Załącznik IV. Koncepcja zagospodarowania na terenie miasta wód opadowych i roztopowych



Fundusze Europejskie na Infrastrukturę, Klimat, Środowisko
Rzeczpospolita Polska
Dofinansowane przez Unię Europejską

Spis treści

1. Wstęp 3

1.1 Gospodarowanie wodami opadowymi w Prawie wodnym 4

2. Gospodarowanie wodami opadowymi a zmiany klimatu 5

3. Uwarunkowania przestrzenne i diagnoza stanu istniejącego 8

3.1 Uwarunkowania topograficzne i hydrologiczne 8

3.2 Powierzchnie biologicznie czynne 10

3.3 Zdolność retencyjna gruntów i tereny uszczelnione 14

3.4 Obszary ryzyka podtopień i powodzi 18

3.5 Stan istniejącej infrastruktury odwodnieniowej 19

Ocena stanu infrastruktury odwodnieniowej i wnioski dla adaptacji 22

4. Główne zagrożenia 23

5. Kierunki działań i rekomendowane rozwiązania 25

5.1 Propozycje działań pilotażowych 25

Spis rysunków 27

Spis tabel 27

1. Wstęp

Następstwem zmian klimatu są m.in. opady nawalne czy wydłużające się okresy bezdeszczowe. Wysoki udział powierzchni utwardzonych w strukturze przestrzennej miast sprzyja pogłębianiu się tych zjawisk, co powoduje konieczność zmiany podejścia do gospodarowania wodami opadowymi i roztopowymi. Tradycyjny model, polegający przede wszystkim na szybkim odprowadzaniu wód deszczowych do kanalizacji, rowów lub odbiorników naturalnych, staje się niewystarczający wobec rosnących wyzwań związanych z przeciążeniem systemów odwodnienia, lokalnymi podtopieniami, suszą miejską oraz pogarszaniem się warunków wodnych i mikroklimatycznych.

Miasto Zambrów, położone na Wysoczyźnie Wysokomazowieckiej, nad rzeką Jabłonką (dopływem Gaci w dorzeczu Narwi), charakteryzuje się szczególnymi uwarunkowaniami w zakresie gospodarowania wodami opadowymi i roztopowymi. Dolina Jabłonki wraz ze spiętrzonym na niej zalewem oraz towarzyszącymi ciekami i terenami zieleni stanowi istotny potencjał retencyjny i przyrodniczy, jednak jednocześnie wymaga odpowiedniej ochrony przed nadmiernym spływem zanieczyszczeń z terenów zurbanizowanych, dróg, parkingów i obszarów usługowych — tym bardziej że Jabłonka była w przeszłości silnie obciążona ściekami komunalnymi i przemysłowymi. Priorytetowe znaczenie powinny mieć działania ograniczające szybki spływ powierzchniowy, zwiększające lokalne zatrzymywanie wód, wspierające infiltrację oraz poprawiające funkcjonowanie istniejących systemów odwodnienia.

Koncepcja zagospodarowania wód opadowych i roztopowych z terenu miasta Zambrów ma na celu wskazanie kierunków działań, które pozwolą na bardziej racjonalne, bezpieczne i zrównoważone gospodarowanie wodą w przestrzeni miejskiej. Istotnym założeniem koncepcji jest odejście od traktowania wód opadowych wyłącznie jako problemu eksploatacyjnego i kanalizacyjnego. Wody deszczowe powinny być postrzegane jako zasób, który może wspierać funkcjonowanie zieleni miejskiej, poprawiać bilans wodny, ograniczać skutki suszy, łagodzić zjawisko miejskiej wyspy ciepła oraz zwiększać odporność miasta na ekstremalne zjawiska pogodowe. Takie podejście wpisuje się w aktualne kierunki adaptacji miast do zmian klimatu oraz zasadę zagospodarowania wód możliwie najbliżej miejsca ich powstania.

W poniższej analizie zwrócono szczególną uwagę na obszary, które są narażone na podtopienia, przeciążenie kanalizacji deszczowej, szybki odpływ wód z powierzchni utwardzonych, niedostateczną retencję oraz ograniczoną dostępność terenów biologicznie czynnych. Wzięto pod uwagę istniejące cieki, rowy, zbiorniki, tereny zieleni, układ komunikacyjny oraz obiekty użyteczności publicznej, które mogą pełnić funkcję elementów wspierających miejski system retencji i odwodnienia. Przeprowadzona analiza pozwala przede wszystkim określić, gdzie

w mieście występują największe problemy związane z odpływem, zatrzymywaniem i zagospodarowaniem wód opadowych, a także wskazać obszary, które powinny zostać objęte priorytetowymi działaniami adaptacyjnymi.

Opracowanie koncepcji zagospodarowania wód opadowych i roztopowych dla Zambrowa powinno służyć nie tylko ograniczeniu ryzyka podtopień, lecz również podniesieniu jakości przestrzeni miejskiej. Właściwie zaprojektowane rozwiązania służące poprawie retencji, w tym zwiększeniu infiltracji czy spowolnieniu spływu powierzchniowego, pełnią jednocześnie kilka usług ekosystemowych: ograniczanie ryzyka zalewania ulic i posesji, poprawę estetyki przestrzeni publicznych, wspieranie bioróżnorodności oraz zwiększanie komfortu życia mieszkańców.

Niniejsza koncepcja stanowi zatem narzędzie wspierające długofalowe planowanie rozwoju miasta w sposób odporny na skutki zmian klimatu. Jej wdrożenie powinno umożliwić stopniowe przechodzenie od modelu odprowadzania wód opadowych do modelu ich zatrzymywania, oczyszczania, rozsączania i ponownego wykorzystywania, przy jednoczesnym zachowaniu bezpieczeństwa infrastruktury oraz ochronie środowiska gruntowo-wodnego.

1.1 Gospodarowanie wodami opadowymi w Prawie wodnym

Usługi wodne obejmują m.in. odprowadzanie do wód lub do urządzeń wodnych wód opadowych lub roztopowych ujętych w:

- otwarte systemy kanalizacji deszczowej służące do odprowadzania opadów atmosferycznych
    - systemy urządzeń niekształtujących zasobów wodnych mogących skierować wodę do rowu, do ziemi, do wód lub do zamkniętego systemu kanalizacji deszczowej (np. korytka odwadniające, rynny, rowy, systemy odwodnień i profili dróg, chodników oraz innych powierzchni utwardzonych);
- zamknięte systemy kanalizacji deszczowej służące do odprowadzania opadów atmosferycznych
    - rurociągi oraz zamknięte kanały ściekowe wraz ze studzienkami;
- systemy kanalizacji zbiorczej w granicach administracyjnych miast
    - przewody wodociągowe lub kanalizacyjne wraz z uzbrojeniem i urządzeniami, którymi dostarczana jest woda lub którymi odprowadzane są ścieki, będące w posiadaniu przedsiębiorstwa wodociągowo-kanalizacyjnego (art. 2 pkt 7 ustawy z dnia 7 czerwca 2001 roku o zbiorowym zaopatrzeniu w wodę i zbiorowym odprowadzaniu ścieków).

Zakazane jest wprowadzanie wód opadowych lub roztopowych, ujętych w otwarte lub zamknięte systemy kanalizacji deszczowej służące do odprowadzania opadów atmosferycznych:

- bezpośrednio do wód podziemnych;
- do urządzeń wodnych, o ile wody te zawierają substancje szczególnie szkodliwe dla środowiska wodnego.

Dopuszcza się wprowadzanie do wód lub do ziemi wód opadowych lub roztopowych z przelewów kanalizacji deszczowej lub ścieków z przelewów burzowych komunalnej kanalizacji ogólnospławnej na warunkach określonych w przepisach wydanych na podstawie art. 99 ust. 1 pkt 2, o ile właściwy organ Wód Polskich ustali, w drodze decyzji, że takie dopuszczenie nie koliduje z celami środowiskowymi dla wód lub wymaganiami jakościowymi dla wód.

Opłata za usługi wodne za odprowadzanie do wód – wód opadowych lub roztopowych ujętych w otwarte lub zamknięte systemy kanalizacji deszczowej, służące do odprowadzania opadów atmosferycznych albo systemy kanalizacji zbiorczej w granicach administracyjnych miast - składa się z opłaty stałej oraz opłaty zmiennej zależnej od istnienia urządzeń do retencjonowania wody z terenów uszczelnionych.

2. Gospodarowanie wodami opadowymi a zmiany klimatu

Zmiany klimatu mają bezpośredni wpływ na sposób funkcjonowania miejskich systemów gospodarowania wodami opadowymi i roztopowymi. Rosnąca zmienność warunków pogodowych — z jednej strony nasilenie opadów o dużym natężeniu, z drugiej wydłużanie okresów bezopadowych i wzrost temperatury — sprawia, że dotychczasowy model odwodnienia, oparty przede wszystkim na szybkim odprowadzaniu wód deszczowych, staje się niewystarczający. W przypadku Miasta Zambrów szczególne znaczenie mają: wzrost temperatury i nasilenie zjawisk termicznych, zmienność opadów i ryzyko opadów nawalnych, wydłużanie okresów suszy oraz oddziaływanie silnego wiatru.

Szczegółową analizę wskaźników klimatycznych przedstawiono w Załączniku I „Wyniki analiz klimatycznych"; poniżej zebrano wnioski istotne dla gospodarowania wodami opadowymi.

- **Wzrost temperatury i nasilenie zjawisk termicznych.** Analiza danych z lat 1993–2025 wskazuje na wyraźny, wzrostowy trend średniej rocznej temperatury powietrza, a także temperatury maksymalnej i minimalnej. Ocieplenie zaznacza się we wszystkich porach roku, ze szczególnym nasileniem w miesiącach zimowych (grudzień, luty) oraz letnich, przy jednoczesnym wzroście liczby dni gorących i upalnych oraz absolutnych temperatur

maksymalnych. Dla gospodarowania wodami oznacza to wzrost parowania i zapotrzebowania na wodę, pogorszenie warunków wilgotnościowych gleb i kondycji zieleni miejskiej oraz nasilenie zjawiska miejskiej wyspy ciepła — którego skutki są tym silniejsze, im wyższy jest udział powierzchni uszczelnionych i im mniejsza retencja oraz udział zieleni.

- **Zmienność opadów i ryzyko opadów nawalnych**. Opady w rejonie Zambrowa charakteryzują się dużą zmiennością międzyroczną. Projekcje klimatyczne wskazują na rozbieżne tendencje w zależności od scenariusza: w scenariuszu RCP 4.5 roczna suma opadów nieznacznie maleje (z ok. 712,4 mm w latach 2025–2034 do ok. 708,3 mm w latach 2061–2070), natomiast w scenariuszu RCP 8.5 rośnie wyraźnie (z ok. 703,2 mm do ok. 748,2 mm, tj. o ponad 45 mm). Jednocześnie liczba dni z opadem nie mniejszym niż 1 mm wykazuje tendencję malejącą (w RCP 4.5 z ok. 132 do ok. 130 dni). Zestawienie tych tendencji - utrzymująca się lub rosnąca suma opadu przy malejącej liczbie dni opadowych - oznacza koncentrację opadów w krótszych, bardziej intensywnych zdarzeniach. To właśnie opady nawalne, o dużym natężeniu i krótkim czasie trwania, generują największy i najbardziej skoncentrowany w czasie spływ powierzchniowy, który przekracza przepustowość kanalizacji deszczowej i prowadzi do lokalnych podtopień. Z punktu widzenia gospodarowania wodami opadowymi jest to najistotniejsze wyzwanie - system odwodnienia musi być przygotowany nie tylko na przeciętne warunki opadowe, lecz przede wszystkim na zdarzenia ekstremalne.
- **Susza i wydłużające się okresy bezopadowe.** Istotnym zagrożeniem dla miasta jest susza. Najdłuższy okres bezopadowy w latach 1993–2025 (na stacji Białystok) trwał 30 dni i wystąpił w 1997 r., przy średniej rocznej wynoszącej ok. 16,3 dnia. Parametr ten cechuje się dużą zmiennością międzyroczną, którą należy interpretować ostrożnie. Niezależnie od kierunku samego trendu, w połączeniu ze wzrostem temperatury i parowania wydłużające się okresy bezdeszczowe pogłębiają deficyt wody, obniżają wilgotność gleb i poziom wód gruntowych oraz zwiększają obciążenie zieleni miejskiej. Wzmacnia to potrzebę traktowania wód opadowych jako zasobu - zatrzymywanego i wykorzystywanego lokalnie w okresach suchych, zamiast szybko odprowadzanego.
- **Uwarunkowania hydrologiczne - regionalne tło.** Uzupełnieniem analizy opadowej są wskaźniki hydrologiczne, charakteryzujące dostępność wody w skali regionalnej. Wyznaczono je na podstawie danych z lat hydrologicznych 1990–2022, rejestrowanych na stacji Piątnica-Łomża zlokalizowanej na Narwi. Wykorzystanie tych danych jest uzasadnione powiązaniem hydrograficznym - przepływająca przez Zambrów Jabłonka jest dopływem Gaci, która uchodzi do Narwi, a więc miasto należy do tego samego systemu rzecznego. Dane te stanowią jednak regionalne tło hydrologiczne, a nie bezpośrednie

odzwierciedlenie warunków w lokalnych ciekach Zambrowa; ze względu na różnice wielkości zlewni, retencji i tempa reakcji na opady nie należy przenosić wartości przepływów z Narwi na Jabłonkę ani wykorzystywać ich samodzielnie do określania lokalnego zagrożenia powodziowego. W ujęciu regionalnym przepływy Narwi na stacji Piątnica-Łomża w analizowanym wieloleciu wyniosły średnio: przepływ średnioroczny ok. 71,4 m^3/s, przepływ zwyczajny roczny ok. 56,6 m^3/s, średni roczny przepływ maksymalny ok. 90,4 m^3/s oraz średni roczny przepływ minimalny ok. 54,4 m^3/s. Żaden z tych parametrów nie wykazuje jednoznacznego trendu kierunkowego, cechują się one natomiast dużą zmiennością międzyroczną. Charakterystyczne jest, że wszystkie wskaźniki osiągnęły wartości maksymalne w tym samym, wilgotnym roku 2011 (przepływ średnioroczny do 112,6 m^3/s), a wartości minimalne — w suchym roku 2020 (przepływ średnioroczny 38,3 m^3/s, przepływ minimalny 31,2 m^3/s). Dla gospodarowania wodami opadowymi istotny jest przede wszystkim ten wzorzec zmienności: naprzemienne występowanie lat mokrych i wyraźnie suchych. Rok 2020, z najniższymi przepływami w całym wieloleciu, wpisuje się w obserwowane nasilenie okresów niedoboru wody i potwierdza, że gospodarka wodna miasta musi być odporna zarówno na okresy nadmiaru wody (wezbrania, podtopienia), jak i jej deficytu (susza, niżówki). Wzmacnia to znaczenie retencji jako bufora wyrównującego skrajne stany.

Z analizy wynika, że system gospodarowania wodami opadowymi w Zambrowie powinien być projektowany z uwzględnieniem dwóch przeciwstawnych, lecz współwystępujących wyzwań: nadmiaru wody podczas opadów nawalnych oraz jej niedoboru w okresach suszy. Przekłada się to na następujące kierunki:

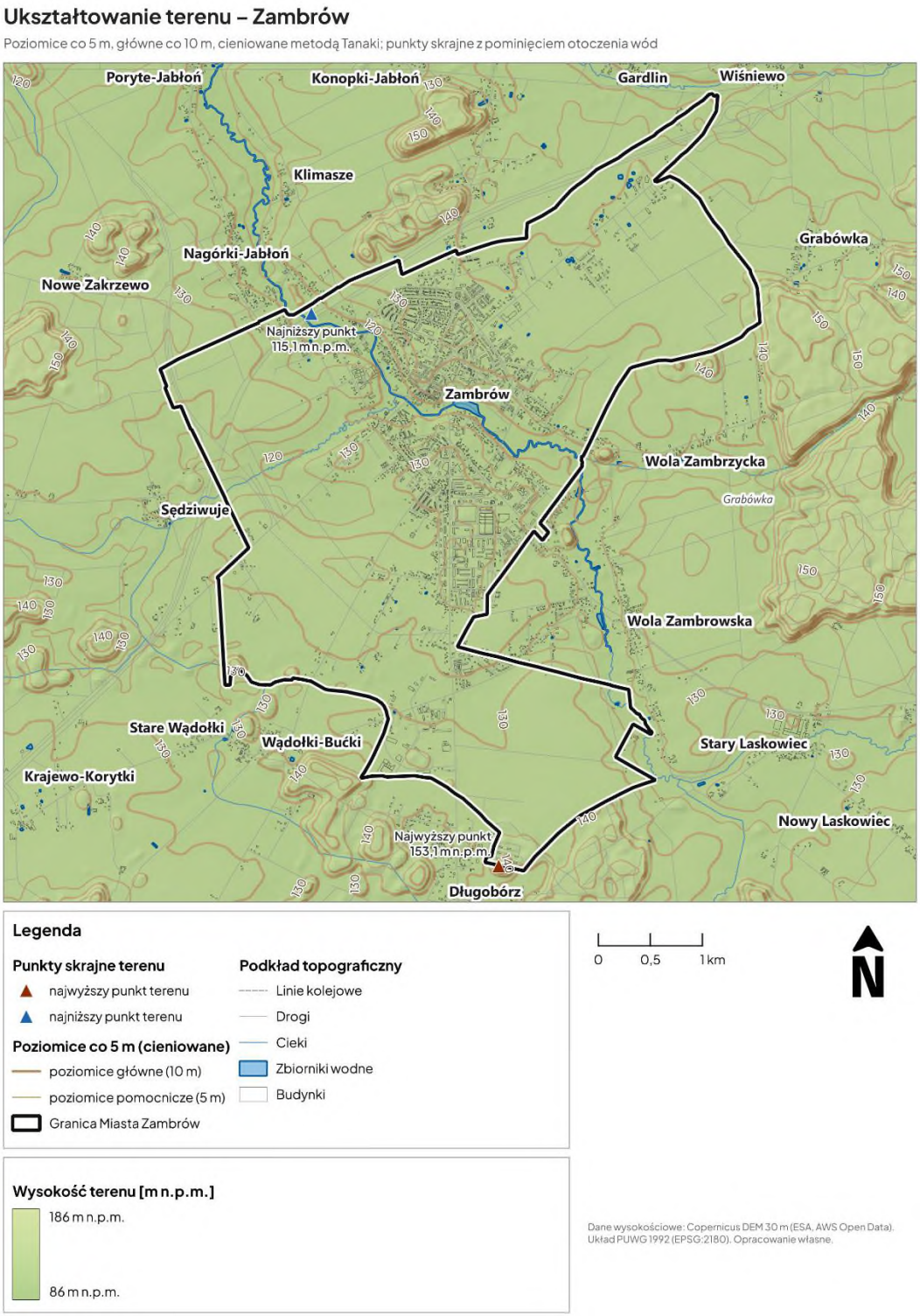
- **Ograniczanie i opóźnianie spływu u źródła** — zwiększanie retencji, spowalnianie odpływu i wspieranie infiltracji, zamiast wyłącznie szybkiego odprowadzania wód do kanalizacji i odbiorników.
- **Traktowanie wód opadowych jako zasobu** — zatrzymywanie i ponowne wykorzystywanie wody (m.in. do podlewania zieleni), co łagodzi skutki suszy i miejskiej wyspy ciepła.
- **Ochrona odbiornika** — dolina rzeki Jabłonki (dopływu Gaci w dorzeczu Narwi) wraz ze spiętrzonym na niej zalewem stanowi główny element systemu wodnego miasta; przy koncentracji opadów w intensywnych zdarzeniach rośnie znaczenie podczyszczania wód opadowych przed ich odprowadzeniem oraz ochrony jakości wód rzeki, historycznie obciążonej zanieczyszczeniami.

- **Rozwój błękitno-zielonej infrastruktury i powierzchni biologicznie czynnych** — jako wielofunkcyjnego narzędzia jednocześnie ograniczającego podtopienia, przeciwdziałającego suszy i łagodzącego skutki upałów.

3. Uwarunkowania przestrzenne i diagnoza stanu istniejącego

3.1 Uwarunkowania topograficzne i hydrologiczne

Miasto Zambrów położone jest na pograniczu Mazowsza i Podlasia, w obrębie mezoregionu Wysoczyzna Wysokomazowiecka wchodzącego w skład Niziny Północnopodlaskiej. Jest to obszar o charakterze nizinnym, zbudowany z utworów morenowych, o falistej, miejscami urozmaiconej rzeźbie terenu, ukształtowanej przez lądolód. Wysoczyznę rozcinają płytkie doliny cieków ją odwadniających, co lokalnie różnicuje ukształtowanie powierzchni.



Rysunek 1. Ukształtowanie terenu Zambrowa (źródło: opracowanie własne)

Osią morfologiczną miasta jest dolina rzeki Jabłonki, stanowiąca obniżenie w obrębie wysoczyzny. Teren miasta nachylony jest łagodnie ku dolinie, co warunkuje kierunek spływu wód opadowych i roztopowych. W przeciwieństwie do miast podgórskich, gdzie o spływie decydują duże spadki, w Zambrowie ukształtowanie jest stosunkowo płaskie - co z jednej strony ogranicza gwałtowność

spływu, z drugiej jednak sprzyja spowolnionemu odpływowi i zaleganiu wód w obniżeniach dolinnych, historycznie podmokłych i zalewowych.

Głównym ciekiem miasta i osią jego układu hydrograficznego jest rzeka Jabłonka - prawobrzeżny dopływ Gaci, o długości ok. 31 km. Jest to typowa rzeka nizinna, płynąca leniwie i tworząca liczne meandry. Jabłonka przepływa przez Zambrów i Wolę Zambrowską; na terenie Woli Zambrowskiej przyjmuje dopływy - Zambrzycę oraz Prątnik (uchodzący do rzeki w rejonie szosy Zambrów–Warszawa). Ciąg hydrograficzny odbiornika przebiega następująco: Jabłonka → Gać → Narew → Wisła. Istotnym elementem systemu wodnego miasta jest Zalew Miejski, powstały w wyniku spiętrzenia Jabłonki, o powierzchni ok. 3 ha. Pełni on funkcję retencyjną, rekreacyjną i krajobrazową. Planowana jest ponadto budowa nowego zbiornika wodnego na Jabłonce (o powierzchni ponad 1 ha, docelowo do ok. 2 ha) — wspólne przedsięwzięcie Miasta Zambrów i Wód Polskich, wpisujące się w koncepcję zazieleniania miasta oraz zagospodarowania wód opadowych i roztopowych. Lokalizacja zbiornika nawiązuje do naturalnego ukształtowania terenu, w miejscu dawnych terenów zalewowych i zabagnionych, gdzie meandrowała Jabłonka.

Ważnym uwarunkowaniem jest jakość wód Jabłonki. Rzeka była w przeszłości silnie obciążona ściekami komunalnymi i przemysłowymi - do lat 80. XX w. na terenie Zambrowa stanowiła praktycznie kanał ściekowy, co pogarszało również stan wód Gaci i Narwi. Poprawa nastąpiła po oddaniu do użytku w 1994 r. nowoczesnej oczyszczalni komunalnej. Z uwagi na tę historię oraz na rolę Jabłonki jako odbiornika, ochrona jakości jej wód – w tym przed dopływem zanieczyszczeń ze spływu z terenów uszczelnionych – pozostaje istotnym elementem gospodarowania wodami opadowymi.

3.2 Powierzchnie biologicznie czynne

Struktura powierzchni biologicznie czynnych Zambrowa jest ściśle powiązana z nizinnym, dolinnym charakterem miasta oraz z jego położeniem w otoczeniu terenów rolniczych i leśnych, w obrębie tzw. Zielonych Płuc Polski. Osią przyrodniczą miasta jest dolina rzeki Jabłonki wraz z Zalewem Miejskim i towarzyszącą im zielenią, tworząca główny, spójny kompleks terenów biologicznie czynnych o znaczeniu retencyjnym, przyrodniczym i rekreacyjnym. Uzupełnieniem są tereny zieleni urządzonej, zieleń osiedlowa, przyuliczna i towarzysząca zabudowie, ogrody przydomowe oraz — w otoczeniu miasta — tereny rolnicze i rozległy kompleks leśny Czerwony Bór. Powierzchnia biologicznie czynna to teren umożliwiający naturalną wegetację roślin oraz retencję, infiltrację i parowanie wód opadowych w miejscu ich powstawania - stanowiący przeciwieństwo powierzchni uszczelnionej, z której opad zamienia się w spływ powierzchniowy.

Powierzchnie biologicznie czynne pełnią w miejskim obiegu wody funkcje, których nie zapewniają powierzchnie uszczelnione:

- **Retencja i infiltracja** - grunt o naturalnej nawierzchni zatrzymuje i częściowo wchłania wodę opadową, zasilając wody gruntowe i ograniczając spływ powierzchniowy. Na płaskim, dolinnym terenie Zambrowa retencja powierzchniowa ma szczególne znaczenie dla ograniczania podtopień.
- **Spowalnianie odpływu** - roślinność, gleba i mikrorzeźba spowalniają spływ, obniżając i wypłaszczając falę odpływu docierającą do kanalizacji i do Jabłonki.
- **Ewapotranspiracja i łagodzenie upałów** - roślinność i wody powierzchniowe zwracają część wody do atmosfery, poprawiając mikroklimat i łagodząc miejską wyspę ciepła; efekt ten wzmacniają obiekty wodne (Zalew Miejski, fontanna w kompleksie nad zalewem), poprawiające komfort termiczny w upalne dni.
- **Oczyszczanie** - warstwa glebowo-roślinna oraz strefy buforowe wokół cieków i zbiorników zatrzymują część zanieczyszczeń niesionych przez spływ, chroniąc jakość wód Jabłonki.

W ten sposób powierzchnie biologicznie czynne realizują nadrzędną zasadę współczesnego gospodarowania wodami opadowymi - zagospodarowanie wód w miejscu powstawania opadu - jednocześnie ograniczając podtopienia i przeciwdziałając skutkom suszy.

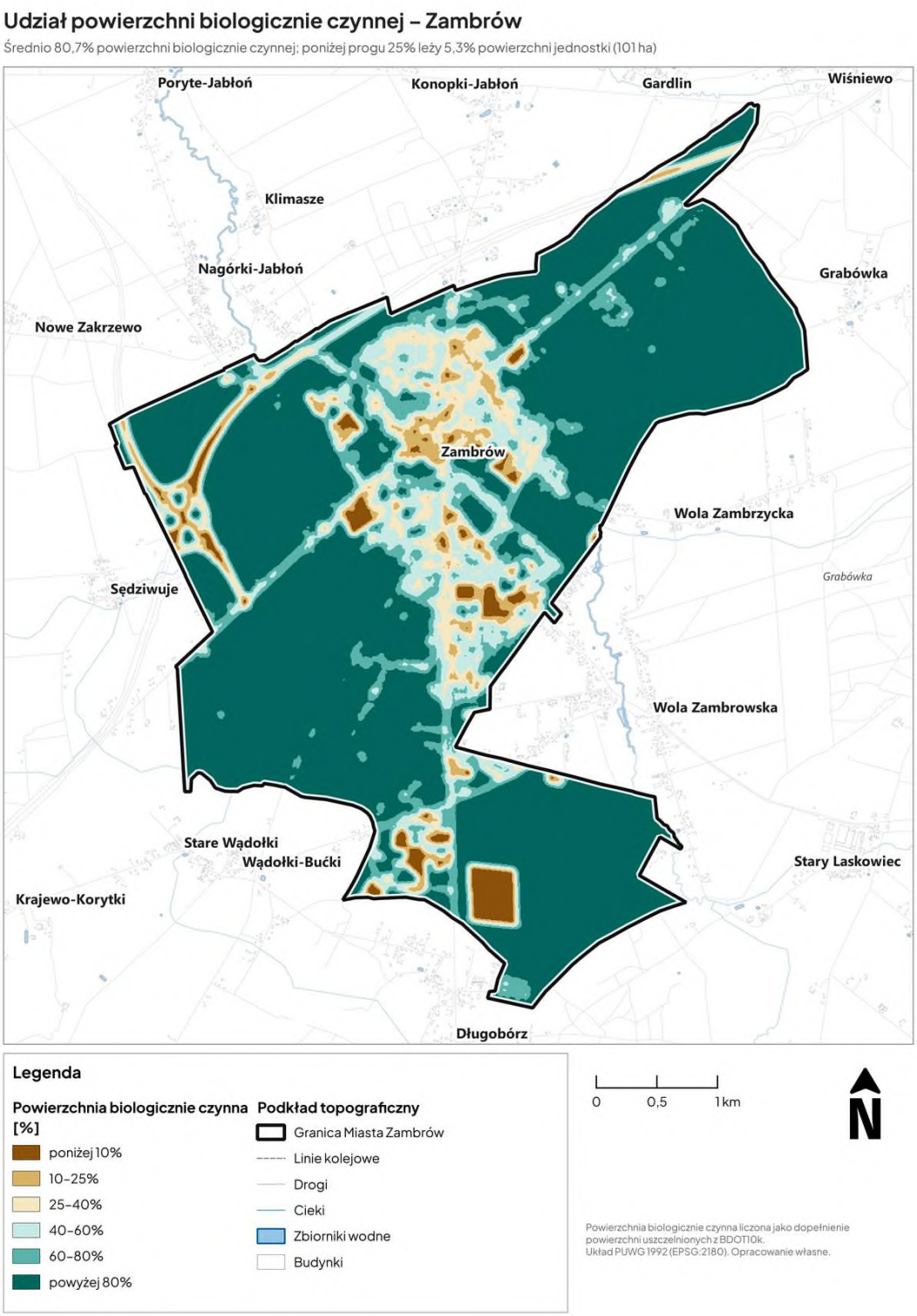
Najważniejszym elementem systemu powierzchni biologicznie czynnych miasta jest dolina rzeki Jabłonki wraz z Zalewem Miejskim. Dolina pełni funkcję głównej osi ekologicznej i przestrzeni retencyjnej, a Zalew Miejski (o powierzchni ok. 3 ha, powstały ze spiętrzenia Jabłonki) stanowi centralny obiekt wodny miasta. Tereny nad zalewem, przez wiele lat niezagospodarowane, przeszły w ostatnich latach gruntowną transformację - powstał tu kompleks zieleni miejskiej, z zadbanymi trawnikami, rabatami kwiatowymi, zróżnicowanym drzewostanem oraz fontanną poprawiającą mikroklimat. Obiekt ten łączy funkcję rekreacyjną, krajobrazową i przyrodniczą z retencyjną. Kluczowe znaczenie mają strefy buforowe zieleni wzdłuż Jabłonki i wokół zbiorników - jako powierzchnie biologicznie czynne przechwytujące i oczyszczające spływ, chroniące jakość wód rzeki historycznie obciążonej zanieczyszczeniami.

Zieleń miejską tworzą - poza kompleksem nad zalewem - parki, skwery i zieleńce, zieleń osiedlowa i przyuliczna oraz zieleń towarzysząca zabudowie. Pełni ona istotną funkcję retencyjną w tkance zurbanizowanej, zwłaszcza tam, gdzie sąsiaduje z powierzchniami uszczelnionymi i może przejmować z nich spływ opadowy. Zapleczem przyrodniczym miasta są rozległe tereny rolnicze oraz kompleks leśny Czerwony Bór (o powierzchni ponad 10 tys. ha, rozciągający się w pobliżu miasta), a także położenie w obrębie Zielonych Płuc Polski. Choć kompleks leśny leży poza

granicami administracyjnymi Zambrowa, stanowi istotny element regionalnego systemu przyrodniczego i naturalnego zaplecza retencyjnego zlewni.

Rozwój zabudowy i infrastruktury zwiększa udział powierzchni uszczelnionych, co odbywa się kosztem powierzchni biologicznie czynnych. Każdy taki ubytek oznacza wzrost współczynnika spływu, zmniejszenie retencji i infiltracji oraz zwiększone obciążenie kanalizacji deszczowej i doliny Jabłonki. Na płaskim terenie o morenowym, miejscami słabo przepuszczalnym podłożu utrata powierzchni biologicznie czynnych sprzyja zaleganiu wód i podtopieniom, a jednocześnie pozbawia miasto naturalnych zdolności łagodzenia upałów i przeciwdziałania suszy. Presja ta koncentruje się w intensywnie zabudowanym centrum oraz na terenach przekształcanych pod zabudowę i funkcje gospodarcze; szczególnie niekorzystne jest uszczelnianie terenów dolinnych i nadbrzeżnych.

Przestrzenny rozkład powierzchni biologicznie czynnej w granicach miasta przedstawiono na poniższej mapie. Analizę wykonano na podstawie Bazy Danych Obiektów Topograficznych (BDOT10k), przyjmując powierzchnię biologicznie czynną jako dopełnienie powierzchni uszczelnionych.



Rysunek 2. Udział powierzchni biologicznie czynnej w Zambrowie (źródło: opracowanie własne)

Średni udział powierzchni biologicznie czynnej w granicach miasta wynosi 80,7%. Jest to wartość wysoka, wynikająca ze struktury użytkowania terenu, w której znaczny udział mają tereny rolne, dolina Jabłonki wraz z Zalewem Miejskim oraz niezabudowane obszary we wschodniej

i południowej części miasta. Tereny o udziale poniżej 25% zajmują 101 ha, co odpowiada 5,3% powierzchni Zambrowa wynoszącej 1 902 ha.

Rozkład przestrzenny potwierdza obraz opisany powyżej. Obszary o najniższym udziale powierzchni biologicznie czynnej tworzą zwarte pasmo biegnące z północnego zachodu ku południowi, obejmujące centrum miasta, osiedla zabudowy wielorodzinnej oraz tereny produkcyjne i składowe; pojedyncze płaty o udziale poniżej 10% odpowiadają dużym obiektom halowym i placom manewrowym. Pozostała część miasta – tereny rolne, dolina Jabłonki oraz obszary otwarte na wschodzie i południu – zachowuje udział przekraczający 80%. Oznacza to, że presja na powierzchnie biologicznie czynne ma w Zambrowie charakter wyraźnie punktowy i koncentruje się na obszarze stanowiącym około jednej dwudziestej powierzchni miasta, skupiającym jednak większość funkcji miejskich i mieszkańców.

3.3 Zdolność retencyjna gruntów i tereny uszczelnione

Zdolność retencyjna i infiltracyjna gruntu zależy przede wszystkim od budowy geologicznej podłoża (rodzaju i przepuszczalności utworów powierzchniowych), głębokości zalegania zwierciadła wód gruntowych oraz ukształtowania terenu. Zambrów położony jest na Wysoczyźnie Wysokomazowieckiej, na obszarze o polodowcowej, morenowej budowie geologicznej. Utwory powierzchniowe tworzą tu mozaikę o zróżnicowanej przepuszczalności, w której można wyróżnić trzy zasadnicze sytuacje.

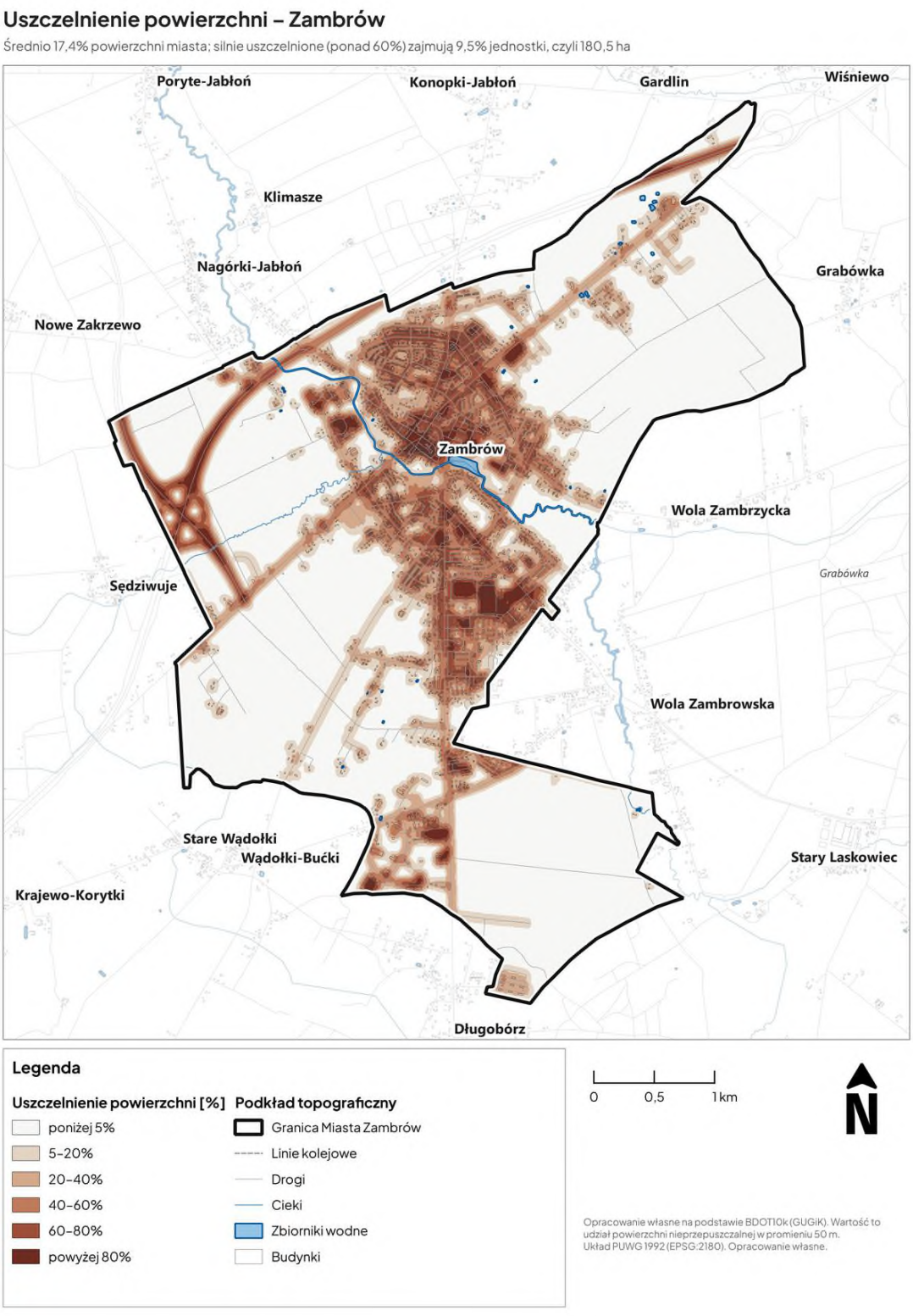
1. **Grunty morenowe wysoczyzny.** Podłoże wysoczyzny budują w znacznej części gliny zwałowe (o niskiej przepuszczalności), lokalnie przewarstwione i przykryte piaskami oraz żwirami wodnolodowcowymi (o przepuszczalności umiarkowanej do wysokiej). W konsekwencji zdolność infiltracyjna jest przestrzennie zmienna: na płatach piaszczysto-żwirowych infiltracja może być efektywna, natomiast na terenach o przewadze glin zwałowych jest ograniczona, a przewagę uzyskuje spływ powierzchniowy.
2. **Dolina rzeki Jabłonki i obniżenia.** W dolinie Jabłonki oraz w lokalnych obniżeniach — historycznie zalewowych i zabagnionych — występują holoceńskie osady dolinne: namuły, mady i torfy o niskiej przepuszczalności i nośności, przy jednoczesnym płytkim zaleganiu wód gruntowych. Obszary te mają ograniczoną pojemność retencyjną gruntu (mała miąższość strefy aeracji dostępnej dla retencji), są podatne na podtopienia i podsiąkanie, a infiltracja jest tu utrudniona lub niewskazana.
3. **Płaskie ukształtowanie terenu.** W przeciwieństwie do miast podgórskich, w Zambrowie spadki są niewielkie — spływ jest wolniejszy, ale też wolniej odprowadzany, co sprzyja zaleganiu wód w obniżeniach.

W praktyce oznacza to, że zdolność retencyjna gruntów Zambrowa jest przestrzennie zróżnicowana i nie może być oceniana jednolicie dla całego miasta. Infiltracja jest możliwa i celowa tam, gdzie w podłożu występują przepuszczalne piaski i żwiry wodnolodowcowe oraz gdzie wody gruntowe zalegają dostatecznie głęboko; jest natomiast ograniczona na terenach o gruntach spoistych oraz w dolinie Jabłonki. Z tego względu dobór rozwiązań infiltracyjnych w poszczególnych lokalizacjach powinien być każdorazowo poprzedzony rozpoznaniem warunków gruntowo-wodnych (współczynnika filtracji i poziomu wód gruntowych) na podstawie dokumentacji geologiczno-inżynierskiej i hydrogeologicznej.

Tereny uszczelnione (o trwałej, nieprzepuszczalnej nawierzchni) to obszary, z których praktycznie cały opad zamienia się w spływ powierzchniowy odprowadzany do systemu kanalizacji deszczowej — w przeciwieństwie do powierzchni biologicznie czynnych, gdzie następuje infiltracja i retencja. Udział i rozkład przestrzenny terenów uszczelnionych decyduje o wielkości i dynamice odpływu z miasta oraz o obciążeniu odbiornika, jakim jest rzeka Jabłonka.

Rozkład przestrzenny uszczelnienia. Tereny uszczelnione koncentrują się w obszarach o najintensywniejszym zainwestowaniu: w zwartej zabudowie centrum, na osiedlach mieszkaniowych (w tym wielorodzinnych), w strefach usługowych, produkcyjnych i składowych (miasto ma rozwiniętą funkcję gospodarczą, m.in. przemysł spożywczy) oraz w gęstym układzie komunikacyjnym (drogi krajowe i obwodnica). Historyczne, silne obciążenie Jabłonki ściekami komunalnymi i przemysłowymi świadczy o znacznym stopniu zurbanizowania i uprzemysłowienia zlewni miejskiej.

Przestrzenny rozkład uszczelnienia przedstawiono na poniższej mapie. Wartość wyznaczono jako udział powierzchni nieprzepuszczalnej w promieniu 50 m, na podstawie Bazy Danych Obiektów Topograficznych (BDOT10k).



Rysunek 3. Uszczelnienie powierzchni w Zambrowie (źródło: opracowanie własne)

Średni stopień uszczelnienia powierzchni w granicach miasta wynosi 17,4%. Tereny silnie uszczelnione, o udziale przekraczającym 60%, zajmują 180,5 ha, czyli 9,5% powierzchni Zambrowa. Ich rozmieszczenie pokrywa się z opisanym wyżej układem zainwestowania:

największe skupisko tworzy zwarta zabudowa centrum wraz z osiedlami wielorodzinnymi w północnej części miasta, drugie – pasmo terenów produkcyjnych i składowych ciągnące się wzdłuż głównej osi komunikacyjnej ku południowi, trzecie – obiekty gospodarcze w rejonie południowej granicy miasta. Uzupełnieniem jest liniowe uszczelnienie towarzyszące drogom krajowym i obwodnicy, czytelne na mapie jako wąskie pasma o udziale 20–40%.

Obie miary opisują to samo zjawisko przy różnych progach: udziałowi powierzchni biologicznie czynnej poniżej 25% odpowiada uszczelnienie przekraczające 75%, a uszczelnieniu powyżej 60% – udział powierzchni biologicznie czynnej poniżej 40%. Wartości te należy zatem odczytywać łącznie: 101 ha stanowi rdzeń obszaru o najwyższym uszczelnieniu, a 180,5 ha – jego szerszą strefę.

Znaczenie uszczelnienia w warunkach Zambrowa. Wzrost powierzchni uszczelnionych zwiększa objętość i szczytowe natężenie spływu, obciążając kanalizację deszczową oraz dolinę Jabłonki. Na płaskim terenie, przy morenowym i miejscami słabo przepuszczalnym podłożu oraz płytkich wodach gruntowych w dolinie, uszczelnienie sprzyja zaleganiu wód i lokalnym podtopieniom. Uszczelnianie cennych infiltracyjnie płatów piaszczysto-żwirowych oznacza dodatkowo utratę naturalnego potencjału retencyjno-infiltracyjnego, a uszczelnianie terenów dolinnych — ograniczenie ich funkcji retencyjnej i przeciwpowodziowej.

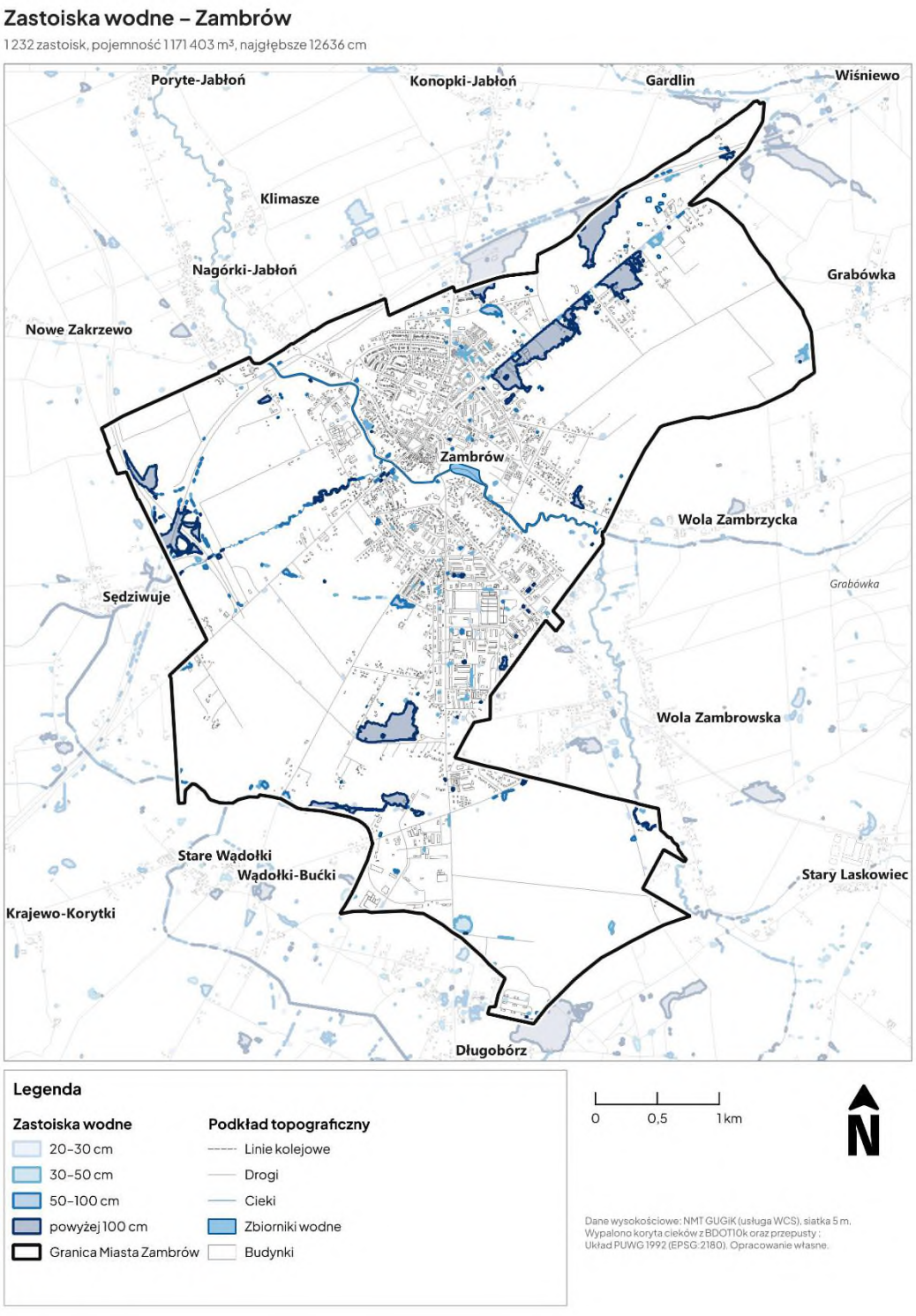
Zdolność retencyjna gruntów i stopień uszczelnienia pozostają w bezpośrednim konflikcie: każde uszczelnienie eliminuje naturalną infiltrację i retencję na danym terenie. Nakładając rozkład uszczelnienia na zróżnicowaną zdolność retencyjną gruntów Zambrowa, można wskazać obszary o różnym bilansie i różnych potrzebach:

- na płatach piaszczysto-żwirowych o dobrej przepuszczalności uszczelnienie jest szczególnie „kosztowne" — likwiduje tereny o realnym potencjale infiltracyjnym; tu ochrona przed uszczelnieniem i stosowanie infiltracji przynoszą największe korzyści;
- na terenach o gruntach spoistych (glinach zwałowych) spływ jest z natury wysoki, a infiltracja ograniczona — priorytetem jest retencja powierzchniowa i opóźnianie odpływu;
- w dolinie Jabłonki i obniżeniach o płytkich wodach i gruntach organicznych uszczelnienie i zabudowa ograniczają i tak niewielką pojemność retencyjną oraz zwiększają ryzyko podtopień; wskazana jest ochrona tych terenów przed zabudową oraz retencja i kontrolowane odprowadzenie, a nie infiltracja.

3.4 Obszary ryzyka podtopień i powodzi

Zgodnie z mapami Hydroportalu ISOK, teren Miasta Zambrów nie jest zagrożony powodziami.

Teren miasta jest jednak zagrożony podtopieniami. Szczególnie problematyczne miejsca przedstawiono na poniższej mapie.



Rysunek 4. Potencjalne zastoiska wodne na terenie Zambrowa (źródło: opracowanie własne)

Dolina Jabłonki jako oś układu. Najbardziej regularny wzór tworzą wąskie, ciągłe pasma zastoisk klasy 50–100 cm i powyżej 100 cm, biegnące wzdłuż Jabłonki i jej dopływów, które przecinają miasto z północnego wschodu na południowy zachód. W obrębie zabudowy pasma te są węższe i przerywane, co odpowiada odcinkom uregulowanym i przepustom, natomiast na terenach otwartych rozszerzają się w zwarte płaty.

Północno-wschodnia część miasta. To największe i najgłębsze skupisko w granicach Zambrowa: wydłużony pas zastoisk powyżej 100 cm ciągnący się równolegle do linii kolejowej, od granicy miasta w rejonie Gardlina w stronę zabudowy. Sąsiaduje bezpośrednio z terenami zabudowanymi, a jego przedłużenie poza granicą miasta tworzy rozległe obniżenia w kierunku Wiśniewa.

Zachodnia granica miasta. W rejonie Sędziwuj, przy węźle drogowym i nasypach, występuje drugie duże skupisko głębokich zastoisk, z którego wąskie pasmo prowadzi na wschód, w stronę zabudowy miejskiej. Układ ten wskazuje, że nasypy drogowe i kolejowe działają jak bariery spiętrzające spływ powierzchniowy, a ich przepustowość zależy od drożności przepustów.

Tkanka miejska. W zwartej zabudowie śródmieścia i na osiedlach zastoiska są bardzo liczne, ale drobne i płytkie, przeważnie w klasach 20–30 i 30–50 cm. Układają się wzdłuż ulic, na parkingach i między budynkami, czyli tam, gdzie uszczelnienie powierzchni ogranicza infiltrację. Pojedyncze głębsze obiekty pojawiają się w południowej części zabudowy oraz w rejonie terenów produkcyjno-usługowych.

Południe i wschód. Na terenach rolnych zastoisk jest mniej i są rozproszone, a większe skupiska leżą już poza granicą miasta.

3.5 Stan istniejącej infrastruktury odwodnieniowej

System odwodnienia Zambrowa ma charakter rozdzielczy: wody opadowe i roztopowe odprowadzane są siecią kanalizacji deszczowej, grawitacyjnie, do rowów, rzeki Jabłonki i jej dopływu Prątnika oraz do zbiorników. Podstawowe parametry systemu przedstawia poniższe zestawienie.

Tabela 1. Podstawowe parametry systemu kanalizacji deszczowej Miasta Zambrów

Parametr	Wartość	Uwagi
Łączna długość zinwentaryzowanej sieci kanalizacji deszczowej	**132,86 km**	sieć zbiorcza, przyłącza, instalacje wewnętrzne i sieci inne
Długość sieci zbiorczej przypisanej do wylotów	**81,18 km**	z wyłączeniem przyłączy, instalacji wewnętrznych i sieci innych
Liczba odcinków ujętych w zestawieniach zlewni	**3 980 (89,02 km)**	mediana długości odcinka 16,9 m, średnia 22,4 m
Powierzchnia wyznaczonych zlewni wylotów	**366,80 ha**	ok. 19% powierzchni miasta (1 902 ha)

Parametr	Wartość	Uwagi
Liczba studzienek kanalizacji deszczowej	**4 445**	w tym 1 252 w pasie jezdni ulic
Liczba wpustów ulicznych	**2 764**	w tym 1 747 w pasie jezdni ulic
Liczba zinwentaryzowanych wylotów	**130**	65 wylotów kanalizacji deszczowej, 63 wyloty inne, 2 nieprzypisane
Liczba zlewni z zestawieniem zbiorczym	**64**	wyznaczono 60 głównych zlewni kanalizacji deszczowej
Zlokalizowane połączenia z kanalizacją sanitarną	**24**	14 sanitarna → deszczowa, 10 deszczowa → sanitarna
Miejsca wytypowane podczas wizji terenowej	**24**	potencjalne nieuprawnione wprowadzanie wód opadowych do sieci

Źródło: opracowanie własne na podstawie inwentaryzacji kanalizacji deszczowej miasta Zambrów (DHI Polska, 2024)

Łączna długość zinwentaryzowanej sieci wynosi 132,86 km i obejmuje sieć zbiorczą, przyłącza, instalacje wewnętrzne oraz sieci inne. Po wyłączeniu przyłączy i instalacji wewnętrznych do wyznaczonych wylotów przypisano 81,18 km sieci zbiorczej, co przy powierzchni miasta wynoszącej 19,02 km^2 daje gęstość około 4,3 km sieci na km^2. Zestawienia zbiorcze opracowane dla 64 zlewni obejmują 3 980 odcinków o łącznej długości 89,02 km, przy medianie długości pojedynczego odcinka wynoszącej 16,9 m. Zlewnie wyznaczonych wylotów obejmują łącznie 366,80 ha, czyli około 19% powierzchni miasta. Oznacza to, że zorganizowanym systemem odwodnienia objęta jest mniej niż jedna piąta obszaru Zambrowa, a na pozostałych terenach wody opadowe odprowadzane są powierzchniowo, rowami lub infiltrują do gruntu.

Na terenie miasta zinwentaryzowano 4 445 studzienek kanalizacji deszczowej oraz 2 764 wpusty uliczne. W pasie jezdni ulic ujętych w zestawieniu znajduje się 1 252 studzienek i 1 747 wpustów, a pozostałe obiekty, odpowiednio 3 193 studzienki i 1 017 wpustów, zlokalizowane są poza pasami drogowymi, przede wszystkim na terenach osiedlowych, parkingach i w obrębie nieruchomości. Na jeden wpust uliczny przypada średnio około 29 m sieci zbiorczej.

Zestawienie obejmuje 95 pozycji: ulice miejskie oraz odcinki dróg krajowych DK63 i S8 przebiegające w granicach administracyjnych miasta. Największą liczbę studzienek odnotowano w pasie jezdni ulic Prymasa Stefana Wyszyńskiego (67), Kazimierza Pułaskiego (62), Osiedle Północne (61) i Papieża Jana Pawła II (57). Najwięcej wpustów ulicznych zinwentaryzowano na odcinku DK63 (103) i S8 (67), a spośród ulic miejskich na Alei Wojska Polskiego (65), ul. Księdza Marcina Krajewskiego (61) oraz ulicach Magazynowej i Ostrowskiej (po 58). Siedem ulic nie ma w pasie jezdni ani jednej studzienki i ani jednego wpustu: Kolejowa, Leśników, Sadowa, Wąska, Wodna oraz ronda im. Książąt Mazowieckich i im. ppłk. Adama Zbijewskiego, a na kolejnych dwóch rondach brakuje wpustów ulicznych. Na tych odcinkach odwodnienie realizowane jest wyłącznie powierzchniowo, co w czasie opadów nawalnych sprzyja powstawaniu lokalnych zastoisk.

Struktura średnic i stan rozpoznania sieci

Rozkład średnic przewodów wskazuje na przewagę małych przekrojów, typowych dla sieci rozbudowywanej etapowo wraz z kolejnymi inwestycjami drogowymi.

Tabela 2. Struktura średnic przewodów kanalizacji deszczowej

Klasa średnicy	Liczba odcinków	Długość [km]	Udział w długości o znanej średnicy	Charakter
do 200 mm	1 500	26,31	31,6%	przyłącza, wpusty, sieci lokalne
201–300 mm	917	21,88	26,3%	kanały uliczne
301–400 mm	673	20,21	24,3%	kanały zbiorcze
401–600 mm	277	9,06	10,9%	kolektory
601–1000 mm	163	5,75	6,9%	kolektory główne
powyżej 1000 mm	4	0,09	0,1%	odcinki wylotowe
brak danych o średnicy	446	5,71	–	wymaga pomiarów geodezyjnych
Razem	**3 980**	**89,02**	**100%**	**–**

Źródło: opracowanie własne na podstawie zestawień zbiorczych dla zlewni kolektorów wylotowych (DHI Polska, 2024)

Przewody o średnicy do 300 mm stanowią blisko 58% długości sieci o znanej średnicy, natomiast na kolektory o średnicy powyżej 400 mm przypada niespełna 18% jej długości. Taka struktura ogranicza zdolność systemu do przyjmowania opadów o dużym natężeniu i sprzyja przeciążeniom kanałów w dolnych partiach zlewni, gdzie spływ z rozległych powierzchni uszczelnionych koncentruje się w przewodach o niewielkich przekrojach.

Istotnym ograniczeniem jest stan rozpoznania sieci. Dla 446 odcinków o łącznej długości 5,71 km, czyli dla 11,2% wszystkich odcinków, nie ustalono średnicy, a część danych uzupełniono metodą interpolacji. Wykonawca inwentaryzacji wskazał, że po uzupełnieniu brakujących danych atrybutowych, na przykład w drodze pomiarów geodezyjnych, konieczna będzie aktualizacja zasięgu zlewni wylotów oraz długości sieci przypisanej do poszczególnych wylotów. Braki te uniemożliwiają obecnie wiarygodne modelowanie hydrauliczne systemu, a tym samym precyzyjne wskazanie miejsc przeciążeń sieci.

Wyloty i odbiorniki wód opadowych

Odbiornikiem 86 wylotów są rowy, 28 wylotów odprowadza wody bezpośrednio do Jabłonki, 11 do zbiorników, 3 do Prątnika, a 2 wyloty kończą się w sieci kanalizacji sanitarnej. Głównym odbiornikiem wód opadowych i roztopowych z terenu miasta pozostaje rzeka Jabłonka. Dwa wyloty zlokalizowane są poza granicami administracyjnymi Zambrowa, w obrębach Sędziwuje i Wola Zambrzycka w gminie wiejskiej Zambrów, co oznacza, że skutki odprowadzania wód opadowych wykraczają poza teren miasta i wymagają współpracy z gminą sąsiednią.

System cechuje wyraźna koncentracja: kilka największych zlewni przejmuje przeważającą część spływu z terenów zurbanizowanych.

Osiem największych zlewni obejmuje 53,12 km sieci zbiorczej, czyli 65% jej długości, oraz 265,46 ha, czyli 72% powierzchni wszystkich zlewni. Największa z nich, zlewnia wylotu W45, liczy 1 198 studni i skupia 16,93 km sieci odwadniającej 71,93 ha, a wraz z przyłączami ujęto w niej 1 234 odcinki i 436 wpustów ulicznych. Druga pod względem wielkości zlewnia wylotu W39 odprowadza wody z 53,66 ha do Jabłonki poza granicami miasta. Awaria, przeciążenie lub niedrożność kolektorów w tych dwóch zlewniach skutkuje podtopieniami na znacznym obszarze, obejmującym centrum miasta oraz tereny osiedlowe i przemysłowe.

Ocena stanu infrastruktury odwodnieniowej i wnioski dla adaptacji

Zebrane dane pozwalają sformułować następującą ocenę stanu systemu odwodnienia miasta:

- Zasięg systemu jest ograniczony. Zorganizowanym odwodnieniem objęte jest około 19% powierzchni miasta, a na pozostałym obszarze wody opadowe odprowadzane są powierzchniowo lub rowami, co przy wzroście częstotliwości opadów nawalnych zwiększa ryzyko podtopień poza obszarem obsługiwanym przez sieć.
- Przepustowość sieci jest ograniczona strukturą średnic. Blisko 58% długości sieci o znanej średnicy stanowią przewody do 300 mm, a udział kolektorów powyżej 400 mm nie przekracza 18%, co sprzyja przeciążeniom w dolnych partiach zlewni.
- System jest silnie skoncentrowany. Osiem zlewni przejmuje 65% długości sieci i 72% powierzchni odwadnianej, a same zlewnie W45 i W39 obejmują centrum miasta oraz tereny osiedlowe i przemysłowe, przez co stanowią miejsca o najwyższym ryzyku wystąpienia podtopień o dużym zasięgu.
- Powiązania z kanalizacją sanitarną stanowią problem eksploatacyjny i środowiskowy. Zlokalizowano 24 takie połączenia, z których część obsługuje tereny obiektów publicznych, a dwa wyloty sieci deszczowej kończą się w kanalizacji sanitarnej, co w czasie opadów nawalnych obciąża system sanitarny i oczyszczalnię.

Stan infrastruktury odwodnieniowej bezpośrednio przekłada się na podatność miasta na skutki zmian klimatu. Ograniczona przepustowość sieci i niewielki zasięg zorganizowanego odwodnienia są jedną z przyczyn powstawania zastoisk wodnych w obniżeniach terenu i na powierzchniach uszczelnionych, a więc zjawiska decydującego o poziomie ryzyka związanego z deszczami nawalnymi. Jednocześnie system w obecnym kształcie jest nastawiony wyłącznie na szybkie odprowadzenie wody poza teren miasta, co w warunkach nasilającej się suszy oznacza utratę zasobu, który mógłby zasilać zieleń miejską i wody gruntowe.

4. Główne zagrożenia

Przedstawiona diagnoza pozwala wskazać zagrożenia, które w warunkach Zambrowa decydują o sposobie gospodarowania wodami opadowymi i roztopowymi. Wynikają one z nakładania się trzech grup uwarunkowań. Pierwszą stanowią uwarunkowania klimatyczne: koncentracja opadów w krótszych i intensywniejszych zdarzeniach, wydłużające się okresy bezopadowe oraz wzrost temperatury i parowania. Drugą tworzą uwarunkowania przyrodnicze i przestrzenne: płaski, dolinny charakter terenu, morenowe podłoże o zmiennej przepuszczalności, płytkie zaleganie wód gruntowych w dolinie oraz postępujące uszczelnianie powierzchni. Trzecia grupa ma charakter techniczny i organizacyjny i obejmuje ograniczony zasięg oraz przepustowość systemu odwodnienia, jego powiązania z kanalizacją sanitarną, a także braki w rozpoznaniu sieci.

Z1. Przeciążenie systemu odwodnienia podczas opadów nawalnych. Analizy klimatyczne wskazują na utrzymującą się lub rosnącą sumę opadu przy malejącej liczbie dni z opadem, co oznacza koncentrację opadów w krótszych i intensywniejszych zdarzeniach. Jednocześnie struktura istniejącej sieci ogranicza jej zdolność do przyjmowania takich opadów: przewody o średnicy do 300 mm stanowią blisko 58% długości sieci o znanej średnicy, a kolektory powyżej 400 mm niespełna 18%. Spływ z rozległych powierzchni uszczelnionych koncentruje się zatem w przewodach o niewielkich przekrojach, przede wszystkim w dolnych partiach największych zlewni. Szczególne znaczenie mają zlewnie wylotów W45 i W39, obejmujące centrum miasta oraz tereny osiedlowe i przemysłowe, gdzie przeciążenie kolektorów skutkuje podtopieniami o dużym zasięgu. Skutkami są wypływy z wpustów i studzienek, zalewanie ulic, posesji i kondygnacji podziemnych, utrudnienia w ruchu oraz straty w mieniu.

Z2. Podtopienia i zaleganie wód w obniżeniach terenu. Teren miasta nie jest zagrożony powodzią rzeczną, jednak analiza numerycznego modelu terenu wykazała rozległe predyspozycje do powstawania zastoisk wodnych. Najgłębsze i najbardziej rozległe z nich układają się wzdłuż doliny Jabłonki i jej dopływów oraz w północno-wschodniej części miasta, a w zwartej zabudowie śródmieścia i na osiedlach zastoiska są liczne, choć płytkie. Zjawisku sprzyjają niewielkie spadki terenu, przewaga gruntów spoistych na części wysoczyzny oraz płytkie zaleganie wód gruntowych i grunty organiczne w dolinie, ograniczające infiltrację. Skutkiem jest długotrwałe utrzymywanie się wody na powierzchni, podsiąkanie w obrębie zabudowy, ograniczenie użytkowania terenów oraz straty w zieleni, na obszarach rolniczych także w uprawach.

Z3. Bariery liniowe oraz ograniczona drożność rowów i przepustów. Układ zastoisk wskazuje, że nasypy dróg krajowych oraz linii kolejowej działają jak bariery spiętrzające spływ powierzchniowy, a zasięg podtopień w ich sąsiedztwie zależy przede wszystkim od drożności przepustów. Znaczenie rowów jest przy tym większe niż wynikałoby to z ich rangi technicznej,

ponieważ stanowią one odbiornik 86 spośród 130 zinwentaryzowanych wylotów. Ich zamulenie, zarośnięcie lub przerwanie ciągłości bezpośrednio przekłada się na wzrost ryzyka podtopień. Dodatkowym czynnikiem jest brak odwodnienia wgłębnego na części ulic, na których wody opadowe odprowadzane są wyłącznie powierzchniowo.

Z4. Postępujące uszczelnianie i utrata powierzchni biologicznie czynnych. Każdy ubytek powierzchni biologicznie czynnej oznacza wzrost współczynnika spływu, zmniejszenie retencji i infiltracji oraz zwiększone obciążenie kanalizacji deszczowej i doliny Jabłonki. Presja ta koncentruje się w intensywnie zabudowanym centrum oraz na terenach przekształcanych pod zabudowę i funkcje gospodarcze. Szczególnie niekorzystne jest uszczelnianie płatów piaszczysto-żwirowych o dobrej przepuszczalności, ponieważ likwiduje tereny o realnym potencjale infiltracyjnym, oraz uszczelnianie terenów dolinnych i nadbrzeżnych, ograniczające ich funkcję retencyjną. Zagrożenie to ma charakter narastający i nieodwracalny w skali pojedynczej inwestycji, a jego skutki kumulują się w całej zlewni miejskiej.

Z5. Susza miejska i utrata wód opadowych jako zasobu. Wydłużające się okresy bezopadowe w połączeniu ze wzrostem temperatury i parowania pogłębiają deficyt wody, obniżają wilgotność gleb i poziom wód gruntowych oraz zwiększają obciążenie zieleni miejskiej. Regionalne dane hydrologiczne potwierdzają naprzemienne występowanie lat mokrych i wyraźnie suchych, przy czym rok 2020 przyniósł najniższe przepływy w całym analizowanym wieloleciu. Zagrożenie pogłębia sam sposób funkcjonowania systemu odwodnienia, nastawionego wyłącznie na szybkie odprowadzenie wody poza teren miasta. Woda, która mogłaby zasilać zieleń i retencję gruntową, jest tracona dla lokalnego obiegu, co przekłada się na pogorszenie kondycji zieleni, wzrost kosztów jej utrzymania i nasilenie zjawiska miejskiej wyspy ciepła.

Z6. Pogorszenie jakości wód odbiornika. Wody opadowe spływające z dróg, parkingów, terenów usługowych i produkcyjnych niosą zawiesiny, substancje ropopochodne, metale ciężkie oraz biogeny. Trafiają one do odbiorników za pośrednictwem 130 wylotów, z których 28 odprowadza wody bezpośrednio do Jabłonki, 3 do Prątnika, 11 do zbiorników, a 86 do rowów. Inwentaryzacja nie wykazała urządzeń podczyszczających wody opadowe przed wylotami. Znaczenie tego zagrożenia wzmacnia historia Jabłonki, która do lat 80. XX w. była silnie obciążona ściekami komunalnymi i przemysłowymi, oraz jej rola w ciągu hydrograficznym Jabłonka – Gać – Narew – Wisła. Skutkami są pogorszenie stanu wód powierzchniowych, zamulanie i eutrofizacja Zalewu Miejskiego oraz ryzyko nieosiągnięcia celów środowiskowych.

5. Kierunki działań i rekomendowane rozwiązania

Kierunki działań w zakresie gospodarowania wodami opadowymi i roztopowymi w Zambrowie stanowią odpowiedź na zagrożenia opisane w rozdziale 4. Ich wspólnym mianownikiem jest odejście od modelu polegającego na możliwie szybkim odprowadzeniu wody poza teren miasta na rzecz modelu opartego na zatrzymywaniu, oczyszczaniu, rozsączaniu i ponownym wykorzystywaniu wód opadowych możliwie blisko miejsca ich powstawania. Rekomendowane rozwiązania łączą działania techniczne, przyrodnicze, planistyczne i organizacyjne, ponieważ żadna z tych grup nie jest wystarczająca samodzielnie.

5.1 Propozycje działań pilotażowych

Tabela 3. Działania pilotażowe

Nr	Nazwa zadania	Zakres działań
1	Przebudowa kanalizacji deszczowej w ul. Żeromskiego wraz z wylotem do Jabłonki	Zwiększenie przepustowości kolektora, przebudowa wylotu, montaż urządzenia podczyszczającego, uporządkowanie przyległego odcinka rowu i strefy buforowej zieleni.
2	Program podczyszczania wód opadowych na wylotach	Inwentaryzacja stanu wylotów, wskazanie wylotów wymagających podczyszczania w pierwszej kolejności (wyloty największych zlewni odprowadzające wody do Jabłonki i do Zalewu Miejskiego), dobór i montaż osadników i separatorów, harmonogram czyszczenia i wywozu osadów.
3	Rozszczelnienie i zazielenienie przestrzeni publicznych śródmieścia	Realizacja rewitalizacji parku i skweru przy Placu Sikorskiego zwiększającej powierzchnię przepuszczalną, ogrody deszczowe i niecki chłonne przy ciągach pieszych, nawierzchnie przepuszczalne na parkingach, zielone wiaty przystankowe, nawadnianie zieleni wodą opadową.
4	Retencja na osiedlach i przy obiektach komunalnych	Rozszczelnianie parkingów i dojazdów (nawierzchnie ażurowe), ogrody deszczowe i rabaty retencyjne przy budynkach komunalnych, szkołach i przedszkolach, zbiorniki na wodę deszczową, powiązanie z planowanymi remontami i termomodernizacjami budynków; współpraca ze wspólnotami mieszkaniowymi i zarządcą zasobu komunalnego.
5	Zbiornik retencyjny na Jabłonce i zagospodarowanie doliny	Realizacja planowanego zbiornika wodnego we współpracy z Wodami Polskimi, odtworzenie i wzmocnienie stref buforowych zieleni wzdłuż rzeki i wokół Zalewu Miejskiego, ochrona terenów dolinnych przed zabudową i uszczelnieniem.

Nr	Nazwa zadania	Zakres działań
6	Program utrzymania i udrożnienia rowów oraz przepustów	Inwentaryzacja stanu rowów, odmulanie, oczyszczanie wlotów i wylotów, selektywne koszenie, harmonogram cyklicznego utrzymania, weryfikacja przepustowości przepustów pod nasypami dróg krajowych i linii kolejowej, w pierwszej kolejności w rejonie zachodniej i północno-wschodniej granicy miasta.
8	Program małej retencji przydomowej oraz edukacja i partycypacja	Dopłaty i doradztwo dla mieszkańców w zakresie zbiorników na deszczówkę, ogrodów deszczowych, rozszczelniania posesji i nawierzchni przepuszczalnych, kampanie informacyjne, warsztaty w szkołach i przedszkolach, poradnik dla wspólnot i właścicieli nieruchomości.

źródło: opracowanie własne

Spis rysunków

Rysunek 1. Ukształtowanie terenu Zambrowa (źródło: opracowanie własne)....9
Rysunek 2. Udział powierzchni biologicznie czynnej w Zambrowie (źródło: opracowanie własne) 13
Rysunek 3. Uszczelnienie powierzchni w Zambrowie (źródło: opracowanie własne) 16
Rysunek 4. Potencjalne zastoiska wodne na terenie Zambrowa (źródło: opracowanie własne) ..18

Spis tabel

Tabela 1. Podstawowe parametry systemu kanalizacji deszczowej Miasta Zambrów 19
Tabela 2. Struktura średnic przewodów kanalizacji deszczowej 21
Tabela 3. Działania pilotażowe 25