

Miejski Plan Adaptacji do zmian klimatu dla Gminy Miasta **Zakopane**

Załącznik 4. Koncepcja zagospodarowania wód opadowych



ZAKOPANE

Warszawa 2025



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 i zakres opracowania	3
1.2. Wyzwania klimatyczne związane z wodami opadowymi.....	4
1.3. Znaczenie zarządzania wodami opadowymi w adaptacji miasta	5
2. UWARUNKOWANIA PRZESTRZENNE I DIAGNOZA STANU ISTNIEJĄCEGO	7
2.1. Uwarunkowania topograficzne i hydrologiczne	7
2.2. Powierzchnie biologicznie czynne i tereny uszczelnione.....	9
2.3. Obszary szczególnego ryzyka powodzi błyskawicznych i podtopień	14
2.4. Stan istniejącej infrastruktury odwodnieniowej.....	18
2.5. Niedobory retencji i odpływ powierzchniowy	19
2.6. Wody powierzchniowe i ich rola w odbiorze spływów.....	20
2.7. Presja turystyczna a zagospodarowanie wód opadowych	21
3. ZAGROŻENIA I WYZWANIA	23
3.1. Opady nawalne i skutki hydrologiczne	23
3.2. Niedobory retencji lokalnej i zlewniowej	24
3.3. Niewystarczające zagospodarowanie wód opadowych	25
3.4. Ryzyko suszy i utraty wody w krajobrazie miejskim	26
3.5. Potrzeba zmiany paradygmatu zarządzania wodami	27
3.6. Erozja stoków i transport rumowiska	27
4. WPISANIE KONCEPCJI W RAMY MIEJSKIEGO PLANU ADAPTACJI.....	29
4.1. Odniesienie do celów MPA.....	29
4.2. Spójność z działaniami adaptacyjnymi zawartymi w MPA	30
4.3. Kompletność z Koncepcją zazieleniania miasta.....	32
5. KIERUNKI DZIAŁAŃ I REKOMENDOWANE ROZWIĄZANIA	34
5.1. Zasady gospodarowania wodami opadowymi w mieście.....	34
5.2. Rozwiązania oparte na przyrodzie (NBS)	35
5.3. Retencja na działkach prywatnych i osiedlach mieszkaniowych	35
5.4. Rozwój systemu otwartego odwodnienia i retencji miejskiej	36
5.5. Zagospodarowanie wód opadowych w przestrzeni publicznej	37
5.6. Włączenie działań retencyjnych do planowania przestrzennego	37
5.7. Integracja działań z systemem zieleni miejskiej	38
5.8. Rozwiązania dla terenów górskich i stokowych.....	39
6. OBSZARY INTERWENCJI I PROPONOWANE LOKALIZACJE DZIAŁAŃ	40
7. ZARZĄDZANIE I MONITORING.....	45
7.1. Struktura odpowiedzialności i koordynacji.....	45
7.2. System gromadzenia danych	46
7.3. Utrzymanie infrastruktury retencyjnej	47
7.4. Partycypacja społeczna i edukacja mieszkańców	47
7.5. Wskaźniki realizacji i monitoring postępu	48
8. FINANSOWANIE	49
9. REKOMENDACJE TECHNICZNE I FUNKCJONALNE.....	50
10. SPIS TABEL	51
11. SPIS RYSUNKÓW	51

1. WPROWADZENIE

1.1. Cel i zakres opracowania

Celem niniejszej koncepcji jest określenie kierunków działań oraz propozycji rozwiązań sprzyjających **zrównoważonemu gospodarowaniu wodami opadowymi i roztopowymi na terenie Miasta Zakopane**, w sposób wspierający odporność klimatyczną miasta i podnoszący jakość życia jego mieszkańców oraz odwiedzających. Dokument ten stanowi załącznik nr 4 do **Miejskiego Planu Adaptacji do zmian klimatu** i jest z nim w pełni spójny pod względem diagnozy, celów, struktury przestrzennej oraz wskazanych działań adaptacyjnych.

Koncepcja została przygotowana w odpowiedzi na szczególne wyzwania Zakopanego: **gwałtowne spływy powierzchniowe w warunkach górskich, ryzyko powodzi błyskawicznych i erozji stoków, a także okresowe niedobory wody** spowodowane szybkim odpływem i rosnącym uszczelnieniem powierzchni. Miasto doświadcza również silnej presji turystycznej i inwestycyjnej, która przyczynia się do ograniczenia powierzchni biologicznie czynnych i utraty naturalnych mechanizmów retencji. W tym kontekście skuteczne zarządzanie wodami opadowymi nabiera strategicznego znaczenia – zarówno dla bezpieczeństwa mieszkańców i infrastruktury, jak i dla ochrony środowiska oraz utrzymania atrakcyjności turystycznej regionu.

Zakres opracowania obejmuje w szczególności:

- analizę uwarunkowań topograficznych, hydrologicznych i przestrzennych, kształtujących odpływ wód opadowych w warunkach górskich;
- ocenę stanu istniejącej infrastruktury odwodnieniowej (kanalizacji deszczowej, rowów, cieków górskich, zbiorników);
- identyfikację obszarów szczególnie zagrożonych podtopieniami, powodziami błyskawicznymi i erozją stoków;
- analizę stopnia uszczelnienia terenu i wynikających z niego deficytów retencji;
- określenie kierunków działań służących zwiększeniu retencji, infiltracji i lokalnemu zatrzymywaniu wody, z uwzględnieniem rozwiązań opartych na przyrodzie (NBS) oraz specyfiki górskiego krajobrazu;
- przedstawienie typologii działań retencyjnych i rekomendację lokalizacji interwencji pilotażowych;
- sformułowanie zaleceń dotyczących zarządzania, monitorowania i finansowania działań retencyjnych;
- integrację zagadnień gospodarki wodami opadowymi z dokumentami planistycznymi i inwestycyjnymi miasta.

Opracowanie zakłada **podejście ekosystemowe i interdyscyplinarne**, łączące funkcje techniczne (odprowadzenie i zatrzymanie wody), przyrodnicze (retencja, infiltracja, naturalizacja cieków), społeczne (edukacja, partycypacja) oraz krajobrazowe (wzmacnianie tożsamości miasta w przestrzeni publicznej). Uwzględnia ono także dobre praktyki z zakresu gospodarowania wodami opadowymi w miastach górskich oraz aktualne wytyczne krajowe i unijne dotyczące adaptacji do zmian klimatu, w tym zalecenia zawarte

w Podręczniku adaptacji dla miast. Aktualizacja 2023.

Proponowane działania dotyczą zarówno **terenów publicznych** (ulice, place, parki, szkoły, obiekty turystyczne), jak i **prywatnych** (posesje mieszkalne, pensjonaty, osiedla mieszkaniowe), z uwzględnieniem różnych form własności i możliwości wdrażania rozwiązań w trybie wspólnotowym, publiczno-prywatnym i obywatelskim.

Koncepcja powinna być traktowana jako **narzędzie operacyjne** wspierające wdrażanie MPA – pomocne przy planowaniu inwestycji, pozyskiwaniu środków finansowych, opracowywaniu lokalnych polityk przestrzennych oraz kształtowaniu świadomości mieszkańców i turystów w zakresie racjonalnego gospodarowania wodą.

1.2. Wyzwania klimatyczne związane z wodami opadowymi

Zmiany klimatu w regionach górskich uwiadcniają się szczególnie poprzez **wzrost częstotliwości i intensywności opadów nawaalnych** oraz zwiększoną zmienność sezonową warunków pogodowych. Zjawiska te przekładają się na rosnące ryzyko podtopień, powodzi błyskawicznych oraz przyspieszonego spływu powierzchniowego, który zagraża infrastrukturze, mieszkańcom i walorom przyrodniczym miasta.

Równocześnie coraz częściej występują **okresy suszy i długotrwałe epizody bezopadowe**, prowadzące do deficytów wody w glebie, przesuszania terenów zieleni, a także osłabienia kondycji roślinności, w tym drzew cennych dla krajobrazu kulturowego Zakopanego. Zjawisko to nasila się w związku z wysokim udziałem powierzchni nieprzepuszczalnych i dynamicznym rozwojem zabudowy turystycznej, co ogranicza naturalne procesy infiltracji i retencji wód.

Do kluczowych wyzwań klimatycznych w Zakopanem należą:

- **powodzie błyskawiczne** – związane z ukształtowaniem terenu (duże spadki, strome stoki) i dynamicznym spływem wód opadowych, które w krótkim czasie mogą zalać ulice, parkingi, piwnice budynków czy infrastrukturę turystyczną;
- **erozja stoków i transport rumowiska** – intensywne opady prowadzą do osuwania się ziemi, uszkodzeń dróg i szlaków, a także zamulania cieków i kanalizacji deszczowej;
- **przeciążenie infrastruktury odwodnieniowej** – tradycyjna kanalizacja deszczowa nie jest dostosowana do rosnących przepływów i nagłych zrzutów wód, co skutkuje lokalnymi zatorami i podtopieniami;
- **deficyty retencji** – brak rozwiązań umożliwiających zatrzymanie wody w miejscu opadu powoduje szybkie odprowadzanie jej poza granice miasta, bez możliwości lokalnego wykorzystania do celów gospodarczych, rekreacyjnych czy przyrodniczych;
- **susze miejskie i degradacja zieleni** – okresowe braki wody pogłębiają problem przegrzewania się przestrzeni publicznych, zmniejszają komfort mieszkańców i turystów oraz zwiększają koszty utrzymania zieleni;
- **presja turystyczna** – masowa zabudowa pensjonatów, hoteli i apartamentowców prowadzi do dalszego uszczelnienia powierzchni i zwiększonego zapotrzebowania na wodę, przy jednoczesnym ograniczaniu możliwości retencji i infiltracji.

W obliczu prognoz klimatycznych, które przewidują dalsze **nasilanie się zjawisk ekstremalnych**,

konieczna jest zmiana podejścia do gospodarowania wodami opadowymi – od tradycyjnego modelu szybkiego odprowadzania wód, w kierunku **systemu zintegrowanego**, opartego na lokalnej retencji, infiltracji i ponownym wykorzystaniu wód opadowych.

Strategiczne znaczenie zyskują w tym kontekście **rozwiązania oparte na przyrodzie (NBS)** – ogrody deszczowe, niecki infiltracyjne, zielone dachy na budynkach mieszkalnych, renaturyzacja potoków a także rozszczelnianie powierzchni, które pozwalają jednocześnie ograniczać ryzyka hydrologiczne, poprawiać mikroklimat oraz wzmacniać walory krajobrazowe i turystyczne Zakopanego.

Podjęcie tych wyzwań jest kluczowe dla ochrony mieszkańców i infrastruktury, a także dla zachowania atrakcyjności Zakopanego jako centrum turystyki górskiej, odpornego na skutki zmian klimatu.

1.3. Znaczenie zarządzania wodami opadowymi w adaptacji miasta

Wody opadowe stanowią kluczowy element miejskiego obiegu wody, a sposób ich zagospodarowania w dużym stopniu decyduje o **odporności klimatycznej Zakopanego**. W warunkach nasilających się zmian klimatu, zarządzanie tym zasobem nie może być traktowane wyłącznie jako problem techniczny związany z odwodnieniem, lecz jako strategiczne narzędzie adaptacyjne, które łączy aspekty hydrologiczne, ekologiczne, społeczne i gospodarcze.

W Zakopanem znaczenie tego zagadnienia jest szczególne z uwagi na:

- **ukształtowanie terenu** sprzyjające szybkiemu odpływowi i powodziom błyskawicznym;
- **turystyczny charakter miasta**, powodujący zwiększone zapotrzebowanie na wodę oraz intensyfikację presji urbanizacyjnej;
- **cenne zasoby przyrodnicze i krajobrazowe** (Tatry, doliny potoków górskich), które pełnią funkcje nie tylko ekologiczne, ale i ekonomiczne, jako fundament lokalnej gospodarki opartej na turystyce.

Efektywne zarządzanie wodami opadowymi pełni w adaptacji miasta kilka kluczowych funkcji:

- **ochronną** – ogranicza ryzyko powodzi błyskawicznych, podtopień i erozji stoków, zabezpieczając mieszkańców, infrastrukturę i obiekty turystyczne;
- **środowiskową** – wspiera obieg wody w krajobrazie, poprawia bilans wodny i mikroklimat, wzmacnia kondycję zieleni oraz różnorodność biologiczną;
- **społeczną** – zwiększa komfort życia mieszkańców i turystów, redukuje skutki miejskiej wyspy ciepła, integruje społeczność wokół wspólnych działań na rzecz retencji i oszczędzania wody;
- **ekonomiczną** – zmniejsza koszty napraw szkód powodziowych, obniża wydatki na utrzymanie zieleni, wspiera atrakcyjność turystyczną miasta i tworzy podstawę do pozyskiwania środków zewnętrznych.

Tradycyjny model szybkiego odprowadzania wód opadowych, oparty na rozbudowie sieci kanalizacji, okazuje się w warunkach Zakopanego **niewystarczający i nieefektywny kosztowo**. Alternatywą jest system rozproszony i zintegrowany, łączący **rozwiązania techniczne z przyrodniczymi (NBS)**, takie jak ogrody deszczowe, zielone dachy na budynkach mieszkalnych, nawierzchnie przepuszczalne czy renaturyzacja potoków i dolin rzecznych.

Załącznik 4

Koncepcja zagospodarowania wód opadowych



W tym ujęciu woda opadowa przestaje być traktowana jako problem lub odpad, a zaczyna być postrzegana jako **strategiczny zasób miasta**, możliwy do zatrzymania, wykorzystania i włączenia w lokalne procesy rozwoju. Takie podejście jest fundamentem skutecznej adaptacji Zakopanego do zmian klimatu i wpisuje się w nowoczesne standardy planowania miejskiego oraz polityki środowiskowej Unii Europejskiej.

2. UWARUNKOWANIA PRZESTRZENNE I DIAGNOZA STANU ISTNIEJĄCEGO

Skuteczne gospodarowanie wodami opadowymi w skali miejskiej wymaga szczegółowego rozpoznania uwarunkowań lokalnych, które determinują obieg wody w przestrzeni Zakopanego. Analiza obejmuje zarówno czynniki naturalne, jak i antropogeniczne – od rzeźby terenu i układu hydrologicznego, przez stopień uszczelnienia powierzchni i strukturę użytkowania gruntów, aż po stan istniejącej infrastruktury odwodnieniowej oraz poziom presji turystycznej.

Zakopane, położone u podnóża Tatr, charakteryzuje się unikatowym układem przestrzennym, w którym górski krajobraz i doliny potoków w istotny sposób kształtują warunki odpływu i retencji. Z jednej strony sprzyja to szybkiemu spływowi powierzchniowemu i zwiększa ryzyko powodzi błyskawicznych, z drugiej – stwarza potencjał do wykorzystania naturalnych procesów retencyjnych i infiltracyjnych.

Zebrane dane i obserwacje stanowią punkt wyjścia do formułowania kierunków działań adaptacyjnych w kolejnych częściach opracowania – w tym typologii interwencji, rekomendacji technicznych oraz wskazania obszarów pilotażowych.

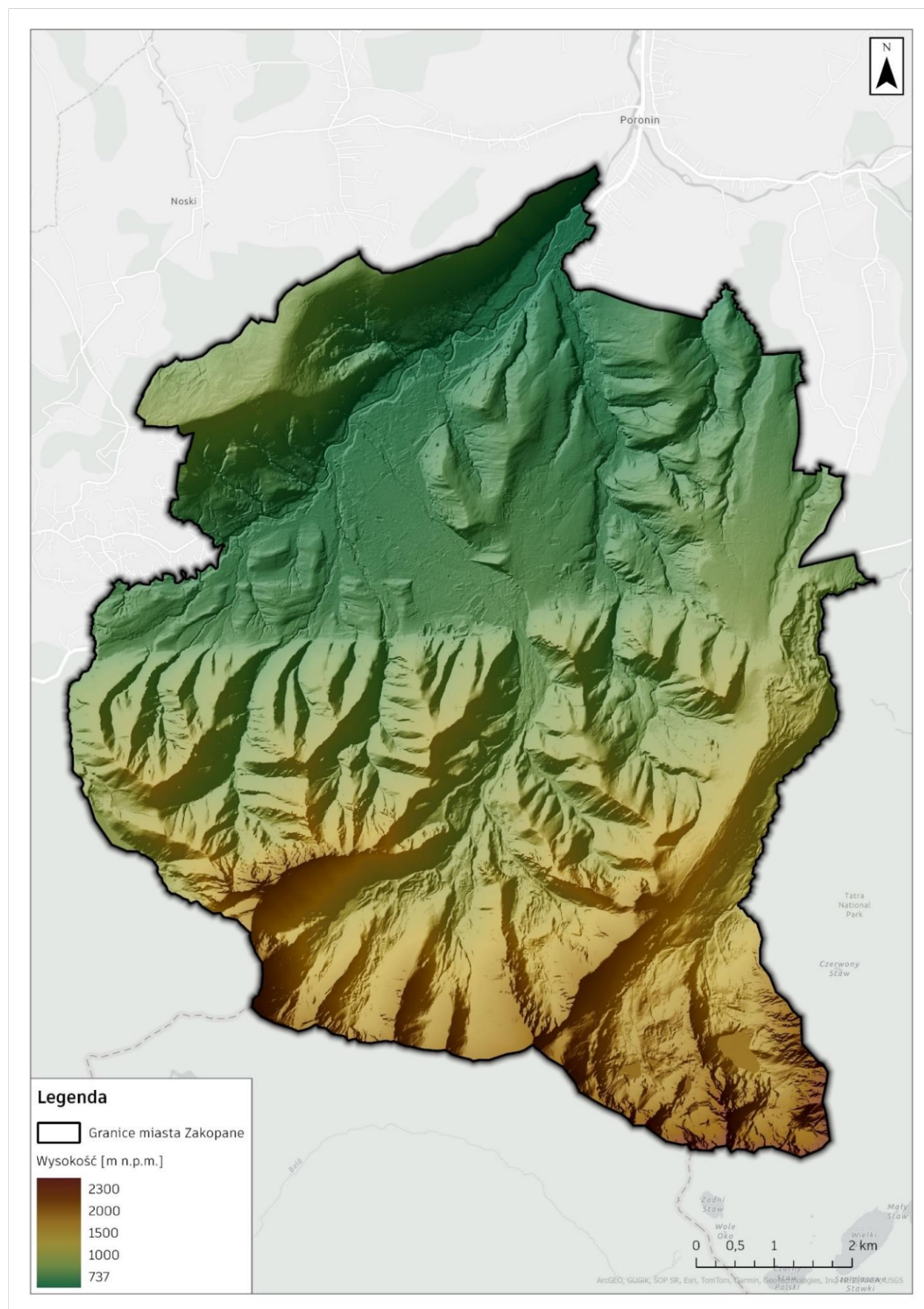
2.1. Uwarunkowania topograficzne i hydrologiczne

Zakopane, jako największe miasto położone w bezpośrednim sąsiedztwie Tatr, charakteryzuje się wyjątkowym układem topograficzno-hydrologicznym, który w sposób zasadniczy determinuje gospodarowanie wodami opadowymi. **Silnie zróżnicowana rzeźba terenu**, duże spadki oraz obecność licznych potoków górskich sprawiają, że odpływ wód opadowych przebiega gwałtownie, a ryzyko powodzi błyskawicznych i erozji stoków jest znacznie wyższe niż w miastach nizinnych.

Miasto rozciąga się na wysokości od około **750 m n. p. m.** w dolinie Zakopianki do ponad **1100 m n. p. m.** w górnych rejonach zabudowy. Różnice wysokości oraz nachylenie stoków prowadzą do dynamicznego spływu powierzchniowego, który w krótkim czasie przenosi duże ilości wody do dolinnych systemów cieków. Szczególnie newralgiczne są obszary o zabudowie usytuowanej na stokach lub u podnóża wzniesień – narażone na spływy błotne, lokalne podtopienia i uszkodzenia infrastruktury.

Hydrografię Zakopanego tworzy gęsta sieć **potoków górskich** (m. in. Bystra, Cicha Woda, Olczyski, Chyców), które pełnią kluczową rolę w odprowadzaniu wód z obszarów zurbanizowanych. Potoki te mają charakter cieków o zmiennym przepływie – w okresach intensywnych opadów lub roztopów mogą gwałtownie zwiększać swoją objętość, powodując lokalne podtopienia i erozję brzegów.

Zlewnie górskie są stosunkowo niewielkie, lecz bardzo dynamiczne – niewielka retencja naturalna, cienka warstwa gleb i szybki spływ powierzchniowy ograniczają możliwości magazynowania wód. Jednocześnie doliny i obniżenia terenowe stanowią **naturalne korytarze spływu i potencjalne obszary retencyjne**, które przy odpowiednim zagospodarowaniu mogą pełnić rolę buforową wobec skutków opadów nawalnych.



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

Wpływ czynników naturalnych na retencję:

- **duże spadki terenu** – skracają czas retencji i sprzyjają szybkiemu odpływowi, co powoduje trudności w lokalnym zatrzymywaniu wód;
- **budowa geologiczna i gleby** – podłoża żwirowe i gliniaste ograniczają infiltrację, natomiast grunty przepuszczalne w dolinach potoków dają potencjał do rozwoju systemów infiltracyjnych;
- **warunki klimatyczne** – w regionie Tatr opady roczne należą do najwyższych w Polsce (około 1000–1200 mm rocznie), przy czym intensywność opadów w krótkich okresach jest jednym z głównych czynników ryzyka powodzi błyskawicznych;
- **roztopy wiosenne** – topnienie śniegu w wyższych partiach gór dodatkowo zwiększa obciążenie hydrologiczne potoków i kanalizacji deszczowej.

Wnioski dla gospodarki wodami opadowymi:

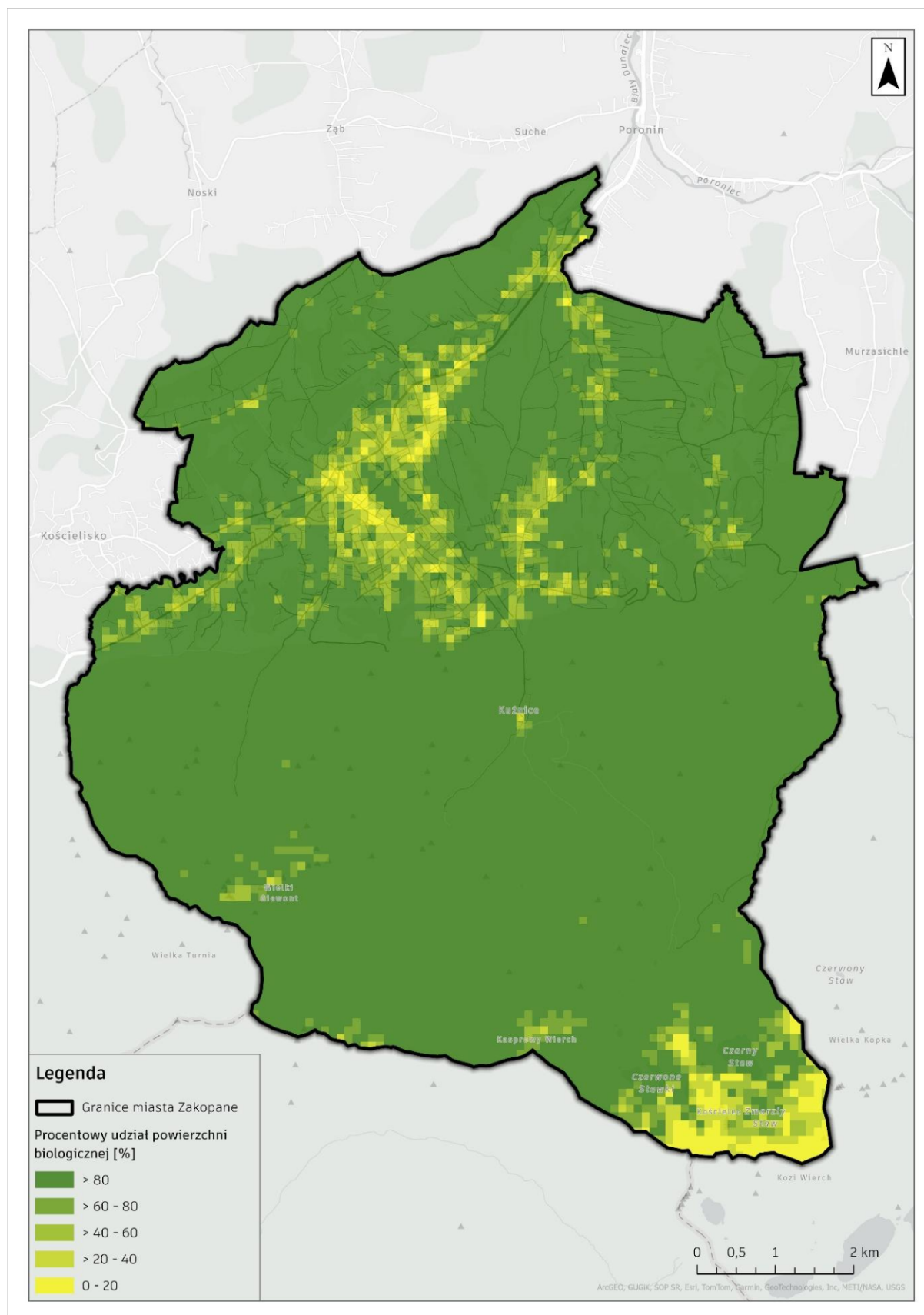
- konieczne jest projektowanie systemów odwodnieniowych odpornych na gwałtowne wezbrania i zmienne przepływy;
- duże znaczenie ma rozwój **rozwiązań retencyjnych i infiltracyjnych w dolinach potoków** oraz w przestrzeniach publicznych, które mogą pełnić rolę bufora;
- szczególną uwagę należy zwrócić na **ochronę stoków przed erozją i spływami powierzchniowymi** – poprzez zielen stabilizującą, pasy infiltracyjne i kontrolę zagospodarowania terenów o dużym nachyleniu.;
- sieć hydrologiczna Zakopanego, choć dynamiczna, może stać się osią rozwoju błękitno-zielonej infrastruktury, integrującej funkcje ochronne, ekologiczne i krajobrazowe.

2.2. Powierzchnie biologicznie czynne i tereny uszczelnione

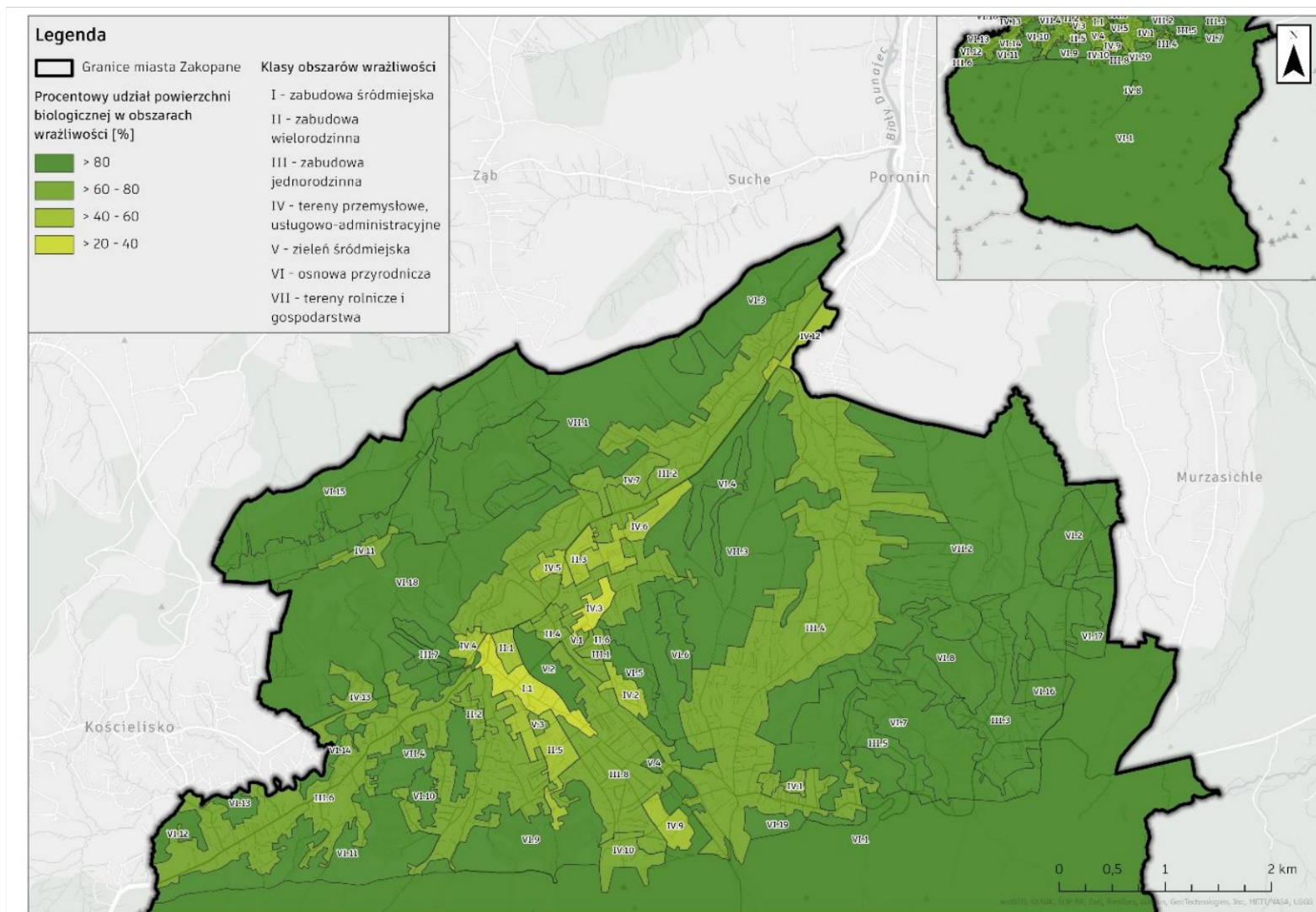
Struktura użytkowania terenu w Zakopanem w sposób bezpośredni kształtuje zdolność miasta do retencji i infiltracji wód opadowych. W warunkach górskich, gdzie odpływ naturalnie przebiega bardzo dynamicznie, **zachowanie powierzchni biologicznie czynnych** jest szczególnie istotne dla ograniczenia skutków powodzi błyskawicznych oraz poprawy bilansu wodnego.

Zakopane łączy w sobie różne typy zabudowy i funkcji przestrzennych:

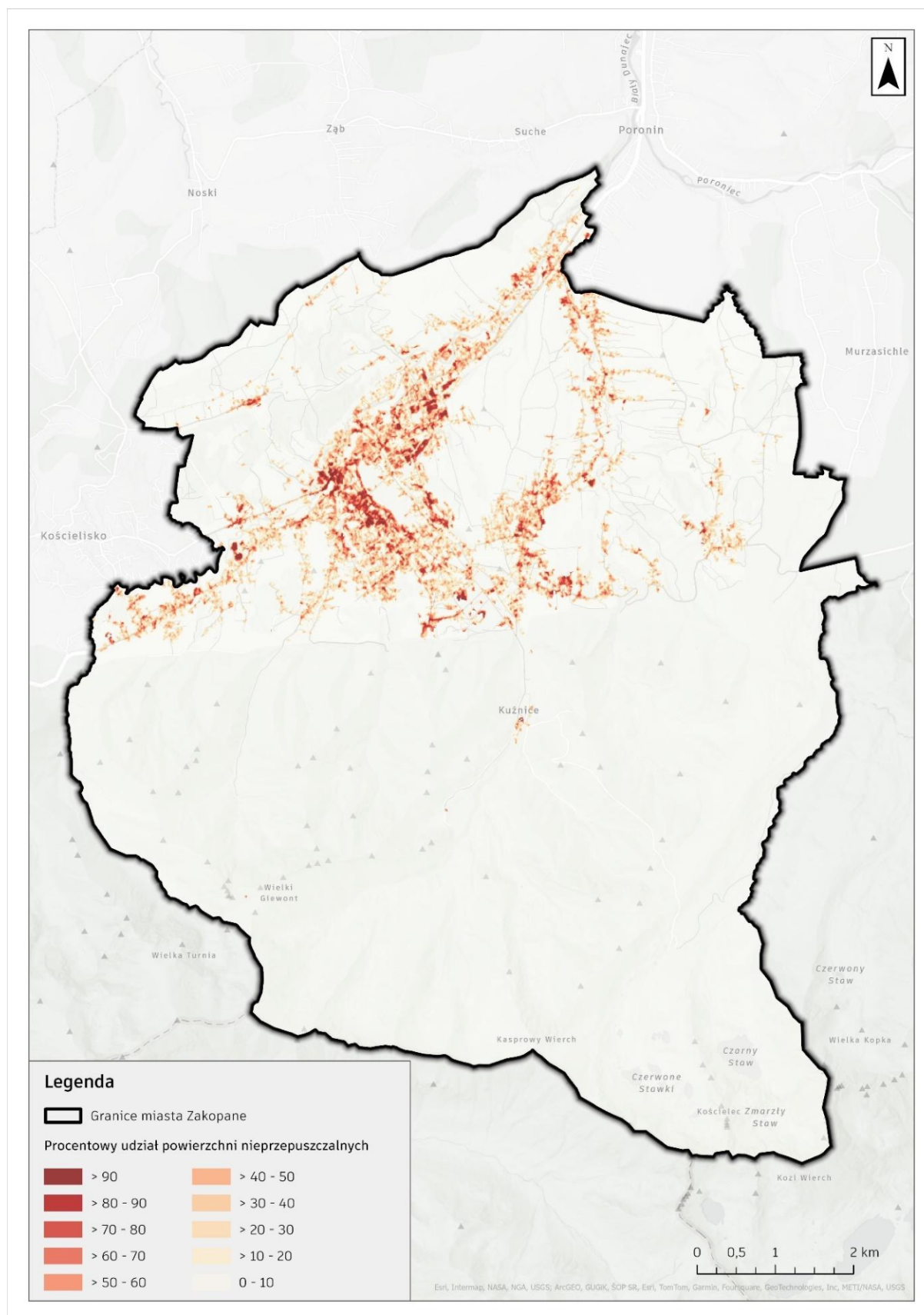
- **gęsto zabudowane centrum** – zdominowane przez obiekty usługowe, handlowe i turystyczne, o bardzo wysokim stopniu uszczelnienia (ulice, parkingi, deptaki);
- **osiedla mieszkaniowe i tereny jednorodzinne** – o zróżnicowanym udziale przestrzeni prywatnej, często ograniczonym przez intensywną zabudowę pensjonatową i apartamentową;
- **obszary turystyczne i rekreacyjne** – obejmujące stoki narciarskie, kompleksy sportowe i tereny usługowe, w wielu przypadkach z dużą ingerencją w powierzchnie naturalne;
- **dolina Zakopianki i układ komunikacyjny** – obciążone ruchem samochodowym, z rozległymi powierzchniami nieprzepuszczalnymi;
- **tereny zieleni i doliny potoków** – obejmujące parki miejskie, skwery, fragmenty łąk i zadrzewień oraz przestrzenie półnaturalne wzdłuż cieków wodnych.



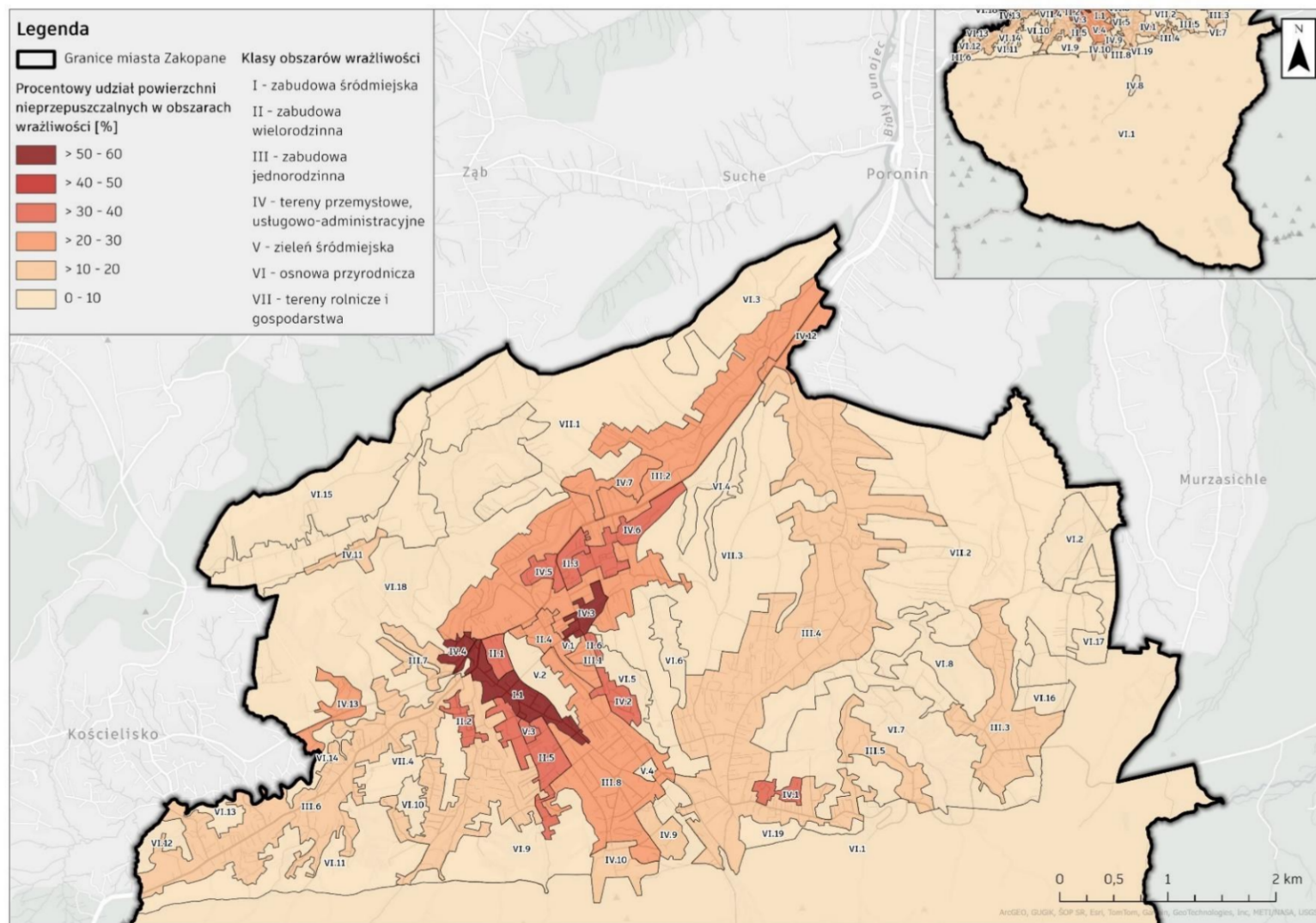
*Rysunek 2 Udział powierzchni biologicznej na terenie miasta
(źródło: opracowanie własne, na podstawie zdjęć satelitarnych Sentinel 2 – Copernicus)*



Rysunek 3 Średni udział powierzchni biologicznej w obszarach wrażliwości na terenie miasta (źródło: opracowanie własne, na podstawie zdjęć satelitarnych Sentinel 2 - Copernicus)



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



Rysunek 5 Udział powierzchni nieprzepuszczalnych w obszarach wrażliwości (źródło: opracowanie własne, baza danych Copernicus Land Monitoring Service)

Wysoki stopień uszczelnienia charakteryzuje w szczególności:

- **centrum miasta (Krupówki i okolice)** – brak naturalnych nawierzchni, dominacja kostki brukowej, asfaltu i betonowych placów;
- **główne ulice i drogi dojazdowe** – Zakopianka, ul. Kasprowicza, ul. Kościuszki i ul. Chramcówki;
- **tereny usługowo-turystyczne** – hotele, apartamentowce i pensjonaty wraz z infrastrukturą towarzyszącą (parkingi, place manewrowe);
- **tereny sportowe** – zmodernizowane powierzchnie o obniżonej zdolności infiltracyjnej.

Lokalnie udział powierzchni nieprzepuszczalnych przekracza **70–80%**, szczególnie w śródmieściu i w rejonach intensywnej zabudowy turystycznej.

Zachowane tereny zieleni i powierzchnie chłonne koncentrują się głównie w:

- dolinach potoków górskich (m. in. Bystra, Olczyński, Cicha Woda);
- obszarach zieleni urządzonej (np. Park im. Lecha Kaczyńskiego, Równia Krupowa)
- fragmentach zabudowy jednorodzinnej i ogrodach prywatnych;;
- terenach graniczących z Tatrzańskim Parkiem Narodowym i strefą podmiejską.

Choć te przestrzenie pełnią istotne funkcje infiltracyjne i przyrodnicze, ich ciągłość jest zaburzona przez intensywną zabudowę i rozwój infrastruktury turystycznej.

Wnioski dla bilansu wodnego miasta:

- nadmierne uszczelnienie centrum i terenów usługowo-turystycznych prowadzi do szybkiego odprowadzania wód opadowych, przeciążenia kanalizacji deszczowej i lokalnych podtopień;
- fragmentacja powierzchni biologicznie czynnych ogranicza możliwości infiltracji i naturalnego zatrzymywania wody w krajobrazie;
- ochrona dolin potoków i parków miejskich jest kluczowa dla zachowania zdolności retencyjnych miasta;
- konieczne jest przeciwdziałanie dalszemu uszczelnianiu terenu poprzez lokalne standardy urbanistyczne, stosowanie nawierzchni przepuszczalnych i rozszczelnianie istniejących powierzchni w przestrzeniach publicznych.

2.3. Obszary szczególnego ryzyka powodzi błyskawicznych i podtopień

Specyfika Zakopanego – położenie w kotlinie podtatrzańskiej, silnie zróżnicowana rzeźba terenu i obecność licznych potoków górskich – powoduje, że miasto należy do obszarów szczególnie narażonych na **lokalne podtopienia i powodzie błyskawiczne**. Zjawiska te wynikają zarówno z naturalnych procesów hydrologicznych, jak i z presji urbanizacyjnej, obejmującej uszczelnianie powierzchni, zabudowę terenów chłonnych oraz ograniczanie naturalnych korytarzy spływu.

Czynniki ryzyka:

- **opady nawalne** – intensywne deszcze, typowe dla obszarów górskich, prowadzą do gwałtownego wzrostu przepływu w potokach i przeciążenia systemu kanalizacji deszczowej;

- **ukształtowanie terenu** – duże spadki skracają czas spływu, powodując nagłe spiętrzenia i zwiększone ryzyko zalewania obniżen terenowych;
- **presja urbanistyczna i turystyczna** – rozbudowa pensjonatów, hoteli i infrastruktury komunikacyjnej na terenach narażonych ogranicza przestrzeń retencyjną i sprzyja szybkiemu odpływowi;
- **zmiany klimatu** – prognozowany wzrost częstotliwości i intensywności opadów zwiększa prawdopodobieństwo występowania zjawisk ekstremalnych.

Obszary szczególnie narażone:

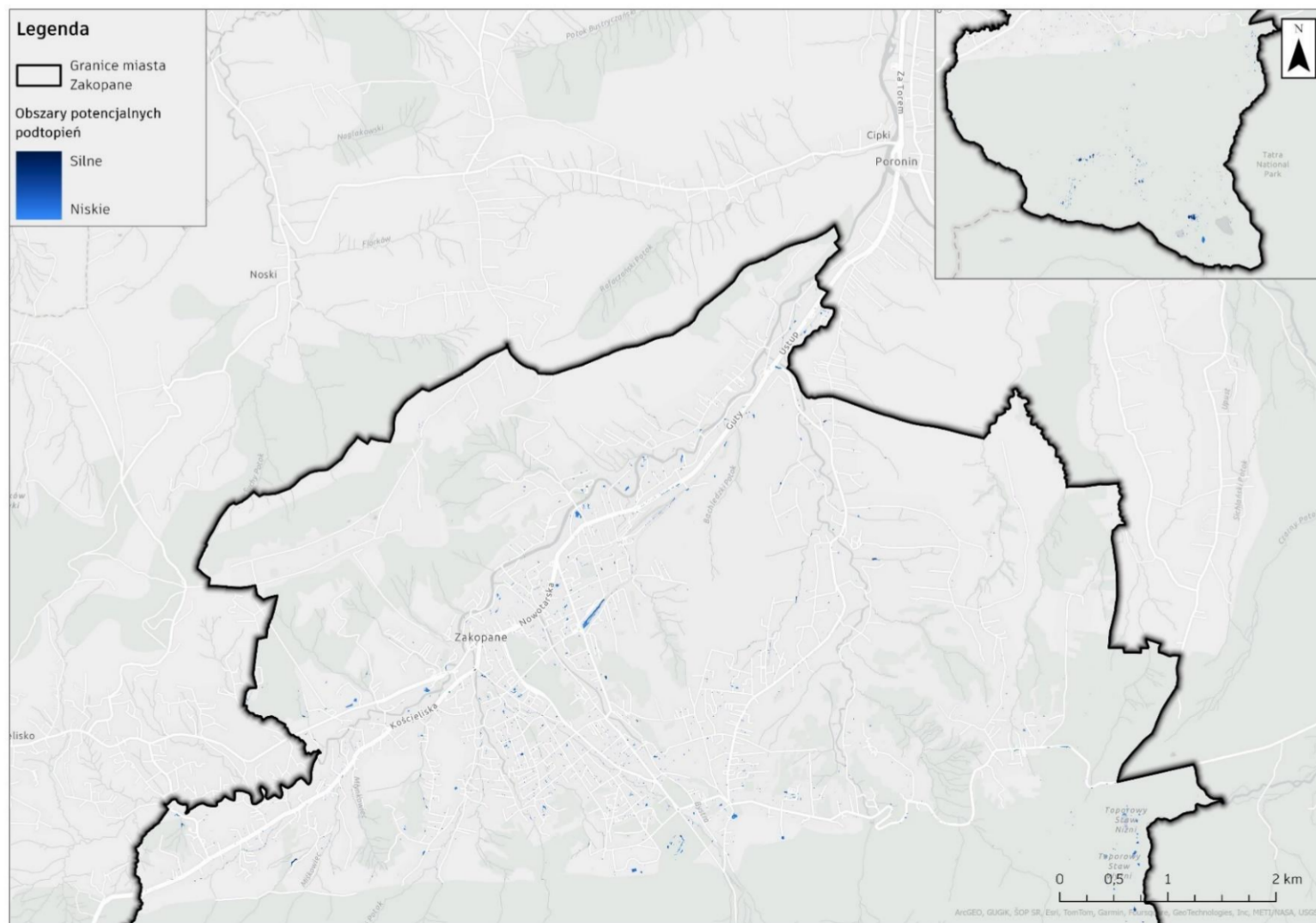
- Dolina Bystrej – obejmująca centrum miasta i jego główne ciągi komunikacyjne; w czasie ulew potok gwałtownie wzbiera, powodując lokalne podtopienia w rejonie ul. Zamoyskiego, Piłsudskiego i Kościuszki;
- rejon Zakopianki (ul. Kasprowicza i Chramcówki) – intensywnie zurbanizowana przestrzeń o dużym obciążeniu komunikacyjnym, gdzie uszczelnienie powierzchni i ograniczona przepustowość kanalizacji sprzyjają tworzeniu się zastoisk wodnych;
- tereny pod stokami narciarskimi (m. in. Nosal, Polana Szymoszkowa) – narażone na spływy powierzchniowe, erozję i transport rumowiska w czasie intensywnych opadów lub gwałtownego topnienia śniegu;
- obniżenia dolinne w rejonie Olczy i Cyrhli – obszary, gdzie zbiega się spływ z kilku stoków, powodując lokalne zalania terenów mieszkaniowych i infrastruktury turystycznej.;
- osiedla mieszkaniowe o wysokim stopniu uszczelnienia – szczególnie w rejonach Ustupu, Antałówki i Spyrkówki, gdzie ograniczona retencja lokalna zwiększa ryzyko przeciążenia systemu kanalizacyjnego.

Skutki i zagrożenia:

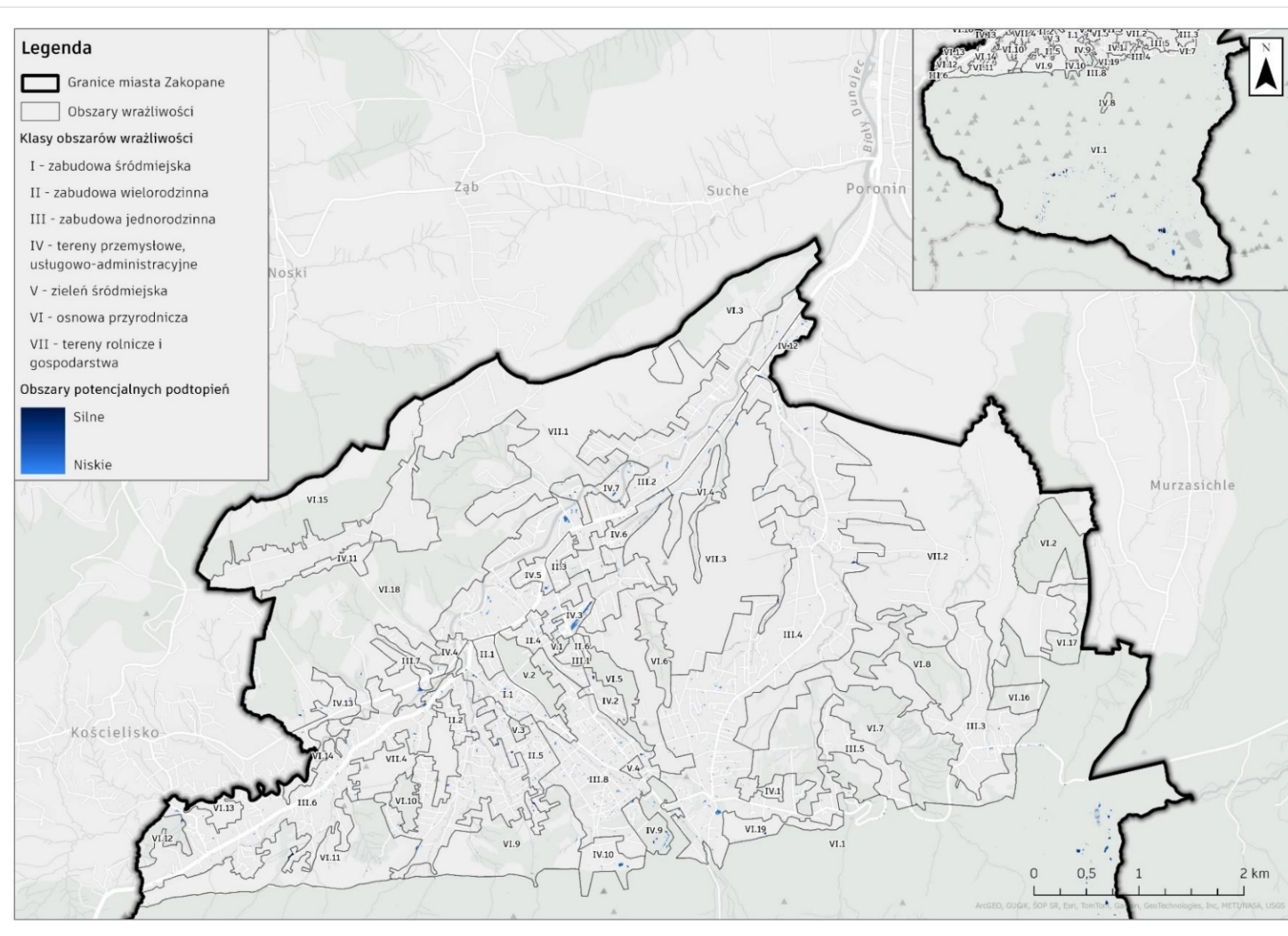
- zalewanie piwnic budynków mieszkalnych i pensjonatów;
- uszkodzenia dróg i chodników w wyniku erozji i transportu rumowiska;
- okresowe wyłączenia z użytkowania obiektów turystycznych;
- zagrożenia dla bezpieczeństwa mieszkańców i turystów;
- zwiększone koszty utrzymania i modernizacji infrastruktury odwodnieniowej.

Wnioski:

- celowe jest opracowanie i aktualizowanie **map ryzyka powodzi błyskawicznych** z uwzględnieniem ukształtowania terenu i lokalizacji zabudowy;
- doliny potoków i obniżenia terenowe powinny być traktowane jako **priorytetowe obszary dla rozwoju działań retencyjnych i infiltracyjnych**;
- inwestycje turystyczne i mieszkaniowe w strefach szczególnie zagrożonych wymagają wprowadzenia lokalnych standardów retencyjnych i rozwiązań NBS (np. niecki, muldy, zbiorniki buforowe);
- dla redukcji ryzyka kluczowe będzie rozwijanie **systemów otwartego odwodnienia** oraz wzmacnianie naturalnych procesów infiltracji i stabilizacji stoków.



Rysunek 6 Obszary potencjalnych podtopień (źródło: opracowanie własne)



Rysunek 7 Obszary zagrożone podtopieniami na obszarach wrażliwości (źródło: opracowanie własne)

2.4. Stan istniejącej infrastruktury odwodnieniowej

System odwodnienia Zakopanego obejmuje zarówno **kanalizację deszczową**, jak i **otwarte systemy rowów, potoków i cieków górskich**, które odgrywają zasadniczą rolę w odprowadzaniu wód opadowych i roztopowych. Ze względu na uwarunkowania topograficzne miasta i intensywną zabudowę turystyczną, infrastruktura ta jest w wielu miejscach **niewydolna, fragmentaryczna i niedostosowana do zmieniających się warunków klimatycznych**.

Kanalizacja deszczowa:

- sieć kanalizacji deszczowej koncentruje się przede wszystkim w **centrum miasta** i wzdłuż głównych ulic (Krupówki, ul. Kościuszki, ul. Zamoyskiego, ul. Kasprowicza);
- w wielu miejscach kanalizacja ma **niewielką przepustowość**, dostosowaną do historycznych natężeń opadów, a nie do obecnych zjawisk ekstremalnych;
- brakuje systemowych rozwiązań umożliwiających **wstępną retencję lub infiltrację** – większość instalacji odprowadza wodę bezpośrednio do potoków;
- stwierdzane są liczne problemy eksploatacyjne: **zamulanie przewodów, zatory, kolizje z innymi sieciami technicznymi**, a także brak regularnych przeglądów i czyszczenia.

Rowy i systemy otwarte:

- w rejonach peryferyjnych i osiedlowych funkcjonują odcinki **rowów odwadniających**, jednak często są one **zdeństowane, niedrożne lub zasypane** w wyniku niekontrolowanej zabudowy;
- rowy i kanały techniczne nie są powiązane w spójny system i **nie pełnią funkcji retencyjnych**, lecz jedynie odprowadzające;
- brak jest praktyki integrowania rowów z terenami zieleni – zamiast tego często są one postrzegane jako elementy przeszkadzające w zagospodarowaniu przestrzeni.

Potoki górskie:

- główne ciek, takie jak **Bystra, Cicha Woda, Olczyński Potok czy Chyców Potok**, przejmują większość spływu powierzchniowego z obszaru miasta;
- regulacje hydrotechniczne w części odcinków (zwłaszcza w centrum) ograniczyły naturalne funkcje retencyjne i zwiększyły prędkość przepływu, potęgując ryzyko powodzi błyskawicznych;
- w niektórych miejscach zabudowa zbliża się do samych brzegów cieków, co zmniejsza przestrzeń dla naturalnych rozlewisk i zwiększa zagrożenie zalaniem;
- brakuje systemowego podejścia do **renaturyzacji potoków i zwiększania ich zdolności retencyjnych** poprzez poszerzanie koryt, nasadzenia hydrofitów i odtworzenie terenów zalewowych.

Zidentyfikowane problemy:

- fragmentaryczność systemu odwodnienia i brak spójnej koncepcji retencji;
- nadmierne uzależnienie od „szarej” infrastruktury technicznej, bez równoległego wdrażania rozwiązań przyrodniczych;
- niewystarczająca ochrona przed **transportem rumowiska i zamulaniem**, które często prowadzą

do blokowania przepływu;

- brak systemu monitorowania przepustowości i efektywności działania kanalizacji i rowów;
- niedostosowanie istniejących rozwiązań do prognozowanych zmian klimatu i zwiększonej intensywności opadów.

Wnioski:

- modernizacja i rozwój systemu odwodnienia powinny koncentrować się nie tylko na rozbudowie kanalizacji, lecz na **rozproszonych formach retencji i infiltracji**;
- istotne jest włączenie **potoków górskich i rowów** do spójnego systemu błękitno-zielonej infrastruktury (BZI);
- priorytetem jest także ochrona przed zamulaniem i erozją, wymagająca wprowadzenia pasów zieleni przeciwerozryjnej i stref buforowych wzdłuż cieków.

2.5. Niedobory retencji i odpływ powierzchniowy

Jednym z głównych problemów w gospodarce wodami opadowymi Zakopanego jest niski poziom retencji lokalnej oraz bardzo szybki odpływ powierzchniowy, wynikający ze specyficznych warunków topograficznych, hydrologicznych i urbanistycznych miasta.

Niedobory retencji:

- brakuje systemu rozwiązań małej retencji, które pozwalałyby zatrzymywać wodę w miejscu opadu;
- retencja naturalna jest ograniczona – ze względu na spadki terenu, erozję stoków, niewielką pojemność gleb i intensywną zabudowę w dolinach potoków;
- fragmentacja terenów zieleni i brak powiązań między nimi obniża zdolność krajobrazu miejskiego do magazynowania wody;
- duża część wód opadowych jest **szybko odprowadzana do potoków**, co prowadzi do przeciążeń w czasie nawałnych opadów i jednocześnie do deficytu wody w okresach suchych.

Odpływ powierzchniowy:

- intensywne opady deszczu w warunkach górskich generują gwałtowne spływy powierzchniowe, które w krótkim czasie transportują wodę wraz z rumowiskiem;
- najsilniej zjawisko to występuje w centrum miasta, wzdłuż głównych ulic (Krupówki, Zamoyskiego, Kościuszki, Kasprowicza) oraz w rejonach parkingów i terenów usługowo-turystycznych;
- na stokach i terenach rekreacyjnych odpływ powierzchniowy powoduje erozję, zamulanie rowów i cieków oraz uszkodzenia infrastruktury;
- brak systemów infiltracyjnych i rozwiązań NBS (np. ogrodów deszczowych, niecek, zielonych dachów) zwiększa presję na kanalizację i potoki.

Skutki deficytu retencji i nadmiernego odpływu

- **podtopienia i powodzie błyskawiczne** w rejonach obniżen terenowych i wzdłuż potoków;
- **przeciążenia i awarie infrastruktury odwodnieniowej** – kanalizacji deszczowej, rowów i przepustów;
- **deficyty wody w krajobrazie** – przesuszenie zieleni, obniżona wilgotność gleb, problemy z utrzymaniem drzew i roślinności ozdobnej;
- **utrata walorów krajobrazowych** – erozja stoków, zniszczenia w dolinach potoków, pogorszenie estetyki terenów turystycznych;
- **wzrost kosztów utrzymania miasta** – konieczność częstych napraw nawierzchni, rowów, infrastruktury technicznej oraz dodatkowe nakłady na podlewanie zieleni.

Zakopane wymaga **systemowego podejścia do zwiększania retencji** poprzez:

- rozwój rozproszonej retencji miejskiej (ogrody deszczowe, zbiorniki, muldy, zielone dachy na budynkach prywatnych);
- ochronę i przywracanie naturalnych przestrzeni retencyjnych w dolinach potoków;
- ograniczanie uszczelniania nowych terenów oraz rozszczelnianie istniejących nawierzchni;
- integrację działań retencyjnych z zielenią miejską i przestrzeniami publicznymi.

2.6. Wody powierzchniowe i ich rola w odbiorze spływów

System wód powierzchniowych w Zakopanem odgrywa zasadniczą rolę w gospodarce wodami opadowymi, stanowiąc główny odbiornik spływów z obszarów miejskich i turystycznych. Ze względu na położenie geograficzne i ukształtowanie terenu, hydrografię miasta tworzą liczne potoki górskie, które pełnią zarówno funkcje naturalnych cieków, jak i elementów systemu odwodnienia.

Potoki górskie:

- **Bystra** – główny potok przepływający przez centrum Zakopanego, przejmujący znaczną część spływów z obszaru Gubałówki i doliny Kasprowego Wierchu; w czasie intensywnych opadów gwałtownie zwiększa przepływ, stwarzając ryzyko podtopień w rejonie ul. Zamoyskiego, Piłsudskiego i Kościuszki;
- **Cicha Woda** – ciek o charakterze górskim, spływające z rejonów Olczy i Cyrhli, narażone na transport rumowiska i lokalne wezbrania;
- **Olczyski Potok** – przejmujący spływy z północno-wschodniej części miasta, w tym terenów zabudowanych i usługowych;
- **Chyców Potok i inne drobniejsze ciek** – mające znaczenie lokalne, ale w warunkach nawalnych opadów często przepełniają się i powodują szkody w infrastrukturze.

Rola w odbiorze wód opadowych:

- potoki górskie stanowią **główne kanały odprowadzające wodę** z obszarów zurbanizowanych – często pełniąc funkcję substytutu dla niewydolnej kanalizacji deszczowej;
- ich zdolność do przyjmowania gwałtownych spływów jest **ograniczona regulacjami hydrotechnicznymi i zabudową w dolinach**, co zmniejsza możliwości rozlewania się wód

i naturalnej retencji;

- w czasie intensywnych opadów dochodzi do **przeciążeń i powodzi błyskawicznych**, szczególnie w centrum miasta oraz w rejonach o zwartej zabudowie turystycznej;
- cieką pełni również funkcję **korytarzy przyrodniczych**, które mogłyby być lepiej wykorzystane jako elementy błękitno-zielonej infrastruktury (np. poprzez renaturyzację brzegów, wprowadzenie roślinności hydrofitowej, stworzenie stref buforowych).

Wnioski:

- wody powierzchniowe mają kluczowe znaczenie dla bezpieczeństwa hydrologicznego miasta, ale ich obecny sposób wykorzystania jest niewystarczający;
- konieczne jest **zwiększenie zdolności retencyjnych potoków** poprzez naturalizację dolin, odtworzenie obszarów zalewowych i wprowadzenie pasów zieleni przeciwoerozyjnej;
- należy rozwijać rozwiązania hybrydowe, które pozwolą **łączyć funkcję cieków jako odbiorników technicznych i jako elementów BZI**, wspierających adaptację miasta do zmian klimatu.

2.7. Presja turystyczna a zagospodarowanie wód opadowych

Zakopane, będące jednym z najważniejszych ośrodków turystycznych w Polsce, doświadcza **bardzo silnej presji urbanizacyjnej i infrastrukturalnej**, wynikającej z masowego napływu turystów przez cały rok. Zjawisko to ma bezpośredni wpływ na sposób zagospodarowania wód opadowych, ograniczając naturalne procesy retencji i infiltracji, a jednocześnie zwiększając ryzyko podtopień i deficytów wodnych.

Czynniki wynikające z presji turystycznej:

- **rozbudowa bazy noclegowej i usługowej** – intensywna zabudowa pensjonatowa, hotelowa i apartamentowa odbywa się często kosztem terenów biologicznie czynnych; powstające obiekty zwiększają powierzchnię uszczelnioną (parkingi, podjazdy, place techniczne), a w wielu przypadkach nie posiadają własnych systemów retencyjnych;
- **infrastruktura komunikacyjna i parkingowa** – duże parkingi i drogi dojazdowe w rejonie stacji narciarskich czy centrum miasta powodują nadmierny spływ powierzchniowy; brak rozwiązań infiltracyjnych i przepuszczalnych nawierzchni zwiększa przeciążenie kanalizacji deszczowej;
- **obiekty sportowo-rekreacyjne** – stoki narciarskie i kompleksy rekreacyjne wymagają znacznych ingerencji w powierzchnię ziemi; usunięcie roślinności i zagęszczenie gruntu zmniejsza zdolności infiltracyjne stoków, potęgując erozję i spływ powierzchniowy;
- **sezonowe obciążenia infrastruktury** – w szczytach turystycznych (zima, lato) infrastruktura odwodnieniowa jest szczególnie narażona na przeciążenia; niewydolna kanalizacja deszczowa i brak zbiorników buforowych skutkują tworzeniem się zastoisk i zalewaniem ulic;
- **zwiększone zapotrzebowanie na wodę** – turystyka całoroczna powoduje wyższe zużycie zasobów wodnych i większą presję na lokalny bilans wodny.

Skutki dla gospodarki wodami opadowymi:

- zmniejszenie powierzchni retencyjnych i infiltracyjnych w centrum i strefach turystycznych;
- wzrost ryzyka lokalnych podtopień w newralgicznych punktach komunikacyjnych i usługowych;
- przyspieszenie odpływu powierzchniowego do potoków górskich, a w konsekwencji ich

przeciążenie i erozja;

- deficyty wody w okresach suszy, wynikające z braku systemów zatrzymywania i ponownego wykorzystania wód opadowych;
- pogorszenie walorów krajobrazowych i przyrodniczych – w tym osłabienie kondycji zieleni miejskiej i otwartych przestrzeni turystycznych.

Wnioski:

- rozwój turystyki wymaga **obowiązkowego wprowadzania rozwiązań retencyjnych** przy nowych inwestycjach hotelowych, apartamentowych i parkingowych;
- niezbędne jest promowanie **rozwiązań opartych na przyrodzie (NBS)** w infrastrukturze turystycznej, np. ogrodów deszczowych przy hotelach, przepuszczalnych nawierzchni parkingowych czy zielonych dachów na budynkach prywatnych;
- konieczne jest wdrażanie **lokalnych standardów retencji** w dokumentach planistycznych i procedurach uzgadniania inwestycji turystycznych;
- integracja gospodarki wodami opadowymi z zarządzaniem ruchem turystycznym (np. w rejonie Krupówek, Nosala, Polany Szymoszkowej) powinna stać się jednym z priorytetów adaptacyjnych miasta.

3. ZAGROŻENIA I WYZWANIA

Diagnoza uwarunkowań przestrzennych i hydrologicznych Zakopanego wskazuje jednoznacznie, że miasto należy do obszarów szczególnie narażonych na negatywne skutki zmian klimatu w zakresie gospodarowania wodami opadowymi. **Gwałtowne spływy powierzchniowe, powodzie błyskawiczne, erozja stoków oraz deficyty retencji lokalnej** stanowią poważne zagrożenie dla bezpieczeństwa mieszkańców, infrastruktury miejskiej i atrakcyjności turystycznej regionu.

Do głównych wyzwań należy rosnąca intensywność opadów nawałnych, które w połączeniu z wysokim stopniem uszczelnienia centrum i obszarów turystycznych powodują częste przeciążenia kanalizacji deszczowej i lokalne podtopienia. Równocześnie coraz dłuższe okresy suszy prowadzą do **przesuszenia terenów zieleni i obniżenia jakości mikroklimatu**, zwiększając koszty utrzymania roślinności i pogarszając warunki życia mieszkańców.

Szczególnym zagrożeniem dla Zakopanego jest **erozja stoków i transport rumowiska**, które w czasie intensywnych opadów niszczą infrastrukturę drogową, szlaki turystyczne i zabudowę zlokalizowaną w obniżeniach. Problem pogłębia silna presja turystyczna i inwestycyjna – rozbudowa hoteli, pensjonatów i infrastruktury narciarskiej ogranicza naturalne możliwości retencji i zwiększa zapotrzebowanie na wodę.

W tym kontekście kluczowe wyzwanie stanowi przejście od tradycyjnego modelu kanalizacyjnego, opartego na szybkim odprowadzaniu wód, do **systemu zintegrowanego i rozproszonego**, wykorzystującego zarówno rozwiązania techniczne, jak i przyrodnicze (NBS). Tylko takie podejście pozwoli na skuteczne ograniczenie ryzyka hydrologicznego, poprawę bilansu wodnego miasta oraz zwiększenie jego odporności klimatycznej.

Rozdział ten prezentuje główne zagrożenia i presje związane z gospodarką wodami opadowymi w Zakopanem, porządkując je według kluczowych problemów: od opadów nawałnych i deficytu retencji, przez niewystarczające rozwiązania techniczne, aż po skutki suszy i potrzebę zmiany paradygmatu zarządzania wodą w mieście.

3.1. Opady nawałne i skutki hydrologiczne

Zakopane należy do obszarów o najwyższych sumach opadów atmosferycznych w Polsce – średnia roczna suma przekracza 1000–1200 mm, a w rejonach Tatr nawet więcej. Szczególną cechą klimatu górskiego jest wysoka intensywność i nagłość zjawisk opadowych, które coraz częściej przyjmują charakter krótkotrwałych, lecz gwałtownych ulew. Zmiany klimatu nasilają ten trend, powodując wzrost częstotliwości i skali opadów nawałnych.

Skutki hydrologiczne intensywnych opadów:

- **powodzie błyskawiczne** – w wyniku dużych spadków terenu czas spływu powierzchniowego jest bardzo krótki, co prowadzi do gwałtownych wezbrań w potokach górskich (Bystra, Olczyński, Cicha Woda, Chyców Potok);
- **przeciążenie kanalizacji deszczowej** – sieć kanalizacyjna nie jest w stanie odprowadzić dużych objętości wody w krótkim czasie, co skutkuje zatorami, cofkami i lokalnymi zalaniem ulic oraz

piwnic;

- **zalewanie terenów zurbanizowanych** – szczególnie w centrum miasta (ul. Zamoyskiego, Kościuszki, Krupówki, rejon dworca PKP), gdzie duży stopień uszczelnienia ogranicza możliwość infiltracji;
- **erozja stoków i transport rumowiska** – intensywne opady prowadzą do osuwisk i uszkodzeń dróg oraz szlaków turystycznych, a niesiony materiał skalny i organiczny zamula rowy, przepusty i potoki;
- **straty materialne i środowiskowe** – podtopienia obiektów turystycznych, degradacja terenów zieleni, uszkodzenia nawierzchni drogowych i elementów infrastruktury.

Lokalizacje szczególnie wrażliwe:

- **Dolina Bystrej** – centrum miasta, ze względu na gęstą zabudowę i ograniczone możliwości retencji;
- **rejon Zakopianki i dworca** – intensywna urbanizacja i komunikacja, brak przestrzeni infiltracyjnych;
- **stoki narciarskie (Nosal, Polana Szymoszkowa, Harenda)** – zagrożenie spływami powierzchniowymi i osuwiskami;
- **obszary osiedlowe Olczy i Cyrhli** – wąskie doliny, kumulacja spływu z kilku stoków.

Wnioski dla adaptacji:

- konieczne jest **spowalnianie i rozpraszanie odpływu powierzchniowego** już u źródła – poprzez rozwój małej retencji i rozwiązań opartych na przyrodzie (NBS);
- niezbędna jest **modernizacja systemu odwodnienia** w kierunku rozwiązań hybrydowych (kanalizacja + retencja rozproszona + infiltracja);
- szczególną rolę powinno pełnić **odtworzenie naturalnych terenów zalewowych** i wprowadzenie stref buforowych wzdłuż potoków;
- w planowaniu przestrzennym należy uwzględniać **mapy zagrożenia powodziowego i powodzi błyskawicznych**, ograniczając zabudowę w strefach ryzyka.

3.2. Niedobory retencji lokalnej i zlewniowej

Zakopane charakteryzuje się bardzo niską zdolnością retencyjną, zarówno w skali pojedynczych działek i osiedli, jak i całych zlewni potoków górskich. Uwarunkowania topograficzne powodują, że woda opadowa jest szybko transportowana do cieków, a brak odpowiednich rozwiązań retencyjnych sprawia, iż **większość opadów opuszcza teren miasta w krótkim czasie**, nie wspierając lokalnego bilansu wodnego.

Niedobory retencji lokalnej:

- **zabudowa centrum i terenów turystycznych** charakteryzuje się niemal całkowitym uszczelnieniem nawierzchni, bez mechanizmów zatrzymywania wody (brak ogrodów deszczowych, nawierzchni przepuszczalnych czy zielonych dachów);
- **osiedla mieszkaniowe i pensjonatowe** rzadko wyposażone są w zbiorniki na wodę deszczową, a powierzchnie wspólne dominują w formie parkingów i kostki brukowej;

- **brak systemów mikroretencji** w przestrzeniach publicznych (szkoły, place, boiska), które mogłyby pełnić funkcję demonstracyjną i edukacyjną.

Niedobory retencji zlewniowej:

- **potoki górskie** (m. in. Bystra, Olczyński Potok, Cicha Woda) nie posiadają odpowiednich obszarów zalewowych ani zbiorników buforowych; regulacje hydrotechniczne i zabudowa w dolinach ograniczyły możliwość ich naturalnego rozlewania;
- **Dolina Zakopianki i inne korytarze komunikacyjne** pełnią funkcję kanałów odpływu, zamiast przestrzeni do zatrzymywania i infiltracji wód;
- **brak większych zbiorników retencyjnych** w obrębie miasta – retencja opiera się wyłącznie na ciekach i drobnych, rozproszonych elementach infrastruktury;
- **zasoby glebowe** w rejonie stoków mają ograniczone właściwości infiltracyjne, a ich degradacja przez inwestycje turystyczne dodatkowo redukuje pojemność retencyjną krajobrazu.

Skutki deficytu retencji:

- **przeciążenie potoków** i wzrost ryzyka powodzi błyskawicznych;
- **szybka utrata zasobów wodnych** – brak wody dostępnej dla roślinności i terenów zieleni w okresach suszy;
- **wzrost kosztów utrzymania miasta** – konieczność dodatkowego podlewania zieleni, napraw erozji i uszkodzeń infrastruktury;
degradacja krajobrazu turystycznego – przesuszone łąki i parki, zamulone ciek, erozja stoków.

Wnioski:

- Zakopane wymaga wdrażania **systemu retencji rozproszonej**, obejmującego zarówno rozwiązania małej skali (ogrody deszczowe, zbiorniki przy posesjach, zielone dachy na budynkach prywatnych), jak i projekty w skali zlewni (renaturyzacja dolin);
- kluczowe jest **przeciwdziałanie dalszemu uszczelnianiu** poprzez regulacje planistyczne oraz rozszczelnianie istniejących nawierzchni w centrum i strefach turystycznych;
- niezbędne jest lepsze wykorzystanie dolin potoków jako **naturalnych przestrzeni retencyjnych i infiltracyjnych**.

3.3. Niewystarczające zagospodarowanie wód opadowych

Zakopane charakteryzuje się **ograniczonymi możliwościami zagospodarowania wód opadowych**, co jest wynikiem zarówno uwarunkowań przestrzennych i przyrodniczych, jak i braków w infrastrukturze technicznej. Skutkuje to szybkim odpływem wód z obszaru miasta, ograniczonym zasilaniem wód podziemnych oraz nasileniem zjawisk niekorzystnych, takich jak podtopienia, erozja i susza miejska.

Problemy infrastrukturalne:

- **niewystarczająca przepustowość kanalizacji deszczowej** powoduje jej częste przeciążenia w czasie opadów nawałnych;
- **brak rozwiązań rozproszonej retencji** (np. ogrodów deszczowych, rowów infiltracyjnych)

ogranicza możliwości lokalnego zatrzymywania wód;

- **ograniczona liczba zbiorników retencyjnych** uniemożliwia regulację odpływu i wykorzystywanie wód opadowych.

Problemy przestrzenne i planistyczne:

- **wysoki stopień uszczelnienia powierzchni** w centrum miasta zmniejsza zdolność infiltracyjną i retencyjną terenu;
- **niedostateczne uwzględnienie błękitno-zielonej infrastruktury** w planach zagospodarowania przestrzennego powoduje brak przestrzeni dla rozwiązań przyrodniczych;
- **brak systemowego podejścia do zagospodarowania wód opadowych** skutkuje fragmentarycznymi i nieskoordynowanymi działaniami.

Problemy eksploatacyjne i środowiskowe:

- **brak systemów podczyszczania wód opadowych** odprowadzanych z ulic i parkingów powoduje zanieczyszczanie lokalnych cieków;
- **szybki odpływ powierzchniowy** ogranicza zasilanie wód podziemnych i zwiększa ryzyko erozji;
- **utrata potencjału retencyjnego krajobrazu** prowadzi do obniżenia odporności miasta na susze i podtopienia.

3.4. Ryzyko suszy i utraty wody w krajobrazie miejskim

Mimo wysokiej sumy opadów rocznych, Zakopane jest narażone na zjawisko **suszy miejskiej** oraz stopniową **utratę wody w krajobrazie**. Wynika to z charakteru zabudowy, presji turystycznej oraz zmian klimatu powodujących dłuższe okresy bezopadowe. Skutkiem może być obniżenie jakości życia mieszkańców, pogorszenie warunków przyrodniczych i zwiększona presja na zasoby wody pitnej.

Czynniki klimatyczne:

- **wydłużające się okresy bezopadowe** powodują przesuszenie gleb i ograniczenie dostępności wody dla roślinności;
- **rosnące temperatury powietrza** zwiększają parowanie i przyspieszają utratę wilgoci z powierzchni gleby;
- **nieregularny charakter opadów** prowadzi do kumulacji wód w krótkim czasie i braku zasilania w okresach suszy.

Czynniki urbanistyczne:

- **wysoki stopień uszczelnienia powierzchni** w centrum miasta ogranicza infiltrację i naturalne magazynowanie wód;
- **brak BZI** zmniejsza zdolności retencyjne i chłodzące przestrzeni miejskiej;
- **intensywna zabudowa w dolinach i na stokach** przyspiesza odpływ powierzchniowy i ogranicza możliwości retencji krajobrazowej.

Konsekwencje środowiskowe i społeczne:

- **pogorszenie kondycji roślinności** oraz spadek różnorodności biologicznej w mieście;
- **nasilenie efektu miejskiej wyspy ciepła** i obniżenie komfortu mikroklimatycznego w sezonie letnim;
- **wzrost zużycia wody pitnej** do podlewania zieleni miejskiej i utrzymania infrastruktury rekreacyjnej.

3.5. Potrzeba zmiany paradygmatu zarządzania wodami

Dotychczasowe podejście do gospodarki wodami opadowymi w Zakopanem opierało się głównie na **szybkim odprowadzaniu wód** do kanalizacji i odbiorników. Taki model, w obliczu zmian klimatu i rosnącej presji urbanizacyjnej, staje się niewystarczający i generuje nowe zagrożenia. Konieczne jest przejście do paradygmatu, w którym woda opadowa traktowana jest jako **zasób**, a nie problem do usunięcia.

Ograniczenia obecnego podejścia:

- **dominacja podejścia technicznego** opartego na kanalizacji i rowach odwadniających nie zapewnia równowagi w bilansie wodnym;
- **brak powiązań między systemem odwodnienia a zielenią miejską** ogranicza możliwości wykorzystania potencjału przyrody;
- **wysokie koszty utrzymania infrastruktury liniowej** przy jednoczesnym niskim efekcie retencyjnym.

Kierunki zmiany paradygmatu:

- **traktowanie wód opadowych jako zasobu** możliwego do wykorzystania w gospodarce miejskiej (np. podlewanie zieleni, zasilanie zbiorników małej retencji);
- **wdrażanie rozwiązań opartych na przyrodzie (NBS)**, takich jak ogrody deszczowe, zielone dachy na budynkach prywatnych, nawierzchnie przepuszczalne;
- **integrowanie gospodarki wodnej z planowaniem przestrzennym** poprzez standardy błękitno-zielonej infrastruktury.

Korzyści ze zmiany podejścia:

- **poprawa bilansu wodnego miasta** dzięki zwiększeniu retencji lokalnej i infiltracji;
- **zmniejszenie ryzyka podtopień i suszy miejskiej** poprzez spowolnienie odpływu i wykorzystanie wody w miejscu opadu;
- **poprawa jakości życia mieszkańców** dzięki zwiększeniu udziału zieleni, lepszemu mikroklimatowi i wyższej estetyce przestrzeni publicznych.

3.6. Erozja stoków i transport rumowiska

Położenie Zakopanego powoduje, że miasto narażone jest na zjawisko **erozji wodnej** oraz intensywny **transport rumowiska**. Zjawiska te nasilają się podczas deszczy nawalnych i gwałtownych roztopów, prowadząc do degradacji gleb, uszkodzeń infrastruktury i pogorszenia jakości wód powierzchniowych.

Czynniki sprzyjające erozji:

- **strome nachylenie stoków** powoduje szybki spływ powierzchniowy i wypłukiwanie warstwy glebowej;
- **uszczelnienie powierzchni i zabudowa podstokowa** ograniczają naturalne możliwości infiltracji i zwiększają siłę odpływu;
- **uboga pokrywa roślinna** w niektórych obszarach nie zapewnia wystarczającej ochrony gleby przed rozmywaniem.

Skutki transportu rumowiska:

- **zamulenie i podniesienie dna potoków** zmniejsza ich przepustowość i zwiększa ryzyko wylewów;
- **zanieczyszczenie wód powierzchniowych** materiałem mineralnym i organicznym pogarsza warunki ekologiczne cieków;
- **uszkodzenia infrastruktury technicznej** (mostów, przepustów, dróg) w wyniku kumulacji rumowiska w korytach.

Konsekwencje dla miasta:

- **zwiększone ryzyko podtopień i powodzi błyskawicznych** w obszarach zabudowanych;
- **pogorszenie jakości środowiska przyrodniczego** poprzez degradację siedlisk wodnych i nadbrzeżnych;
- **wzrost kosztów utrzymania infrastruktury** związany z koniecznością odmulania i odbudowy uszkodzonych obiektów.

4. WPISANIE KONCEPCJI W RAMY MIEJSKIEGO PLANU ADAPTACJI

Koncepcja zagospodarowania wód opadowych stanowi rozwinięcie i uszczegółowienie działań adaptacyjnych wskazanych w Miejskim Planie Adaptacji do zmian klimatu. Jej celem jest przełożenie ogólnych zapisów strategicznych na konkretne kierunki działań i rozwiązania przestrzenne, które umożliwią skuteczne przeciwdziałanie skutkom zmian klimatu. Opracowanie uwzględnia zarówno diagnozę lokalnych uwarunkowań i problemów, jak i wskazane w MPA cele oraz priorytety związane z gospodarką wodną i rozwojem błękitno-zielonej infrastruktury.

Włączenie koncepcji w ramy MPA pozwala na zapewnienie spójności dokumentów strategicznych miasta, a także ułatwia planowanie inwestycji, ich finansowanie i wdrażanie w perspektywie długoterminowej. Rozdział ten przedstawia powiązania między proponowanymi rozwiązaniami a celami i działaniami adaptacyjnymi zawartymi w Miejskim Planie Adaptacji.

4.1. Odniesienie do celów MPA

Koncepcja zagospodarowania wód opadowych bezpośrednio wspiera realizację wizji i celu głównego Miejskiego Planu Adaptacji, jakim jest:

„Rozwój Zakopanego w kierunku przyjaznego dla mieszkańców, modelowego miasta zrównoważonej turystyki, gotowego na wyzwania klimatyczne dzięki kształtowaniu świadomego podejścia do rozwoju i zaangażowaniu społeczności lokalnej w ochronę dziedzictwa kulturowego i przyrodniczego.”

Gospodarka wodami opadowymi, prowadzona w sposób **zrównoważony, przyrodniczy** i oparty na **lokalnej retencji**, stanowi jeden z kluczowych filarów **adaptacji miasta do zmian klimatu**. Rozwój systemu zagospodarowania wód opadowych opartego na **rozproszonych rozwiązaniach retencyjnych** i **błękitno-zielonej infrastrukturze (BZI)** pozwala ograniczyć **ryzyko podtopień**, poprawia **bilans wodny** i **mikroklimat**, a także zwiększa **odporność Zakopanego na zjawiska ekstremalne**.

Odniesienie do celów szczegółowych MPA przedstawia się następująco:

Cel 1: Skuteczne wdrażanie MPA

Koncepcja stanowi narzędzie wdrażania zapisów MPA – wskazuje konkretne działania techniczne i przyrodnicze, które powinny być wdrażane w dokumentach planistycznych, inwestycyjnych i zarządczych w zakresie retencji i zagospodarowania wód opadowych.

Cel 2: Bezpieczeństwo publiczne i jakość życia w obliczu zmiany klimatu

Rozwój infrastruktury retencyjnej i rozwiązań opartych na przyrodzie (NBS) ogranicza ryzyko podtopień, poprawia komfort mikroklimatyczny i podnosi bezpieczeństwo mieszkańców oraz turystów w czasie zjawisk ekstremalnych.

Cel 3: Zrównoważona turystyka w obliczu zmiany klimatu

Efektywne zagospodarowanie wód opadowych w przestrzeniach publicznych i węzłach turystycznych pozwala zmniejszyć presję na Tatrzański Park Narodowy, ogranicza erozję i degradację środowiska,

a jednocześnie podnosi atrakcyjność miasta jako ośrodka turystyki przyjaznej klimatowi.

Cel 4: Dostosowanie gospodarki wodnej do gwałtownych opadów

W dokumencie rekomenduje się rozwój BZI: ogrodów deszczowych, niecek infiltracyjnych i systemów podczyszczania wód, które wspierają lokalną retencję i ograniczają skutki intensywnych opadów i roztopów.

Cel 5: Świadomość klimatyczna i aktywizacja mieszkańców

Koncepcja promuje udział społeczności lokalnej w projektach związanych z małą retencją, ogrodami deszczowymi i odbetonowaniem przestrzeni. Edukuje w zakresie roli wód opadowych w bilansie wodnym miasta i wskazuje proste rozwiązania możliwe do wdrożenia przez mieszkańców.

Cel 6: Zwiększenie możliwości finansowych w adaptacji

Wskazane zostały możliwości pozyskiwania środków zewnętrznych (m.in. KPO, FEnIKS, LIFE, Interreg) oraz potrzeba integracji inwestycji retencyjnych z projektami infrastrukturalnymi i zieleni, co zwiększa ich efektywność finansową i organizacyjną.

4.2. Spójność z działaniami adaptacyjnymi zawartymi w MPA

Koncepcja zagospodarowania wód opadowych bezpośrednio wspiera realizację działań adaptacyjnych przewidzianych w Miejskim Planie Adaptacji do zmian klimatu, stanowiąc rozwinięcie i doprecyzowanie zapisów MPA w zakresie planowania, projektowania i wdrażania **rozwiązań retencyjnych oraz błękitno-zielonej infrastruktury (BZI)**.

Najsilniejsze powiązania występują z **celem szczegółowym 4: Dostosowanie gospodarki wodnej do gwałtownych opadów**, w szczególności:

- ***Działanie 4.2: Rozwój błękitno-zielonej infrastruktury (BZI) w przestrzeni miejskiej (T)***

Koncepcja przewiduje wdrożenie ogrodów deszczowych, niecek infiltracyjnych, zielonych dachów na budynkach prywatnych i podwórek, nawierzchni przepuszczalnych oraz retencyjnych miejsc parkingowych. Wskazuje priorytetowe lokalizacje (ulice, place, węzły turystyczne, doliny potoków) i proponuje rekomendacje projektowe dostosowane do warunków górskich.

- ***Działanie 4.3: Działania na rzecz zwiększenia retencyjności cieków (O)***

Dokument akcentuje potrzebę ochrony i naturalizacji dolin potoków (m.in. Bystrej, Cichej Wody, Zakopianki), podkreśla ich rolę jako korytarzy ekologicznych, stref buforowych i przestrzeni retencyjnych, a także rekomenduje współpracę z PGW Wody Polskie i TPN w zakresie renaturyzacji cieków oraz eliminacji barier technicznych.

- ***Działanie 4.1: Monitoring i modernizacja infrastruktury wodno-kanalizacyjnej (T)***

Koncepcja uzupełnia to działanie poprzez rozproszone NBS, które odciążają kanalizację deszczową

i ograniczają zrzuty wód do cieków podczas epizodów nawałnych opadów; wskazuje miejsca dla małej retencji powierzchniowej i integracji z systemem ostrzegania przed podtopieniami.

Koncepcja silnie wspiera również **cel szczegółowy 2: Bezpieczeństwo publiczne i jakość życia w obliczu zmiany klimatu**, zwłaszcza:

- ***Działanie 2.5: Zwiększenie zacienienia, zazielenienia i dostępności wody pitnej w przestrzeniach publicznych (T)***

Dokument podkreśla potrzebę integrowania elementów zieleni miejskiej z rozwiązaniami retencyjnymi – takimi jak np. ogrody deszczowe. Tego typu działania poprawiają mikroklimat oraz zwiększają komfort mieszkańców.”

- ***Działanie 2.2: Zestawienie i analiza infrastruktury pod kątem dostępności i bezpieczeństwa (O)***

Koncepcja wspiera tworzenie „miejsc chłodu” poprzez wdrażanie rozwiązań retencyjnych i nawadniających, które poprawiają dostępność wody w przestrzeni publicznej i zmniejszają skutki fal upałów.

- ***Działanie 2.3: Edukacja mieszkańców nt. ekstremalnych zjawisk pogodowych (E)***

Dokument dostarcza treści edukacyjnych w zakresie roli retencji i zagospodarowania wód opadowych, które mogą być wykorzystane w kampaniach miejskich i programach szkolnych.

W odniesieniu do **celu szczegółowego 3: Zrównoważona turystyka w obliczu zmiany klimatu**, Koncepcja wspiera m. in.:

- ***Działanie 3.3: Strategia rozwoju turystyki zrównoważonej (O)***

Proponuje projekty pilotażowe – np. retencyjne place i skwery, ogrody deszczowe przy węzłach turystycznych – które zmniejszają presję na TPN i zwiększają atrakcyjność samego miasta.

- ***Działanie 3.4: Budowanie świadomości przyrodniczej i odpowiedzialności klimatycznej turystów (O/E)***

Koncepcja zakłada kampanie edukacyjne podkreślające znaczenie gospodarowania wodą opadową w górskim mieście turystycznym, we współpracy z TPN i organizacjami lokalnymi.

W zakresie **celu szczegółowego 1: Skuteczne wdrażanie MPA**, Koncepcja realizuje postulaty:

- ***Działanie 1.3: Uwzględnienie kwestii klimatycznych w dokumentach strategicznych, planistycznych i sektorowych (O)***

Koncepcja wskazuje możliwość wpisania standardów retencji i rozwiązań opartych na przyrodzie do planu ogólnego, MPZP i dokumentów sektorowych.

W odniesieniu do **celu szczegółowego 5: Świadomość klimatyczna i aktywizacja mieszkańców**, Koncepcja uzupełnia:

- **Działanie 5.1: Kampania edukacyjna (E) oraz 5.2: Edukacja formalna i nieformalna (E)**

Koncepcja proponuje szkolne ogrody deszczowe, warsztaty i ścieżki edukacyjne dotyczące retencji wody opadowej.

W ramach **celu szczegółowego 6: Zwiększenie możliwości finansowych w adaptacji**, Koncepcja wzmacnia:

- **Działanie 6.1: Pozyskiwanie środków zewnętrznych (O)**

Wskazuje możliwości aplikowania o środki (KPO, FEnIKS, LIFE, Interreg, EOG, Horizon) dla projektów związanych z retencją i BZI.

- **Działanie 6.3: Wsparcie mieszkańców – budżet obywatelski klimatyczny, mikrogranty (O)**

Koncepcja rekomenduje proste rozwiązania retencyjne (np. małe ogrody deszczowe, beczki na deszczówkę).

4.3. Kompletność z Koncepcją zazieleniania miasta

Koncepcja zagospodarowania wód opadowych jest ściśle powiązana z równolegle opracowaną **Koncepcją zazieleniania miasta** (załącznik nr 5 do MPA). Oba dokumenty wzajemnie się uzupełniają, tworząc spójny zestaw działań na rzecz adaptacji miasta do zmian klimatu w obszarze błękitno-zielonej infrastruktury (BZI).

Powiązania pomiędzy dokumentami obejmują w szczególności:

- **rozwój zieleni retencyjnej** – wprowadzanie ogrodów deszczowych, niecek chłonnych, zielonych dachów i podwórek, które jednocześnie pełnią funkcje przyrodnicze i hydrologiczne;
- **rozszerzanie powierzchni utwardzonych** – wspólny kierunek działań wskazujący na potrzebę odbetonowania i wprowadzania nawierzchni przepuszczalnych w centrum miasta, na parkingach i placach;
- **wzmacnianie funkcji dolin potoków** – jako korytarzy ekologicznych i obszarów naturalnej retencji; obie koncepcje podkreślają potrzebę ich ochrony i renaturyzacji;
- **zwiększanie powierzchni biologicznie czynnych** – zapisane w obu dokumentach jako jeden z priorytetów adaptacyjnych, warunkujący poprawę retencji, mikroklimatu i bioróżnorodności;
- **rozwiązania oparte na przyrodzie (NBS)** – spójne wskazywanie katalogu rozwiązań, które łączą funkcje retencyjne, chłodzące i ekologiczne z poprawą jakości przestrzeni publicznych.

Koncepcja zazieleniania podkreśla aspekt **jakościowy i krajobrazowy** wdrażanych działań – wskazuje na konieczność integrowania retencji z **estetyką, funkcjami społecznymi i turystycznymi** przestrzeni miejskich. Z kolei Koncepcja zagospodarowania wód opadowych koncentruje się na aspekcie **technicznym i hydrologicznym**, wskazując konkretne rozwiązania retencyjne i systemowe.

Wspólna realizacja obu dokumentów zapewnia:

- komplementarność celów i działań;

Załącznik 4

Koncepcja zagospodarowania wód opadowych



- efektywność kosztową i organizacyjną (łączenie inwestycji retencyjnych z projektami zieleni);
- długofalową odporność Zakopanego na skutki zmian klimatu, w tym intensywne opady, podtopienia i susze.

5. KIERUNKI DZIAŁAŃ I REKOMENDOWANE ROZWIĄZANIA

Na podstawie diagnozy uwarunkowań lokalnych oraz analizy ryzyk klimatycznych dla Zakopanego wskazano kluczowe kierunki działań w zakresie gospodarowania wodami opadowymi. Rozdział ten określa zarówno podejście strategiczne, jak i konkretne rekomendacje techniczne i organizacyjne, które pozwolą zwiększyć odporność miasta na skutki zmian klimatu.

Proponowane działania koncentrują się na rozwijaniu rozwiązań opartych na przyrodzie (NBS), rozproszonej retencji, modernizacji i integracji systemu odwodnienia oraz na tworzeniu powiązań między gospodarką wodną a planowaniem przestrzennym i zielenią miejską. Istotnym elementem jest także edukacja i aktywizacja społeczności lokalnej, co pozwoli na skuteczniejsze wdrażanie i utrzymanie proponowanych rozwiązań.

Rekomendacje ujęte w niniejszym rozdziale mają charakter zarówno techniczny, jak i funkcjonalny. Uwzględniają specyfikę Zakopanego – jego górskie położenie, presję turystyczną i warunki klimatyczne – oraz możliwości wdrażania projektów w perspektywie krótko-, średnio- i długoterminowej.

5.1. Zasady gospodarowania wodami opadowymi w mieście

Podstawą skutecznej adaptacji Zakopanego do zmian klimatu jest przyjęcie **zintegrowanych zasad gospodarowania wodami opadowymi**, które będą obowiązywały w planowaniu przestrzennym, projektowaniu inwestycji i codziennym zarządzaniu infrastrukturą miejską. Zasady te wynikają z konieczności **zatrzymywania wód w miejscu opadu** oraz **minimalizowania ryzyka podtopień i suszy miejskiej**.

Najważniejsze zasady gospodarowania wodami opadowymi w Zakopanem obejmują:

- **retencja jako priorytet** – woda opadowa powinna być w maksymalnym stopniu zatrzymywana lokalnie poprzez zbiorniki, ogrody deszczowe, niecki chłonne i nawierzchnie przepuszczalne;
- **infiltracja i zasilanie wód podziemnych** – wszędzie tam, gdzie pozwalają na to warunki glebowe i terenowe, należy promować **rozwiązania infiltracyjne zamiast odprowadzania wód do kanalizacji**;
- **spowolnienie odpływu** – projektując infrastrukturę, należy dążyć do wydłużenia drogi spływu i zmniejszenia intensywności odpływu do potoków, aby ograniczyć ryzyko wezbrań i erozji;
- **separacja i podczyszczanie wód** – wody spływające z ulic i parkingów muszą być wolne z zanieczyszczeń (oleje, metale ciężkie, sól) przed wprowadzeniem do odbiorników;
- **powiązanie z błękitno-zieloną infrastrukturą (BZI)** – rozwiązania retencyjne należy integrować z terenami zieleni, przestrzeniami publicznymi i infrastrukturą rekreacyjną, aby łączyć funkcje techniczne, przyrodnicze i społeczne;
- **elastyczność i skalowalność rozwiązań** – stosowane systemy muszą być dostosowane do górskich warunków Zakopanego, możliwe do wdrożenia zarówno w skali całego miasta, jak i poszczególnych osiedli;
- **partycypacja społeczna** – mieszkańcy powinni być aktywnie angażowani w działania związane z małą retencją (np. ogrody społeczne, beczki na deszczówkę, odbetonowanie podwórek).

5.2. Rozwiązania oparte na przyrodzie (NBS)

Wdrażanie **rozwiązań opartych na przyrodzie (NBS)** jest jednym z najskuteczniejszych sposobów adaptacji Zakopanego do zmian klimatu. Integracja systemu błękitno-zielonej infrastruktury (BZI) z gospodarką wodami opadowymi pozwala na jednoczesne osiągnięcie korzyści hydrologicznych, ekologicznych i społecznych.

Najważniejsze kierunki wdrażania NBS w Zakopanem obejmują:

- **ogrody deszczowe** – lokalne zagłębienia wypełnione roślinnością hydrofitową, umożliwiające retencję, infiltrację i podczyszczanie wód opadowych z ulic i chodników;
- **zielone dachy i fasady na budynkach prywatnych** – rozwiązania zwiększające retencję budynków, poprawiające izolację termiczną i zmniejszające efekt miejskiej wyspy ciepła;
- **niecki chłonne i rowy infiltracyjne** – systemy wspierające spowalnianie odpływu, zasilanie wód podziemnych oraz ograniczające erozję stoków;
- **nawierzchnie przepuszczalne** – stosowanie kostki ażurowej, kruszywa lub rozwiązań mineralno-żywiczych, które umożliwiają wsiąkanie i gromadzenie wód w gruncie;
- **mała retencja powierzchniowa** – zbiorniki otwarte, i oczka wodne pełniące funkcje hydrologiczne, krajobrazowe i rekreacyjne;
- **zielone przystanki i korytarze komunikacyjne** – integracja zieleni przyulicznej z systemem retencji, poprawiająca komfort pieszych i rowerzystów oraz redukująca spływ powierzchniowy;
- **naturalizacja dolin potoków** – działania przywracające naturalną retencję i bioróżnorodność w korytach i dolinach cieków wodnych, wspierające ochronę przeciwpowodziową i krajobrazową.

Korzyści z wdrażania NBS:

- redukcja ryzyka podtopień i erozji dzięki zwiększonej retencji i infiltracji;
- poprawa mikroklimatu i ograniczenie efektu miejskiej wyspy ciepła;
- zwiększenie różnorodności biologicznej poprzez wprowadzanie roślinności rodzimej i siedlisk dla gatunków;
- wzrost atrakcyjności turystycznej i estetyki miasta dzięki integracji zieleni i wody w przestrzeni publicznej;
- wzmocnienie odporności miasta na zmiany klimatu w długiej perspektywie.

5.3. Retencja na działkach prywatnych i osiedlach mieszkaniowych

Znaczącą część powierzchni Zakopanego zajmują tereny prywatne oraz osiedla mieszkaniowe, które w dużym stopniu wpływają na lokalny bilans wodny. Włączenie właścicieli nieruchomości i wspólnot mieszkaniowych w proces gospodarowania wodami opadowymi jest niezbędne do osiągnięcia **skutecznej retencji rozproszonej**.

Możliwe rozwiązania wspierające retencję na terenach prywatnych i osiedlowych obejmują:

- **beczki i zbiorniki na deszczówkę** – gromadzenie wody z dachów do podlewania ogrodów i terenów zielonych;
- **ogrody deszczowe przydomowe** – małe niecki wypełnione roślinnością, umożliwiające

zatrzymanie i infiltrację wód opadowych z dachów i podjazdów;

- **zielone dachy na budynkach mieszkalnych i tarasy** – stosowanie rozwiązań zwiększających retencję budynków i poprawiających izolację cieplną;
- **nawierzchnie przepuszczalne** – zastępowanie asfaltu i betonu kostką ażurową, żwirem lub kruszywem, co pozwala na infiltrację wód;
- **małe zbiorniki i oczka wodne** – tworzenie elementów małej retencji pełniących także funkcje estetyczne i rekreacyjne.

Korzyści dla mieszkańców i miasta:

- **zmniejszenie kosztów zużycia wody pitnej** dzięki wykorzystaniu deszczówki do celów gospodarczych;
- **redukcja ryzyka lokalnych podtopień** poprzez zatrzymywanie wód na posesjach;
- **poprawa mikroklimatu osiedli** poprzez zwiększenie udziału zieleni i wilgotności;
- **zwiększenie estetyki i bioróżnorodności** dzięki wprowadzeniu roślinności retencyjnej i wodnych elementów ogrodowych;
- **wzmocnienie odporności całego miasta** poprzez tworzenie systemu rozproszonej retencji uzupełniającej rozwiązania publiczne.

5.4. Rozwój systemu otwartego odwodnienia i retencji miejskiej

Tradycyjne systemy kanalizacji deszczowej w Zakopanem nie są w stanie sprostać wyzwaniom związanym z intensywnymi opadami i roztopami. Rozwój otwartych systemów odwodnienia i retencji miejskiej pozwala na spowolnienie odpływu, zwiększenie lokalnej retencji oraz poprawę jakości środowiska miejskiego. Takie podejście jest zgodne z trendami przyjaznego klimatycznie i zrównoważonego zarządzania wodami opadowymi.

Kluczowe kierunki rozwoju systemu otwartego obejmują:

- **rowy chłonne i infiltracyjne** – umożliwiające spowolnienie spływu i wsiąkanie wód wzdłuż ulic, parkingów i ciągów komunikacyjnych;
- **niecki retencyjne** – gromadzące wodę w miejscach strategicznych (parki, skwery, place), poprawiające mikroklimat i pełniące funkcje rekreacyjne;
- **systemy retencyjno-podczyszczające** – otwarte rozwiązania umożliwiające redukcję zanieczyszczeń spływających z dróg i terenów komunikacyjnych;
- **naturalizacja istniejących rowów i cieków** – poprawiająca ich zdolność retencyjną, bioróżnorodność i estetykę.

Korzyści z rozwoju otwartych systemów odwodnienia i retencji:

- **zmniejszenie ryzyka podtopień i przeciążeń kanalizacji** dzięki odciążeniu systemu zamkniętego;
- **poprawa bilansu wodnego miasta** poprzez zwiększenie retencji powierzchniowej i infiltracji;
- **redukcja zanieczyszczeń wód opadowych** dzięki wstępnemu oczyszczaniu w systemach otwartych;
- **tworzenie atrakcyjnych przestrzeni publicznych** integrujących funkcje hydrologiczne,

ekologiczne i społeczne;

- **wzmocnienie odporności miasta** na skutki zmian klimatu poprzez systemowe podejście do gospodarowania wodami.

5.5. Zagospodarowanie wód opadowych w przestrzeni publicznej

Przestrzeń publiczna Zakopanego – ulice, place, parki i tereny rekreacyjne – odgrywają kluczową rolę w adaptacji miasta do zmian klimatu. Ich odpowiednie kształtowanie umożliwia lokalne zatrzymywanie i ponowne wykorzystanie wód opadowych, a jednocześnie poprawia komfort mikroklimatyczny i estetykę przestrzeni miejskiej. Integracja retencji z przestrzeniami publicznymi stanowi istotny element błękitno-zielonej infrastruktury (BZI).

Możliwe rozwiązania w przestrzeniach publicznych:

- **ogrody deszczowe i rabaty infiltracyjne** – wkomponowane w place, chodniki i przystanki, umożliwiające retencję i podczyszczanie wód opadowych;
- **zielone przystanki i perony** – wyposażone w roślinność retencyjną i systemy infiltracyjne, poprawiające komfort podróżnych;
- **nawierzchnie przepuszczalne** – stosowane na chodnikach, placach i parkingach, umożliwiające infiltrację wód w gruncie i ograniczenie odpływu powierzchniowego;
- **mała retencja powierzchniowa** – stawy, fontanny, oczka wodne i zbiorniki dekoracyjne zasilane deszczówką, pełniące funkcje hydrologiczne, krajobrazowe i rekreacyjne;
- **zielone place i skwery** – przestrzeń publiczną integrującą funkcje retencyjne, chłodzące i społeczne, sprzyjające integracji mieszkańców i turystów.

Najważniejsze korzyści zagospodarowania wód w przestrzeni publicznej:

- **ograniczenie podtopień** w rejonach intensywnie użytkowanych;
- **poprawa mikroklimatu i jakości życia** poprzez zwiększenie udziału zieleni i elementów wodnych;
- **redukcja zanieczyszczeń** wpływających do potoków dzięki podczyszczaniu w systemach przyrodniczych;
- **podniesienie atrakcyjności turystycznej i estetyki miasta**, co wspiera rozwój zrównoważonej turystyki;
- **budowanie świadomości klimatycznej mieszkańców** poprzez widoczne i edukacyjne przykłady rozwiązań opartych na przyrodzie.

5.6. Włączenie działań retencyjnych do planowania przestrzennego

Skuteczna adaptacja Zakopanego do zmian klimatu wymaga, aby działania retencyjne zostały włączone w proces planowania i zagospodarowania przestrzennego. Uwzględnienie wymogów związanych z gospodarką wodami opadowymi na etapie projektowania i uchwalania dokumentów planistycznych pozwoli na systemowe wdrażanie rozwiązań, które zwiększą odporność miasta na podtopienia i suszę miejską.

Kluczowe kierunki włączania retencji do planowania przestrzennego:

- **uwzględnianie standardów błękitno-zielonej infrastruktury (BZI)** w planie ogólnym i miejscowych planach zagospodarowania przestrzennego;
- **określanie minimalnego udziału powierzchni biologicznie czynnej** na nowych terenach inwestycyjnych oraz ograniczanie uszczelniania powierzchni;
- **wymóg stosowania rozwiązań retencyjnych przy nowych inwestycjach** – np. ogrody deszczowe, nawierzchnie przepuszczalne, zbiorniki na deszczówkę;
- **ochrona i renaturyzacja dolin potoków** jako naturalnych korytarzy retencyjnych i przestrzeni buforowych;
- **łączenie działań retencyjnych z zielenią miejską** – wpisywanie ogrodów deszczowych, zielonych placów i parków retencyjnych do dokumentów planistycznych.

Najważniejsze efekty integracji retencji z planowaniem:

- **zapobieganie konfliktom przestrzennym** dzięki wyznaczeniu obszarów dedykowanych retencji już na etapie planowania;
- **zwiększenie bezpieczeństwa mieszkańców** poprzez ograniczenie ryzyka podtopień i skutków gwałtownych opadów;
- **podniesienie jakości przestrzeni miejskich** dzięki łączeniu funkcji technicznych, krajobrazowych i społecznych;
- **wzmocnienie długofalowej odporności Zakopanego** na zmiany klimatu dzięki systemowemu podejściu do gospodarki wodami opadowymi.

5.7. Integracja działań z systemem zieleni miejskiej

Efektywne gospodarowanie wodami opadowymi w Zakopanem wymaga ścisłej **integracji działań retencyjnych z systemem zieleni miejskiej**. Rozwiązania oparte na przyrodzie mogą równocześnie pełnić funkcje hydrologiczne, ekologiczne i społeczne, zwiększając odporność miasta na zmiany klimatu oraz poprawiając jakość przestrzeni publicznych.

Kluczowe kierunki integracji działań z zielenią miejską:

- **wprowadzanie elementów retencyjnych do parków i skwerów** – np. ogrody deszczowe, niecki infiltracyjne;
- **łączenie zadrzewień ulicznych z rozwiązaniami retencyjnymi** – sadzenie drzew w pasach drogowych w połączeniu z rabatami infiltracyjnymi i podziemnymi zbiornikami;
- **kształtowanie zielonych placów i przestrzeni rekreacyjnych** tak, aby pełniły funkcje retencyjne i chłodzące;
- **wykorzystanie zielonych dachów i ścian** jako elementów uzupełniających system retencji i zwiększających powierzchnię biologicznie czynną;
- **ochrona i naturalizacja dolin potoków** jako przestrzeni zielonych o wysokim znaczeniu retencyjnym i krajobrazowym.

Najważniejsze efekty integracji zieleni i retencji:

- **zwiększenie zdolności adaptacyjnych miasta** poprzez połączenie funkcji retencyjnych i klimatycznych z estetyką przestrzeni;
- **ograniczenie skutków suszy i podtopień** dzięki wykorzystaniu zieleni do magazynowania i infiltracji wód;
- **poprawa jakości życia mieszkańców** poprzez tworzenie przyjaznych, chłodnych i zdrowych przestrzeni publicznych;
- **wzrost bioróżnorodności** w środowisku miejskim dzięki łączeniu wody i roślinności;
- **podniesienie atrakcyjności turystycznej Zakopanego** dzięki estetycznym i funkcjonalnym przestrzeniom błękitno-zielonym.

5.8. Rozwiązania dla terenów górskich i stokowych

Specyfika Zakopanego, położonego w sąsiedztwie **terenów górskich i stokowych**, wymaga stosowania rozwiązań dostosowanych do ukształtowania terenu i ryzyka zjawisk takich jak **erozja, osuwiska i gwałtowny spływ powierzchniowy**. Działania retencyjne w tych obszarach powinny ograniczać tempo odpływu wód, stabilizować stoki oraz sprzyjać infiltracji i naturalnej retencji.

Możliwe rozwiązania dla terenów stokowych:

- **rowy i muldy chłonne** – spowalniające spływ wód i umożliwiające ich infiltrację wzdłuż dróg stokowych;
- **terasowanie i progi przeciwerozryjne** – zmniejszające prędkość spływu, zatrzymujące rumowisko i stabilizujące stoki;
- **systemy pasów zieleni i roślinności głęboko korzeniowej** – zabezpieczające stoki przed erozją i poprawiające wsiąkanie wód;
- **małe zbiorniki retencyjne i suche poldery** – zatrzymujące nadmiar wód w dolnych partiach stoków i pełniące rolę buforów przeciwpowodziowych;
- **renaturyzacja górskich potoków** – przywracająca naturalne zdolności retencyjne, poprawiająca stabilność brzegów i ograniczająca transport rumowiska.

Korzyści z wdrażania rozwiązań stokowych:

- **ograniczenie erozji i ryzyka osuwisk** poprzez stabilizację stoków i kontrolę spływu;
- **spowolnienie odpływu powierzchniowego** i zmniejszenie ryzyka gwałtownych wezbrań w potokach;
- **zwiększenie naturalnej retencji w krajobrazie górskim**, co poprawia bilans wodny miasta;
- **ochrona infrastruktury technicznej i komunikacyjnej** przed uszkodzeniami powodowanymi spływem wód i rumowiska;
- **zachowanie walorów przyrodniczych i krajobrazowych** poprzez stosowanie rozwiązań opartych na przyrodzie zamiast wyłącznie technicznych.

6. OBSZARY INTERWENCJI I PROPONOWANE LOKALIZACJE DZIAŁAŃ

Wyznaczenie priorytetowych lokalizacji działań retencyjnych i zagospodarowania wód opadowych ma kluczowe znaczenie dla skutecznej realizacji celów adaptacyjnych. Interwencje pilotażowe umożliwiają nie tylko przetestowanie i ocenę wybranych rozwiązań, ale również ich szeroką prezentację, upowszechnienie oraz zaangażowanie społeczności lokalnych.

Dobór obszarów interwencji w Zakopanem uwzględnia zróżnicowanie przestrzenne miasta – od ścisłego centrum i terenów osiedlowych, przez obszary komunikacyjne i turystyczne, aż po doliny potoków pełniące funkcje ekologiczne i retencyjne. Pozwala to całościowo odpowiedzieć na wyzwania zidentyfikowane w diagnozie i pokazać możliwości wdrażania błękitno-zielonej infrastruktury w różnych typach przestrzeni.

Dla uporządkowania propozycji zaproponowano **siedem typów interwencji pilotażowych**, odpowiadających różnym funkcjom, formom użytkowania i poziomom integracji z tkanką miejską. Zestawienie to stanowi punkt wyjścia do dalszego programowania działań oraz pozyskiwania środków zewnętrznych.

Typy interwencji w gospodarowaniu wodami opadowymi w przestrzeni miejskiej Zakopanego:

- **(1) zieleń przyuliczna i komunikacyjna** – obejmuje wdrażanie rozwiązań, które łączą funkcje komunikacyjne z lokalną retencją wód opadowych; celem jest spowolnienie spływu powierzchniowego, ograniczenie przeciążeń kanalizacji i poprawa mikroklimatu; typowe działania to rowy infiltracyjne, misy chłonne przy drzewach, zielone przystanki, nawierzchnie przepuszczalne i separacja zanieczyszczeń wód z dróg;
- **(2) rewitalizacja terenów osiedlowych** – dotyczy obszarów zabudowy mieszkaniowej, gdzie możliwe jest wdrażanie małej retencji oraz rozwiązań infiltracyjnych; zakres obejmuje ogrody deszczowe, zbiorniki naziemne i podziemne na deszczówkę, nawierzchnie przepuszczalne oraz systemy rozsączające, które poprawiają bilans wodny i ograniczają ryzyko podtopień na terenach zamieszkałych;
- **(3) zieleń retencyjna i ogrody deszczowe** – rozwiązania zorientowane na lokalne zatrzymywanie i podczyszczanie wód opadowych w newralgicznych punktach miasta (place, budynki publiczne, parkingi); typowe działania to ogrody deszczowe, niecki infiltracyjne, zielone dachy i zbiorniki retencyjne, które zmniejszają spływ powierzchniowy i podnoszą odporność śródmieścia;
- **(4) zlewnie potoków** – interwencje koncentrują się na wzmacnianiu naturalnych funkcji retencyjnych dolin Bystrej, Cichej Wody i Zakopianki; działania obejmują renaturyzację koryt, nasadzenia roślinności wodnej i nadwodnej, tworzenie stref buforowych oraz eliminację barier technicznych, co sprzyja retencji krajobrazowej i redukcji ryzyka powodzi błyskawicznych (działania rekomendowane do realizacji przez PGW Wody Polskie);
- **(5) tereny przy placówkach edukacyjnych** – włączają rozwiązania służące zarówno lokalnej retencji, jak i edukacji klimatycznej; mogą to być szkolne ogrody deszczowe, zbiorniki na wodę opadową, rabaty infiltracyjne i zielone klasy na świeżym powietrzu, które pełnią funkcje demonstracyjne i angażują społeczność szkolną;
- **(6) ogrody społeczne i kieszonkowe** – małe przestrzenie z elementami retencji, tworzone na niezagospodarowanych działkach lub w podwórkach; ich funkcją jest zatrzymywanie wód

opadowych poprzez niecki chłonne, zbiorniki naziemne i przepuszczalne nawierzchnie, a równocześnie aktywizacja mieszkańców i wspólne zarządzanie wodą w skali lokalnej;

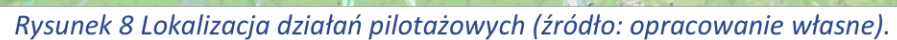
- **(7) zieleń parkowa i rekreacyjna** – większe przestrzenie rekreacyjne, które mogą być wykorzystywane do retencji powierzchniowej i infiltracji; typowe działania to stawy retencyjne, suche poldery, oczka wodne, systemy drenażowe i modernizacja układów zieleni w parkach i na terenach sportowo-rekreacyjnych; dzięki nim powstają obszary łączące funkcje hydrologiczne, ekologiczne i społeczne.

W kolejnej części rozdziału przedstawiona została **tabela interwencji pilotażowych** – z lokalizacjami, proponowanym zakresem działań, uzasadnieniem, oczekiwanym efektem oraz potencjalnym horyzontem realizacji. Tabela ta stanowi bazę operacyjną do programowania projektów inwestycyjnych, aplikowania o środki zewnętrzne (np. **FENIKS, KPO, NFOŚiGW, Interreg**) oraz do ujęcia w dokumentach wykonawczych do MPA.

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

Typ interwencji	Lokalizacja		Uzasadnienie	Proponowane działania	Spodziewane efekty
Zieleń przyuliczna i komunikacyjna	1.1	ul. Kasprowicza	Główne ulice i węzły komunikacyjne są silnie uszczelnione i pozbawione rozwiązań retencyjnych. Spływ powierzchniowy wód opadowych powoduje przeciążenie kanalizacji i ryzyko podtopień.	– rabaty infiltracyjne i ogrody deszczowe w pasach drogowych; – zielone przystanki z systemami retencyjnymi; – misy chłonne przy drzewach; – nawierzchnie przepuszczalne na chodnikach i parkingach; – separacja i podczyszczanie wód z dróg;	– spowolnienie spływu i zwiększenie lokalnej retencji; – ograniczenie podtopień w centrum; – poprawa jakości powietrza i mikroklimatu; – redukcja efektu wyspy ciepła;
	1.2	ul. Powstańców Śląskich			
	1.3	Oberconiówka			
	1.4	ul. Kościeliska			
	1.5	ul. Krzeptówki			
Rewitalizacja zieleni osiedlowej	2.1	rejon ul. Jana Pawła II (obszar wrażliwości II.1)	Tereny międzyblokowe są silnie uszczelnione, a brak elementów retencyjnych zwiększa ryzyko lokalnych podtopień. Zieleń jest zdegradowana i mało funkcjonalna.	– ogrody deszczowe i niecki infiltracyjne; – zbiorniki naziemne; – nawierzchnie przepuszczalne na podwórkach i parkingach; – przydomowe systemy gromadzenia deszczówki;	– poprawa retencji i infiltracji; – redukcja podtopień; – poprawa jakości życia i estetyki osiedli; – większe zaangażowanie społeczności;
	2.2	Osiedle Kasprucie (obszar wrażliwości II.2)			
	2.3	rejon ul. Sienkiewicza (obszar wrażliwości II.4)			
	2.4	rejon ul. Grunwaldzkiej (obszar wrażliwości II.5)			
Zieleń retencyjna i ogrody deszczowe	3.1	okolice UM Zakopane	Duże powierzchnie uszczelnione w centrum powodują szybki spływ wód opadowych i przeciążenie kanalizacji.	– ogrody deszczowe przy budynkach; – zielone dachy i podwórka retencyjne; – zbiorniki naziemne; – nawierzchnie przepuszczalne na parkingach;	– zwiększenie retencji w centrum; – redukcja przeciążeń kanalizacji; – poprawa jakości mikroklimatu; – walor edukacyjny dla mieszkańców;
	3.2	Krupówki			
	3.3	Aleja 3 Maja			
Zlewnie potoków	4.1	Dolina Bystrej	Doliny potoków to naturalne korytarze retencyjne. Ich potencjał hydrologiczny jest częściowo niewykorzystany.	– renaturyzacja brzegów i likwidacja barier technicznych; – nasadzenia roślinności wodnej i nadwodnej; – wyznaczenie stref buforowych; – tworzenie suchych polderów i zbiorników retencyjnych;	– zwiększenie naturalnej retencji; – ograniczenie ryzyka powodzi błyskawicznych; – wzrost bioróżnorodności;
	4.2	Dolina Cichej Wody			
	4.3	Dolina Zakopianki			

Typ interwencji	Lokalizacja		Uzasadnienie	Proponowane działania	Spodziewane efekty
Zieleń przy placówkach edukacyjnych	5.1	Szkoła podstawowa nr 2	Brak elementów retencyjnych w przestrzeniach szkolnych ogranicza ich potencjał adaptacyjny i edukacyjny.	– szkolne ogrody deszczowe i rabaty infiltracyjne; – zbiorniki na deszczówkę z wykorzystaniem wody do podlewania; – zielone klasy plenerowe; – tablice edukacyjne nt. obiegu wody;	– wzrost świadomości klimatycznej; – poprawa komfortu nauki i zabawy; – zwiększenie lokalnej retencji;
	5.2	Szkoła podstawowa nr 4			
	5.3	Szkoła podstawowa nr 7			
	5.4	Szkoła podstawowa nr 9			
	5.5	Liceum ogólnokształcące			
	5.6	Zespół szkół budowlanych			
	5.7	Zespół szkół hotelarsko-turystycznych			
Ogrody społeczne i kieszonkowe	6.1	Nieużytki rozproszone w różnych częściach miasta	Liczne niezagospodarowane działki w mieście mogą być wykorzystane do zwiększenia lokalnej retencji i aktywizacji mieszkańców.	– ogrody deszczowe i zbiorniki naziemne; – przepuszczalne nawierzchnie; – kompostowniki i beczki na deszczówkę; – wspólne warsztaty i mikrogranty;	– zwiększenie retencji lokalnej; – poprawa jakości przestrzeni; – integracja i aktywizacja mieszkańców;
Zieleń parkowa i rekreacyjna	7.1	Dolna Rówień Krupowa	Parki i tereny rekreacyjne mogą pełnić funkcje retencyjne w skali miejskiej, jeśli zostaną wzbogacone o infrastrukturę wodną.	– zbiorniki retencyjne i oczka wodne; – suche poldery w strefach zalewowych; – systemy infiltracyjne; – integracja z alejami i infrastrukturą rekreacyjną;	– zwiększenie retencji w skali miasta; – poprawa warunków mikroklimatycznych; – rozwój edukacji klimatycznej i rekreacji;
	7.2	Górna Rówień Krupowa			
	7.3	Park Miejski im. Józefa Piłsudskiego			



7. ZARZĄDZANIE I MONITORING

Skuteczna realizacja koncepcji zagospodarowania wód opadowych w Zakopanem wymaga wdrożenia odpowiednich mechanizmów zarządzania i systemu monitoringu. Ich celem jest zapewnienie spójności działań inwestycyjnych i organizacyjnych, bieżąca ocena efektywności wdrażanych rozwiązań oraz możliwość szybkiego reagowania na nowe wyzwania związane ze zmianami klimatu.

Zarządzanie gospodarką wodami opadowymi powinno być prowadzone w sposób zintegrowany, łączący politykę przestrzenną, inwestycje techniczne i rozwój błękitno-zielonej infrastruktury. Równocześnie niezbędne jest wprowadzenie systemu monitoringu retencji i odpływu wód, obejmującego zarówno elementy infrastruktury publicznej, jak i działania podejmowane przez mieszkańców i instytucje lokalne.

W dalszej części rozdziału wskazano kluczowe zadania w zakresie koordynacji zarządzania, prowadzenia monitoringu efektów retencyjnych oraz raportowania postępów, które pozwolą na ocenę skuteczności wdrażania koncepcji i jej dostosowanie do zmieniających się warunków.

7.1. Struktura odpowiedzialności i koordynacji

Skuteczne wdrażanie koncepcji zagospodarowania wód opadowych wymaga jasno określonej **struktury odpowiedzialności i koordynacji działań**. Podział zadań pomiędzy instytucje miejskie, jednostki komunalne i partnerów zewnętrznych pozwala na zapewnienie **ciągłości zarządzania, właściwego utrzymania infrastruktury oraz efektywnego wykorzystania dostępnych środków finansowych**.

Kluczowe podmioty odpowiedzialne za realizację koncepcji:

- **Urząd Miasta Zakopane** – pełni rolę głównego **koordynatora działań w zakresie gospodarki wodami opadowymi**, odpowiada za planowanie, wdrażanie i monitoring projektów retencyjnych oraz za integrację zapisów koncepcji z dokumentami strategicznymi i planistycznymi miasta;
- **jednostki organizacyjne miasta i spółki komunalne** – odpowiadają za realizację zadań operacyjnych związanych z **utrzymaniem i modernizacją systemów kanalizacji deszczowej, odwodnienia oraz infrastruktury retencyjnej**, a także za wdrażanie innowacyjnych rozwiązań technicznych opartych na przyrodzie (NBS);
- **PGW Wody Polskie** – kluczowy partner w zakresie **ochrony dolin potoków i terenów o wysokiej funkcji retencyjnej**, współpraca dotyczy szczególnie działań renaturyzacyjnych, poprawy drożności korytarzy ekologicznych i ograniczenia skutków erozji stoków;
- **instytucje edukacyjne i kulturalne** – szkoły, przedszkola, Zakopiańskie Centrum Kultury i inne placówki odgrywają istotną rolę w **realizacji projektów edukacyjnych dotyczących gospodarowania wodami opadowymi** oraz w działaniach zwiększających świadomość mieszkańców w zakresie roli retencji;
- **organizacje społeczne i mieszkańcy** – uczestniczą w procesie planowania i utrzymania **lokalnych rozwiązań retencyjnych** poprzez konsultacje społeczne, budżet obywatelski, ogrody deszczowe, mikroprojekty małej retencji i wolontariat obywatelski;
- **partnerzy zewnętrzni** – uczelnie wyższe, instytuty badawcze, przedsiębiorstwa prywatne i organizacje międzynarodowe wspierają miasto **wiedzą, innowacjami technologicznymi**,

ekspertyzami oraz współfinansowaniem projektów retencyjnych.

Celem koordynacji działań rekomendowane jest:

- powołanie lub wyznaczenie **koordynatora ds. błękitno-zielonej infrastruktury** w strukturach Urzędu Miasta, odpowiedzialnego za nadzór nad realizacją koncepcji;
- regularne spotkania robocze i warsztaty z udziałem partnerów lokalnych (TPN, organizacje społeczne, mieszkańcy) w celu wspólnego programowania i monitorowania działań;
- wdrożenie systemu raportowania i przepływu informacji, obejmującego zarówno projekty inwestycyjne, jak i inicjatywy społeczne.

Taka struktura zapewni nie tylko sprawną realizację działań, ale również **transparentność, udział społeczny i skuteczność w pozyskiwaniu środków zewnętrznych**, co jest kluczowe w perspektywie długofalowej adaptacji Zakopanego do zmian klimatu.

7.2. System gromadzenia danych

Skuteczne zarządzanie gospodarką wodami opadowymi w Zakopanem wymaga **systematycznego gromadzenia danych** dotyczących funkcjonowania infrastruktury retencyjnej i systemów odwodnienia. Regularna analiza informacji pozwoli na **bieżącą ocenę skuteczności działań adaptacyjnych** oraz na planowanie kolejnych inwestycji w oparciu o rzetelne prognozy.

Podstawowe elementy systemu:

- **inwentaryzacja infrastruktury retencyjnej** – baza danych o zbiornikach, ogrodach deszczowych, nieckach infiltracyjnych, nawierzchniach przepuszczalnych i systemach drenażowych;
- **monitoring zdolności retencyjnej miasta** – pomiary ilości wód opadowych zatrzymywanych w różnych częściach przestrzeni miejskiej;
- **dane hydrologiczne i meteorologiczne** – intensywność i rozkład opadów, poziomy wód w potokach, częstotliwość zjawisk ekstremalnych;
- **analiza efektywności rozwiązań opartych na przyrodzie (NBS)** – ocena ich wydajności w zmniejszaniu spływu i przeciążenia kanalizacji;
- **zgłoszenia i opinie mieszkańców** – informacje o lokalnych podtopieniach, awariach czy potrzebach nowych rozwiązań.

Narzędzia i metody:

- wykorzystanie **systemów GIS** do gromadzenia i analiz przestrzennych;
- stosowanie **teledetekcji i zdjęć lotniczych** do oceny dynamiki zmian w pokryciu terenu;
- współpraca z uczelniami i instytutami badawczymi w zakresie analiz przyrodniczych i hydrologicznych;
- rozwój **systemu otwartych danych miejskich**, dostępnych dla mieszkańców i partnerów społecznych.

Efekty gromadzenia i analizy danych:

- możliwość bieżącej oceny skuteczności działań adaptacyjnych;
- lepsze planowanie inwestycji zieleni i rozwiązań retencyjnych;
- transparentność procesów decyzyjnych i zwiększenie zaufania społecznego;
- wsparcie w pozyskiwaniu środków zewnętrznych dzięki rzetelnym danym o efektach działań;
- tworzenie podstaw do edukacji i aktywizacji mieszkańców poprzez udostępnianie wyników monitoringu.

Systematyczne gromadzenie i analiza danych umożliwią rozwój spójnej polityki zarządzania zielenią i błękitno-zieloną infrastrukturą, zapewniając Zakopanemu lepszą odporność na skutki zmian klimatu.

7.3. Utrzymanie infrastruktury retencyjnej

Trwałość i efektywność rozwiązań retencyjnych zależą od ich **systematycznego utrzymania i kontroli**. W warunkach górskich oraz przy intensywnej presji turystycznej konieczne jest stosowanie procedur zapewniających **nieprzerwane funkcjonowanie urządzeń retencyjnych**.

Podstawowe kierunki działań:

- **regularna konserwacja ogrodów deszczowych i niecek infiltracyjnych** – czyszczenie, dosadzanie roślinności, odmulanie;
- **kontrola zbiorników retencyjnych** – stan techniczny, drożność odpływów, czystość wody;
- **utrzymanie nawierzchni przepuszczalnych** – czyszczenie i uzupełnianie materiałów filtracyjnych;
- **przeglądy instalacji podziemnych** – zbiorników, rozsączających drenaży i separatorów;
- **racjonalne wykorzystanie zgromadzonej wody** – np. do podlewania terenów zieleni lub celów technicznych.

7.4. Partycypacja społeczna i edukacja mieszkańców

Zaangażowanie mieszkańców w gospodarowanie wodami opadowymi zwiększa **trwałość i skuteczność działań adaptacyjnych**. Partycypacja buduje świadomość klimatyczną, rozwija oddolne inicjatywy i sprzyja **wspólnemu utrzymaniu lokalnych rozwiązań retencyjnych**.

Formy partycypacji i edukacji:

- **mikrogranty i budżet obywatelski klimatyczny** – wsparcie projektów oddolnych (beczki na deszczówkę, małe ogrody deszczowe, odbetonowanie podwórek);
- **warsztaty i programy edukacyjne** – w szkołach, instytucjach kultury i podczas wydarzeń miejskich;
- **kampanie informacyjne** – promujące proste rozwiązania retencyjne możliwe do wdrożenia na działkach prywatnych;
- **wolontariat i współpraca z organizacjami społecznymi** – wspólne akcje zakładania i pielęgnacji ogrodów deszczowych;
- **obywatelski monitoring retencji** – zbieranie danych o funkcjonowaniu lokalnych rozwiązań i zgłaszanie problemów do jednostek miejskich.

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

8. FINANSOWANIE

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 zazieleniania 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;
- **wdrażanie błękitno-zielonych komponentów budżetu obywatelskiego** oraz systemów mikrograntów, wspierających lokalne działania mieszkańców, szkół, wspólnot mieszkaniowych i organizacji pozarządowych;
- **rezerwowanie środków na elementy retencji 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**, np. poprzez współfinansowanie ogrodów społecznych, zielonych podwórek, wdrożeń edukacyjnych i kampanii informacyjnych;
- **powiązanie finansowania z harmonogramem i wskaźnikami MPA**, co pozwoli na zintegrowane zarządzanie, monitoring efektywności i planowanie kolejnych działań.

Zróźnicowanie 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

Efektywne i zrównoważone gospodarowanie wodami opadowymi w warunkach górskiego miasta wymaga nie tylko odpowiedniego planowania i finansowania, ale również wdrożenia **jasnych wytycznych projektowych, realizacyjnych i eksploatacyjnych**. Rekomendacje przedstawione poniżej mają na celu wspieranie Miasta Zakopane w implementacji rozwiązań retencyjnych oraz integrowaniu ich z przestrzenią publiczną, zielenią miejską i systemami zarządzania kryzysowego.

Wytyczne projektowe dla nowych inwestycji i modernizacji:

- priorytet dla **infiltracji i retencji lokalnej** – woda deszczowa powinna być zatrzymywana i wykorzystywana jak najbliżej miejsca opadu (m. in. przez systemy rozsączające, niecki, ogrody deszczowe, zielone dachy);
- **minimalizacja powierzchni nieprzepuszczalnych** – zaleca się stosowanie nawierzchni przepuszczalnych lub obowiązkową kompensację uszczelnień poprzez tereny zieleni lub elementy retencyjne;
- integracja funkcji hydrologicznych z funkcjami społecznymi i ekologicznymi – **zbiorniki wodne, muldy, pasy zieleni i inne elementy powinny być projektowane jako wielofunkcyjne**, łączące aspekty techniczne, rekreacyjne, edukacyjne i estetyczne;
- wymóg **bilansu retencyjnego** – dla każdej nowej inwestycji miejskiej rekomenduje się przygotowanie bilansu wodnego (ilość wód opadowych, pojemność retencji, planowane zagospodarowanie);
- odporność na **ekstremalne zjawiska pogodowe** – systemy odwodnienia powinny być projektowane z uwzględnieniem prognozowanego wzrostu intensywności opadów, gwałtownych roztopów oraz dłuższych okresów suszy.

Zarządzanie wodami opadowymi jako proces zintegrowany:

- stworzenie **miejskiej bazy danych retencji (GIS)** – zawierającej dane o lokalizacji, pojemności i stanie obiektów retencyjnych, poziomie uszczelnień, zagrożeniach podtopieniami i możliwościach infiltracji;
- wdrożenie **systemu monitoringu i kontroli** – obejmującego m. in. stacje opadowe, czujniki poziomu wody, monitoring zbiorników i efektywności retencji oraz okresowe kontrole urządzeń technicznych i biologicznych;
- powiązanie błękitno-zielonej infrastruktury z **systemem zarządzania kryzysowego** – mapy zagrożeń hydrologicznych i wskazanie priorytetowych obiektów oraz obszarów do interwencji w przypadku podtopień;
- szkolenia i standardy dla projektantów, inwestorów i wykonawców – w zakresie stosowania **rozwiązań opartych na przyrodzie (NBS)**, materiałów retencyjnych, technologii infiltracyjnych i systemów gromadzenia wód deszczowych;
- utrzymanie i konserwacja – przygotowanie **harmonogramów przeglądów i działań konserwacyjnych** dla wszystkich typów obiektów retencyjnych, z uwzględnieniem sezonowości i intensywności opadów w warunkach górskich.

Wdrożenie i utrzymanie systemu wód opadowych – zalecenia organizacyjne:

- zacieśnienie **współpracy z gestorami sieci i zarządcami terenów** – wspólne planowanie i utrzymanie elementów retencji w przestrzeniach publicznych i osiedlowych;
- system **zachęt i mechanizmów regulacyjnych** – np. zapisy planistyczne (w MPZP), uchwały lokalne o obowiązku retencji, mechanizmy dotacyjne i fundusze wsparcia dla mieszkańców i wspólnot mieszkaniowych;
- **partycypacyjne formy utrzymania i monitorowania** – programy edukacyjne i zachęcające do opieki nad zielenią retencyjną i obiektami w przestrzeni publicznej (np. budżet obywatelski, wolontariat retencyjny);
- integracja z **dokumentami strategicznymi miasta** – konieczne jest, aby zasady i standardy zarządzania wodami opadowymi zostały trwale wpisane do Planu Ogólnego, Strategii Rozwoju Miasta, programów rewitalizacji oraz dokumentów środowiskowych i inwestycyjnych.

10. SPIS TABEL

Tabela 1 Propozycje działań pilotażowych (źródło: opracowanie własne).	42
--	----

11. SPIS RYSUNKÓW

Rysunek 1 Ukształtowanie terenu miasta (źródło: opracowanie własne, NMT GUGIK)	8
Rysunek 2 Udział powierzchni biologicznej na terenie miasta	10
Rysunek 3 Średni udział powierzchni biologicznej w obszarach wrażliwości na terenie miasta (źródło: opracowanie własne, na podstawie zdjęć satelitarnych Sentinel 2 - Copernicus)	11
Rysunek 4 Udział powierzchni nieprzepuszczalnych	12
Rysunek 5 Udział powierzchni nieprzepuszczalnych w obszarach wrażliwości (źródło: opracowanie własne, baza danych Copernicus Land Monitoring Service)	13
Rysunek 6 Obszary potencjalnych podtopień (źródło: opracowanie własne)	16
Rysunek 7 Obszary zagrożone podtopieniami na obszarach wrażliwości (źródło: opracowanie własne)	17
Rysunek 8 Lokalizacja działań pilotażowych (źródło: opracowanie własne)	44