

Miejski Plan Adaptacji do zmian klimatu dla Miasta

Sokółka

Załącznik 4. Koncepcja zagospodarowania wód opadowych



Warszawa 2026



Fundusze Europejskie
na Infrastrukturę,
Klimat, Środowisko



Rzeczpospolita
Polska

Dofinansowane przez
Unię Europejską



NARODOWY FUNDUSZ
OCHRONY ŚRODOWISKA
I GOSPODARKI WODNEJ



SPIS TREŚCI

1. WPROWADZENIE	3
1.1. Cel opracowania i jego znaczenie w adaptacji do zmiany klimatu.....	3
1.2. Rola gospodarowania wodami opadowymi w adaptacji miasta	4
2. MIEJSKI SYSTEM OBIEGU WÓD OPADOWYCH	4
2.1. Położenie, ukształtowanie terenu i hydrografia.....	5
2.2. Kanał Sokółka i system rowów	8
2.3. Struktura zagospodarowania terenu i stopień uszczelnienia powierzchni	9
2.4. Powiązania systemu odwodnienia z zielenią miejską i terenami otwartymi	13
2.5. Wyzwania związane z deficytem wody i okresowymi suszami	14
3. PROBLEMY, DEFICYTY, RYZYKA ZWIĄZANE Z WODAMI OPADOWYMI	15
3.1. Intensywne opady, podtopienia i przeciążenia systemów odwodnienia.....	15
3.2. Deficyt retencji i szybki odpływ wód opadowych	27
3.3. Skutki suszy i okresowych niedoborów wody	28
3.4. Presja urbanistyczna i fragmentacja systemu retencyjnego	29
4. WPISANIE KONCEPCJI W RAMY MIEJSKIEGO PLANU ADAPTACJI	30
4.1. Powiązanie z wizją, celem głównym i celami szczegółowymi MPA.....	30
4.2. Komplementarność z działaniami adaptacyjnymi MPA w zakresie gospodarki wodnej.....	32
4.3. Spójność z Koncepcją zazieleniania miasta	34
5. KIERUNKI DZIAŁAŃ I REKOMENDOWANE ROZWIĄZANIA.....	35
5.1. Zasady zrównoważonego gospodarowania wodami opadowymi.....	36
5.2. Retencja rozproszona jako podstawowy model zagospodarowania wód	37
5.3. Rozwiązania oparte na przyrodzie (NBS) w warunkach miasta	38
5.4. Integracja systemów technicznych z błękitno-zieloną infrastrukturą.....	39
6. OBSZARY INTERWENCJI I PROPONOWANE LOKALIZACJE DZIAŁAŃ.....	40
7. WDRAŻANIE, ZARZĄDZANIE I MONITORING	48
7.1. Model organizacyjny i odpowiedzialność za gospodarkę wodami opadowymi.....	48
7.2. Monitoring, ewaluacja i aktualizacja koncepcji.....	49
7.3. Udział mieszkańców i współpraca lokalna	50
7.4. Wskaźniki realizacji i monitoring postępu	51
8. MOŻLIWOŚCI FINANSOWANIA I WDRAŻANIA PROJEKTÓW	52
9. REKOMENDACJE TECHNICZNE I FUNKCJONALNE	52
9.1. Zalecenia projektowe dla rozwiązań retencyjnych i infiltracyjnych.....	53
9.2. Powiązanie rozwiązań wodnych z zielenią miejską.....	54
9.3. Utrzymanie, trwałość i odporność systemów retencji	55
10. SPIS TABEL	57
11. SPIS RYSUNKÓW	57



1. WPROWADZENIE

1.1. Cel opracowania i jego znaczenie w adaptacji do zmiany klimatu

Celem niniejszego dokumentu jest opracowanie **Koncepcji zagospodarowania wód opadowych** jako załącznika tematycznego do Miejskiego Planu Adaptacji do zmian klimatu (MPA). Dokument stanowi rozwinięcie i uszczegółowienie zapisów MPA w zakresie **gospodarowania wodami opadowymi i roztopowymi**, ze szczególnym uwzględnieniem rozwiązań opartych na przyrodzie (NBS) oraz integracji systemów wodnych z zielenią miejską.

Koncepcja ma na celu wsparcie Sokółki w **systemowym, zintegrowanym i długofalowym podejściu do obiegu wód opadowych**, odpowiadającym na wyzwania związane ze zmianą klimatu, w tym nasilające się opady nawalne, lokalne podtopienia oraz okresowe deficyty wody. Dokument porządkuje zagadnienia związane z retencją, infiltracją i spowalnianiem odpływu wód opadowych w granicach administracyjnych miasta, uwzględniając jego uwarunkowania przestrzenne, hydrologiczne i funkcjonalne.

Znaczenie Koncepcji zagospodarowania wód opadowych w procesie adaptacji Sokółki do zmiany klimatu obejmuje w szczególności:

- **wzmocnienie odporności miasta na ekstremalne zjawiska pogodowe**, w tym intensywne opady i susze, poprzez rozwój rozproszonej retencji i ograniczanie szybkiego odpływu wód opadowych;
- **zmniejszenie ryzyka lokalnych podtopień i przeciążeń systemów odwodnienia**, zwłaszcza na terenach zurbanizowanych i o wysokim stopniu uszczelnienia;
- **zwiększenie efektywności wykorzystania wód opadowych jako zasobu**, wspierającego zieleni miejską, poprawę mikroklimatu oraz funkcjonowanie ekosystemów miejskich;
- **integrację infrastruktury technicznej z błękitno-zieloną infrastrukturą**, w tym z systemem rowów melioracyjnych i Kanałem Sokółka;
- **operacjonalizację celów i działań adaptacyjnych MPA** w odniesieniu do gospodarki wodami opadowymi;
- **stworzenie ram dla planowania i realizacji inwestycji**, w tym projektów finansowanych ze środków zewnętrznych oraz działań prowadzonych etapowo.

Koncepcja pełni funkcję **dokumentu strategiczno-operacyjnego** – z jednej strony osadzonego w zapisach MPA Sokółka, z drugiej dostarczającego praktycznych wytycznych dla planowania przestrzennego, projektowania i utrzymania rozwiązań retencyjnych. Dokument nie zastępuje obowiązujących aktów planistycznych ani dokumentacji technicznej, lecz stanowi narzędzie wspierające podejmowanie decyzji inwestycyjnych i przestrzennych w sposób spójny z lokalną polityką adaptacji do zmiany klimatu.

W warunkach Sokółki – miasta o istotnym udziale kanalizacji deszczowej, rowów melioracyjnych i Kanału Sokółka oraz planowanego zbiornika retencyjnego, zagospodarowanie wód opadowych stanowi **kluczowy element adaptacji klimatycznej**, bezpośrednio powiązany z jakością przestrzeni publicznych, funkcjonowaniem zieleni miejskiej oraz bezpieczeństwem mieszkańców.



1.2. Rola gospodarowania wodami opadowymi w adaptacji miasta

Gospodarowanie wodami opadowymi stanowi jeden z **kluczowych obszarów adaptacji miast do zmian klimatu**, szczególnie w warunkach nasilających się ekstremalnych zjawisk pogodowych. W miastach takich jak Sokółka, gdzie struktura zabudowy oraz system odwodnienia opierają się w dużej mierze na infrastrukturze technicznej (kanalizacji deszczowej), właściwe zarządzanie wodami opadowymi decyduje o bezpieczeństwie, funkcjonowaniu przestrzeni publicznych oraz jakości środowiska.

Zmiana klimatu prowadzi jednocześnie do **wzrostu intensywności opadów nawałnych** oraz **wydłużania się okresów bezopadowych**, co wymaga odejścia od tradycyjnego modelu szybkiego odprowadzania wód na rzecz podejścia opartego na ich zatrzymywaniu, infiltracji i ponownym wykorzystaniu w miejscu opadu.

Rola gospodarowania wodami opadowymi w procesie adaptacji Sokółki obejmuje w szczególności:

- **ograniczanie skutków intensywnych opadów**, w tym lokalnych podtopień i przeciążeń systemów odwodnienia, poprzez rozwój retencji rozproszonej;
- **przeciwdziałanie skutkom suszy i deficytom wody**, dzięki zatrzymywaniu wód opadowych w glebie i ich wykorzystaniu do zasilania zieleni miejskiej;
- **wspieranie funkcjonowania zieleni miejskiej i błękitno-zielonej infrastruktury**, poprawiającej mikroklimat i komfort termiczny;
- **zwiększanie odporności przestrzeni publicznych** na ekstremalne warunki pogodowe, w tym fale upałów;
- **ochronę zasobów wodnych i poprawę jakości wód**, poprzez ograniczenie spływu zanieczyszczeń z powierzchni uszczelnionych;
- **integrację systemów wodnych z planowaniem przestrzennym**, inwestycjami miejskimi i działaniami adaptacyjnymi;
- **wzmacnianie świadomości mieszkańców** w zakresie postrzegania wody opadowej jako zasobu, a nie problemu.

W warunkach Sokółki szczególne znaczenie ma **włączenie Kanału Sokółka oraz systemu rowów w miejski system adaptacji**, poprzez nadanie im dodatkowych funkcji retencyjnych, przyrodniczych i krajobrazowych. Takie podejście pozwala na wykorzystanie istniejącej infrastruktury jako elementu błękitno-zielonej infrastruktury, bez konieczności jej całkowitej przebudowy.

Skuteczne gospodarowanie wodami opadowymi stanowi zatem **fundament adaptacji miasta do zmiany klimatu**, łącząc bezpieczeństwo hydrologiczne, ochronę środowiska oraz jakość życia mieszkańców w spójny system działań.

2. MIEJSKI SYSTEM OBIEGU WÓD OPADOWYCH

Skuteczny Miejski system obiegu wód opadowych w Sokółce kształtowany jest przez **uwarunkowania naturalne, strukturę zagospodarowania terenu oraz istniejącą infrastrukturę techniczną**. Sposób, w jaki wody opadowe są zatrzymywane, odprowadzane lub wykorzystywane w przestrzeni miasta, ma bezpośredni wpływ na bezpieczeństwo hydrologiczne, funkcjonowanie zieleni miejskiej oraz jakość życia



mieszkańców.

W warunkach zmiany klimatu tradycyjny model gospodarowania wodami opadowymi – oparty głównie na szybkim odprowadzaniu wody poza obszar zurbanizowany – okazuje się **niewystarczający i nieefektywny**. Nasilające się opady nawalne prowadzą do przeciążeń systemów odwodnienia i lokalnych podtopień, natomiast wydłużające się okresy bezopadowe skutkują deficytem wody, przesuszeniem gleb oraz pogorszeniem warunków siedliskowych zieleni.

System obiegu wód opadowych w Sokółce obejmuje zarówno **elementy infrastruktury technicznej**, takie jak kanalizacja deszczowa, Kanał Sokółka i sieć rowów, jak i **elementy przyrodnicze i półnaturalne**, w tym tereny zieleni, gleby i obszary biologicznie czynne. Funkcjonowanie tych komponentów jest ze sobą ściśle powiązane i wymaga podejścia zintegrowanego, uwzględniającego zarówno aspekty hydrologiczne, jak i przestrzenne oraz środowiskowe.

Przedstawiona diagnoza stanowi podstawę do sformułowania **kierunków działań i rekomendowanych rozwiązań** w dalszej części dokumentu, umożliwiających przekształcanie istniejącego systemu w **zintegrowany i odporny na zmiany klimatu system gospodarowania wodami opadowymi**, spójny z Koncepcją zazieleniania miasta.

2.1. Położenie, ukształtowanie terenu i hydrografia

Sokółka położona jest w północno-wschodniej części województwa podlaskiego, w obszarze o **nizinno-falistym ukształtowaniu terenu**, typowym dla regionów polodowcowych. Warunki fizycznogeograficzne miasta w istotny sposób determinują sposób spływu, retencji i infiltracji wód opadowych, a tym samym funkcjonowanie miejskiego systemu obiegu wód.

Kluczowe uwarunkowania przestrzenno-hydrograficzne Sokółki obejmują:

- **umiarkowanie zróżnicowaną rzeźbę terenu**, z niewielkimi deniwelacjami sprzyjającymi powstawaniu lokalnych zlewni opadowych;
- **brak naturalnej rzeki miejskiej**, co odróżnia Sokółkę od wielu miast o podobnej skali i wpływa na charakter systemu odprowadzania wód;
- **funkcjonowanie Kanału Sokółka, kanalizacji deszczowej oraz sieci rowów** jako podstawowych elementów gospodarki wodnej miasta;
- obecność terenów otwartych i rolnych w bezpośrednim sąsiedztwie obszarów zurbanizowanych, wpływających na bilans wodny miasta i kanał deszczowy w ul. Kolejowej.

Ukształtowanie terenu Sokółki powoduje, że wody opadowe spływają głównie w sposób **rozproszony**, kierując się do lokalnych obniżen terenu oraz systemu kanałów i rowów. W warunkach intensywnych opadów prowadzi to do **szybkiego odpływu powierzchniowego**, szczególnie na terenach o wysokim stopniu uszczelnienia, co zwiększa ryzyko lokalnych zastoisk wody i podtopień.

Hydrografia miasta oparta jest przede wszystkim na:

- **Kanale Sokółka**, pełniącym funkcję odprowadzania wód opadowych i roztopowych;
- **rowach** obsługujących zarówno tereny zurbanizowane, jak i obszary przyległe o charakterze

Załącznik 4

Koncepcja zagospodarowania wód opadowych

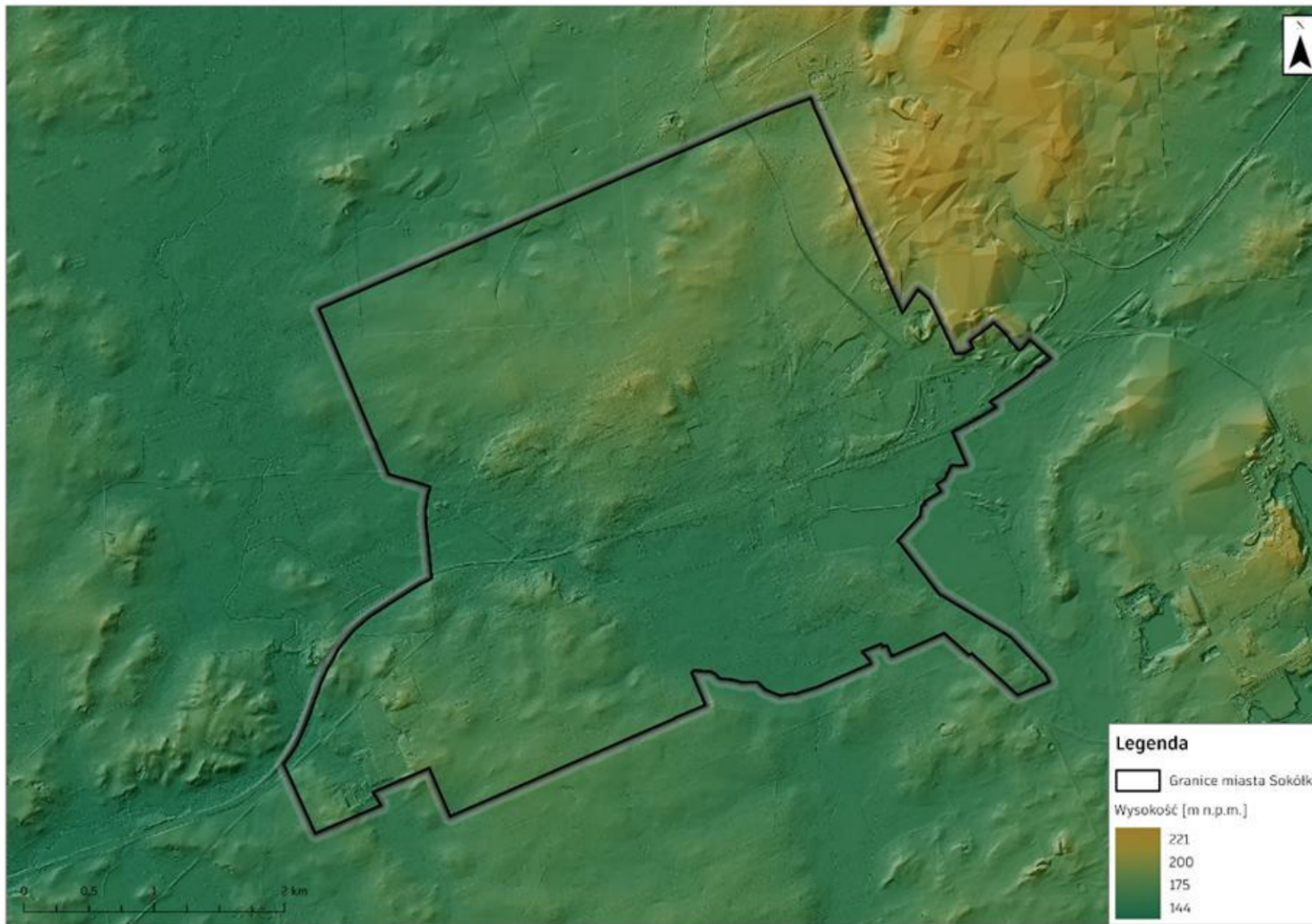


- rolnym i otwartym;
- fragmentach terenów zieleni i gleb o zachowanej zdolności infiltracyjnej, które lokalnie wspierają naturalne procesy wsiąkania wód.

Specyfika hydrograficzna Sokółki powoduje, że **kluczowe znaczenie dla adaptacji miasta do zmiany klimatu ma zatrzymywanie wód opadowych możliwie blisko miejsca ich wystąpienia**, poprzez rozwój retencji rozproszonej, infiltracji oraz integrację systemów odwodnienia z zielenią miejską. W tym kontekście Kanał Sokółka i rowy, stanowią nie tylko element infrastruktury technicznej, lecz także **potencjalny kręgosłup błękitno-zielonej infrastruktury miasta**.

Rozpoznanie położenia, ukształtowania terenu i hydrografii Sokółki stanowi punkt wyjścia do dalszej analizy funkcjonowania systemu obiegu wód opadowych oraz identyfikacji obszarów wymagających interwencji adaptacyjnych.

PROJEKT



Rysunek 1 Ukształtowanie terenu Sokółki (źródło: opracowanie własne, NMT GUGIK)



2.2. Kanał Sokółka i system rowów

Kanał Sokółka, rozbudowana sieć rowów melioracyjnych oraz istniejący system kanalizacji deszczowej stanowią **podstawowy element systemu gospodarowania wodami opadowymi i roztopowymi w mieście**. Infrastruktura ta została ukształtowana głównie w celu odwadniania terenów zurbanizowanych i przyległych obszarów otwartych, jednak w warunkach zmiany klimatu jej rola wymaga redefinicji i poszerzenia o funkcje adaptacyjne.

Do kluczowych cech systemu gospodarowania wodami opadowymi i roztopowymi w mieście należą:

- **techniczny charakter infrastruktury**, ukierunkowany na szybkie odprowadzanie wód poza obszar miasta;
- **rozproszone rozmieszczenie rowów**, obsługujących zarówno zabudowę mieszkaniową, tereny usługowe, jak i obszary o charakterze rolnym;
- **bezpośrednie powiązanie z lokalnymi zlewniami opadowymi**, które w warunkach intensywnych opadów generują znaczne ilości spływu powierzchniowego w krótkim czasie;
- ograniczona integracja z zielenią miejską i przestrzeniami publicznymi.

W obecnym stanie system ten pełni przede wszystkim funkcję **odwadniającą**, co w warunkach nasilających się opadów nawalnych prowadzi do szybkiego przekazywania wód opadowych dalej w systemie, bez ich zatrzymywania i wykorzystania w granicach miasta. Jednocześnie w okresach bezopadowych i suszy obserwowany jest **deficyt wody w glebie**, co negatywnie wpływa na kondycję zieleni miejskiej i obniża zdolność miasta do adaptacji klimatycznej.

Kanał Sokółka i rowy melioracyjne posiadają jednak istotny potencjał do pełnienia dodatkowych funkcji, w szczególności:

- **retencyjnych** – poprzez spowalnianie odpływu, lokalne poszerzenia koryt, rozlewiska i strefy zalewowe;
- **przyrodniczych** – jako siedliska roślinności wilgociolubnej i elementy lokalnych korytarzy ekologicznych;
- **krajobrazowych i porządkujących przestrzeń**, zwłaszcza na styku terenów zurbanizowanych i otwartych;
- **edukacyjnych**, jako czytelne przykłady obiegu wody w mieście i działań adaptacyjnych.

W kontekście adaptacji Sokółki do zmian klimatu kluczowe znaczenie ma **stopniowe przekształcanie wybranych odcinków kanału i rowów z elementów stricte technicznych w elementy błękitno-zielonej infrastruktury**, bez utraty ich podstawowej funkcji odwadniającej. Takie podejście pozwala na zwiększenie lokalnej retencji, poprawę mikroklimatu oraz ograniczenie ryzyka podtopień, przy jednoczesnym racjonalnym wykorzystaniu istniejącej infrastruktury.

Kanał Sokółka i system rowów melioracyjnych oraz istniejąca kanalizacja deszczowa i planowany do realizacji zbiornik retencyjny powinny być traktowane jako **kregośłup miejskiego systemu obiegu wód opadowych**, który – po odpowiednim uzupełnieniu o zielen, rozwiązania infiltracyjne i strefy buforowe – może skutecznie wspierać realizację celów adaptacyjnych Miejskiego Planu Adaptacji oraz pozostawać w pełnej spójności z Koncepcją zazieleniania miasta (Załącznik 5).



2.3. Struktura zagospodarowania terenu i stopień uszczelnienia powierzchni

Struktura zagospodarowania terenu Sokółki w istotny sposób wpływa na sposób obiegu wód opadowych, determinując zarówno tempo odpływu powierzchniowego, jak i możliwości infiltracji oraz retencji w granicach miasta. Zróżnicowanie funkcjonalne i przestrzenne miasta powoduje, że stopień uszczelnienia powierzchni jest **nierównomierny**, a jego skutki są szczególnie widoczne w obszarach intensywnie zurbanizowanych.

Do kluczowych cech struktury zagospodarowania terenu Sokółki należą:

- **koncentracja zabudowy mieszkaniowej i usługowej** w centralnej części miasta oraz w wybranych osiedlach o zwartej strukturze;
- obecność **terenów komunikacyjnych i infrastrukturalnych**, w tym dróg, parkingów i placów, o wysokim udziale nawierzchni nieprzepuszczalnych;
- występowanie **terenów o luźniejszej zabudowie oraz obszarów otwartych** w strefach peryferyjnych, sprzyjających infiltracji wód opadowych;
- zróżnicowany udział zieleni towarzyszącej zabudowie, często o ograniczonej zdolności retencyjnej.

Wysoki stopień uszczelnienia powierzchni na obszarach zurbanizowanych skutkuje:

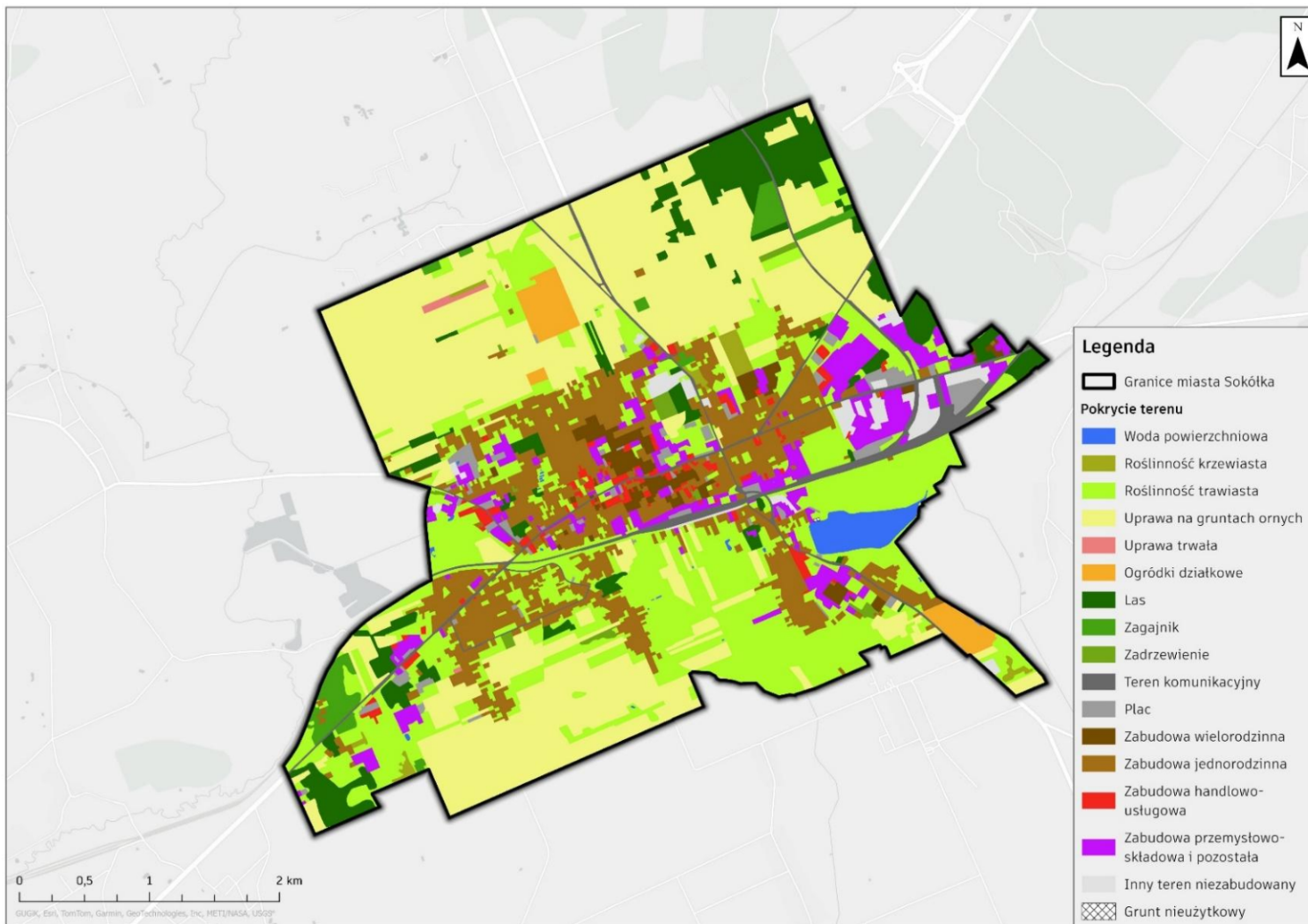
- **przyspieszonym odpływem wód opadowych** do kanalizacji deszczowej, Kanału Sokółka i rowów;
- zwiększonym ryzykiem **lokalnych zastoisk wody i podtopień** w czasie intensywnych opadów;
- ograniczeniem naturalnej infiltracji i zasilania wód gruntowych;
- nasileniem efektu miejskiej wyspy ciepła oraz przesuszaniem gleb.

Jednocześnie w strukturze miasta występują obszary o istotnym potencjale adaptacyjnym, w szczególności:

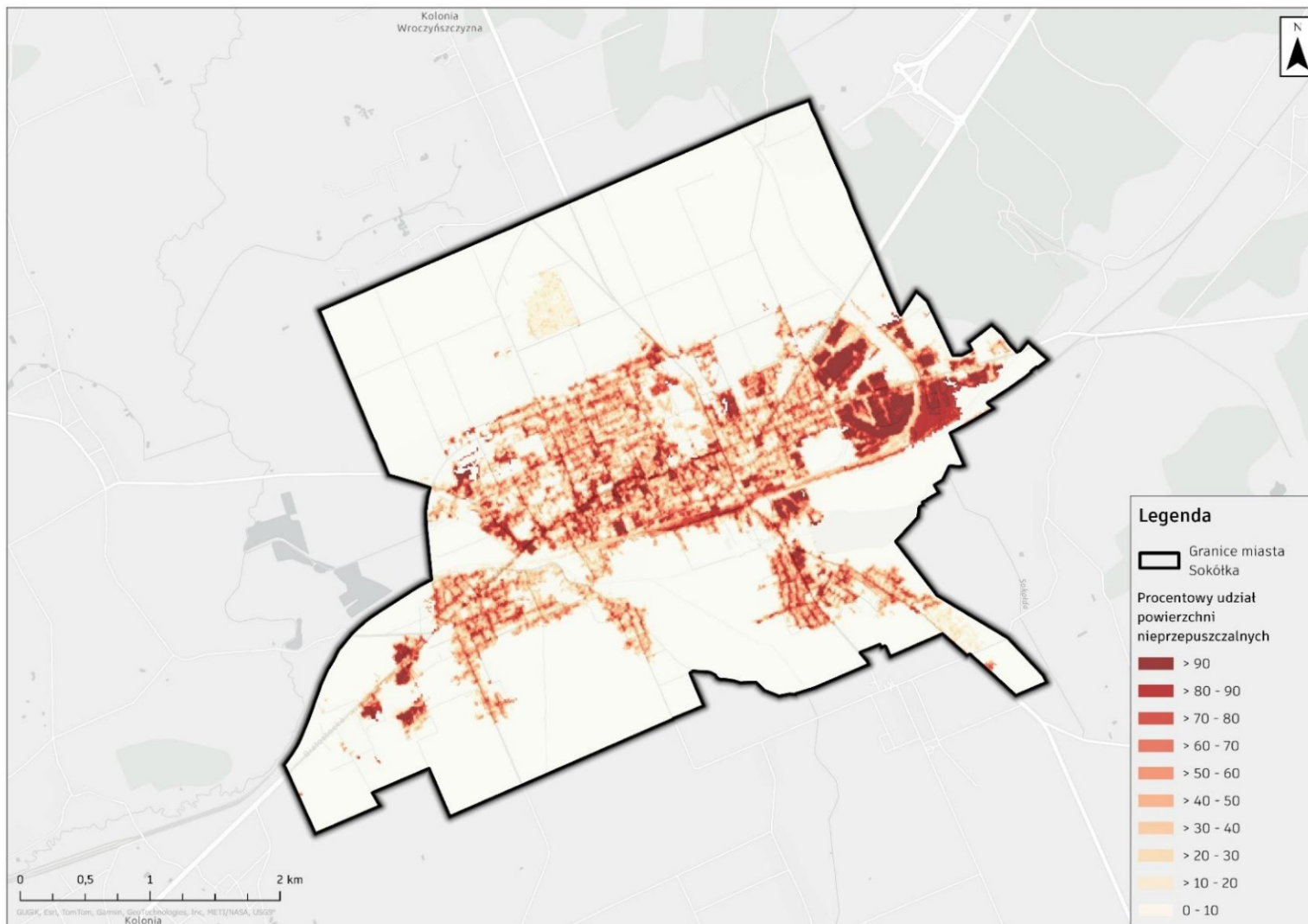
- **tereny zieleni publicznej i osiedlowej**, które mogą pełnić funkcje retencyjne i infiltracyjne;
- przestrzenie o niskim stopniu zagospodarowania, umożliwiające wprowadzanie rozwiązań opartych na przyrodzie;
- obszary w sąsiedztwie Kanału Sokółka i rowów gdzie możliwe jest łączenie funkcji odwodnieniowych z zielenią i retencją.

Analiza struktury zagospodarowania terenu i stopnia uszczelnienia powierzchni wskazuje na potrzebę **odejścia od modelu opartego wyłącznie na odprowadzaniu wód opadowych** na rzecz rozwiązań rozproszonych, integrujących infiltrację, retencję i zielen. Szczególne znaczenie ma w tym kontekście **rozszczelnianie wybranych nawierzchni**, wprowadzanie powierzchni biologicznie czynnych oraz powiązanie działań inwestycyjnych z kierunkami określonymi w Koncepcji zazieleniania miasta.

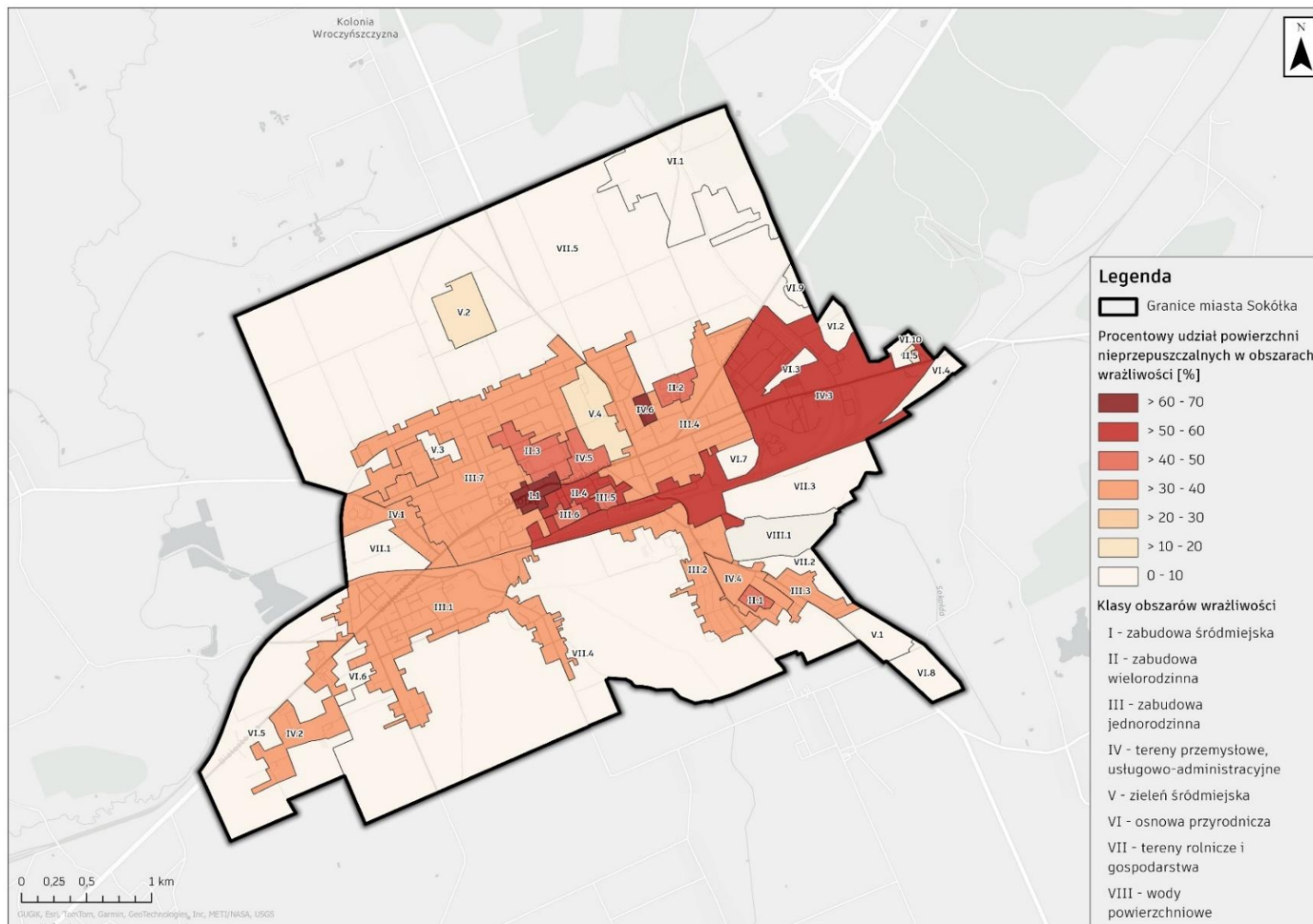
Rozpoznanie struktury zagospodarowania terenu stanowi podstawę do identyfikacji obszarów priorytetowych dla wdrażania rozwiązań retencyjnych oraz do dalszego programowania działań adaptacyjnych w kolejnych rozdziałach Koncepcji.



Rysunek 2 Zagospodarowanie przestrzenne w granicach Miasta Sokółka (źródło: opracowanie własne, BDOT10k GUGIK)



Rysunek 3 Udział powierzchni nieprzepuszczalnych (źródło: opracowanie własne, baza danych Copernicus Land Monitoring Service)



Rysunek 4 Udział powierzchni nieprzepuszczalnych w obszarach wrażliwości (źródło: opracowanie własne, baza danych Copernicus Land Monitoring Service)



2.4. Powiązania systemu odwodnienia z zielenią miejską i terenami otwartymi

Funkcjonowanie systemu odwodnienia w Sokółce pozostaje w bezpośredniej relacji z układem zieleni miejskiej oraz terenów otwartych. Sposób zagospodarowania przestrzeni decyduje o tym, czy wody opadowe są jedynie odprowadzane, czy też **zatrzymywane i wykorzystywane jako zasób** wspierający adaptację miasta do zmiany klimatu.

W obecnym stanie powiązania pomiędzy systemem odwodnienia a zielenią miejską mają w dużej mierze **charakter fragmentaryczny**, co wynika z historycznego podejścia do gospodarki wodnej, koncentrującego się na rozwiązaniach technicznych. Jednocześnie w strukturze miasta widoczny jest znaczny potencjał do integracji tych systemów.

Do kluczowych obserwacji w zakresie relacji między odwodnieniem a zielenią należą:

- **ograniczone wykorzystanie terenów zieleni jako elementów retencyjnych**, mimo ich istotnego udziału w strukturze przestrzennej miasta;
- brak spójnych rozwiązań łączących kanalizację deszczową, Kanał Sokółka i rowy z zielenią towarzyszącą;
- niewystarczające powiązania funkcjonalne pomiędzy terenami otwartymi a obszarami zurbanizowanymi, szczególnie w zakresie infiltracji wód opadowych;
- lokalne konflikty pomiędzy funkcją odwadniającą a potrzebą zachowania lub rozwoju zieleni.

Jednocześnie tereny zieleni miejskiej i obszary otwarte w Sokółce posiadają istotny potencjał do pełnienia funkcji adaptacyjnych, w szczególności:

- **retencyjnych i infiltracyjnych**, poprzez zatrzymywanie i wsiąkanie wód opadowych;
- **mikroklimatycznych**, ograniczających przegrzewanie przestrzeni miejskich;
- **przyrodniczych**, wspierających bioróżnorodność i ciągłość korytarzy ekologicznych;
- **krajobrazowych i społecznych**, poprawiających jakość przestrzeni publicznych.

Integracja systemu odwodnienia z zielenią miejską i terenami otwartymi powinna opierać się na:

- traktowaniu zieleni jako **aktywnego elementu obiegu wód opadowych**, a nie wyłącznie jako komponentu estetycznego;
- wykorzystywaniu istniejącej i planowanej do realizacji infrastruktury jako osi dla rozwoju błękitno-zielonej infrastruktury;
- wprowadzaniu rozwiązań opartych na przyrodzie w przestrzeniach publicznych, osiedlowych i komunikacyjnych;
- zapewnieniu spójności działań z kierunkami określonymi w Koncepcji zazieleniania miasta (Załącznik 5).

Wzmocnienie powiązań pomiędzy systemem odwodnienia a zielenią miejską stanowi jeden z **kluczowych warunków skutecznej adaptacji Sokółki do zmiany klimatu**, umożliwiając jednocześnie poprawę bezpieczeństwa hydrologicznego, jakości środowiska oraz komfortu życia mieszkańców.



2.5. Wyzwania związane z deficytem wody i okresowymi suszami

Zmiany klimatu obserwowane w ostatnich latach prowadzą nie tylko do wzrostu intensywności opadów nawałnych, lecz także do coraz częstszego występowania **okresów bezopadowych i deficytu wody**. Zjawiska te stanowią istotne wyzwanie adaptacyjne dla Sokółki, wpływając na funkcjonowanie ekosystemów miejskich, infrastrukturę techniczną oraz jakość życia mieszkańców.

Do głównych problemów związanych z deficytem wody w mieście należą:

- szybki odpływ wód opadowych z terenów zurbanizowanych, bez ich zatrzymywania i infiltracji;
- ograniczona zdolność retencyjna gruntów na obszarach o wysokim stopniu uszczelnienia;
- obniżanie się poziomu wód gruntowych, szczególnie w okresach długotrwałej suszy;
- przesuszanie terenów zieleni miejskiej, prowadzące do pogorszenia kondycji drzew i roślinności;
- zmniejszenie dostępności wody w rowach melioracyjnych i Kanału Sokółka w okresach bezopadowych.

Istniejący system odwodnienia, zaprojektowany głównie z myślą o szybkim odprowadzaniu nadmiaru wód, **nie sprzyja zatrzymywaniu zasobów wodnych w krajobrazie miejskim**. W efekcie miasto traci wodę opadową, która mogłaby zostać wykorzystana do zasilania zieleni, poprawy mikroklimatu oraz stabilizacji warunków hydrologicznych.

Szczególnie wrażliwe na skutki suszy są:

- tereny zieleni urządzonej o płytkim systemie korzeniowym;
- zieleń przyuliczna i osiedlowa, narażona na przegrzewanie i niedobór wody;
- tereny otwarte i nieurządzone, które przy braku odpowiednich rozwiązań retencyjnych szybko tracą wilgoć;
- obszary wzdłuż Kanału Sokółka i rowów, gdzie obserwowane są okresowe wahania poziomu wody.

Deficyt wody wpływa negatywnie nie tylko na stan środowiska, lecz również na:

- wzrost kosztów utrzymania zieleni miejskiej;
- obniżenie odporności miasta na fale upałów;
- pogorszenie komfortu termicznego w przestrzeniach publicznych;
- ograniczenie usług ekosystemowych świadczonych przez zieleń.

Wyzwania związane z suszą wskazują na konieczność zmiany podejścia do gospodarowania wodami opadowymi w Sokółce – z modelu odwadniającego na model **retencyjno-infiltracyjny**, oparty na:

- zatrzymywaniu wody „u źródła opadu”;
- powiązaniu systemu odwodnienia z zielenią miejską i terenami otwartymi;
- wykorzystaniu rozwiązań opartych na przyrodzie (NBS) i błękitno-zielonej infrastruktury;
- odbudowie lokalnej retencji powierzchniowej i gruntowej.

Wnioski z niniejszego podrozdziału stanowią istotne uzasadnienie dla dalszych kierunków działań



przedstawionych w kolejnych rozdziałach Koncepcji zagospodarowania wód opadowych oraz pozostają w bezpośredniej spójności z celami i rekomendacjami zawartymi w Koncepcji zazieleniania miasta.

3. PROBLEMY, DEFICYTY, RYZYKA ZWIĄZANE Z WODAMI OPADOWYMI

Zidentyfikowane uwarunkowania przestrzenne, hydrologiczne i funkcjonalne miasta wskazują na narastające problemy związane z gospodarowaniem wodami opadowymi, które w warunkach postępujących zmian klimatu stają się jednym z kluczowych wyzwań adaptacyjnych miasta.

Dotychczasowy model funkcjonowania systemu odwodnienia, oparty przede wszystkim na szybkim odprowadzaniu wód opadowych, **nie odpowiada współczesnym potrzebom klimatycznym**, ani rosnącej presji urbanizacyjnej. W efekcie miasto doświadcza jednocześnie:

- lokalnych podtopień i przeciążeń systemu kanalizacji deszczowej w czasie intensywnych opadów,
- deficytu wody i przesuszenia terenów zieleni w okresach bezopadowych.

Szczególną rolę w systemie obiegu wód opadowych odgrywają Kanał Sokółka, sieć rowów oraz system kanalizacji deszczowej, które pełnią funkcje odwadniające, lecz w obecnym stanie **w niewystarczającym stopniu wspierają retencję, infiltrację i stabilizację warunków hydrologicznych**. Brak kompleksowego podejścia do ich zagospodarowania prowadzi do czasowej utraty potencjału adaptacyjnego tych elementów infrastruktury.

Problemy związane z wodami opadowymi mają charakter przestrzennie zróżnicowany i są powiązane z:

- wysokim stopniem uszczelnienia wybranych obszarów miasta;
- niewystarczającą liczbą rozwiązań retencyjno-infiltracyjnych w przestrzeni publicznej;
- ograniczonym powiązaniem systemu odwodnienia z zielenią miejską i terenami otwartymi;
- niską odpornością istniejącej infrastruktury na zjawiska ekstremalne;
- brakiem rozwiązań umożliwiających ponowne wykorzystanie wód opadowych.

Nasilające się zjawiska ekstremalne – zarówno opady nawałne, jak i okresowe susze – powodują wzrost ryzyk środowiskowych, infrastrukturalnych i społecznych, w tym:

- zwiększone zagrożenie podtopieniami;
- degradację zieleni miejskiej i obniżenie jej funkcji ekosystemowych;
- pogorszenie komfortu życia mieszkańców;
- wzrost kosztów utrzymania infrastruktury i terenów zieleni.

Celem niniejszego rozdziału jest identyfikacja kluczowych problemów, deficytów i ryzyk związanych z gospodarowaniem wodami opadowymi w Sokółce, które stanowią podstawę do sformułowania kierunków działań adaptacyjnych, rekomendacji technicznych oraz wskazania priorytetowych obszarów interwencji w kolejnych częściach Koncepcji.

3.1. Intensywne opady, podtopienia i przeciążenia systemów odwodnienia

Coraz częściej obserwowane w Sokółce **opady nawałne o dużej intensywności i krótkim czasie trwania**

Załącznik 4

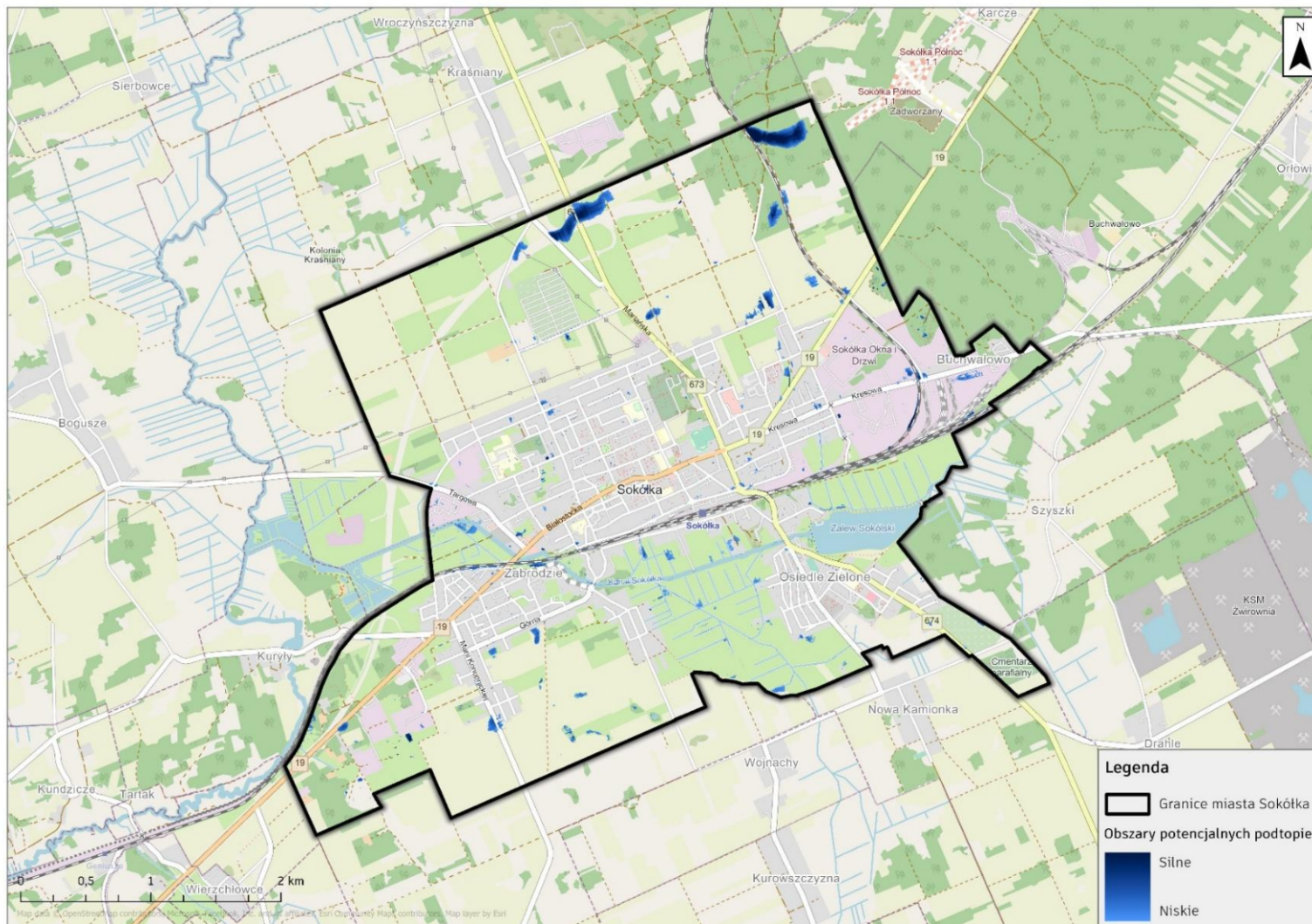
Koncepcja zagospodarowania wód opadowych



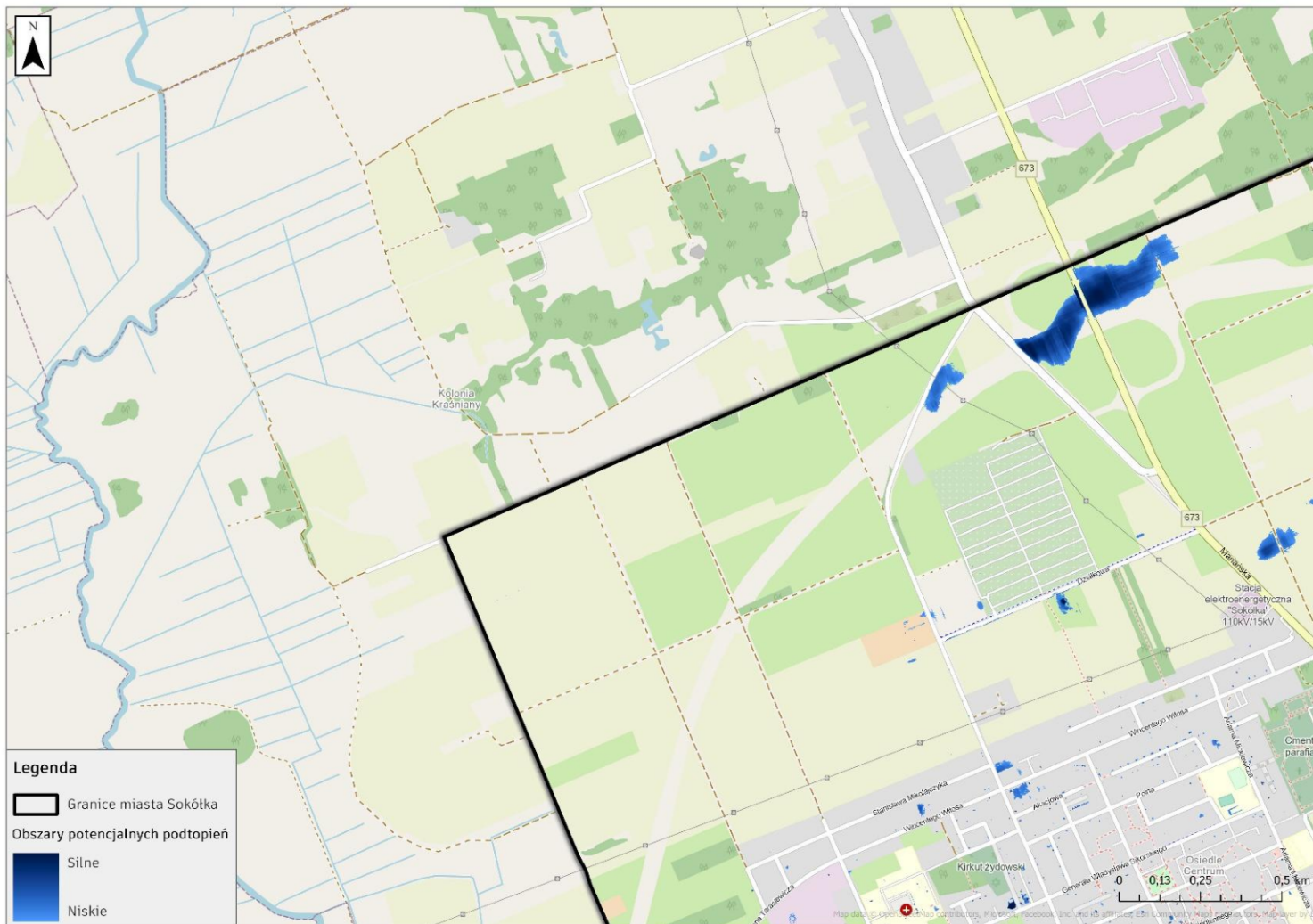
powodują istotne obciążenia dla istniejącego systemu odwodnienia miasta. Zjawiska te prowadzą do lokalnych podtopień oraz okresowych przeciążeń infrastruktury kanalizacyjnej i melioracyjnej.

PROJEKT

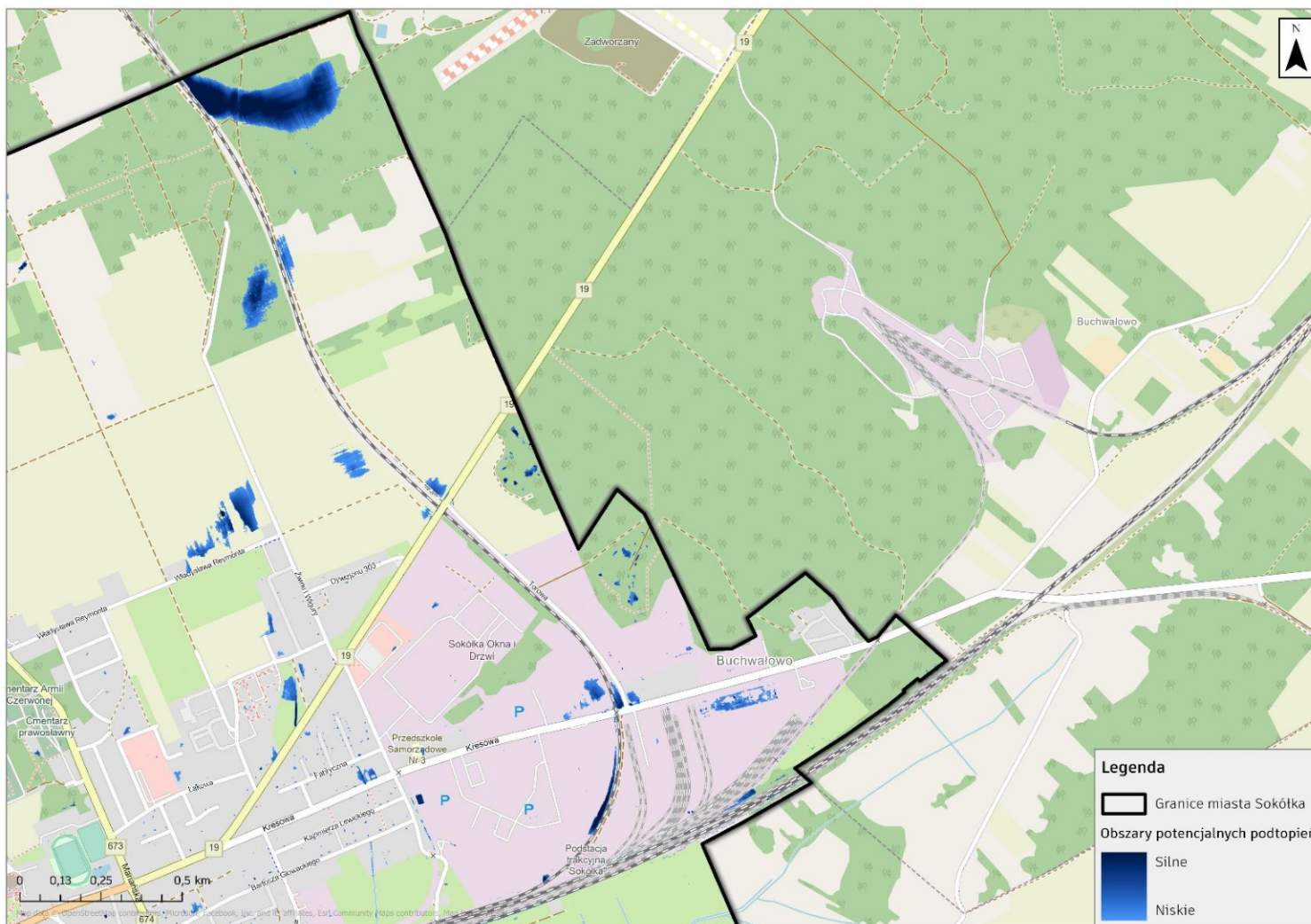




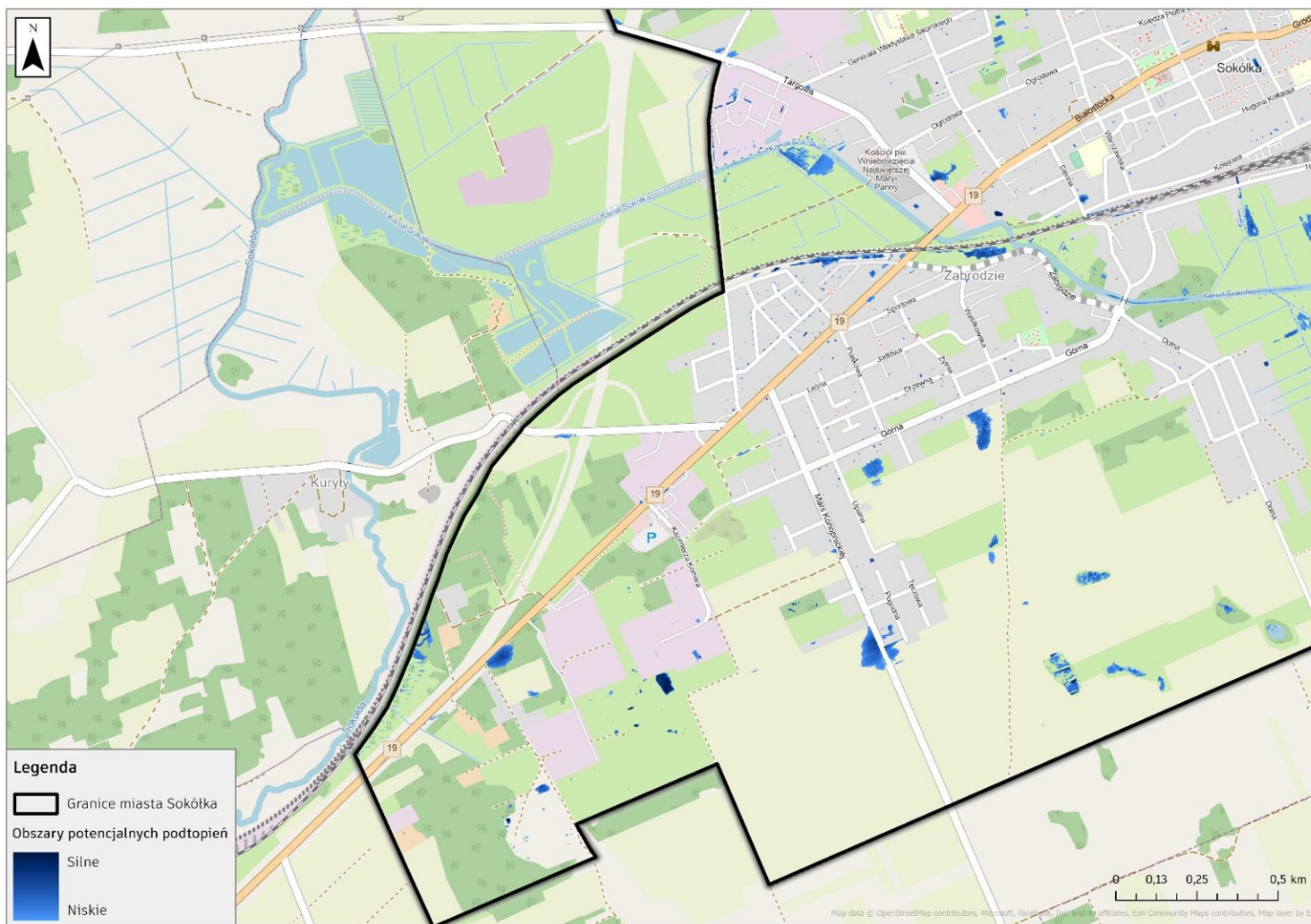
Rysunek 5 Obszary potencjalnych podtopień (źródło: opracowanie własne)



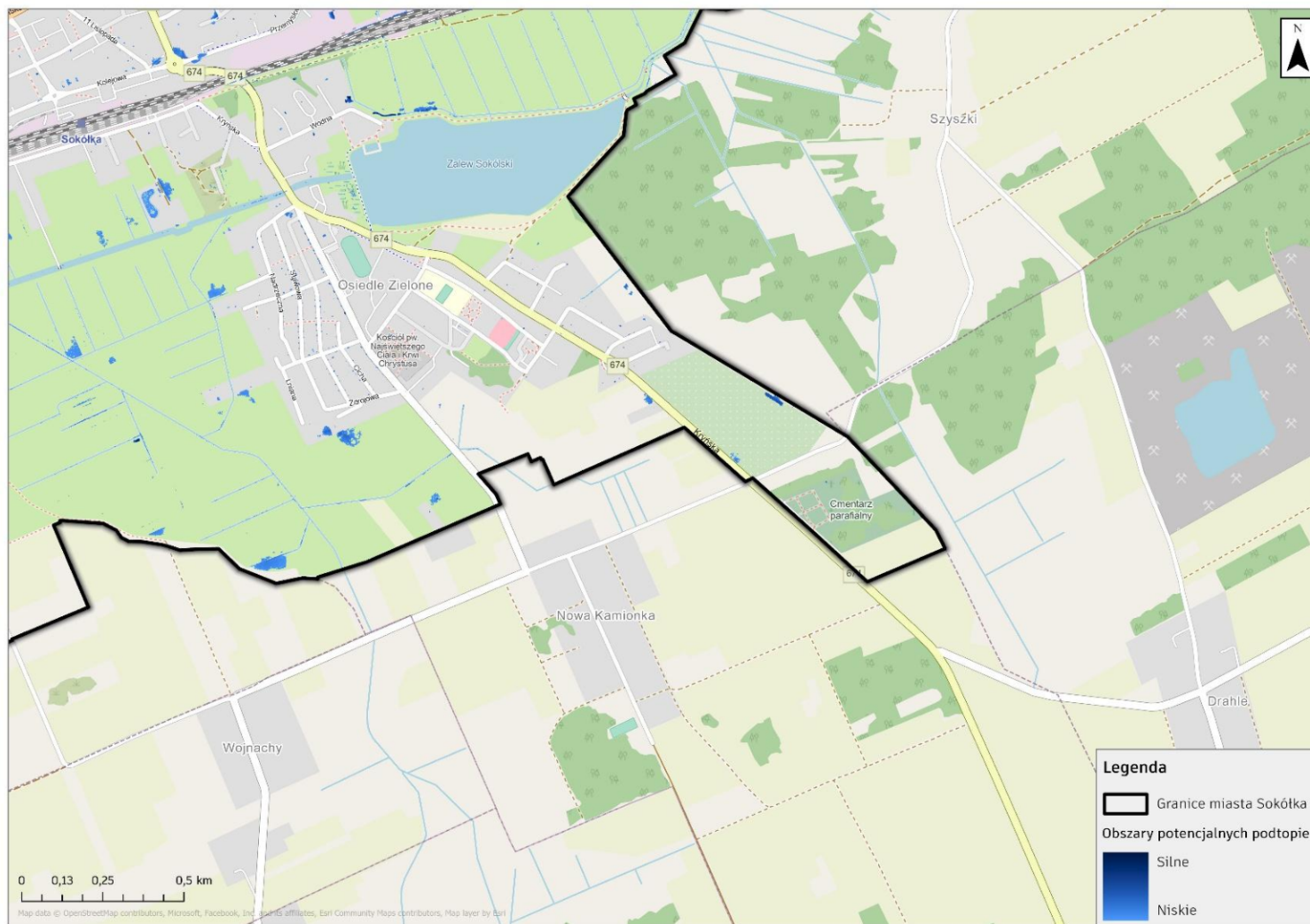
Rysunek 6 Obszary potencjalnych podtopień - północno-zachodnia część miasta (źródło: opracowanie własne)



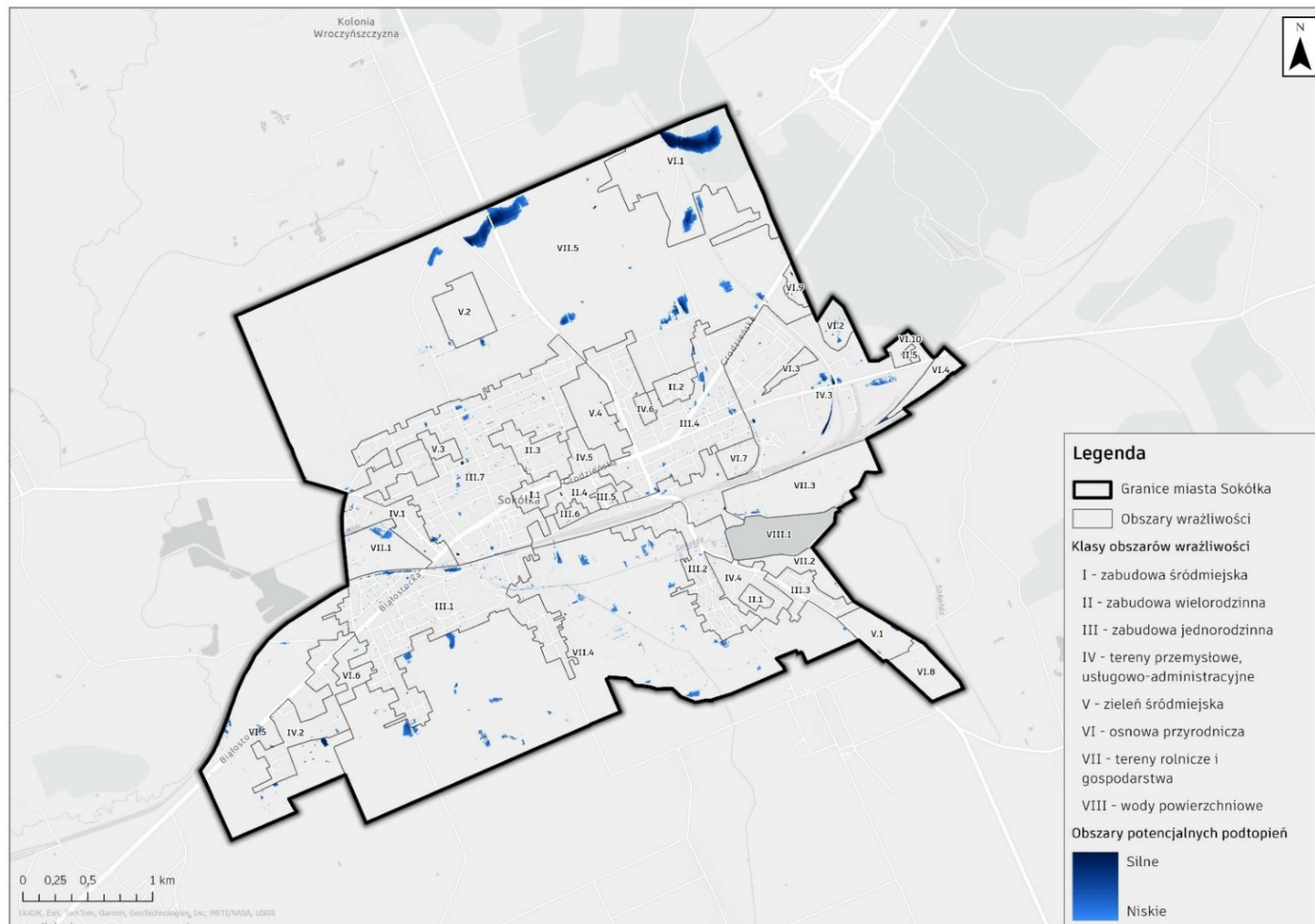
Rysunek 7 Obszary potencjalnych podtopień - północno-wschodnia część miasta (źródło: opracowanie własne)



Rysunek 8 Obszary potencjalnych podtopień – południowo-zachodnia część miasta (źródło: opracowanie własne)



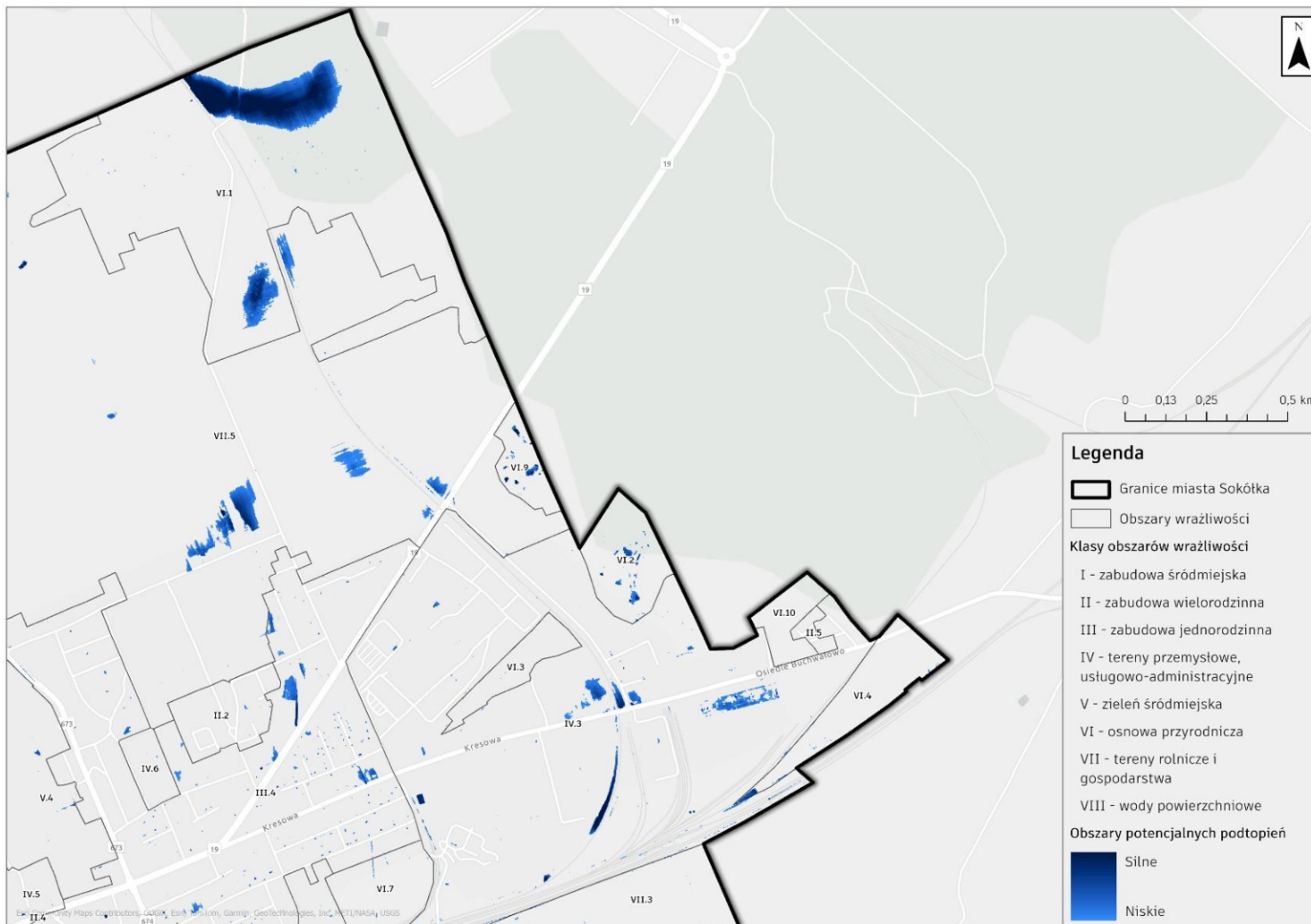
Rysunek 9 Obszary potencjalnych podtopień – północno-zachodnia część miasta (źródło: opracowanie własne)



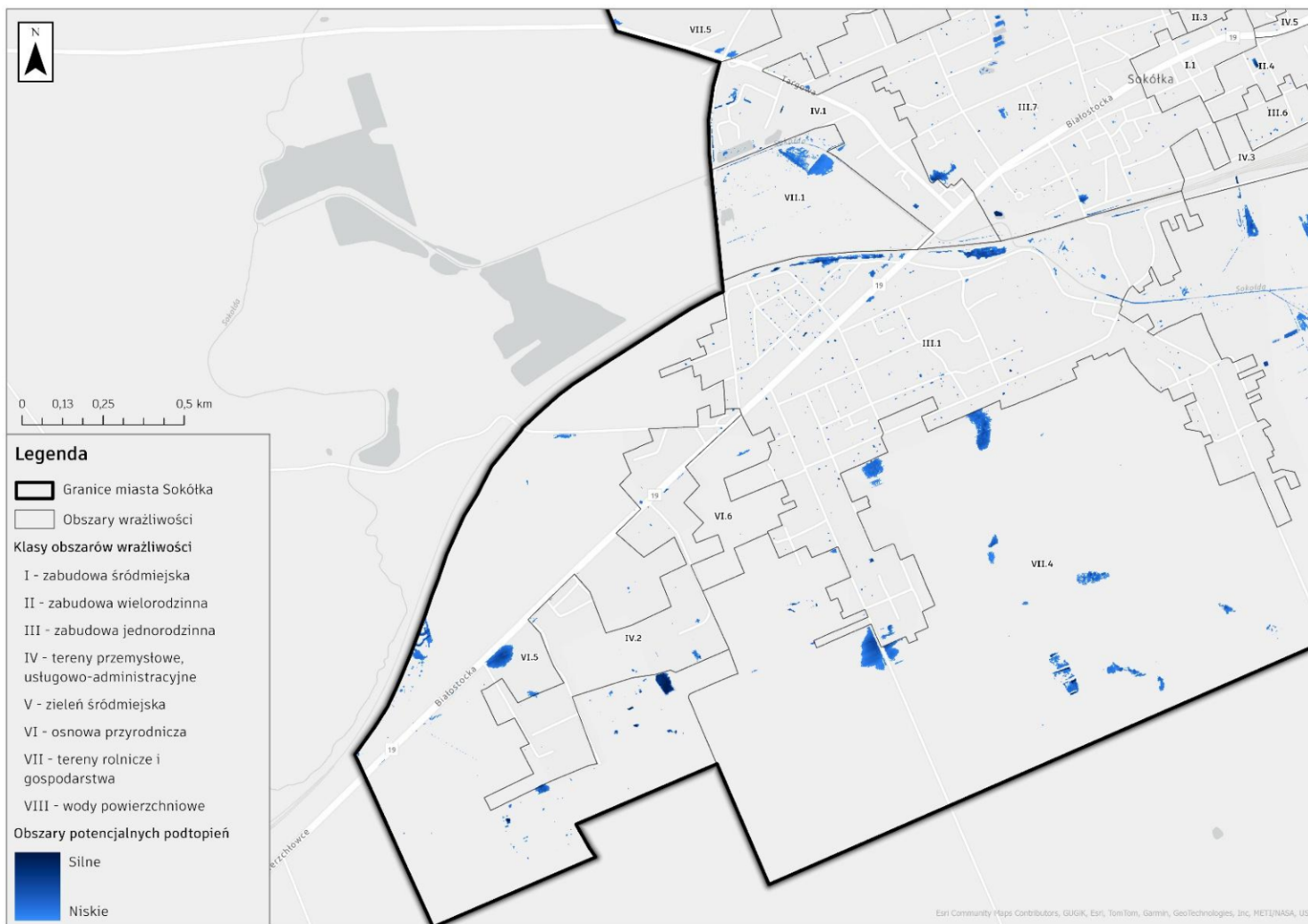
Rysunek 10 Obszary zagrożone podtopieniami na obszarach wrażliwości (źródło: opracowanie własne)



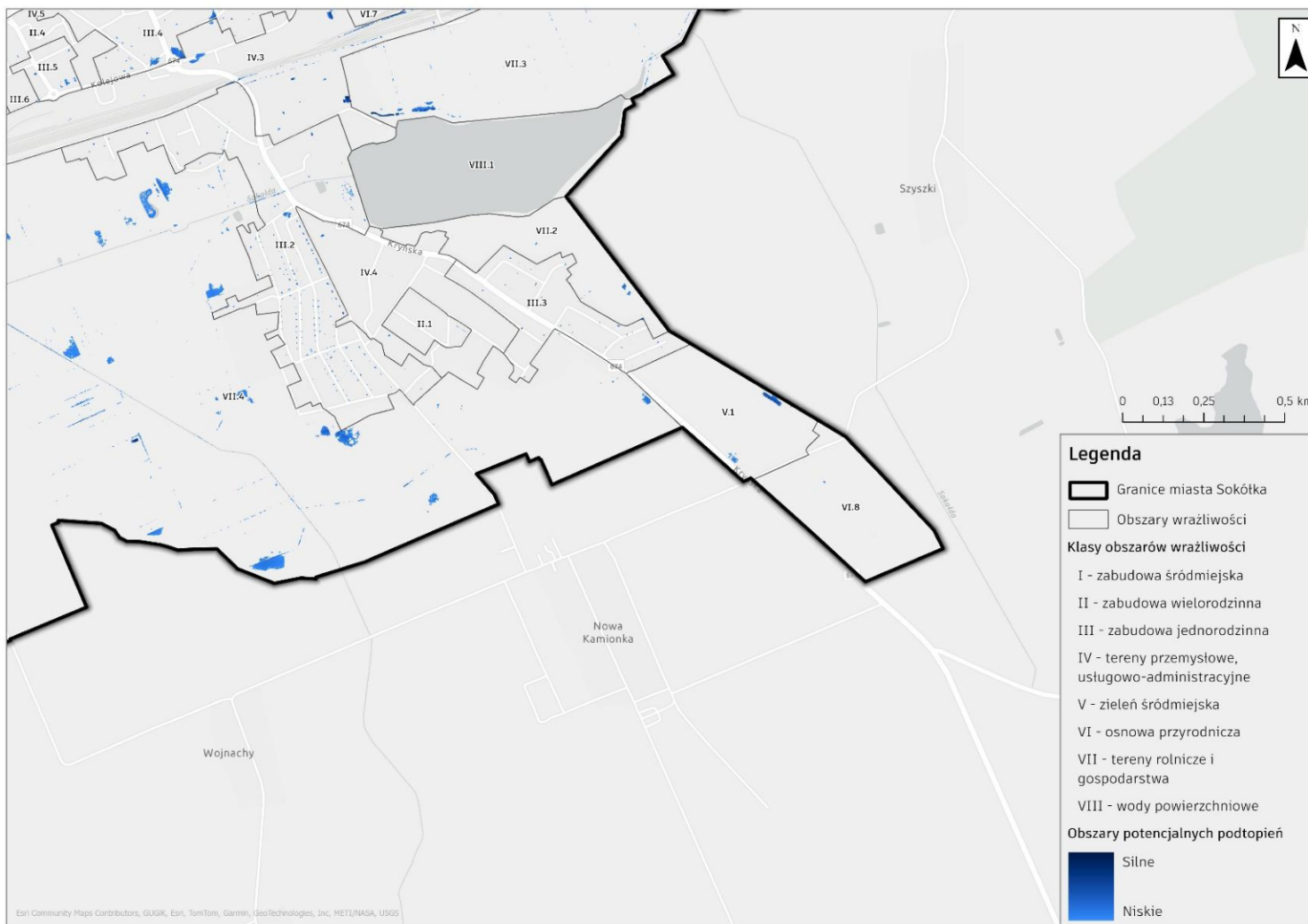
Rysunek 11 Obszary zagrożone podtopieniami na obszarach wrażliwości - północno-zachodnia część miasta (źródło: opracowanie własne)



Rysunek 12 Obszary zagrożone podtopieniami na obszarach wrażliwości - północno-wschodnia część miasta (źródło: opracowanie własne)



Rysunek 13 Obszary zagrożone podtopieniami na obszarach wrażliwości – południowo-zachodnia część miasta (źródło: opracowanie własne)



Rysunek 14 Obszary zagrożone podtopieniami na obszarach wrażliwości – północno-zachodnia część miasta (źródło: opracowanie własne)



Do kluczowych problemów w tym zakresie należą:

- **Niewystarczająca miejscowo przepustowość systemów odwodnienia** w stosunku do rosnącej intensywności opadów, szczególnie w obszarach o zwartej zabudowie i wysokim stopniu uszczelnienia powierzchni;
- **szybkie odprowadzanie wód opadowych powierzchniowych bez mechanizmów retencji**, co skutkuje gwałtownymi wezbraniami w kanałach i rowach;
- **miejscowe przeciążenia kanalizacji deszczowej**, prowadzące do okresowego cofania się wód, zalewania fragmentów jezdni, chodników oraz terenów zieleni;
- **niewystarczające powiązanie infrastruktury odwodnieniowej z zielenią miejską**, co ogranicza możliwość infiltracji i rozpraszania nadmiaru wód opadowych.

Problemy te są nasilane przez:

- **wysoki udział powierzchni nieprzepuszczalnych** w pasach drogowych, na placach, parkingach i terenach zabudowy mieszkaniowej;
- brak elementów małej retencji w przestrzeni publicznej;
- historyczne podejście do melioracji, ukierunkowane na szybkie odprowadzenie, a nie zatrzymanie wody w krajobrazie;
- ograniczoną możliwość czasowego magazynowania wód opadowych w przestrzeni miejskiej.

Skutkiem opisanych zjawisk są nie tylko **lokalne straty infrastrukturalne**, ale także pogorszenie warunków funkcjonowania zieleni miejskiej, obniżenie komfortu użytkowania przestrzeni publicznych oraz wzrost kosztów eksploatacyjnych systemu odwodnienia.

Zidentyfikowane problemy wskazują na konieczność **pogłębienia podejścia do gospodarowania wodami opadowymi** – z modelu odprowadzania na model retencyjno-infiltracyjny, zintegrowany z zielenią miejską i rozwiązaniami opartymi na przyrodzie, co stanowi punkt wyjścia do dalszych rekomendacji zawartych w niniejszej Koncepcji.

3.2. Deficyt retencji i szybki odpływ wód opadowych

Jednym z kluczowych problemów systemu gospodarowania wodami opadowymi w Sokółce jest **niewystarczający poziom retencji wód opadowych**, zarówno w skali całego miasta, jak i w poszczególnych zlewniach cząstkowych. Dominującym zjawiskiem jest szybki odpływ wód opadowych z terenów zurbanizowanych do Kanału Sokółka, zbiornika retencyjnego oraz systemu rowów, bez ich wcześniejszego zatrzymania lub infiltracji.

Do głównych przyczyn deficytu retencji należą:

- **wysoki udział powierzchni uszczelnionych**, w szczególności w obrębie ulic, placów, parkingów oraz terenów zabudowy mieszkaniowej i usługowej;
- **brak lub niewielka liczba rozwiązań małej retencji** w przestrzeni publicznej i na terenach prywatnych;
- historyczne ukierunkowanie systemu odwodnienia na szybkie odprowadzanie wody poza obszar



miasta;

- **ograniczona zdolność infiltracyjna gruntów w obszarach silnie przekształconych**, dodatkowo pogarszana przez zagęszczenie gleby i niekorzystne nawierzchnie.

Szybki odpływ wód opadowych powoduje szereg negatywnych konsekwencji, w tym:

- **gwałtowne wzrosty przepływów w kanałach i rowach między innymi melioracyjnych** w czasie intensywnych opadów;
- zwiększone ryzyko lokalnych podtopień na terenach położonych w obniżeniach;
- **utraczone możliwości wykorzystania wody opadowej** na potrzeby zieleni miejskiej, retencji krajobrazowej i poprawy mikroklimatu;
- pogłębianie deficytu wodnego w okresach bezopadowych i susz.

Istotnym problemem jest również **brak powiązania systemu odwodnienia z zielenią miejską**, co ogranicza możliwość naturalnego spowalniania odpływu, parowania i infiltracji wody w miejscu jej opadu. W wielu lokalizacjach woda opadowa jest odprowadzana bezpośrednio do kanalizacji deszczowej lub rowów melioracyjnych, z pominięciem terenów zieleni, które mogłyby pełnić funkcję bufora retencyjnego.

W efekcie obecny system obiegu wód opadowych w Sokółce charakteryzuje się **niską efektywnością retencyjną**, co osłabia odporność miasta na skutki zarówno intensywnych opadów, jak i długotrwałych okresów bezdeszczowych.

Zidentyfikowany deficyt retencji wskazuje na konieczność wdrażania **rozwiązań opartych na przyrodzie oraz infrastruktury błękitno-zielonej**, takich jak ogrody deszczowe, niecki infiltracyjne, rozszczelnianie nawierzchni, zielone dachy i zagospodarowanie otoczenia Kanału Sokółka, w tym rowów melioracyjnych i zbiornika retencyjnego w sposób umożliwiający czasowe magazynowanie wody w krajobrazie miejskim.

3.3. Skutki suszy i okresowych niedoborów wody

Obok problemów związanych z intensywnymi opadami, Sokółka coraz częściej doświadcza **okresów niedoboru wody i suszy**, które stają się istotnym wyzwaniem dla funkcjonowania miasta, jego zieleni oraz systemów infrastrukturalnych. Zjawiska te są konsekwencją zmieniających się warunków klimatycznych, w tym wydłużających się okresów bezopadowych oraz wzrostu temperatur powietrza.

Do kluczowych skutków suszy i deficytów wodnych należą:

- **obniżenie wilgotności gleb**, szczególnie na terenach o wysokim stopniu uszczelnienia oraz w pasach drogowych i na terenach zieleni o niskiej zdolności retencyjnej;
- pogorszenie warunków siedliskowych dla drzew i krzewów miejskich, prowadzące do ich osłabienia, zamierania lub zwiększonej podatności na choroby i szkodniki;
- **degradacja zieleni niskiej**, w tym trawników oraz nasadzeń o wysokich wymaganiach wodnych;
- ograniczenie zdolności zieleni miejskiej do pełnienia funkcji chłodzących i mikroklimatycznych.

Szczególnie wrażliwe na skutki suszy są:



- młode nasadzenia drzew i krzewów, które nie posiadają jeszcze rozwiniętego systemu korzeniowego;
- zieleń przyuliczna oraz tereny zieleni zlokalizowane w sąsiedztwie intensywnego ruchu drogowego;
- tereny rekreacyjne i place publiczne pozbawione zacienienia i elementów retencji.

Niedobory wody wpływają również na funkcjonowanie systemów technicznych miasta, w tym:

- **zwiększone zapotrzebowanie na wodę do podlewania zieleni**, generujące dodatkowe koszty utrzymania;
- presję na zasoby wodne w okresach letnich, szczególnie w czasie jednoczesnego występowania upałów i suszy;
- ograniczenie możliwości wykorzystania wód powierzchniowych i opadowych w celach gospodarczych i przyrodniczych.

W kontekście Kanału Sokółka i systemu rowów melioracyjnych susza powoduje **obniżenie poziomu wód i okresowe przesychanie cieków**, co prowadzi do utraty ich funkcji ekologicznych, pogorszenia jakości siedlisk oraz dalszego ograniczenia zdolności miasta do zatrzymywania wody w krajobrazie.

Skutki suszy są dodatkowo wzmacniane przez brak rozwiązań umożliwiających **magazynowanie wód opadowych w okresach nadmiaru i ich wykorzystanie w czasie niedoboru**. W efekcie miasto funkcjonuje w modelu skrajnych przeciwieństw – nadmiaru wody podczas intensywnych opadów i jej deficytu w okresach bezdeszczowych.

Zidentyfikowane problemy potwierdzają potrzebę wdrażania **zintegrowanych działań retencyjnych**, łączących zagospodarowanie wód opadowych z rozwojem zieleni miejskiej i błękitno-zielonej infrastruktury, w tym rozwiązań umożliwiających wykorzystanie wody opadowej do nawadniania zieleni oraz wzmacniania odporności miasta na skutki suszy.

3.4. Presja urbanistyczna i fragmentacja systemu retencyjnego

Rozwój urbanistyczny Sokółki, prowadzony w dużej mierze w oparciu o tradycyjne modele zagospodarowania przestrzeni, wywiera istotną presję na funkcjonowanie miejskiego systemu gospodarowania wodami opadowymi. Jednym z kluczowych skutków tej presji jest postępująca fragmentacja systemu retencyjnego, polegająca na rozproszeniu i braku powiązań pomiędzy elementami retencji (np. zbiornikami, rowami, terenami zieleni), co ogranicza jego efektywność zarówno w skali całego miasta, jak i poszczególnych obszarów funkcjonalnych.

Do głównych czynników nasilających presję urbanistyczną należą:

- **zwiększanie powierzchni zabudowy oraz terenów utwardzonych**, w tym dróg, parkingów i placów, bez równoległego wprowadzania rozwiązań kompensujących utratę powierzchni biologicznie czynnych;
- realizacja inwestycji, w których odwodnienie oparte jest głównie na szybkim odprowadzeniu wód opadowych do kanalizacji deszczowej lub rowów melioracyjnych;
- ograniczona integracja zagadnień retencji w dokumentach planistycznych i projektowych



na etapie koncepcji inwestycji.

Fragmentacja systemu retencyjnego przejawia się m. in. w:

- braku ciągłości między elementami retencji powierzchniowej, infiltracyjnej i zieleni miejskiej;
- izolowaniu Kanału Sokółka i rowów melioracyjnych od otaczających terenów zieleni i przestrzeni publicznych;
- niewykorzystywaniu potencjału terenów otwartych, nieużytków i obszarów o niższym stopniu zagospodarowania do pełnienia funkcji retencyjnych;
- **braku powiązań funkcjonalnych między zlewniami cząstkowymi**, co utrudnia rozproszenie i spowolnienie odpływu wód opadowych.

Presja urbanistyczna prowadzi również do ograniczenia naturalnych procesów hydrologicznych, takich jak infiltracja i parowanie, co w konsekwencji:

- zwiększa ryzyko przeciążeń systemów odwodnienia podczas intensywnych opadów;
- pogłębia deficyt wody w okresach suszy;
- osłabia funkcjonowanie zieleni miejskiej i jej zdolność do świadczenia usług ekosystemowych.

Zidentyfikowana presja urbanistyczna i fragmentacja systemu retencyjnego wskazują na konieczność **zmiany podejścia do planowania przestrzennego i inwestycyjnego**, polegającej na traktowaniu wód opadowych jako zasobu, a nie problemu technicznego. Wymaga to konsekwentnego wdrażania rozwiązań opartych na przyrodzie, integrowania retencji z zielenią miejską oraz budowy powiązanego, wielofunkcyjnego systemu gospodarowania wodami opadowymi w skali całego miasta.

4. WPISANIE KONCEPCJI W RAMY MIEJSKIEGO PLANU ADAPTACJI

Koncepcja zagospodarowania wód opadowych dla miasta stanowi **integralny element wdrażania MPA** i rozwija jego zapisy w odniesieniu do gospodarowania wodami opadowymi, retencji oraz rozwiązań opartych na przyrodzie.

W kolejnych podrozdziałach przedstawiono szczegółowe powiązania Koncepcji z wizją, celami i działaniami adaptacyjnymi MPA oraz sposób, w jaki gospodarka wodami opadowymi wspiera realizację długofalowej polityki adaptacyjnej miasta.

4.1. Powiązanie z wizją, celem głównym i celami szczegółowymi MPA

Koncepcja zagospodarowania wód opadowych stanowi bezpośrednie rozwinięcie wizji oraz celów Miejskiego Planu Adaptacji do zmian klimatu. Jej zakres i proponowane kierunki działań zostały opracowane w sposób zapewniający pełną spójność z dokumentem strategicznym miasta.

WIZJA:

Sokółka

– bezpieczne i zielone miasto, które chroni mieszkańców przed skutkami zmian klimatu, rozwija retencję wód i przyjazne przestrzenie publiczne, angażując społeczność

Strona 30 z 57



w budowanie przyszłości.

Koncepcja zagospodarowania wód opadowych bezpośrednio realizuje zapisy wizji MPA poprzez rozwój systemów retencji, spowalnianie odpływu wód opadowych oraz integrację rozwiązań wodnych z zielenią miejską i przestrzeniami publicznymi. Działania te wzmacniają bezpieczeństwo miasta, ograniczają ryzyko podtopień oraz przyczyniają się do poprawy jakości środowiska i komfortu życia mieszkańców.

CEL GŁÓWNY:

Zwiększenie odporności Sokółki na zmiany klimatu poprzez rozwój błękitno-zielonej infrastruktury, lepsze zarządzanie wodą i energią oraz wzmocnienie lokalnych systemów bezpieczeństwa we współpracy z mieszkańcami.

Koncepcja zagospodarowania wód opadowych wpisuje się w realizację celu głównego MPA poprzez:

- rozwój błękitno-zielonej infrastruktury jako podstawowego narzędzia retencji i infiltracji wód opadowych;
- poprawę zarządzania wodą opadową w skali miasta i zlewni cząstkowych;
- wzmocnianie lokalnych systemów bezpieczeństwa w kontekście intensywnych opadów, susz i ekstremalnych zjawisk pogodowych;
- uwzględnienie roli mieszkańców i użytkowników przestrzeni w realizacji rozwiązań retencyjnych, w tym małej retencji i działań rozproszonych.

Cele szczegółowe MPA:

- **Cel 1: Wprowadzenie działań adaptacyjnych do zmian klimatu na poziomie strategicznym oraz operacyjnym w polityce miejskiej**
- **Cel 2: Zarządzanie zasobami wodnymi w mieście**
- **Cel 3: Rozwój, ochrona i funkcjonalne wykorzystanie zieleni miejskiej oraz błękitno-zielonej infrastruktury**
- **Cel 4: Poprawa jakości życia mieszkańców poprzez ochronę środowiska i wzmocnienie efektywności energetycznej**
- **Cel 5: Zwiększanie świadomości mieszkańców oraz współpracy lokalnej i międzyregionalnej w zakresie adaptacji do zmian klimatu**

Koncepcja zagospodarowania wód opadowych wspiera realizację celów szczegółowych MPA w szczególności poprzez:

- operacjonalizację **Celu 2**, poprzez rozwój systemów retencji, infiltracji i ponownego wykorzystania wód opadowych;
- bezpośrednie powiązanie z **Celem 3**, poprzez integrację gospodarki wodnej z zielenią miejską i błękitno-zieloną infrastrukturą;
- wsparcie **Celu 1**, poprzez dostarczenie narzędzia planistyczno-operacyjnego do wdrażania



- adaptacji w polityce miejskiej;
- pośrednie oddziaływanie na **Cele 4 i 5**, poprzez poprawę mikroklimatu, jakości środowiska oraz wzrost świadomości i zaangażowania mieszkańców w działania adaptacyjne.

Koncepcja zagospodarowania wód opadowych, wraz z Koncepcją zazieleniania miasta, tworzy spójny zestaw dokumentów wykonawczych do MPA, umożliwiających przełożenie celów strategicznych na konkretne działania przestrzenne, techniczne i organizacyjne w skali lokalnej.

4.2. Komplementarność z działaniami adaptacyjnymi MPA w zakresie gospodarki wodnej

Koncepcja zagospodarowania wód opadowych dla miasta stanowi dokument komplementarny wobec działań adaptacyjnych określonych w Miejskim Planie Adaptacji do zmian klimatu. Jej rolą jest wsparcie wdrażania MPA poprzez uszczegółowienie, przestrzenne ukierunkowanie oraz integrację działań adaptacyjnych w obszarze gospodarowania wodami opadowymi, retencji oraz rozwiązań opartych na przyrodzie.

Działania adaptacyjne MPA zostały zaklasyfikowane do trzech kategorii:

- **działania informacyjno-edukacyjne (E);**
- **działania inwestycyjno-techniczne (T);**
- **działania organizacyjne (O).**

Opcje adaptacji zostały przedyskutowane w trakcie warsztatu Zespołu Miejskiego, a ostateczny wybór działań dokonany został w oparciu o kryteria istotności dla miasta, efektywności (WIN-WIN, NO-REGRETS, LOW-REGRETS) oraz specyfiki lokalnej Sokółki.

Cel 1: Wprowadzenie działań adaptacyjnych do zmian klimatu na poziomie strategicznym oraz operacyjnym w polityce miejskiej:

- **1.1 Nadanie Planowi rangi dokumentu strategicznego (O)**
- **1.2 Włączenie celów adaptacji do zmian klimatu do miejskich dokumentów strategicznych i planistycznych (O)**
- **1.3 Zapewnienie regularnego monitorowania, raportowania oraz aktualizacja Miejskiego Planu Adaptacji (O)**

Koncepcja zagospodarowania wód opadowych wspiera realizację celu 1 poprzez dostarczenie narzędzia operacyjnego do wdrażania zapisów MPA w obszarze gospodarki wodnej, umożliwiając ich uwzględnianie w dokumentach planistycznych, projektach inwestycyjnych oraz procesach decyzyjnych miasta, w szczególności w zakresie retencji, odwodnienia i ochrony przed skutkami ekstremalnych zjawisk pogodowych.

Cel 2: Zarządzanie zasobami wodnymi w mieście:

- **2.1 Systemy retencji wód opadowych na terenach publicznych i prywatnych (T)**



- **2.2 Ochrona terenów wrażliwych – zabezpieczanie terenów zalewowych, obszarów biologicznie czynnych oraz kluczowych ekosystemów miejskich (O, T)**
- **2.3 Monitoring i modernizacja infrastruktury – kontrola, utrzymanie i unowocześnianie systemów wodno-kanalizacyjnych (O, T)**
- **2.4 Pozyskiwanie środków finansowych na wsparcie mieszkańców – dofinansowania, promocja małej retencji, kampanie edukacyjne zwiększające świadomość mieszkańców (O, T, E)**

Cel 2 stanowi główny punkt odniesienia dla Koncepcji zagospodarowania wód opadowych. Dokument ten rozwija i porządkuje działania MPA w zakresie retencji, ochrony terenów wrażliwych oraz modernizacji systemów odwodnienia, wskazując kierunki działań, typologie rozwiązań oraz potencjalne obszary interwencji, w tym w obrębie Kanału Sokółka i systemu rowów, między innymi melioracyjnych, zbiornik retencyjny.

Cel 3: Rozwój, ochrona i funkcjonalne wykorzystanie zieleni miejskiej oraz błękitno-zielonej infrastruktury:

- **3.1 Zwiększenie powierzchni zieleni miejskiej i lesistości miasta (O, T)**
- **3.2 Ochrona i racjonalna pielęgnacja istniejącej zieleni (O)**
- **3.3 Wdrażanie błękitno-zielonej infrastruktury w przestrzeni miejskiej (T)**
- **3.4 Wsparcie zieleni i BZI w zabudowie mieszkaniowej i na terenach prywatnych (O, T)**
- **3.5 Edukacja i inicjatywy społeczne na rzecz zieleni i BZI (O, E)**

Koncepcja zagospodarowania wód opadowych pozostaje w ścisłej współzależności z realizacją celu 3 poprzez traktowanie zieleni miejskiej jako integralnego elementu systemu retencyjnego oraz poprzez rozwój rozwiązań błękitno-zielonej infrastruktury wspierających infiltrację, magazynowanie i wykorzystanie wód opadowych.

Cel 4: Poprawa jakości życia mieszkańców poprzez ochronę środowiska i wzmocnienie efektywności energetycznej:

- **4.1 Termomodernizacja budynków publicznych i instalacja energooszczędnej klimatyzacji (T, E)**
- **4.2 Wdrażanie odnawialnych źródeł energii dla poprawy jakości środowiska (T, E)**
- **4.3 Poprawa jakości przestrzeni rekreacyjnych uwzględniająca adaptację do zmian klimatu (O, T)**
- **4.4 Adaptacja budynków użyteczności publicznej, placówek oświatowych i opiekuńczych do zmiany klimatu i tworzenie schronów przed upałem (O, T, E)**
- **4.5 Zagospodarowania odpadów biodegradowalnych (rekultywacja Karcze), zielonych, osadów**



ściekowych (O, T, E)

Koncepcja zagospodarowania wód opadowych wspiera realizację celu 4 poprzez poprawę mikroklimatu, ograniczanie skutków upałów i podtopień oraz zwiększenie komfortu użytkownika przestrzeni publicznych dzięki wdrażaniu rozwiązań retencyjnych i infiltracyjnych.

Cel 5: Zwiększanie świadomości mieszkańców oraz współpracy lokalnej i międzyregionalnej w zakresie adaptacji do zmian klimatu:

- **5.1 Kampanie edukacyjne i informacyjne, szkolenia i warsztaty dotyczące zmian klimatu i adaptacji (E)**
- **5.2 Wspieranie inicjatyw obywatelskich i działań oddolnych na rzecz zielonej infrastruktury (O, T)**
- **5.3 Podnoszenie kwalifikacji pracowników administracji w zakresie adaptacji do zmian klimatycznych (E, O)**
- **5.4 Budowanie partnerstw między samorządami, NGO i przedsiębiorstwami w projektach adaptacyjnych (O)**
- **5.5 Spotkania, warsztaty i konferencje dla podmiotów lokalnych i regionalnych w celu koordynacji działań adaptacyjnych (E, O)**

Koncepcja zagospodarowania wód opadowych uwzględnia rolę edukacji, partycypacji i współpracy jako kluczowych elementów skutecznego wdrażania rozwiązań retencyjnych i błękitno-zielonej infrastruktury, wzmacniając społeczny wymiar adaptacji miasta.

4.3. Spójność z Koncepcją zazieleniania miasta

Koncepcja zagospodarowania wód opadowych dla miasta została opracowana w ścisłej spójności z Koncepcją zazieleniania miasta, stanowiąc jej funkcjonalne i merytoryczne uzupełnienie w obszarze gospodarki wodnej. Oba dokumenty tworzą **komplementarny zestaw narzędzi wdrożeniowych do Miejskiego Planu Adaptacji do zmian klimatu**, oparty na wspólnych założeniach dotyczących rozwoju błękitno-zielonej infrastruktury oraz rozwiązań opartych na przyrodzie.

Spójność dokumentów przejawia się w przyjętym podejściu, zgodnie z którym:

- **zieleń miejska pełni kluczową rolę w retencji, infiltracji i spowalnianiu odpływu wód opadowych;**
- system odwodnienia miasta jest integrowany z zielenią miejską i terenami otwartymi, a nie traktowany wyłącznie jako infrastruktura techniczna;
- wody opadowe są postrzegane jako zasób wspierający funkcjonowanie zieleni, mikroklimat i jakość przestrzeni publicznych.

Koncepcja zazieleniania miasta wskazuje typologie działań i obszary interwencji, w których zieleń pełni funkcje klimatyczne, społeczne i krajobrazowe. Koncepcja zagospodarowania wód opadowych **rozwija te**



same obszary w wymiarze hydrologicznym, wskazując sposoby:

- zatrzymywania i rozprowadzania wód opadowych w przestrzeni miejskiej;
- integrowania rozwiązań retencyjnych z parkami, skwerami, zielenią przyuliczną i osiedlową;
- wykorzystania Kanału Sokółka oraz systemu rowów, w tym melioracyjnych, zbiornika retencyjnego jako elementów systemu błękitno-zielonej infrastruktury.

Spójność dokumentów dotyczy również **wspólnych obszarów interwencji**, takich jak:

- ulice, place i przestrzenie publiczne wymagające rozszczelnienia i zazielenienia;
- tereny osiedlowe o deficycie zieleni i wysokiej wrażliwości na przegrzewanie oraz podtopienia;
- tereny edukacyjne i rekreacyjne, gdzie rozwiązania wodne pełnią również funkcję dydaktyczną;
- tereny otwarte, nieużytki oraz obszary wzdłuż Kanału Sokółka i rowów melioracyjnych.

W obu dokumentach przyjęto spójne podejście do **rozwiązań opartych na przyrodzie (NBS)**, takich jak:

- ogrody deszczowe i niecki infiltracyjne;
- nawierzchnie przepuszczalne;
- zieleń retencyjna i wielowarstwowe nasadzenia;
- zielone dachy i ściany;
- wykorzystanie terenów zieleni jako buforów retencyjnych.

Istotnym elementem spójności jest również **wspólna perspektywa zarządcza i społeczna**, obejmująca:

- konieczność koordynacji działań pomiędzy jednostkami miejskimi;
- włączanie mieszkańców w realizację rozwiązań małej retencji i zazieleniania;
- łączenie działań inwestycyjnych z edukacją i partycypacją społeczną.

W efekcie Koncepcja zagospodarowania wód opadowych i Koncepcja zazieleniania miasta tworzą **zintegrowany system planistyczno-operacyjny**, w którym działania wodne i zieleniowe wzajemnie się wzmacniają, zwiększając odporność Sokółki na skutki zmian klimatu oraz poprawiając jakość środowiska i życia mieszkańców.

5. KIERUNKI DZIAŁAŃ I REKOMENDOWANE ROZWIĄZANIA

Rozdział 5 przedstawia **kierunki działań oraz rekomendowane rozwiązania w zakresie zagospodarowania wód opadowych**, stanowiące odpowiedź na zidentyfikowane problemy, deficyty i ryzyka klimatyczne opisane w części diagnostycznej dokumentu. Proponowane działania zostały opracowane w sposób zapewniający ich spójność z Miejskim Planem Adaptacji do zmian klimatu oraz z Koncepcją zazieleniania miasta.

Przyjęte kierunki działań opierają się na założeniu, że **wody opadowe są zasobem**, który powinien być w jak największym stopniu zatrzymywany, wykorzystywany i zagospodarowywany w miejscu opadu. Oznacza to odejście od modelu szybkiego odprowadzania wody na rzecz podejścia retencyjno-infiltracyjnego, zintegrowanego z zielenią miejską i przestrzenią publiczną.



Rekomendowane rozwiązania obejmują działania:

- techniczne i inwestycyjne, związane z rozwojem systemów retencji i infiltracji;
- przestrzenne, integrujące gospodarkę wodami opadowymi z zielenią miejską, ulicami i terenami osiedlowymi;
- organizacyjne i planistyczne, wspierające długofalowe zarządzanie wodami opadowymi;
- edukacyjne i społeczne, wzmacniające rolę mieszkańców w realizacji rozwiązań małej retencji.

Kierunki działań zostały zróżnicowane pod względem skali i charakteru interwencji – od **rozwiązań rozproszonych**, możliwych do wdrażania w przestrzeniach lokalnych i na terenach prywatnych, po **działania systemowe**, obejmujące Kanał Sokółka, sieć rowów w tym melioracyjnych i zbiornika retencyjnego oraz kluczowe obszary miasta.

Istotnym założeniem rozdziału jest **ściśła integracja gospodarki wodami opadowymi z błękitno-zieloną infrastrukturą**, w tym wykorzystanie zieleni jako elementu wspierającego retencję, infiltrację, parowanie oraz poprawę mikroklimatu. Proponowane rozwiązania zostały dobrane w sposób umożliwiający ich etapowanie, skalowanie oraz dostosowanie do lokalnych uwarunkowań przestrzennych i hydrologicznych Sokółki.

W kolejnych podrozdziałach zaprezentowano szczegółowe kierunki działań, przypisane do różnych typów przestrzeni i problemów, wraz z rekomendowanymi rozwiązaniami, które mogą stanowić podstawę do przygotowania projektów inwestycyjnych, dokumentacji technicznej oraz aplikowania o środki zewnętrzne.

5.1. Zasady zrównoważonego gospodarowania wodami opadowymi

Zrównoważone gospodarowanie wodami opadowymi w Sokółce opiera się na podejściu systemowym, w którym woda opadowa traktowana jest jako **zasób środowiskowy i przestrzenny**, a nie wyłącznie element wymagający szybkiego odprowadzenia. Przyjęte zasady stanowią podstawę dla wszystkich dalszych działań i rekomendacji przedstawionych w niniejszej Koncepcji.

Podstawowe zasady zrównoważonego gospodarowania wodami opadowymi obejmują:

- **zatrzymywanie wód opadowych w miejscu ich powstania**, poprzez stosowanie rozwiązań umożliwiających infiltrację, retencję powierzchniową i magazynowanie;
- **spowalnianie odpływu wód opadowych (zbiornik retencyjny)**, tak aby ograniczyć gwałtowne wezbrania w kanałach i rowach melioracyjnych;
- **maksymalne wykorzystanie naturalnych procesów**, takich jak infiltracja, parowanie i retencja glebowa, wspieranych przez zielenią miejską;
- **łączenie funkcji hydrologicznych z funkcjami przestrzennymi i społecznymi**, w tym rekreacyjnymi, krajobrazowymi i edukacyjnymi.

W warunkach Sokółki obok zbiornika retencyjnego szczególne znaczenie ma zasada **retencji rozproszonej**, polegająca na wprowadzaniu wielu niewielkich elementów retencyjnych w różnych częściach miasta. Takie podejście:

Załącznik 4

Koncepcja zagospodarowania wód opadowych



- zwiększa odporność miasta na intensywne opady i susze;
- ogranicza przeciążenia kanalizacji deszczowej;
- poprawia warunki wodne dla zieleni miejskiej.

Istotnym elementem zrównoważonego podejścia jest również **integracja gospodarki wodami opadowymi z planowaniem przestrzennym i zagospodarowaniem terenów**. Oznacza to konieczność:

- uwzględniania rozwiązań retencyjnych już na etapie koncepcji inwestycji;
- ograniczania powierzchni uszczelnionych na rzecz nawierzchni przepuszczalnych;
- wykorzystywania terenów zieleni, nieużytków oraz pasów przydrożnych jako elementów systemu retencyjnego.

Szczególną rolę w systemie gospodarowania wodami opadowymi pełnią **Kanał Sokółka, zbiornik retencyjny oraz sieć rowów w tym melioracyjnych**, które powinny być stopniowo przekształcane z infrastruktury wyłącznie odwadniającej w elementy **systemu retencyjno-krajobrazowego**, umożliwiającego czasowe magazynowanie wody, jej infiltrację oraz poprawę jakości środowiska.

Zrównoważone gospodarowanie wodami opadowymi zakłada także **włączenie mieszkańców i użytkowników przestrzeni** w realizację rozwiązań małej retencji, w szczególności na terenach prywatnych i osiedlowych. Działania te zwiększają efektywność systemu w skali miasta oraz wzmacniają świadomość klimatyczną i odpowiedzialność za lokalne zasoby wodne.

Przyjęte zasady stanowią punkt wyjścia do dalszych rekomendacji technicznych i funkcjonalnych, przedstawionych w kolejnych podrozdziałach, obejmujących różne typy przestrzeni i skalę interwencji w mieście Sokółka.

5.2. Retencja rozproszona jako podstawowy model zagospodarowania wód

Retencja rozproszona stanowi **podstawowy i rekomendowany model zagospodarowania wód opadowych w Sokółce**, odpowiadający zarówno na zagrożenia związane z intensywnymi opadami, jak i na problemy okresowych niedoborów wody. Model ten polega na zatrzymywaniu i zagospodarowywaniu wód opadowych w możliwie najbliższym sąsiedztwie miejsca ich powstania, przy wykorzystaniu wielu niewielkich, wzajemnie powiązanych elementów retencyjnych.

Zastosowanie retencji rozproszonej umożliwia:

- **ograniczenie szybkiego spływu powierzchniowego** do kanalizacji deszczowej, Kanału Sokółka i systemu rowów melioracyjnych;
- zmniejszenie ryzyka lokalnych podtopień i przeciążeń systemów odwodnienia;
- zwiększenie dostępności wody dla zieleni miejskiej w okresach bezopadowych;
- poprawę mikroklimatu i warunków biotycznych w przestrzeni miejskiej.

Retencja rozproszona powinna być wdrażana w różnych typach przestrzeni miasta, w tym:

- w pasach drogowych i przestrzeniach komunikacyjnych;
- na terenach osiedli mieszkaniowych;



- w parkach, skwerach i na terenach rekreacyjnych;
- na terenach edukacyjnych i instytucjonalnych;
- na działkach prywatnych oraz w zabudowie jednorodzinnej i wielorodzinnej.

Do kluczowych form retencji rozproszonej rekomendowanych w Sokółce należą:

- **ogrody deszczowe i niecki infiltracyjne**, umożliwiające czasowe zatrzymanie i infiltrację wód opadowych;
- nawierzchnie przepuszczalne na parkingach, chodnikach i placach;
- zbiorniki naziemne i podziemne na wodę opadową, wykorzystywaną do podlewania zieleni;
- zielone dachy i zielone ściany, wspierające retencję i parowanie;
- zieleń retencyjna, w tym wielowarstwowe nasadzenia drzew i krzewów.

Istotnym elementem modelu retencji rozproszonej jest **powiązanie działań wodnych z zielenią miejską i błękitno-zieloną infrastrukturą**. Zieleń pełni w tym układzie funkcję nie tylko estetyczną i rekreacyjną, lecz także hydrologiczną – zwiększając infiltrację, magazynując wodę w glebie oraz obniżając temperaturę otoczenia.

W warunkach Sokółki szczególne znaczenie ma stopniowe **odciążanie Kanału Sokółka i rowów w tym melioracyjnych** poprzez zatrzymywanie wód opadowych w górnych częściach zlewni, w zbiornikach retencyjnych oraz w obszarach silnie zurbanizowanych. Zbiornik retencyjny pozwala zmniejszyć gwałtowność spływu, a jednocześnie poprawić funkcjonowanie całego systemu odwodnienia.

Model retencji rozproszonej sprzyja również **etapowaniu i skalowaniu działań**, umożliwiając ich stopniowe wdrażanie w ramach inwestycji miejskich, projektów osiedlowych oraz inicjatyw oddolnych mieszkańców. Dzięki temu stanowi on elastyczne i efektywne narzędzie adaptacji Sokółki do zmian klimatu.

5.3. Rozwiązania oparte na przyrodzie (NBS) w warunkach miasta

Rozwiązania oparte na przyrodzie (NBS – *Nature-Based Solutions*) stanowią jeden z kluczowych filarów zrównoważonego gospodarowania wodami opadowymi w Sokółce. Podejście to zakłada wykorzystanie naturalnych procesów przyrodniczych do **retencji, infiltracji, oczyszczania i regulacji obiegu wody**, przy jednoczesnym wzmacnianiu funkcji ekologicznych i społecznych przestrzeni miejskiej.

W warunkach Sokółki rozwiązania NBS są szczególnie istotne ze względu na:

- rosnącą częstotliwość intensywnych opadów oraz okresowych susz;
- deficyty retencyjne wynikające z uszczelnienia powierzchni;
- potrzebę integracji systemu odwodnienia z zielenią miejską i terenami otwartymi;
- obecność Kanału Sokółka i rozbudowanej sieci rowów melioracyjnych, które mogą pełnić funkcje przyrodnicze i retencyjne.

Podstawowe typy rozwiązań opartych na przyrodzie rekomendowane w Sokółce obejmują:

- **ogrody deszczowe i niecki infiltracyjne**, zlokalizowane w pasach drogowych, na placach,



- w parkach i na terenach osiedlowych;
- zielen retencyjną o zróżnicowanej strukturze (drzewa, krzewy, byliny), zdolną do magazynowania wody w glebie;
- nawierzchnie przepuszczalne, umożliwiające infiltrację wód opadowych bezpośrednio do gruntu;
- zielone dachy i zielone ściany, szczególnie na budynkach użyteczności publicznej i zabudowie wielorodzinnej;
- wykorzystanie terenów zieleni jako stref czasowego zalewania podczas intensywnych opadów.

Rozwiązania oparte na przyrodzie umożliwiają jednoczesną realizację wielu celów, w tym:

- **zmniejszenie ryzyka podtopień i przeciążeń systemów odwodnienia;**
- poprawę bilansu wodnego miasta i dostępności wody w okresach suszy;
- obniżenie temperatury powietrza i ograniczenie efektu miejskiej wyspy ciepła;
- wzrost bioróżnorodności i poprawę jakości środowiska;
- podniesienie walorów estetycznych i rekreacyjnych przestrzeni publicznych.

Istotnym założeniem wdrażania NBS w Sokółce jest ich **elastyczność i możliwość etapowania**, co pozwala na stopniowe wprowadzanie rozwiązań w ramach różnych inwestycji miejskich, projektów rewitalizacyjnych oraz inicjatyw lokalnych. Rozwiązania te mogą być skalowane i dostosowywane do lokalnych warunków przestrzennych, hydrologicznych i społecznych.

Zastosowanie rozwiązań opartych na przyrodzie stanowi praktyczne narzędzie realizacji celów adaptacyjnych MPA oraz wzmacnia spójność Koncepcji zagospodarowania wód opadowych z Koncepcją zazieleniania miasta, budując zintegrowany system błękitno-zielonej infrastruktury.

5.4. Integracja systemów technicznych z błękitno-zieloną infrastrukturą

Integracja systemów technicznych z błękitno-zieloną infrastrukturą stanowi kluczowy element nowoczesnego podejścia do gospodarowania wodami opadowymi w Sokółce. Oznacza ona odejście od rozdzielnego traktowania infrastruktury odwodnieniowej i zieleni miejskiej na rzecz **zintegrowanego systemu**, w którym rozwiązania techniczne współpracują z procesami przyrodniczymi.

W warunkach miasta integracja ta ma szczególne znaczenie ze względu na:

- ograniczoną przepustowość istniejących systemów odwodnienia;
- rosnące ryzyko przeciążeń kanalizacji deszczowej i rowów melioracyjnych;
- potrzebę zwiększania retencji w przestrzeniach zurbanizowanych;
- konieczność poprawy jakości przestrzeni publicznych i środowiska.

Podstawową zasadą integracji jest **łączenie elementów infrastruktury technicznej z rozwiązaniami opartymi na przyrodzie**, w taki sposób, aby pełniły one równocześnie funkcje:

- hydrologiczne – zatrzymywanie, infiltracja i spowalnianie odpływu wód opadowych;
- ekologiczne – poprawa warunków siedliskowych i jakości wód;
- przestrzenne – porządkowanie i podnoszenie jakości zagospodarowania;
- społeczne – zwiększenie komfortu i bezpieczeństwa użytkowników przestrzeni.



Do kluczowych kierunków integracji systemów technicznych z błękitno-zieloną infrastrukturą w Sokółce należą:

- **przekształcanie elementów kanalizacji deszczowej** poprzez włączanie ich do systemów retencyjno-infiltracyjnych (np. doprowadzanie wody do ogrodów deszczowych i niecek chłonnych);
- integrowanie odwodnienia ulic i placów z zielenią przyuliczną, pasami zieleni i rabatami retencyjnymi;
- modernizacja rowów melioracyjnych i Kanału Sokółka w kierunku rozwiązań przyrodniczych, przy jednoczesnym zachowaniu ich funkcji technicznych;
- stosowanie nawierzchni przepuszczalnych jako elementu systemu odwodnienia powierzchniowego;
- wykorzystywanie zbiorników technicznych jako elementów krajobrazowych i rekreacyjnych.

Istotnym elementem integracji jest również **koordynacja projektowa i planistyczna**, polegająca na:

- uwzględnianiu rozwiązań BZI już na etapie planowania inwestycji;
- współpracy pomiędzy jednostkami odpowiedzialnymi za drogi, zieleni i gospodarkę wodną;
- łączeniu inwestycji infrastrukturalnych z działaniami adaptacyjnymi i rewitalizacyjnymi.

Integracja systemów technicznych z błękitno-zieloną infrastrukturą pozwala na:

- **zwiększenie efektywności systemu gospodarowania wodami opadowymi** bez konieczności kosztownej rozbudowy infrastruktury technicznej;
- poprawę odporności miasta na ekstremalne zjawiska pogodowe;
- podniesienie jakości przestrzeni publicznych i estetyki miasta;
- wzmocnienie spójności działań adaptacyjnych realizowanych w Sokółce.

Przyjęte podejście wpisuje się w cele MPA Sokółka oraz zapewnia spójność z Koncepcją zazieleniania miasta, tworząc ramy dla wdrażania zintegrowanych, wielofunkcyjnych rozwiązań w zakresie gospodarowania wodami opadowymi.

6. OBSZARY INTERWENCJI I PROPONOWANE LOKALIZACJE DZIAŁAŃ

Wyznaczenie obszarów interwencji w zakresie zagospodarowania wód opadowych stanowi kluczowy element wdrażania działań adaptacyjnych w mieście Sokółka. Rozdział ten identyfikuje priorytetowe lokalizacje działań, w których możliwe jest zastosowanie rozwiązań retencyjnych, infiltracyjnych oraz integrujących systemy techniczne z błękitno-zieloną infrastrukturą.

Obszary interwencji wskazane w niniejszej Koncepcji są **tożsame z obszarami wyznaczonymi w Koncepcji zazieleniania miasta (Załącznik nr 5)**. Oznacza to, że lokalizacje działań, obszary pilotażowe, mapa interwencji a także zestawienie tabelaryczne stanowią **wspólną podstawę przestrzenną** dla obu dokumentów, przy czym każdy z nich akcentuje inny aspekt adaptacji: Koncepcja zazieleniania – rozwój zieleni i BZI, natomiast niniejsza Koncepcja – gospodarowanie wodami opadowymi.



Takie podejście zapewnia **spójność planistyczną i operacyjną**, umożliwiając jednoczesne wdrażanie rozwiązań zieleniowych i wodnych w tych samych lokalizacjach oraz wzajemne wzmocnianie efektów adaptacyjnych.

Dobór obszarów interwencji uwzględnia:

- zróżnicowanie struktury przestrzennej miasta;
- obszary o wysokim stopniu uszczelnienia i deficycie retencji;
- tereny wrażliwe na podtopienia oraz okresowe niedobory wody;
- przestrzenie o potencjale integracji infrastruktury technicznej z rozwiązaniami opartymi na przyrodzie;
- lokalizacje wskazane w MPA jako obszary problemowe lub priorytetowe.

Dla uporządkowania działań przyjęto **spójną typologię interwencji**, analogiczną do tej zastosowanej w Koncepcji zazieleniania miasta. Typologia ta umożliwi kompleksowe ujęcie zagospodarowania wód opadowych w różnych typach przestrzeni miejskiej oraz powiązanie działań wodnych z funkcjami zieleni, przestrzeni publicznych i infrastruktury.

Typy interwencji w zakresie zagospodarowania wód opadowych w przestrzeni miejskiej:

- **(1) retencja przyuliczna i komunikacyjna** – obejmuje integrację systemów odwodnienia ulic, placów, skrzyżowań i przystanków z elementami błękitno-zielonej infrastruktury; działania w tym typie interwencji koncentrują się na spowalnianiu odpływu wód opadowych, zwiększaniu infiltracji oraz poprawie mikroklimatu poprzez wprowadzanie zieleni retencyjnej, ogrodów deszczowych, nawierzchni przepuszczalnych i rozwiązań wykorzystujących pasy drogowe jako element systemu retencyjnego;
- **(2) rozproszona retencja osiedlowa** – dotyczy terenów mieszkaniowych i przestrzeni międzybudynkowych, w których możliwe jest wdrażanie rozwiązań małej retencji wspierających lokalne zagospodarowanie wód opadowych; interwencje obejmują m. in. niecki infiltracyjne, zbiorniki na deszczówkę, zielen retencyjną oraz rozwiązania poprawiające warunki wodne gleby i dostępność wody dla roślinności;
- **(3) zielen retencyjna i ogrody deszczowe** – obejmuje lokalizacje przeznaczone do czasowego zatrzymywania i infiltracji wód opadowych, realizowane zarówno w przestrzeniach publicznych, jak i przy obiektach użyteczności publicznej; rozwiązania te pełnią funkcję hydrologiczną, przyrodniczą i edukacyjną, wspierając adaptację miasta do intensywnych opadów i okresowych susz, w tym zbiornik retencyjny;
- **(4) rowy melioracyjne i Kanał Sokółka** – obejmuje działania ukierunkowane na przekształcanie istniejącej infrastruktury odwadniającej w element systemu retencyjno-krajobrazowego miasta; interwencje w tym typie zakładają zwiększenie zdolności retencyjnych, spowolnienie odpływu, poprawę jakości wód;
- **(5) retencja edukacyjna przy szkołach i przedszkolach** – dotyczy terenów placówek oświatowych, w których zagospodarowanie wód opadowych może pełnić funkcję demonstracyjną i dydaktyczną; rozwiązania obejmują m. in. ogrody deszczowe, zbiorniki na deszczówkę, zielone dachy oraz elementy edukacji wodnej i klimatycznej;
- **(6) ogrody społeczne i kieszonkowe** – obejmuje niewielkie, lokalne przestrzenie zieleni,



w których możliwe jest wdrażanie rozwiązań małej retencji opartych na zaangażowaniu mieszkańców; działania te sprzyjają zatrzymywaniu wód opadowych, poprawie estetyki oraz budowaniu odpowiedzialności za lokalne zasoby wodne;

- **(7) retencja parkowa i rekreacyjna** – dotyczy parków, skwerów i większych kompleksów zieleni, w których rozwiązania retencyjne mogą być integrowane z funkcjami rekreacyjnymi, krajobrazowymi i przyrodniczymi; interwencje w tym typie umożliwiają zwiększenie zdolności retencyjnych terenów zieleni oraz poprawę odporności miasta na skutki ekstremalnych zjawisk pogodowych.

W kolejnej części rozdziału przedstawiona została **tabela obszarów interwencji**, wspólna dla Koncepcji zagospodarowania wód opadowych oraz Koncepcji zazieleniania miasta, zawierająca:

- lokalizacje działań;
- uzasadnienie wyboru obszaru;
- proponowane rozwiązania w zakresie gospodarowania wodami opadowymi;
- spodziewane efekty adaptacyjne.

Zestawienie to stanowi **bazę operacyjną** do planowania inwestycji, przygotowywania dokumentacji projektowej oraz aplikowania o środki zewnętrzne, a także narzędzie koordynujące działania wodne i zieleniowe w skali całego miasta.





Tabela 1 Propozycje działań pilotażowych (źródło: opracowanie własne).

Typ interwencji	Lokalizacja	Uzasadnienie	Proponowane działania	Spodziewane efekty	
Retencja przyuliczna i komunikacyjna	1.1	ul. Białołocka (droga krajowa)	Ulice i ciągi komunikacyjne w Sokółce charakteryzują się wysokim stopniem uszczelnienia oraz szybkim odprowadzaniem wód opadowych do kanalizacji deszczowej i systemu rowów melioracyjnych, co zwiększa ryzyko lokalnych podtopień i przeciążeń infrastruktury odwodnieniowej. Jednocześnie przestrzenie te cechują się deficytem zieleni i zacienienia, co potęguje efekt miejskiej wyspy ciepła i obniża komfort użytkownika. Pasy drogowe oraz przestrzenie towarzyszące infrastrukturze komunikacyjnej posiadają istotny potencjał do pełnienia funkcji retencyjnych, infiltracyjnych i klimatycznych bez ograniczania ich podstawowej funkcji transportowej.	<ul style="list-style-type: none"> - wprowadzanie pasów zieleni retencyjnej w pasach drogowych; - integracja odwodnienia ulic z zielenią przyuliczną i rabatami chłonnymi; - stosowanie nawierzchni przepuszczalnych na chodnikach, zatokach i parkingach; - kierowanie wód opadowych z jezdni i dachów do elementów retencyjnych; - uzupełnianie zieleni drzewiastej zwiększającej parowanie i zacienienie. 	<ul style="list-style-type: none"> - ograniczenie sływu powierzchniowego i przeciążeń systemu odwodnienia; - poprawa mikroklimatu i redukcja efektu miejskiej wyspy ciepła; - zwiększenie estetyki i jakości przestrzeni ulicznych; - poprawa bezpieczeństwa i komfortu użytkowników przestrzeni publicznych.
	1.2	ul. Grodzieńska (droga krajowa)			
	1.3	ul. Mariańska (droga wojewódzka)			
	1.4	ul. Kryńska (droga wojewódzka)			
	1.5	ul. Kresowa (droga powiatowa)			
	1.6	ul. Konopnickiej (droga powiatowa)			
	1.7	ul. Targowa (droga powiatowa)			
Rozproszona retencja osiedlowa	2.1	Osiedle Zielone	Tereny osiedli mieszkaniowych w Sokółce charakteryzują się znacznym udziałem powierzchni uszczelnionych oraz niedostatecznym wykorzystaniem potencjału do zatrzymywania wód opadowych w miejscu ich powstawania. Szybki odpływ wód z dachów i nawierzchni utwardzonych przyczynia się do lokalnych przeciążeń systemu odwodnienia oraz pogarsza warunki wodne dla zieleni osiedlowej. Jednocześnie przestrzenie międzybudynkowe	<ul style="list-style-type: none"> - tworzenie niecek chłonnych, ogrodów deszczowych i zbiorników na deszczówkę; - rozszczelnianie nawierzchni i wprowadzanie powierzchni biologicznie czynnych; - zagospodarowanie wód opadowych z dachów budynków; - łączenie rozwiązań retencyjnych z zielenią osiedlową; 	<ul style="list-style-type: none"> - zwiększenie lokalnej retencji i dostępności wody dla zieleni; - ograniczenie ryzyka podtopień na terenach mieszkaniowych; - poprawa mikroklimatu i estetyki osiedli; - wzrost świadomości mieszkańców w zakresie
	2.2	ul. Zabrodzie wraz z sąsiedztwem			
	2.3	Osiedle Centrum			



Typ interwencji	Lokalizacja	Uzasadnienie	Proponowane działania	Spodziewane efekty
		stwarzają dogodne warunki do wdrażania rozproszonych, niskokosztowych rozwiązań retencyjnych, sprzyjających adaptacji klimatycznej i poprawie jakości życia mieszkańców.	- włączanie mieszkańców w projektowanie i utrzymanie rozwiązań.	gospodarowania wodą.
Zieleń retencyjna i ogrody deszczowe	3.1 Osiedle Buchwałowo	Na terenie Sokółki występują lokalizacje, w których możliwe jest efektywne zatrzymywanie i infiltracja wód opadowych poprzez wprowadzenie zieleni o funkcjach retencyjnych. Rozwiązania te pozwalają na ograniczenie odpływu powierzchniowego, poprawę bilansu wodnego oraz wsparcie zieleni miejskiej w okresach suszy. Zieleń retencyjna i ogrody deszczowe pełnią jednocześnie funkcje hydrologiczne, przyrodnicze, estetyczne i edukacyjne, wzmacniając adaptacyjny charakter przestrzeni publicznych.	<ul style="list-style-type: none"> - zakładanie ogrodów deszczowych i zagłębień retencyjnych; - wprowadzanie zieleni o wysokiej zdolności retencyjnej; - doprowadzanie wód opadowych z utwardzonych powierzchni do elementów zieleni; - stosowanie rozwiązań wspierających infiltrację i parowanie; - oznakowanie i elementy edukacyjne. 	<ul style="list-style-type: none"> - zwiększenie zdolności retencyjnych miasta; - poprawa warunków wodnych dla roślinności; - ograniczenie obciążeń kanalizacji deszczowej; - wzrost bioróżnorodności i walorów krajobrazowych.
	3.2 Plac Tadeusza Kościuszki			
Rowy, w tym melioracyjne, Kanał Sokółka, zbiornik retencyjny	4.1 Rowy, w tym melioracyjne, Kanał Sokółka, zbiornik retencyjny	Kanał Sokółka, zbiornik retencyjny oraz system rowów w tym melioracyjnych stanowią podstawowy element odprowadzania wód opadowych w mieście, jednak obecnie pełnią głównie funkcję techniczną. Utrzymanie szybkiego odpływu wód sprzyja przesuszeniu terenów przyległych oraz ogranicza możliwości naturalnego spowalniania i oczyszczania spływu.	<ul style="list-style-type: none"> - spowalnianie odpływu poprzez lokalne poszerzenia i obniżenia terenu; - integracja ciągów wodnych z terenami zieleni i trasami rekreacyjnymi; - poprawa jakości wód opadowych poprzez filtrację biologiczną. 	<ul style="list-style-type: none"> - zmniejszenie ryzyka podtopień i przeciążeń systemu; - poprawa bilansu wodnego miasta; - wzrost wartości przyrodniczej i krajobrazowej; - lepsze powiązanie systemu wodnego z zielenią miejską.



Typ interwencji	Lokalizacja		Uzasadnienie	Proponowane działania	Spodziewane efekty
Retencja edukacyjna przy szkołach i przedszkolach	5.1	SP nr 2	Tereny placówek gminnych oświatowych w Sokółce posiadają znaczący potencjał do wdrażania rozwiązań retencyjnych pełniących funkcję edukacyjną i demonstracyjną. Zatrzymywanie i wykorzystywanie wód opadowych w przestrzeni szkolnej sprzyja poprawie mikroklimatu oraz stanowi praktyczne narzędzie edukacji klimatycznej dzieci i młodzieży. Rozwiązania te wzmacniają świadomość ekologiczną i kształtują postawy prośrodowiskowe od najmłodszych lat.	<ul style="list-style-type: none"> - tworzenie ogrodów deszczowych i zbiorników na deszczówkę; - zagospodarowanie wód opadowych z dachów; - wprowadzanie zieleni retencyjnej i powierzchni chłonnych; - instalacja elementów edukacyjnych i informacyjnych; - zaangażowanie uczniów i nauczycieli w utrzymanie rozwiązań. 	<ul style="list-style-type: none"> - poprawa komfortu użytkowania terenów szkolnych; - wzrost świadomości ekologicznej i klimatycznej; - zwiększenie lokalnej retencji; - funkcja edukacyjna i promocyjna rozwiązań adaptacyjnych.
	5.2	SP nr 1			
	5.3	Przedszkole nr 4			
	5.4	Przedszkole nr 3			
	5.5	SP nr 3			
Ogrody społeczne i kieszonkowe	6.1	Nieużytki rozproszone w różnych częściach miasta	Na terenie Sokółki występują niewielkie, rozproszone działki i nieużytki, które mogą zostać wykorzystane do tworzenia ogrodów społecznych i kieszonkowych z elementami retencji wód opadowych. Tego typu przestrzenie sprzyjają integracji mieszkańców, poprawie estetyki miasta oraz zwiększeniu powierzchni biologicznie czynnych. Rozwiązania te umożliwiają realizację małej retencji w sposób etapowy, niskokosztowy i silnie zakorzeniony społecznie.	<ul style="list-style-type: none"> - zakładanie ogrodów społecznych z elementami retencji; - wprowadzanie niecek chłonnych i zbiorników na deszczówkę; - wykorzystanie zieleni jako elementu retencyjnego; - działania partycypacyjne i warsztaty; - wsparcie inicjatyw oddolnych. 	<ul style="list-style-type: none"> - zwiększenie powierzchni biologicznie czynnych; - poprawa lokalnego bilansu wodnego; - integracja społeczna i aktywizacja mieszkańców; - poprawa estetyki przestrzeni miejskiej.
Retencja parkowa i rekreacyjna	7.1	Skwer por. Borysewicza	Parki, skwery oraz tereny rekreacyjne w Sokółce posiadają duży potencjał do pełnienia funkcji retencyjnych w skali lokalnej. Dzięki większym powierzchniom możliwe jest tu zatrzymywanie wód opadowych, ich czasowe magazynowanie oraz infiltracja, przy jednoczesnym zachowaniu funkcji rekreacyjnych. Integracja rozwiązań	<ul style="list-style-type: none"> - tworzenie zbiorników i obniżeń retencyjnych; - zagospodarowanie wód opadowych z terenów utwardzonych; - wprowadzanie zieleni o funkcjach chłonnych; - integracja rozwiązań wodnych z 	<ul style="list-style-type: none"> - zwiększenie zdolności retencyjnych miasta; - poprawa mikroklimatu i komfortu użytkowania terenów; - ograniczenie ryzyka podtopień;
	7.2	sąsiedztwo Zalewu Sokólskiego			

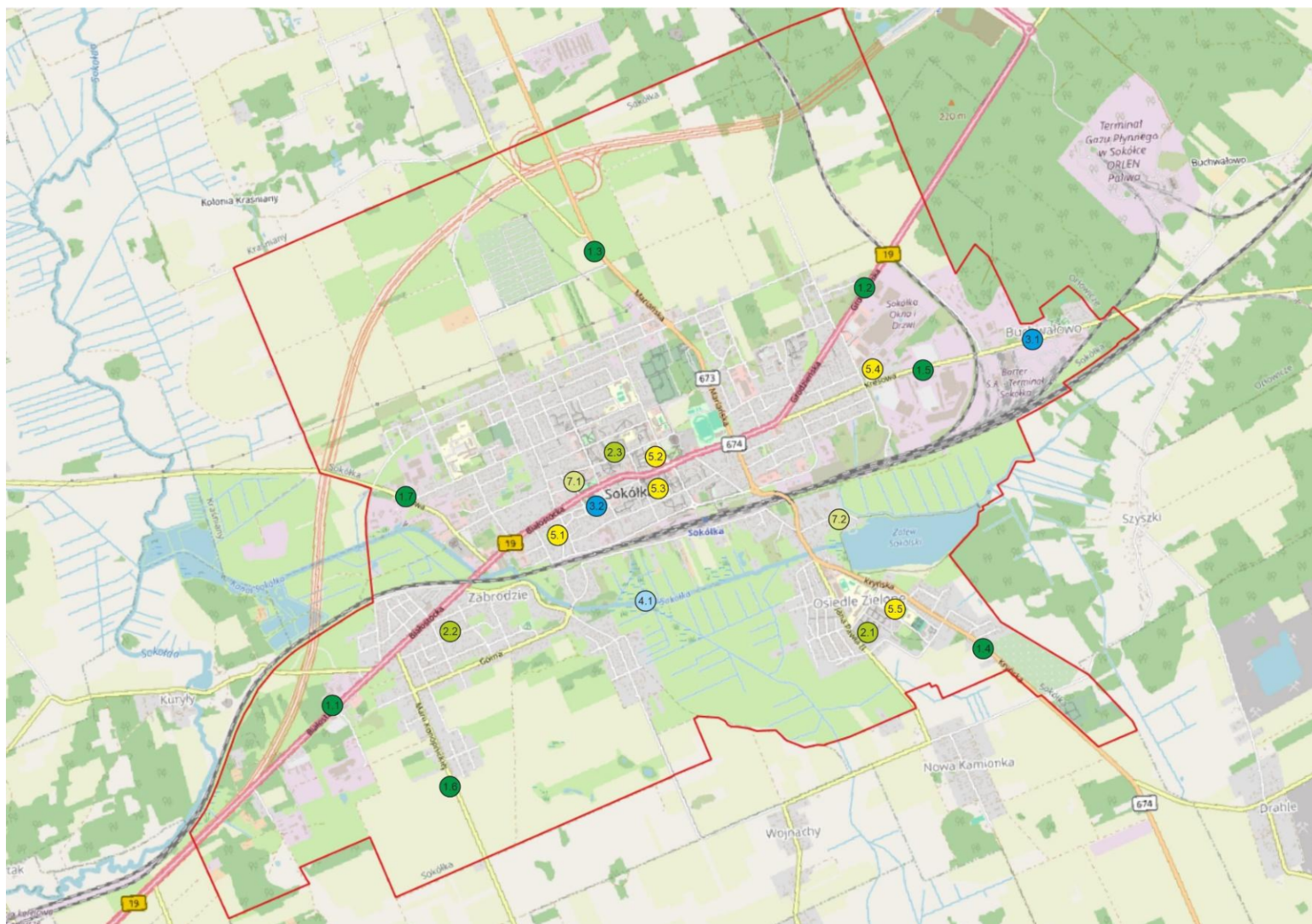
Załącznik 4

Koncepcja zagospodarowania wód opadowych



Typ interwencji	Lokalizacja	Uzasadnienie	Proponowane działania	Spodziewane efekty
		retencyjnych z zielenią parkową wzmacnia odporność miasta na ekstremalne zjawiska pogodowe oraz podnosi atrakcyjność przestrzeni publicznych.	funkcją rekreacyjną; - działania edukacyjne i informacyjne.	- wzrost atrakcyjności rekreacyjnej i krajobrazowej.

PROJEKT



Rysunek 15 Lokalizacja działań pilotażowych (źródło: opracowanie własne).



7. WDRAŻANIE, ZARZĄDZANIE I MONITORING

Skuteczna realizacja Koncepcji zagospodarowania wód opadowych wymaga jasno określonych zasad wdrażania, spójnego modelu zarządzania oraz systematycznego monitoringu efektów podejmowanych działań. Rozdział ten definiuje ramy organizacyjne i operacyjne niezbędne do przełożenia zapisów koncepcyjnych na konkretne działania inwestycyjne, planistyczne i eksploatacyjne.

Wdrażanie Koncepcji powinno być procesem **etapowym, elastycznym i zintegrowanym z bieżącym zarządzaniem miastem**, uwzględniającym zarówno uwarunkowania finansowe, jak i zmieniające się warunki klimatyczne. Kluczowe znaczenie ma tu powiązanie działań z Miejskim Planem Adaptacji do zmian klimatu oraz zachowanie pełnej spójności z Koncepcją zazieleniania miasta, w szczególności w zakresie lokalizacji interwencji, typologii rozwiązań oraz priorytetów adaptacyjnych.

Zarządzanie gospodarką wodami opadowymi w Sokółce powinno opierać się na **współpracy międzywydziałowej i międzyinstytucjonalnej**, obejmującej jednostki odpowiedzialne za planowanie przestrzenne, infrastrukturę techniczną, zieleń miejską, ochronę środowiska oraz edukację i komunikację społeczną. Tylko takie podejście umożliwi skuteczne wdrażanie rozwiązań opartych na przyrodzie oraz integrację systemów technicznych z błękitno-zieloną infrastrukturą.

Istotnym elementem procesu wdrażania jest również **zaangażowanie mieszkańców i lokalnych podmiotów**, zarówno na etapie realizacji działań, jak i ich późniejszego utrzymania. Partycypacja społeczna zwiększa akceptację dla inwestycji, wspiera trwałość rozwiązań rozproszonych oraz wzmacnia lokalną odporność na skutki zmian klimatu.

Monitoring realizacji Koncepcji pełni funkcję narzędzia oceny skuteczności działań oraz podstawy do ich modyfikacji i aktualizacji. Obejmuje on zarówno **monitoring techniczny i środowiskowy** (np. funkcjonowanie systemów retencyjnych, reakcję na opady ekstremalne), jak i **monitoring przestrzenny oraz społeczny**, pozwalający na ocenę wpływu wdrożonych rozwiązań na jakość przestrzeni publicznych i komfort życia mieszkańców.

Przyjęty model wdrażania, zarządzania i monitoringu ma na celu zapewnienie, aby Koncepcja zagospodarowania wód opadowych była dokumentem **aktywnie wspierającym decyzje inwestycyjne i planistyczne**, a nie wyłącznie opracowaniem o charakterze deklaratorywnym. Dzięki temu stanie się ona realnym narzędziem budowania odporności klimatycznej Sokółki w perspektywie długofalowej.

7.1. Model organizacyjny i odpowiedzialność za gospodarkę wodami opadowymi

Skuteczne gospodarowanie wodami opadowymi w Sokółce wymaga jasno zdefiniowanego modelu organizacyjnego, opartego na współpracy pomiędzy jednostkami samorządowymi, zarządcami infrastruktury technicznej oraz podmiotami odpowiedzialnymi za zieleń miejską i ochronę środowiska. Ze względu na przekrojowy charakter zagadnień związanych z wodami opadowymi, model ten powinien mieć charakter **zintegrowany i międzysektorowy**.

Rolę koordynacyjną w zakresie wdrażania Koncepcji zagospodarowania wód opadowych powinien pełnić



Urząd Miejski w Sokółce, w szczególności komórki odpowiedzialne za ochronę środowiska, inwestycje i planowanie przestrzenne. Koordynacja ta obejmuje m. in. nadzór nad realizacją działań, zapewnienie spójności z Miejskim Planem Adaptacji oraz inicjowanie współpracy pomiędzy jednostkami i interesariuszami.

Do kluczowych podmiotów odpowiedzialnych za realizację i utrzymanie systemu gospodarowania wodami opadowymi należą w szczególności:

- jednostki organizacyjne miasta odpowiedzialne za infrastrukturę drogową i techniczną;
- podmioty zarządzające kanalizacją deszczową i systemami odwodnienia;
- zarządcy terenów zieleni miejskiej, parków i skwerów;
- jednostki odpowiedzialne za utrzymanie rowów melioracyjnych (nadzór Starostwo Powiatowe) oraz Kanału Sokółka (nadzór Wody Polskie);
- placówki oświatowe i instytucje publiczne – w zakresie wdrażania rozwiązań edukacyjnych i demonstracyjnych;
- wspólnoty i spółdzielnie mieszkaniowe oraz właściciele nieruchomości – w zakresie retencji rozproszonej i działań na terenach prywatnych.

Istotnym elementem modelu organizacyjnego jest **włączenie gospodarki wodami opadowymi do codziennych procesów decyzyjnych miasta**, w tym do planowania inwestycji, remontów oraz modernizacji infrastruktury. Oznacza to konieczność uwzględniania rozwiązań retencyjnych i elementów błękitno-zielonej infrastruktury już na etapie przygotowania dokumentacji projektowej i postępowań przetargowych.

Model organizacyjny powinien również przewidywać **mechanizmy współpracy międzywydziałowej**, takie jak regularne spotkania robocze, wymiana danych przestrzennych (GIS) oraz wspólne planowanie działań w obszarach wskazanych jako priorytetowe w Koncepcji. Pozwoli to uniknąć rozproszenia kompetencji oraz zwiększy efektywność wdrażanych rozwiązań.

Odpowiedzialność za gospodarkę wodami opadowymi powinna być rozumiana nie tylko jako zadanie techniczne, lecz jako **element długofalowej polityki adaptacyjnej miasta**, wymagający koordynacji, monitoringu oraz zaangażowania różnych grup interesariuszy. Tak skonstruowany model organizacyjny sprzyja trwałości rozwiązań, zwiększa odporność miasta na skutki zmian klimatu i zapewnia spójność działań w skali całej Sokółki.

7.2. Monitoring, ewaluacja i aktualizacja koncepcji

Monitoring i ewaluacja stanowią kluczowe elementy skutecznego wdrażania Koncepcji zagospodarowania wód opadowych dla miasta. Ich celem jest bieżąca ocena efektywności podejmowanych działań, identyfikacja ewentualnych problemów oraz zapewnienie możliwości dostosowywania przyjętych rozwiązań do zmieniających się warunków klimatycznych, przestrzennych i organizacyjnych.

Monitoring powinien obejmować zarówno **aspekty techniczne i hydrologiczne**, jak i **aspekty**



przestrzenne oraz środowiskowe, w szczególności funkcjonowanie systemów retencyjnych, skuteczność spowalniania odpływu wód opadowych oraz wpływ wdrożonych rozwiązań na jakość przestrzeni publicznych i terenów zieleni. W miarę możliwości monitoring może być wspierany przez narzędzia GIS oraz dostępne dane hydrologiczne i meteorologiczne.

Do podstawowych elementów systemu monitoringu należą:

- obserwacja reakcji systemów odwodnienia i retencji na intensywne opady;
- ocena stanu technicznego i eksploatacyjnego elementów infrastruktury retencyjnej;
- analiza występowania podtopień i przeciążeń systemów odwodnienia;
- ocena funkcjonowania rozwiązań opartych na przyrodzie, w tym ogrodów deszczowych, niecek infiltracyjnych i terenów zieleni retencyjnej;
- identyfikacja obszarów wymagających korekt lub uzupełnień działań.

Ewaluacja Koncepcji powinna być prowadzona **cyklicznie**, w powiązaniu z raportowaniem realizacji Miejskiego Planu Adaptacji do zmian klimatu. Jej celem jest ocena stopnia realizacji założeń dokumentu, skuteczności zastosowanych rozwiązań oraz ich zgodności z celami adaptacyjnymi miasta. Ewaluacja powinna uwzględniać zarówno doświadczenia jednostek miejskich, jak i sygnały płynące od mieszkańców oraz użytkowników przestrzeni.

Istotnym elementem procesu ewaluacyjnego jest **analiza spójności Koncepcji z innymi dokumentami miejskimi**, w tym z Koncepcją zazieleniania miasta, dokumentami planistycznymi oraz programami inwestycyjnymi. Pozwala to na bieżące korygowanie kierunków działań i lepsze integrowanie gospodarki wodami opadowymi z innymi obszarami polityki miejskiej.

Aktualizacja Koncepcji powinna następować w odpowiedzi na wyniki monitoringu i ewaluacji, a także w przypadku istotnych zmian uwarunkowań prawnych, organizacyjnych lub środowiskowych. Dokument powinien zachować charakter **elastycznego narzędzia operacyjnego**, umożliwiającego wprowadzanie nowych lokalizacji działań, modyfikację rekomendowanych rozwiązań oraz dostosowanie priorytetów do aktualnych potrzeb miasta.

Przyjęty model monitoringu, ewaluacji i aktualizacji zapewnia, że Koncepcja zagospodarowania wód opadowych pozostaje dokumentem **żywym**, wspierającym długofalowe zarządzanie ryzykiem klimatycznym i budowanie odporności Sokółki na skutki zmian klimatu.

7.3. Udział mieszkańców i współpraca lokalna

Udział mieszkańców oraz współpraca lokalna stanowią istotny element skutecznego wdrażania Koncepcji zagospodarowania wód opadowych dla miasta. Ze względu na rozproszony charakter wielu rekomendowanych działań retencyjnych, w szczególności realizowanych na terenach osiedlowych, prywatnych oraz w przestrzeniach publicznych, zaangażowanie społeczności lokalnych ma kluczowe znaczenie dla trwałości i efektywności rozwiązań.

Mieszkańcy odgrywają ważną rolę zarówno jako użytkownicy przestrzeni, jak i bezpośredni współrealizatorzy działań adaptacyjnych. W szczególności dotyczy to rozwiązań z zakresu małej retencji, takich jak ogrody deszczowe, zbiorniki na deszczówkę, rozszczelnianie nawierzchni czy zazielenianie



podwórek i terenów wspólnych. Ich wdrażanie wymaga nie tylko wsparcia finansowego i organizacyjnego ze strony miasta, ale również akceptacji społecznej oraz podstawowej wiedzy na temat zasad funkcjonowania tych rozwiązań.

Współpraca lokalna powinna obejmować szerokie grono interesariuszy, w tym wspólnoty i spółdzielnie mieszkaniowe, placówki oświatowe, organizacje pozarządowe, lokalne instytucje kultury oraz podmioty gospodarcze. Partnerstwa te umożliwiają realizację projektów pilotażowych, działań edukacyjnych oraz inicjatyw oddolnych, które wzmacniają lokalną odporność na skutki zmian klimatu i wspierają budowanie kapitału społecznego.

Do kluczowych form zaangażowania mieszkańców i współpracy lokalnej należą:

- działania informacyjno-edukacyjne dotyczące gospodarowania wodami opadowymi i małej retencji;
- pozyskiwanie środków finansowych na programy wsparcia i dofinansowań dla mieszkańców i wspólnot mieszkaniowych;
- konsultacje społeczne i warsztaty projektowe przy planowaniu lokalnych interwencji;
- inicjatywy sąsiedzkie, ogrody społeczne i projekty partycypacyjne;
- współpraca z organizacjami pozarządowymi w zakresie edukacji i animacji społecznej.

Istotnym elementem procesu jest zapewnienie **czytelnej komunikacji** pomiędzy miastem a mieszkańcami, obejmującej zarówno cele i korzyści wynikające z wdrażania Koncepcji, jak i zasady funkcjonowania oraz utrzymania rozwiązań retencyjnych. Transparentność działań sprzyja budowaniu zaufania oraz zwiększa gotowość mieszkańców do aktywnego udziału w procesie adaptacji.

Udział mieszkańców i współpraca lokalna nie zastępują działań systemowych realizowanych przez miasto, lecz **uzupełniają je i wzmacniają**, umożliwiając wdrażanie rozwiązań rozproszonych, niskokosztowych i dobrze dopasowanych do lokalnych potrzeb. Tak rozumiana partycypacja stanowi ważny element długofalowego zarządzania wodami opadowymi i odpornością klimatyczną Sokółki.

7.4. Wskaźniki realizacji i monitoring postępu

Monitorowanie realizacji Koncepcji zagospodarowania wód opadowych stanowi integralną część szerszego systemu oceny skuteczności działań adaptacyjnych przewidzianych w Miejskim Planie Adaptacji do zmian klimatu. Ocena postępów i efektów wdrażania powinna opierać się na **zestawie wskaźników zawartym w rozdziale 11.5 MPA**, który obejmuje zarówno mierniki efektywności dla celów strategicznych, jak i szczegółowe wskaźniki produktu, rezultatu i oddziaływania dla poszczególnych działań.

Zaleca się, aby **monitoring wdrażania Koncepcji był prowadzony w oparciu o te same wskaźniki, w spójnej strukturze czasowej, narzędziowej i raportowej**, jak monitoring całego MPA. Pozwoli to na zachowanie integralności danych, ich porównywalność oraz efektywne planowanie kolejnych działań.

Rekomenduje się także, by raporty z realizacji Koncepcji – obejmujące zarówno dane ilościowe, jak i jakościowe – **były publikowane jako załączniki do raportu z wdrażania MPA**, co umożliwi systematyczną



ewaluację, wzmocnienie skutecznych rozwiązań oraz dostosowywanie strategii wdrożeniowej w odpowiedzi na aktualne potrzeby przestrzenne, środowiskowe i społeczne.

8. MOŻLIWOŚCI FINANSOWANIA I WDRAŻANIA PROJEKTÓW

Realizacja działań wynikających z niniejszej koncepcji wymaga **wielozródłowego podejścia do finansowania** – łączącego środki z budżetu miasta z zewnętrznymi źródłami krajowymi i europejskimi. Stabilne i zaplanowane finansowanie jest warunkiem skutecznego wdrażania rozwiązań błękitno-zielonej infrastruktury, zarówno w formie inwestycji miejskich, jak i inicjatyw społecznych, edukacyjnych oraz partnerskich.

Szczegółowe źródła finansowania działań adaptacyjnych – w tym rozwoju zieleni, retencji i edukacji klimatycznej – zostały przedstawione w rozdziale 11.4 *Możliwe źródła finansowania* głównego dokumentu MPA. Obejmują one fundusze własne gminy, środki unijne, fundusze krajowe, mechanizmy grantowe oraz instrumenty wsparcia wspólnotowego i partnerstw lokalnych.

W kontekście wdrażania koncepcji zagospodarowania wód opadowych rekomenduje się w szczególności:

- **korzystanie z dostępnych programów krajowych i unijnych**, takich jak Fundusze Europejskie na Infrastrukturę, Klimat i Środowisko (FEnIKS), Fundusz Sprawiedliwej Transformacji, Fundusze Norweskie i EOG, programy NFOŚiGW i WFOŚiGW, programy regionalne (Fundusze Europejskie dla Podlaskiego);
- **wdrażanie zielonych komponentów budżetu obywatelskiego** oraz systemów mikrograntów, wspierających lokalne działania mieszkańców, szkół, wspólnot mieszkaniowych i organizacji pozarządowych;
- **rezerwowanie środków na elementy zieleni w ramach planowanych inwestycji miejskich**, takich jak: modernizacje dróg, placów, szkół, przedszkoli czy terenów sportowo-rekreacyjnych – z uwzględnieniem kosztów nasadzeń, systemów retencji, małej architektury i utrzymania;
- **rozwijanie partnerstw z sektorem prywatnym, instytucjami edukacyjnymi i organizacjami społecznymi**;
- **powiązanie finansowania z harmonogramem i wskaźnikami MPA**, co pozwoli na zintegrowane zarządzanie, monitoring efektywności i planowanie kolejnych działań.

Zróżnicowanie źródeł i form finansowania zwiększa szansę na elastyczne i etapowe wdrażanie rozwiązań wskazanych w koncepcji, a także umożliwia szersze zaangażowanie lokalnych aktorów w realizację polityki adaptacyjnej miasta.

9. REKOMENDACJE TECHNICZNE I FUNKCJONALNE

Niniejszy rozdział stanowi uzupełnienie i uszczegółowienie kierunków działań wskazanych w Koncepcji zagospodarowania wód opadowych dla miasta. Jego celem jest przedstawienie rekomendacji technicznych i funkcjonalnych, które mogą być bezpośrednio wykorzystywane na etapie planowania, projektowania, realizacji oraz utrzymania rozwiązań związanych z gospodarowaniem wodami





opadowymi.

Rekomendacje te mają charakter **praktyczny i elastyczny** – nie stanowią zamkniętego katalogu rozwiązań, lecz zbiór zasad i wytycznych umożliwiających dobór odpowiednich technologii i form zagospodarowania wód opadowych w zależności od lokalnych uwarunkowań przestrzennych, hydrologicznych, geotechnicznych i funkcjonalnych. Uwzględniają one zarówno rozwiązania inżynierskie, jak i rozwiązania oparte na przyrodzie, ze szczególnym naciskiem na ich integrację w ramach błękitno-zielonej infrastruktury.

Rekomendacje techniczne i funkcjonalne odnoszą się do różnych typów przestrzeni występujących w Sokółce, w tym przestrzeni komunikacyjnych, osiedlowych, edukacyjnych, rekreacyjnych oraz terenów otwartych i zieleni miejskiej. Zostały one opracowane w sposób spójny z Koncepcją zazieleniania miasta, tak aby proponowane rozwiązania wspierały jednocześnie cele retencyjne, klimatyczne, ekologiczne i społeczne.

Istotnym założeniem niniejszego rozdziału jest promowanie **rozwiązań wielofunkcyjnych**, które poza podstawową funkcją gospodarowania wodami opadowymi przyczyniają się do poprawy jakości przestrzeni publicznych, zwiększenia bioróżnorodności, ograniczenia efektu miejskiej wyspy ciepła oraz podniesienia komfortu użytkownika miasta. Rekomendacje uwzględniają również aspekty eksploatacyjne, trwałość rozwiązań oraz możliwości ich etapowego wdrażania.

Zawarte w rozdziale wytyczne mogą stanowić punkt odniesienia dla dokumentacji projektowych, specyfikacji technicznych, programów funkcjonalno-użytkowych oraz działań inwestycyjnych realizowanych przez miasto i partnerów zewnętrznych. Dzięki temu Koncepcja zagospodarowania wód opadowych pełni rolę **narzędzia wspierającego codzienną praktykę zarządzania miastem**, a nie wyłącznie dokumentu strategicznego.

9.1. Zalecenia projektowe dla rozwiązań retencyjnych i infiltracyjnych

Projektowanie rozwiązań retencyjnych i infiltracyjnych w Sokółce powinno opierać się na zasadzie maksymalnego zatrzymywania wód opadowych w miejscu ich powstawania oraz spowalniania odpływu do systemów odbiorczych. Dobór konkretnych rozwiązań powinien każdorazowo uwzględniać lokalne uwarunkowania przestrzenne, hydrologiczne, geotechniczne oraz sposób użytkowania terenu.

Podstawowym zaleceniem projektowym jest **priorytet dla retencji rozproszonej**, realizowanej w skali ulicy, kwartału lub działki, przed odprowadzaniem wód do kanalizacji deszczowej lub Kanału Sokółka. Rozwiązania infiltracyjne powinny być stosowane wszędzie tam, gdzie pozwalają na to warunki gruntowo-wodne, a w przypadku ich ograniczeń – uzupełniane rozwiązaniami retencyjnymi o kontrolowanym odpływie.

W projektowaniu elementów retencyjnych i infiltracyjnych należy uwzględnić następujące zalecenia:

- lokalizowanie rozwiązań możliwie blisko źródła spływu wód opadowych (dachy, nawierzchnie utwardzone, jezdnie);
- dostosowanie pojemności retencyjnej do charakteru zlewni oraz intensywności opadów;
- zapewnienie możliwości czasowego piętrzenia wody bez zagrożenia dla użytkowników



- przestrzeni;
- stosowanie układów kaskadowych i sekwencyjnych, umożliwiających stopniowe zatrzymywanie i infiltrację wody;
- uwzględnianie przelewów awaryjnych i bezpiecznych tras odpływu w przypadku opadów nawałnych.

Rozwiązania infiltracyjne, takie jak ogrody deszczowe, niecki chłonne, muldy trawiaste czy nawierzchnie przepuszczalne, powinny być projektowane z uwzględnieniem:

- odpowiednich warstw filtracyjnych i drenażowych;
- zabezpieczenia przed zamulaniem i zanieczyszczeniami;
- łatwego dostępu do przeglądu i utrzymania;
- integracji z zielenią miejską i krajobrazem.

W przypadku terenów o ograniczonej infiltracji lub wysokim poziomie wód gruntowych zaleca się stosowanie rozwiązań retencyjnych o charakterze powierzchniowym lub podziemnym, z regulowanym odpływem, takich jak zbiorniki retencyjne, skrzynki rozsączające czy systemy retencji dachowej. W takich sytuacjach szczególne znaczenie ma kontrola odpływu oraz możliwość wykorzystania zgromadzonej wody do celów gospodarczych, np. podlewania zieleni.

Projektowanie rozwiązań retencyjnych i infiltracyjnych powinno być ściśle skoordynowane z zagospodarowaniem terenu oraz układem zieleni, tak aby elementy te pełniły równocześnie funkcje hydrologiczne, ekologiczne i przestrzenne. Wskazane jest traktowanie ich jako **integralnej części przestrzeni publicznych i publicznych**, a nie wyłącznie elementów infrastruktury technicznej.

Przyjęcie powyższych zaleceń umożliwi wdrażanie rozwiązań trwałych, efektywnych i dostosowanych do warunków Sokółki, wspierających cele adaptacyjne miasta oraz spójnych z Koncepcją zazieleniania i Miejskim Planem Adaptacji do zmian klimatu.

9.2. Powiązanie rozwiązań wodnych z zielenią miejską

Powiązanie rozwiązań związanych z gospodarowaniem wodami opadowymi z systemem zieleni miejskiej stanowi jeden z kluczowych warunków skutecznej adaptacji miasta do zmian klimatu. Integracja ta pozwala na odejście od modelu szybkiego odprowadzania wód opadowych na rzecz ich zatrzymywania, wykorzystywania i włączania w obieg przyrodniczy miasta.

W warunkach Sokółki zieleń miejska pełni istotną rolę jako **element aktywny hydrologicznie**, wspierający infiltrację, parowanie oraz czasowe magazynowanie wód opadowych. Projektowanie rozwiązań wodnych powinno być zatem prowadzone równoległe z projektowaniem zieleni, w sposób umożliwiający ich wzajemne uzupełnianie się i wielofunkcyjne wykorzystanie przestrzeni.

Podstawową zasadą jest łączenie elementów infrastruktury wodnej z różnymi formami zieleni miejskiej, w tym zielenią przyuliczną, osiedlową, parkową, edukacyjną oraz zielenią towarzyszącą obiektom publicznym. Obejmuje to w szczególności sytuacje, w których wody opadowe z dachów, placów i ciągów komunikacyjnych kierowane są do terenów zieleni pełniących funkcje retencyjne i infiltracyjne.



Do kluczowych zaleceń w zakresie powiązania rozwiązań wodnych z zielenią miejską należą:

- projektowanie ogrodów deszczowych, niecek infiltracyjnych i muld trawiastych jako elementów kompozycji zieleni;
- wykorzystywanie zieleni przyulicznej i pasów zieleni jako stref przejmowania i oczyszczania wód opadowych;
- dobór roślinności tolerującej okresowe zalewanie i przesuszenie;
- integrowanie zbiorników retencyjnych z funkcjami krajobrazowymi i rekreacyjnymi.

Istotnym aspektem integracji rozwiązań wodnych z zielenią jest **koordynacja projektowa i wykonawcza**, obejmująca współpracę projektantów branżowych, architektów krajobrazu oraz jednostek odpowiedzialnych za utrzymanie zieleni i infrastruktury. Pozwala to uniknąć rozwiązań konfliktowych oraz zwiększa trwałość i funkcjonalność realizowanych inwestycji.

Powiązanie rozwiązań wodnych z zielenią miejską przynosi jednocześnie szereg korzyści środowiskowych i społecznych, takich jak poprawa mikroklimatu, zwiększenie bioróżnorodności, ograniczenie efektu miejskiej wyspy ciepła oraz podniesienie jakości przestrzeni publicznych. Dzięki temu rozwiązania retencyjne stają się elementem codziennego krajobrazu miasta, a nie wyłącznie infrastrukturą techniczną.

Przyjęte podejście zapewnia spójność Koncepcji zagospodarowania wód opadowych z Koncepcją zazieleniania miasta oraz wspiera realizację celów Miejskiego Planu Adaptacji do zmian klimatu poprzez wdrażanie zintegrowanych, wielofunkcyjnych rozwiązań opartych na przyrodzie.

9.3. Utrzymanie, trwałość i odporność systemów retencji

Skuteczność systemów retencji wód opadowych w Sokółce w długiej perspektywie zależy nie tylko od prawidłowego zaprojektowania i wykonania rozwiązań, lecz również od ich właściwego utrzymania, trwałości materiałowej oraz odporności na zmienne warunki klimatyczne i eksploatacyjne. Rozwiązania retencyjne powinny być projektowane i wdrażane z myślą o wieloletnim użytkowaniu oraz minimalizacji kosztów utrzymania.

Podstawową zasadą w zakresie utrzymania systemów retencji jest **prostota i czytelność rozwiązań**, umożliwiająca ich bieżącą kontrolę i pielęgnację przez służby miejskie lub zarządców terenów. Elementy retencyjne, takie jak ogrody deszczowe, niecki infiltracyjne czy zbiorniki powierzchniowe, powinny być łatwo dostępne, widoczne w przestrzeni i jednoznacznie zidentyfikowane jako elementy infrastruktury adaptacyjnej.

W celu zapewnienia trwałości i odporności systemów retencji zaleca się:

- stosowanie materiałów odpornych na zmienne warunki wilgotnościowe, zamarzanie i intensywne opady;
- dobór roślinności dostosowanej do okresowego zalewania i przesuszania;
- projektowanie elementów umożliwiających łatwe usuwanie osadów i zanieczyszczeń;
- zapewnienie bezpiecznych przelewów awaryjnych i dróg nadmiarowego odpływu wód;
- unikanie rozwiązań wymagających intensywnej obsługi technicznej.

Załącznik 4 Koncepcja zagospodarowania wód opadowych



Utrzymanie systemów retencji powinno być **zintegrowane z utrzymaniem zieleni miejskiej i infrastruktury technicznej**, tak aby działania pielęgnacyjne i eksploatacyjne były prowadzone w sposób skoordynowany. W praktyce oznacza to konieczność uwzględniania elementów retencyjnych w harmonogramach prac porządkowych, koszenia, przeglądów technicznych oraz planach budżetowych jednostek miejskich.

Odporność systemów retencji na skutki zmian klimatu powinna być wzmocniana poprzez projektowanie rozwiązań elastycznych, zdolnych do funkcjonowania zarówno w warunkach intensywnych opadów, jak i długotrwałych okresów bezdeszczowych. Szczególne znaczenie ma tu zapewnienie możliwości czasowego magazynowania wody oraz jej stopniowego uwalniania do środowiska.

Istotnym elementem trwałości systemów retencji jest również **świadomość użytkowników przestrzeni**, w tym mieszkańców i zarządców terenów, dotycząca funkcji i zasad działania tych rozwiązań. Odpowiednie oznakowanie, działania informacyjne oraz edukacyjne zmniejszają ryzyko nieprawidłowego użytkowania i degradacji infrastruktury retencyjnej.

Zapewnienie właściwego utrzymania, trwałości i odporności systemów retencji pozwala traktować je jako stały element infrastruktury miasta, wspierający adaptację Sokółki do zmian klimatu i zwiększający bezpieczeństwo hydrologiczne w perspektywie długofalowej.



10.SPIS TABEL

Tabela 1 Propozycje działań pilotażowych (źródło: opracowanie własne).43

11. SPIS RYSUNKÓW

Rysunek 1 Ukształtowanie terenu Sokółki (źródło: opracowanie własne, NMT GUGIK)7

Rysunek 2 Zagospodarowanie przestrzenne w granicach Miasta Sokółka (źródło: opracowanie własne, BDOT10k GUGIK)10

Rysunek 3 Udział powierzchni nieprzepuszczalnych (źródło: opracowanie własne, baza danych Copernicus Land Monitoring Service)11

Rysunek 4 Udział powierzchni nieprzepuszczalnych w obszarach wrażliwości (źródło: opracowanie własne, baza danych Copernicus Land Monitoring Service)12

Rysunek 5 Obszary potencjalnych podtopień (źródło: opracowanie własne)17

Rysunek 6 Obszary potencjalnych podtopień - północno-zachodnia część miasta (źródło: opracowanie własne)18

Rysunek 7 Obszary potencjalnych podtopień - północno-wschodnia część miasta (źródło: opracowanie własne)19

Rysunek 8 Obszary potencjalnych podtopień – południowo-zachodnia część miasta (źródło: opracowanie własne)20

Rysunek 9 Obszary potencjalnych podtopień – północno-zachodnia część miasta (źródło: opracowanie własne)21

Rysunek 10 Obszary zagrożone podtopieniami na obszarach wrażliwości (źródło: opracowanie własne)22

Rysunek 11 Obszary zagrożone podtopieniami na obszarach wrażliwości - północno-zachodnia część miasta (źródło: opracowanie własne)23

Rysunek 12 Obszary zagrożone podtopieniami na obszarach wrażliwości - północno-wschodnia część miasta (źródło: opracowanie własne)24

Rysunek 13 Obszary zagrożone podtopieniami na obszarach wrażliwości – południowo-zachodnia część miasta (źródło: opracowanie własne)25

Rysunek 14 Obszary zagrożone podtopieniami na obszarach wrażliwości – północno-zachodnia część miasta (źródło: opracowanie własne)26

Rysunek 15 Lokalizacja działań pilotażowych (źródło: opracowanie własne).....47

