

Gmina Miasto Reda

ul. Gdańska 33, 84-240 Reda



Załącznik 3

Miejski Plan Adaptacji do zmian klimatu dla Gminy Miasto Reda

Koncepcja zagospodarowania wód opadowych i roztopowych dla Miasta Redy

BURMISTRZ MIASTA

mgr Mateusz Richert

(dokument podpisany elektronicznie)

Reda, Warszawa, 2025



Fundusze Europejskie
na Infrastrukturę,
Klimat, Środowisko



Rzeczpospolita
Polska

Dofinansowane przez
Unię Europejską



**Miejski Plan Adaptacji do zmian klimatu dla Gminy Miasto Reda
został opracowany pod kierunkiem:**

Agnieszki Kuśmierz – kierownik projektu,
koordynator
Małgorzaty Hajto – kierownik merytoryczny



**Koncepcja zagospodarowania wód opadowych i roztopowych dla Miasta Redy
w ramach Miejskiego planu adaptacji do zmian klimatu Gminy Miasto Reda
została opracowana przez Zespół Ekspertów IOŚ-PIB w składzie:**

Michał Marcinkowski
Klaudia Chruściel



**we współpracy z Zespołem zadaniowym do spraw opracowania i realizacji "Miejskiego Planu
Adaptacji do zmian klimatu dla Gminy Miasto Reda" w składzie:**

Dominika Kudlińska
Jakub Pilarski
Hanna Janiak
Agnieszka Dybicz
Hanna Dziubek-Lechowska
Joanna Frankowska
Piotr Grzymkowski
Honorata Ignacek
Karol Jaworski
Patrycja Krauze-Maślankowska
Dorota Kobiella
Mirosław Kolasiński
Marek Kopicki
Jarosław Kubera
Grażyna Lemańczyk
Justyna Mazur-Dziadkiewicz
Maciej Pioch
Stella Sobczak
Dorota Tarnowska
Jacek Thiel



SPIS TREŚCI

1	Wstęp	4
1.1	Cel i zakres	4
1.2	Metodyka.....	5
2	Warunki hydrologiczne Redy	6
3	Gospodarowanie wodami opadowymi w mieście	6
4	Prognozowane zmiany warunków hydrologicznych.....	8
5	Rzeźba i pokrycie terenu	12
	Linie spływu powierzchniowego i lokalne zagłębienia terenu.....	12
	Pokrycie terenu i zmiany w uszczelnieniu powierzchni	13
6	Wnioski.....	13
7	Literatura i wykorzystane materiały	15
	Spis rysunków.....	17
MAPY		Błąd! Nie zdefiniowano zakładki.

SPIS MAP

Mapa 1 – Sieć hydrograficzna Redy i okolic

Mapa 2 – Potencjalne miejsca gromadzenia się wód opadowych

Mapa 3 – Zagospodarowanie terenu Redy i okolic

Mapa 4 – Obszary o największym wzroście uszczelnienia terenu

1 Wstęp

1.1 Cel i zakres

Zmiany klimatu przejawiają się m.in. w modyfikacji charakteru opadów atmosferycznych. Coraz częściej występują one w formie opadów nawalnych, pomiędzy którymi następują stosunkowo długie okresy suche. Zmniejsza się jednocześnie liczba dni z opadami o przeciętnym natężeniu. Zasygnalizowane problemy mają swoje negatywne konsekwencje szczególnie na obszarach miejskich, na których w wyniku dużego uszczelnienia terenu (powierzchnia dachów, dróg, placów itd.) znaczna część wód opadowych (około 55%) spływa po powierzchni, mając bardzo ograniczone możliwości zasilania wód podziemnych. Część z tych wód odprowadzana jest przez systemy kanalizacji, a część, zarówno pochodząca ze spływu powierzchniowego jak i z niewydolnego systemu kanalizacji, gromadzi się w zagłębieniach terenu, stwarzając ryzyko podtopień będących zagrożeniem dla infrastruktury miejskiej, majątku, a w sytuacjach ekstremalnych również dla życia i zdrowia mieszkańców. Wody opadowe odprowadzane w stosunkowo krótkim czasie poza teren miasta są w znikomym stopniu wykorzystywane przez przyrodę i mieszkańców. Stan ten wymaga zmiany. Wody opadowe powinny być w możliwie dużym stopniu wykorzystywane w miejscu wystąpienia opadu, a dopiero ich nadmiar może być kierowany dalej do kolejnych elementów systemu takich, jak urządzenia wodne (przede wszystkim te w najmniejszym stopniu ingerujące w przyrodę), zbiorniki retencyjne (preferowane powinny być zbiorniki otwarte z infiltracją i zielenią). Zasadnicze znacznie ma spowolnienie odpływu i zatrzymanie jak największej ilości wody w lokalnej zlewni miejskiej, aby tylko jej ewentualny nadmiar odpływał do odbiorników. Rozwój retencji stanowi jedno z podstawowych działań adaptacyjnych na obszarze miast.

Powodzie, podtopienia, jak również okresy suszy występują w miastach coraz częściej. Z uwagi na lokalny charakter problemu, władze samorządowe kwestie te muszą porządkować we własnym zakresie. Wody opadowe jeszcze do niedawna traktowane jako ścieki, teraz stanowią ważny zasób w całym obiegu wody i kluczowy element ekosystemów miejskich. Proces porządkowania kwestii gospodarowania wodami opadowymi jest zwykle czasochłonny. Istotne jest przy tym kompleksowe podejście. Często reaguje się ad hoc na pojawiające się problemy, rozwiązując je punktowymi inwestycjami lub zmianami w zagospodarowaniu. Jednakże miasto stanowi jeden spójny system, z licznymi zależnościami wewnętrznymi. Fakt rozwiązania problemu w jednym miejscu, może przenieść go do innej lokalizacji. Nie mając pełnej informacji na temat skali problemu na obszarze całego miasta, można podjąć złe decyzje, np. zainwestować środki w działania, które już za kilka lat będą musiały być ponownie realizowane. Poza tym, powinno się podchodzić do problemu szerzej, aniżeli z perspektywy wyłącznie problemów z nadmiarem wody i dobierać rozwiązania, które wspierać będą zarówno ochronę przed powodzią, jak i suszą w mieście¹.

Mając na uwadze przedstawione powyżej uwarunkowania, istotne jest, aby elementem MPA była koncepcja zagospodarowania wód opadowych i roztopowych na obszarze miasta. Powinna ona prowadzić do obniżenia zagrożenia podtopieniami, w tym powodzią błyskawicznymi, oraz minimalizować skutki suszy przy jednoczesnej poprawie walorów estetycznych i przyrodniczych

¹ Poradnik dla miast: Identyfikacja obszarów zagrożonych wodami opadowymi na terenach zurbanizowanych, Państwowe Gospodarstwo Wodne Wody Polskie, 2024

miasta, również dzięki ścisłym powiązaniom z koncepcją zazieleniania miasta. Cele te mogą być osiągnięte poprzez realizację inwestycji ograniczających spływ powierzchniowy, a także poprzez zrównoważony system kanalizacji deszczowej, pozwalających na zatrzymanie wód opadowych na terenie zlewni miejskiej. Szczegółowość i zakres koncepcji zagospodarowania wód opadowych i roztopowych powinny być uzależnione od specyfiki danego miasta oraz zakresu i aktualności dostępnych danych.

1.2 Metodyka

Niniejsze opracowanie stanowi koncepcję zagospodarowania wód opadowych i roztopowych, a więc wykonane w sposób jednolity dla całego miasta istotne ogólne spojrzenie na ten ważny problem w kontekście zmian klimatu. W tym przypadku posłużono się metodą uproszczoną. Na podstawie numerycznego modelu terenu (NMT) pobranego z zasobów Głównego Urzędu Geodezji i Kartografii (GUGiK) wskazano lokalizację na terenie miasta tzw. linii spływu, czyli zagłębień w terenie, którymi wody opadowe spływają do niżej położonych części miasta. Tłem tych analiz były informacje o pokryciu terenu pochodzące z Bazy Danych Obiektów Topograficznych w skali 1:10 000. Posługując się wynikami modelu hydrologicznego opracowanego w ramach projektu Klimada 2.0 wskazano także na przyszłe warunki hydrologiczne na obszarze miasta. Analizą objęto również tereny sąsiadujące z miastem, gdyż wody opadowe z części z nich spływają do Redy. W zrealizowanych pracach nie uwzględniono funkcjonowania systemów kanalizacyjnych. Przyjęte podejście jest spójne z metodą uproszczoną wyznaczania obszarów zagrożonych wodami opadowymi na terenach zurbanizowanych, która została opisana w *Poradniku dla miast...* (2024) opracowanym przez Państwowe Gospodarstwo Wodne. Wskazano w nim, iż jest to metoda możliwa do zastosowań dla opracowań o dużym stopniu ogólności – strategii i koncepcji. Zaznaczono, iż jest ona przydatna do wstępnej identyfikacji miejsc potencjalnie problematycznych, takich jak miejsca potencjalnego wystąpienia powodzi (podtopień) czy intensywnego spływu powierzchniowego. Dzięki temu możliwa jest priorytetyzacja dalszych działań analitycznych i inwestycyjnych.

Zaawansowane metody analizy, choć bardziej precyzyjne, wymagają znacznych nakładów czasu i środków finansowych oraz dostępu do wielu danych wejściowych, takich jak szczegółowe informacje o sieci kanalizacyjnej czy monitoring jej funkcjonowania, niezbędny do kalibracji modelu. Ich zastosowanie istotnie zwiększa koszty przygotowania opracowania oraz wydłuża czas jego realizacji. W związku z tym metody zaawansowane powinny być stosowane przede wszystkim w miejscach wskazanych jako szczególnie zagrożone i wymagające interwencji w ramach planowania działań adaptacyjnych. Wykonanie szczegółowych analiz dot. zagrożeń związanych z wodami opadowymi opartych na zaawansowanej metodzie może być potencjalnie uwzględnione jako jedno z działań realizacji MPA.

Należy zaznaczyć, iż niniejsze opracowanie stanowi integralną część Miejskiego planu adaptacji do zmian klimatu. Z tego względu autorzy starali się do minimum ograniczyć powtarzanie informacji zawartych w innych częściach MPA.

2 Warunki hydrologiczne Redy

Miasto Reda położone jest obrębie mezoregionów Pobrzeże Kaszubskie, Pradolina Redy-Łeby oraz Pojezierze Kaszubskie. Oś miasta stanowi rz. Reda. W granicach jej zlewni znajduje się jednak jedynie 22,27% powierzchni m. Reda. Zgodnie z Mapą podziału hydrograficznego Polski pozostała część miasta odwadniana jest przez:

- Kanał Mrzezino: 29,63%;
- Zagórską Strugę: 28,14%;
- Gizdepkę: 12,58%;
- Dopływ spod Kąpina: 7,38%.

Na Mapach zagrożenia powodziowego w granicach miasta wyznaczono obszary zagrożone wystąpieniem powodzi. W przypadku wystąpienia powodzi od strony morza (o prawdopodobieństwie wystąpienia 0,2% i 1%) zagrożenie to dotyczy jedynie fragmentu doliny rz. Redy i obejmuje zaledwie 0,03% powierzchni miasta. Związane jest z prognozowaną typową cofką rzeki. Znacznie większe obszary miasta zagrożone są wystąpieniem powodzi od strony rz. Redy. Obejmują one:

- 7,27% pow. miasta w przypadku powodzi o prawdopodobieństwie wystąpienia 0,2%;
- 6,35% pow. miasta w przypadku powodzi o prawdopodobieństwie wystąpienia 1%;
- 4,36% pow. miasta w przypadku powodzi o prawdopodobieństwie wystąpienia 10%.

W mieście okresowo dochodzi również do zagrożeń związanych z występowaniem opadów o dużej intensywności. Jedną z powodzi opadowych miała miejsce w lipcu 2016 roku. Wówczas doszło do zalania kilku ulic w mieście. Powstało także rozległe rozlewisko rz. Redy na terenach Parku Miejskiego przy ul. Olimpijskiej. Intensywne wezbrania występowały również w 2024 roku. W wyniku niewydolności systemu kanalizacyjnego oraz braku obiektów retencyjnych o wystarczającej pojemności dochodziło do okresowego gromadzenia wody na powierzchni terenu.

Miasto Reda zlokalizowane jest na terenach zagrożonych wystąpieniem suszy. Zgodnie z *Planem przeciwdziałania skutkom suszy*² obszar całego miasta jest silnie zagrożony wystąpieniem suszy hydrologicznej oraz słabo zagrożony wystąpieniem suszy hydrogeologicznej. W odniesieniu do suszy rolniczej zagrożenie jest zróżnicowane:

- obszar ekstremalnie zagrożony: 12,07% pow. miasta;
- obszar silnie zagrożony: 19,85% pow. miasta;
- obszar słabo zagrożony: 68,08% pow. miasta.

3 Gospodarowanie wodami opadowymi w mieście

Funkcjonujący w mieście system kanalizacji deszczowej składa się z szeregu elementów, które mają zróżnicowaną strukturę własnościową – częściowo należą do miasta, częściowo do osób prywatnych (w tym wspólnot, spółdzielni itd.). Wody opadowe odprowadzane są przede wszystkim do rz. Redy. Trzeba jednak zwrócić również uwagę na funkcjonowanie rowów i kanałów (szczególnie

² Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dn. 15 lipca 2021 roku w sprawie przyjęcia *Planu przeciwdziałania skutkom suszy*, Dz. U. z 3 września 2021 r., poz. 1615.

we wschodniej i południowo-wschodniej części miasta) – one również są odbiornikami wód opadowych i roztopowych (Mapa 1). W niektórych fragmentach miasta część wód opadowych jest zagospodarowywana w miejscu wystąpienia opadu. Przykładem takiej lokalizacji jest rejon Szkoły Podstawowej nr 5, w sąsiedztwie której funkcjonuje ogród deszczowy. W fazie analiz i projektowania są inwestycje deweloperskie, w których planuje się pełne zagospodarowanie wód opadowych trafiających na obszar inwestycji.

Niestety funkcjonujący w mieście system retencjonowania i odprowadzania wód opadowych i roztopowych nie jest w pełni wydolny, nie odpowiada bieżącym charakterystykom opadowym. System ten jest bardzo ubogi w zakresie elementów retencjonujących wody opadowe, w tym błękitno-zieloną infrastrukturę. Z tego względu w niektórych lokalizacjach w wyniku występowania nawalnych opadów dochodzi do krótkotrwałych podtopień. Występują one zarówno w okresie letnim, jak i zimowym. Wśród zidentyfikowanych obszarów występowania podtopień należy wymienić w szczególności rejony ulic Młyńskiej, Osadniczej, Morskiej, Marynarskiej, Leśnej, Puckiej, Fenikowskiego, Wiejskiej, Obwodowej, Jodłowej i Topolowej, Bukowej, Cyprysowej, Jęczmiennej, Pogodnej, Harcerskiej, Letniej, Wodniaków i Osiedla przy Młynie i Betlejem, a także rejon węzła integracyjnego przy dworcu (ul. Gdańska).

Na terenie miasta znajduje się 5 zbiorników retencyjnych oraz zaplanowano budowę trzech kolejnych zbiorników otwartych (Załącznik 1).

Należy zaznaczyć, iż obecnie w dokumentach strategicznych i planistycznych miasta wskazuje się na potrzebę działań m.in. w zakresie:

- ochrony przeciwpowodziowej, w tym obszarów zidentyfikowanych we Wstępnej ocenie ryzyka powodziowego oraz obszarów wyznaczonych na Mapach zagrożenia powodziowego;
- wdrożenia systemów ochrony terenów rolniczych i leśnych przed suszą poprzez ochronę gleb przed przesuszeniem i małą retencję wodną;
- budowy i modernizacji sieci kanalizacji sanitarnej i deszczowej, rozwinięcie systemu retencji wód opadowych;
- przywrócenia funkcji dawnych rowów odwodnieniowych z wykorzystaniem przyległych terenów na funkcje rekreacyjne.

Ponadto, obecnie wody deszczowe odprowadzane są do rz. Redy i kanałów w większości bez oczyszczenia. Zgodnie z zapisami *Studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego miasta Redy* planuje się w przyszłości odprowadzanie do rz. Redy oraz rowów w jej zlewni wyłącznie oczyszczonych wód deszczowych. W tym celu zaproponowano budowę kłarników wód deszczowych na wszystkich istniejących wylotach głównych kolektorów deszczowych do rz. Redy oraz rowów w jej zlewni. Na terenach przewidzianych pod nową zabudowę planowane jest odprowadzanie wód opadowych do gruntu lub do odbiornika przy wykorzystaniu systemu kanalizacji z wcześniejszym oczyszczeniem, jak również odprowadzanie wód opadowych do wód podziemnych.

Pewne działania mające na celu poprawę obecnej gospodarki wodami opadowymi w mieście są już realizowane. Obejmują one m.in. Osiedle przy Młynie, Osiedle Betlejem, rejon ulicy Wiejskiej, Obwodowej (sąsiedztwo ROD).

4 Prognozowane zmiany warunków hydrologicznych

Jednym z kluczowych zagadnień w analizie wrażliwości sektora gospodarki wodnej na zmiany klimatu jest określenie warunków, które będą występowały w najbliższych dekadach. Inwestycje z zakresu gospodarki wodnej planowane są na wiele lat, najczęściej przynajmniej na kilka dekad. Konieczne jest zatem uwzględnienie w tym procesie prognoz długoterminowych. Poniżej przedstawiono wyniki analizy danych opracowanych w ramach zakończonego w 2023 roku projektu realizowanego przez IOŚ-PIB pn. *Baza wiedzy o zmianach klimatu i adaptacji do ich skutków oraz kanałów jej upowszechniania w kontekście zwiększania odporności gospodarki, środowiska i społeczeństwa na zmiany klimatu oraz przeciwdziałania i minimalizowania skutków nadzwyczajnych zagrożeń* (Klimada 2.0). Opracowane w ramach projektu prognozy charakterystyk klimatologicznych stały się podstawą symulacji różnych elementów bilansu wodnego przy wykorzystaniu modelu SWAT. Symulacje zostały wykonane dla okresu 2016-2100. Uwzględniono w nich takie procesy, jak: spływ powierzchniowy, ewapotranspiracja, infiltracja, spływ podpowierzchniowy, wymiana wody profilu glebowego i pierwszej warstwy wodonośnej z korytem cieków. Opracowany model posłużył do wykonania analiz z krokiem dobowym. Poza wspomnianymi powyżej prognozami warunków klimatologicznych do jego opracowania wykorzystano m.in. warstwy wchodzące w skład *Mapy podziału hydrograficznego Polski*, równania charakteryzujące przekroje koryt rzecznych (z projektu CHASE-PL), informacje o pokryciu terenu i strukturze użytków rolnych, mapy glebowe, dane o wielkości poborów i zrzutów do wód powierzchniowych.

Model opracowany został dla obszaru całego kraju. Z tego względu trzeba mieć na uwadze, iż w przypadku analizy danych ze stosunkowo niewielkich obszarów (np. miasta) można traktować je wyłącznie jako szacunki (model nie był kalibrowany w skali tak małych obszarów). Wynika to również z faktu, iż środowisko przyrodnicze w granicach każdego miasta jest w dużym stopniu przeobrażone, co ma bezpośredni wpływ na przebieg poszczególnych elementów obiegu wody. Co więcej, w granicach miasta obieg wody jest również w istotnym stopniu modyfikowany przez funkcjonującą infrastrukturę, w tym przede wszystkim sieć kanalizacyjną oraz zrzuty i pobory wód.

Pomimo przedstawionych powyżej zastrzeżeń wykorzystane wyniki modelu matematycznego można uznać za dobrą podstawę do szacunkowych analiz oraz określenia przyszłych tendencji zmian charakterystyk związanych z wodami opadowymi i roztopowymi.

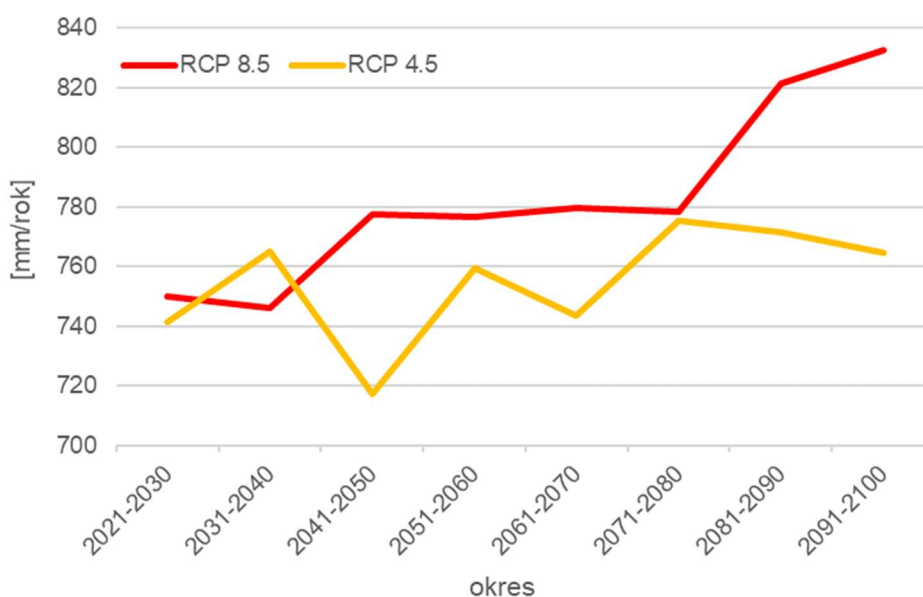
Wyniki modelu hydrologicznego, podobnie jak wykorzystane prognozy zmian klimatu, odnoszą się do dwóch scenariuszy:

- RCP 4.5³: scenariusz zakładający wprowadzenie nowych technologii dla uzyskania wyższej niż obecnie redukcji emisji gazów cieplarnianych i osiągnięcie w 2100 roku koncentracji CO₂ nie przekraczającej 540 ppm (względem 410 ppm w 2020 roku) oraz wymuszenia radiacyjnego 4,5 W/m²;
- RCP 8.5: scenariusz zakładający utrzymanie aktualnego tempa wzrostu emisji gazów cieplarnianych i osiągnięcie w 2100 roku koncentracji CO₂ na poziomie 940 ppm (względem 410 ppm w 2020 roku) oraz wymuszenia radiacyjnego 8,5 W/m², nazywany „business as usual”.

³ Representative Concentration Pathways

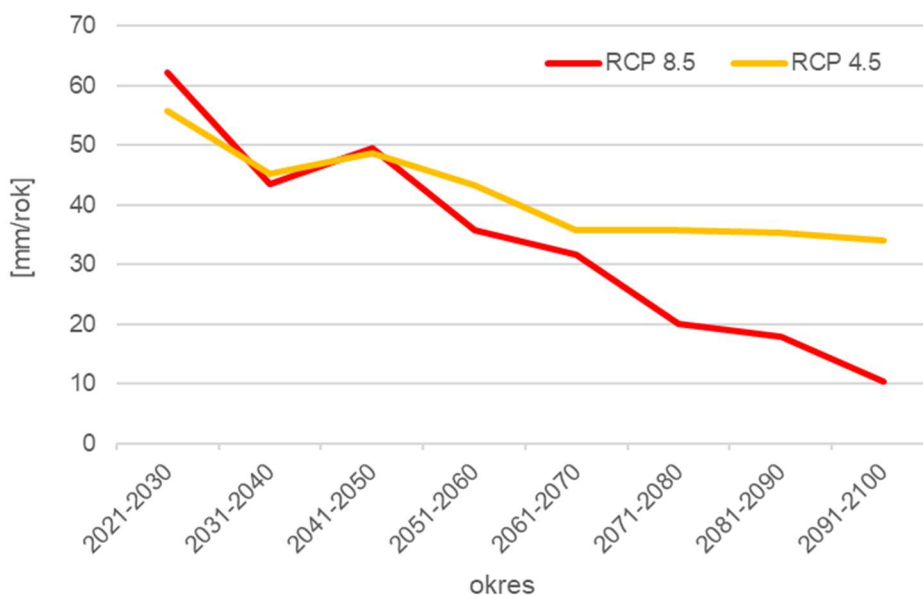
Opracowany model matematyczny posłużył do symulacji poszczególnych elementów obiegu wody w zlewniach zamkniętych naturalnymi działami wodnymi. Na potrzeby niniejszego opracowania otrzymane wyniki zostały przeliczone na obszar m. Reda.

Wyniki analiz wskazują, iż do lat 70. XXI w. sumy roczne opadów utrzymają się na podobnym poziomie (Rys. 1). Istotnych zmian możemy się natomiast spodziewać w kolejnych dekadach. Na wzrost rocznych sum opadów wskazują symulacje wykonane dla scenariusza RCP 8.5, czyli tego, który zakłada nie podejmowanie istotnych działań na rzecz ograniczenia zmian klimatu. Z jednej strony wzrost sum opadów może być korzystny, jednak trzeba pamiętać, iż wiąże się on nie tylko z korzyściami, ale również z licznymi zagrożeniami. Co więcej brak podjęcia niezbędnych działań ograniczających intensywność zmian klimatu będzie miało szereg innych, negatywnych skutków dla człowieka, gospodarki i przyrody. W tym miejscu należy również zaznaczyć, iż poniższy wykres odnosi się do sum rocznych. Obserwacje i prognozy już w tym momencie wskazują natomiast na zmiany w charakterze opadów, ich rozkładzie w ciągu roku. Coraz częściej mają one charakter nawalny, występują w stosunkowo krótkim czasie z dużym natężeniem. Pomiędzy nimi obserwujemy coraz częściej wydłużające się okresy bezopadowe, okresy suszy.



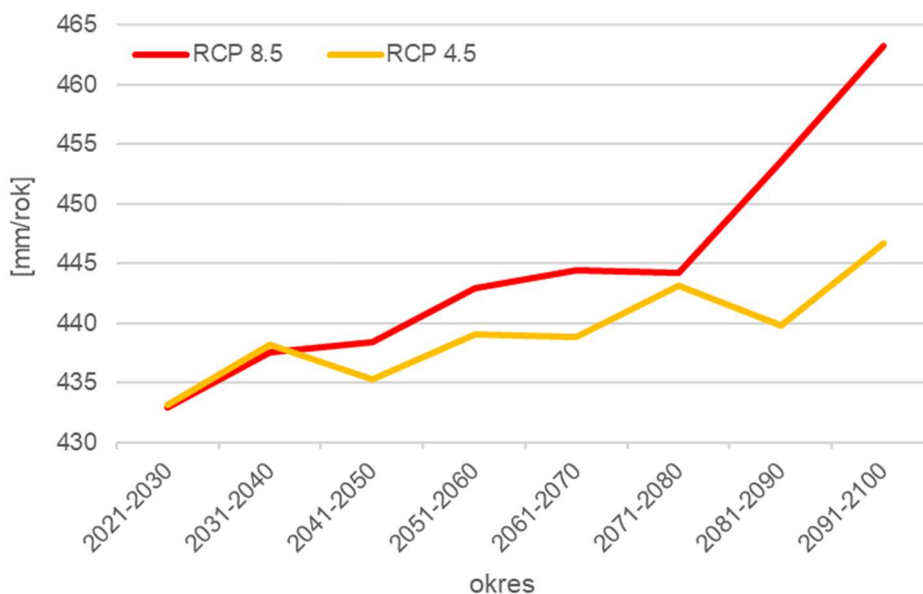
Rys. 1. Prognozowane zmiany rocznych sum opadów

Wykorzystane prognozy zmian klimatu wskazują również na kontynuację procesu skracania czasu występowania oraz grubości pokrywy śnieżnej (Rys. 2). Natężenie prognozowanych zmian dotyczących ilości wód roztopowych będzie odwrotnie proporcjonalne do efektywności podejmowanych działań mających na celu ograniczenie zmian klimatu. Intensywniejsze zmiany prognozowane są w odniesieniu do scenariusza RCP 8.5 niż w przypadku scenariusza RCP 4.5. Prognozuje się, iż różnice w tym zakresie będą szczególnie widoczne począwszy od lat 70. bieżącego wieku.



Rys. 2. Prognozowana ilość wód roztopowych

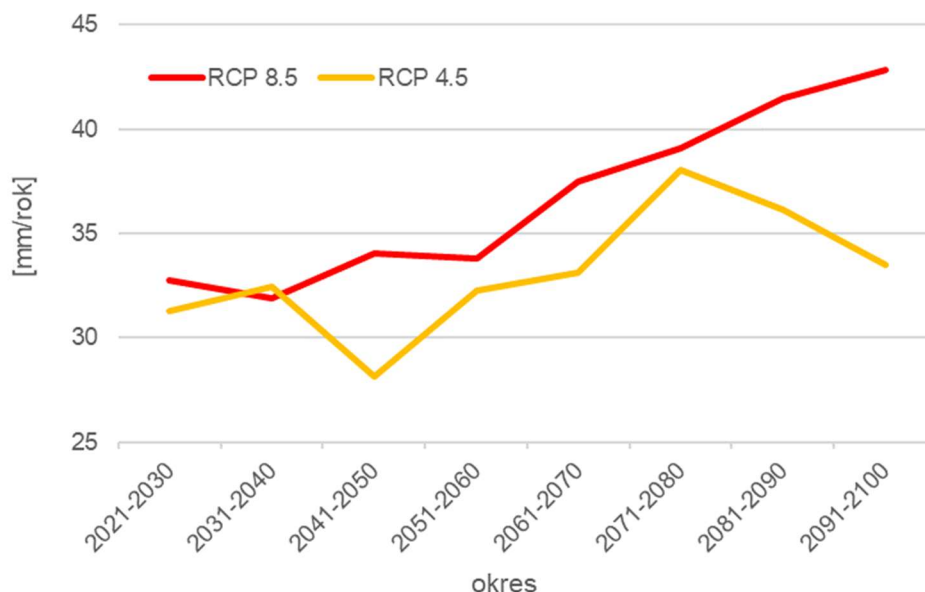
Kolejnym prognozowanym elementem bilansu wodnego jest ewapotranspiracja (Rys. 3). Prognozowany wzrost tej charakterystyki będzie bezpośrednią konsekwencją wzrostu temperatury powietrza. Z tego względu wzrost ewapotranspiracji w przypadku scenariusza RCP 8.5 od lat 70. Będzie prawdopodobnie dużo wyższy niż w przypadku scenariusza RCP 4.5. Warto też zwrócić uwagę, iż wzrost intensywności ewapotranspiracji będzie niwelował w pewnym stopniu wzrost opadów atmosferycznych.



Rys. 3. Prognozowane zmiany ewapotranspiracji

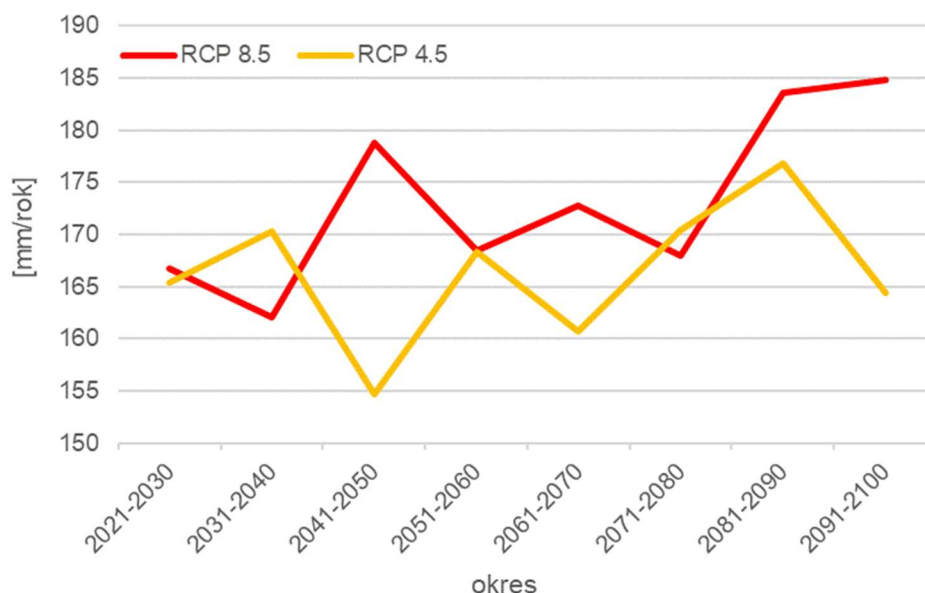
Zmiany ilości opadów oraz ich charakteru oraz zmiany szeregu innych charakterystyk będą wpływały na prognozowany wzrost ilości wód opadowych spływających po powierzchni (Rys. 4). Na obszarze miasta proces ten będzie potęgowany w wyniku wzrostu powierzchni nieprzepuszczalnych. Wody spływające po powierzchni powinny być retencjonowane, zatrzymywane w miejscu wystąpienia opadów. Wody te gromadząc się w lokalnych zagłębieniach mogą potencjalnie

powodować lokalne podtopienia. Trafiając do cieków powierzchniowych będą powodowały wzrost ich stanu, a w konsekwencji wzrost zagrożenia powodziowego.



Rys. 4. Prognozowane zmiany śpiwu powierzchniowego

Prognozy wskazują, iż w najbliższych dekadach nie zmieni się w istotny sposób stopień zasilania wód podziemnych (Rys. 5). Również w przypadku tej charakterystyki większych zmian należy się spodziewać dopiero od lat 70. XXI w. Trzeba jednak pamiętać, iż w rzeczywistości na obszarze miasta, terenów gęsto zabudowanych zasilanie to będzie silnie ograniczane w wyniku uszczelniania terenu. Z tego względu niezwykle ważne jest dbanie o ograniczanie powierzchni nieprzepuszczalnych, zapewnianie możliwości infiltracji wód opadowych do wód podziemnych.



Rys. 5. Zasilanie wód podziemnych

Analiza wrażliwości gospodarki wodnej na zmiany klimatu, wykonana w ramach projektu Klimada 2.0, wskazuje na istotne wyzwania i zmiany, które będą miały miejsce w najbliższych dekadach. W oparciu o symulacje modelu SWAT przeprowadzone dla Polski do roku 2100,

uwzględniające dwa scenariusze klimatyczne (RCP 4.5 i RCP 8.5), można stwierdzić, że roczne sumy opadów pozostaną stabilne do lat 70. XXI wieku. W późniejszym okresie przewiduje się ich wzrost, szczególnie w scenariuszu RCP 8.5, który zakłada brak istotnych działań ograniczających zmiany klimatu. Towarzyszyć temu będą jednak niekorzystne zmiany w charakterze opadów – coraz częstsze opady nawalne oraz wydłużające się okresy suszy, które w konsekwencji mogą prowadzić do lokalnych podtopień i powodzi.

Już obecnie obserwuje się również prognozowany spadek czasu trwania i grubości pokrywy śnieżnej, co w przyszłości będzie dalej wpływało na zmniejszanie ilości wód roztopowych, szczególnie przy braku działań ograniczających zmiany klimatu. Wzrost temperatury powietrza spowoduje także intensyfikację ewapotranspiracji. Analizując wyżej przedstawione dane oraz scenariusze należy mieć na uwadze fakt, iż na terenach zurbanizowanych procesy hydrologiczne są bardziej narażone na anomalie, z uwagi na znaczący udział terenów uszczelnionych, a w konsekwencji na ograniczenie infiltracji i zasilania wód podziemnych prowadzące do zwiększenia zagrożenia podtopieniami.

5 Rzeźba i pokrycie terenu

Wśród jednostek morfogenetycznych na obszarze Miasta wyróżnić można:

- wysoczyznę morenową – Kępę Pucką,
- Pradolinę Redy, w części zachodniej i wschodniej,
- obniżenie dolinne w krawędzi Wysoczyzny Kaszubskiej, w części południowo-zachodniej.

Wysoczyzna morenowa, obejmująca północno-zachodnią część Miasta, jest południowym fragmentem Kępy Puckiej. Zbudowana jest z glin zwałowych zlodowaceń północnopolskich. W kontekście gospodarki wodnej, ten obszar miasta cechuje się dużymi spadami wód powierzchniowych oraz małą przepuszczalnością gruntu.

Pradolina Redy charakteryzuje się stosunkowo wąskim korytarzem w zachodniej części Miasta, o szerokości 1,4-1,5 km, natomiast w kierunku wschodnim rozszerza się łukiem o szerokości 4,5-5,0 km uchodząc do Zatoki Puckiej. Nizinne tereny znajdujące się we wschodniej części miasta charakteryzują się płytko występującymi wodami podziemnymi.

Linie spływu powierzchniowego i lokalne zagłębienia terenu

Rzeźba terenu warunkuje lokalizację tzw. linii spływu powierzchniowego, tj. miejsc, którymi wody opadowe i roztopowe spływają do niżej położonych części miasta. W niniejszym opracowaniu zostały one wyznaczone na podstawie analizy rzeźby terenu Redy oraz obszarów sąsiadujących z miastem przy wykorzystaniu numerycznego modelu terenu (NMT) udostępnianego przez Główny Urząd Geodezji i Kartografii (poprzez geoportal.gov.pl) w rozdzielczości 1 m. Tak duża rozdzielczość, ze względu na duże zróżnicowanie lokalne rzeźny, nie pozwala na odpowiednie wyznaczenie linii spływu. Z tego względu NMT został zgeneralizowany do rozdzielczości 10 m. Algorytmy obliczeniowe zawarte w systemach informacji geograficznej pozwoliły na określenie kierunku spływu powierzchniowego z każdego piksela NMT, a w kolejnym kroku na wskazanie linii, którymi wody spływają po powierzchni do niżej położonych partii zlewni (miasta). Zostały one zaznaczone na mapach 1-4. Uwagę zwracają również linie spływu, którymi wody opadowe spływają do obszaru m. Reda z terenów sąsiadujących zlokalizowanych na południe i na zachód od granic miasta.

Równie ważnym elementem analizy rzeźby terenu jest wskazanie lokalnych obniżen terenu (Mapa 2). Największa ich liczba występuje we wschodniej, nizinnej części miasta. Szczególną uwagę warto jednak zwrócić na obniżenia znajdujące się w liniach spływu powierzchniowego. Znaczną ich liczbę stwierdzono m.in. na Osiedlu Betlejem.

Pokrycie terenu i zmiany w uszczelnieniu powierzchni

Właściwe zagospodarowanie wód opadowych jest szczególnie istotne na terenach o dużym uszczelnieniu. Na mapie 3 przedstawiono zagospodarowanie obszaru miasta zgodnie z danymi zawartymi w Bazie Danych Obiektów Topograficznych w skali 1:10 000, która prowadzona jest przez Główny Urząd Geodezji i Kartografii. Skala mapy nie pozwala na dokładne analizy. Są na niej jednak doskonale widoczne obszary wymagające szczególnej uwagi w kontekście zagospodarowania wód opadowych. Są to tereny zabudowy (szczególnie wielorodzinnej, handlowo-usługowej i przemysłowo-składowej), place, tereny komunikacyjne, a więc obszary zaznaczone na mapie w różnych odcieniach koloru bordowego, fioletowego i szarego.

Analizując gospodarkę wodami opadowymi w mieście należy również zwrócić uwagę na zmiany pokrycia terenu, w tym przypadku przede wszystkim przez pryzmat zmian stopnia jego uszczelnienia. W Redzie w okresie 2006-2018 stopień udziału terenów uszczelnionych wzrósł z 14% do 18% (na podstawie danych Copernicus Land Service). Największy przyrost terenów zabudowanych we wskazanym okresie odnotowano w północno-zachodniej i południowej części miasta, tj. na obszarze osiedla Betlejem w zasięgu ulic 12 marca i Polnej, a także ulicy Morskiej (zabudowa związana z realizacją inwestycji dotyczącej parku wodnego). Postępujące uszczelnienie terenu powoduje wzrost zagrożenia podtopieniami szczególnie w sąsiedztwie linii spływu powierzchniowego widocznych m.in. na mapach 3 i 4 do niniejszego opracowania. Wody opadowe spływające z tych obszarów potencjalnie mogą powodować nagłe podtopienia w lokalnych zagłębieniach terenu.

6 Wnioski

Na podstawie przeprowadzonych analiz zidentyfikowano wstępnie lokalizację potencjalnych obszarów występowania problemów w funkcjonowaniu miasta, które związane są z gospodarką wodami opadowymi i roztopowymi. Najbardziej zagrożonymi obszarami są przede wszystkim tereny zabudowane zlokalizowane w Dolinie Redy, jak również okolice wyznaczonych linii spływu powierzchniowego przebiegające przez tereny o największym uszczelnieniu powierzchni.

Prognozy hydrologiczne oparte na modelu SWAT wskazują, że w szczególności w przypadku scenariusza „business as usual” (RCP 8.5) przewiduje się istotne zwiększenie ilości wód opadowych spływających po powierzchni, co będzie potęgować ryzyko podtopień. Aby sprostać wskazanym wyzwaniom hydrologicznym, konieczne jest tworzenie obiektów retencyjnych. Planując działania w tym zakresie należy zwrócić szczególną uwagę na rozwiązania w możliwie dużym stopniu naturalne lub bazujące na naturze. Autorzy *Rozporządzenia delegowanego Komisji (UE) 2021/2139 z dnia 4 czerwca 2021 r. uzupełniającego rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2020/852 poprzez ustanowienie technicznych kryteriów kwalifikacji służących określeniu warunków, na jakich dana działalność gospodarcza kwalifikuje się jako wnosząca istotny wkład w łagodzenie zmian klimatu lub w adaptację do zmian klimatu, a także określeniu, czy ta działalność gospodarcza nie wyrządza poważnych szkód względem żadnego z pozostałych celów środowiskowych* wskazują

m.in. na konieczność minimalizacji obciążenia sieci kanalizacyjnej wodami opadowymi poprzez wdrożenie adekwatnych środków w celu uniknięcia i złagodzenia nadmiernych wód opadowych z systemu odprowadzania ścieków. Mając na uwadze powyższe w pierwszej kolejności powinno się dążyć do rozszczelniania powierzchni i ograniczenia jej dalszej zabudowy oraz rozwoju błękitno-zielonej infrastruktury (np. ogrodów deszczowych, parków kieszonkowych, niecek retencyjnych i bioretencyjnych). Tego rodzaju rozwiązania nie tylko pozytywnie wpływają na możliwości retencyjne miasta, ale również zwiększają atrakcyjność terenów zurbanizowanych. Wykorzystywanie otwartych systemów zagospodarowania wód opadowych, w tym muld, rynien, rowów, kanałów, otwartych zbiorników retencyjnych z zielenią i możliwością infiltracji do wód podziemnych, a także systemów rozsączających pozwala na istotny wzrost retencji krajobrazowej. Wiele z tych obiektów może również przyczynić się do naturalnego oczyszczania wód opadowych. Otwarty system zagospodarowania wód opadowych powinien mieć pierwszeństwo przed systemem zamkniętym, podobnie jak infiltracja i rozsączanie wody opadowej do gruntu przed jej odprowadzeniem za pomocą systemu kanalizacyjnego. Nadmiar wód, których zagospodarowanie przy wykorzystaniu BZI oraz systemów otwartych byłoby z obiektowych przyczyn bardzo trudne i kosztowne (np. pochodzących z opadów o szczególnie dużej intensywności, małym prawdopodobieństwie wystąpienia), może być kierowany do zamkniętych systemów kanalizacji deszczowej. Również te systemy powinny być wyposażone w systemy retencjonujące wodę – zbiorniki podziemne, najlepiej z funkcją rozsączania wody.

Co istotne, działania na rzecz ograniczenia spływu powierzchniowego powinny być prowadzone na terenie całej zlewni, a nie jedynie w miejscu gromadzenia się wód opadowych. Jest to szczególnie ważne w Redzie, ze względu na uwarunkowania fizyczno-geograficzne. Bardzo płytko występujące wody podziemne we wschodniej części miasta ograniczają, choć nie wykluczają, możliwości retencji wód opadowych. Warto wykorzystać potencjalne możliwości retencjonowania wód opadowych na terenach leśnych zlokalizowanych w północno-zachodniej części miasta oraz na południowy-zachód od Redy. Do tego celu niezbędne będzie nawiązanie współpracy z instytucjami odpowiedzialnymi za zarządzanie tymi obszarami.

Wnioski wynikające z przedstawionych analiz zostały wykorzystane przy formułowaniu celów i działań adaptacyjnych prowadzących do ich osiągnięcia, które zostały przedstawione w MPA.

Zmniejszenie powierzchni nieprzepuszczalnych oraz ochrona terenów zielonych może istotnie poprawić sytuację hydrologiczną miasta. Kluczowa jest również edukacja mieszkańców w zakresie zarządzania ryzykiem powodziowym. Długoterminowe działania planistyczne muszą uwzględniać zarówno obecne problemy, jak i prognozowane zmiany klimatu, aby zminimalizować negatywne skutki dla mieszkańców, gospodarki i środowiska naturalnego.

7 Literatura i wykorzystane materiały

1. Baza danych obiektów topograficznych. BDOT10k
2. Centralny Rejestr Form Ochrony Przyrody. CRFOP
3. Diagnoza stanu i koncepcja rozwoju turystyki wodnej w województwie pomorskim 2030, Pomorskie Biuro Planowania Regionalnego
4. Gminna Strategia Rozwiązywania Problemów Społecznych na terenie Gminy Miasto Reda na lata 2021-2030. 2020. Uchwała nr XXVII/288/2020 Rady Miejskiej w Redzie z dnia 17 grudnia 2020 roku
5. <https://www.lasy.gov.pl/pl/informacje/infografiki/mocniejsze-lasy-na-zmiany-klimatu>
6. <https://www.bdl.lasy.gov.pl/portal/mapy>
7. <https://www.geoportal.gov.pl/>
8. <https://reda.e-mapa.net/>
9. https://wody.isok.gov.pl/imap_kzgw/?gmap=gpMZP
10. <http://www.isrl.poznan.pl/chase/index.php/project>
11. <https://nsisplatforma.polsa.gov.pl/baza-wiedzy/produkty-satelitarne/pgwwp>
12. <https://isok.gov.pl/index.html>
13. <https://klimada2.ios.gov.pl/>
14. <https://land.copernicus.eu/en>
15. Baza wiedzy o zmianach klimatu i adaptacji do ich skutków oraz kanałów jej upowszechniania w kontekście zwiększania odporności gospodarki, środowiska i społeczeństwa na zmiany klimatu oraz przeciwdziałania i minimalizowania skutków nadzwyczajnych zagrożeń (Klimada 2.0).
16. Miejski Biuletyn Informacyjny REDA.pl. nr 2(216). 2023.
17. Opracowanie ekofizjograficzne dla potrzeb studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego i planowania przestrzennego Miasta Reda, W. Staszek, B. Łęczycki, P. Janowski. Gdynia 2022.
18. Orłowski R., 1998. Mapa Hydrogeologiczna Polski, skala 1: 50 000, arkusz Rumia, PIG Warszawa
19. Program Ochrony Środowiska dla Miasta Redy na lata 2019-2022 z perspektywą na lata 2023-2026. 2019. Uchwała nr XII/110/2019 Rady Miejskiej w Redzie z dnia 19 września 2019 r.
20. Poradnik dla miast: Identyfikacja obszarów zagrożonych wodami opadowymi na terenach zurbanizowanych, Państwowe Gospodarstwo Wodne Wody Polskie, 2024
21. Raport o stanie gminy Miasto Reda w 2018 roku
22. Raport o stanie gminy Miasto Reda w 2019 roku
23. Raport o stanie gminy Miasto Reda w 2020 roku
24. Raport o stanie gminy Miasto Reda w 2021 roku
25. Raport o stanie gminy Miasto Reda w 2022 roku
26. Raport o stanie gminy Miasto Reda w 2023 roku
27. Representative Concentration Pathways
28. Rozporządzenia delegowanego Komisji (UE) 2021/2139 z dnia 4 czerwca 2021 r. uzupełniającego rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2020/852 poprzez ustanowienie

technicznych kryteriów kwalifikacji służących określeniu warunków, na jakich dana działalność gospodarcza kwalifikuje się jako wnosząca istotny wkład w łagodzenie zmian klimatu lub w adaptację do zmian klimatu

29. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 18 października 2022 r. w sprawie przyjęcia Planu zarządzania ryzykiem powodziowym dla obszaru dorzecza Wisły, (Dz.U. 2022, poz. 2739)
30. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dn. 15 lipca 2021 roku w sprawie przyjęcia Planu przeciwdziałania skutkom suszy, Dz. U. z 3 września 2021 r., poz. 1615
31. Richling A, Solon J, Macias A, Balon J, Borzyszkowski J, Kistowski M. 2021. Regionalna geografia fizyczna Polski. Bogucki Wydawnictwo Naukowe, Poznań
32. Standardowy Formularz Danych dla obszaru Natura 2000 Puszcza Darżłubska PLB220007, aktualizacja 2024
33. Staszek W., Łęczycki B., Janowski P. 2022. Opracowanie ekofizjograficzne dla potrzeb studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego i planowania przestrzennego miasta Reda, Gdynia.
34. Strategia Rozwoju Gminy Miasto Reda do 2030 roku, Załącznik do uchwały Nr XXVII/289/2020 Rady Miejskiej w Redzie z dnia 17 grudnia 2020 r.
35. Studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego miasta Redy. Uchwała nr XXIX/239/97 z dnia 8.04.1997 z późniejszymi zmianami.
36. Zarządzenie nr ZK/11/2023 Burmistrza Miasta Redy z dnia 20 listopada 2023 r. w sprawie powołania Zespołu zadaniowego do spraw opracowania i realizacji "Miejskiego Planu Adaptacji do zmian klimatu dla Gminy Miasto Reda".

SPIS RYSUNKÓW

Rys. 1.	Prognozowane zmiany rocznych sum opadów	9
Rys. 2.	Prognozowana ilość wód roztopowych.....	10
Rys. 3.	Prognozowane zmiany ewapotranspiracji	10
Rys. 4.	Prognozowane zmiany spływu powierzchniowego.....	11
Rys. 5.	Zasilanie wód podziemnych	11

MAPY

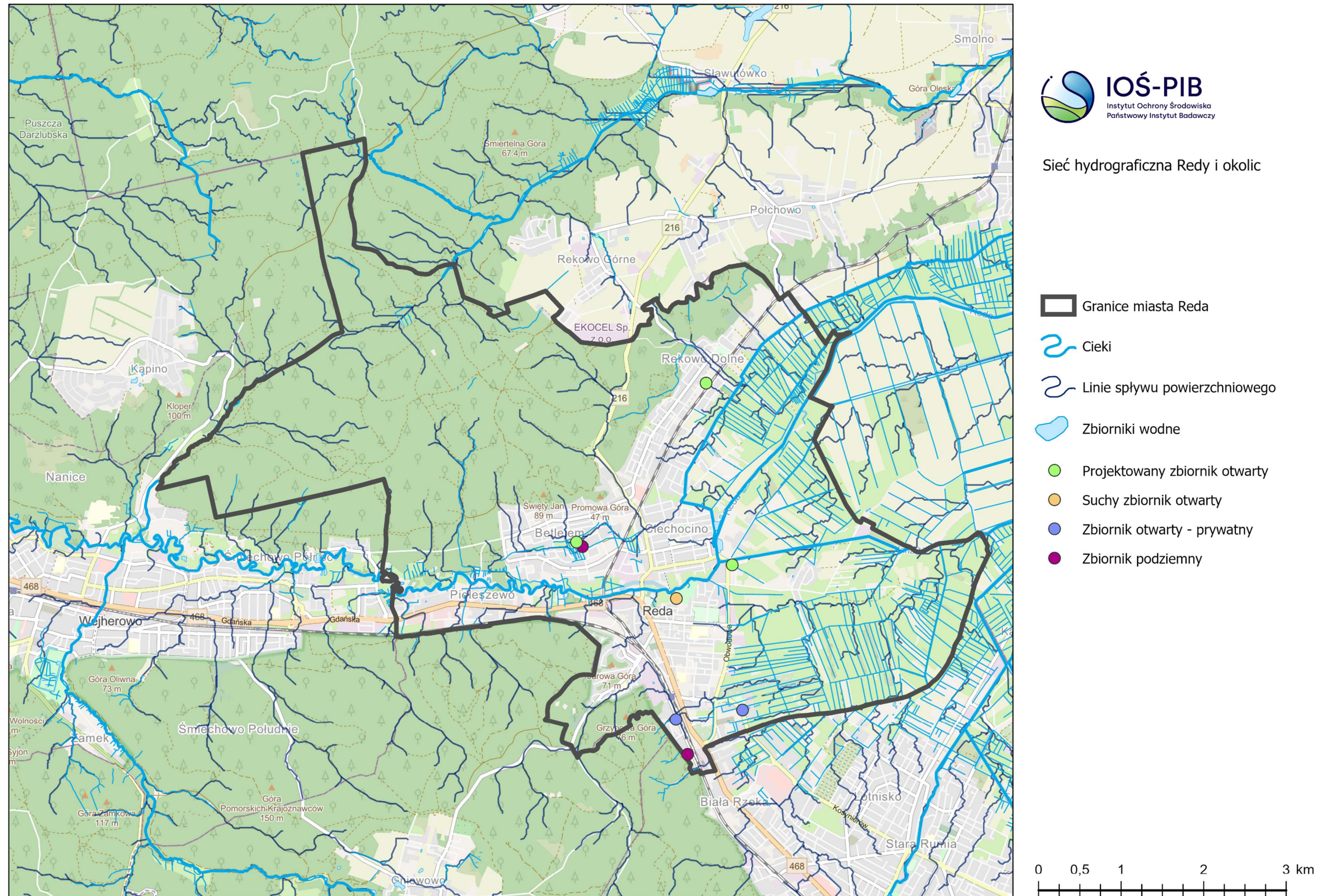
Mapa 1 – Sieć hydrograficzna Redy i okolic

Mapa 2 – Potencjalne miejsca gromadzenia się wód opadowych

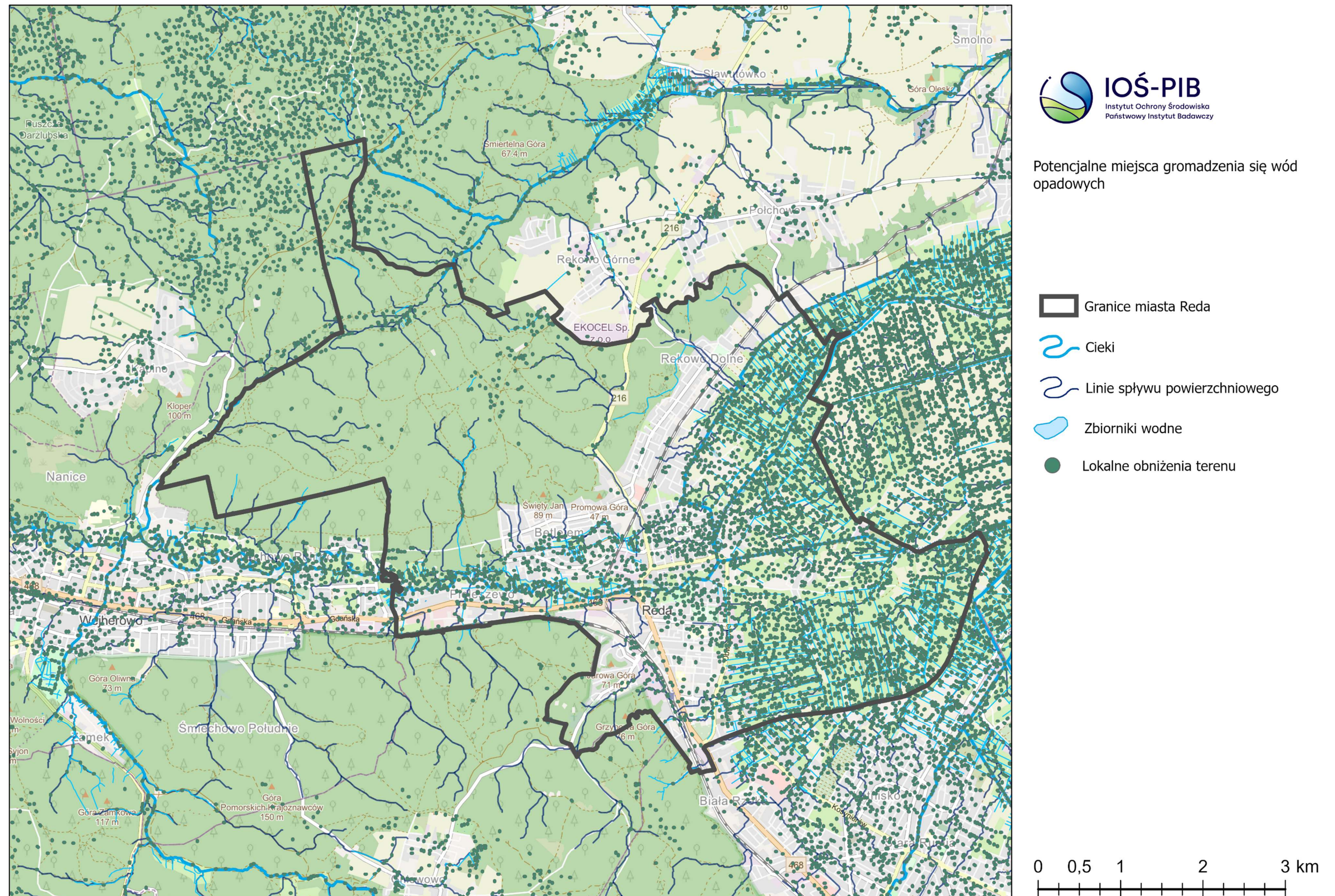
Mapa 3 – Zagospodarowanie terenu Redy i okolic

Mapa 4 – Obszary o największym wzroście uszczelnienia terenu

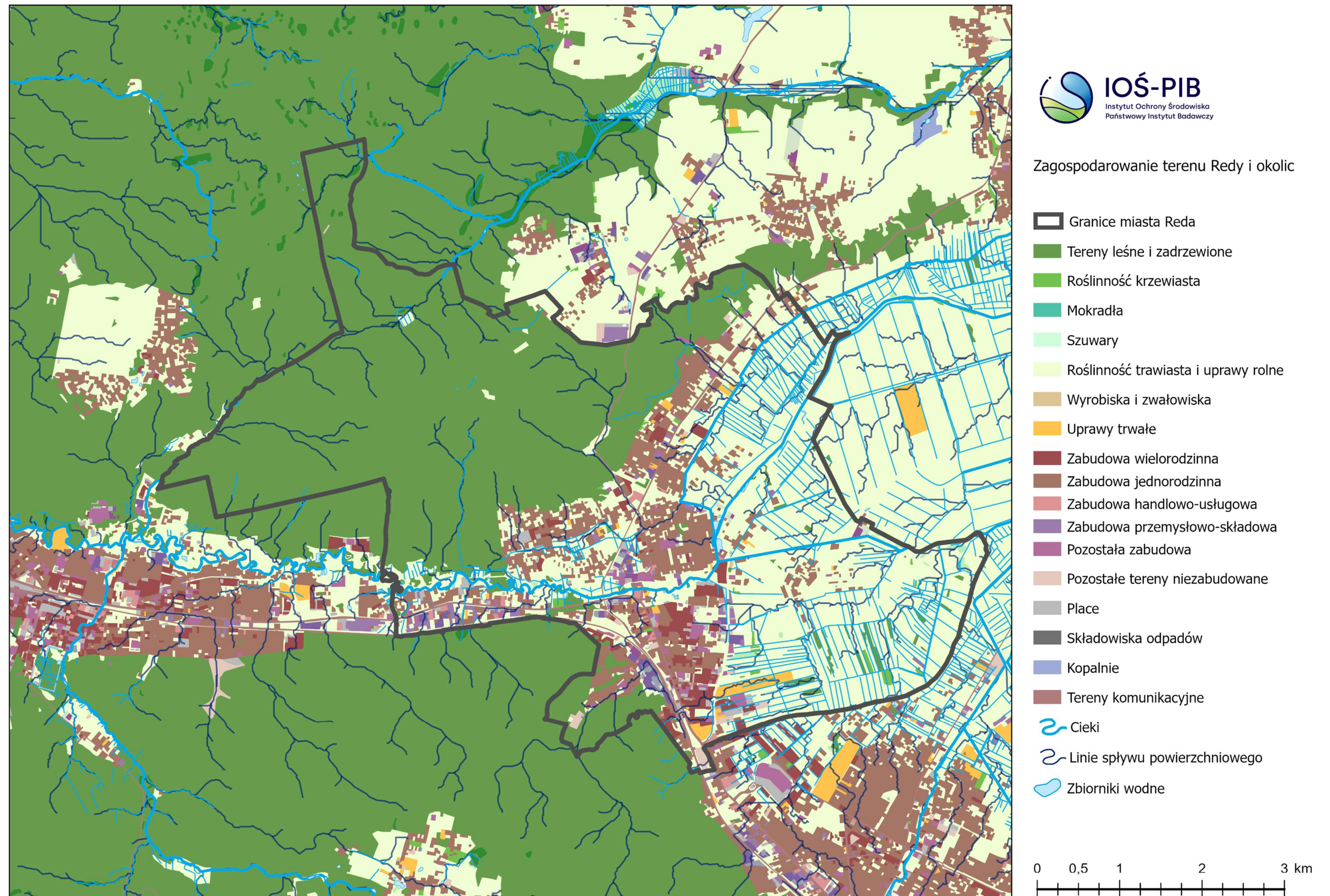
Mapa 1



Mapa 2



Mapa 3



Mapa 4

