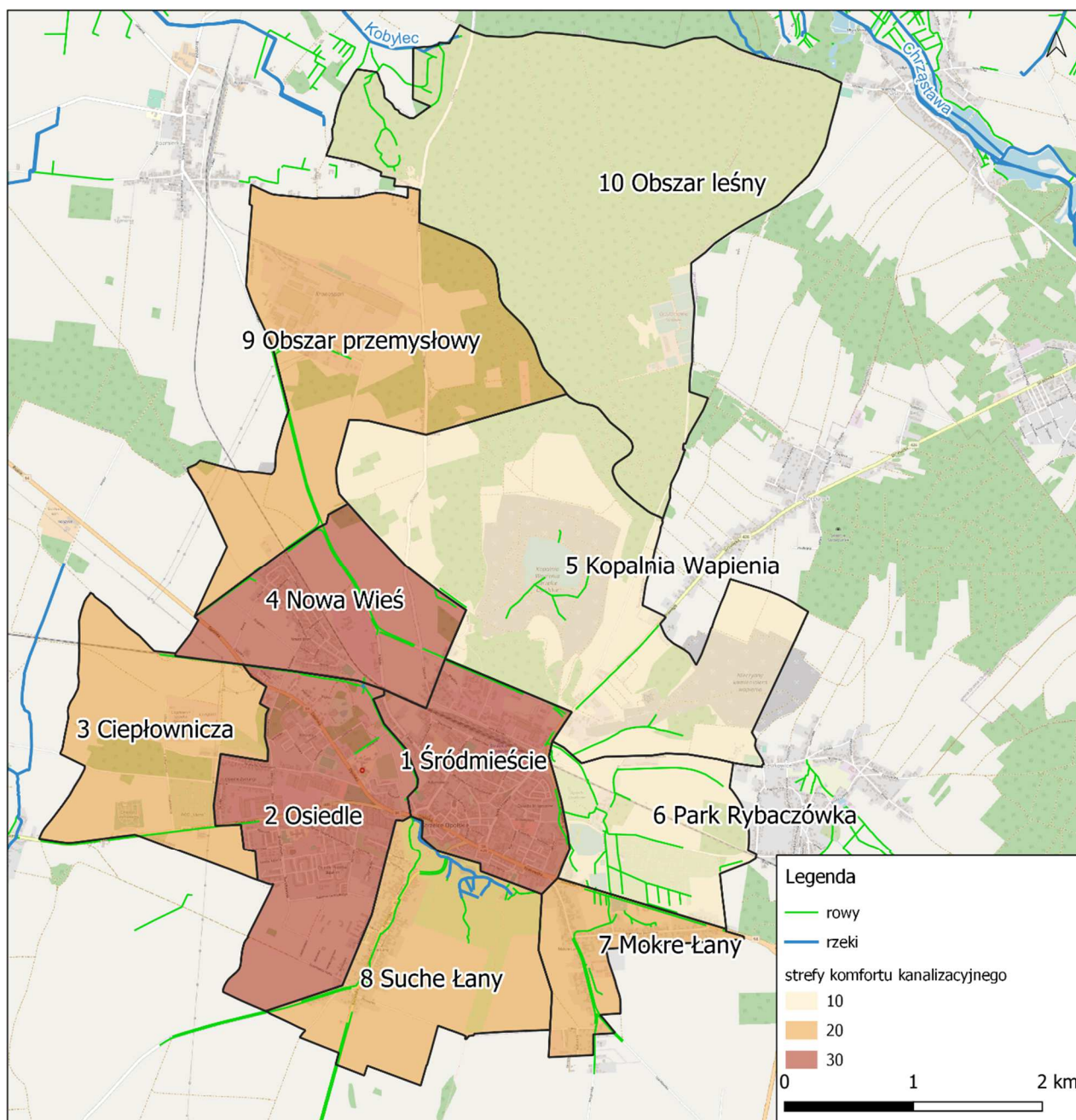
Wpływ	Przykładowe lokalizacje	Czas ponownego nawrotu [lata]	Prawdopodobieństwo przewyższenia w dowolnym roku [%]
Bardzo mały	Drogi lub otwarte przestrzenie z dala od budynków	1	100
Mały	Tereny rolnicze (w zależności od wykorzystania, np. pastwiska, grunty orne)	2	50
Mały do średniego	Otwarte przestrzenie wykorzystywane do celów publicznych	3	30
Średni	Drogi lub otwarte przestrzenie w pobliżu budynków	5	20
Średni do wysokiego	Zalania w zamieszkałych budynkach z wyłączeniem piwnic	10	10
Wysoki	Głębokie zalania w zamieszkałych piwnicach lub przejazdach po ulicach	30	3
Bardzo wysoki	Infrastruktura krytyczna	50	2
Czasy ponownego nawrotu winny być podwyższone (prawdopodobieństwa zredukowane), wszędzie tam, gdzie wody powodziowe szybko się przemieszczają. Przy przebudowie istniejących systemów i tam, gdzie osiągnięcie tych samych kryteriów projektowych dla nowych systemów będzie pociągać za sobą wysokie koszty, można rozpatrywać niższe wartości.			

W poszczególnych jednostkach odwodnieniowych zagospodarowanie może mieć zróżnicowany charakter. Przykładowo krytyczna infrastruktura może występować w obszarze, który według normy kwalifikuje się na poziomie średniego lub średnio-wysokiego wpływu. Warto zauważyć, że tak definiowany wpływ lub komfort bezpośrednio można właśnie przekładać na poziom wrażliwości danego terenu.

Wobec wymienionych częstotliwości wymaga się oczywiście dla oceny zagrożeń odpowiednio długich okresów obserwacji, pozwalających w sposób wiarygodny wyrazić ilościowo częstotliwości występowania wylania. W niniejszym opracowaniu posłużono się takimi obserwacjami, to jednak warto zauważyć, że baza tych zdarzeń jest mocno uproszczona i pozostawia spory obszar do optymalizacji.

Wyznaczenie zatem oczekiwanego poziomu komfortu kanalizacyjnego odniesionego do podtopień przeprowadzono metodą ekspercką, określając przeważający charakter zagospodarowania danej jednostki odwodnieniowej. Nie wyklucza to oczywiście faktu, że niektóre rejony, wybrana infrastruktura czy budynki powinni mieć zapewniony wyższy stopień ochrony. Wyznaczenie ich nie jest jednak przedmiotem tego opracowania i wynikać musi ze szczegółowej analizy konkretnych podzlewni. Infrastruktura podlegająca wysokiej ochronie może obejmować na przykład: szpitale, kluczowe przejazdy podziemne, ważne węzły i linie transportowe, kluczowe budynki, obiekty zarządzania kryzysowego, centra obliczeniowe i serwerownie, obiekty gromadzące wartościowe zasoby sztuki, itp.

Na mapie przedstawiono wynik oceny eksperckiej, opartej o wytyczne normowe, dla każdej z 10 jednostek odwodnieniowych. Dzięki temu, przy prognozie postępu urbanizacji można będzie również dokonać oceny porównawczej oczekiwanego stopnia ochrony i przeanalizować skutki jego zmiany. To z kolei umożliwi długofalowe planowanie.

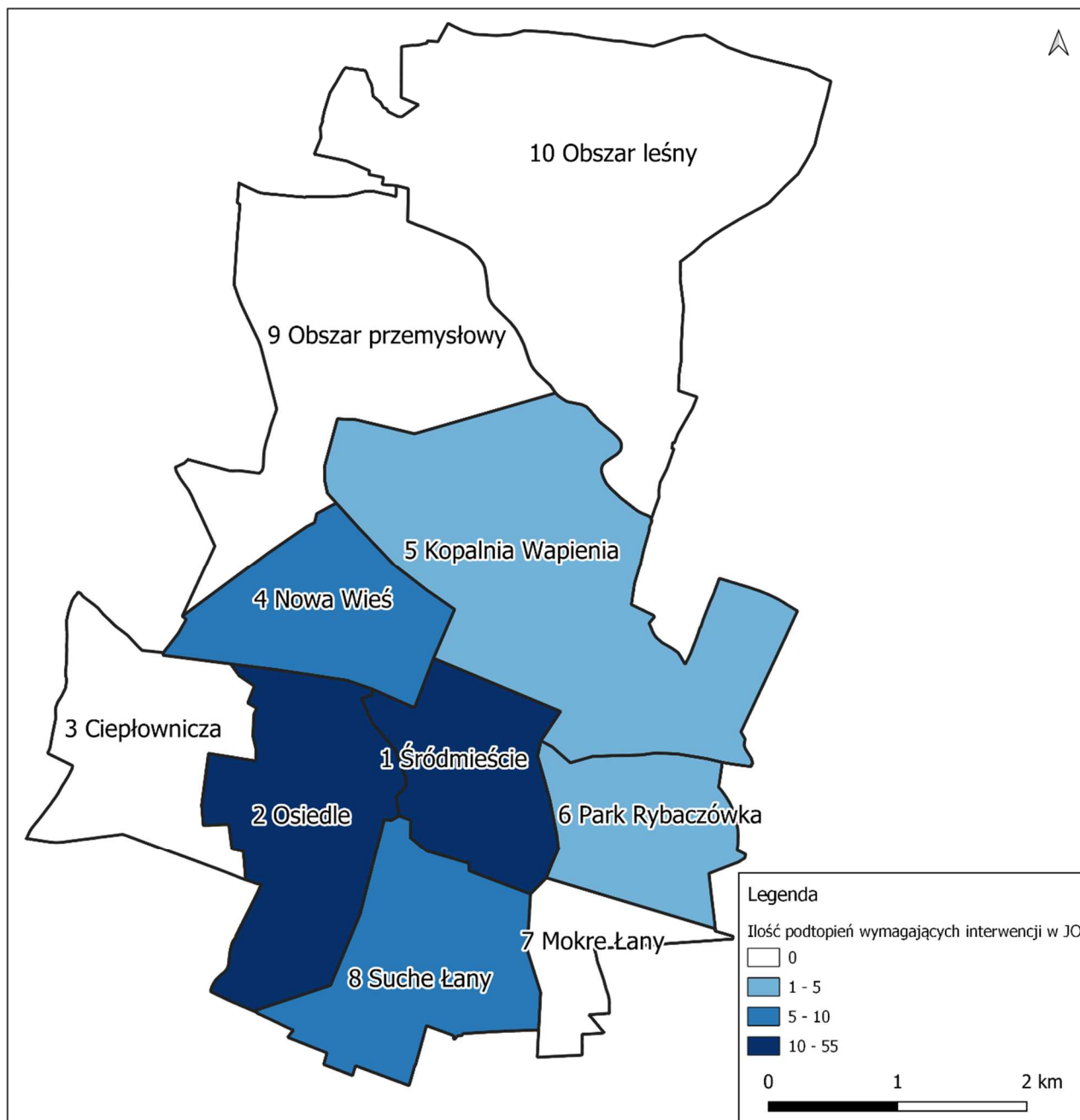


Rysunek 32. Propozycja oczekiwanego poziomu komfortu kanalizacyjnego w jednostkach odwodnieniowych

15.2 Praktyczne podejście do oceny komfortu kanalizacyjnego

Do jakościowego podsumowania informacji o zagrożeniach związanych z niewydolnością systemu odwodnieniowego posłużono się informacjami o podtopieniach przekazanymi przez KP PSP. Przeanalizowano informacje o interwencjach związanych z podtopieniami i zalaniem, które były podejmowane w okresie od stycznia 2014 r. do lipca 2021 r.

Kolejna ilustracja przedstawia sumę wszystkich podtopień wg KP PSP wymagających interwencji w latach 2014-2021 w poszczególnych jednostkach odwodnieniowych. Informacja ta pozwala na identyfikację najbardziej „problematicznych” w ostatnich latach pod względem odwodnienia obszarów.



Rysunek 33. Sumaryczna liczba podtopień i zalań wymagających interwencji od 01.2014 do 07.2021 w jednostkach odwodnieniowych

Z analizy wynika, że obecnie najpilniejsze działania w zakresie gospodarki wodami opadowymi i powierzchniowymi, w odniesieniu do już występujących zagrożeń są wymagane w jednostkach odwodnieniowych Śródmieście i Osiedle. Ilość historycznych podtopień jest także zauważalna w następujących JO: Nowa Wieś oraz Suche Łany oraz Kopalnia Wapienia i Park Rybaczówka.

15.3 Określenie obszarów/zlewni do modelowania hydrodynamicznego

Najpilniejszymi obszarami, które wymagają zdecydowanych działań są te, które zostały najbardziej przekształcone w wyniku urbanizacji – centralne Jednostki Odwodnieniowe, tj. JO1 Śródmieście i JO2 Osiedle. Tam obserwuje się od lat najwięcej podtopień, które są wynikiem braku lokalnej retencji wód deszczowych, czy też odpowiedniej przepustowości systemu odwodnieniowego. O ile na obszarze JO2 występuje system rozdzielczy kanalizacji, tak w JO1 istnieje system kanalizacji ogólnospławnej, który należy rozpatrywać całościowo, wraz z ewentualnymi dopływami ścieków sanitarnych z innych jednostek odwodnieniowych (system kanalizacji ciężący do miejskiej oczyszczalni ścieków). W poniższej tabeli zestawiono ilość podtopień historycznych, które wydarzyły się od 2014 r. (wcześniejsze podtopienia nie zostały ujęte w tej analizie, ze względu na możliwe przedawnienie się, w wyniku już podjętych działań naprawczych).

Tabela 18. Zestawienie ilości historycznych podtopień w odniesieniu do powierzchni JO

nr JO	Nazwa JO	Powierzchnia JO [km ²]	Ilość podtopień od 2014 r	Ilość podtopień od 2014 r na km ² [n/km ²]
1	2	3	4	5
1	Śródmieście	1,7	35	20,5
2	Osiedle	2,7	55	20,5
3	Ciepłownicza	2,2	0	-
4	Nowa Wieś	1,9	7	3,8
5	Kopalnia Wapienia	5,5	2	0,4
6	Park Rybackówka	1,6	1	0,6
7	Mokre Łany	0,9	0	-
8	Suche Łany	2,3	6	2,6
9	Obszar przemysłowy	4,2	0	-
10	Obszar leśny	7,1	0	-

Najwięcej podtopień zaobserwowano we wskazanym okresie w JO1 oraz JO2 (patrz kolumna 4 powyższej tabeli). Analogiczny obraz zagrożonych wylaniami obszarów przedstawia się, gdy ilość interwencji w poszczególnych jednostkach odwodnieniowych zostanie odniesiona do ich powierzchni (patrz kolumna 5 powyższej tabeli).

Pierwsze postrzeganie problemu można nazwać „zlewniowym”. W tym przypadku analizowany jest cały spójny hydrologicznie i hydrograficznie obszar, mimo że do wylań dochodzi tylko w niektórych jego rejonach. Takie nastawienie wymaga znajomości zależności pomiędzy poszczególnymi komponentami systemu odwodnienia oraz wiedzy o związkach stosunków wodnych na tym obszarze z terenami sąsiednimi, czasem odległymi przestrzennie. Drugie podejście ma charakter bardziej „interwencyjny”, czyli związany z próbami poprawy sytuacji w tych jednostkach, gdzie problemy występują najbliżej siebie i często.

W poniższej tabeli podsumowano wskazania obszarów do modelowania hydrodynamicznego oraz wskazano proponowane etapowanie prac.

Tabela 19. Określenie zlewni do modelowania hydrodynamicznego

nr JO	Nazwa JO	Dominujący rodzaj systemu odwodnienia	Etapowanie (kolejność) do modelowania hydrodynamicznego
1	2	3	4
1	Śródmieście	KO, KD	1 – bardzo pilne
2	Osiedle	KD	1 – bardzo pilne
3	Cieplownicza	KD, rowy	(razem z JO2 ze względu na połączenie hydrauliczne KD)
4	Nowa Wieś	KD, rowy	2 - pilne
5	Kopalnia Wapienia	KD, rowy	-
6	Park Rybaczówka	rowy	-
7	Mokre Łany	KD, rowy	-
8	Suche Łany	KD, rowy	2 - pilne
9	Obszar przemysłowy	KD, rowy	-
10	Obszar leśny	rowy	-

Powyższe zestawienie należy rozumieć jako podsumowanie wskazań do szczegółowego rozpoznania obciążenia hydraulicznego systemu odwodnienia danej JO sformułowane we wcześniejszych rozdziałach na podstawie różnych przesłanek. Jednoznacznym wskazaniem do modelowania hydrodynamicznego jest priorytetowe potraktowanie JO1 i JO2.

16 Analiza możliwości retencjonowania wód opadowych

Najważniejszą przesłanką do tworzenia obiektów retencyjnych w ramach istniejącego systemu odwodnienia jest zapobieganie podtopieniom terenów zamieszkałych i infrastruktury drogowej. Tego typu obiekty powinny być lokalizowane na drogach spływu powierzchniowego lub elementach systemu odwodnieniowego ciężących do podtapianych lokalizacji. Na podstawie analiz opisanych w poprzednich etapach opracowania (Rozdz. 5.2) można stwierdzić, że obszar najbardziej dotknięty podtopieniami ograniczony jest od północy linią kolejową, a od południa ulicami Gogolińską, Opolską, Krakowską i Toszecką.

Ukształtowanie terenu i wyznaczone na jego podstawie linie spływu wskazują, że zlewnia ciężąca do tego obszaru ma ponad 2000 ha powierzchni, a jej topograficzna granica znajduje się ok. 3,5 km od południowej granicy administracyjnej miasta, po północnej stronie autostrady A4. Wizualizację kartograficzną tego zagadnienia przedstawia ilustracja ze zlewniami ponorów (patrz rozdz. 10.2). Większość tego obszaru znajduje się na terenie gminy Strzelce Opolskie, a ok. 500 ha w górnej zlewni – na terenie gminy Ujazd.

Najbardziej efektywnym hydraulicznie, ekonomicznie i przyrodniczo sposobem postępowania z wodami opadowymi jest zapobieganie ich kumulacji, czyli zaplanowanie zbioru mniejszych działań, które zatrzymają lub przynajmniej opóźnią dopływ wód opadowych do podtapianych lokalizacji. W idealnym przypadku wody napływające z południa powinny być zatrzymywane przed granicą miasta lub na jego obrzeżach. Pozwoli to zmniejszyć skalę działań niezbędnych na terenie zurbanizowanym, na którym takie inwestycje są bardziej skomplikowane ze względu na zagospodarowanie terenu, infrastrukturę podziemną i własności samych gruntów.

16.1 Propozycje lokalizacji obiektów retencyjnych

Poniżej opisano propozycje lokalizacji obiektów retencyjnych bez szczegółowej specyfikacji ich parametrów (objętość, głębokość), czy typu (zbiornik otwarty, zamknięty, niecka). W pierwszej kolejności powinna zostać określona dostępność terenu w proponowanych lokalizacjach. Następnym krokiem jest zwymiarowanie takiego obiektu, w idealnym przypadku przy zastosowaniu modelu hydrodynamicznego dla całej zlewni KD, w której taki obiekt miałby być zlokalizowany.

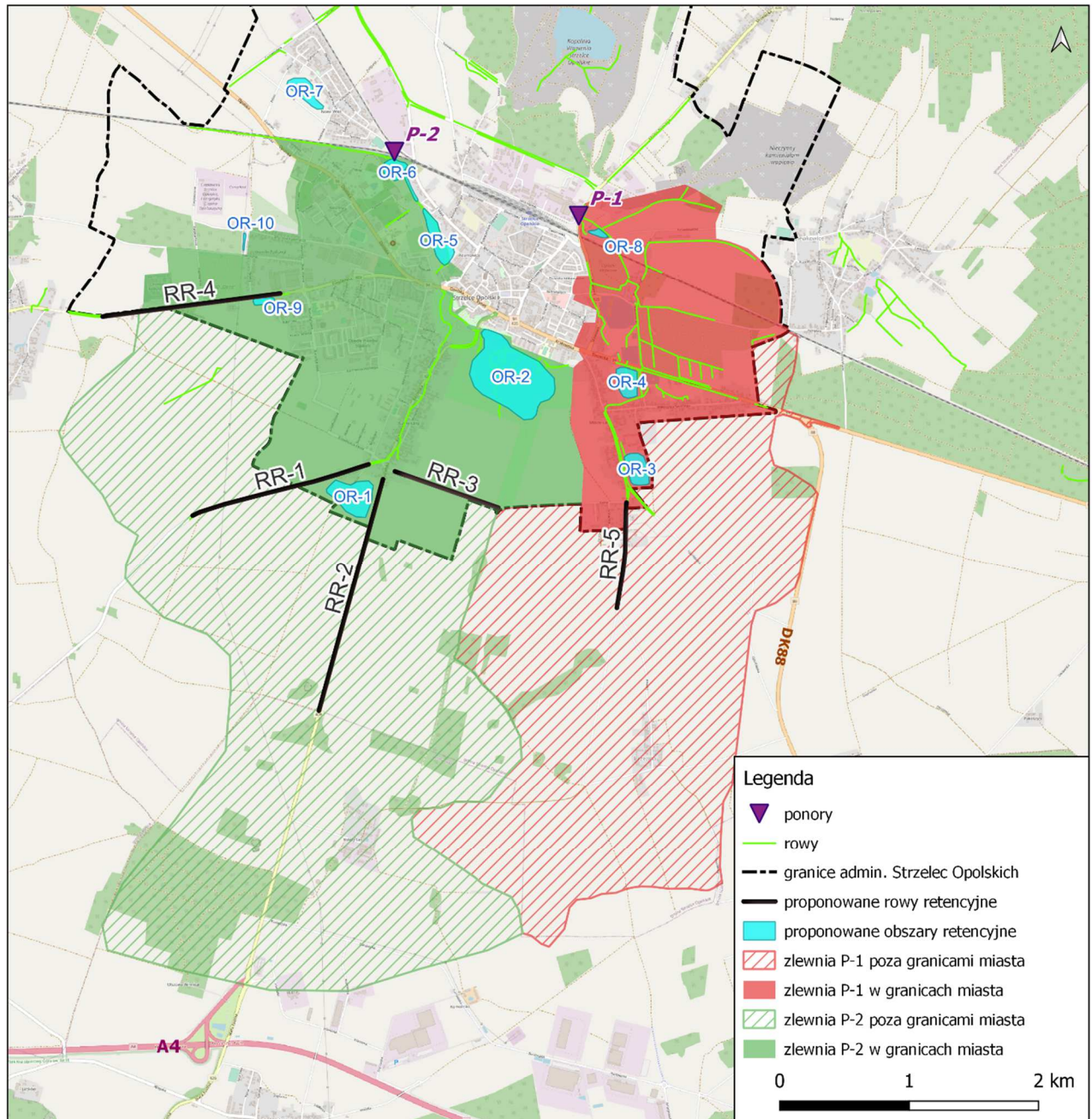
Propozycje obiektów retencyjnych poza granicami miasta lub na jego obrzeżach:

- 1) **RR-1** odcinek przydrożnego rowu retencyjnego wzdłuż ul. Dolińskiej (do wykorzystania jest istniejący rów przydrożny, możliwość przebudowy na retencyjny);
- 2) **RR-2** odcinek przydrożnego rowu retencyjnego wzdłuż ul. Kozielskiej (do wykorzystania jest istniejący rów przydrożny, możliwość przebudowy na retencyjny);
- 3) **RR-3** odcinek przydrożnego rowu retencyjnego wzdłuż ul. Przyjaznej;
- 4) **RR-4** odcinek przydrożnego rowu retencyjnego wzdłuż ul. Gogolińskiej;
- 5) **RR-5** odcinek przydrożnego rowu retencyjnego wzdłuż ul. Brzezińskiej (do wykorzystania jest istniejący rów przydrożny, możliwość przebudowy na retencyjny);
- 6) **OR-1** obszar retencji powierzchniowej u zbiegu ulic Dolińskiej i Kozielskiej;
- 7) **OR-3** obszar retencji powierzchniowej pomiędzy ulicami Łąkową, a Ujazdowską lub w miarę możliwości tuż za granicami miasta.

Propozycje obszarów retencyjnych na terenie miasta:

- 1) **OR-2** obszar retencji powierzchniowej w Parku Renardów, w zależności od warunków konserwatorskich do realizacji jako retencja korytowa w istniejących rowach lub płytkie niecki infiltracyjne na terenach zielonych;
- 2) **OR-4** obszar retencji powierzchniowej pomiędzy ulicami Toszecką, a Wawrzyńca Świeżego – w zależności od możliwości retencyjnych istniejących stawów przy ul. Budowlanych należy zarezerwować ten obszar pod możliwą retencję. W przypadku gdy modelowanie hydrodynamiczne zlewni wykaże możliwość dostosowania istniejących stawów do zwiększonej funkcji retencyjnej, obszar ten może okazać się zbędny;
- 3) **OR-5** obszar retencji powierzchniowej pomiędzy ulicami 1 Maja i Miodową – utrzymanie istniejącego charakteru retencyjnego oraz ewentualne zwiększenie pojemności retencyjnej;
- 4) **OR-6** obszar retencji powierzchniowej przed torowiskiem kolejowym przy ul. 1 Maja – zaleca się rezerwę terenową w obniżeniu i wykorzystanie naturalnego charakteru obniżenia terenu;
- 5) **OR-7** obszar retencji rozproszonej w dzielnicy Nowa Wieś, pomiędzy ulicami Nowowiejską, a Pogodną; celem retencji w tym miejscu będzie ograniczenie odpływu wód powierzchniowych do systemu kanalizacji deszczowej zlokalizowanej w ul. Nowowiejskiej;
- 6) **OR-8** obszar retencji powierzchniowej przy ul. Dziewkowskiej, zlokalizowany przed Ponorem P- 1;
- 7) **OR-9** obszar retencji powierzchniowej będący alternatywą dla działania RR-4 (także OR-10); do określenia charakteru obszaru retencyjnego wymagane jest przeprowadzenie modelowania hydrodynamicznego w górnej zlewni KD – JO2 Osiedle;
- 8) **OR-10** obszar retencji powierzchniowej pomiędzy ulicami Strzelców Bytomskich, a Fabryczną – obszar znajduje się na działce będącej własnością Gminy; ze względu na ograniczoną powierzchnię

Na kolejnym rysunku przedstawiono proponowane lokalizacje rowów retencyjnych oraz obszarów retencyjnych.



Rysunek 34. Propozycje lokalizacji obiektów retencyjnych na tle układu hydrograficznego miasta

16.2 Rozszerzona analiza wybranych lokalizacji obiektów retencyjnych

W tym rozdziale rozszerzone zostały opisy wybranych obszarów wskazanych jako potencjalne obszary retencyjne.

Park Renardów

Ten zabytkowy park miejski o powierzchni ok. 65 ha powstał na początku XIX w. Zlokalizowany jest w południowej części miasta, na osuszonych terenach bagnistych. Po ich osuszeniu wykopane zostały stawy połączone kanałem. W 1984 r. park ten został wpisany do rejestru zabytków i jak każdy zabytek wymaga odpowiedniej pielęgnacji [15].

Wszystkie potencjalne działania prowadzące do zwiększenia retencji korytowej, zbiornikowej i powierzchniowej w tym parku muszą być uzgodnione z konserwatorem zabytków i odbywać się przy udziale architekta krajobrazu. Choć pozornie proces taki wydaje się być kłopotliwy pod względem formalnym, naszym zdaniem nie powinno się rezygnować z jego pogłębionej analizy. Z jednej strony to teren, do którego ciąży bardzo duża zlewnia sięgająca poza granice miasta i powinna zostać przygotowana na bezpieczne przejęcie znacznej ilości wód opadowych i zatrzymanie ich przed odpływem do najgęściej zabudowanej części miasta. Z drugiej strony, takie działania powinny być traktowane również jako przygotowanie na prognozowane coraz dłuższe okresy suszy i przygotować dodatkowe rezerwy retencyjne dla zapewnienia nawodnienia cennej roślinności parku.

Podobne działania są podejmowane w zabytkowych parkach innych miast, jak np. w Parku Decjusza w Krakowie. Na jego obszarze jest np. niecka infiltracyjna o powierzchni ponad 1000m² służąca do detencji wód opadowych spływających z terenów mieszkaniowych położonych na wzgórzach powyżej poziomu parku i doprowadzanych do parku rowem otwartym. Obiekt ten wpasowuje się w krajobraz parkowy i nie utrudnia korzystania z przestrzeni parkowej.



Rysunek 35. Przykład niecki infiltracyjnej wraz z rowem w zabytkowym Parku Decjusza w Krakowie

Istniejący zbiornik retencyjny w JO9

W bezpośrednim sąsiedztwie przepompowni przy ul. Cementowej znajduje się zbiornik retencyjny odbierający głównie wody z przepompowni. Potencjał tego zbiornika wydaje się nie być w pełni wykorzystany. Ze względu na planowaną przebudowę ul. Nowowiejskiej wraz z odwodnieniem zalecana jest pogłębiona analiza możliwości wykorzystania tego zbiornika do retencji dodatkowej ilości wód opadowych. Wymaga to m.in. inwentaryzacji geodezyjnej samego zbiornika i potencjalne trasy nowej

KD, oceny stanu technicznego zbiornika oraz w idealnym przypadku modelowania hydrodynamicznego planowanego systemu odwodnienia. Na tej podstawie powinna zostać udzielona odpowiedź na pytanie, czy tak dodatkowo obciążony zbiornik potrzebuje przelewu awaryjnego i dokąd powinien on kierować nadmiarowe wody.



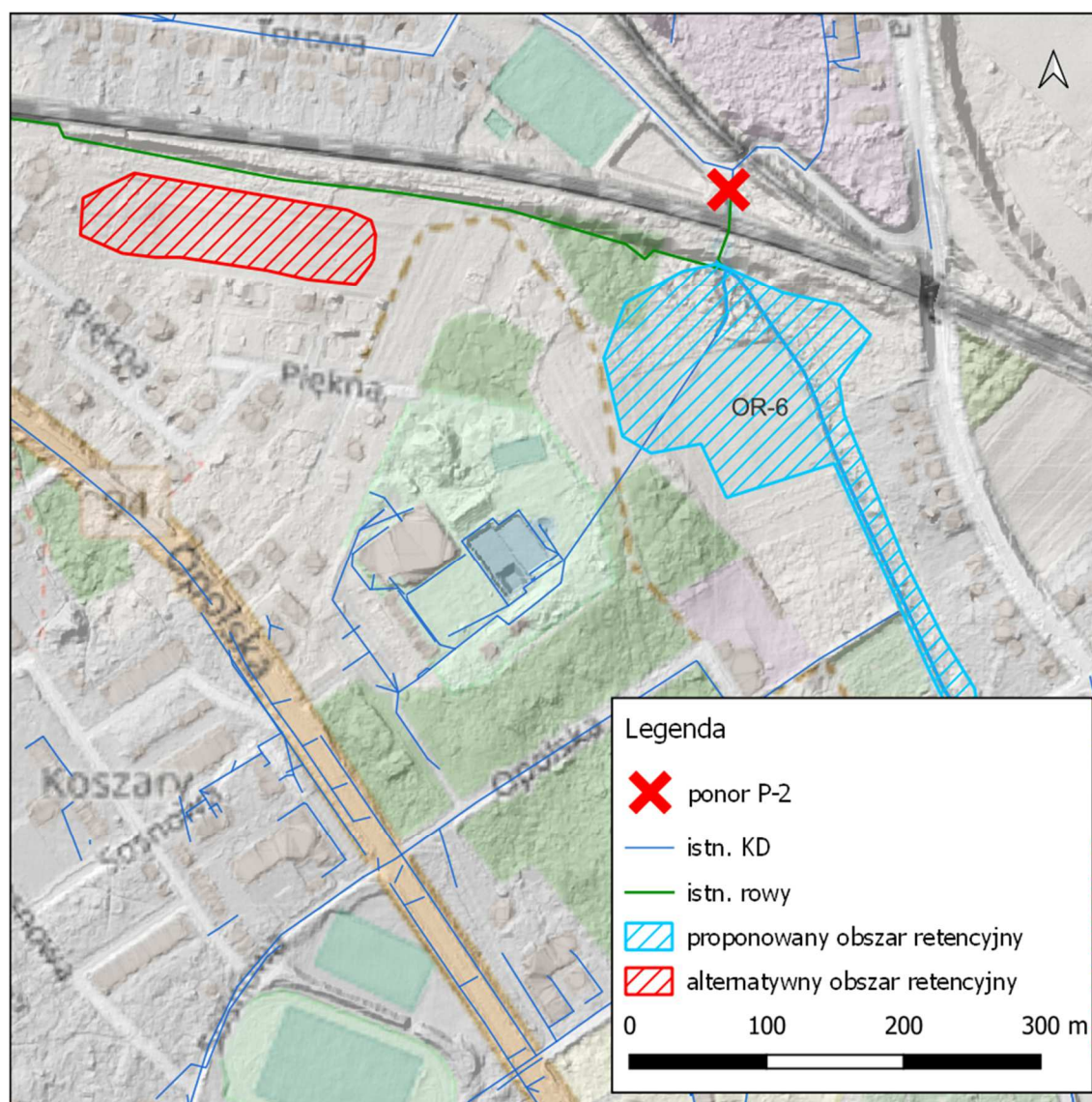
Rysunek 36. Widok istniejącego zbiornika retencyjnego przy ul. Cementowej

Alternatywa dla lokalizacji OR-6

W rejonie zaproponowanego obszaru retencji powierzchniowej OR-6 przed torowiskiem kolejowym analizowano również alternatywną lokalizację zbiornika, między ul. Piękną a linią kolejową. W tym miejscu również znajduje się obniżenie terenowe o bezodpływowym charakterze, w którym prawdopodobnie zbierają się wody opadowe przy większych opadach. Ostatecznie tej lokalizacji nie wskazano jako preferowanej dla obiektów retencyjnych w tym rejonie z następujących względów:

- powierzchnia terenu znajduje się powyżej OR-6 (od 0,5 do 1,0 m) i powyżej istniejącego rowu odwodnieniowego (ok. 1 m); wykonanie odpowiedniej czaszy napełnianej grawitacyjnie wymaga usunięcia znacznie większej objętości mas ziemnych niż w przypadku OR-6;
- zapewnienie retencji o podobnej wielkości jak OR-6 wymaga zbliżenia się do skarpy linii kolejowej i wykonania wykopu ponad 2 m poniżej jej stopy; takie zadanie może zostać obwarowane licznymi warunkami technicznymi ze strony PKP jak np. wykonaniem ścianki szczelnej, co znacząco zwiększy trudność techniczną inwestycji i jej koszty inwestycyjne;
- dostępna powierzchnia ze względu na istniejącą zabudowę i linię kolejową (ok. 1 ha) jest mniejsza niż przypadku OR-6 (ok. 2,5 ha).

Uwaga: jeśli modelowanie hydrodynamiczne tej JO wykaże, że dla zapewnienia przyjętego komfortu odwodnieniowego wymagana jest większa objętość retencyjna niż możliwa do zrealizowania w OR-6, należy rozważyć wykonanie dodatkowego obiektu retencyjnego właśnie w tym miejscu.



Rysunek 37. Lokalizacja rozważana jako alternatywna dla OR-6

Wykorzystanie lokalizacji OR-10

Jak wspomniano powyżej w rozdz. 16.1, wskazana lokalizacja OR-10 jest ograniczona powierzchniowo przez istniejącą zabudowę i infrastrukturę. Możliwa powierzchnia obiektu retencyjnego wynosi ok. 1.500 m². Główną funkcją tego zbiornika z założenia powinno być odciążenie hydrauliczne systemu KD w rejonie skrzyżowania ul. Osiedle i Fabrycznej, w którym ze względu na niekorzystne ukształtowanie terenu dochodzi do regularnych wylań mimo średnic KD rzędu DN500/600.

Sposób, lokalizacja i parametry przelewu z istniejącego KD do proponowanego zbiornika oraz sposób jego opróżniania, w takim przypadku zdecydowanie powinny być ustalone na podstawie modelowania hydrodynamicznego. To typowe miejsce, w którym przeciążenie powstaje w przypadku nałożenia się fal wód opadowych prowadzonych dwoma ciągami odwodnieniowymi, spiętrzenia się wód w komorze połączeniowej i prawdopodobnie cofek. Znalezienie optymalnego rozwiązania nie jest możliwe przy zastosowaniu stacjonarnych metod obliczeniowych. W idealnym przypadku takie zadanie powinno objąć

całą przedmiotową zlewnię KD rozciągającą się w dwóch jednostkach odwodnieniowych JO2 i JO3, od cmentarza komunalnego po wylot w rejonie ul. Opolskiej.

Uwaga: przy budowie proponowanego modelu należy liczyć się z koniecznością inwentaryzacji geodezyjnej lub/i inspekcji TV głównego ciągu odwodnieniowego, gdyż dane z mapy zasadniczej wykazują nietypowe zmiany średnic rurociągów w dół jego biegu z większych na mniejsze w kilku lokalizacjach, np. w ul. Braci Prankel z DN1000 na DN800, w ul. Sosnowej z DN1200 na 1100. O ile nie jest to zamierzona retencja kanałowa, mogą być to błędy mapy zasadniczej.

17 Opracowanie wytycznych dla zagospodarowania wód deszczowych i roztopowych w Strzelcach Opolskich

Wiele poruszonych poniżej zagadnień wymaga rozwiązań na poziomie planowania przestrzennego. Kluczowa w tym zakresie jest koordynacja określania warunków na przyłączanie do sieci kanalizacyjnej z wymaganiami planistycznymi, tak by nie doszło do ograniczenia rozwoju miasta na skutek wyczerpania się możliwości przyjęcia i zagospodarowania wód opadowych w odbiornikach. Poniżej zebrano uwagi jakimi należy się kierować.

17.1 Zalecenia o charakterze ogólnym w tym dotyczące tworzenia błękitno-zielonej infrastruktury (BZI)

- Rozbudowa twardej infrastruktury powinna zostać powiązana z systemem wsparcia rozwoju mikroretencji i stymulowania infiltracji wód do gruntu i nie może być jedyną formą radzenia sobie z zagrożeniami będącymi wynikiem postępu urbanizacji i zmian klimatycznych.
- Obok kwestii podtopień powinny zostać podjęte działania umożliwiające ograniczenie skutków suszy. Oznacza to położenie akcentu na rozwój błękitno-zielonej infrastruktury, zwiększenie udziału stojących wód powierzchniowych w mieście (oczka, stawy, zbiorniki powierzchniowe).
- W długofalowej polityce planistycznej skuteczniejsze jest rozproszenie retencji. Lokalizowanie dużych zbiorników retencyjnych przed wylotami sieci do odbiornika jest przeważnie zbyt kosztowne i dość często nieskuteczne.
- Korzystne byłoby zwrócenie uwagi na powiązanie wód deszczowych z potrzebą podlewania zieleni i utrzymania czystości w mieście. W planowaniu przestrzennym może to przekładać się na dążenie do utworzenia większej liczby zbiorników retencyjnych z możliwością poboru wody, projektowanie zieleni o wysokiej jakości uzyskanej dzięki tworzeniu oczek wodnych, odtwarzaniu rowów i zbiorników w parkach i obszarach zieleni miejskiej, utrzymaniu możliwie zbliżonego do naturalnego stanu cieków, stymulowaniu powstawania ogrodów deszczowych, itd. Działania te dodatkowo sprzyjać będą zwiększeniu bioróżnorodności w zieleni miejskiej.



Rysunek 38. Przepuszczalna powierzchnia parkingu przy UM Strzelce Opolskie (foto: RetencjaPL)



Rysunek 39. Nieutwardzony parking w pobliżu UM Jaworzno (foto: RetencjaPL)

- Należy dążyć do zwiększenia udziału infiltracji wód i obniżenia uszczelnienia powierzchni miasta. Nie oznacza to tylko zwiększenia powierzchni biologicznie czynnych, choć to kluczowe zagadnienie. Współcześnie stosuje się w tym zakresie całą gamę rozwiązań technicznych, które z powodzeniem zastępują utwardzone powierzchnie szczelne. Należy dążyć do zachowania rezerwy terenów na cele retencji wód opadowych przy tworzeniu nowych planów zagospodarowania.
- Należy dążyć do zwiększenia retencyjności zieleni miejskiej poprzez unikanie monokultury trawników koszonych i zastępowanie jej roślinami o wyższej zdolności retencyjnej i lepszych warunkach do ewapotranspiracji (łąki kwietne, obszary niekoszone, zieleń wysoka). Sprzyja to także bioróżnorodności.

17.2 Zalecenia dotyczące metod odwadniania

- Należy preferować systemy odwodnienia powierzchniowego nad systemami rurowymi. Unikać instalowania wpustów i systemów rurowych, szczególnie w przypadku dróg osiedlowych, bocznych uliczek o niskiej intensywności ruchu.
- Pas drogowy powinien być na tyle szeroki, aby zmieścić odwodnienie w formie powierzchniowej, możliwie naturalnej np. muldą chłonnych i nie wymagał budowy głębokich rowów lub odwodnień rurowych i retencji.
- W obszarach o wysokim stopniu uszczelnienia i planowanych pod gęstą zabudowę lub zabudowę przemysłową, należy zapewnić co najmniej 10% powierzchni z obszarów biologicznie czynnych jako zamkniętych jedną obwiednią (czyli nie podzielonych na kawałki) spójnych obszarów przeznaczonych na teren zieleni z funkcją retencyjną.
- Wprowadzić powszechne stosowanie układu, w którym woda z chodnika zlewa się na trawnik lub wprost zasila zieleń miejską (np. zasila drzewa), a nie jest od niego oddzielona krawężnikiem i skierowana do systemu odwodnienia ulicy.
- Zwiększeniu sieci rozwiązań BZI sprzyjać powinno ich zasilanie bezpośrednio wodami niezanieczyszczonymi z dachów. Dlatego należy dążyć do niełączenia wód niezanieczyszczonych i wód z odwodnienia ulic i chodników, a wody niezanieczyszczone należy kierować do odbiorników poprzez układy BZI, najlepiej bez koncentracji odpływu.



Rysunek 40. Pas zieleni z funkcją retencyjną wzdłuż jezdni (foto: CC BY 2.0 Center for Neighborhood Technology)



Rysunek 41. Trawiasta mulda retencyjna wzdłuż jezdni (foto: RetencjaPL)



Rysunek 42. Usunięty fragment krawężnika ułatwia spływ wód opadowych na tereny zielone (foto: RetencjaPL)



Rysunek 43. Parking przy centrum handlowym też może być odwadniany na tereny zielone (foto: Center for Neighborhood Technologi CC. BY 2.0)

17.3 Zalecenia dotyczące kształtowania retencji zbiornikowej

- Zaleca się zwiększenie sieci zbiorników powierzchniowych i preferowanie retencji powierzchniowej zamiast retencji zbiornikowej podziemnej, czy też zamiast instalowania powiększonych średnic rurociągów. Zbiorniki podziemne stosowane powinny być pod powierzchniami szczelnymi, w miejscach mocno zabudowanych, gdzie lokalizacja zbiornika powierzchniowego nie jest możliwa lub tam, gdzie woda byłaby w nich magazynowana na potrzeby jej wykorzystania.
- Retencja zbiornikowa powinna być lokalizowana w sposób, który nie wymaga przegrodzenia i piętrzenia cieków. Zalecany jest zasilenie takiego zbiornika poprzez kanał lateralny, młynówkę. Zbiorniki tak lokowane mogą stanowić wsparcie ochrony przed powodzią, a dzięki unikaniu przegrodzenia cieków nie stanowią problemu dla ciągłości ekologicznej doliny cieku, nie wymagają też bardzo restrykcyjnych warunków utrzymania.



Rysunek 44. Lokalny zbiornik retencyjny może być zasilany bezpośrednio z pasa jezdni (foto: Aaron Volkening, CC BY 2.0)



Rysunek 45. Zbiorniki retencyjne towarzyszące inwestycjom deweloperskim mają funkcję m.in. retencyjną, rekreacyjną, kształtują lokalny krajobraz i ekosystem (foto: RetencjaPL)

- Wszelkie działania związane z powiększaniem dyspozycyjnych zasobów wodnych są w ostatnich latach silnie wspierane poprzez programy rządowe, takie jak np. Plan przeciwdziałania skutkom suszy (PPSS).
- W nowym okresie finansowania na lata 2021-2027 instrumentem wspierającym ma być Program Fundusze Europejskie na Infrastrukturę, Klimat, Środowisko (tak zwany FEniKS). Konsultacje tego programu trwały w okresie czerwiec – lipiec 2021.

FEniKS – kluczowy instrument perspektywy 2021-2027

Opublikowany 17 czerwca 2021 Program w priorytecie pierwszym, w celu szczegółowym 2.4 przewiduje „wspieranie przystosowania się do zmian klimatu i zapobiegania ryzyku związanemu z klęskami żywiołowymi i katastrofami, a także odporności, z uwzględnieniem podejścia ekosystemowego”. W Programie wskazano, że „w zakresie gospodarowania wodami opadowymi wspierane będą systemy mające za zadanie zapobieganie podtopieniom i zalaniom oraz ograniczanie skutków tych zjawisk, zwiększenie odporności na ekstremalne zjawiska pogodowe (ulewy oraz powodzie błyskawiczne), spowolnienie odpływu oraz retencjonowanie wody wraz z systemami jej dystrybucji na okres suszy. Projekty takie mogą być łączone z projektami dotyczącymi zielono-niebieskiej infrastruktury.” Wsparciem mają być objęte Jednostki Samorządu Terytorialnego. W Programie na dotację w tym obszarze przewidziano 664 mln euro w formie dotacji.

Dofinansowanie planowane jest także FEniKS’ie w priorytecie drugim. W zakresie adaptacji do zmian klimatu na obszarach miejskich przewiduje się w tym priorytecie w ramach celu szczegółowego 2.4 wsparcie „projektów realizowanych w miastach o określonej wielkości i gęstości zaludnienia z wyłączeniem miast kwalifikujących się do wsparcia w ramach celu szczegółowego 2.4 w ramach priorytetu pierwszego (...)”.

Zgodnie z opisami programu „Projekty polegać będą na opracowaniu miejskich planów adaptacji oraz na ich realizacji w tym poprzez wdrożenie działań inwestycyjnych analogicznych do wskazanych w priorytecie pierwszym (m. in. polegających na realizacji zrównoważonych i zaadaptowanych do zmian klimatu systemów gospodarowania wodami opadowymi oraz rozwoju zielono-niebieskiej infrastruktury). W zakresie gospodarowania wodami opadowymi wspierane będą systemy mające za zadanie zapobieganie podtopieniom i zalaniom oraz ograniczanie skutków tych zjawisk, zwiększenie odporności na ekstremalne zjawiska pogodowe (ulewy oraz powodzie błyskawiczne), spowolnienie odpływu oraz retencjonowanie wody wraz z systemami jej dystrybucji na okres suszy. Projekty takie mogą być łączone z projektami dotyczącymi zielono-niebieskiej infrastruktury...”

Obok inwestycji w twardą infrastrukturę wspierane będą także i są mocno akcentowane potrzeby realizacji projektów zielono-niebieskiej infrastruktury. I tak w Programie FEniKS w Priorytecie II, Celu szczegółowym 2.5 „Wspieranie dostępu do wody oraz zrównoważonej gospodarki wodnej” przewidziano wsparcie takich działań, również adresowane w formie dotacji do JST. Określenie spodziewanej kwoty jest tutaj jednak jeszcze utrudnione, jako że w ramach tego celu rezultaty dotyczyć mają przede wszystkim zapewnienia wody pitnej.

Warto zwrócić uwagę, że środki te są znacznie wyższe niż w poprzedniej perspektywie finansowania unijnego.

17.4 Zalecenia dotyczące wykorzystania elementów systemu zagospodarowania wód opadowych dla różnych typów przestrzeni miejskiej

W polskim prawie brakuje przepisów umożliwiających decentralizację gospodarowania wodą opadową i narzucenie obowiązku jej zatrzymywania, zarówno w przestrzeni publicznej, jak i na indywidualnych działkach. Wręcz przeciwnie — inwestorzy często są zobowiązani poprzez zapisy planistyczne do odprowadzania deszczówki do zbiorczych sieci kanalizacyjnych. Jedynie w razie braku możliwości przyłączenia do sieci kanalizacji deszczowej lub ogólnospławnej dopuszcza się odprowadzanie wód opadowych na własny teren nieutwardzony, do dołów chłonnych lub do zbiorników retencyjnych [12]. Zapisy stosownego rozporządzenia stoją w oczywistej sprzeczności z całą filozofią systemów zrównoważonego zagospodarowania wód opadowych i ideą przewodnią Prawa Wodnego postrzegającą wody opadowe jako zasób.

Obiekty powierzchniowe służące do zrównoważonego zagospodarowania wód opadowych jako rozwiązania terenochłonne są rzadko wdrażane w miastach, z uwagi na konieczność uszczuplania terenów inwestycyjnych i brak doświadczeń samorządów lokalnych w zakresie oceny ich efektywności i kosztów utrzymania. Dlatego bardzo ważne jest kompleksowe wykorzystanie takich systemów, nie tylko jako elementów infrastruktury, ale również jako tworzywa architektury i aranżacji krajobrazowych o wysokich walorach estetycznych i funkcjonalnych. Podejście takie przyczynia się bowiem do wzrostu ich społecznej akceptacji i upowszechniania. Możliwości wdrażania takich systemów w różnych typach przestrzeni miejskiej zależą od wielu czynników, m.in. od charakteru i funkcji zabudowy, struktury własności i pojemności retencyjnej różnych typów przestrzeni miejskich oraz różnych potrzeb w zakresie zagospodarowania przestrzeni publicznej [13]. Bardzo ciekawe zestawienie możliwości wykorzystania elementów zrównoważonego systemu odwodnienia dla różnych typów przestrzeni miejskiej zostało zaproponowane w [14].

Tabela 20. Możliwości wykorzystania elementów zrównoważonego systemu odwodnienia (ZSO) dla różnych typów przestrzeni miejskiej (npdst. [14])

Typ zabudowy	Ψ	Korzyści wdrażania ZSO dla celów publicznych	Propozycje wdrażania zrównoważonego systemu odwodnienia (ZSO)	
			Na terenach publicznych	Na terenach prywatnych
Przestrzeń śródmiejska, zabudowa kwartałowa zwarta wzdłuż ulic	0,5 ÷ 0,7	Poprawa estetyki przestrzeni publicznej oraz możliwości integracji i rekreacji mieszkańców, zwiększenie pow. Zieleni, ograniczenie odpływu powierzchniowego, poprawa mikroklimatu.	Ozdobne kompozycje wodne z recyrkulacją na placach, wprowadzanie elementów małej architektury wodnej, retencja w zbiornikach podziemnych i otwartych, wykorzystanie gospodarcze do celów p. poż., nawadniania zieleni i spłukiwania ulic.	Retencja w cysternach podziemnych, ogrody pionowe i zielone fasady, wykorzystanie gospodarcze w obrębie budynków i kwartałów zabudowy do nawadniania.
Przestrzeń osiedli z zabudową jednorodziną wolnostojącą i szeregową, luźną	0,2 ÷ 0,5	Możliwość tworzenia miejsc integracji, placów zabaw i ogrodów deszczowych; ograniczenie odpływu powierzchniowego, zwiększenie powierzchni zieleni publicznej, uspokojenie ruchu kołowego.	Wykorzystanie ogrodów retencyjnych, przyulicznych zatok retencyjnych itp. do spowalniania ruchu, integracji i edukacji mieszkańców, niewielkie przestrzenie publiczne – brak możliwości tworzenia parków.	Zagospodarowanie wody przede wszystkim na terenach działek; retencja i infiltracja w prywatnych ogrodach, wykorzystanie wód opadowych do nawadniania ogrodów i prac gospodarczych (oszczędność wody pitnej).
Przestrzeń osiedli wielorodzinnych, zabudowa blokowa, luźna	0,2 ÷ 0,5	Indywidualizacja przestrzeni, wykorzystanie elementów wodnych dla integracji mieszkańców, placów zabaw i ogrodów deszczowych, ograniczanie spływu, uspokojenie ruchu kołowego.	Duże możliwości retencji, infiltracji i oczyszczania biologicznego w przestrzeni publicznej z zastosowaniem systemów krajobrazowych, małej architektury wodnej, ścieżek edukacyjnych i placów zabaw.	Zielone dachy i fasady, retencja, infiltracja przez perforowane powierzchnie parkingów; wykorzystanie gospodarcze wód opadowych do nawadniania zieleni osiedlowej.
Przestrzeń obiektów wielkopowierzchniowych, zabudowa przemysłowa, handlowa	0,2 ÷ 0,7	Eliminacja spływu zanieczyszczonych wód opadowych, poprawa atrakcyjności wizualnej i funkcjonalnej, kreacja proekologicznego wizerunku.	Niewielkie obszary publiczne, głównie związane z systemem komunikacji – elementy filtracyjne i sedymentacyjne do oczyszczania spływów i neutralizacji zanieczyszczeń; ozdobne kompozycje roślinno-wodne.	Zielone dachy i fasady, retencja, infiltracja przez perforowane powierzchnie parkingów, elementy filtracyjne i sedymentacyjne, wykorzystanie gospodarcze jw. oraz w układach dekoracyjno-rekreacyjnych
Przestrzeń parkowa, zabudowa rekreacyjna i pomocnicza	0,0 ÷ 0,1	Poprawa atrakcyjności i walorów edukacyjnych parków, podnoszenie bioróżnorodności, podczyszczanie spływów opadowych i ich infiltracja, zasilanie wód gruntowych.	Główne obszary aplikacji funkcji retencyjno—infiltracyjnych; możliwość tworzenia zrównoważonych biotopów o dużych walorach krajobrazowych, społecznych i przyrodniczych; miejsca lokalizacji dużych zbiorników wodnych i aranżacji krajobrazowych, np. mokradeł.	

17.5 Zalecenia związane z kompleksowym zarządzaniem obecnym i planowanym systemem odwodnienia

17.5.1 Powołanie interdyscyplinarnego zespołu koordynującego

- Zrównoważone gospodarowanie wodami opadowymi na terenie miasta nie jest możliwe przy odseparowaniu procesu określania warunków technicznych na przyłączenie do systemu od zagadnień planistycznych ani danych wejściowych, które są używane przy projektowaniu inwestycji. Należy zwrócić szczególną uwagę na stosowanie lokalnego modelu opadu dla Strzelce Opolskich, oparcia obliczeń o rzetelne i aktualne źródła informacji o opadach, rozpatrywanie różnych scenariuszy opadowych oraz odniesienie zmian inwestycyjnych do warunków panujących w głównych odbiornikach wód opadowych, a nie tylko lokalnie w sąsiedztwie inwestycji. Wymaga to zarządzania i planowania opartego o wyniki całościowych analiz dla poszczególnych zlewni (jednostek odwodnieniowych).
- Należy dążyć do tworzenia spójnej bazy informacji przestrzennych dotyczącej komponentów systemu odwodnienia: KD, KO, rowów, itd. Zalecane jest gromadzenie danych o zdarzeniach powodziowych i potopieniach w sposób systematyczny, z podziałem na rodzaje zdarzeń i ich dokumentacją. Baza taka będzie miała kapitalne znaczenie zarówno w planowaniu przestrzennym, prowadzeniu dialogu społecznego, ale też w analizach hydrodynamicznych, które powinny poprzedzać inwestowanie w system odwodnienia i retencji. Dane te należy powiązać z proponowanym układem jednostek odwodnieniowych.
- Wiele ze zidentyfikowanych w tym opracowaniu problemów rodzi się na styku odpowiedzialności poszczególnych urzędów i jednostek i wymaga spójnej koordynacji w terenie zarówno w ramach poszczególnych jednostek jak i pomiędzy nimi. Należy dążyć do większej współpracy Referatu Infrastruktury Technicznej i Inwestycji z jednostkami i spółkami miejskimi, które są odpowiedzialne za rozwój miasta i szeroko pojętą ochronę środowiska, a przez to de facto uczestniczą w zarządzaniu systemem odwodnienia i retencji, m.in.:

wydziały Urzędu Miasta Strzelce Opolskie:

- Biuro Architekta Miejskiego: m.in. w zakresie aktualizacji SUIKZP oraz tworzenia MPZP, prowadzenia wspólnej przestrzennej bazy danych
- Referat Rolnictwa i Ochrony Środowiska: m.in. w zakresie współpracy z PGW WP dotyczącej nadzoru, konserwacji i eksploatacji cieków wodnych, a także realizacji zadań związanych z utrzymaniem rowów gminnych i działaniami melioracyjnymi oraz nadzorem nad gminną gospodarką zadrzewieniową oraz zielenią przydrożną
- Referat Zarządzania Kryzysowego i Spraw Wojskowych: m.in. w zakresie ochrony ludności i infrastruktury krytycznej przed podtopieniami oraz raportowania takich zdarzeń do uwspólnionej bazy danych
- Biuro Informatyki: m.in. w zakresie prowadzenia i aktualizacji uwspólnionej bazy danych przestrzennych związanych z zagadnieniami odwodnieniowymi

Inne jednostki organizacyjne gminy:

- Gminny Zarząd Mienia Komunalnego: m.in. w zakresie formalnego i technicznego planowania inwestycji związanych z systemem odwodnieniowym
- Strzeleckie Wodociągi i Kanalizacja: m.in. w zakresie rozbudowy i przebudowy systemu kanalizacji ogólnospławnej.

17.5.2 Skoordynowane działania promocyjne

Podejście do zarządzania wodami opadowymi w mieście, w sytuacji narastających problemów związanych z ulewami i suszą oraz poszukiwania zewnętrznych źródeł finansowania, wymaga kreowania pozytywnego otoczenia przeprowadzanych zmian. Proponuje się, aby bieżące działania zostały wsparte kampanią promocyjną skierowaną zarówno do mieszkańców, z myślą o edukacji, ale także do decydentów, projektantów i inwestorów, którzy powinni zrozumieć konieczność zrównoważonego gospodarowania wodami opadowymi.

Proponujemy ukierunkowanie tych działań na:

- wzmacnianie wizerunku Strzelce Opolskich jako miasta dbającego o przyszłość, o cenny zasób jakim są wody opadowe, miasta przygotowanego na zmiany klimatu;
- tworzenia wizji miasta „zielono-niebieskiego”, które mimo – albo przez - brak rzek w mieście tworzy zielono-niebieską infrastrukturę;
- wyjaśniania potrzeb inwestycji w kanalizację deszczową;
- edukację mieszkańców w kierunku ograniczenia uszczelniania zlewni, zwiększenia udziału zielono-niebieskiej infrastruktury i wykorzystania deszczówki;
- edukację decydentów i urzędników wydziałów miasta odpowiedzialnych za drogi, gospodarkę komunalną, planowanie przestrzenne i środowisko poprzez warsztaty, szkolenia i bieżącą współpracę dotyczącą nowoczesnego podejścia do zarządzania wodami opadowymi i planowania przestrzennego.

Następne kroki mogą objąć przykładowo:

- przygotowanie katalogu/folderu promującego zielono-niebieskie rozwiązania;
- wdrożenie kalkulatora retencji przydomowej jako narzędzia on-line wsparcia mieszkańców i władz miasta w promowaniu zagospodarowania deszczówki na terenie własnym mieszkańców;
- przygotowanie programu dofinansowania retencji przydomowej, analogicznie jak w programie rządowym „Moja woda”;
- utworzenie/zbudowanie kilku pilotażowych ogrodów deszczowych;
- przygotowanie projektu wzorcowej zmiany zagospodarowania terenu publicznego np. szkoły podstawowej, połączonego z edukacją – projektu pilotażowego.

Proponuje się, aby promocja wdrażania strategii zielono-niebieskiej infrastruktury realizowana była pod spójnym hasłem, z którym zarówno mieszkańcy jak i urzędnicy mogliby się dobrze identyfikować. Takie hasło pozwoliłoby także wyróżnić Strzel na tle innych podejmujących tego typu działania miejsc w Polsce.



Rysunek 46. Przykład wizualizacji plakatu promującego rozsądne gospodarowanie deszczówką na obszarze Górnośląsko-Zagłębiowskiej Metropolii. Widoczne hasło promocji „Pada deszcz- zbieraj wodę!” (źródło: RetencjaPL)

18 Rekomendacje dla poszczególnych jednostek odwodnieniowych

W tym rozdziale dla każdej z jednostek odwodnieniowych opracowania została dwustronna karta JO, której celem jest zestawienie w jednym miejscu najważniejszych informacji charakteryzujących daną jednostkę pod kątem zagospodarowania mającego wpływ na ilość wód opadowych z niej odpływających i jej system odwodnienia - patrz prawa kolumna na pierwszej stronie.

Na drugiej stronie karty, w lewej kolumnie zestawione są najważniejsze problemy związane z efektywnością systemu odwodnienia obecne i te prognozowane na podstawie planowanego zagospodarowania danej JO. Problemy wynikające z planowanego zagospodarowania to zestaw zagrożeń prognozowanych na podstawie danych z SUiKZP i innych materiałów planistycznych określających przewidywany postęp urbanizacji w danej JO i ich konsekwencji dla gospodarki wodami opadowymi na analizowanym terenie.

W prawej części tabeli zestawiono zalecenia dla planowania przestrzennego w obszarze gospodarki wodami opadowymi. Ich istotą w zamierzeniu autorów są wytyczne obszarowe mające posłużyć do określenia w planowanych MPZP lokalizacji i charakteru terenów istotnych dla zrównoważonego rozwoju systemu odwodnienia w poszczególnych JO. Tylko sporadycznie znajdują się wśród nich uwagi dotyczące rozwiązań inwestycyjnych dla konkretnych lokalizacji, gdy już na tym etapie są one możliwe do zidentyfikowania i wymagają one rezerwy terenowej.

Każda z kart zawiera następujące ryciny (od góry strony):

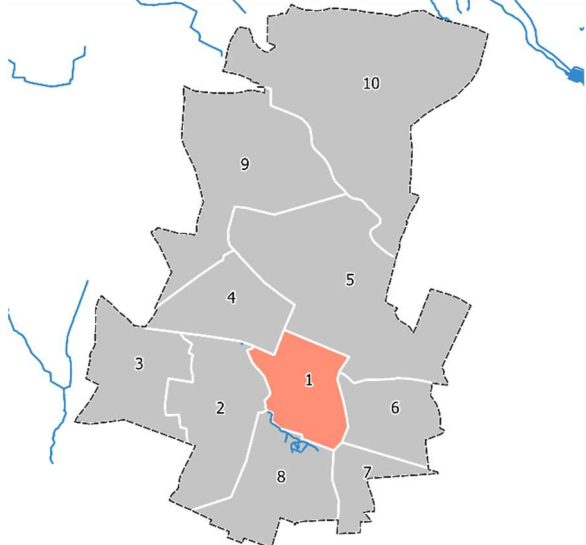
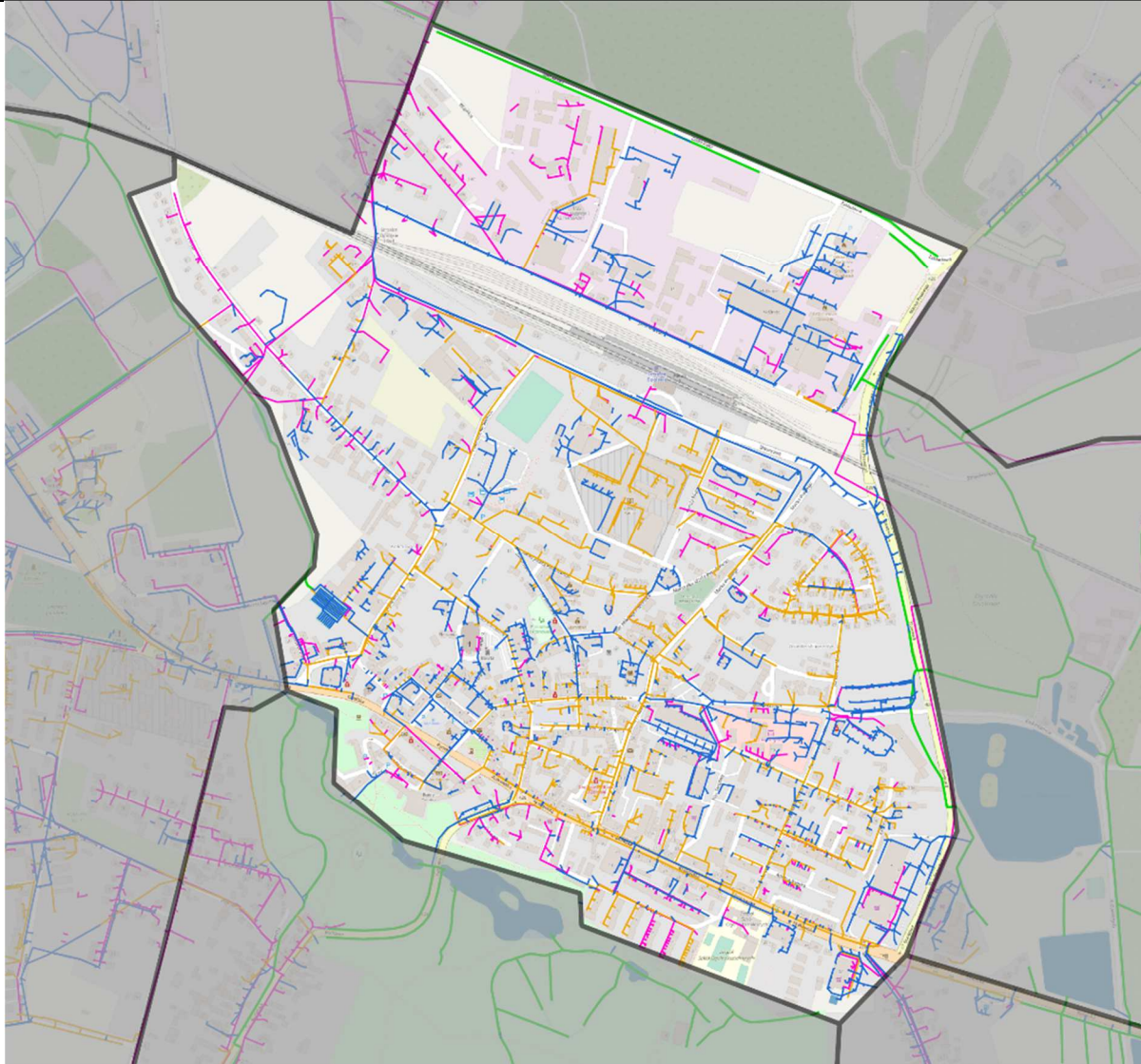
- 1) rycinę umożliwiającą lokalizację danej jednostki odwodnieniowej w granicach Strzelce Opolskich,
- 2) rycinę przedstawiającą podstawowe elementy systemu odwodnienia danej jednostki odwodnieniowej i jej bezpośredniego sąsiedztwa.

Uwaga: ze względu na czytelność rycin zrezygnowano z przedstawiania nazw ulic.

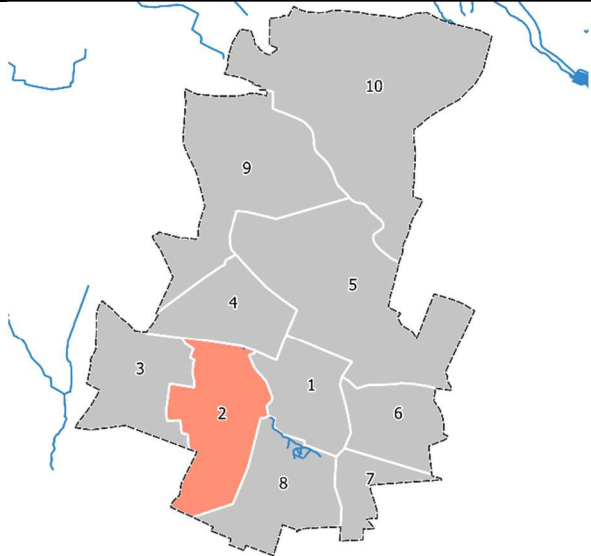
Poniższa legenda dotyczy wszystkich rycin typu 1) i 2):

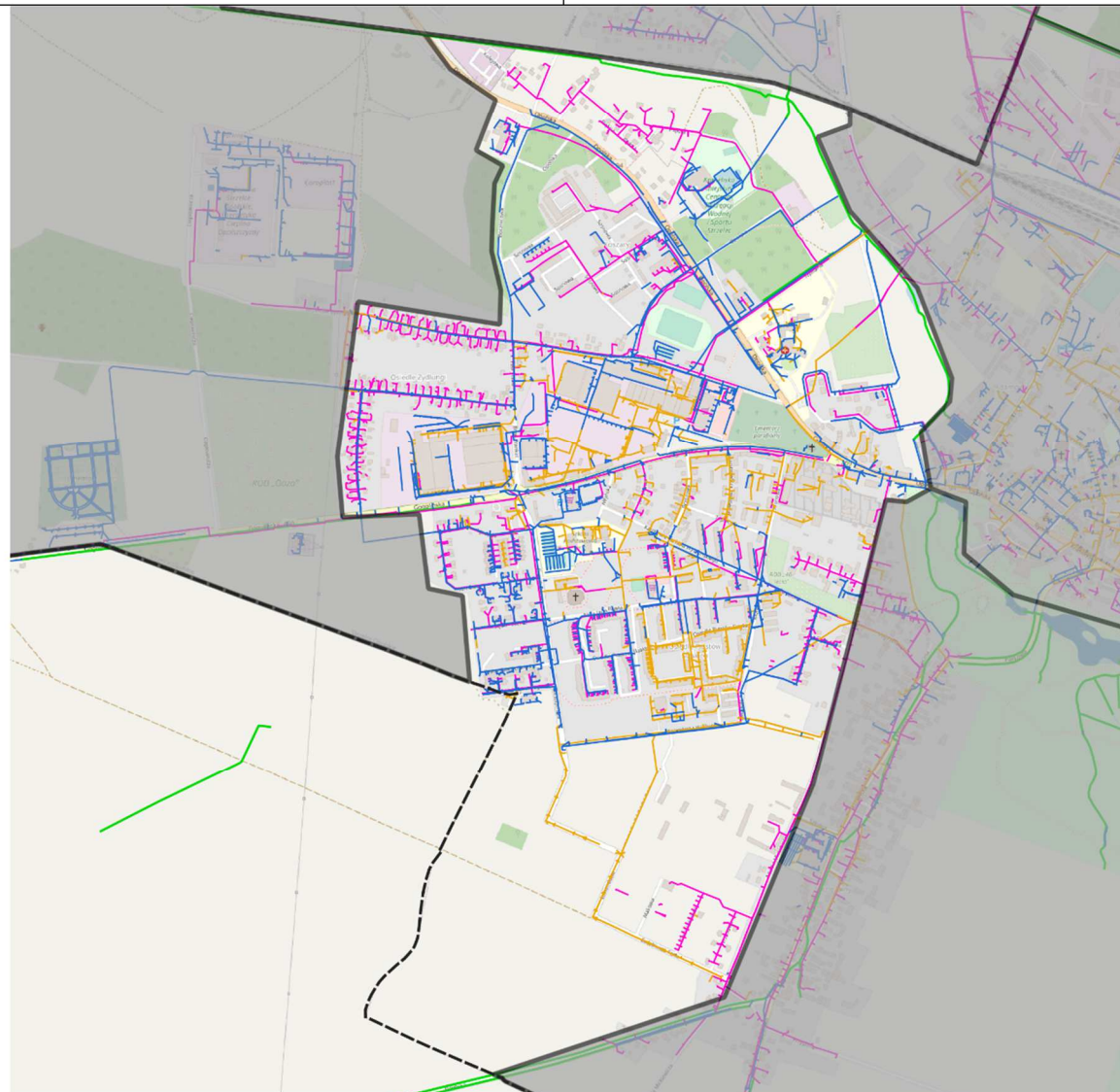
Legenda

- sieć kanalizacji deszczowej
- sieć kanalizacji ogólnospławnej
- sieć kanalizacji sanitarnej
- sieć kanalizacji przemysłowej/wody z kopalni
- rowy
- rzeki
- wody stojące
- jednostki odwodnieniowe
- granice administracyjne Strzelce Opolskich

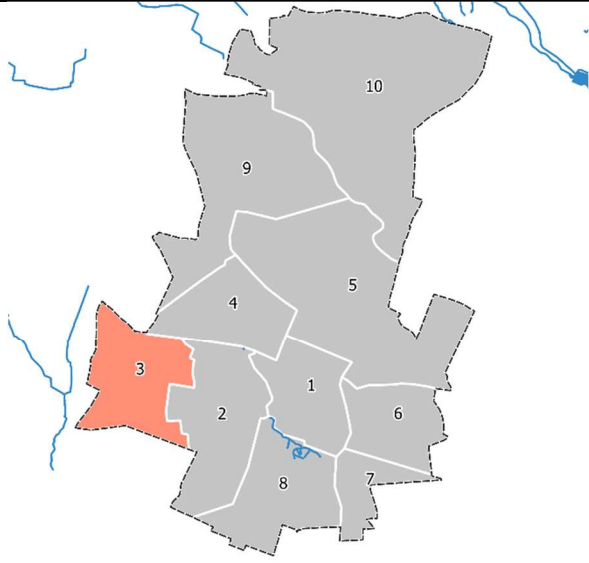
Numer jednostki odwodnieniowej: 1 Nazwa jednostki odwodnieniowej: Śródmieście	Charakterystyka hydrologiczna jednostki urbanistycznej
	Powierzchnia: 172 ha
	Bilans powierzchni:
	powierzchnia biol. czynna 22 %
	tereny uszczelnione 32 %
	wody powierzchniowe 0 %
	tereny towarzyszące 46 %
	Przeważający typ zabudowy:
	zabudowa zwarta, usługowo-przemysłowa
	System odwodnienia: KO, KD
	Główne odbiorniki wód: Oczyszczalnia Ścieków
Zbiorniki wód: brak	
Zalecany komfort kanalizacyjny C: 1 na 30 lat	
Oddziaływanie JO na inne jednostki: brak	
	

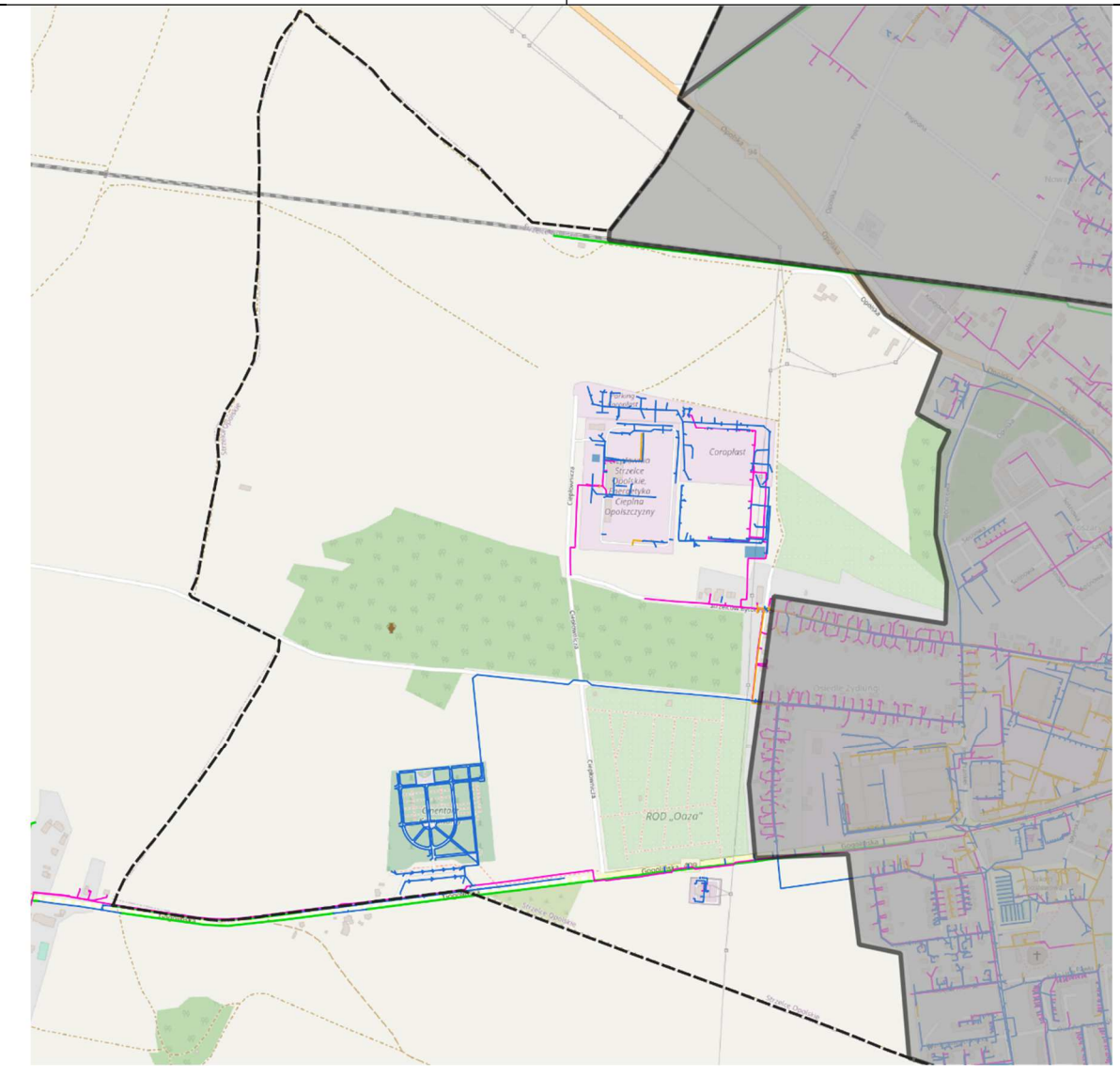
Identyfikacja problemów wynikających z aktualnego i planowanego zagospodarowania na obszarze jednostki urbanistycznej	Zalecenia i wytyczne zrównoważonego planowania przestrzennego w obszarze gospodarki wodami opadowymi
PROBLEMY OBECNE • JO o najmniej korzystnym pod kątem ilości wód opadowych zagospodarowaniu: najwyższe uszczelnienie, najniższy udział powierzchni biologicznie czynnej • lokalnie zbyt mała przepustowość KO, szczególnie w ścisłym Śródmieściu, gdzie występuje infrastruktura krytyczna (Komenda Miejska Policji, KM PSP, szkoły i przedszkola) • wylania/podtopienia z kanalizacji ogólnospławnej stanowią zagrożenie higieniczno-sanitarne • brak informacji o częstotliwości działania przelewów burzowych z KO do rowu, a przez to brak kontroli nad ładunkiem zanieczyszczeń • liczne zalania odnotowane przez KM PSP, media oraz zgłoszone podczas ankietyzacji mieszkańców, szczególnie na terenach zabudowy mieszkaniowej • występują niejasności na dostępnych danych mapowych odnośnie charakteru sieci (KS, KD czy KO) • warunki do tworzenia się miejskiej wyspy ciepła PROBLEMY WYNIKAJĄCE Z PLANOWANEGO ZAGOSPODAROWANIA • prognoza zagospodarowania JO1 nie przewiduje znacznego wzrostu uszczelnienia, możliwe jest jedynie dogęszczanie istniejącej zabudowy	• zachęcenie mieszkańców do zagospodarowania wód deszczowych na własnej działce, np. przez zwiększenie ilości ogrodów deszczowych na terenach prywatnych, zasilanych wodami opadowymi z pobliskich niezanieczyszczonych powierzchni szczelnych, tj. dachów, prywatnych podjazdów • wykonanie szczegółowej inwentaryzacji geodezyjnej sieci KD oraz KO we wskazanych obszarach o niejasnej sytuacji • koncepcje i projekty przebudowy i rozbudowy istn. systemu odwodnieniowego (KD, KO, rowy) powinny bazować na wynikach symulacji skalibrowanego modelu hydrodynamicznego tego systemu • zabezpieczenie infrastruktury krytycznej przez pogłębioną analizę systemu odwodnienia w jej bezpośrednim sąsiedztwie (obiekty szpitalne, straży pożarnej, policji, szkoły) wykorzystując modelowanie hydrodynamiczne zlewni (w idealnym przypadku wraz z modelem hydrologicznym zlewni Ponorów) • ze względu na b. mało chłonne gleby w okolicy ul. Zielonej, zaleca się przebudowę systemu KO lub budowę KD w jezdni (docelowo wraz z mikroretencją przydomową) z wylotem oczyszczonych wód, np. do Stawu Rybackówka • wprowadzenie monitoringu działania przelewów burzowych KO do rowu • monitorowanie jakości wód odprowadzanych systemem kanalizacyjnym do ponoru P-1; niedopuszczanie do infiltrowania zanieczyszczeń wgłąb profilu glebowego
 Lokalizacja wskazana jako problemowa - ul. Zielona	Diagnoza problemu: • zaledwie dwa wpusty uliczne na długości prawie 180m które odprowadzają wody deszczowe do systemu kanalizacji ogólnospławnej - brak systemu KD odbierającej nadmiar wód z jezdni, • na całej długości ulicy są wysokie ogrodzenia uniemożliwiające odprowadzaniu wody na tereny zielone (spadek jezdni w kierunku północnym, co prowadzi do gromadzenia się wód deszczowych na ulicy i podjazdach do budynków), • dachy z okolicznych budynków wpięte są do systemu KO - brak zagospodarowania wody na posesjach.

Numer jednostki odwodnieniowej: 2 Nazwa jednostki odwodnieniowej: Osiedle	Charakterystyka hydrologiczna jednostki urbanistycznej	
	Powierzchnia: 268 ha	
	Bilans powierzchni:	
	powierzchnia biol. czynna	49 %
	tereny uszczelnione	18 %
	wody powierzchniowe	0 %
	tereny towarzyszące	34 %
	Przeważający typ zabudowy:	
	zabudowa wielorodzinna, pola uprawne	
	System odwodnienia:	KD
	Główne odbiorniki wód:	Ponor P-2
Zbiorniki wód:	brak	
Zalecany komfort kanalizacyjny C: 1 na 30 lat		
Oddziaływanie JO na inne jednostki: JO4 Nowa Wieś		

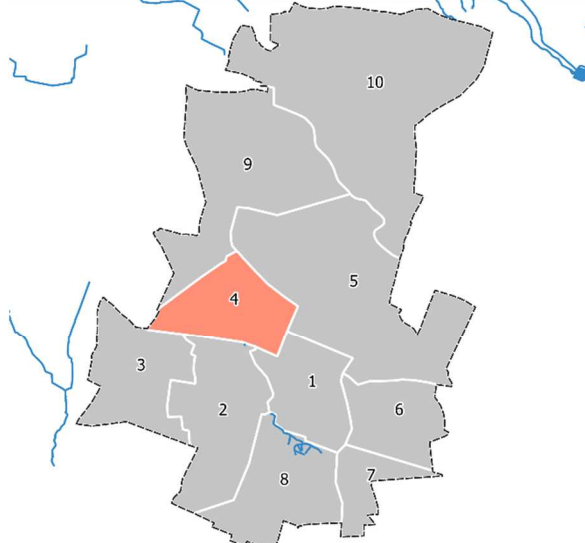


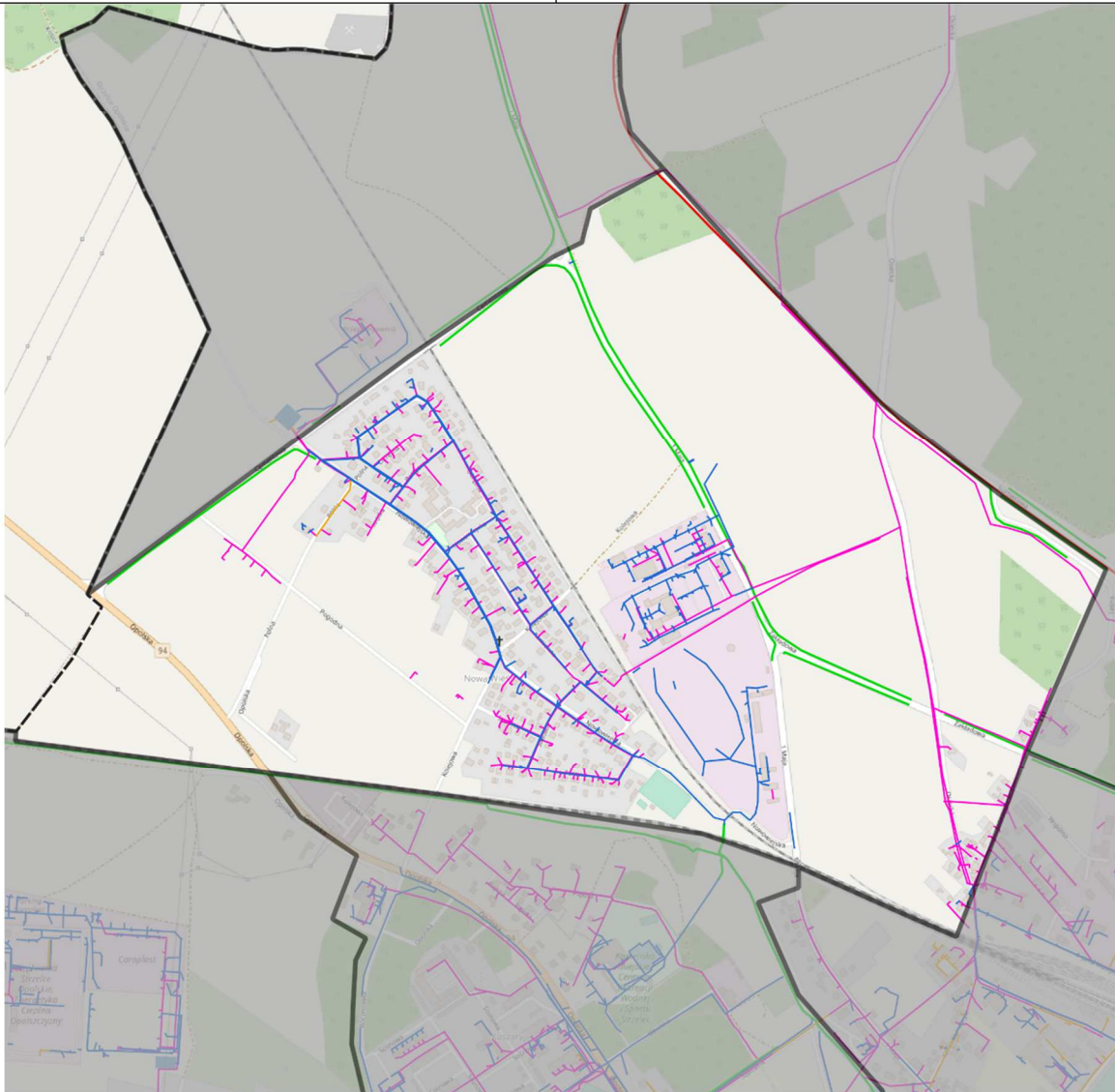
Identyfikacja problemów wynikających z aktualnego i planowanego zagospodarowania na obszarze jednostki urbanistycznej	Zalecenia i wytyczne zrównoważonego planowania przestrzennego w obszarze gospodarki wodami opadowymi
PROBLEMY OBECNE • liczne zalania odnotowane przez KM PSP, media oraz zgłoszone podczas ankietyzacji mieszkańców, szczególnie na terenach zabudowy mieszkaniowej • lokalnie zbyt mała przepustowość systemu KD (ul. Fabryczna), również tam, gdzie występuje infrastruktura krytyczna (szpital, szkoły) • podtopienia będące wynikiem braku systemu KD pomiędzy ulicami Klonową i Brzozową • występują niejasności na dostępnych danych mapowych odnośnie charakteru sieci (KS, KD czy KO) • brak separatorów i osadników w większych drogowych zlewniach KD • warunki do tworzenia się miejskiej wyspy ciepła • dodatkowe obciążenia hydrauliczne z JO3 oraz spoza miasta • z pól uprawnych oraz łąk odprowadzane są wody deszczowe i roztopowe, zamiast być zatrzymane na obszarach niezagospodarowanych PROBLEMY WYNIKAJĄCE Z PLANOWANEGO ZAGOSPODAROWANIA • wg SUIKZP planowane tereny do zabudowy znajdują się w południowej części tej JO (ul. Lawendowa, Bursztynowa, Ferta, Kazimierza Wielkiego), co doprowadzi do zwiększenia odpływu wód z tego obszaru • brak infrastruktury opóźniającej odpływ wód do systemu KD będzie prowadził do podtopień w niższej części zlewni	• wykonanie szczegółowej inwentaryzacji geodezyjnej sieci KD oraz KO we wskazanych obszarach o niejasnej sytuacji • zabezpieczenie infrastruktury krytycznej przez pogłębioną analizę systemu odwodnienia w jej bezpośrednim sąsiedztwie (obiekty szpitalne, szkoły) wykorzystując modelowanie hydrodynamiczne zlewni • koncepcje i projekty przebudowy i rozbudowy istn. systemu odwodnieniowego (KD, KO, rowy) powinny bazować na wynikach symulacji skalibrowanego modelu hydrodynamicznego tego systemu • zarezerwowanie terenów pod obiekty retencji i detencji wskazanych w niniejszym opracowaniu (OR-5 i OR-6) • uwzględnienie potencjalnych zewnętrznych obciążeń hydraulicznych z sąsiadujących JO3 i JO8 oraz spoza miasta • zachęcenie mieszkańców do zagospodarowania wód deszczowych na własnej działce, np. przez zwiększenie ilości ogrodów deszczowych na terenach prywatnych, zasilanych wodami opadowymi z pobliskich niezanieczyszczonych powierzchni szczelnych, tj. dachów, prywatnych podjazdów • na terenach pól uprawnych, w miarę możliwości, stosować poprzeczną orkę w stosunku do spadku terenu w celu ograniczenia erozji wodnej i umożliwieniu retencji wodnej, co pozwoli ograniczyć skutki suszy • stosowanie śródpolnych zakrzewień i zadrzewień w strefie buforowej pomiędzy polami uprawnymi (przywrócenie miedzi)
 Widok z przepustu przy ul. Szpitalnej w kierunku południowym	Komentarz do zdjęcia: Widoczne w oddali tereny zielone to obszar OR-5 wskazany w rozdziale 16 opracowania, jako rezerwa pod zwiększenie objętości retencyjnej na tym obszarze.

Numer jednostki odwodnieniowej: 3 Nazwa jednostki odwodnieniowej: Cieptownicza	Charakterystyka hydrologiczna jednostki urbanistycznej	
	Powierzchnia: 221 ha	
	Bilans powierzchni:	
	powierzchnia biol. Czynna	81 %
	tereny uszczelnione	5 %
	wody powierzchniowe	0 %
	tereny towarzyszące	14 %
	Przeważający typ zabudowy:	
	pola uprawne, zabudowa przemysłowa	
	System odwodnienia:	KD, rowy
	Główne odbiorniki wód:	rowy, Ponor P-2
Zbiorniki wód:	brak	
Zalecany komfort kanalizacyjny C: 1 na 20 lat		
Oddziaływanie JO na inne jednostki: JO2 Osiedle		

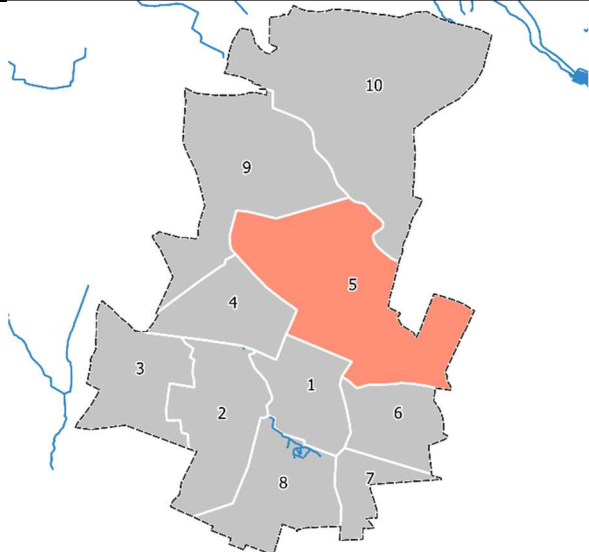
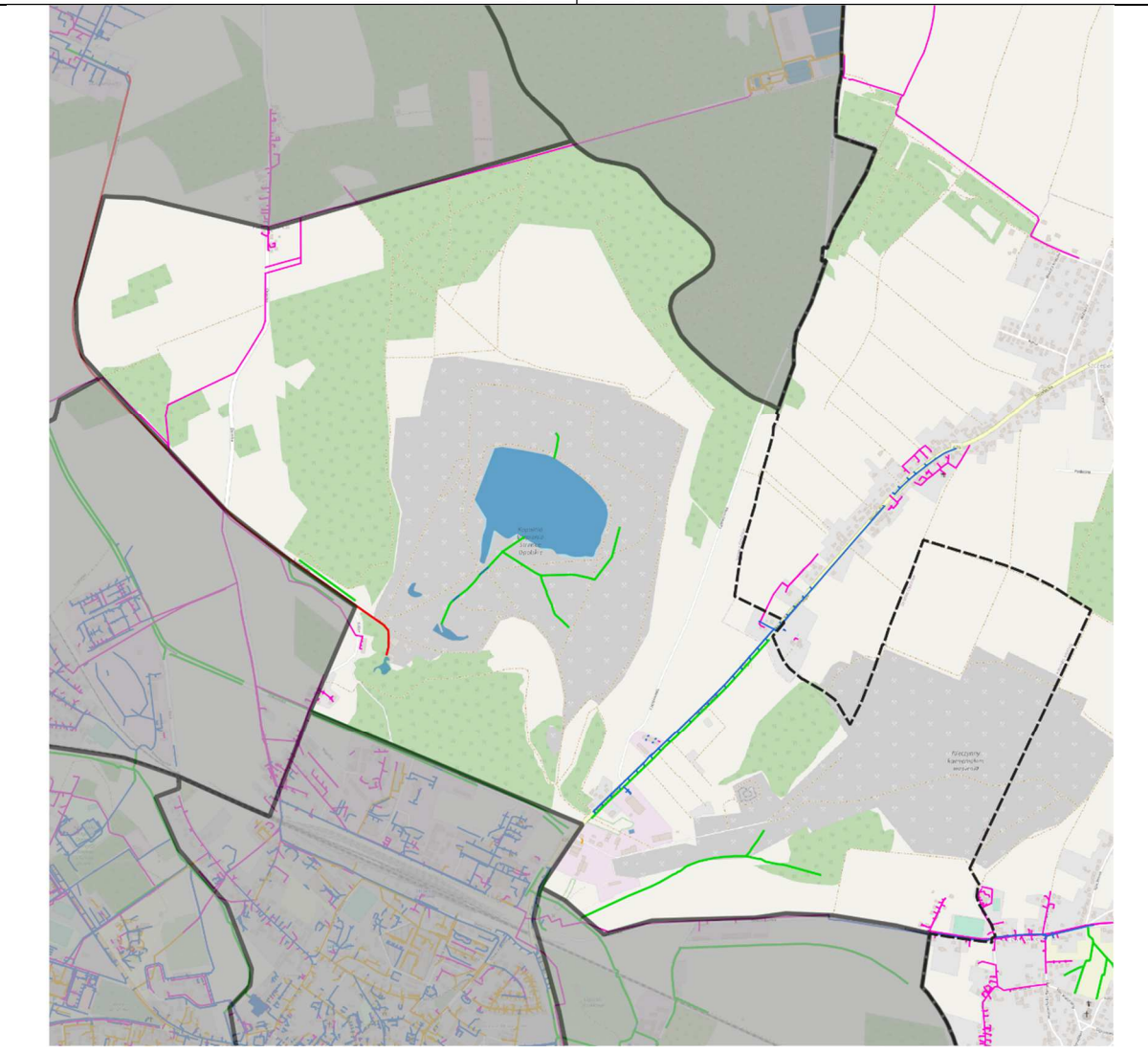


Identyfikacja problemów wynikających z aktualnego i planowanego zagospodarowania na obszarze jednostki urbanistycznej	Zalecenia i wytyczne zrównoważonego planowania przestrzennego w obszarze gospodarki wodami opadowymi
PROBLEMY OBECNE - obecnie w tej JO nie występują poważniejsze problemy związane z istniejącym systemem odwodnienia PROBLEMY WYNIKAJĄCE Z PLANOWANEGO ZAGOSPODAROWANIA - prognoza zagospodarowania JO3 wskazuje na znaczny przyrost powierzchni przemysłowych i usługowych w okolicy ul. Ciepłowniczej aż do ul. Opolskiej - planowana rezerwa terenu wzdłuż ul. Ciepłowniczej pod drogą krajową może być swego rodzaju barierą dla wód opadowych, gdzie naturalne drogi spływu powierzchniowego zostaną zaburzone, a wraz z istniejącym nasypem kolejowym (po północnej stronie JO) ograniczą odpływ wód z tego obszaru co może prowadzić do podtopień	- ze względu na odprowadzanie wód deszczowych kanalizacją deszczową z tej JO do systemu zlokalizowanego w JO2 należy uwzględnić dopływy w modelu hydrodynamicznym - zarezerwowanie miejsca OR-9 na zachód od ul. Agatowej 14 (obszar pól uprawnych, wzdłuż ul. Gogolińskiej, działki pomiędzy 3590/13 do 3595/4) na obszar rezerwy retencyjnej, odciążającej system KD DN1000, który przebiega aż do ul. Fabrycznej powodując podtopienia na obszarze zabudowy jednorodzinnej – wymagane potwierdzenie modelem hydrologicznym zlewni Ponoru i hydraulicznym sieci KD
 Ograniczona przepustowość rowu wzdłuż ul. Gogolińskiej	Komentarz do zdjęcia: O ile ograniczona przepustowość rowu w tym przypadku nie jest problematyczna, ponieważ opóźnia odpływ wód do systemu kanalizacji deszczowej, to należy unikać sytuacji, w której przepusty pod drogami dojazdowymi zostaną całkowicie zapchane przez osady – wtedy może dochodzić do lokalnych podtopień w wyniku wyczerpania pojemności retencyjnej takiego rowu (lub muldy).

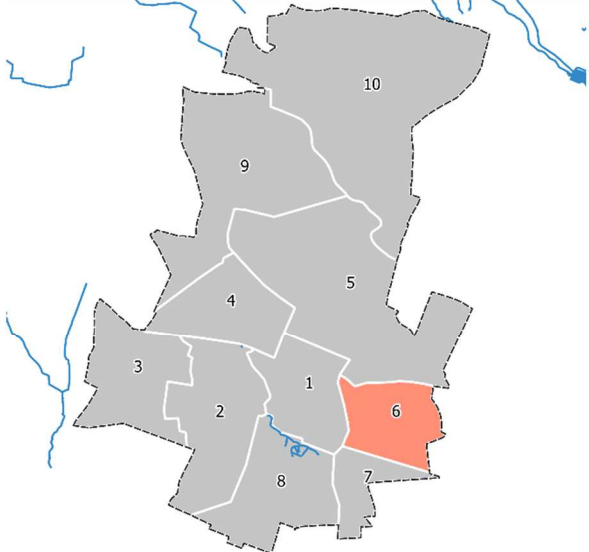
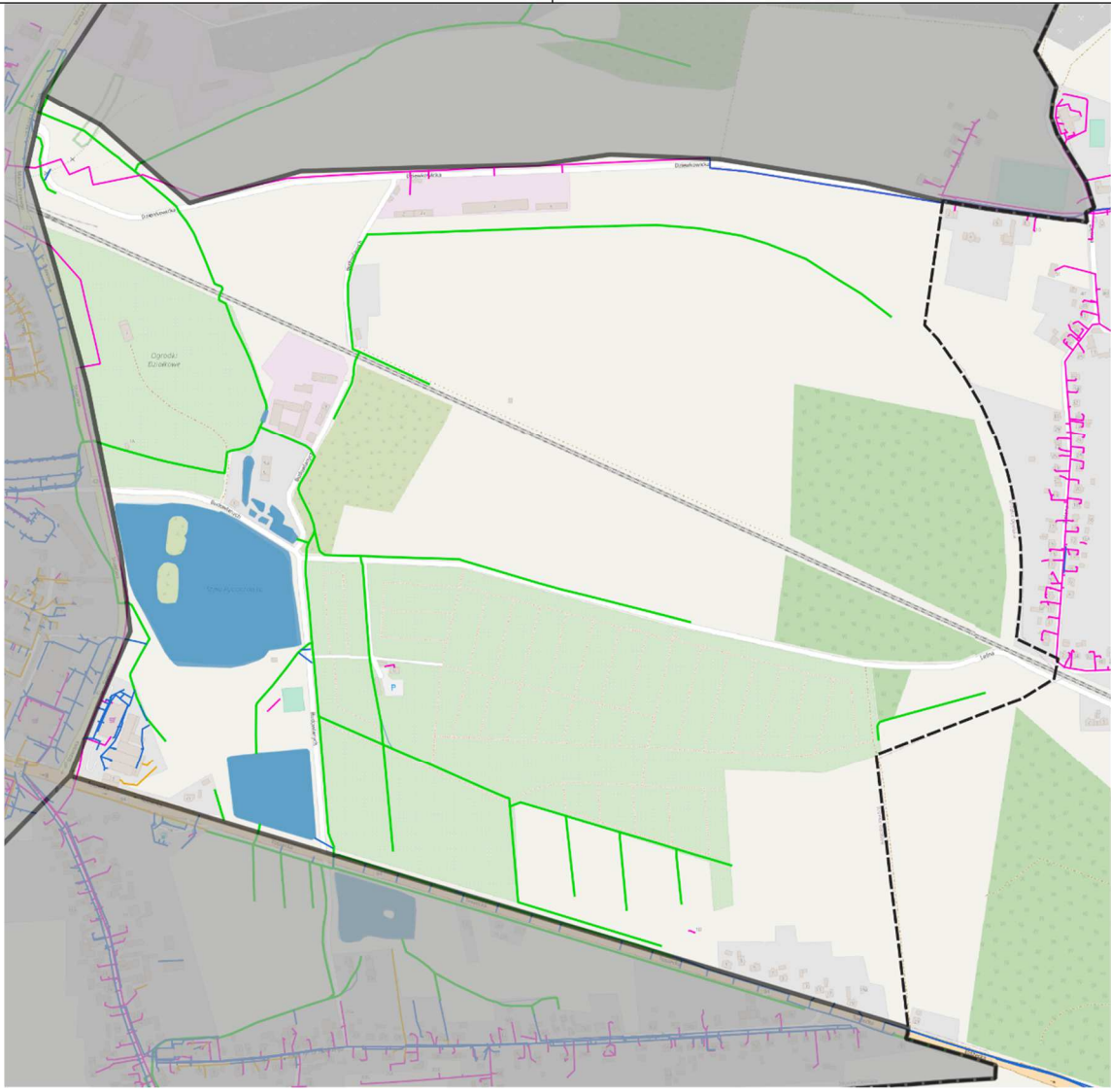
Numer jednostki odwodnieniowej: 4 Nazwa jednostki odwodnieniowej: Nowa Wieś	Charakterystyka hydrologiczna jednostki urbanistycznej	
	Powierzchnia: 186 ha	
	Bilans powierzchni:	
	powierzchnia biol. Czynna	71 %
	tereny uszczelnione	10 %
	wody powierzchniowe	0 %
	tereny towarzyszące	19 %
	Przeważający typ zabudowy:	
	zabudowa jednorodzinna, przemysłowa	
	System odwodnienia:	KD, rowy
	Główne odbiorniki wód:	bezodpływowy zbiornik retencyjny
Zbiorniki wód:	brak	
Zalecany komfort kanalizacyjny C: 1 na 30 lat		
Oddziaływanie JO na inne jednostki: JO9 Obszar przemysłowy		



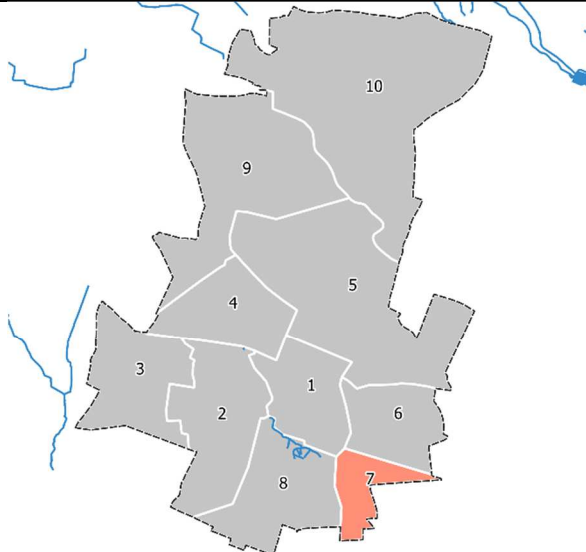
Identyfikacja problemów wynikających z aktualnego i planowanego zagospodarowania na obszarze jednostki urbanistycznej	Zalecenia i wytyczne zrównoważonego planowania przestrzennego w obszarze gospodarki wodami opadowymi
PROBLEMY OBECNE • częste zalania w okolicy ul. Nowowiejskiej; zagrożone podtopieniami są budynki jednorodzinne oraz drogi dojazdowe • występują podtopienia wzdłuż ul. Pogodnej, spowodowane brakiem systemu odprowadzania wód deszczowych i roztopowych • z otaczających domy jednorodzinne pól uprawnych oraz łąk odprowadzane są wody deszczowe i roztopowe, zamiast być zatrzymane na obszarach niezagospodarowanych • ulica Cementowa przebiegająca na skarpie jest barierą dla spływu powierzchniowego, który naturalnie byłby skierowany w kierunku północno-zachodnim • brak separatorów i osadników w większych drogowych zlewniach KD • dodatkowe obciążenia hydrauliczne z JO2 i JO8 PROBLEMY WYNIKAJĄCE Z PLANOWANEGO ZAGOSPODAROWANIA • w tej JO prognoza zagospodarowania wskazuje na znaczny przyrost powierzchni przemysłowych i usługowych wzdłuż ul. 1 Maja i ul. Zakładowej oraz przyrost obszarów mieszkalnych wzdłuż ul. Pogodnej – brak infrastruktury opóźniającej odpływ wód do systemu KD będzie prowadził do podtopień w niższej części zlewni, tj. wzdłuż ul. Nowowiejskiej • postępujące zagospodarowanie w górnej zlewni może spowodować niekontrolowany napływ wód deszczowych oraz roztopowych do tej JO	• zachęcenie mieszkańców do zagospodarowania wód deszczowych na własnej działce, np. przez zwiększenie ilości ogrodów deszczowych na terenach prywatnych, zasilanych wodami opadowymi z pobliskich niezanieczyszczonych powierzchni szczelnych, tj. dachów, prywatnych podjazdów (cały obszar zabudowy jednorodzinnej w tej JO) • koncepcje i projekty przebudowy i rozbudowy istn. Systemu odwodnieniowego (KD, KO, rowy) powinny bazować na wynikach symulacji skalibrowanego modelu hydrodynamicznego tego systemu • zarezerwowanie terenów pod obiekty retencji i detencji wskazanych w niniejszym opracowaniu (OR-7) • uwzględnienie potencjalnych zewnętrznych obciążeń hydraulicznych z sąsiadującej JO2 • monitorowanie jakości wód odprowadzanych systemem kanalizacyjnym do ponoru P-2; niedopuszczanie do infiltrowania zanieczyszczeń wgłąb profilu glebowego • utworzenie strefy ochrony wód podziemnych dla ujęcia wody pitnej przy ul. Cementowej
 Lokalizacja Ponoru P-2 i zbiornika retencyjnego	Komentarz do zdjęcia: Na sąsiednim zdjęciu widoczny jest zbiornik retencyjny, zlokalizowany tuż obok linii kolejowej, przy ul. Nowowiejskiej. Na jego terenie również obserwowano znaczną infiltrację wód w głąb profilu glebowego.

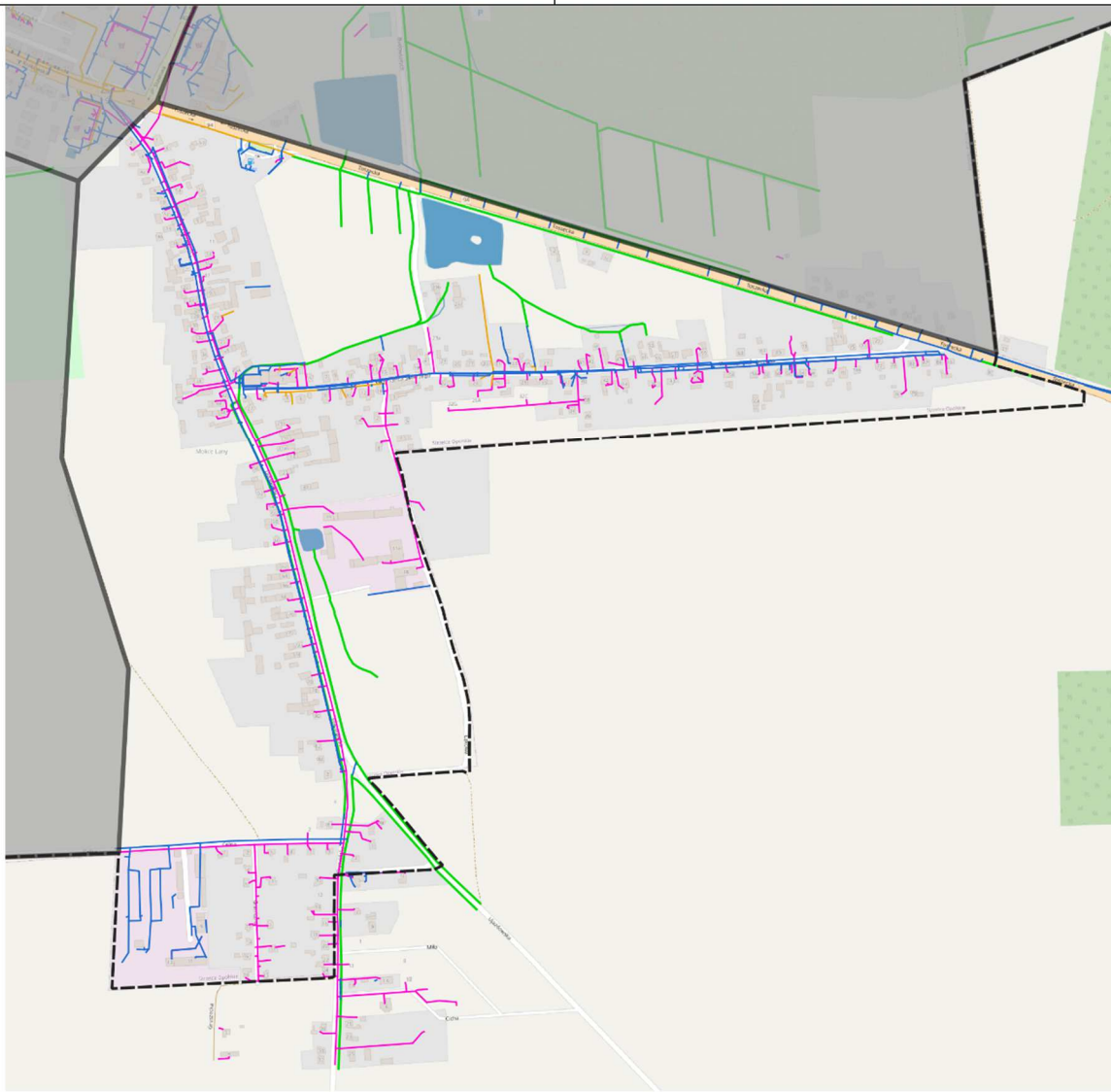
Numer jednostki odwodnieniowej: 5 Nazwa jednostki odwodnieniowej: Kopalnia Wapienia	Charakterystyka hydrologiczna jednostki urbanistycznej	
	Powierzchnia: 545 ha	
	Bilans powierzchni:	
	powierzchnia biol. czynna	77 %
	tereny uszczelnione	2 %
	wody powierzchniowe	3 %
	tereny towarzyszące	18 %
	Przeważający typ zabudowy:	
	tereny górnicze, lasy, pola uprawne	
	System odwodnienia:	KD, rowy
	Główne odbiorniki wód:	-
Zbiorniki wód:	brak	
Zalecany komfort kanalizacyjny C: 1 na 10 lat		
Oddziaływanie JO na inne jednostki: JO9 Obszar przemysłowy		
		

Identyfikacja problemów wynikających z aktualnego i planowanego zagospodarowania na obszarze jednostki urbanistycznej	Zalecenia i wytyczne zrównoważonego planowania przestrzennego w obszarze gospodarki wodami opadowymi
PROBLEMY OBECNE • dodatkowe obciążenia hydrauliczne spoza miasta • lokalne podtopienia wzdłuż ul. Marka Prawego, spowodowane brakiem systemu odprowadzania wód deszczowych i roztopowych • obecnie w tej JO nie występują poważniejsze problemy związane z istniejącym systemem odwodnienia • na obszarze tej JO zlokalizowana jest kopalnia wapienia, z której pompowane są wody pokopalniane PROBLEMY WYNIKAJĄCE Z PLANOWANEGO ZAGOSPODAROWANIA • prognoza zagospodarowania JO5 nie przewiduje znacznego wzrostu uszczelnienia lub zmiany charakteru zagospodarowania	• uwzględnienie potencjalnych zewnętrznych obciążeń hydraulicznych spoza obszarów będących w granicach administracyjnych Strzelce Opolskich
 Kopalnia wapienia z której pompowane są wody pokopalniane	

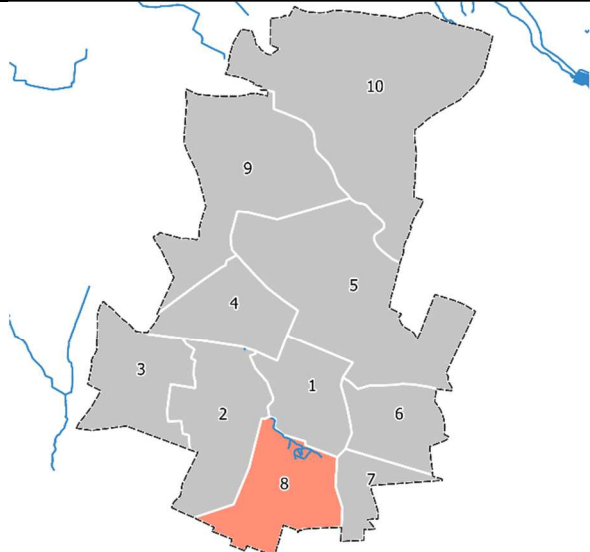
Numer jednostki odwodnieniowej: 6 Nazwa jednostki odwodnieniowej: Park Rybaczówka	Charakterystyka hydrologiczna jednostki urbanistycznej
	Powierzchnia: 157 ha Bilans powierzchni: powierzchnia biol. czynna 60 % tereny uszczelnione 3 % wody powierzchniowe 5 % tereny towarzyszące 32 % Przeważający typ zabudowy: ogródki działkowe, pola uprawne System odwodnienia: rowy Główne odbiorniki wód: Ponor P-1 Zbiorniki wód: Staw Spalek, Staw Dewizowiec Zalecany komfort kanalizacyjny C: 1 na 10 lat Oddziaływanie JO na inne jednostki: brak
	

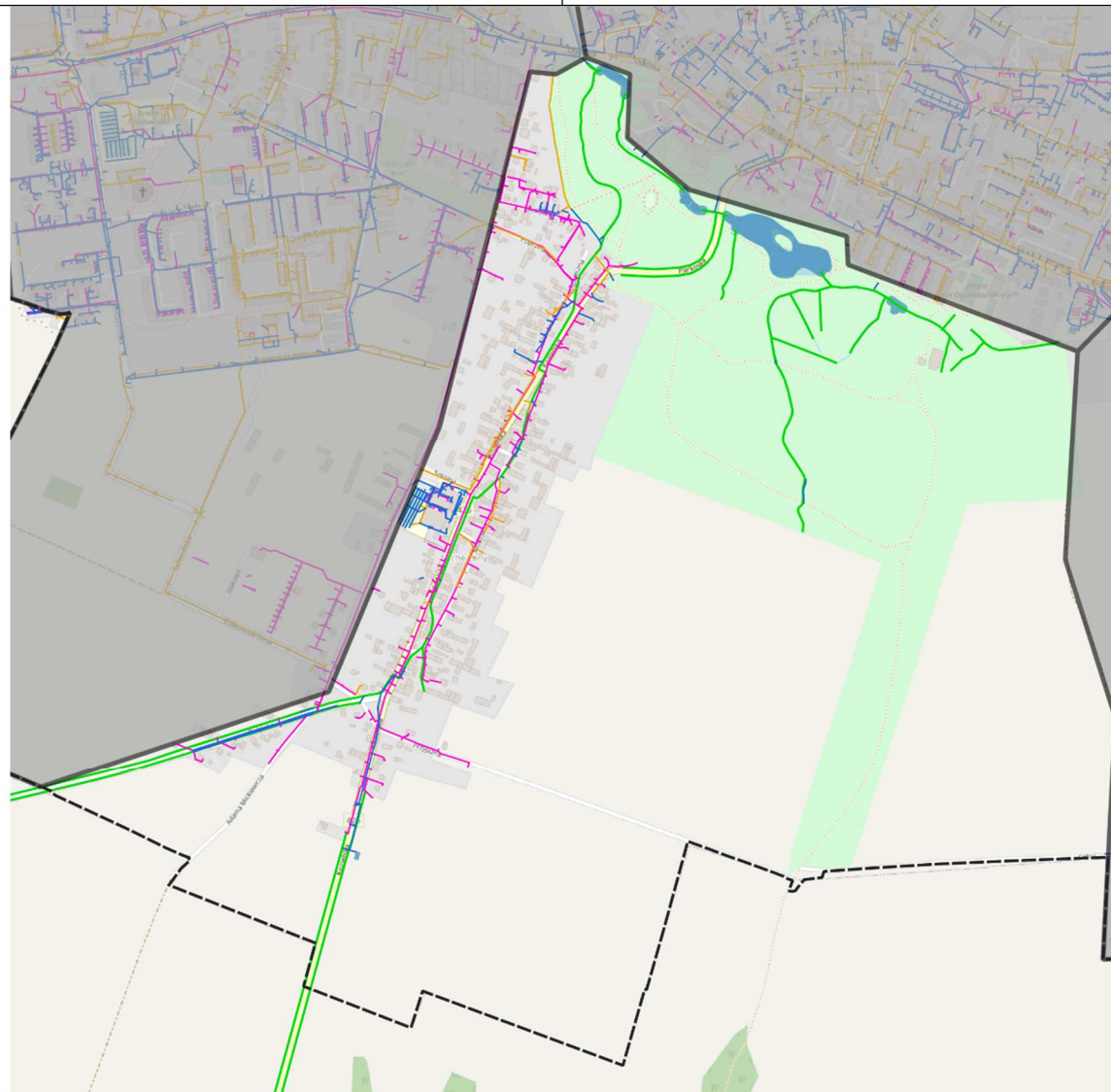
Identyfikacja problemów wynikających z aktualnego i planowanego zagospodarowania na obszarze jednostki urbanistycznej	Zalecenia i wytyczne zrównoważonego planowania przestrzennego w obszarze gospodarki wodami opadowymi
PROBLEMY OBECNE • dodatkowe obciążenia hydrauliczne z JO7 • obecnie w tej JO nie występują poważniejsze problemy związane z istniejącym systemem odwodnienia PROBLEMY WYNIKAJĄCE Z PLANOWANEGO ZAGOSPODAROWANIA • prognoza zagospodarowania JO6 przewiduje niewielki dalszy wzrost uszczelnienia w okolicy ul. Dziewkowskiej, co spowoduje zwiększenie ilości wód opadowych odpływających z tego obszaru	• zarezerwowanie terenów pod obiekty retencji i detencji wskazanych w niniejszym opracowaniu (OR-8) • uwzględnienie potencjalnych zewnętrznych obciążeń hydraulicznych z sąsiadującej JO7 • zachęcenie mieszkańców do zagospodarowania wód deszczowych na terenie ogródków działkowych
 Widok w kierunku północnym na Staw Spalek	Komentarz do zdjęcia: Zdjęcie przedstawia bardzo pozytywny przykład retencji w mieście z zaadoptowaniem terenu na cele rekreacyjne.

Numer jednostki odwodnieniowej: 7 Nazwa jednostki odwodnieniowej: Mokre Łany	Charakterystyka hydrologiczna jednostki urbanistycznej	
	Powierzchnia: 89 ha	
	Bilans powierzchni:	
	powierzchnia biol. czynna	58 %
	tereny uszczelnione	13 %
	wody powierzchniowe	2 %
	tereny towarzyszące	28 %
	Przeważający typ zabudowy:	
	zabudowa jednorodzinna, pola uprawne	
	System odwodnienia:	KD, rowy
	Główne odbiorniki wód:	Ponor P-1, stawy przy ul. Budowlanych
Zbiorniki wód:	Staw przy ul. Toszeckiej	
	Zalecany komfort kanalizacyjny C: 1 na 20 lat	
	Oddziaływanie JO na inne jednostki: JO6 Park Rybaczówka	

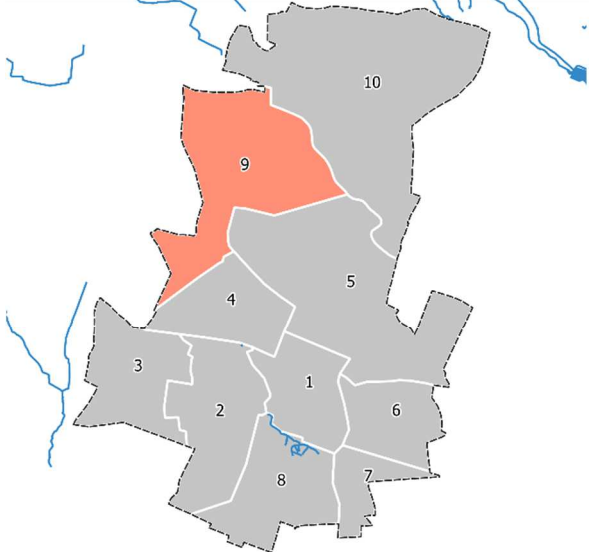
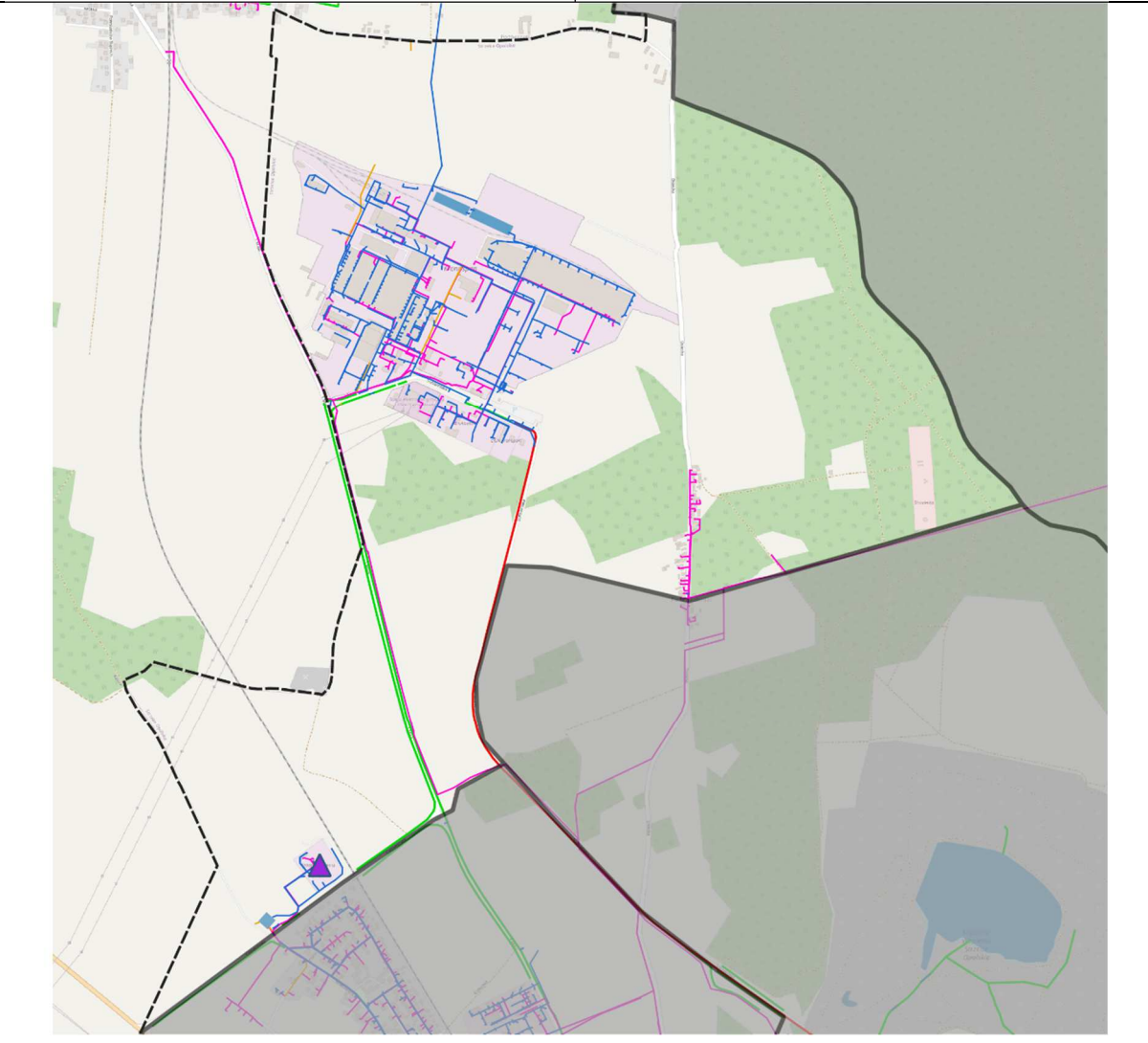


Identyfikacja problemów wynikających z aktualnego i planowanego zagospodarowania na obszarze jednostki urbanistycznej	Zalecenia i wytyczne zrównoważonego planowania przestrzennego w obszarze gospodarki wodami opadowymi
PROBLEMY OBECNE • dodatkowe obciążenia hydrauliczne spoza miast – z pól uprawnych oraz łąk odprowadzane są wody deszczowe i roztopowe, zamiast być zatrzymane na obszarach niezagospodarowanych • lokalnie zbyt mała przepustowość systemu KD (ul. Ujazdowska) • brak separatorów i osadników w większych drogowych zlewniach KD PROBLEMY WYNIKAJĄCE Z PLANOWANEGO ZAGOSPODAROWANIA • prognoza zagospodarowania JO7 przewiduje niewielki dalszy wzrost uszczelnienia w kierunku północnym od ul. Celnej, co spowoduje zwiększenie ilości wód opadowych odpływających z tego obszaru w kierunku Parku Renardów	• zarezerwowanie terenów pod obiekty retencji i detencji wskazanych w niniejszym opracowaniu (OR-3 i OR-4) • zachęcenie mieszkańców do zagospodarowania wód deszczowych na własnej działce, np. przez zwiększenie ilości ogrodów deszczowych na terenach prywatnych, zasilanych wodami opadowymi z pobliskich niezanieczyszczonych powierzchni szczelnych, tj. dachów, prywatnych podjazdów • uwzględnienie potencjalnych zewnętrznych obciążeń hydraulicznych spoza obszarów będących w granicach administracyjnych Strzelce Opolskiej • na terenach pól uprawnych, w miarę możliwości, stosować poprzeczną orkę w stosunku do spadku terenu w celu ograniczenia erozji wodnej i umożliwieniu retencji wodnej, co pozwoli ograniczyć skutki suszy • stosowanie śródpolnych zakrzewień i zadrzewień w strefie buforowej pomiędzy polami uprawnymi (przywrócenie miedz)
 Przepust i rów przy skrzyżowaniu ulic Ujazdowskiej i Wawrzyńca Świerzego	

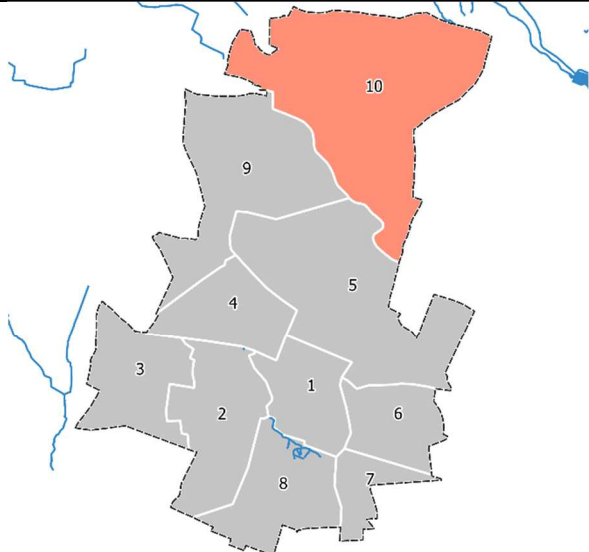
Numer jednostki odwodnieniowej: 8 Nazwa jednostki odwodnieniowej: Suche Łany	Charakterystyka hydrologiczna jednostki urbanistycznej	
	Powierzchnia: 231 ha	
	Bilans powierzchni:	
	powierzchnia biol. czynna	84 %
	tereny uszczelnione	5 %
	wody powierzchniowe	1 %
	tereny towarzyszące	11 %
	Przeważający typ zabudowy:	
	zabudowa jednorodzinna, pola uprawne	
	System odwodnienia:	KD, rowy
	Główne odbiorniki wód:	stawy w Parku Renardów, Ponor P-2
Zbiorniki wód:	Stawy w Parku Renardów	
	Zalecany komfort kanalizacyjny C: 1 na 20 lat	
	Oddziaływanie JO na inne jednostki: JO2 Osiedle	

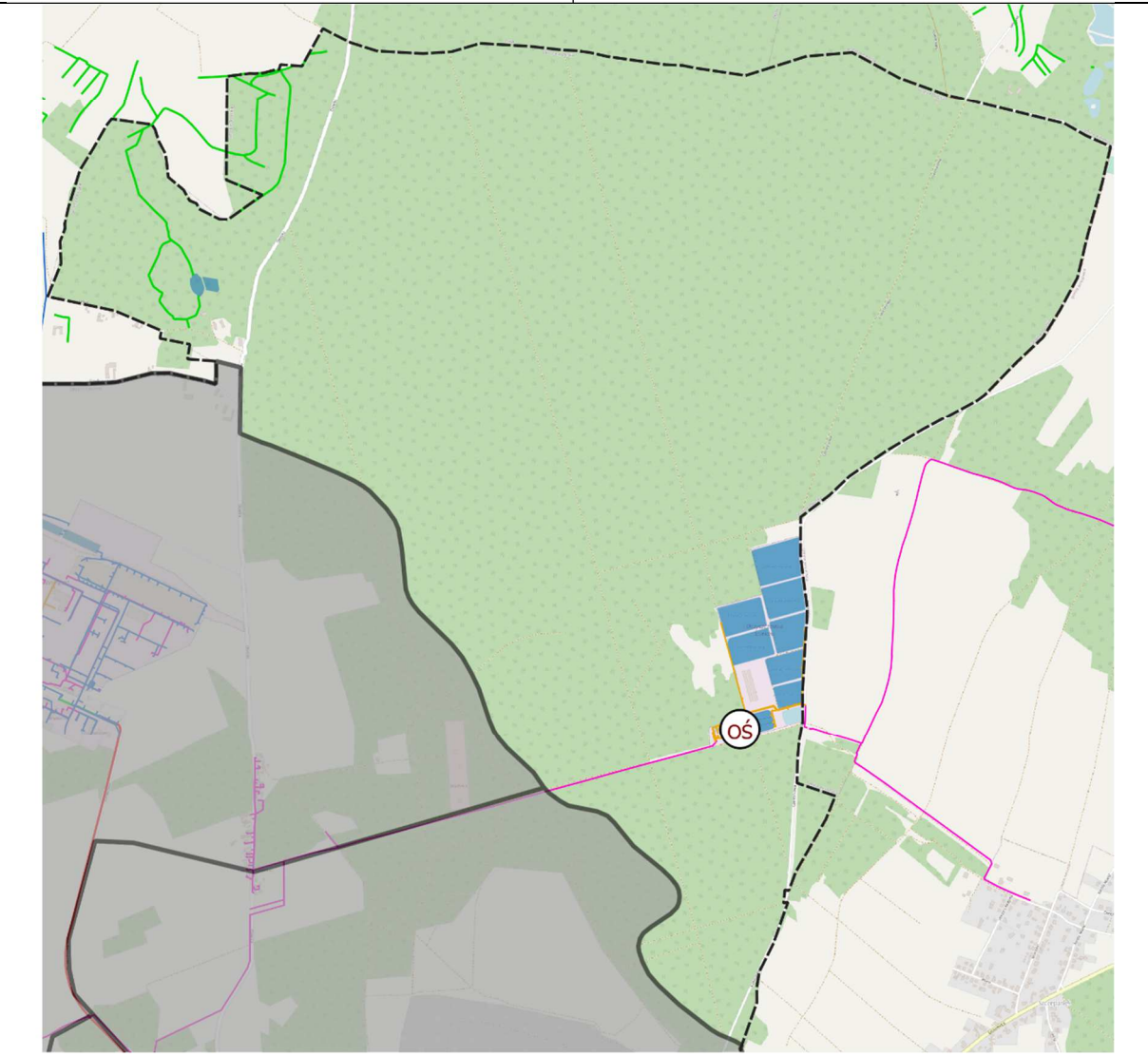


Identyfikacja problemów wynikających z aktualnego i planowanego zagospodarowania na obszarze jednostki urbanistycznej	Zalecenia i wytyczne zrównoważonego planowania przestrzennego w obszarze gospodarki wodami opadowymi
PROBLEMY OBECNE - występują powtarzalne podtopienia budynków mieszkalnych wzdłuż ul. Kozielskiej - dotatkowe obciążenia hydrauliczne spoza miasta - z pól uprawnych oraz łąk odprowadzane są wody deszczowe i roztopowe, zamiast być zatrzymane na obszarach niezagospodarowanych - lokalnie zbyt mała przepustowość systemu KD oraz rowów (ul. Dolińska, Kozielska) - wizja terenowa wykazała niedrożność części rowów przydrożnych PROBLEMY WYNIKAJĄCE Z PLANOWANEGO ZAGOSPODAROWANIA - prognoza zagospodarowania JO8 przewiduje wzrost uszczelnienia w kierunku północnym od ul. Celnej (zabudowa wielorodzinna) oraz wzdłuż ul. Przyjaznej, co spowoduje zwiększenie ilości wód opadowych odpływających z tego obszaru w kierunku Parku Renardów	- dalsze wspieranie zielono niebieskiej infrastruktury w Parku Renardów, przy jednoczesnym zachowaniu aktualnego charakteru obszaru - zastosowanie płytkich muld chłonnych, ogrodów deszczowych, które nie będą ingerować w istniejącą zielen - zabezpieczenie infrastruktury krytycznej przez pogłębioną analizę systemu odwodnienia w jej bezpośrednim sąsiedztwie (szkoła) wykorzystując modelowanie hydrodynamiczne zlewni - koncepcje i projekty przebudowy i rozbudowy istn. systemu odwodnieniowego (KD, KO, rowy) powinny bazować na wynikach symulacji skalibrowanego modelu hydrodynamicznego tego systemu - uwzględnienie potencjalnych zewnętrznych obciążeń hydraulicznych spoza obszarów będących w granicach administracyjnych Strzelce Opolskich - zarezerwowanie terenów pod obiekty retencji i detencji wskazanych w niniejszym opracowaniu (OR-1 i OR-2) - zachęcenie mieszkańców do zagospodarowania wód deszczowych na własnej działce, np. przez zwiększenie ilości ogrodów deszczowych na terenach prywatnych, zasilanych wodami opadowymi z pobliskich niezanieczyszczonych powierzchni szczelnych, tj. dachów, prywatnych podjazdów - systematyczne udrażnianie rowów i przepustów wzdłuż ul. Dolińskiej i Kozielskiej - zaadoptowanie obniżenia terenu przy skrzyżowaniu tych ulic na rezerwę retencyjną - na terenach pól uprawnych, w miarę możliwości, stosować poprzeczną orkę w stosunku do spadku terenu w celu ograniczenia erozji wodnej i umożliwienia retencji wodnej, co pozwoli ograniczyć skutki suszy - stosowanie śródpolnych zakrzewień i zadrzewień w strefie buforowej pomiędzy polami uprawnymi (przywrócenie miedzi)
 Jeden ze stawów zlokalizowanych w Parku Renardów	Komentarz do zdjęcia: Park Renardów widoczny na sąsiednim zdjęciu to kolejny bardzo dobry przykład retencji powierzchniowej w mieście – zaleca się dalsze dostosowywanie obszaru parku do gromadzenia wód deszczowych, bez ingerencji w istniejący drzewostan (np. utworzenie bardzo płytkich muld chłonnych, obniżen terenu, gdzie możliwe jest kontrolowane nagromadzenie wód deszczowych unikając podtopień w okolicy ul. Opolskiej).

Numer jednostki odwodnieniowej: 9 Nazwa jednostki odwodnieniowej: Obszar przemysłowy	Charakterystyka hydrologiczna jednostki urbanistycznej
	Powierzchnia: 417 ha Bilans powierzchni: powierzchnia biol. czynna 78 % tereny uszczelnione 6 % wody powierzchniowe 0 % tereny towarzyszące 15 % Przeważający typ zabudowy: tereny przemysłowe, pola uprawne, lasy System odwodnienia: KD, rowy Główne odbiorniki wód: Dopływ spod Podborzan Zbiorniki wód: brak Zalecany komfort kanalizacyjny C: 1 na 20 lat Oddziaływanie JO na inne jednostki: brak
	

Identyfikacja problemów wynikających z aktualnego i planowanego zagospodarowania na obszarze jednostki urbanistycznej	Zalecenia i wytyczne zrównoważonego planowania przestrzennego w obszarze gospodarki wodami opadowymi
PROBLEMY OBECNE • dodatkowe obciążenia hydrauliczne z JO4 i JO5 • obecnie w tej JO nie występują poważniejsze problemy związane z istniejącym systemem odwodnienia • tuż przy szczelnym zbiorniku retencyjnym na wody deszczowe i roztopowe znajduje się ujęcie wody pitnej, zaopatrujące znaczną część miasta - ryzyko zanieczyszczenia wód podziemnych ze względu na brak wyznaczonej strefy ochrony ujęcia PROBLEMY WYNIKAJĄCE Z PLANOWANEGO ZAGOSPODAROWANIA • prognoza zagospodarowania JO9 przewiduje dalszy wzrost uszczelnienia w okolicy ul. 1 Maja (obszar przemysłowy), co spowoduje zwiększenie ilości wód opadowych odpływających z tego obszaru	• wymóg stosowania na obszarach przemysłowych retencji lub detencji (opóźnienia odpływu wód) oraz osadników i separatorów substancji ropopochodnych • uwzględnienie potencjalnych zewnętrznych obciążeń hydraulicznych z sąsiadującej JO4 • utworzenie strefy ochrony wód podziemnych dla ujęcia wody pitnej przy ul. Cementowej
 Zbiornik retencyjny przy ul. Cementowej	Komentarz do zdjęcia: Istniejący szczelny zbiornik retencyjny widoczny na sąsiednim zdjęciu zaleca się przebudować w celu gromadzenia wód deszczowych z dzielnicy Nowa Wieś, przy jednoczesnym zastosowaniu przelewu awaryjnego do suchej dolinki przebiegającej w kierunku północnym od zbiornika.

Numer jednostki odwodnieniowej: 10 Nazwa jednostki odwodnieniowej: Obszar leśny	Charakterystyka hydrologiczna jednostki urbanistycznej
	Powierzchnia: 712 ha
	Bilans powierzchni:
	powierzchnia biol. czynna 96 %
	tereny uszczelnione 0 %
	wody powierzchniowe 2 %
	tereny towarzyszące 2 %
	Przeważający typ zabudowy: lasy, łąki
	System odwodnienia: rowy
	Główne odbiorniki wód: Chrzastawa (=Jemielnica), Kobylec (=Jędrynia)
	Zbiorniki wód: brak
Zalecany komfort kanalizacyjny C: 1 na 10 lat Oddziaływanie JO na inne jednostki: brak	



Identyfikacja problemów wynikających z aktualnego i planowanego zagospodarowania na obszarze jednostki urbanistycznej	Zalecenia i wytyczne zrównoważonego planowania przestrzennego w obszarze gospodarki wodami opadowymi
PROBLEMY OBECNE - obecnie w tej JO nie występują poważniejsze problemy związane z istniejącym systemem odwodnienia PROBLEMY WYNIKAJĄCE Z PLANOWANEGO ZAGOSPODAROWANIA - prognoza zagospodarowania JO10 nie przewiduje wzrostu uszczelnienia lub zmiany charakteru zagospodarowania	uwzględnienie potencjalnych zewnętrznych obciążeń hydraulicznych spoza obszarów będących w granicach administracyjnych Strzelce Opolskich
 Wylot z KD (wraz z wodami pokopalnianymi) w okolicy ul. Pasternik	

19 Sformułowanie przyjętych założeń polityki miejskiej w zakresie gospodarowania wodami opadowymi i roztopowymi

Zrównoważone i efektywne gospodarowanie wodami opadowymi na terenie miasta wymaga współdziałania na poziomie międzywydziałowym w Urzędzie Miasta Strzelce Opolskie oraz z jednostkami i spółkami miejskimi. Podstawą takiego działania powinna być wspólna logika dotycząca gospodarowania wodami opadowymi i roztopowymi, uzasadniająca odpowiednie założenia przedstawione w strategicznych dokumentach.

Jako główne założenia polityki miejskiej w tym obszarze proponujemy następujące założenia:

- a) właściwa **gospodarka wodami opadowymi** nie tylko powinna przeciwdziałać zidentyfikowanym zagrożeniom, ale także **musi sprzyjać dalszemu kontrolowanemu rozwojowi miasta** i go umożliwiać, **w ramach jednak z góry zdefiniowanych ograniczeń i wytycznych**;
- b) nie da się w pełni zabezpieczyć miasta na wszelkie zdarzenia, a istotą dobrego działania powinno być dążenie do zapewnienia ustalonego standardu, zwanego **komfortem kanalizacyjnym**, który definiuje tym samym także stopień zabezpieczenia miasta na nieprzewidziane zdarzenia; w zakresie wód opadowych komfort kanalizacyjny definiowany jest poprzez zapewnienie „daleko idącego zapobiegania szkodom związanych z wylaniem i podmakaniem wskutek spływu wód opadowych oraz możliwie daleko idącego utrzymania powierzchni osiedli w stanie używalności, niezależnie od warunków atmosferycznych”;
- c) **odporność miasta na zmiany klimatu** powinna być rozumiana nie jako twardy opór, przeciwdziałanie niedopuszczające do żadnych problemów, na przykład braku wylań z kanalizacji deszczowej, ale raczej jako elastyczność systemu i miasta, które w sposób kontrolowany przyjmuje zagrożenie, którego administracja zarządza zagrożeniem, a następnie które to miasto wraca do stanu sprzed zagrożenia z możliwie minimalnymi stratami;
- d) uznanie, za Prawem Wodnym i Ramową Dyrektywą Wodną, że **woda jest cennym zasobem**, powinna więc być gromadzona i wykorzystana, a nie usuwana z systemu;
- e) pewność, że gospodarka wodami opadowymi w dzisiejszym świecie to nie tylko przeciwdziałanie podtopieniom, ale również **przeciwdziałanie suszy**, łagodzenie klimatu miejskiego i wspieranie synergii w obszarze gospodarki komunalnej, z dążeniem do **ekonomii w obiegu zamkniętym**; wynika stąd potrzeba nie tylko **detencji, czyli opóźniania spływu**, lecz także **retencji, a więc gromadzenia wody w celu jej wykorzystania**: do podlewania roślin, do spłukiwania ulic, do zmniejszania zapylenia, do obniżenia temperatury w lecie;
- f) konieczność zarządzania nie tylko ilością wód deszczowych, ale także ich **jakością**, czyli także unikanie przelewów z kanalizacji ogólnospławnej poprzez zmniejszanie dopływu wód deszczowych do tej kanalizacji;
- g) dążenie do uczynienia z wody istotnego elementu w **kształtowaniu krajobrazu miasta**, co przekłada się na kreowanie obszarów błękitno-zielonej infrastruktury i planowanie przestrzenne miasta przyjaznego mieszkańcom, gdzie można dobrze mieszkać, pracować i wypoczywać; miasto takie powinno sprzyjać tworzeniu miejsc odpoczynku, kontaktu z wodą i zielenią w zasięgu pieszego dystansu od miejsc zamieszkania lub pracy;
- h) **oparcie analiz na opisie jakościowym**, jako że analizy ilościowe zagrożeń w układzie zlewniowym (w tym lokalizacje i działanie ochrony przeciwpowodziowej) powinny być przedmiotem osobnych

koncepcji, realizowanych na poziomie bardziej szczegółowym, np. na poziomie Miejsowych Planów Zagospodarowania Przestrzennego;

- i) podjęcie realnego wysiłku **promowania rozwiązań błękitno-zielonej** infrastruktury przez na przykład sformułowanie konkretnych wytycznych czy katalogów dobrych praktyk dla poszczególnych wydziałów urzędu miasta, wybranych rodzajów zagospodarowania (drogi, tereny mieszkaniowe itp.) lub wdrażanie projektów pilotażowych, a nawet finansowanie projektów zwiększających retencję rozproszoną i wykorzystanie deszczówki wykonywanych przez mieszkańców;
- j) wdrożenie **miejskiego systemu monitorowania** sytuacji opadowej, dzięki czemu możliwe będzie bardziej świadome zarządzanie tym obszarem i rewizja danych na podstawie wieloletnich lokalnych obserwacji. Dotyczy to zarówno monitorowania opadu (deszczomierze), ale też monitorowanie skutków w postaci bazy wylań czy podtopień, zawierającej datę, godzinę i miejsce wystąpienia. W kolejnych krokach zalecana jest rozbudowa systemu monitoringu o pomiary aktywności przelewów kanalizacji ogólnospławnej;
- k) dbałość o utrzymanie przestrzeni niezabudowanej wokół koryt otwartych rowów i cieków, równej co najmniej czterokrotnej ich szerokości; unikanie przekształcania koryt lub ich zabudowy regulacyjnej, zawężania przepustami, zarurowania; zachowanie ich dobrostanu jako ważnego ekosystemu, w duchu i zgodnie z Ramową Dyrektywą Wodną. Cieki i rowy są najważniejszym elementem umożliwiającym utrzymanie właściwych warunków wodno-gruntowych, ale także cennymi przyrodniczo, krajobrazowo i funkcjonalnie terenami miejskimi, często powiązanymi z parkami i obszarami o dużym bogactwie roślin i zwierząt.

20 Lista kluczowych działań do podjęcia w ciągu 2 lat

Poniżej zestawiono listę podstawowych działań, które należy podjąć w celu zapewnienia komfortu kanalizacyjnego w Strzelcach Opolskich. Niektóre z nich wymagają działań na poziomie jednostek administracyjnych, natomiast część z nich to działania indywidualne gospodarstw mieszkalnych do których Miasto powinno zachęcać i wspierać:

- wykonanie modelu hydrologicznego ponorów i hydraulicznego sieci kanalizacji deszczowej w połączeniu z kanalizacją ogólnospławną, poprzedzone inwentaryzacją geodezyjną sieci, w szczególności w miejscach wskazanych jako niejasne – docelowo zakończone koncepcją wielowariantową rozwiązań zapewniających bezpieczeństwo i proponowany komfort kanalizacyjny,
- edukacja i promocja – podjęcie wyzwania dobrego zarządzania wodami opadowymi, szczególnie przy ograniczonych możliwościach inwestycyjnych, wymaga prowadzenia aktywnej polityki edukacyjno-promocyjnej, wg zasad: „nie uszczelniaj, powoli odprowadzaj, gromadź i wykorzystaj”,
- aktywizacja mieszkańców miasta w działania mające na celu traktowanie wód opadowych jako zasobu, a nie ścieku – próba stworzenia programu miejskiego propagującego mikroretencję przydomową, zachęcanie do tworzenia miejskich ogrodów deszczowych,
- opracowanie standardów bieżącego utrzymania systemu kanalizacyjnego, np. przygotowanie terminarza czyszczenia urządzeń podatnych na zapiaszczenia,
- prowadzenie systemu GIS i bieżąca aktualizacja inwentaryzacji sieci,
- wprowadzenie choćby podstawowego monitoringu lokalnych opadów, co umożliwi w przyszłości powiązanie zjawisk opadowych z sytuacją jaka w ich konsekwencji zaistniała w mieście; prowadzenie bazy danych o podtopieniach czy problemach związanych z wodami opadowymi.

21 Podsumowanie

W ramach **Etapu 1** przedmiotowego opracowania przeanalizowano dokumenty strategiczne gminy pod kątem wdrożenia racjonalnej gospodarki wodami opadowymi. Uporządkowano dostępne dane mapowe i dane o sieci kanalizacji deszczowej, kanalizacji ogólnospławnej oraz o odbiornikach tych wód. Przeanalizowano obszar miasta Strzelce Opolskie pod kątem formowania spływów powierzchniowych, określono kierunki spływu wód opadowych. Przeprowadzono ankietyzację mieszkańców pod względem występowania podtopień, ich częstości oraz prawdopodobnej przyczyny. Przeanalizowano historyczne podtopienia związane z deszczami nawalnymi, zestawiając informacje z różnych źródeł.

W **Etapie 2** wydzielono na obszarze całego miasta strefy skanalizowania w podziale na obszary skanalizowane systemem kanalizacji deszczowej, kanalizacji ogólnospławnej oraz obszary o niejasnym przebiegu i rodzaju sieci, które wymagają dalszej analizy oraz pomiarów geodezyjnych. Przeanalizowano wszystkie pozyskane i ogólnodostępne dane mapowe w celu identyfikacji wylotów z systemów KD oraz przelewów burzowych z KO. Zidentyfikowane wyloty oraz przelewy burzowe powiązano z istniejącym przebiegiem sieci kanalizacyjnych. Przeprowadzono wizję terenową charakterystycznych punktów na obszarze Strzelce Opolskiej, istotnych pod względem dalszych prac nad tytułową koncepcją zagospodarowania wód opadowych i roztopowych. Wizję terenową udokumentowano w formie cyfrowych zdjęć. Pozyskano i uporządkowano brakujące dane o sieciach kanalizacyjnych oraz urządzeniach zlokalizowanych na KD i KO. Wskazano dalsze działania mające uporządkować lub uzupełnić brakujące dane w Jednostkach Odwodnieniowych w zależności od zidentyfikowanych problemów, braków i nieścisłości.

W **Etapie 3** przedmiotowego opracowania określono odbiorniki wód opadowych i krótko je scharakteryzowano w oparciu o dostępne dane przestrzenne oraz wizję w terenie. Wykonano obliczenia objętości maksymalnej wód deszczowych odpływających do ponorów. Na podstawie zebranych danych przestrzennych przeprowadzono ocenę zdolności chłonnej gruntów. Należy jednak pamiętać, że jest to wynik analizy dla całego miasta – a w przypadku lokalnych działań inwestycyjnych związanych z retencją lub infiltracją należy wykonać szczegółowe badania podłoża. Określono dla każdej z jednostek odwodnieniowych oczekiwany komfort kanalizacyjny, który zdefiniowany został w zależności od sposobu zagospodarowania terenu, czy też występowania systemu kanalizacyjnego. W powiązaniu z historycznymi podtopieniami, które zostały szczegółowo przedstawione w Etapie 1 opracowania, wskazano zlewnie, które wymagają pilnego określenia obciążenia kanalizacji deszczowej lub ogólnospławnej poprzez modelowanie hydrodynamiczne. Przeprowadzono analizę możliwości retencjonowania wód opadowych na obszarze miasta Strzelce Opolskie, w celu zmniejszenia obciążenia aktualnych punktów odbioru wód opadowych – ponor P-1 oraz P-2. Zaproponowano lokalizacje dla obiektów, które spowodują opóźnienie lub zatrzymanie nadmiaru wód deszczowych i roztopowych dopływających do miasta.

W ramach **Etapu 4** przedmiotowego opracowania przygotowano zestaw wytycznych dla zagospodarowania wód deszczowych i roztopowych w Strzelcach Opolskich. Dla wydzielonych Jednostek Odwodnieniowych na terenie miasta zidentyfikowano problemy wynikające z aktualnego i planowanego zagospodarowania. Wskazano zalecenia i wytyczne planistyczne w obszarze gospodarki wodami opadowymi.

Przygotowany raport stanowi podstawę do kontynuacji działań planistycznych i priorytetyzacji działań w większej skali polegających na koncepcjach oraz projektach przebudowy i rozbudowy istniejącego systemu odwodnienia. Ze względu na szerokie ujęcie zagadnienia zalecamy, aby korzystający z tego opracowania zapoznali się z całością prac i dobrze przeanalizowali omówione w raporcie powiązania pomiędzy poszczególnymi zagadnieniami, a także powiązania przestrzenne. Poniższe podsumowanie w żaden sposób nie zastąpi przeanalizowania treści raportu, może jednak ukierunkować czytającego. Dlatego w kilku punktach wskazaliśmy najważniejsze kierunki myślenia o wodach opadowych w Strzelcach Opolskich.

- W systemach odwodnienia zagospodarowanej części miasta widoczne jest podejście, które zakłada odprowadzenie wód opadowych jak najszybciej z miejsca ich powstawania, bez uwzględniania interakcji między środowiskiem, a infrastrukturą. Należy je zastąpić podejściem całościowym, przywracającym obieg wody w przyrodzie i zakładającym osiągnięcie szeregu celów synergicznych w oparciu o zrozumienie długoterminowych procesów ekologicznych oraz interakcji między różnymi elementami środowiska, mieszkańcami i infrastrukturą, tak by woda traktowana była jako cenny zasób stając się kluczem do tworzenia przestrzeni przyjaznych mieszkańcom.
- Inwestycje punktowe, których lokalizacja i wielkość mogą być wskazane w oparciu o koncepcje projektowe i modelowanie hydrodynamiczne w poszczególnych jednostkach odwodnieniowych, przyczynić się mogą do rozwiązania najbardziej palących problemów lokalnych, związanych zarówno z podtopieniami jak i z suszą, to jednak należy z całą mocą podkreślić, że kluczem do właściwego gospodarowania wodami opadowymi jest odpowiednia gospodarka przestrzenna, odpowiednie planowanie przestrzenne i koordynacja prac pomiędzy poszczególnymi jednostkami uczestniczącymi w zarządzaniu oraz właściwe określanie restrykcyjnych, jeśli chodzi o odprowadzanie wód, warunków technicznych dla nowych inwestycji.
- Dla osiągnięcia celów mądrego zarządzania wodami opadowymi konieczna jest integracja działań w sferze społecznej, gospodarczej i przestrzennej oraz zlewniowe podejście do planowania i zarządzania wodą w mieście. W opracowaniu uwzględniono zarówno zlewnie kanalizacyjne jak i zlewnie cieków oraz warunki terenowe i urbanizacyjne. W efekcie wyznaczono 10 jednostek odwodnieniowych, spójnych obszarów, które mogą być podstawową siatką podziału Strzelce Opolskich na potrzeby zarządzania systemem odprowadzania i retencji wód opadowych.
- Ze względu na zakres merytoryczny i wielkość obszaru opracowania zalecane jest etapowanie prac koncepcyjnych mających na celu wypracowanie lokalnych działań poprawiających sytuację odwodnieniową danego obszaru. Proponuje się rozpoczęcie prac od tych jednostek odwodnieniowych, w których różnica między zalecanym, a aktualnym komfortem odwodnienia jest największa (JO1 Śródmieście, JO2 Osiedle).
- Bez wprowadzenia ograniczeń zrzutu wód opadowych z planowanych inwestycji, które wynikać będą z analizy pracy systemu oraz zastosowania w obliczeniach lokalnego modelu opadu (zamiast nieaktualnych zuniwersalizowanych na poziomie kraju modeli opadowych), miasto jest narażone na postępujący wzrost uszczelnienia zlewni miasta, którego konsekwencje będą znacznie poważniejsze w dobie postępujących zmian klimatycznych, niż miało to miejsce dotychczas. Jako założenie do pierwszych prac planistycznych zaleca się przyjęcie zasady tzw. neutralności hydrologicznej inwestycji. Oznacza to, 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 całego spektrum analizowanych opadów, a nie np. tylko dla opadu 15 minutowego.

- Dalsze prace planistyczne powinny być opierane o dane, które z kolei powinny być gromadzone w spójnej bazie GIS. Brak dostępności odpowiednich danych i brak spójności między nimi był jedną z najpoważniejszych trudności w realizacji prac autorów raportu. Nowoczesne narzędzia monitoringu i sterowania wymagają dobrych danych wejściowych. Przyjęcie kierunku działania zmierzającego w stronę tworzenia „smart city”, a także konieczne stymulowanie retencji rozproszonej, wymaga gromadzenia sprawdzonych danych o systemie, występujących zagrożeniach oraz stosowanych rozwiązaniach (np. budowanych zbiornikach retencyjnych). Umożliwi to z biegiem czasu płynne wejście w nowoczesne planowanie i zarządzanie zagrożeniami.

Bibliografia

- [1] Mapa warunków gruntowo-wodnych dla terenu Miasta Strzelce Opolskie, Zakład Usług Geologicznych Grunt, Opole, 2003.
- [2] Diagnoza, ocena oraz prognoza stanu wód powierzchniowych w obrębie miasta Strzelce Opolskie,
- [3] Studium Uwarunkowań i Kierunków Zagospodarowania Przestrzennego, Strzelce Opolskie, 2021 r.
- [4] Woda w mieście. Seria wydawnicza: Zrównoważony rozwój – Zastosowania. Fundacja Sendzimira ZRZ 5/2014, Kraków 2014.
- [5] Byczkowski A. (1996): Hydrologia t. II, Wydawnictwo SGGW. Warszawa.
- [6] Schmitt, T.G. (2007): z Komentarza ATV-DVWK do ATV – A118P „Hydrauliczne wymiarowanie systemów odwadniających”.
- [7] NEH (1997): National Engineering Handbook. Part 630 Hydrology.
- [8] TR-55 (1986): Urban Hydrology for Small Watersheds, Urban Hydrology for Small Watersheds, Natural Resources Conservation Service Conservation Engineering Division Technical Release 55 June 1986.
- [9] Kotowski (2015): Podstawy bezpiecznego wymiarowania odwodnienia terenów. Wydawnictwo Seidel-Przywecki, Warszawa.
- [10] Królikowska, J., Królikowski, A. (2012): Wody opadowe. Odprowadzanie, zagospodarowanie, podczyszczanie i wykorzystanie. Wydawnictwo Seidel-Przywecki, 2012.
- [11] Burszta-Adamiak, E., Licznar, P. (2018): Analiza struktury czasowej opadów maksymalnych Polskiego Atlasu Natężeń Deszczów (PANDa), nr 3, s. 49-53.
- [12] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U. 2002 nr 75 poz. 690 z późn. zm.).
- [13] Woda w mieście. Seria wydawnicza: Zrównoważony rozwój – Zastosowania. Fundacja Sendzimira ZRZ 5/2014, Kraków 2014.
- [14] Januchta-Szostak, A. (2011): Woda w miejskiej przestrzeni publicznej. Modelowe formy zagospodarowania wód opadowych i powierzchniowych, Poznań: Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej.
- [15] Strzelecki Park Miejski. Historia odkryta na nowo. Urząd Miejski w Strzelcach Opolskich, 2008.

Załączniki

Załącznik 1 Inwentaryzacja systemu odprowadzania wód opadowych i roztopowych

Rysunki w załączniku

- SOK-KP-O-R-001-1 Zestawienie historycznych podtopień na obszarze miasta Strzelce Opolskie (format A3)
- SOK-KP-O-R-002-1 Ukształtowanie terenu na obszarze Strzelec Opolskich (format A3)
- SOK-KP-O-R-003-1 Ścieżki spływu powierzchniowego na obszarze Strzelec Opolskich (A3)
- SOK-KP-O-R-004-1 Obecne zagospodarowanie Strzelec Opolskich (A3)
- SOK-KP-O-R-005-1 Istniejący system odwodnienia Strzelec Opolskich (A3)
- SOK-KP-O-R-006-1 Lokalizacje podtopień wskazanych w ankiecie wraz z częstością podtopień (A3)
- SOK-KP-O-R-007-1 Mapa terenów narażonych na podtopienia wynikające ze zbyt małej przepustowości systemu odwodnienia oraz braku odwodnienia (A3)
- SOK-KP-O-R-008-1 Mapa powierzchni biologicznie czynnych istotnych dla zagospodarowania wód opadowych (A3)
- SOK-KP-O-R-009-1 Zidentyfikowane wyloty KD oraz strefy skanalizowania (A3)
- SOK-KP-O-R-010-1 Lokalizacje zbiorników retencyjnych, przepompowni i separatorów na tle obszarów skanalizowanych (A3)
- SOK-KP-O-R-011-1 Podział na jednostki odwodnieniowe uwzględniające warunki hydrograficzne i kierunki odwodnienia (A3)
- SOK-KP-O-R-012-1 Główne oddziaływania zewnętrzne na układ odwodnieniowy miasta i oddziaływania pomiędzy jednostkami odwodnieniowymi (A3)
- SOK-KP-O-R-013-1 Topograficzne zlewnie ponorów (A3)
- SOK-KP-O-R-014-1 Mapa interwencji PSP związanych z zalaniem na siatce 300x300m na tle zasięgu i rodzajów systemów odwodnienia (A3)
- SOK-KP-O-R-015-1 Podział gleb na terenie Strzelec Opolskich pod kątem wodoprzepuszczalności (A3)
- SOK-KP-O-R-016-1 Propozycja oczekiwanego poziomu komfortu kanalizacyjnego w jednostkach odwodnieniowych (A3)
- SOK-KP-O-R-017-2 Propozycje lokalizacji obiektów retencyjnych (A3)

Spis rysunków w tekście

Rysunek 1. Ukształtowanie terenu na obszarze Strzelce Opolskich	11
Rysunek 2. Nachylenie terenu w granicach miasta Strzelce Opolskie	12
Rysunek 3. Ścieżki spływu powierzchniowego na obszarze Strzelce Opolskich	13
Rysunek 4. Tworzy geologiczne na terenie Strzelce Opolskich (wg PIG)	15
Rysunek 5. Obecne zagospodarowanie Strzelce Opolskich (źródło: opracowanie własne na podst. BDOT)	17
Rysunek 6. Zasięg jednolitych części wód podziemnych oraz głównych zbiorników wód podziemnych	18
Rysunek 7. Istniejący system odwodnienia Strzelce Opolskich	20
Rysunek 8. Obszary wrażliwe związane z eksploatacją górniczą w Strzelcach Opolskich	21
Rysunek 9. Formy ochrony przyrody w okolicy Strzelce Opolskich	23
Rysunek 10. Lokalizacje podtopień wskazanych w ankiecie wraz z częstością podtopień	25
Rysunek 11. Częstość występowania podtopień na obszarze miasta Strzelce Opolskie wg ankietowanych	26
Rysunek 12. Typy podtopień na obszarze miasta Strzelce Opolskie wg ankietowanych	26
Rysunek 13. Przyczyny podtopień na obszarze miasta Strzelce Opolskie wg ankietowanych	27
Rysunek 14. Mapa terenów narażonych na podtopienia wynikające ze zbyt małej przepustowości systemu odwodnienia oraz braku odwodnienia	29
Rysunek 15. Mapa powierzchni biologicznie czynnych istotnych dla zagospodarowania wód opadowych	31
Rysunek 16. Mapa obszarów wodnych, powierzchni uszczelnionych na tle powierzchni biologicznie czynnych	33
Rysunek 17. Temperatura powierzchni na obszarze Strzelce Opolskich (data wykonania pomiaru: 18.09.2020, godz. 9:39)	35
Rysunek 18. Okolice ponora P-1 (zdjęcie w kierunku zachodnim)	38
Rysunek 19. Okolice ponora P-1 (zdjęcie w kierunku wschodnim)	39
Rysunek 20. Szczegółowa lokalizacja ponora P-1 (obszar zaniku wód pod powierzchnią terenu)	39
Rysunek 21. Okolice ponora P-2 i wlotu do KD - DN300 (zdjęcie w kierunku wschodnim)	40
Rysunek 22. Okolice ponora P-2 (zdjęcie w kierunku zachodnim)	40
Rysunek 23. Szczegółowa lokalizacja ponora P-2 (obszar zaniku wód pod powierzchnią terenu)	41
Rysunek 24. Zidentyfikowane wyloty KD oraz strefy skanalizowania	42
Rysunek 25. Lokalizacje zbiorników retencyjnych i przepompowni na tle obszarów skanalizowanych	45
Rysunek 26. Podział na jednostki odwodnieniowe uwzględniające warunki hydrograficzne i kierunki odwodnienia	48
Rysunek 27. Główne oddziaływania zewnętrzne na układ odwodnieniowy miasta i oddziaływania pomiędzy jednostkami odwodnieniowymi	52
Rysunek 28. Topograficzne zlewnie ponorów	53
Rysunek 29. Mapa interwencji PSP związanych z zalaniem na siatce 300x300m na tle zasięgu i rodzajów systemów odwodnienia	54
Rysunek 30. Strategiczne ciągi odwodnieniowe w Strzelcach Opolskich na tle zlewni ponorów	59
Rysunek 31. Podział gleb na terenie Strzelce Opolskich pod kątem wodoprzepuszczalności	65

Rysunek 32. Propozycja oczekiwanego poziomu komfortu kanalizacyjnego w jednostkach odwodnieniowych	70
Rysunek 33. Sumaryczna liczba podtopień i zalań wymagających interwencji od 01.2014 do 07.2021 w jednostkach odwodnieniowych	71
Rysunek 34. Propozycje lokalizacji obiektów retencyjnych na tle układu hydrograficznego miasta	75
Rysunek 35. Przykład niecki infiltracyjnej wraz z rowem w zabytkowym Parku Decjusza w Krakowie...	76
Rysunek 36. Widok istniejącego zbiornika retencyjnego przy ul. Cementowej	77
Rysunek 37. Lokalizacja rozważana jako alternatywna dla OR-6	78
Rysunek 38. Przepuszczalna powierzchnia parkingu przy UM Strzelce Opolskie (foto: RetencjaPL)	80
Rysunek 39. Nieutwardzony parking w pobliżu UM Jaworzno (foto: RetencjaPL)	80
Rysunek 40. Pas zieleni z funkcją retencyjną wzdłuż jezdni (foto: CC BY 2.0 Center for Neighborhood Technology).....	81
Rysunek 41. Trawiasta mulda retencyjna wzdłuż jezdni (foto: RetencjaPL)	81
Rysunek 42. Usunięty fragment krawężnika ułatwia spływ wód opadowych na tereny zielone (foto: RetencjaPL)	82
Rysunek 43. Parking przy centrum handlowym też może być odwadniany na tereny zielone (foto: Center for Neighbor-hood Technologi CC. BY 2.0).....	82
Rysunek 44. Lokalny zbiornik retencyjny może być zasilany bezpośrednio z pasa jezdni (foto: Aaron Volkening, CC BY 2.0).....	82
Rysunek 45. Zbiorniki retencyjne towarzyszące inwestycjom deweloperskim mają funkcję m.in. retencyjną, rekreacyjną, kształtują lokalny krajobraz i ekosystem (foto: RetencjaPL)	82
Rysunek 46. Przykład wizualizacji plakatu promującego rozsądne gospodarowanie deszczówką na obszarze Górnośląsko-Zagłębiowskiej Metropolii. Widoczne hasło promocji „Pada deszcz- zbieraj wodę!” (źródło: RetencjaPL)	88

Spis tabel w tekście

Tabela 1. Zestawienie zbiorników retencyjnych.....	43
Tabela 2. Zestawienie separatorów i osadników.....	44
Tabela 3. Zestawienie przepompowni na terenie Strzelce Opolskiej	44
Tabela 4. Charakterystyka jednostek odwodnieniowych (JO).....	49
Tabela 5. Zestawienie powierzchni zlewni ponorów	53
Tabela 6. Zestawienie parametrów charakteryzujących zagospodarowanie jednostek odwodnieniowych z liczbą podtopień.....	55
Tabela 7. Wskazanie elementów które wymagają uzupełnienia.....	57
Tabela 8. Podstawowe parametry odbiorników wód z kanalizacji deszczowej w Strzelcach Opolskich .	58
Tabela 9. Współczynniki spływu w zależności od rodzaju powierzchni cząstkowych [9, 10].....	60
Tabela 10. Współczynniki spływu w zależności od spadku terenu [8, 9]	60
Tabela 11. Udział powierzchni o różnych typach pokrycia zlewni ponorów w granicach administracyjnych miasta	61
Tabela 12. Zestawienie powierzchni całkowitej i zredukowanej zlewni ponorów	62
Tabela 13. Zestawienie danych wejściowych i obliczeń odpływu w analizowanych zlewniach wg MSN	63
Tabela 14. Hydrologiczne klasy gleby (na podstawie [7])	64
Tabela 15. Ocena zdolności chłonnej gruntów w JO	66
Tabela 16. Zalecane częstotliwości projektowe deszczu obliczeniowego i dopuszczalne częstotliwości wystąpienia wylewów według PN-EN 752 (2008)	68
Tabela 17. Przykłady kryteriów projektowych kanalizacji dla wylań (PN-EN 752, 2017).....	69
Tabela 18. Zestawienie ilości historycznych podtopień w odniesieniu do powierzchni JO	72
Tabela 19. Określenie zlewni do modelowania hydrodynamicznego.....	73
Tabela 20. Możliwości wykorzystania elementów zrównoważonego systemu odwodnienia (ZSO) dla różnych typów przestrzeni miejskiej (npdst. [14])	85