

Plan Adaptacji do zmian klimatu dla gminy Wołomin do roku 2050 z perspektywą do roku 2100

Zespół autorski:

Dr Wojciech Szymalski (koord.)
Dr Aneta Afelt
Prof. dr hab. Jarosław Chormański
Mgr inż. Marta Księżniak
Dr Kamil Leziak
Dr Małgorzata Liszewska
Mgr Ewa Świerkula
Mgr Renata Filip
Mgr Katarzyna Sołdaczuk

Spis treści

1. Wprowadzenie.....	4
1.1. Podstawy inicjatywy	4
1.2. Adaptacja do zmian klimatu – zarys problemu	5
1.3. Cel i priorytety opracowania – wizja gminy Wołomin jako miejsca bezpiecznego rozwoju	8
2. Klimat gminy Wołomin i jego przewidywane zmiany.....	10
2.1. Współczesny klimat regionu	10
2.1.1. Klimat regionu.....	10
2.1.2. Klimat miasta Wołomin.....	10
2.1.3. Jakość powietrza	11
2.2. Prognoza zmian klimatu.....	13
2.2.1. Zarys metodyczny modelowania zmian klimatu dla gminy	13
2.2.2. Przewidywane zmiany klimatu dla wieloleci 2046-2065 oraz 2081-2100	15
2.2.2.1. Prognozowane zmiany temperatury powietrza	15
2.2.2.2. Prognozowane zmiany opadu	18
2.2.2.3. Wskaźniki klimatyczne prognozowanych zmian klimatu	20
3. Diagnoza wrażliwości na zmiany klimatu	25
3.1. Warunki obiegu wody	25
3.1.1. 3.1.1 Ogólna sytuacja hydrologiczna.....	25
3.1.2. System gospodarowania wodą na cele komunalne	27
3.1.3. Diagnoza wrażliwości obszaru gminy na opady	29
3.1.4. Warunki powierzchniowego obiegu wody w mieście w trakcie intensywnych opadów ..	29
3.1.5. Użytkowanie terenu na obszarze gminy	33
3.1.6. Wrażliwość na podtopienia.....	34
3.1.7. Modelowanie hydrologiczne zagrożenia podtopieniami	40
3.1.8. Wnioski i zalecenia. Podsumowanie analiz w zlewniach bilansowych	54
3.2. Zróżnicowanie klimatu lokalnego i lokalnych warunków biotermicznych	61
3.2.1. Metodyka określania warunków topoklimatycznych na obszarze gminy Wołomin	61
3.2.2. Metodyka określania warunków bioklimatycznych na obszarze Wołomina	63
3.2.3. Zróżnicowanie warunków topoklimatycznych na obszarze Wołomina	65
3.2.4. Zróżnicowanie warunków bioklimatycznych na obszarze Wołomina	72
3.2.5. Wnioski	79
4. Ryzyko klimatyczne gminy	80
4.1. Analiza narażenia na czynniki klimatyczne.....	80
4.1.1. Ocena narażenia na czynniki klimatyczne	80

4.1.2.	Analiza wrażliwości oraz zdolności adaptacyjnych	83
4.1.3.	Ocena odporności	114
4.1.4.	Analiza podatności	119
4.2.	Ocena ryzyka.....	122
4.2.1.	Zalecenia dla kierunków działań adaptacyjnych	127
5.	Plan działań adaptacyjnych dla miasta Wołomin	128
6.	Współzależność Planu Adaptacji Gminy z dokumentami strategicznymi.....	134
7.	Wdrażanie Planu Adaptacji dla gminy Wołomin	159
8.	Źródła finansowania działań adaptacyjnych	161
9.	Narzędzia monitoringu i oceny realizacji działań adaptacyjnych	171
10.	Spis rysunków	174
11.	Spis tabel	176

1. Wprowadzenie

1.1. Podstawy inicjatywy

„Plan Adaptacji do zmian klimatu dla gminy Wołomin” (PAG) jest dokumentem strategicznym, diagnozującym wrażliwość przestrzeni zurbanizowanej na prognozowane zmiany klimatu oraz wskazującym optymalne kierunki działań obniżających presję klimatyczną. Inicjatywa wpisuje się w politykę klimatyczną kraju, podążając za wytycznymi rządowego programu „Strategiczny plan adaptacji dla sektorów i obszarów wrażliwych na zmiany klimatu do roku 2020 z perspektywą do roku 2030” (SPA2020). Miasta (generalnie obszary zurbanizowane) wskazane są jako obszary priorytetowe, dla których należy wdrożyć priorytetowe działania adaptacyjne w najbardziej wrażliwych na zmiany klimatu obszarach i sektorach. Strategia wchodzi w skład ramowej polityki Unii Europejskiej w zakresie adaptacji do zmian klimatu, której celem jest poprawa odporności państw członkowskich na aktualne i oczekiwane zmiany klimatu. Celem działań jest lepsze przygotowanie do ekstremalnych zjawisk klimatycznych i pogodowych oraz redukcję związanych z tym kosztów społeczno-ekonomicznych.

Opracowanie strategicznych dokumentów „Miejski Plan Adaptacji do zmian klimatu” w modyfikacji uwzględniającej strukturę administracyjną kraju – czyli „Gminnych Planów Adaptacji” jest realizacją 4. celu szczegółowego SPA2020: Zapewnienie zrównoważonego rozwoju regionalnego i lokalnego z uwzględnieniem zmian klimatu. Właśnie zakończonym przedsięwzięciem, realizującym politykę państwa w tym zakresie, jest koordynowany przez Ministerstwo Środowiska projekt przygotowania ujednoliconych metodycznie miejskich planów adaptacji do zmian klimatu dla 44 największych miast w kraju (z liczbą mieszkańców pow. 100 tys.). Dokumenty te dedykowane są miastom-regionalnym liderom w strukturze zurbanizowanej. Ośrodki wchodzące w skład obszarów aglomeracyjnych – przestrzennie i funkcjonalnie powiązane strukturą miejską, miejsko-przemysłową, osadniczą zachęcane są do podążania i przygotowania własnych, ale przygotowanych zgodnie z ujednoliconą metodyką, zawartą w Podręczniku adaptacji miast – wytyczne do przygotowania Miejskiego Planu Adaptacji do zmian klimatu (Ministerstwo Środowiska, 2015).

Dokument PAG W przygotowany został w okresie kwiecień-listopad 2020 r., na zlecenie Burmistrza Miasta, zgodnie z Uchwałą Rady Miasta nr XV-173/2019 r. z dnia 26 listopada 2019 r. Metodycznie, ze względu na położenie Wołomina w Obszarze Metropolitalnym Warszawy, strategia przygotowana została z zastosowaniem narzędzi diagnostycznych zdefiniowanych w Podręczniku oraz „Strategii adaptacji do zmian klimatu dla m.st. Warszawy do roku 2030 z perspektywą do roku 2050”. Dzięki temu dokumenty są porównywalne w zakresie wyników danych wejściowych, co umożliwia współpracę między jednostkami i budowanie wspólnej spójnej polityki pro-klimatycznej regionu. Zmiany klimatu zachodzą relatywnie powoli w skali życia człowieka, choć już obecnie zauważono większą częstość występowania ekstremalnych zjawisk atmosferycznych. Kształtowanie miasta – jego zabudowy, infrastruktury technicznej, zielonej oraz błękitnej to również długotrwały proces. W związku z tym dla dokumentu strategicznego PAG W przyjęto **horyzont 2050 roku z perspektywą do 2100 roku.**

Strategia składa się z 3 części: (1) prognoza klimatu w 2 horyzontach – do 2050 oraz 2100 r, (2) diagnozy wrażliwości miasta oraz ryzyka klimatycznego, (3) rekomendacje do działań adaptacyjnych. Częścią strategii adaptacji do zmian klimatu jest powiązanie dokumentu ze Strategią Rozwoju Gminy jako dokumentu nadrzędnego. Przyjęto, że realizacja strategii PAG wraz z programem ochrony środowiska oraz aktualnie realizowanymi i planowanymi programami będzie skutkować spójnością działań dających możliwość skutecznego przeprowadzenia adaptacji do prognozowanych zmian klimatu.

1.2. Adaptacja do zmian klimatu – zarys problemu

Wyniki pomiarów oraz badań nie pozostawiają wątpliwości co do postępującej szybko zmiany klimatu. Proces ten przejawia się generalnie przyrostem średniej temperatury na Ziemi, regionalnie zaś powoduje zmianę dotychczasowych warunków klimatycznych. Badania wskazują również, że zmiany klimatu postępują ze zróżnicowaną intensywnością w poszczególnych regionach Świata, ale mają charakter nieunikniony. Klimat, jako odpowiedź na zaburzenie bilansu energetycznego, w ujęciu globalnym i regionalnym jest odpowiedzią na jednocześnie naturalną i antropogeniczną emisję gazów cieplarnianych. Zdaniem klimatologów z Międzyrządowego Zespołu ds. Zmian Klimatu (IPCC) „jest niezwykle prawdopodobne, że człowiek wpłynął w sposób dominujący na obserwowane od połowy XX wieku ocieplenie”. W języku IPCC „niezwykle prawdopodobne” oznacza prawdopodobieństwo powyżej 95%. Ze względu na naturalną bezwładność zachodzących w systemie planety procesów globalne wysiłki związane są z dwoma rodzajami działań – mitygacją: działaniami dążącymi do ograniczenia emisji gazów cieplarnianych, oraz adaptacją: działaniami zmierzającymi do jak najlepszego przygotowania społeczeństwa i warunków prowadzenia działalności gospodarczej do postępującej zmiany klimatu. Mitygacja realizowana jest poprzez programy i działania koncentrujące się na wyznaczaniu globalnych celów realizujących obniżenie presji klimatycznej cywilizacji na planetę, m.in. są to wdrażane w poszczególnych krajach porozumienia dotyczące redukcji freonów w zastosowaniach przemysłowych, zmiany technologii w kierunku rozwiązań typu *zero waste*, gdzie jednym z podstawowych celów na poziomie lokalnym jest wtórny odzysk surowców. Działania adaptacyjne z kolei są polityką niwelowania negatywnych oraz wykorzystywania pozytywnych skutków zmian klimatu, tzw. *polityka zagrożeń i szans*. Na poziomie lokalnym działania kierowane są głównie do społeczności lokalnych – ich celem jest optymalne przygotowanie środowiska funkcjonowania społeczeństw oraz gospodarki na postępujące szybko zmiany. Oba działania łączy zasada przeczności w polityce społeczno-ekonomicznej, czyli planowanie i wdrażanie działań prewencyjnych – nim pojawi się obowiązek naprawienia szkody

Zarówno mitygacja jak i adaptacja są składową polityki zrównoważonego rozwoju, co zgodnie z *Ustawą o ochronie środowiska* jest to rozwój społeczno-gospodarczy integrowania działań politycznych, gospodarczych i społecznych, z zachowaniem równowagi przyrodniczej oraz trwałości procesów przyrodniczych, z zachowaniem zaspokojenia potrzeb przyszłych pokoleń.

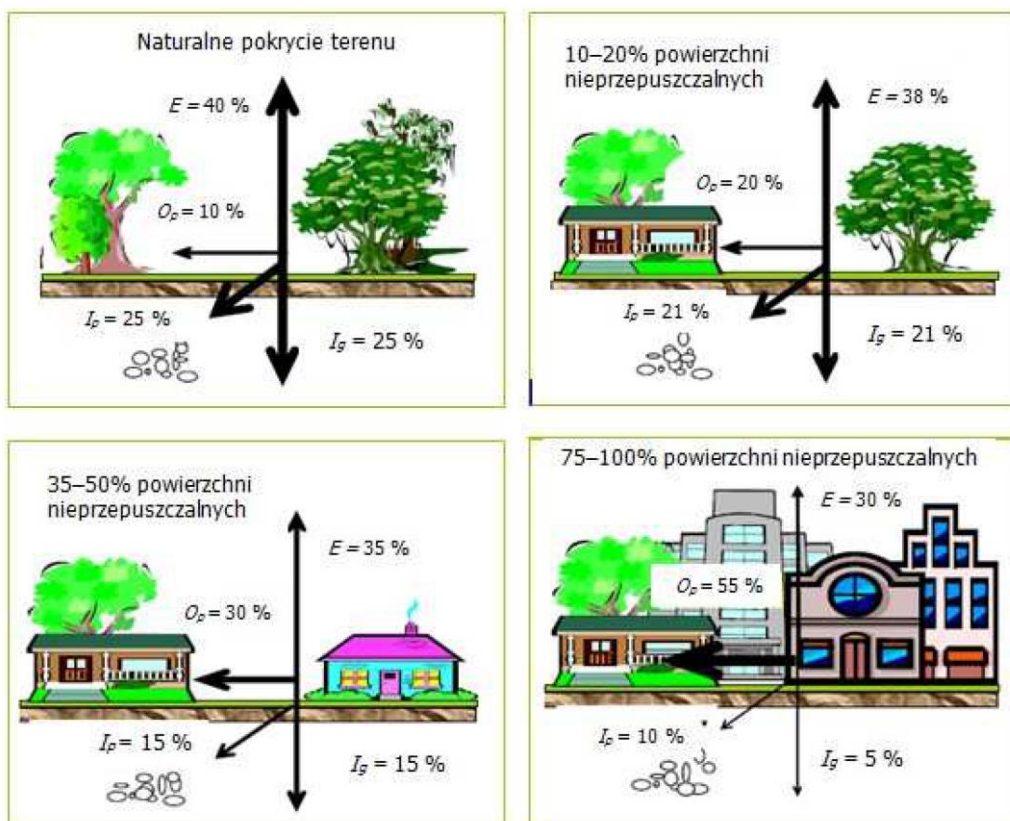
Realność problemu i konieczność podejmowania już współcześnie działań adaptacyjnych, t.j. planowanie i wdrażanie strategii adaptacji, wskazują wyniki badań. Przeprowadzone w ramach dwóch ogólnopolskich projektów SPA2020 (projekt prowadzony przez Ministerstwo Środowiska) oraz KLIMADA (projekt

Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej) modelowania prognozowanych zmian klimatu przewidują jednoznacznie, iż należy spodziewać się nasilenia następujących zjawisk w pogodzie:

- zwiększenie się w roku liczby dni upalnych (z temperaturą powyżej $+25^{\circ}\text{C}$) oraz fal upałów
- zwiększenie natężenia chwilowego opadów, co skutkuje lokalnymi podtopieniami
- przyrostu liczby dni i wydłużania się okresów bez opadów – czyli częstszego pojawiania się suszy
- zwiększona częstość występowania gwałtownych opadów z silnymi porywami wiatru, co powoduje zagrożenie uszkodzeniami budynków, drzew, infrastruktury
- wyraźne ocieplanie się okresu zimowego, co powoduje szybkie skracanie się prognozowanego okresu występowania opadów śniegu i pokrywy śnieżnej, zastępowane przez opady deszczu.

Najnowsze globalne wyniki modelowania zmian klimatu niestety potwierdzają prognozy z początku XX w. Przeprowadzone wyniki modelowania zmian klimatu dla lokalnych warunków gminy Wołomin nie pozostawiają złudzeń co do oddziaływania procesów globalnych na lokalne społeczności, wymuszając podejmowanie działań adaptujących społeczność i gospodarkę do nowych warunków funkcjonowania środowiska.

Gmina Wołomin położona jest w strefie aglomeracji warszawskiej. Oznacza to większą koncentrację ludności, gęstość zabudowy, oddziaływanie na jakość i temperaturę powietrza ruchu samochodowego i infrastruktury grzewczej. Zwiększona gęstość zabudowy to również przyrost obszarów o powierzchni nieprzepuszczalnej, czyli uruchamianie bardzo szybkiego spływu powierzchniowego w trakcie opadów i roztopów. Zgodnie z wynikami badań modelowych – przyrost udziału powierzchni nieprzepuszczalnej jest bezpośrednią przyczyną koncentracji spływu powierzchniowego na obszarach zurbanizowanych: przyrost udziału powierzchni nieprzepuszczalnych jest wprost proporcjonalny do przyrostu odpływu powierzchniowego (Q_p) (Rys. 1). Ale zwarta zabudowa to również sytuacja sprzyjająca szybkiemu wzrostowi temperatury powietrza poprzez szybkie nagrzewanie się budynków i powierzchni drogowych. Obszar miejski – aglomeracja kształtuje swój własny – lokalny klimat, potęgujący lokalnie procesy globalnego ocieplenia. W przypadku obszaru metropolitalnego o skali aglomeracji warszawskiej, oddziaływanie sąsiedztwa dużego miasta na sąsiadujące jednostki osadnicze jest potęgowane przez oddziaływanie tzw. miejskiej wyspy ciepła, modyfikującej naturalne warunki termiczno-wilgotnościowe.



Rysunek 1. Wpływ wzrostu powierzchni nieprzepuszczalnych w zlewni na zmiany elementów bilansu wodnego (www.epa.gov/watertrain)

1.3. Cel i priorytety opracowania – wizja gminy Wołomin jako miejsca bezpiecznego rozwoju

Społeczność gminy Wołomin dążyć będzie do spełnienia następującej wizji w obliczu zmian klimatu:

Społeczność gminy Wołomin sprawnie i odpowiedzialnie odpowiada na zmiany klimatu

Realizację tej wizji zapewni *Plan Adaptacji do zmian klimatu gminy Wołomin (PAG)*, w ramach którego zamierza się osiągnąć cel strategiczny i zrealizować szereg kierunków działania. Ich realizacja przyczyni się do przygotowania gminy jak i mieszkańców do zmieniającego się klimatu. Przyjmuje się następujący cel strategiczny:

Społeczność gminy jest przygotowana na nadchodzącą zmianę klimatu, sprawnie łagodzi jej skutki i zapobiega ich wystąpieniu przy akceptowalnych kosztach ekonomicznych, społecznych i przyrodniczych.

W związku z powyższym wdrożony zostanie Plan Adaptacji, który przewiduje następujące kierunki działania:

Kierunek 1. Działania edukacyjne mające na celu zwiększenie wiedzy i gotowości działania wśród mieszkańców miasta i gminy w reakcji na poszczególne zagrożenia klimatyczne, w szczególności wysokie temperatury oraz susze.

Kierunek 2. Działania szkoleniowe skierowane do służb publicznych, mające na celu zwiększenie wiedzy o możliwościach reagowania na zagrożenia wynikające ze zmian klimatu:

Kierunek 3. Działania inwestycyjne mające na celu modernizację i utrzymanie systemu gospodarowania wodą na terenie miasta i gminy Wołomin w różnych formach, a w szczególności w zakresie zaopatrzenia w wodę, oczyszczania ścieków oraz zagospodarowania osadów ściekowych oraz retencji wody opadowej.

Kierunek 4. Działania analityczne mające na celu określenie dokładnych potrzeb inwestycyjnych oraz właściwe utrzymanie istniejących systemów infrastruktury publicznej, a w szczególności w zakresie inwentaryzacji i stworzenia koncepcji gospodarowania wodą deszczową w mieście.

Kierunek 5. Działania inwestycyjne mające na celu zmniejszenie ryzyka awarii systemu energetycznego w mieście, a w szczególności inwestowanie w odnawialne źródła energii.

Kierunek 6. Działania mające na celu wzmocnienie systemu przyrodniczego miasta, w szczególności w postaci nowych nasadzeń drzew i krzewów, pozyskiwanie terenów pod nowe obszary zieleni publicznej, ochronę terenów szczególnie cennych przyrodniczo.

Tak postawione cele polityki adaptacji do zmian klimatu wymagają precyzyjnego monitorowania. Proponuje się prowadzenie monitoringu za pomocą:

1. Badań świadomości zagrożenia i potrzeb w zakresie adaptacji wśród mieszkańców i decydentów Gminy Wołomin, prowadzonych co najmniej co 5 lat.
2. Ciągłej ewidencji zapisów w planach zagospodarowania odnoszących się do potrzeb adaptacji i utrzymania systemu gospodarowania wodą deszczową.
3. Cyklicznej diagnozy odporności ekosystemu gminy na zmiany klimatu (np. prowadzonej w trakcie przygotowywania szczegółowych dokumentów planistycznych, eko-fizjograficznych czy ich aktualizacji), ale nie rzadziej niż co 5 lat.

2. Klimat gminy Wołomin i jego przewidywane zmiany

2.1. Współczesny klimat regionu

2.1.1. Klimat regionu

Pod względem fizycznogeograficznym Wołomin położony jest na Nizinie Środkowomazowieckiej w mezoregionie Równina Wołomińska. Według podziału północno-wschodniej Polski na regiony klimatyczne Wołomin położony jest w Regionie Pułtuskim, obejmującą także część Kotliny Warszawskiej i Doliny Dolnego Bugu.

W okresie 1950-2010 klimat regionu już uległ zmianie. Podstawowe parametry klimatu w regionie w wieloleciu charakteryzowały następujące wielkości w parametrów:

- temperatura powietrza jest zmienna od -3 - $-3,5^{\circ}\text{C}$ w styczniu do $18,0$ - $18,6^{\circ}\text{C}$ w lipcu,
- średnia roczna temperatura powietrza zawiera się w przedziale $8,5$ - 9 st. $^{\circ}\text{C}$, ale do 1980 roku była niższa i wynosiła $7,5$ - $8,0^{\circ}\text{C}$.
- liczba dni mroźnych wynosi od 30 do 50 w roku, a dni z przymrozkami od 100 do 110,
- obszar zaliczany do jednych z najniższym w Polsce opadzie rocznym 500 - 550 mm, ale do 1980 roku za średnią dla tego obszaru uznawano nawet opady w przedziale 450 - 500 mm, warto jednak zaznaczyć, że powiat wołomiński znajduje się w cieniu opadowym nasilającej się wyspy ciepła nad obszarem aglomeracji warszawskiej, co może powodować lokalnie przyspieszony wzrost ilości opadów;
- w regionie klimatycznym występuje stosunkowo niska wilgotność powietrza – 70 - 80% , w stosunku do regionów otaczających, a także stosunkowo wysokie wartości, tzw. niedosytu pary wodnej w powietrzu (więcej niż $6,5$ hPa), co sprzyja występowaniu suszy.
- czas trwania pokrywy śnieżnej przeciętnie wynosi 40 - 65 dni, ale w warunkach sprzyjających nawet do 80 dni w roku, co było zjawiskiem normalnym do roku 1980
- średnia prędkość wiatru znajduje się w granicach 3 - 4 m/s, przeważający jest wiatr z kierunku zachodniego i południowego lub południowo-wschodniego; częstość silnych wiatrów zmniejsza się od zachodu ku wschodowi, najrzadziej są notowane wiatry z sektora północnego, co wynika również z wymuszonej cyrkulacji regionalnej towarzyszącej miejskiej wyspie ciepła Warszawy,
- okres wegetacyjny (temp. średnie dzienne >5 st. C) trwa od 200 do 220 dni.

2.1.2. Klimat miasta Wołomin

Naturalne warunki kształtowania się klimatu podlegają lokalnemu przekształcaniu w warunkach obszarów zurbanizowanych. Zmiana użytkowania terenu, przyrost powierzchni nieprzepuszczalnej, wprowadzanie nowych elementów do krajobrazu (dla przykładu niska oraz średnio-wysoka zabudowa, sieć transportowa) oraz dodatkowego źródła ciepła (ogrzewanie, podgrzewanie wody, ruch kołowy) powoduje wytworzenie specyficznego klimatu lokalnego.

W odniesieniu do naturalnych warunków klimatycznych, dla obszarów zurbanizowanych typowe jest:

- mniejsze natężenie promieniowania całkowitego o ok. 10 - 20% , co wynika z podwyższonej wilgotności oraz zawartości pyłów w powietrzu

- podwyższenie średniej temperatury powietrza o 0,5 do 3,0°C oraz zmniejszenie amplitudy dobowej i rocznej
- podwyższenie średniej temperatury minimalnej o 1,0 - 2,0°C
- większe zachmurzenie nieba, nawet to 10%, wynikające z intensywnego parowania oraz wymuszonej cyrkulacji konwekcyjnej powietrza
- częste występowanie zjawiska inwersji termicznej, czyli zalegania chłodnego powietrza tuż przy powierzchni gruntu, co wynika z ograniczonej wymiany powietrza w konsekwencji zwartej i wysokiej zabudowy miejskiej,
- zwiększenie rocznej sumy opadów, nawet o 15%, w tym typowe jest zwiększenie udziału opadów konwekcyjnych – czyli krótkotrwałych, ale o bardzo dużym natężeniu, często generujących lokalne podtopienia
- zwiększenie częstości występowania burz oraz przesunięcie terminu występowania burz już na okres wczesnowiosenny
- zwiększenie częstości występowania zamglenia, związane z dużą zawartością pyłów w powietrzu oraz małą lub ograniczoną możliwością wymiany powietrza, często są to tzw. mgły fotochemiczne, gdy dochodzi do niekorzystnych dla zdrowia reakcji chemicznych rozpuszczania substancji budujących pyły przez wodę zawieszoną w chmurze mgły; w szczególności okresy występowania mgieł przypadają na okres późnej jesieni i zimy, kiedy obszar miejski intensywnie generuje dodatkowe ilości energii cieplnej, pochodzącej z ogrzewania pomieszczeń oraz transportu
- mniejsza średnia prędkość wiatru, nawet o 30% oraz zwiększona liczba dni z ciszą atmosferyczną, tu nawet o 20%, co jest skutkiem ograniczonej wymiany powietrza w warunkach zwartej zabudowy miejskiej, bez uwzględnienia tzw. klinów wietrzenia miasta w planie rozwoju przestrzennego.

2.1.3. Jakość powietrza

Jednym z czynników odpowiedzialnych za kształtowanie specyfiki klimatu miejskiego jest lokalna jakość powietrza atmosferycznego – zawartość w powietrzu substancji lotnych (pyły) i gazowych, które naturalnie nie występują lub mają inny skład chemiczny i pochodzenie. Źródłem dominującym emisji zanieczyszczeń atmosferycznych są procesy grzewcze oraz komunikacja samochodowa. Generalnie, zanieczyszczenia charakterystyczne dla procesu urbanizacji to pyły i gazy: SO₂, NO_x, CO₂, CO, NH₃, węglowodory. Zanieczyszczenia komunikacyjne i przemysłowe różnią się składem chemicznym oraz ilościowym. W procesach spalania w energetyce przeważają: SO₂, NO_x, CO₂ i CO; w procesach spalania w przemyśle: CO, CO₂, SO₂, NO_x; w procesach produkcyjnych: węglowodory, NH₃, NO_x, SO₂; w dystrybucji paliw - węglowodory; w zagospodarowaniu i unieszkodliwianiu odpadów: węglowodory, NH₄, NO_x, CO, gdy dla komunikacji typowa jest emisja CO, NO_x (NO i NO₂), węglowodorów, CO₂, SO₂, sadzy, popiołów, pyłów zawierających toksyczne metale ciężkie: ołów, cynk, arsen, selen, mangan. Przy ograniczonej wymianie powietrza – spadek prędkości wiatru, duża liczba dni z ciszą atmosferyczną, obszar miejski jest niestety predystynowany do kumulowania zanieczyszczeń w strefie w ogólności niskiej części atmosfery – przeważająco na wysokości do kilku metrów od powierzchni gruntu.

Obszar gminy Wołomin należy do strefy mazowieckiej oceny jakości powietrza, zgodnie z wydzielone 4 strefy zgodnie z rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 2 sierpnia 2012r. w sprawie stref, w których

dokonuje się oceny jakości powietrza (Dz. U. z 2012 r., poz. 914). Na podstawie dokumentacji „Program Ochrony Środowiska dla gminy Wołomin na lata 2018-2020 z perspektywą do roku 2024” oraz wyników monitoringu powietrza z wykorzystaniem systemu Airly oraz czujników, które odczytują w czasie rzeczywistym serie parametrów (pył PM₁, PM_{2,5}, PM₁₀, temperaturę, ciśnienie i wilgotność) na temat bieżącego stanu jakości powietrza, stwierdza się następujące wnioski:

- głównymi źródłami emisji zanieczyszczeń do powietrza na terenie gminy Wołomin są czynniki antropogeniczne, czyli wynikające z bezpośredniej działalności człowieka;

- lokalnie¹, największe znaczenie mają zakłady przemysłowe, transport, kotłownie lokalne oraz paleniska indywidualne - zabezpieczenie gminne w ciepło i podgrzanie wody nie zaspokaja w pełni potrzeb mieszkańców gminy;

- niestety, wpływ na stan powietrza na terenie Gminy Wołomin ma również emisja transgraniczna – napływ powietrza z aglomeracji warszawskiej;

- badania WIOŚ szacują, iż podstawową przyczyną przekroczeń pyłów PM₁₀, PM_{2,5} i benzo(a)pirenu jest emisja powierzchniowa (związana z ogrzewaniem mieszkań w sektorze komunalno-bytowym), co jest istotnym problemem regionu, w tym gminy Wołomin;

- z uwagi na powiązania transportowe z regionem i aglomeracją warszawską, znaczący udział w emisji pyłów do atmosfery ma także emisja liniowa (związana z ruchem pojazdów i spalaniem paliw) –zwłaszcza w sąsiedztwie węzłów/ ciągów komunikacyjnych łączących gminę Wołomin z Warszawą².

¹ Jak wskazuje raport Program Ochrony Środowiska dla Gminy Wołomin, w gminie funkcjonuje sieć ciepłownicza - ciepłownie ZEC Wołomin z zainstalowaną nominalną moc cieplną w wielkości 74,14 MW, a ciepło wytwarzane jest w czterech kotłach (Kocioł WR-25 Nr1, Kocioł WR-25 Nr2, Kocioł WR-10, Kocioł KOG6) oraz kotłownie zakładowe: Kotłownia zakładu DJCHEM CHEMICALS, Kotłownia zakładu SOBSMAK, Kotłownia w Hucie Szkła, Kotłownia w Szpitalu

² Emisja ta wg Programu Ochrony Środowiska dla Gminy, najbardziej odczuwalna jest przy większych ciągach komunikacyjnych. Największy ruch według SDRR wykonanego przez GDDKiA w roku 2015 obserwowany jest na odcinakach dróg:

- 634 (Zielonka - Wołomin) na terenie zurbanizowanym miasta, ul. 1-go Maja – 15 756 poj./dobę,
- 634 (Wołomin- Przejście) na odc. z terenów zurbanizowanych miasta, ul. 1-go Maja –8 259 poj./dobę,
- 634 (Wołomin –Wólka Kozłowska) Szosa Jadowska– 3 044 poj./dobę,
- 635 (Wołomin- Radzymin) – ul. Geodetów, ul. Witosa – 5 510 poj./dobę.

2.2. Prognoza zmian klimatu

2.2.1. Zarys metodyczny modelowania zmian klimatu dla gminy

Aktualnie przy przygotowywaniu planów strategicznych i adaptacyjnych do zmian klimatu rekomendowane jest prowadzenie analiz i oszacowań na podstawie wiązek najnowszych dostępnych symulacji klimatycznych dla warunków opisywanych przez scenariusze koncentracji gazów cieplarnianych RCP4.5 oraz RCP8.5. Scenariusze RCP4.5 i RCP8.5 (ang. Representative Concentration Pathways, RCPs), opisują dwa potencjalne „klimaty przyszłości” zależne od ilości wyemitowanych gazów cieplarnianych, nazwy są związane z wartościami wymuszenia radiacyjnego w roku 2100 w stosunku do okresu preindustrialnego: +4.5, i +8.5 W/m². Tabela 1. pokazuje wzrost średniej temperatury globalnej w środku i na końcu 21. wieku dla obu scenariuszy oszacowany na podstawie projekcji wykonanych dla potrzeb 5. Raportu IPCC (IPCC, 2014).

Tabela 1. Globalne ocieplenie według 5. Raportu IPCC [°C]

	2046-2065	2081-2100
Scenariusz	Średnia (prawdopodobny zakres)	Średnia (prawdopodobny zakres)
RCP4.5	1.4 (0.9 - 2.0)	1.8 (1.1 - 2.6)
RCP8.5	2.0 (1.4 - 2.6)	3.7 (2.6 - 4.8)

Obliczenia dotyczące zmian klimatu dla Wołomina zostały przeprowadzone przy wykorzystaniu dwóch wiązek regionalnych symulacji klimatycznych o wysokiej rozdzielczości 0.11 deg (ok. 12 km) dla domeny europejskiej dostępnych z programu EURO-CORDEX (Tab. 2.) dla dwóch scenariuszy koncentracji gazów cieplarnianych (*Representative Concentration Pathways, RCPs*), RCP4.5 i RCP8.5 (Tab. 1.).

Wyniki symulacji EURO-CORDEX zostały przetworzone dla Wołomina przy użyciu metod dopasowania kwantylowego (Gudmundsson i in., 2012). Jako dane referencyjne zastosowano wartości temperatury i opadu ze zbioru interpolowanych danych historycznych IMGW z okresu 1971-2017. Obliczono skorygowane szeregi wartości dobowych temperatury średniej, maksymalnej i minimalnej oraz opadu dla dwóch scenariuszy RCP4.5 i RCP8.5 dla okresu 1971-2090. Następnie obliczono wybrane wskaźniki klimatyczne (Tab. 3), przydatne do charakterystyki zmieniającego się klimatu. Obliczono statystyki wiążkowe (Tab. 4), przeprowadzono agregacje czasowe dla miesięcy, sezonów i dwudziestoleci.

Tabela 2. Nazwy modeli globalnych i regionalnych tworzących wiązki symulacji klimatycznych dla dwóch scenariuszy RCP4.5 i RCP8.5 wykorzystane w opracowaniu

Model	Modele globalne	Modele regionalne
1	CNRM-CERFACS-CNRM-CM5	CNRM-ALADIN53
2	CNRM-CERFACS-CNRM-CM5	CLMcom-CCLM4-8-17
3	CNRM-CERFACS-CNRM-CM5	SMHI-RCA4
4	ICHEC-EC-EARTH	DMI-HIRHAM5
5	ICHEC-EC-EARTH	CLMcom-CCLM4-8-17
6	ICHEC-EC-EARTH	KNMI-RACMO22E
7	ICHEC-EC-EARTH	SMHI-RCA4
8	IPSL-IPSL-CM5A-MR	SMHI-RCA4
9	IPSL-IPSL-CM5A-MR	IPSL-INERIS-WRF331F
10	MOHC-HadGEM2-ES	CLMcom-CCLM4-8-17
11	MOHC-HadGEM2-ES	KNMI-RACMO22E
12	MOHC-HadGEM2-ES	SMHI-RCA4
13	MPI-M-MPI-ESM-LR	CLMcom-CCLM4-8-17
14	MPI-M-MPI-ESM-LR	MPI-CSC-REMO2009_r1i1p1
15	MPI-M-MPI-ESM-LR	MPI-CSC-REMO2009_r2i1p1
16	MPI-M-MPI-ESM-LR	SMHI-RCA4

Tabela 3. Wskaźniki klimatyczne, termiczne i opadowe

TERMICZNE	OPADOWE
Najdłuższy okres z Tmax > 25 °C	Najdłuższy okres bez opadu (opad < 1mm/d)
Liczba okresów dłuższych od 5 dni z Tmax > 25 °C	Liczba okresów bez opadu dłuższych od 5 dni w roku
Liczba dni z Tmax < 0 °C w roku	Najdłuższy okres z opadem > 1 mm/d
Liczba dni z Tmax > 25 °C w roku	Liczba okresów z opadem dłuższych od 5 dni w roku
Najdłuższy okres z Tmin<0 °C	Maksymalny opad dobowy
Liczba okresów dłuższych od 5 dni z Tmin < 0 °C	Liczba dni z opadem >= 10 mm, 20 mm, 30 mm
Liczba dni z Tmin < 0 °C w roku	Średni opad dobowy w dniach z opadem
Stopniodni, 17 °C, 20 °C	
Okres wegetacyjny, T>5 °C, T>10 °C,	
Początek okresu wegetacyjnego, T> 5°C, T>10 °C	

Gdzie: tzw. stopniodni są zdefiniowane jako $\sum(T_{\text{progowa}} - T)$, dla $T < T_{\text{progowa}}$

Tabela 4. Statystyki wiążkowe

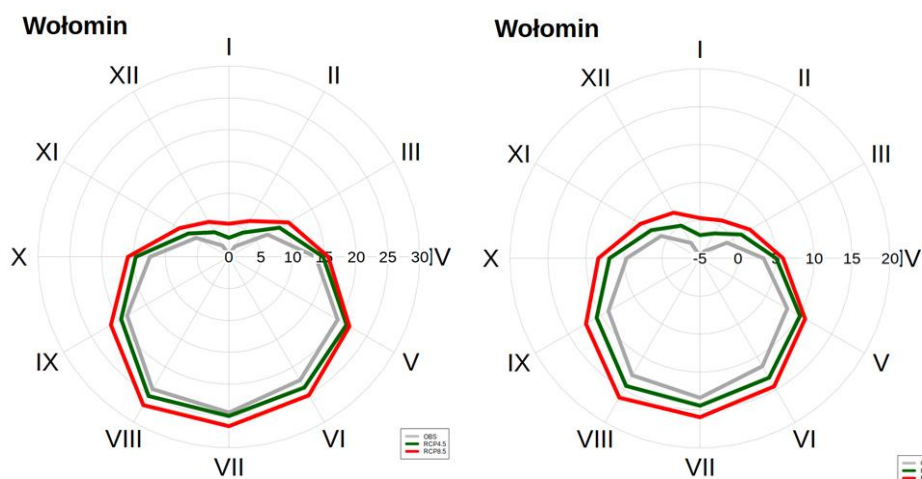
Statystyka	Oznaczenie
minimum	emin
percentyl 5	ep05
percentyl 10	ep10
mediana	ep50
percentyl 90	ep90
percentyl 95	ep95
maximum	emax
średnia	emean

2.2.2. Przewidywane zmiany klimatu dla wieloleci 2046-2065 oraz 2081-2100

2.2.2.1. Prognozowane zmiany temperatury powietrza

Wyniki regionalnych symulacji klimatycznych EURO-CORDEX wskazują na wyraźne ocieplenie klimatu dla regionu, w którym położona jest gmina Wołomin. Na rys. 2 przedstawiono przebiegi roczne temperatury minimalnej i maksymalnej w Wołominie w okresie 2071-2090 uzyskane dla dwóch scenariuszy koncentracji gazów cieplarnianych RCP4.5 (linia zielona) oraz RCP8.5 (linia czerwona) i porównano je z obserwacjami z okresu 1971-2017 (linia szara). Symulacje przewidują ocieplenie – czyli przyrost zarówno wartości temperatury maksymalnej jak i minimalnej, przy czym wyraźnie jest widoczne, że scenariusz RCP8.5 daje zdecydowanie wyższe temperatury. Wyraźnie zaznacza się w szczególności przyrost temperatury minimalnej w poszczególnych miesiącach roku, co oznacza przede wszystkim zmianę struktury opadów w sezonie chłodnym – ze stałych (śnieg) na ciekłe (deszcz), co przy niskiej temperaturze powietrza będzie powodować zwiększone ryzyko podtopień również dla sezonu zimowego.

Co istotne dla prognozowanych warunków klimatycznych do końca 21. wieku, symulacje zgodnie przewidują ocieplenie. Trzeba zwrócić uwagę na to, że wyniki modelowania wskazują że w połowie stulecia nie ma dużych różnic między scenariuszami niskoemisyjnym oraz wysokoemisyjnym, natomiast w dłuższej perspektywie – pod koniec stulecia scenariusz wysokoemisyjny wyraźnie wskazuje szybki przyrost ocieplenia.

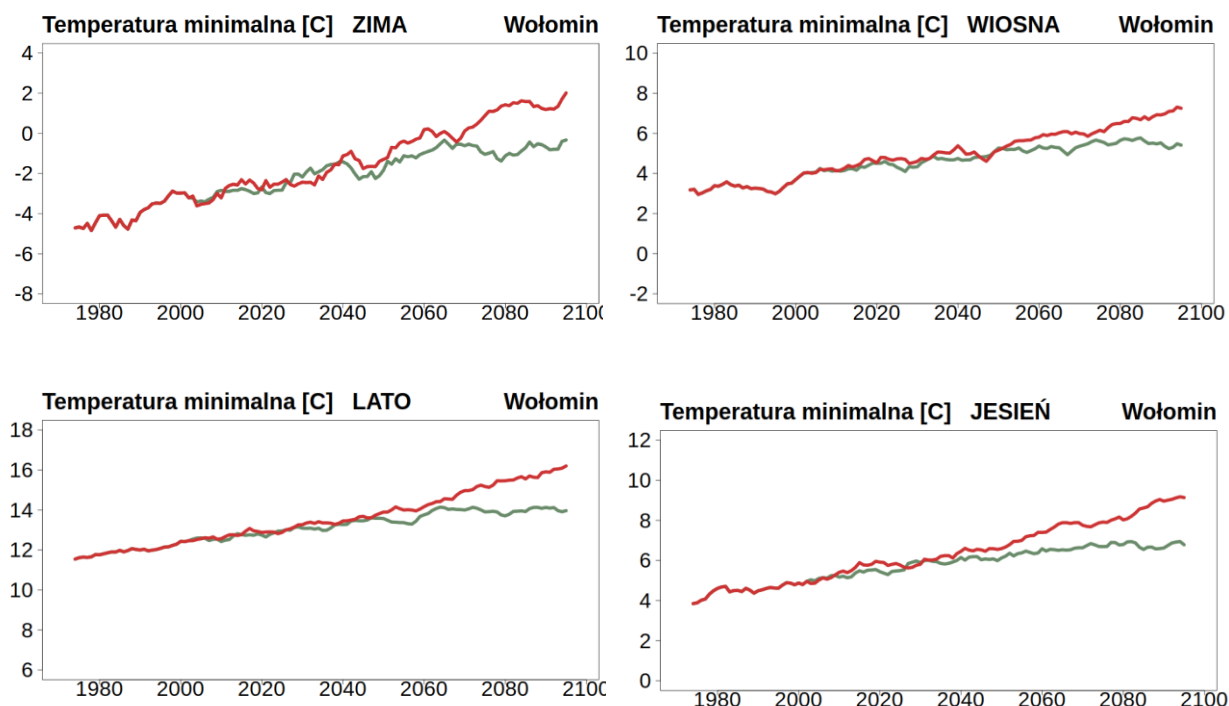


Rysunek 2. Przebieg roczny temperatury powietrza minimalnej i maksymalnej dobowej [°C] w Wołominie w okresie 2071-2090, symulowanego w dwóch eksperymentach RCP4.5 (linia zielona) i RCP8.5 (linia czerwona), linia szara oznacza wartości referencyjne (obserwowane) z okresu 1971-2017

Wyniki prezentowane na rys. 3 wskazują wyraźne ocieplenie w szczególności okresu chłodnego. Z postępującym czasem wyniki modelowania sugerują zbliżanie się temperatury minimalnej do wartości 0°C dla miesięcy najchłodniejszych, co ma swoją konsekwencję w skracającym się sezonie

śnieżnym. Z kolei analiza prognozowanych wartości temperatury maksymalnej wskazuje niestety wydłużanie się okresu występowania temperatury 25°C i wyższej. Period ten przypada w końcu 21. wieku już na przestrzeń od maja do nawet września. Jest to bardzo niekorzystna tendencja dla miasta w kontekście kształtowania warunków topoklimatycznych i bioklimatycznych, na które obszar zurbanizowany jest bardzo wrażliwy.

Z ekonomicznego punktu widzenia – prognozowane ocieplenie okresu chłodnego roku będzie skutkować mniejszym zapotrzebowaniem na energię ciepłą, ale prognozowane warunki przyrostu temperatury maksymalnej w okresie ciepłym będzie skutkować zwiększonym zapotrzebowaniem na energię elektryczną konsumowaną na potrzeby obsługi klimatyzacji. Wykonane prognozy nie pozostawiają wątpliwości co do kierunku postępującego w czasie ocieplania się klimatu w regionie.



Rysunek 3. Przebieg temperatury minimalnej powietrza w Wołominie w kolejnych sezonach w okresie 1971-2090, mediany wiązek symulacji, linia zielona oznacza RCP4.5, czerwona RCP8.5

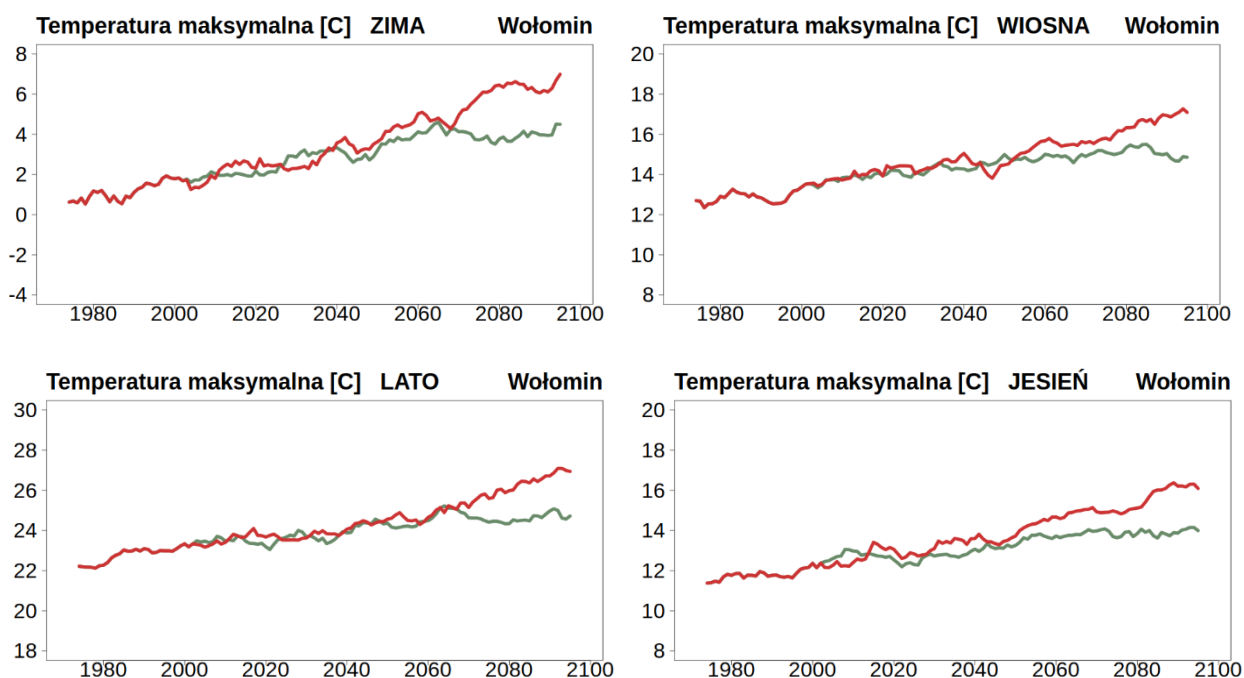
Ocieplenie oraz jego fluktuacje są bardzo wyraźne. Największe przyrosty temperatury, jak również największa różnica między scenariuszami są widoczne w przypadku temperatury zimowej. Należy też zwrócić uwagę na to, że znaczna rozbieżność prognozowanej temperatury wg scenariuszy zaczyna się dopiero w drugiej połowie stulecia (Rys. 3). Sugeruje to, że z punktu widzenia stabilności klimatu należy oczekiwać, iż po krótkim okresie kilkunastu lat powolnie postępującego ocieplenia może nastąpić przejście do fazy szybkiego i dynamicznego w przebiegu przyrostu temperatury powietrza. Szybkie skracanie się okresu chłodnego poprzez intensywny przyrost temperatury dodatniej zimą w warunkach najmniej korzystnych prawdopodobne może być z końcem wieku występowanie w tym

sezonie warunków termicznych umożliwiających nawet wegetację (temperatura dobową powyżej +5°C). Z hydrologicznego punktu widzenia oznacza to większe zapotrzebowanie na zasoby wody gruntowej. W przypadku przestrzeni zurbanizowanej oznacza to konieczność zwiększenia retencji powierzchniowej, np., poprzez wprowadzanie rozszczelnień powierzchni współcześnie uszczelnionej (zabetonowanej). Jednym z możliwych rozwiązań jest wprowadzanie zielono-niebieskiej infrastruktury.

Rozkład w czasie prognozowanej zmienności temperatury maksymalnej (rys. 4) w okresie ciepłym będzie sprzyjał pogłębianiu predyspozycji do wyostrażania się cech topoklimatów charakterystycznych dla obszarów zwartej zabudowy. Wysoka temperatura sprzyja również intensywnym procesom parowania i konwekcji powietrza, co sprzyja występowaniu opadów konwekcyjnych – krótkich, ale o dużym natężeniu. Temperatura maksymalna wyraźnie wskazuje największą dynamikę zmian w okresie zimowym.

Niemniej, należy zwrócić baczną uwagę na bardzo wyraźną tendencję przyrostu wartości temperatury maksymalnej w sezonie ciepłym. Jedną z konsekwencji tej prognozy jest wysokie prawdopodobieństwo występowania tzw. nocy tropikalnych, kiedy średnia temperatura dobowa powietrza nie spada poniżej 20°C. Bioklimatycznie są to warunki bardzo niekomfortowe – gorący dzień nie przynosi ulgi termicznej w postaci bardzo ciepłej nocy. Kilkunastodniowe okresy nieprzerwanie wysokiej temperatury powietrza i jednocześnie brak opadów skutkują wyjątkowo niekorzystnymi warunkami bioklimatycznymi dla osób w podeszłym wieku oraz dzieci, co wynika z upośledzenia mechanizmu termoregulacji. W literaturze ten typ pogody – tzw. heatwave, wskazywany jest jako ryzykowny z uwagi na wysoką śmiertelność osób z chorobami układu krążenia.

W szczególności heatwave jest intensyfikowany poprzez zwartą zabudowę oraz niski udział zieleni obszarów zurbanizowanych. Diagnoza mikroklimatyczna oraz modelowanie stresu termicznego, zawarte w dalszej części opracowania, wyraźnie wskazują na wysokie ryzyko pojawienia się stresu termicznego na obszarze gminy Wołomin.

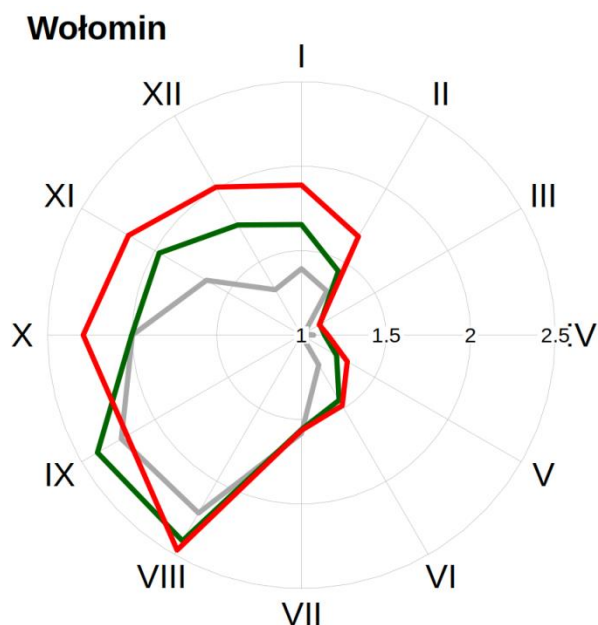


Rysunek 4. Przebieg temperatury maksymalnej powietrza w Wołominie w kolejnych sezonach w okresie 1971-2090, mediany wiązek symulacji, linia zielona oznacza RCP4.5, czerwona RCP8.5

2.2.2.2. Prognozowane zmiany opadu

W przypadku opadu tendencje zmian w przyszłości nie są tak oczywiste. Modelowania przeprowadzone w skali kraju w opracowaniach naukowych wskazują, że nie należy oczekiwać w przyszłości znaczących zmian w sumach opadów. Ale zmieni się struktura opadu – skrócenie czasu i możliwości wystąpienia opadów śniegu oraz przebieg epizodów opadowych. Przewiduje się, że opady będą występować rzadziej, ale będą mieć większą intensywność.

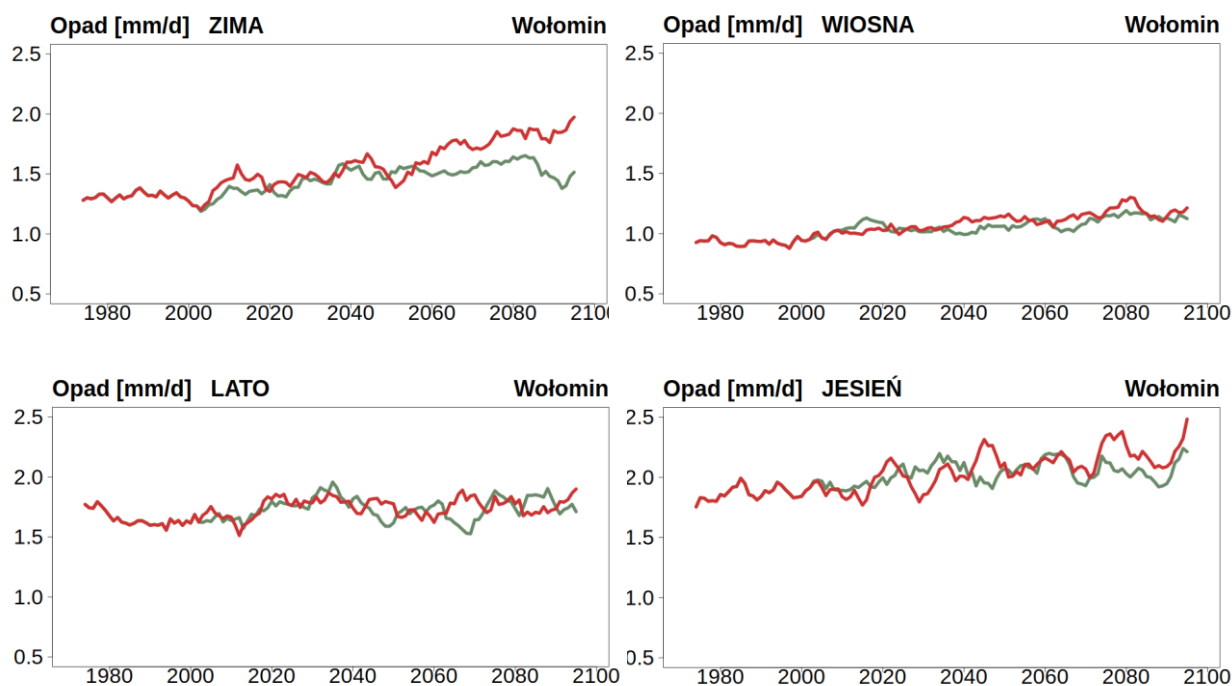
Dla gminy Wołomin widoczny jest wzrost intensywności opadów, zarówno średniego opadu w dniach z opadem, jak i opadów maksymalnych. Można zauważyć również zwiększenie liczby dni opadowych oraz dni z opadem powyżej 10 i 20 mm (lokalnie skutkujących intensywnym spływem powierzchniowym i możliwością wystąpienia podtopień). Z drugiej strony symulacje nie wskazują na duże zmiany w przypadku okresów suchych bez opadu. Zwiększenie opadu jest bardziej widoczne pod koniec stulecia, nieco wyższe w przypadku scenariusza 8.5, ale nie we wszystkich przypadkach te różnice są wyraźne (Rys. 5-6). Analiza przebiegów rocznych opadu pod koniec stulecia (Rys. 5) wskazuje na wyraźny wzrost opadu symulowanego względem opadu obserwowanego w miesiącach zimowych zwłaszcza w przypadku scenariusza RCP8.5. Jest to również bardzo dobrze widoczne w przebiegach sezonowych opadu dla Wołomina (Rys. 6).



Rysunek 5. Przebieg roczny opadu dobowego w Wołominie w okresie 2071-2090, symulowanego w dwóch eksperymentach RCP4.5 (linia zielona) i RCP8.5 (linia czerwona), linia szara oznacza wartości referencyjne (obserwowane) z okresu 1971-2017.

Co ważne, analiza przebiegów opadów rocznych nie wykazuje znaczących różnic między dla różnych scenariuszy. Warto zwrócić jednak uwagę na dużą niepewność w symulacjach opadu zwłaszcza pod koniec wieku. Biorąc pod uwagę powiązanie między temperaturą a typem opadów, wzrost temperatury minimalnej w okresie zimowym prawdopodobnie będzie skutkował nie tylko skróceniem okresu z pokrywą śnieżną, ale również możliwość występowania opadów deszczu zamiast śniegu. Tendencja do występowania opadów deszczu w sezonie zimowym już się zaznaczyła w ostatnim 20-leciu w trakcie tzw. ciepłych zim.

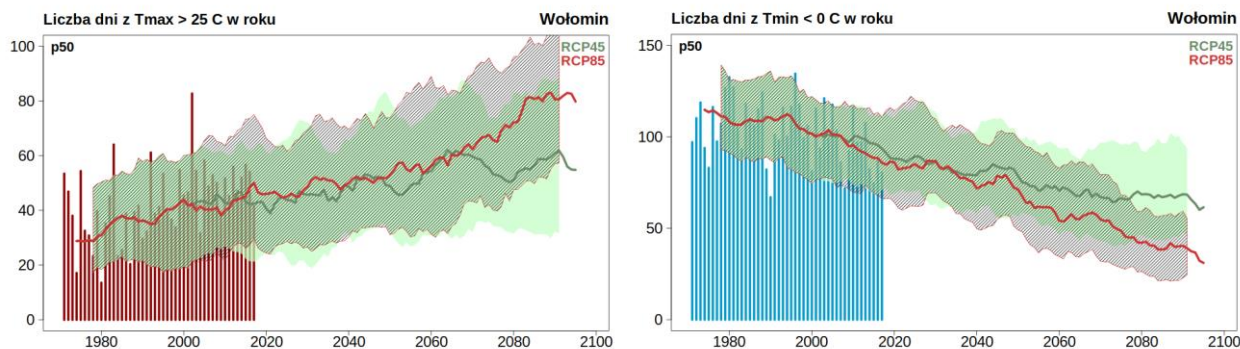
Konsekwencje ekonomiczne prognozowanych zmian w strukturze sezonowej opadów, ich natężeniu oraz prognozowane niestety stabilne w czasie warunki bezopadowe będą związane z koniecznością uszczelnienia systemu zarządzania wodami opadowymi oraz inwestycjami w system zaopatrzenia w wodę wodociągową. W skład systemu zarządzania wodami opadowymi sugerowane są działania związane z podniesieniem retencyjności powierzchni zurbanizowanej (dla przykładu poprzez budowę tzw. zielono-niebieskiej infrastruktury) oraz budowania systemu odprowadzania okresowo nadmiarowej objętości wód opadowych wysokosprawnym systemem kanalizacji deszczowej. W skład systemu zaopatrzenia w wodę wodociągową sugerowane są działania związane ze zwiększeniem bezpieczeństwa dostarczanej wody zarówno pod kątem ilościowym, jak i jakościowym.



Rysunek 6. Przebieg opadu dobowego w Wołominie w kolejnych sezonach w okresie 1971-2090, mediany wiązek symulacji, linia zielona oznacza RCP4.5, czerwona RCP8.5

2.2.2.3. Wskaźniki klimatyczne prognozowanych zmian klimatu

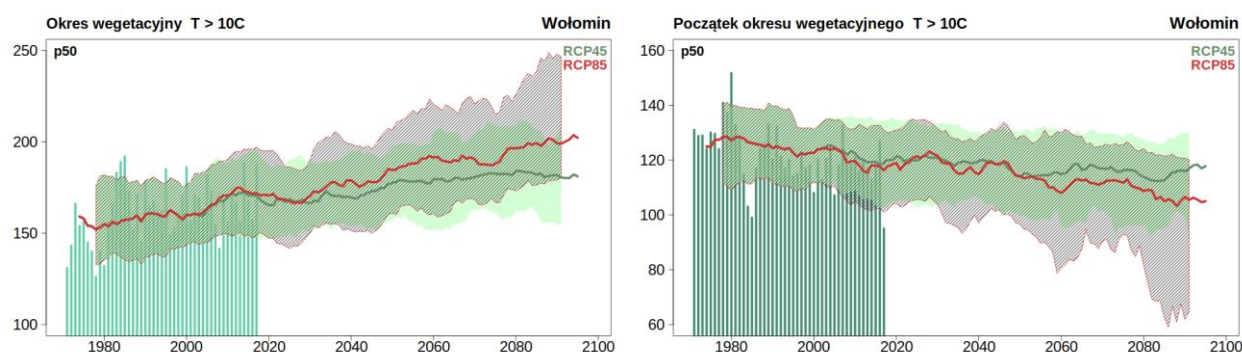
Jednym z najważniejszych składowych badania zmian klimatu jest analiza wskaźników klimatycznych, opisujących ilościowo cechy klimatu. Na rys. 7-11 zaprezentowano kilka wybranych charakterystyk klimatu przyszłości. Przede wszystkim prezentowane są wskaźniki termiczne klimatu, takie jak liczba dni w roku z temperaturą maksymalną powyżej 25°C czy liczba dni w roku z ujemną temperaturą minimalną potwierdzają obserwowane w okresie referencyjnym i symulowane sukcesywne ocieplanie się klimatu w ciągu całego wieku. Przede wszystkim bardzo wyraźnie przyrasta liczba dni gorących w roku, tendencja ta jest zauważalna już od końca lat 80-tych 20. wieku. Znacząco bardziej gwałtownie spada jednak liczba dni z temperaturą niższą niż 0°C. Konsekwencją będzie prawdopodobnie zmiana długości trwania poszczególnych pór roku - wzrośnie liczba dni letnich, a zimowych będzie maleć. Przewiduje się, że skróceniu ulegną przejściowe pory roku – wiosna i jesień, prawdopodobnie warunki termiczne przedzimia będą charakterystyczne dla okresu zimowego. Zatarciu ulegnie przedwiośnie, prawdopodobnie również włączone jako część okresu chłodnego. Przejście między okresami chłodnym i ciepłym spodziewane jest jako dość raptowna zmiana warunków pogodowych z chłodnych na gorące.



Rysunek 7. Liczba dni w roku z temperaturą maksymalną powyżej 25 °C i liczba dni w roku z temperaturą minimalną niższą od 0°C w Wołominie w okresie 1971-2090, linia zielona (mediana) i obszar zielony (między percentylem p10 i p90) oznacza RCP4.5, czerwona i obszar zakreskowy - RCP8.5, słupki – wartości referencyjne (obserwowane).

Ważnym zagadnieniem w funkcjonowaniu gospodarki gminy jest analiza prognozowanych zmian okresu wegetacyjnego, zarówno jego długości, jak i daty rozpoczęcia. Długość okresu wegetacyjnego na potrzeby modelowania zmian klimatu w gminie Wołomin została wykonana dla temperatury $T > T_{\text{progowa}}$ i została zdefiniowana jako liczba dni między pierwszym wystąpieniem przynajmniej 6 kolejnych dni z $T > T_{\text{progowa}}$ a pierwszym wystąpieniem przynajmniej 6 kolejnych dni z $T < T_{\text{progowa}}$. Wskaźnik został obliczony dla kolejnych lat kalendarzowych, dodatkowo określany jest pierwszy dzień okresu wegetacyjnego. Rys. 8 prezentuje parametry okresu wegetacyjnego dla progu 10°C (długość i początek) dla Mińska Mazowieckiego. Zauważalne jest zarówno wydłużenie sezonu temperatury wegetacyjnie korzystnej, jak i wcześniejsza data rozpoczęcia okresu wegetacyjnego.

Wykorzystanie temperatury progowej jako 10°C wynika formalnie z przyjętych warunków pełnego rozwoju wegetacyjnego roślin. Formalnie, parametrem granicznym przy wyróżnianiu fenomenologicznych pór roku jest temperatura 5°C. Niezależnie od przyjętej wartości progowej, biorąc pod uwagę przeprowadzoną powyżej analizę przyrostu temperatury minimalnej, jasne jest to, że do końca wieku realistyczne jest znaczące wydłużenie okresu wegetacyjnego, sięgające nawet 300 dni w roku. Przy niekorzystnie szybkim przebiegu procesu globalnego przyrostu temperatury na Ziemi, w gminie Wołomin mogą zdarzać się epizody, kiedy w końcu XX w. temperatura może nie spadać poniżej 5°C.



Rysunek 8. Długość (lewy panel) i początek (prawy panel) okresu wegetacyjnego ($T > 10\text{ }^{\circ}\text{C}$) w Wołominie w okresie 1971-2090, linia zielona (mediana) i obszar zielony (między percentylem p10 i p90) oznacza RCP4.5, czerwona i obszar zakresowany - RCP8.5, słupki – wartości referencyjne (obserwowane).

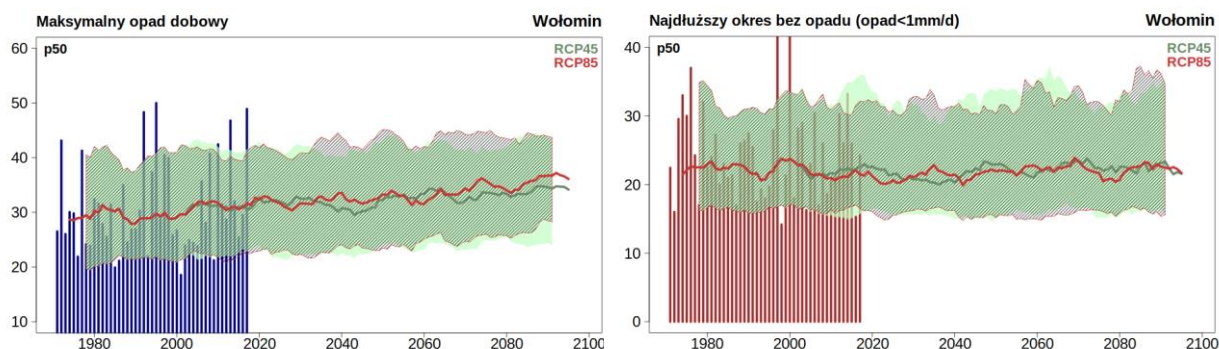
Wydłużanie się okresu wegetacji jest procesem przeważająco korzystnym postępujących zmian klimatu. Dla przykładu korzyścią jest utrzymanie wydłużonej w roku pokrywy roślinnej sprzyjającej spowolnieniu spływu powierzchniowego i zwiększenie retencji glebowej. Możliwe jest również wprowadzanie do przestrzeni zurbanizowanej ciepłolubnych gatunków szybko przyrastających gatunków drzew liściastych, które bardzo korzystnie wpływają na łagodzenie stresu termicznego w warunkach występowania wysokiej temperatury. Niestety, wydłużenie okresu wegetacyjnego sprzyja również zwiększeniu produkcji biomasy (w konsekwencji następuje przyrost żyzności środowiska wodnego) oraz bakterii i glonów - generalnie flory związanej z warunkami wilgotnymi. Procesy te powodują spadek drożności systemów odpływu powierzchniowego i podziemnego.

Wyniki badań wskazują na jeszcze jedną konsekwencję wydłużania się okresu wegetacyjnego – pojawienie się nowych gatunków insektów oraz gryzoni, charakterystycznych dla cieplejszych stref klimatycznych. Również rodzime insekty w prognozowanych warunkach uzyskają lepsze warunki ekologiczne dla rozwoju.

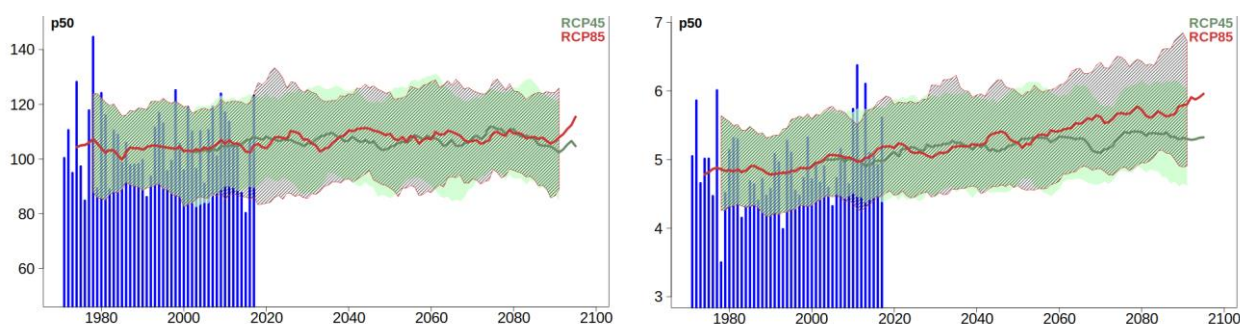
Na rysunkach 9 - 11 przedstawiono wskaźniki wilgotnościowe. Dane wskazują na pewien wzrost zarówno liczby dni z opadem, jak i średniego opadu w dniach z opadem (Rys. 9). Dobrze widoczny jest również wzrost liczby dni z opadem powyżej 10 mm i 20 mm (Rys. 11) oraz maksymalny opad dobowy (Rys. 10). Dla tego samego przedziału czasu symulacje nie wskazują na żadne tendencje w przypadku okresów bezopadowych (Rys. 10). Tym co wyróżnia wyniki symulacji opadów jest duża niepewność (szeroka wstęga wiązki symulacji), jak również bardzo dużą zmienność tego wskaźnika w okresie obserwacji (słupki na wykresie).

Opad jest bardzo trudnym elementem klimatu w modelowaniu z uwagi na złożoność procesów kształtujących kondensację oraz nieciągłość obszaru występowania i natężenia opadu

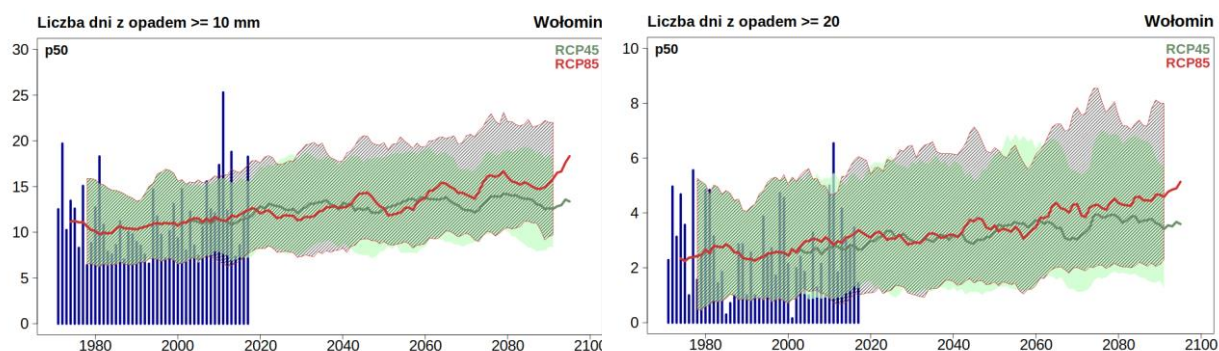
w przestrzeni. Oznacza to, że jest możliwe jedynie przybliżenie generalnych tendencji, stąd wyniki symulacji obarczone są dużą niepewnością.



Rysunek 9. Maksymalny opad dobowy w roku (lewy panel) i najdłuższy okres bezopadowy w roku w Wołominie w okresie 1971-2090, linia zielona (mediana) i obszar zielony (między percentylem p10 i p90) oznacza RCP4.5, czerwona i obszar zakreskowany - RCP8.5, słupki - wartości referencyjne (obserwowane).



Rysunek 9. Liczba dni w roku z opadem (lewy panel) i opad średni w dniach z opadem (prawy panel) w Wołominie w okresie 1971-2090, linia zielona (mediana) i obszar zielony (między percentylem p10 i p90) oznacza RCP4.5, czerwona i obszar zakreskowany - RCP8.5, słupki - wartości referencyjne (obserwowane).



Rysunek 11. Liczba dni w roku z opadem większym lub równym od 10 mm (lewy panel) i 20 mm (prawy panel)

Niemniej, począwszy od lat 80-tych 20. wieku obserwuje się tendencję do zwiększonego występowania typowo lokalnych, intensywnych i krótkotrwałych opadów umykających tradycyjnemu systemowi pomiaru na posterunkach opadowych. Proces różnicowania przestrzennego pola opadu i jego intensywności wynika często z regionalnie i lokalnie występujących kontrastów termicznych

związanych z przestrzennymi kontrastującymi topoklimatami. Jest to również problem zdiagnozowany dla gminy Wołomin, kiedy stwierdzony pomiarami w ostatnich kilku latach maksymalny opad nie spowodował tak znaczących podtopień na terenie gminy, jak opad pomierzony teoretycznie jako o mniejszym natężeniu. Wynika to bezpośrednio z bardzo dużego różnicowania się pola opadów konwekcyjnych.

Biorąc pod uwagę położenie gminy Wołomin w strefie oddziaływania wymuszonej cyrkulacji miejskiej wyspy ciepła aglomeracji Warszawy oraz struktury obszaru zurbanizowanego miasta (zwarta zabudowa sąsiadująca z obszarami typu rolniczego) należy przewidywać występowanie zwiększonej częstości opadów typu konwekcyjnego, o wysokim natężeniu. Ten typ opadów został zdiagnozowany w opracowaniu adaptacji do zmian klimatu dla miasta Warszawy (projekt AdaptCity). To właśnie ten typ opadów jest przeważająco odpowiedzialny za występowanie tzw. flachfloods – czyli lokalnych powodzi błyskawicznych na obszarach zurbanizowanych. Jest to bezpośrednio wynikiem 2 cech: dużej intensywności opadu i uszczelnienia powierzchni topograficznej w miastach. Lokalne zagrożenie powodziowe może występować również na terenach o charakterystyce rolniczej jeśli wyloty kanalizacji deszczowej odprowadzają w krótkim czasie wodę z obszaru zurbanizowanego do odbiorników, którymi są lokalne ciekі pozamiejskie, co ma miejsce na terenie gminy Wołomin.

3. Diagnoza wrażliwości na zmiany klimatu

3.1. Warunki obiegu wody

3.1.1. Ogólna sytuacja hydrologiczna

Gmina Wołomin położona jest na Równinie Wołomińskiej, która jest częścią Niziny Mazowieckiej. Na północny wschód od miasta (przez wsie Nadma i Nowe Lipiny), granicą gminy Wołomin przepływa rzeka Czarna, która swój bieg kończy w Kanale Żerańskim (Królewskim), a przestrzeń miasta znajduje się w obrębie jej zlewni.

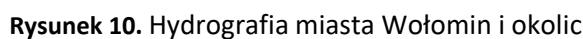
Źródła Czarnej znajdują się na wschód od miasta, w okolicach Mińska Mazowieckiego. Zlewnia Czarnej ma typowo nizinny charakter, typowy dla środkowego Mazowsza. Na obszar miasta przypada środkowa część rzeki Czarnej i jej zlewni (Rys. 12); cieki odprowadzające wody z miasta skanalizowane są w system sztucznego odpływu i wpadają bezpośredni do Czarnej na tym odcinku. Na obszarze miasta Wołomin rozpoczyna swój bieg ciek będący lewym dopływem Czarnej (Dopływ spod Lipin), ciek o charakterze naturalnym, szerokości 3-5 metrów, jednak z dokumentacji kanalizacji miejskiej wynika, że nie spełnia on roli odbiornika dla wód deszczowych. Ponadto, w granicach miasta znajdują się dwa naturalne zbiorniki retencyjne: (1) Torfowisko i las „Helenówka” na południu oraz (2) mokradło i częściowo wysychające jezioro Białe Błota na północ od miasta (Rys. 12). W granicach obiektu Białe Błota zaliczonego do obszaru Natura 2000³, istnieje kilka stałych (niewysychających) zbiorników wodnych. Torfowisko i las „Helenówka” są naturalnym przedłużeniem położonego w pobliżu gminy (na terenie gm. Kobyłka) rezerwatu Grabicz – występuje tu pięć chronionych siedlisk oraz pięć chronionych gatunków roślin (dwa gatunki widłaków – w tym widłaczek torfowy – kategoria „V” na Czerwonej Liście, rosiczka, grzybienie, kruszyna). Teren ten stanowi ostoję ptaków (czterdzieści gatunków) i płazów. Trzy gatunki ptaków wymagają szczególnej ochrony na podstawie dyrektywy UE. Oba obiekty są zasilane z wód gruntowych, co jest cennym zasobem retencyjnym. Obiekt Białe Błota należy do zlewni odcinka rzeki Czarnej poniżej ujścia Dopływu spod Lipin, natomiast mokradło Grabicz to obszar, z którego wody odprowadzane są do rzeki Czarnej Strugi (Rys.12).

W relacji do powierzchni i układu przestrzennego miasta, Czarna przepływa z południowego wschodu na zachód, wzdłuż granicy miasta, zaś powierzchnia miasta Wołomin stanowi ok 20% jej zlewni. Środkowa część miasta jest odwadniana przez antropogeniczne cieki powierzchniowego odwodnienia tworzące jeden system bezpośredniego odpływu do rzeki. Odprowadza on wody z ok.

³ Na obszarze tym wciąż istnieją drobne zbiorniki wodne zasilane z wód gruntowych, jako pozostałość większego zbiornika

Analiza hydrograficzna pozwoliła wyciągnąć dosyć istotne wnioski co do kierunków zagrożenia powodziowego miasta. Przede wszystkim miasto odwadniane jest przez lokalną strugę i brak jest sąsiedztwa z większą rzeką. Takie położenie sprawia, że zagrożenia powodziowe pojawiające się w mieście mogą mieć genezę jedynie opadowo-roztopową.

Miasto posiada własną oczyszczalnię ścieków "Krym", w której od kwietnia 2018 roku prowadzi się monitoring meteorologiczny obejmujący następujące elementy pogody: opad, temperatura powietrza, kierunek wiatru i nasłonecznienie. Ścieki oczyszczone z Miasta są odprowadzane do rzeki Czarna Struga. Lokalizację oczyszczalni ścieków jest przedstawiono na rys 4.12.



3.1.2. System gospodarowania wodą na cele komunalne

Miasto zaopatrywane jest w wodę z regionalnych zasobów wód podziemnych. Zasoby wód podziemnych spełniają warunki wystarczających zasobów w celu gwarancji ilości oraz jakości wody na potrzeby miasta. Gmina Wołomin, według podziału na 172 JCWPd położona jest w obrębie jednolitej części wód podziemnych nr 54, która położona jest w obrębie regionu hydrogeologicznego I – mazowieckiego (Paczyński, 1995). Wody podziemne JCWPd 54 zasilane są głównie w strefach wysoczyzn poprzez infiltrację opadów atmosferycznych. Na terenie gminy występują dwa użytkowe piętra wodonośne:

- czwartorzędowe – z dwoma lub trzema poziomami wodonośnymi;
- trzeciorzędowe – z dwoma poziomami wodonośnymi: poziomem mioceńskim i poziomem oligoceńskim.

Mioceński poziom wodonośny znajduje się na głębokości 100-160 m. Wydajność studni ujmujących wody z tego poziomu wynosi ok. 40 m³/h, przy czym czerpane wody wymagają prostego uzdatniania. Aktualnie nie jest prowadzona eksploatacja wód z tego poziomu. Poziom oligoceński występuje na głębokości 170–216 m p.p.t. Charakteryzuje się zmienną miąższością: od 6,0 m do 25,5 m. Wykształcony jest w postaci piasków drobno i średnio-ziarnistych z domieszką glaukonitu.

Na obszarze gminy Wołomin znaczenie użytkowe ma czwartorzędowe piętro wodonośne, które jest związane ze skłonem Kotliny Warszawskiej. W obrębie utworów czwartorzędowych można stwierdzić występowanie trzech poziomów wodonośnych. Pierwszy poziom wodonośny występuje w utworach piaszczystych i piaszczysto – pylastych na głębokości 0,5 - 7,0 m. Jest to poziom o zwierciadle swobodnym, zasilany bezpośrednio z opadów atmosferycznych, a okresowo, przy wylewach rzek, także przez wody powierzchniowe. Zwierciadło tego poziomu wykazuje generalnie wychylenie w kierunku północno–zachodnim, w kierunku dolin Wisły i Bugu. Drugi poziom wodonośny charakteryzuje się występowaniem zwierciadła wody na głębokości ok. 12 – 15m. Poziom ten osiąga średnio 20 – 30 metrów miąższości, przy czym maksymalne miąższości osadów piaszczystych dochodzą do 40 - 50 m. Omawiany poziom jest powszechnie wykorzystywany i ma największe znaczenie użytkowe. Warstwą wodonośną w jego obrębie są zwykle piaski i piaski ze żwirem. Trzeci poziom wodonośny występuje na głębokości około 40 – 50 metrów i jest przykryty dobrze rozwiniętymi warstwami glin zwałowych i osadów wodnolodowcowych. Słabsza izolacja, na skutek erozji osadów o słabej przepuszczalności, zaznacza się w strefie pomiędzy dolinami rzek, a w niektórych rejonach stwierdzono brak rozdzielenia poszczególnych poziomów przez utwory lodowcowe. W związku z tym utwory piaszczyste tworzą jeden dobrze rozwinięty poziom wodonośny o miąższości około 60 m. Dotyczy to głównego ujęcia dla Wołomina i Kobyłki. Poziom wodonośny nie posiada ciągłej izolacji, a

w zasięgu strefy ochrony pośredniej ujęcia znajduje się składowisko odpadów i cmentarz. Powoduje to konieczność poszukiwania alternatywnej lokalizacji ujęcia wody i/lub zabezpieczenia przed wpływem ww. obiektów. Drenaż naturalny odbywa się przez cieki i zbiorniki powierzchniowe, a poza dolinami rzek również przez niżej występujący poziom wodonośny.

Cały obszar gminy Wołomin stanowi Obszar Wysokiej Ochrony (OWO) wód podziemnych i jest częścią Głównego Zbiornika Wód Podziemnych nr 222 „Doliny Środkowej Wisły”. Zbiornik nr 222 posiada szacunkowe zasoby dyspozycyjne – 12720 m³/d, natomiast jego średnia głębokość wynosi 60 m. Aktualnie na terenie gminy obowiązują pozwolenia wodnoprawne na pobór wód podziemnych, które udzielone zostały przez Starostę Wołomińskiego dla 12 ujęć. Pozwolenia te zostały udzielone przedsiębiorstwom na cele produkcyjne, technologiczne i socjalno- bytowe pracowników zakładu (8 ujęć), na potrzeby zaopatrzenia mieszkańców w wodę (3 ujęcia), w celu nawadniania upraw rolnych i plantacji (1 ujęcie). Największe ujęcie wody na potrzeby zaopatrzenia mieszkańców gminy Wołomin to SUW Graniczna, pozostałe dwie stacje to SUW Grabie Stare oraz SUW Lipińska. Nominalna wydajność SUW Graniczna wynosi 12720 m³/d. Na terenie ujęcia znajduje się siedem studni głębinowych i poddawana jest procesowi uzdatniania, który głównie polega na napowietrzaniu oraz usuwaniu związków żelaza i manganu z ujmowanej wody. SUW Grabie Stare pracowała od momentu wybudowania w latach 1980-1982 do 2014 roku. Stacja została wyłączona z eksploatacji. Opracowano dokumentację na modernizację tego obiektu. Na terenie SUW Grabie Stare są dwie studnie wód podziemnych o wydajności 60m³/h każda, które mogą pracować naprzemiennie.

Obecny układ technologiczny SUW Lipińska powstał w wyniku przeprowadzonej modernizacji stacji w 2007 r. Nominalna wydajność stacji wynosi 1440 m³/d. Woda ujmowana z dwóch naprzemiennie pracujących studni głębinowych poddawana jest procesowi uzdatniania.

Do wodociągów na terenie gminy jest podłączone 77% budynków mieszkalnych, co stanowi 85,7% ogółu ludności (dane GUS, 2018). Na rok 2018 wg danych GUS, sumaryczna długość czynnej sieci wodociągowej w mieście Wołomin wynosiła 118 km.

System odbioru i oczyszczania ścieków w Wołominie jest zorganizowany w oparciu o sieć kanalizacji sanitarnej, rozdzielnej z kanalizacją deszczową oraz mechaniczno-biologicznej oczyszczalni ścieków (rys.13). Do kanalizacji na terenie gminy podłączone jest 69,9% budynków mieszkalnych (co daje 82,2% ogółu ludności, dane GUS, 2018). Przepustowość oczyszczalni wynosi 14 000 m³/d, RLM79500. Długość ogółem sieci kanalizacji wynosi ok. 105,3 km, przy czym należy zwrócić uwagę na szybki rozwój przyłączy do sieci kanalizacji sanitarnej oraz konieczność rozwoju sieci kanalizacji deszczowej.

3.1.3. Diagnoza wrażliwości obszaru gminy na opady

Zagrożenie podtopieniami w mieście Wołomin ma genezę opadową. Przy założonej intensywności opadów deszczu, zagrożenie podtopieniami jest funkcją przepuszczalności podłoża, spadków terenu oraz rozwinięcia sieci kanalizacji burzowej.

W celu przeprowadzenia diagnozy wrażliwości miasta na prognozowany przyrost natężenia opadów przeprowadzono analizę warunków powierzchniowego obiegu wody w Wołominie, zróżnicowania pokrycia podłoża ze szczególnym uwzględnieniem jej przepuszczalności oraz zróżnicowania hipsometrii terenu. Wytypowano typowe rozkłady opadów dla hipotetycznych wysokości opadów, dla których przeprowadzono modelowanie hydrologiczne wskazujące potencjalną możliwość oraz miejsca wystąpienia podtopień w efekcie zdarzenia opadowego o różnej wysokości i natężeniu. Obszar zurbanizowany oraz przylegający do miasta Wołomin jest podzielony na 6 zlewni bilansowych, w ramach których dla celów analizy wyników wydzielono 252 zlewnie elementarne wyznaczone arbitralnie na podstawie dostarczonych przez Zleceniodawcę schematów i map przebiegu kanalizacji burzowej. Część z 252 zlewni znajduje się poza obszarem miasta a 2 z nich częściowo na terenie Kobyłki.

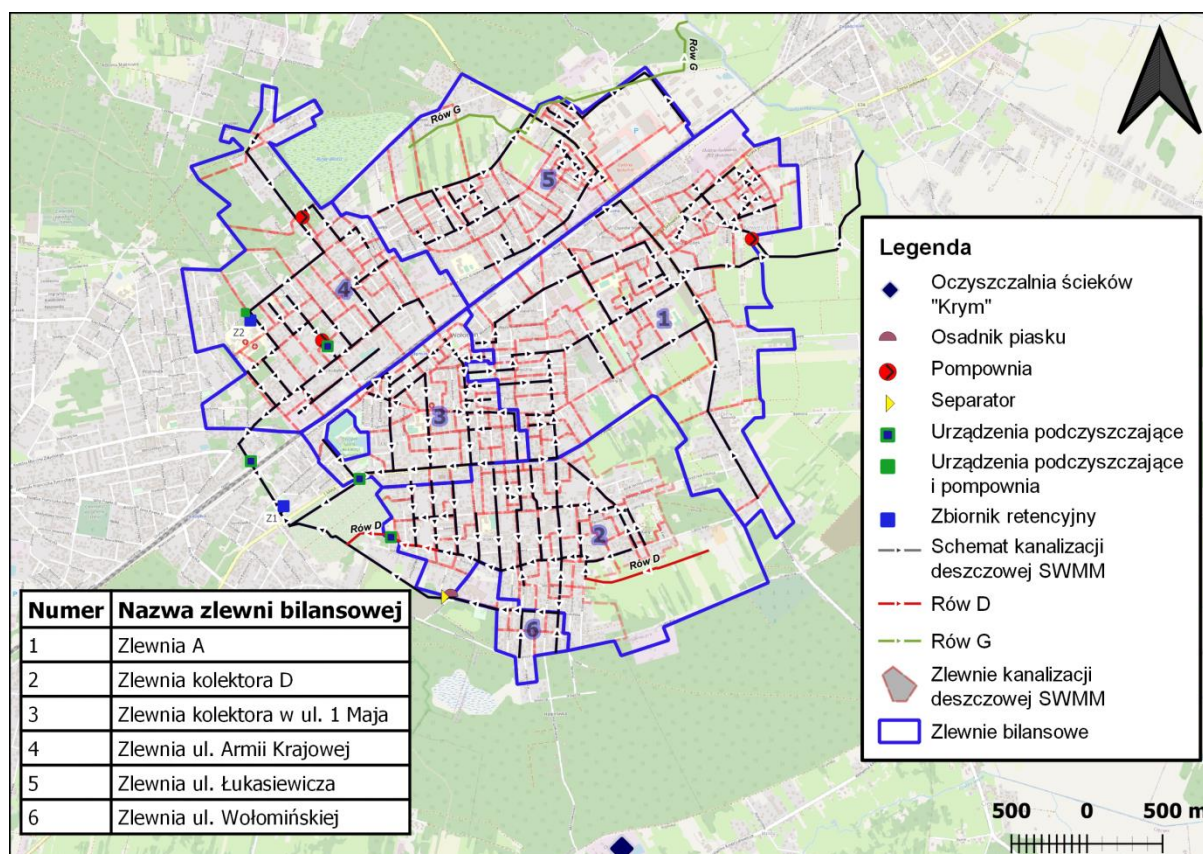
3.1.4. Warunki powierzchniowego obiegu wody w mieście w trakcie intensywnych opadów

Jednym z najpoważniejszych zagrożeń związanych ze zmianami klimatu prognozowanymi dla obszaru kraju jest wzrost natężenia opadu, przy jednoczesnym skróceniu czasu jego trwania. Oznacza to, że należy się spodziewać wzrostu intensywności już występujących opadów nawalnych. Dolegliwość występowania intensywnych opadów jest szczególnie mocno odczuwalna na obszarach zurbanizowanych, które charakteryzuje duże uszczelnienie powierzchni (drogi, chodniki, parkingi, dachy budynków), sprzyjające formowaniu się szybkiego spływu powierzchniowego. Problem ten dotyczy w szczególności miasta o znaczącym udziale powierzchni nieprzepuszczalnych oraz braku lub niewystarczająco rozwiniętej kanalizacji deszczowej lub zbiorczej.

W przypadku Wołomina sytuacja jest specyficzna: miasto usytuowane jest w obrębie środkowej części zlewni niewielkiej rzeki nizinnej, granicząc z korytem w jej środkowym biegu. Zabudowa miejska o zmiennej przestrzennie zwartości, wyraźnie przerzedza się w bliskości rzeki, można rzec nie znajduje się w bezpośredniej bliskości rzeki. W związku z tym rzeka i jej wezbrania prawdopodobnie nie stanowi głównego zagrożenia powodziowego. Zagrożenie wezbraniem rzecznyymi nie jest więc bardzo istotne, w związku z tym analizie poddano możliwość wystąpienia podtopień generowanych przez opady deszczu.

Z uwagi na brak wykształconej powierzchniowej sieci rzecznej na terenie zurbanizowanym gminy Wołomin główną rolę w odprowadzaniu wód deszczowych i jednocześnie główną składową kształtującą odpływ powierzchniowy jest kanalizacja deszczowa (rys. 13). Łączna długość sieci kanalizacyjnej na terenie Wołomina zaaplikowanej w modelu wynosi ok. 43 km. W większości jest to kanalizacja zamknięta, której końcowe odcinki odprowadzające wodę do odbiorników oraz istniejących na terenie miasta dwóch zbiorników retencyjnych ma charakter kanałów otwartych. Sieć ta podzielona jest na 6 zlewni bilansowych, w których odbywa się zarządzanie siecią odpływu wód deszczowych, w których odbywa się zarządzanie siecią odpływu wód deszczowych.

Generalnie typowe jest wprowadzanie sieci kanalizacji deszczowej w obszarach o zabudowie miejskiej o dużej gęstości powierzchni nieprzepuszczalnej (zgodnie z danymi PWiK sp. z o.o. system kanalizacji deszczowej jest rozdzielony od kanalizacji sanitarnej). Sieć odpływu powierzchniowego w zurbanizowanej części miasta jest realizowana w oparciu o system kanalizacji deszczowej. Wszędzie tam, gdzie system ten jest niewystarczający, przy braku sieci odpływu otwartego i jednocześnie ograniczoną przepuszczalnością podłoża następuje tworzenie się retencji powierzchniowej (występują podtopienia).



Rysunek 11. Sieć kanalizacji deszczowej i podział na zlewnie elementarne i bilansowe w mieście Wołomin i obszarze przylegającym wraz z lokalizacją oczyszczalni ścieków

Miasto, intensywnie rozwijające się w ostatnich latach, dysponuje siecią kanalizacji deszczowej zasadniczo rozdzielnej od kanalizacji sanitarnej, której w tym opracowaniu nie modelowano. Rozwój sieci kanalizacji deszczowej w czasie był zapewne bardzo zróżnicowany, o czym świadczy jej niejednorodna gęstość na terenie miasta. Szczegółowe informacje o parametrach technicznych i przepustowości systemu, jednak powstawanie w różnym czasie prawdopodobnie skutkuje jej różnorodnością oraz z uwagi na liczne przyłącza – zróżnicowanej sprawności w odprowadzaniu wód deszczowych i roztopowych. Przyrost kanalizacji deszczowej zapewne miał miejsce wraz z powiększaniem się stref zabudowanych i zwiększenia szczelności podłoża (inaczej mówiąc wzroście jej nieprzepuszczalności) w zlewniach elementarnych. Obecnie duże zagęszczenie kanalizacji deszczowej widoczne jest w południowej i środkowej części miasta, a część północna jest w mniejszym stopniu rozbudowana, jeśli chodzi o kanalizację deszczową (Rys. 13).

W układzie sieci kanalizacji deszczowej Wołomina funkcjonują dwa zbiorniki retencyjne. Zbiornik 1 zlokalizowany jest przy ul. Parkowej i jest to zbiornik podziemny retencyjny. Pojemność całkowita eksploatacyjna zbiornika retencyjnego przy ul. Parkowej wynosi $V_{czb}=200\text{ m}^3$. Składa się on z 8 sztuk zbiorników o długości 6,5 m i pojemności 25 m^3 każdy. Za układem zbiornika jest podziemna przepompownia wód deszczowych wyposażona w dwie pompy o parametrach każdej 25 l/s , $H=6,0\text{ m}$, $N=3,1\text{ kW}$. Zbiornik nr 2 zlokalizowany jest przy Muzeum Z. Nałkowskiej ul. Nałkowskiego i jest to otwarty, ziemny zbiornik retencyjny.-Pojemność tego zbiornika wynosi $Q_c=1881\text{ m}^3$. Przy rzędnej terenu 94.00 m n. n.p m. powierzchnia lustra wody wynosi 1170 m^2 oraz długość zbiornika $L=60\text{ mb}$ i szerokość zbiornika 20 mb .

Ponadto poza systemem kanalizacji deszczowej znajduje się zbiornik retencyjny położony na terenie Oczyszczalni Ścieków Krym i włączony w układ kanalizacji sanitarnej. Pojemność zbiornika retencyjnego dla ścieków dopływających do Oczyszczalni Ścieków „Krym” kanalizacją sanitarną podczas nawałnych opadów atmosferycznych tzw. ścieków komunalnych „burzowych” na Oczyszczalni Ścieków „Krym” wynosi $11\,300\text{ m}^3$, i jest w układzie dwóch zbiorników:

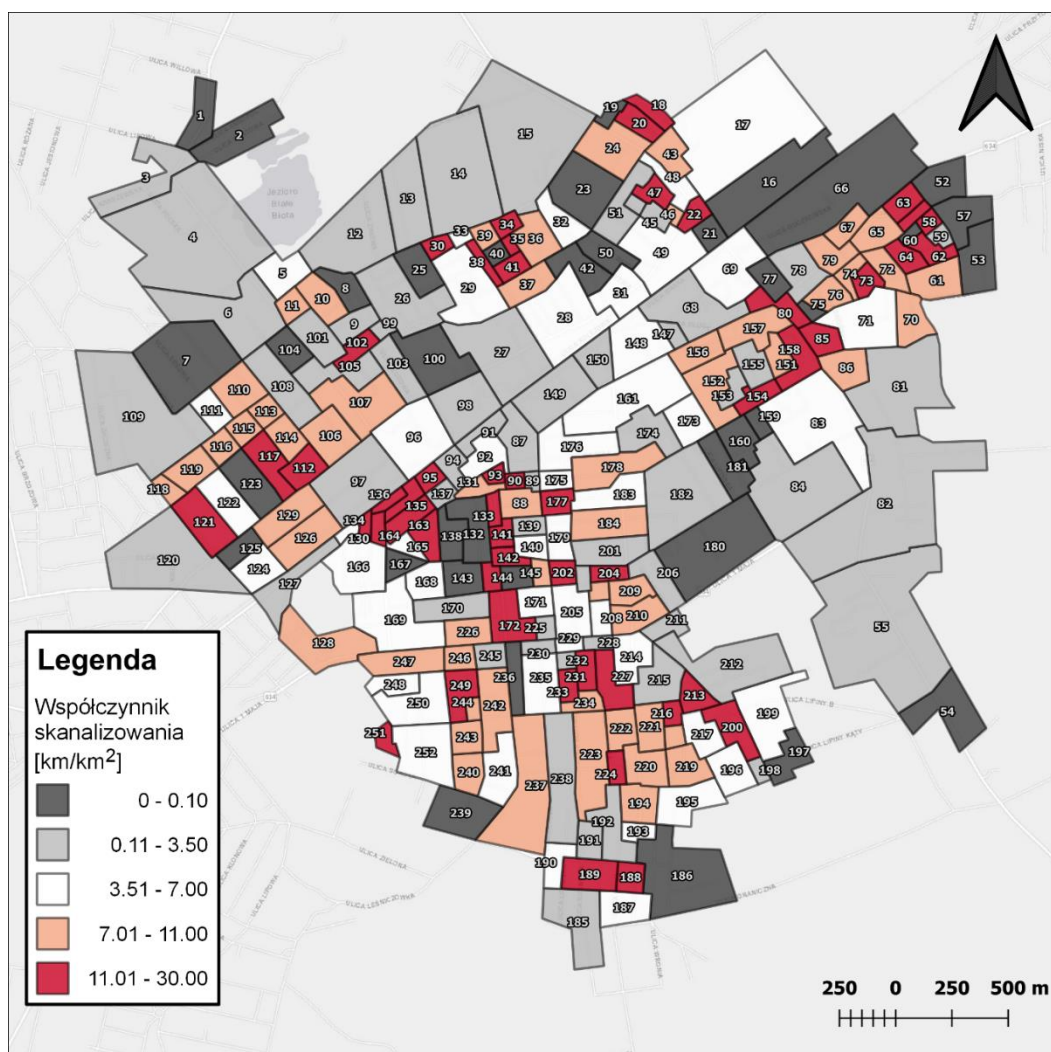
- ZR1 (tzw. Biomix) – $7\,800\text{ m}^3$.
- ZR2 (tzw. staw) – $3\,500\text{ m}^3$.

Stan infrastruktury kanalizacyjnej to w dobry sposób wskaźnik rozwinięcia kanalizacji burzowej mówiący o stosunku długości kanalizacji deszczowej w zlewni elementarnej do powierzchni zlewni (Rys. 14). W schemacie zlewni opracowanym w celu analizy zagrożenia powodziowego można zauważyć, że obok zlewni o dużym wskaźniku skanalizowania (zaznaczone na rysunku na czerwono) wyróżniają się zlewnie o wręcz braku sieci kanalizacyjnej (kolory czarne). Mapa ta pokazuje ogólne możliwości odprowadzania wody deszczowej z miasta i powinna być analizowana wraz z typem pokrycia terenu w zlewniach.

Schemat przyporządkowania zlewni elementarnych do właściwej zlewni bilansowej przedstawia tabela 5. Analizując układ odpływu zlewni bilansowych należy zauważyć, że wody opadowe ze zlewni nr 1 oraz nr 5 kierowane są do rzeki Czarna oddzielnymi rowami otwartymi, zlewnia nr 1 połączona jest z odbiornikiem rzeką Czarna rowem G. Wody opadowe ze zlewni nr 2, 3 i 6 prowadzone są rowem D do zbiornika retencyjnego nr 2, podczas gdy wody ze zlewni nr 4 kierowane są do zbiorników nr 1 i nr 2.

Tabela 5. Struktura podziału zlewni bilansowych na zlewnie elementarne przyjęte obszaru zurbanizowanego gminy Wołomin w obszarze podlegającym modelowaniu sieci odpływu burzowego

Zlewnia bilansowa	Podzlewnie modelu SWMM
Zlewnia A	52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 147, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 161, 173, 174, 175, 176, 177, 178, 179, 180, 181, 182, 183, 184, 201, 203, 204, 206, 207, 208, 209, 210.
Zlewnia kolektora D	186, 191, 192, 193, 194, 195, 196, 197, 198, 199, 200, 211, 212, 213, 214, 215, 216, 217, 218, 219, 220, 221, 222, 223, 224, 227, 228, 229, 230, 231, 232, 233, 234, 235, 236, 238, 239, 240, 241, 242, 243, 244, 248, 249, 250, 251, 252.
Zlewnia kolektora w ul. 1 Maja	89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 127, 128, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 162, 163, 164, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 171, 172, 202, 205, 225, 226, 245, 246, 247.
Zlewnia ul. Armii Krajowej	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 129.
Zlewnia ul. Łukasiewicza	12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51.
Zlewnia ul. Wołomińskiej	185, 187, 188, 189, 190, 237.



Rysunek 12. Wskaźnik rozwinięcia kanalizacji burzowej mówiący o stosunku długości kanalizacji deszczowej w zlewniach elementarnych do powierzchni zlewni w zlewniach elementarnych miasta Wołomin wraz z obszarem przylegającym

3.1.5. Użytkowanie terenu na obszarze gminy

Wołomin charakteryzuje dość typowa dla miast średniej wielkości struktura użytkowania terenu. Według danych z bazy CORINE Land Cover dla 2018 roku (Tabela 6), największy procent obszaru miasta stanowi zabudowa miejska luźna (ok. 83% terenów Wołomina). Na drugim miejscu plasują się złożone tereny upraw i działek (ok 7 %) a tereny przemysłowe i handlowe zajmują poniżej 4% powierzchni. Pozostałe klasy użytkowania zajmują niecałe 6 % i obejmują tereny rolnicze, obszary sportowe i roślinność naturalną. Znaczący udział wśród nich stanowią lasy iglaste i lasy mieszane (ok 3% powierzchni całkowitej) a bagna śródlądowe zajmują ok 1% powierzchni. Rozkład przestrzenny klas użytkowania terenu pokazano na rysunku 15, z wykorzystaniem w legendzie techniki odwrotnego zacielenia, czyli obszary o takim samym typie pokrycia terenu podświetlono jeśli znalazły się w granicach zlewni kanalizacji deszczowej lub zacieleno, o ile znalazły się poza jej granicą.

Tabela 6. Struktura użytkowania terenu obszaru zurbanizowanego gminy Wołomin w obszarze podlegającym modelowaniu sieci odpływu burzowego wg CORINE Land Cover, 2018 r.

Klasa użytkowania wg CLC, 2018)	Powierzchnia [m ²]	Procentowy udział [%]
Lasy mieszane	150.566	0.0%
Tereny sportowe i wypoczynkowe	29082.24	0.3%
Bagna śródlądowe	101675.7	1.0%
Grunty orne poza zasięgiem urządzeń nawadniających	208692.1	2.1%
Lasy iglaste	258167.8	2.6%
Tereny przemysłowe lub handlowe	376877.2	3.8%
Złożone systemy upraw i działek	707383.4	7.2%
Zabudowa miejska luźna	8196772	83.0%
Suma	9878801	100.0%

Użytkowanie terenu jest bezpośrednio powiązane z problemem występowania obszarów nieprzepuszczalnych, które uwrażliwiają przestrzeń miejską na opady o dużym natężeniu. Na potrzeby oceny warunków obiegu wody w Wołominie przeanalizowano zmianę gęstości obszarów nieprzepuszczalnych w czasie na podstawie dostępnych satelitarnych źródeł przepuszczalności podłoża opracowywanych sukcesywnie w ramach programu Copernicus (rys 16). Analiza dostępnych map z lat 2009, 2012 i 2015 nie wykazuje istotnych różnic, jeśli chodzi o wzrost nieprzepuszczalności podłoża. Dopiero mapa z roku 2018 wyraźnie wskazuje na odmienną sytuację. Trudno stwierdzić z całą pewnością czy ten wzrost spowodowany jest rzeczywistym przyrostem powierzchni uszczelnionych czy też wynika ze zmiany źródeł opracowania – najnowsze dane powstały w oparciu o materiały o wyższej rozdzielczości przestrzennej (przejście z 10m na 2m szczegółowości danych o pokryciu terenu). Niemniej dla celów analizy przyjęliśmy, że mapa z 2018 roku jest wiarygodna w tym zakresie, wskazując też kilka lokalizacji o wyraźnie zwiększonym wskaźniku spójności terenu.

3.1.6. Wrażliwość na podtopienia

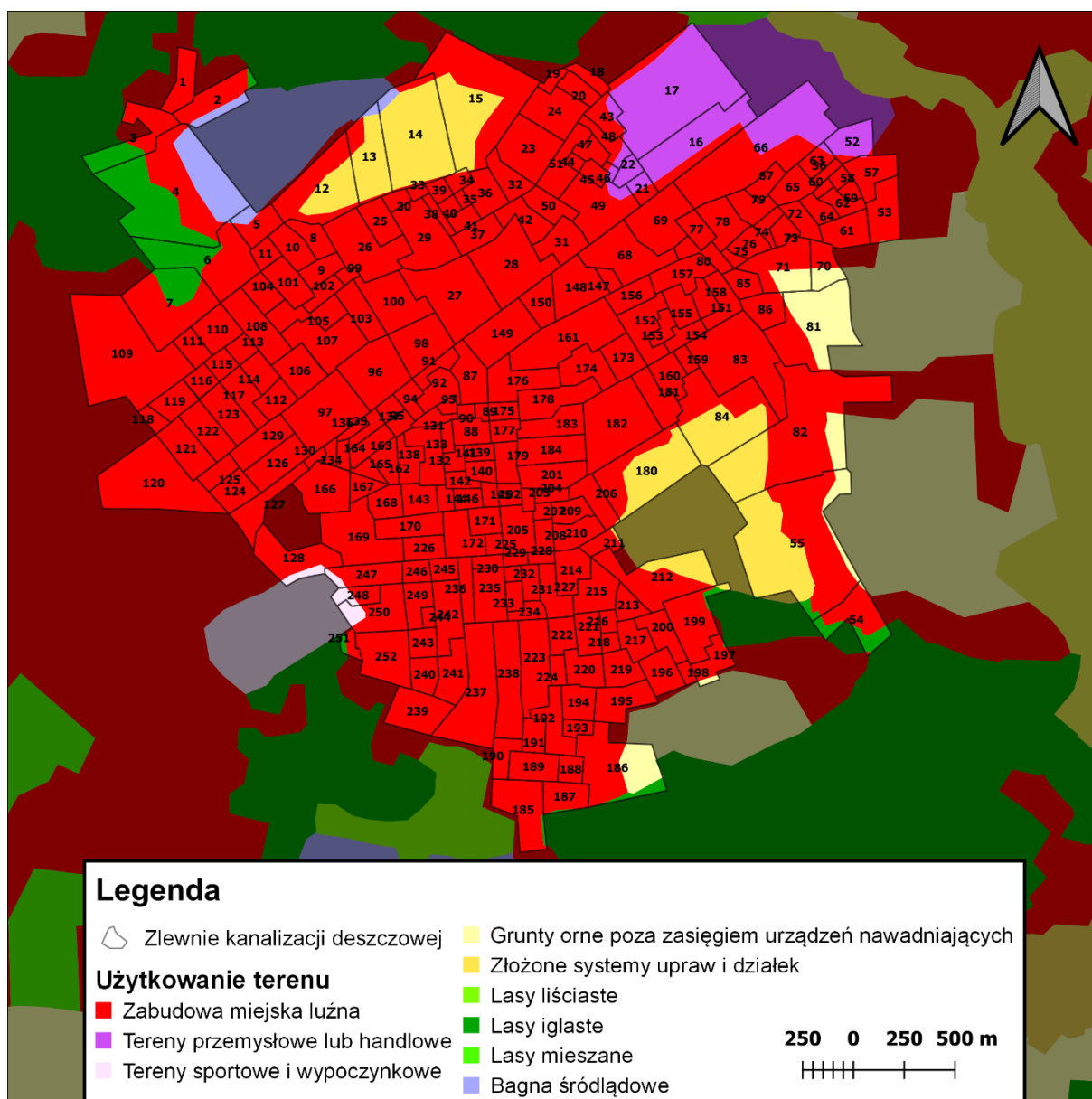
Biorąc pod uwagę rozmieszczenie sieci kanalizacji deszczowej w Wołominie, szczególna uwaga powinna zostać zwrócona na tereny położone w środkowej jak i w północno-wschodniej części miasta, gdzie odnotowano przyrost powierzchni nieprzepuszczalnych w latach 2015 – 2018, natomiast gęstość sieci kanalizacji deszczowej ma na tym terenie bardzo niski współczynnik (Rys. 14). Na szczególną uwagę zasłużyć powinny również obszary, które nie posiadają dostatecznej gęstości sieci kanalizacji deszczowej oraz takie, które jej jeszcze nie mają, przy jednocześnie wysokiej wartości współczynnika przepuszczalności podłoża. Do obszarów, w których sieci kanalizacji burzowej nie wprowadzono należą miejscowości wiejskie gminy miejsko-wiejskiej Wołomin. W przypadku wiejskiej części gminy, dużym

wzrostem powierzchni uszczelnionej charakteryzują się następujące miejscowości – Czarna, Nowe Lipiny, Majdan oraz Zagościec. W ich przypadku może dochodzić do powstawania zagrożenia podtopieniami spowodowanego wzrostem udziału powierzchni uszczelnionej, na który nałożyć się może dodatkowo fakt bliskości rzeki Czarna, co w przypadku kumulacji zdarzeń może skutkować zwiększeniem zagrożenia podtopieniami.

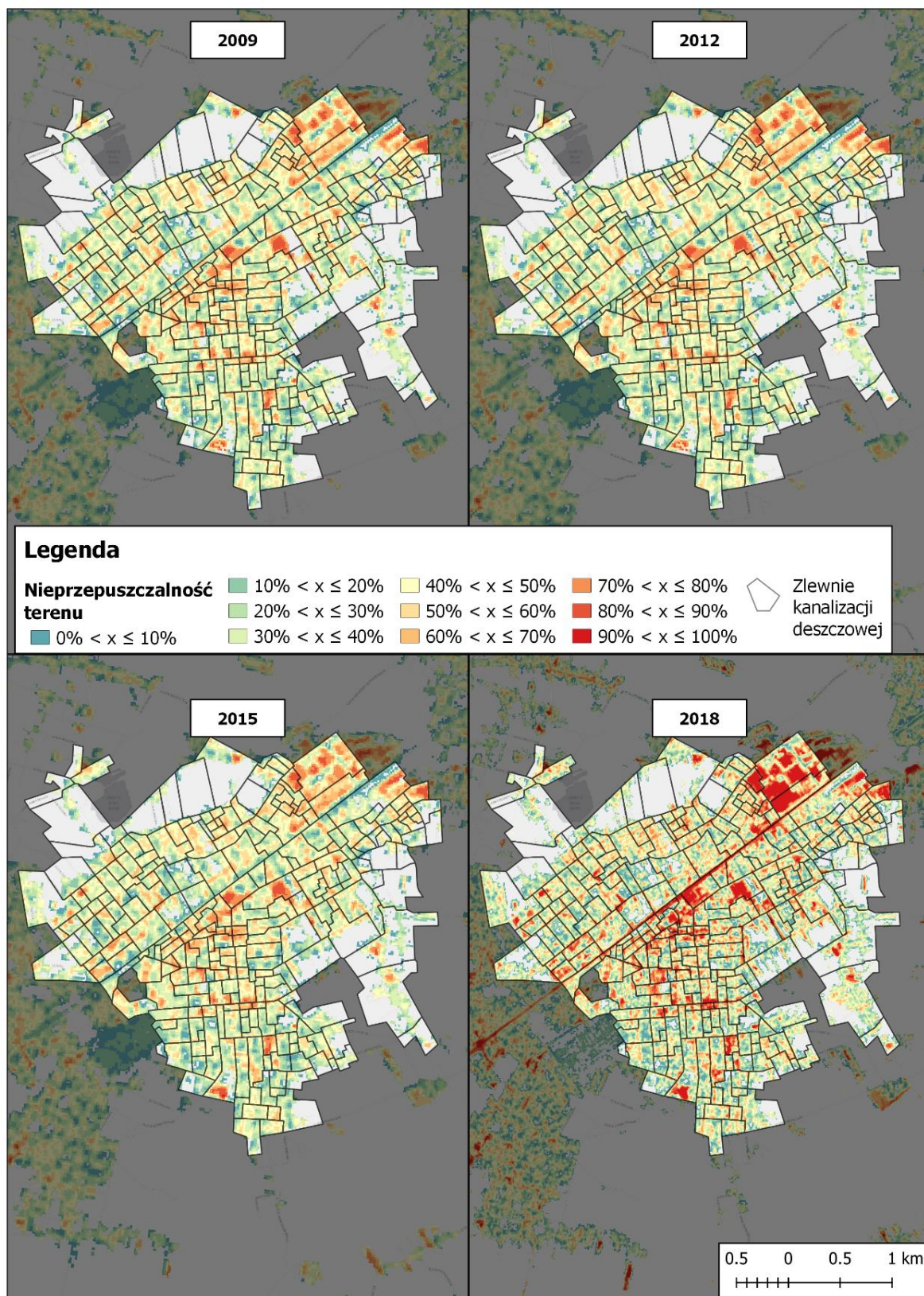
Dalsze analizy prowadzono w jednostce podstawowej siatki obliczeń modelu SWMM, jaką była zlewnia elementarna. Na tej podstawie stwierdzono, że największy udział w skali miasta mają tereny nieprzepuszczalne o gęstości pomiędzy 30–60% (tab. 5). Najmniejszy udział stanowią tereny o bardzo małym udziale powierzchni nieprzepuszczalnych (0–10%), a także tereny o największym udziale powierzchni nieprzepuszczalnych (90-100%) (Rys. 17). Jest to również dość typowy wynik dla miast średniej wielkości w kraju.

Niemal 40 zlewni podstawowych na 252, stanowiąc łącznie ok 20%, to obszar o gęstości powierzchni nieprzepuszczalnej powyżej 50% (rys. 17). Oznacza to znaczące zaburzenie w bilansie wodnym, skutkujące ponad 3-krotnym zwiększeniem w udziale w bilansie wodnym spływu powierzchniowego. Dla Wołomina niekorzystne jest skumulowanie obszarów o bardzo dużej nieprzepuszczalności. W szczególności dotyczy to obszarów nowego centrum handlowego, które powstało w północno-wschodniej części miasta (rys. 18), a które nie posiada udokumentowanej dostatecznej sieci odprowadzania wód deszczowych (rys. 14), znajdujące się na obszarze zlewni 16 i 66 na przyjętym schemacie odpływu.

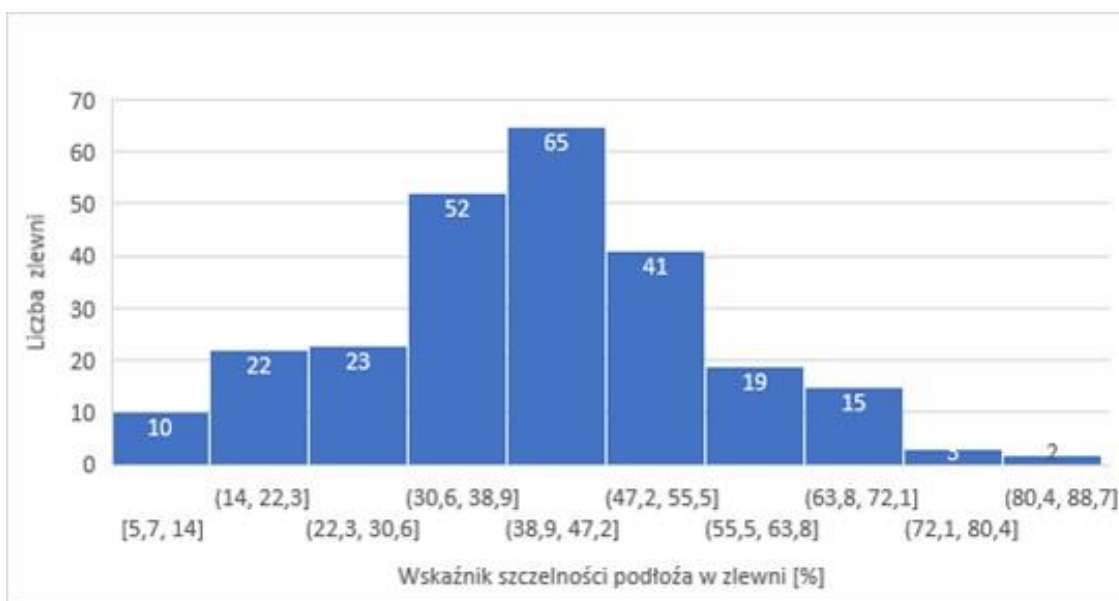
Ponadto obszary o dużym zagrożeniu podtopieniami położone są w centrum miasta – w środkowo-południowej jego części, obszary dedykowane usługom i handlowi. Należy zauważyć, że w tym obszarze sieć odprowadzająca wody deszczowe jest lepiej rozwinięta przekraczając dla niektórych zlewni 10%. Przyrost obszarów nieprzepuszczalnych w tym obszarze jest bardzo niekorzystny ponieważ proces ten następuje na terenach o największym zagęszczeniu powierzchni nieprzepuszczalnych (rys. 18). Terenom tym powinno poświęcić się szczególną uwagę przy wydawaniu rekomendacji związanych z dalszym dogęszczaniem powierzchni oraz rekomendować tu wdrażanie działań zwiększających retencję powierzchniową. Obszary te są szczególnie wrażliwe na formowanie spływu powierzchniowego podczas intensywnych opadów deszczu oraz roztopów, zaś odprowadzana z nich woda stanowi potencjalne zagrożenie podtopieniami na sąsiadujących terenach.



Rysunek 13. Mapa użytkowania obszaru miejskiego gminy Wołomin dot. części miasta Wołomin wraz z obszarem przylegającym (zlewnie elementarne w mieście Wołomin i obszarze przylegającym) wg CORINE Land Cover, 2018 r. Kolory w legendzie dotyczą tylko obszarów w granicach zlewni elementarnych, poza nimi kolory odpowiadające poszczególnym typom pokrycia terenu zacięziono.



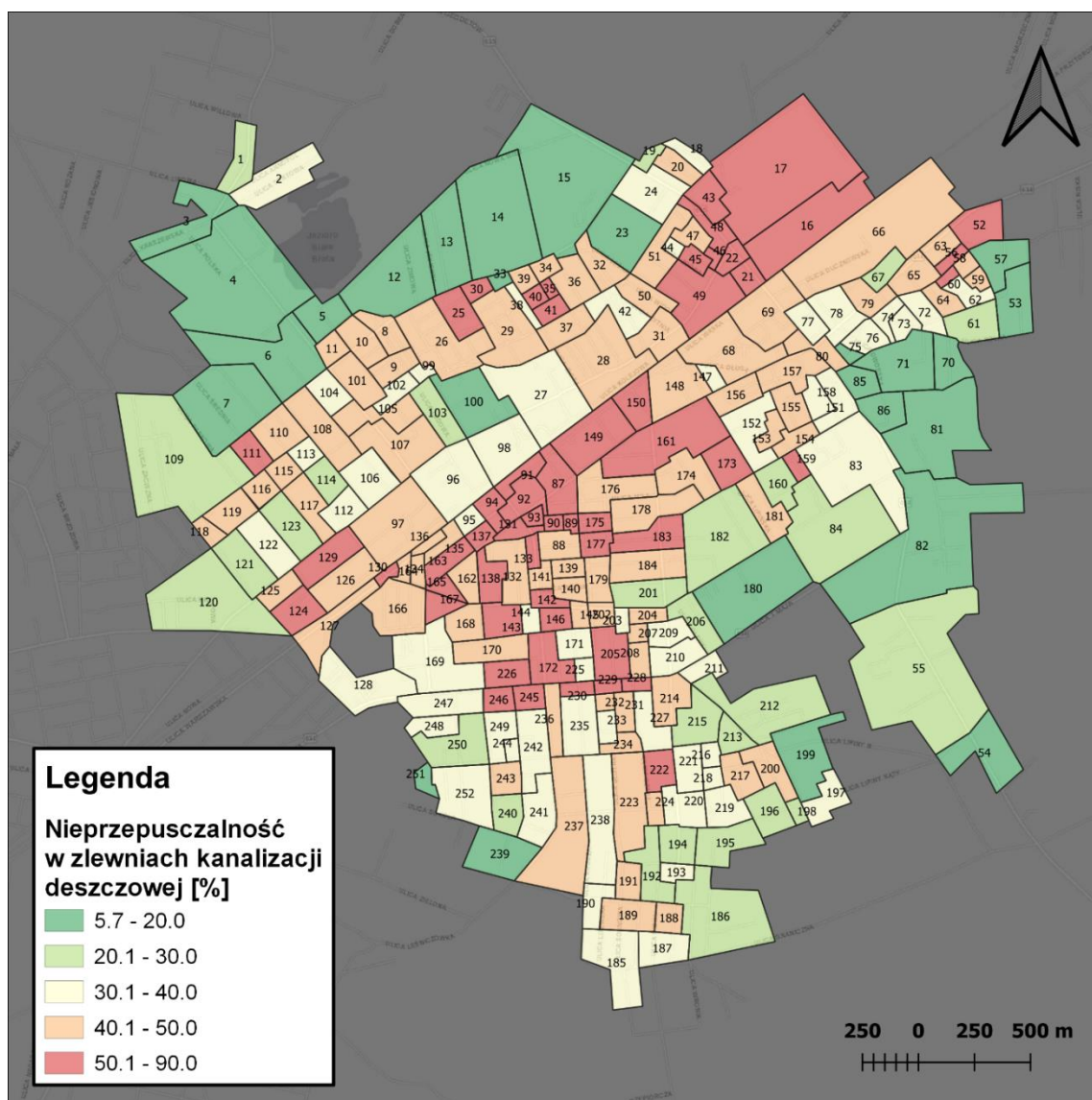
Rysunek 14. Gęstość powierzchni nieprzepuszczalnych w Wołominie na przestrzeni lat 2009-2018, opracowanie własne



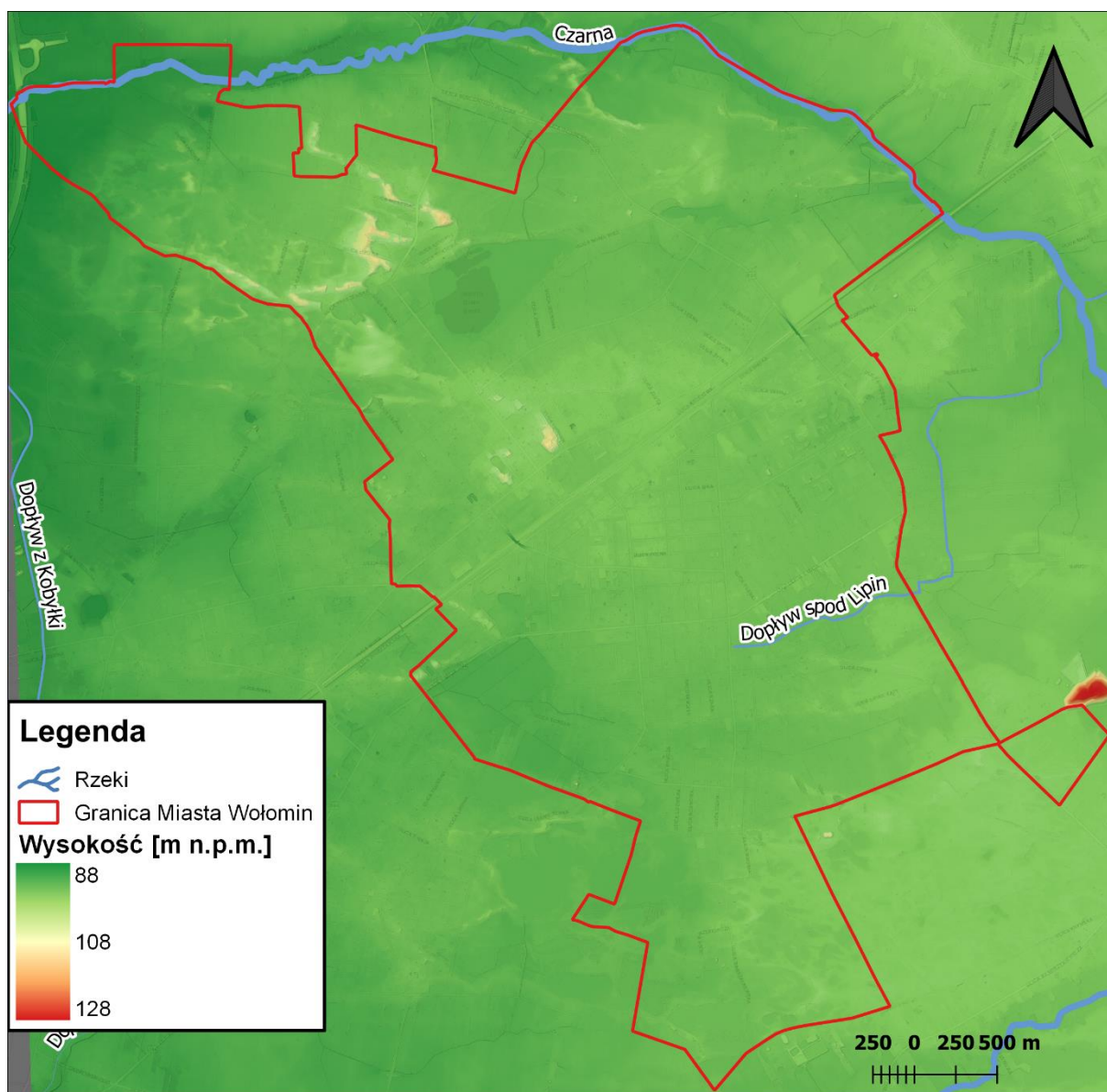
Rysunek 15. Wskaźnik szczelności podłoża w zlewniach elementarnych kanalizacji deszczowej miasta Wołomin ujętego w modelu odpływu kanalizacji burzowej

Obok użytkowania terenu (gdzie przepuszczalność powierzchni jest jednym z kluczowych parametrów) i celowej gospodarki wodnej (sterowanie retencją i odpływem wód opadowych oraz roztopowych), na zagrożenie powodziowe nakłada się ogólnie mówiąc trzeci element – czyli uwarunkowania naturalne, na które składają się struktura hydrograficzna i ukształtowanie powierzchni. Porównanie rozkładu przestrzennego gęstości obszarów nieprzepuszczalnych (rys. 18.) z generalnym ukształtowaniem terenu na obszarze miasta (rys. 19.) wskazuje na bardzo korzystne warunki kształtowania obiegu wody. Główną osią hydrograficzną miasta jest sztuczna sieć kanalizacyjna, a Dopływ spod Lipin, której dolina jest naturalną formą hipsometryczną nie stanowi znaczącej dla miasta systemu dopływu. Obszar Wołomina to małe deniwelacje terenu i nie mają one znaczącego wpływu na system odprowadzania wody z miasta.

Oznacza to w praktyce, iż naturalne procesy spływu powierzchniowego zgodnie z nachyleniem stoków nie wnoszą dodatkowego zagrożenia dla zagrożenia podtopieniami jakie ma miejsce np. przez uszczelnienie powierzchni nachylonej. Inaczej ma się obszar wiejskiej części gminy Wołomina, która w ostatnich latach była narażona na rozbudowę i w konsekwencji zwiększenie udziału powierzchni uszczelnionych. Miejscowości takie jak Czarna, Nowe Lipiny, Majdan oraz Zagościec znajdują się w bezpośredniej bliskości rzeki Czarna, co może wzmacniać efekt zagrożenia podtopieniami wynikający z braku kanalizacji odprowadzającej wody opadowe. Być może są to obszary, w których taniej byłoby wybudować zbiorniki retencyjne, z uwagi na duże odległości od odbiorcy głównego kanału kanalizacji deszczowej miasta Wołomin jak również z powodu zagrożenia jej przeciążeniem.



Rysunek 16. Wskaźnik szczelności podłoża (nieprzepuszczalności) w zlewniach elementarnych kanalizacji deszczowej ujętych w modelu miasta Wołomin i obszarów przylegających



Rysunek 17. Hipsometria miasta Wołomin

3.1.7. Modelowanie hydrologiczne zagrożenia podtopieniami

Problem zagrożenia podtopieniami w Wołominie został przeanalizowany z wykorzystaniem modelowania w SWMM. Program SWMM (Storm Water Management Model), stworzony przez US EPA (Amerykańska Agencja Ochrony Środowiska), jest swoistym symulatorem systemów kanalizacyjnych, który jest dedykowany głównie modelom kanalizacji deszczowej oraz ogólnospławnej. Aplikacja jest całkowicie darmowa do użytku prywatnego jak i komercyjnego, udostępniana łącznie z kodem źródłowym. Dostępna jest wyłącznie w angielskiej wersji językowej. Model SWMM jest dynamicznym modelem analizującym zjawiska w ujęciu opad-odpływ. Może być on wykorzystany dla symulacji pojedynczych zdarzeń lub długoterminowych odpływów (zarówno ilościowych jak i jakościowych) ze zlewni zurbanizowanych. Odpływ w modelu jest generowany na podstawie skumulowania odpływu ze

zlewni jednostkowych, gdzie opad generowany jest na podstawie zadanego w modelu wysokości opadu atmosferycznego. Następnie odpływ jest transportowany systemem rurociągów, kanałów, obiektów podczyszczających, retencyjnych, pompowni i urządzeń regulacyjnych w czasie przyjętego kroku symulacji. W modelu wykorzystuje się więc zarówno model hydrologiczny, hydrauliczny, jak i jest możliwość wykorzystania komponentu jakościowego (nie wykorzystany w tym opracowaniu).

Dla Wołomina, na podstawie udostępnionych danych, stworzono podstawowy model zlewni kanalizacji deszczowej. W modelu uwzględniono udostępnione przez Zamawiającego dane dotyczące rzędnych powierzchni i dna studzienek w sieci kanalizacyjnej (jednak bez dokładnego przekroju poprzecznego studzienek) informacje o przebiegu i przekroju poprzecznym (średnicy) przewodów kanalizacji deszczowej (jednak bez informacji o typie materiału, z którego wykonane są kanały mającej wpływ na ich szorstkość). Na podstawie dostarczonych planów kanalizacji deszczowej przygotowano jej mapy cyfrowe, wskazujące ułożenie sieci kanalizacji deszczowej, kierunek odpływu, przynależność do zlewni bilansowej. Wartości spadku i przebiegu kanalizacji deszczowej opracowano lub zweryfikowano na podstawie wysokości dna kolektorów nad poziomem morza udostępnionych na Geoportalu Urzędu Marszałkowskiego weryfikując w przypadku braku rzędnych na podstawie modelu wysokości terenu pozyskanego z GUGIK (rozdzielczość przestrzenna 1mx1m). Następnie po przyjęciu wg literatury wartości parametrów szorstkości, promienia zwilżonego i pozostałych brakujących parametrów dla sieci kanałów i studzienek, stworzono model kanalizacji deszczowej w SWMM dla miasta.

W modelu tym sprawdzono wydolność sieci kanalizacyjnej, testując natężenie opadu obliczone ze wzoru Błaszczyka [1983] o czasie trwania 120 min i prawdopodobieństwie wystąpienia raz na 2, 5, 10, 20 i 50 lat oraz sprawdzając 2 zdarzenia ekstremalnego opadu rzeczywistego, który został odnotowany w stacji meteorologicznej na stacji Krym: (1) zdarzenie z 03.08.2018 roku i z dobową sumą 26.1 mm i (2) z 11.08.2018 z sumą dobową 48.8 mm. Dla zmienności w czasie wartości sumarycznej opadu dla deszczy hipotetycznych przyjęto rozkład zaproponowany dla Niemiec [DVWK, 1984]⁴, który jest powszechnie stosowany w Polsce i wykazuje duże podobieństwo do obserwowanych rozkładów opadów w zlewniach zurbanizowanych okolic Warszawy [Barszcz, 2012]⁵. W tabeli poniżej zamieszczono obliczone natężenia opadów wg wzoru Błaszczyka⁶ (tab. 7).

⁴ DVWK 1984. Arbeitsanleitung zur Anwendung Niederschlag-Abfluss-Modellen in kleinen Einzugsgebieten. Regeln 113. T. 2. Synthese. Hamburg. Verlag Paul Parey.

⁵ Barszcz M., 2012 Znormalizowane rozkłady warstwy opadu w czasie trwania deszczy na obszarze zlewni doświadczalnej w Warszawie. Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie, T. 12, z. 3, 27—38.

⁶ Błaszczyk P. (red.): Zasady planowania i projektowania systemów kanalizacyjnych w aglomeracjach miejsko - przemysłowych i dużych miastach. Instytut Kształtowania Środowiska, Warszawa 1983.

Z uwagi na brak możliwości pełnej kalibracji modelu wynikający z braku stanowiska pomiaru wielkości odpływu z sieci kanalizacji deszczowej, wyniki poszczególnych symulacji należy traktować jako informację jakościową, a nie ilościową. Uzyskane wartości znormalizowano przyjmując oddzielny kartogram kolorystyczny dla studzienek oraz zlewni elementarnych. W każdym z scenariuszy przedstawiono wyniki modelowania jako obszary najbardziej zagrożone (kolor czerwony), średnio zagrożone (kolor żółty) i najmniej zagrożone (kolor zielony) podtopieniem, przyjmując wartości procentowe przedziałów: 0-30% niskie zagrożenie, 30-70% średnie zagrożenie a 70-100% silne zagrożenie podtopieniem. Zgodnie z tym założeniem kolor czerwony oznacza relatywnie wysoki odpływ wód opadowych ze zlewni.

Tabela 7. Wartości natężenia hipotetycznych epizodów opadów nawaalnych o przyjętej częstotliwości wystąpienia (prawdopodobieństwie przewyższenia), wg formuły Bogdanowicz i Stachy dla regionu centralnego, z rozkładem DVWK oraz ich parametrów (suma i natężenie), dla których przeprowadzono symulacje.

Czas trwania [min]	Częstotliwość wystąpienia [1/a]	Suma opadu [mm]	Średnie natężenie deszczu [dm ³ /s/ha]	Kategoria deszczu wg Chomicza
120	2	24.06	33.41	Deszcz ulewny II stopnia
120	5	34.96	48.56	Deszcz ulewny III stopnia
120	10	41.49	57.63	Deszcz ulewny III stopnia
120	20	47.24	65.61	Deszcz ulewny IV stopnia
120	50	54.04	75.06	Deszcz ulewny IV stopnia

Na rysunkach 20-24 zamieszczono wyniki tych symulacji dla zlewni elementarnych systemu kanalizacji deszczowej. Powstałe mapy zagrożenia należy traktować jako mapy wrażliwości terenu na zagrożenie podtopieniem. Wskazują one miejsca, które zostaną poddane zagrożeniu podtopienia w różnym stopniu przez wody deszczowe o określonej częstotliwości. Ponadto, dla studzienek przedstawiono duże zagrożenie wylania się wody kolorem czerwonym a średnie pomarańczowym. Największe zróżnicowanie w analizie wrażliwości zlewni zauważyć można pomiędzy scenariuszem deszczu występującymi raz na dwa lata (20-25 mm) a pozostałymi scenariuszami. Przejawia się to znacznym zwiększeniem, prawie dwukrotnym obszaru o wysokim zagrożeniu w stosunku do scenariusza "raz na 2 lata" oraz włączanie obszarów o średnim zagrożeniu w symulacjach kolejnych hipotetycznych scenariuszy zagrożenia. Rysunek 25 przedstawia porównanie zaproponowanych scenariuszy dla kilku wybranych zlewni, o różnych możliwościach retencyjnych. Niebieskie prostokąty diagramu słupkowego przedstawiają wartości sum opadu deszczu hipotetycznych, natomiast kółkami z nr zlewni zaznaczono wartości procentowego udziału deszczu w formowaniu spływu powierzchniowego.

Weryfikacja wykonanych symulacji została przeprowadzona na podstawie informacji pozyskanych od komendy straży pożarnej. Z uzyskanych informacji o przeprowadzonych interwencjach

na obszarze gminy Wołomin w latach 2010-2019 sporządzono mapę intensywności występowania zdarzeń interwencji w przypadku zgłoszeń o podtopieniach. Dane dotyczące zgłoszeń zostały zgeokodowane na podstawie adresów interwencji, a następnie przeprowadzono ich interpolację, wykorzystując estymację jądrową gęstości (estymacja nieparametryczna, z ang. Kernel density estimation), jedno z narzędzi dostępnych w programie QGIS, znanych jako „heat map” (rys. 26). Zastosowana technika miała na celu uwypuklenia obszarów, gdzie dochodzi do największej ilości interwencji straży pożarnej w przypadku lokalnych podtopień.

Analizując mapę interwencji straży pożarnej widać, że dominowały one w środkowej i środkowo-południowej części miasta. Jest to strefa ścisłego centrum, w której również odnotowujemy wysoki wskaźnik terenów nieprzepuszczalnych i zróżnicowany poziom rozbudowy sieci kanalizacji burzowej. Lokalizacja podwyższonej liczby interwencji (pas w środkowo-południowej części miasta o ponad 20 zgłoszeniach) koresponduje mianowicie ze zdecydowanie za niską gęstością sieci kanalizacyjnej (rys. 14). Bardzo dobrze widać - porównując na specjalnie przygotowanej mapie, obie charakterystyki: heat map i właśnie gęstości kanalizacji w zlewniach (rys. 27). Strefy, w których współczynnik rozwinięcia kanalizacji burzowej jest niższy niż 7 km/km² położonych w miejscach o dużym wzroście lub dużym współczynniku pokrycia powierzchniami nieprzepuszczalnymi, są predysponowane do podtopień i tam też notowano najwięcej interwencji straży pożarnej w okresie ostatnich 10 lat. Jest to także obszar, który w wyniku modelowania hydrodynamicznego wskazywany jest jako ten o najwyższym lub średnim zagrożeniu podtopieniami.

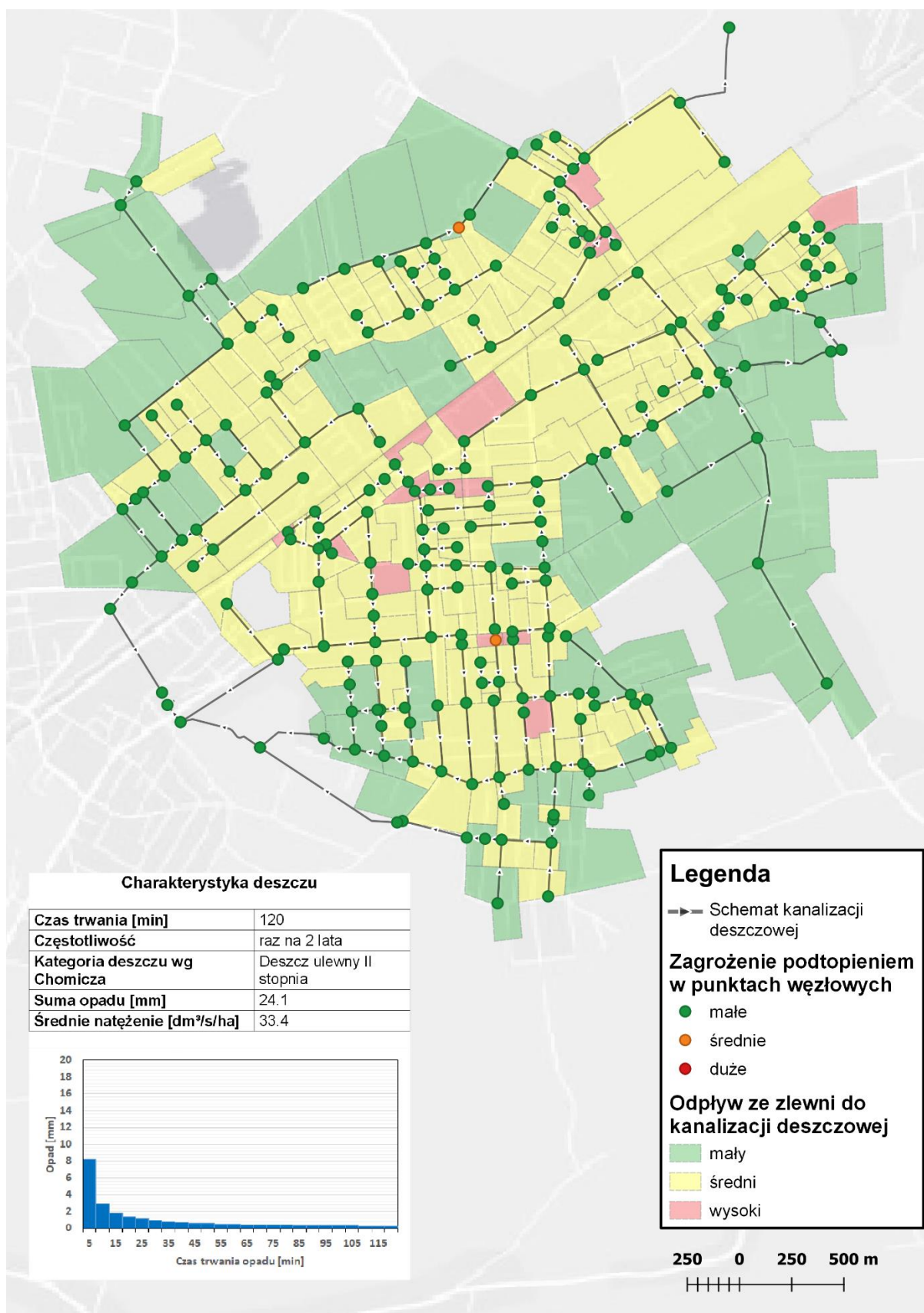
Ponadto na uwagę zasługują obszary położone poza siecią kanalizacji deszczowej/burzowej lub na granicy jej zasięgu, a w których do takich interwencji dochodziło. Wymienić tutaj można miejscowości położone w wiejskiej części gminy Wołomin, a mianowicie Czarna oraz przede wszystkim Zagościniec.

Analiza dat zgłoszeń podtopień do straży pożarnej pozwoliła odnaleźć zdarzenia w okresie podlegającym obserwacji meteorologicznej. W dniu 03.08.2018 straż pożarna wezwana była 4-krotnie w różnych regionach miasta, w tym dwa wezwania dotyczyły nowo wybudowanego centrum handlowego. Tego dnia zanotowano opad przekraczający 20 mm (26 mm). Dla opadu o tej wysokości przeprowadzono symulację odpływu z wykorzystaniem modelowania hydrodynamicznego w zlewniach skanalizowanych, identyfikując istniejące zagrożenie dla opadu o wysokości 20-25 mm. Nałożenie adresów interwencji na tę mapę pokazało, że trzy zdarzenia miały miejsce w strefie wysokiego zagrożenia a jedno w strefie średniego zagrożenia (rys. 28). Nie był to typowy przypadek, gdyż opad ten miał miejsce w ciągu 60 minut. Dlatego też jego intensywność była dwukrotnie wyższa niż odpowiadający mu co do wysokości opad o częstotliwości wystąpienia raz na 2 lata, dlatego też

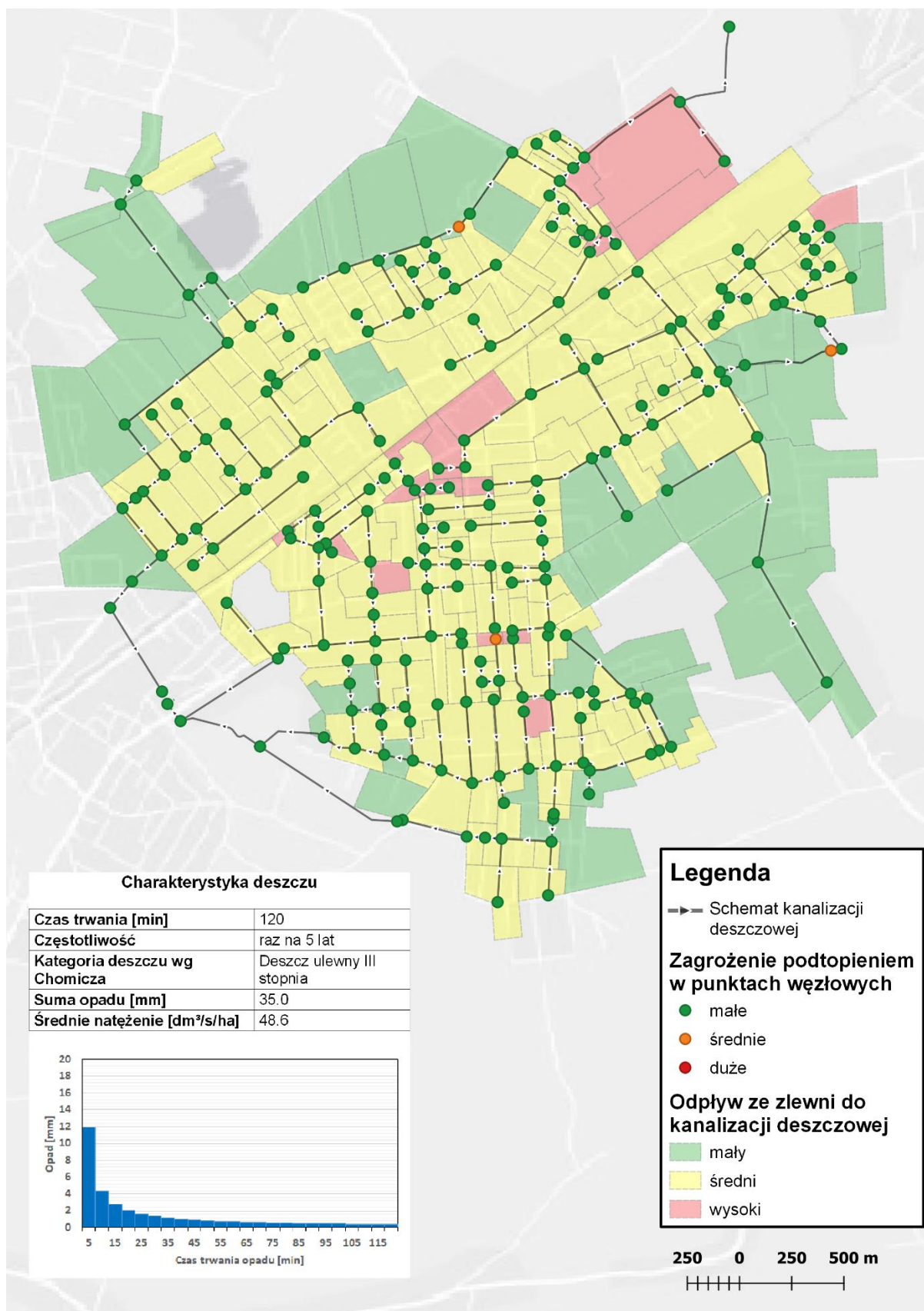
doprowadził on do powstania podtopień, które wystąpiły w miejscach o zagrożeniu średnim i wysokim (Rys. 28).

W tabeli 8 przedstawiono wyniki tej symulacji w zlewniach bilansowych, w których prowadzone jest zarządzanie wodami komunalnymi. Takie zestawienie pozwala na stwierdzenia bardziej ogólne co do problematyki zagrożenia powodzią w poszczególnych zlewniach, jednocześnie wskazuje nam zlewnie, które powinny być potraktowane priorytetowo. Widać, że 3 wezwania straży pożarnej, które dotyczyły miejsc o zagrożeniu powodziowym wysokim przypadły na zlewnie nr 3 i 5, w których zagrożenie wysokie sięga ok. 10 i ok. 20 % powierzchni, a jednocześnie zlewnie te charakteryzuje najwyższy wskaźnik nieprzepuszczalności terenu (ok 40% oraz ok. 50% powierzchni). Powinny one być traktowane priorytetowo w lokalizacji prac zmniejszających zagrożenie. Jednocześnie należy stwierdzić, że we wszystkich zlewniach zagrożenie co najmniej średnie podczas opadu w dniu 03.08.2018 przekraczało 60% powierzchni.

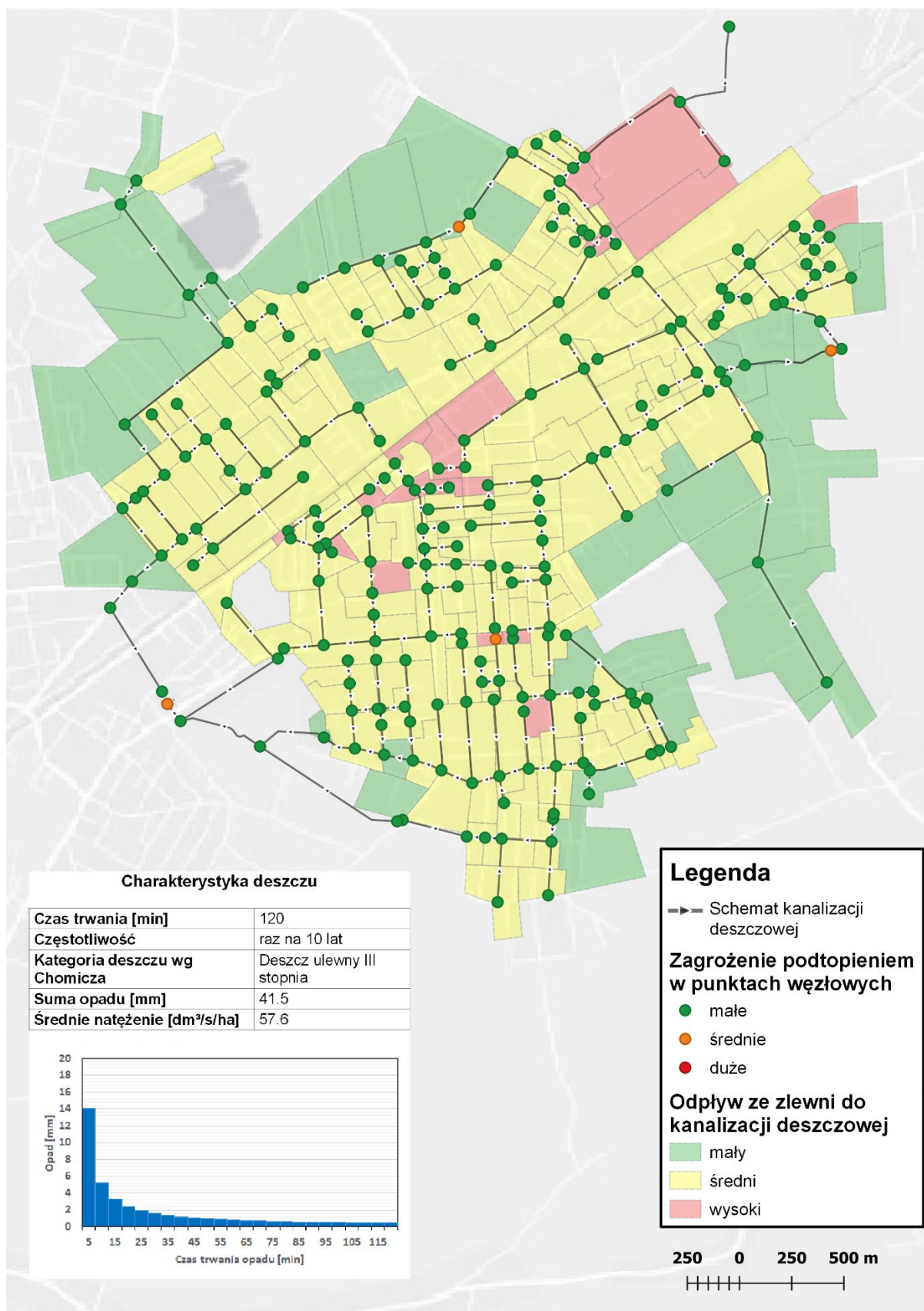
Jednocześnie przeanalizowano opad o wysokości 35 mm, który miał miejsce w dniu 11.08.2018. Pomimo wyższych wartości sumy opadu nie spowodował on zagrożeń wymagających interwencji straży pożarnej. W związku z faktem, że posterunek opadowy znajduje się poza obszarem modelowania – przy oczyszczalni ścieków uznano go za niereprezentatywny dla obszaru miasta. Sytuacja przestrzennej rozbieżności chwilowego natężenia opadu na obszarach zurbanizowanych jest dość typowa, w literaturze dokładnie charakteryzowane są opady chwilowe jako te, dla których typowe jest lokalne występowanie i mała powierzchnia objęta opadem.



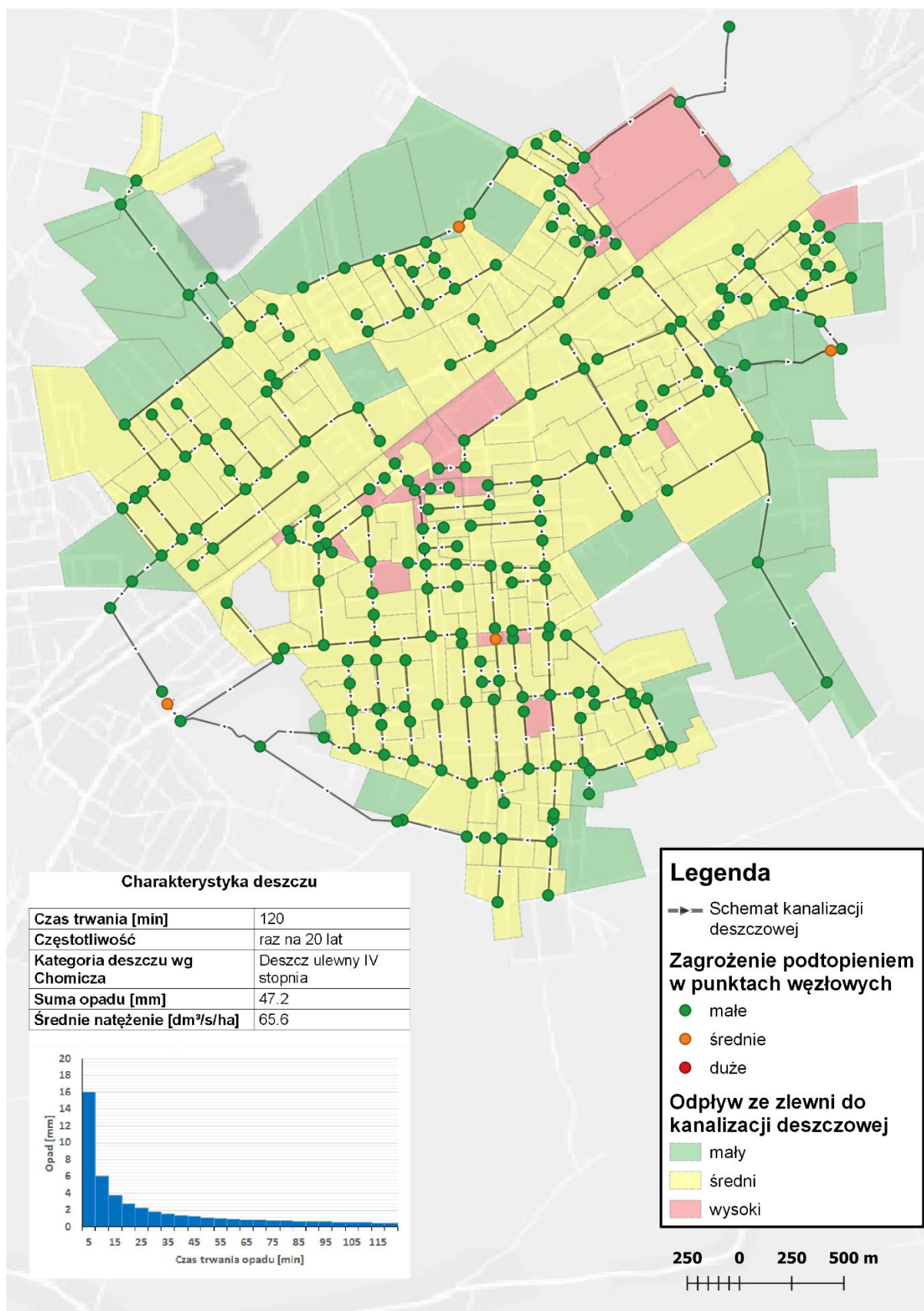
Rysunek 18. Symulacja dla deszczu o czasie trwania 120 min i prawdopodobieństwie wystąpienia raz na 2 lata



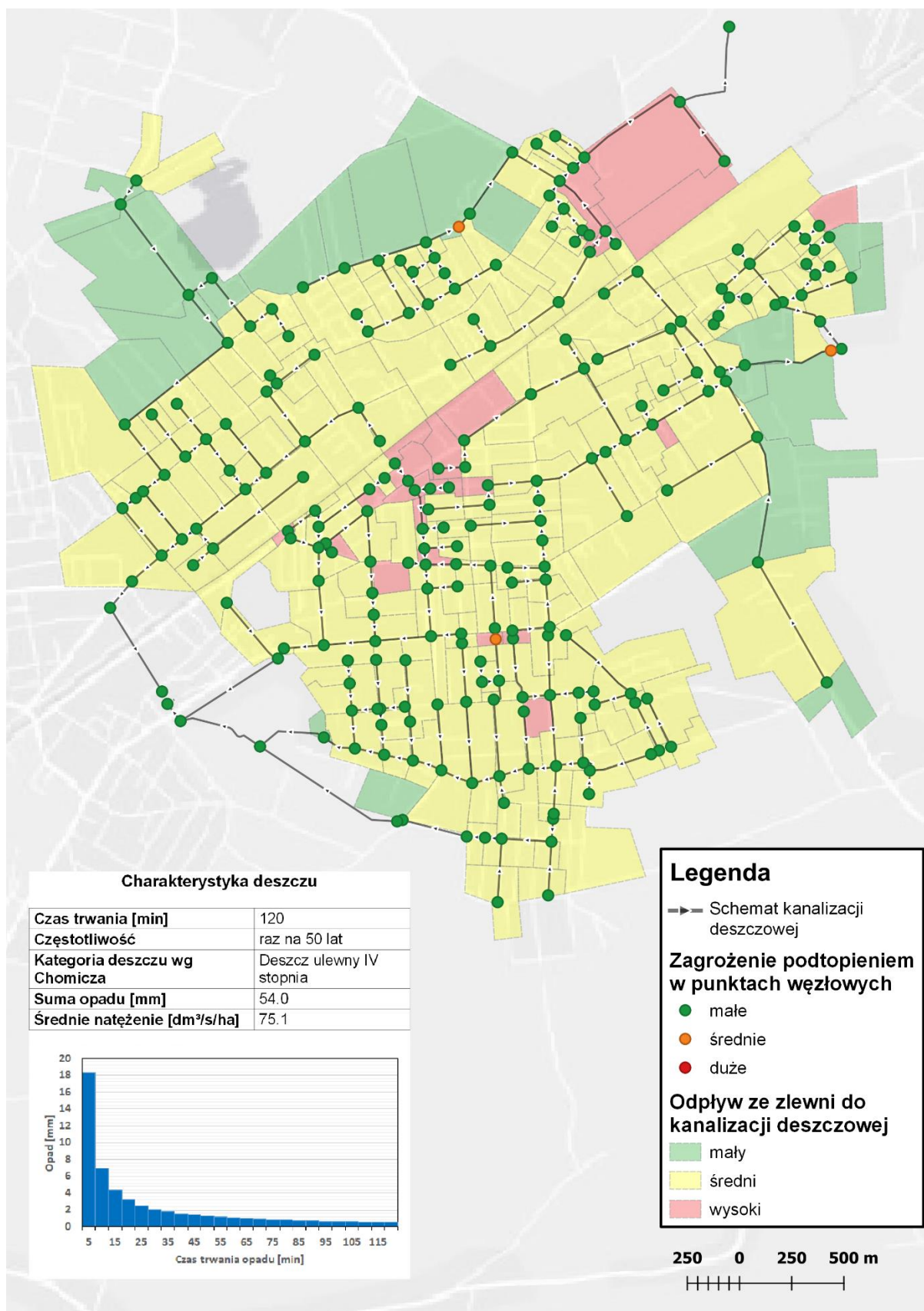
Rysunek 19. Symulacja dla deszczu o czasie trwania 120 min i prawdopodobieństwie wystąpienia raz na 5 lat



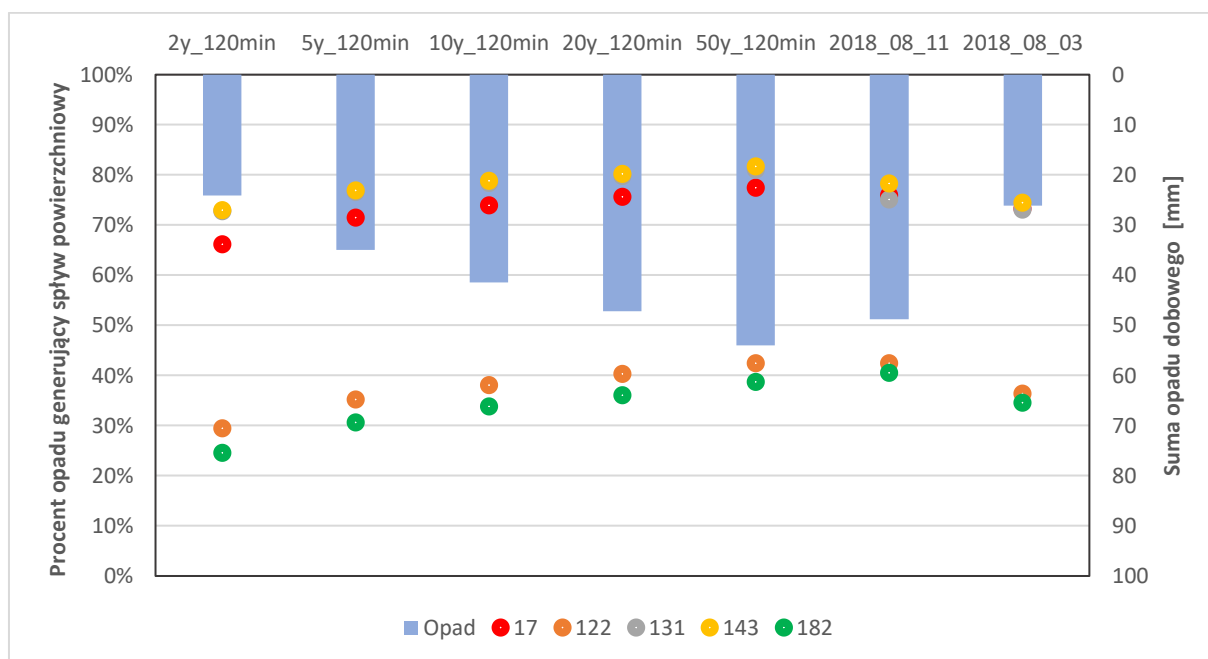
Rysunek 20. Symulacja dla deszczu o czasie trwania 120 min i prawdopodobieństwie wystąpienia raz na 10 lat



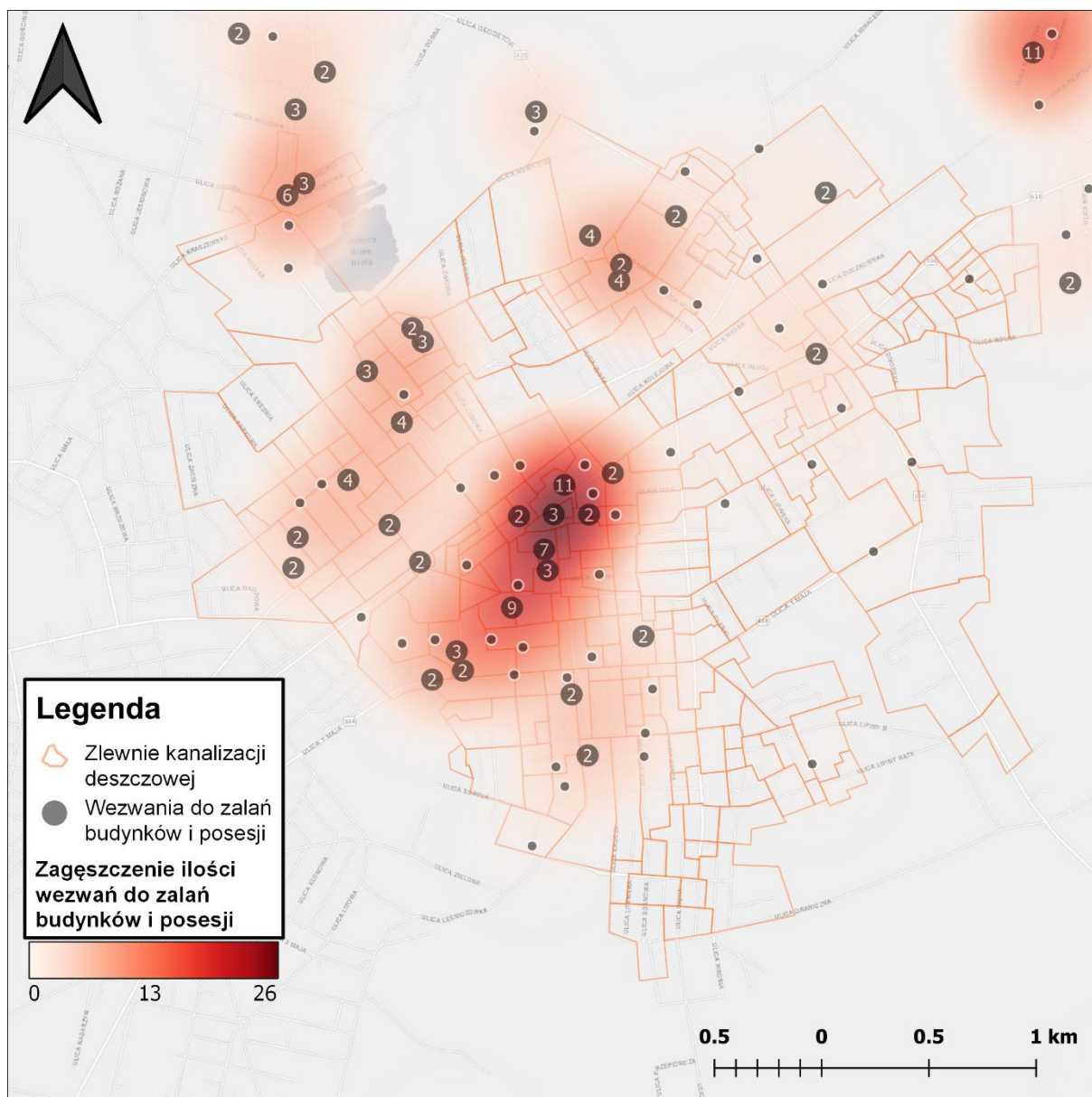
Rysunek 21. Symulacja dla deszczu o czasie trwania 120 min i prawdopodobieństwie wystąpienia raz na 20 lat



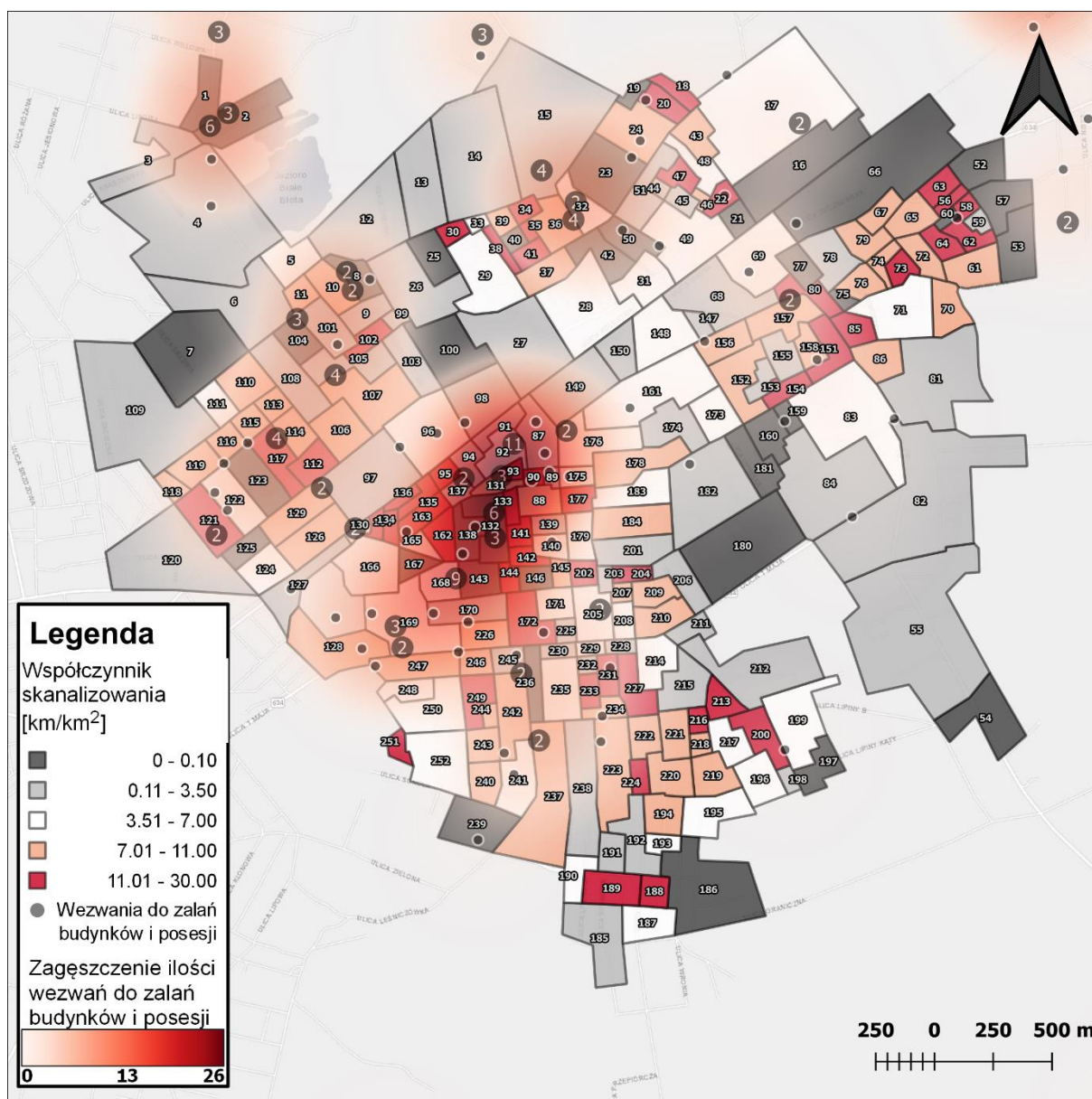
Rysunek 22. Symulacja dla deszczu o czasie trwania 120 min i prawdopodobieństwie wystąpienia raz na 50 lat



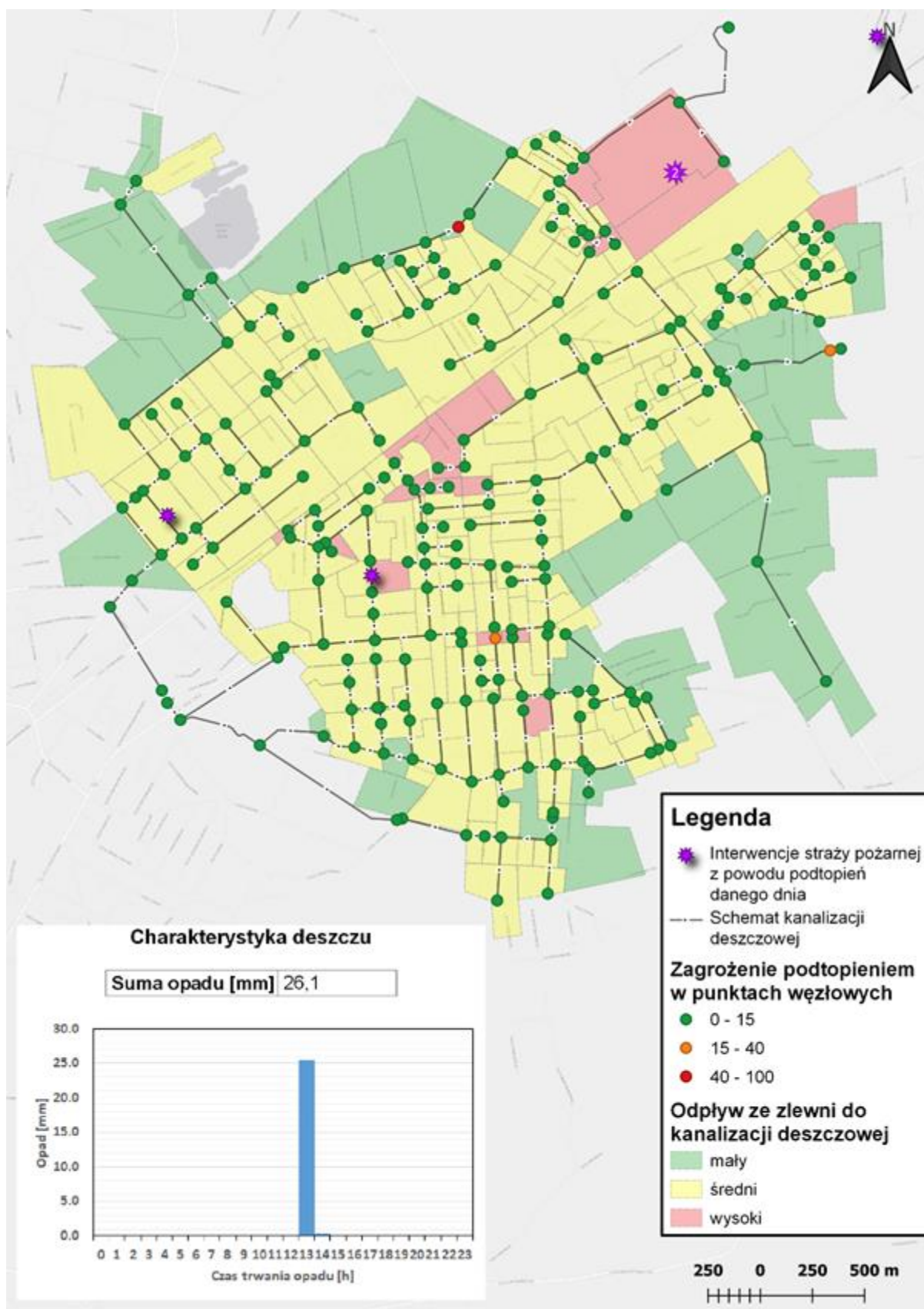
Rysunek 23. Zestawienie wyników symulacji dla deszczy o różnym czasie trwania w wybranych zlewniach elementarnych



Rysunek 24. HEAT MAP interwencji straży pożarnej w związku z podtopieniami w gminie Wołomin w latach 2010-2019



Rysunek 25. Porównanie HEAT MAP wezwań interwencyjnych straży pożarnej do podtopień z mapą współczynnika rozwinęcia sieci kanalizacyjnej



Rysunek 26. Symulacja dla zdarzenia z dn. 03.08.2020

Tabela 8. Analiza zagrożenia powodziowego przez odpływ ze zlewni do kanalizacji deszczowej na podstawie symulacji dla zdarzenia z dnia 3.08.3018 w zlewniach bilansowych w zestawieniu z nieprzepuszczalnością terenu i wezwaniami do straży pożarnej.

Zlewnia bilansowa	Scenariusz 24mm (% powierzchni zlewni bilansowej)			Scenariusz 35mm (% powierzchni zlewni bilansowej)		
	Małe	Średnie	Wysokie	Małe	Średnie	Wysokie
Zlewnia A	50.6	46.0	3.4	39.3	56.0	4.6
Zlewnia kolektora D	50.4	46.9	2.7	37.1	60.2	2.7
Zlewnia kolektora w ul. 1 Maja	0.0	90.4	9.6	0.0	90.4	9.6
Zlewnia ul. Armii Krajowej	55.4	44.6	0.0	47.3	52.7	0.0
Zlewnia ul. Łukasiewicza	38.7	59.0	2.3	32.5	47.5	20.1
Zlewnia ul. Wołomińskiej	30.7	69.3	0.0	0.0	100.0	0.0

3.1.8. Wnioski i zalecenia. Podsumowanie analiz w zlewniach bilansowych

Obszary zurbanizowane, o dużej gęstości powierzchni nieprzepuszczalnych, są szczególnie wrażliwe na krótkotrwałe intensywne opady, które nie mogą być nawet w naturalnych warunkach w całości zakumulowane jako retencja (powierzchniowa lub/i podziemna). W warunkach tych następuje gwałtowne kumulowanie odpływu/spływu powierzchniowego, co jest przyspieszone przez udział powierzchni nieprzepuszczalnych miasta.

Nadmiar wód w przypadku wystąpienia tak intensywnego opadu powinien być przejmowany przez sieć odpływu powierzchniowego (cieki, kanalizacja deszczowa). W szczególności system kanalizacji deszczowej pełni tu rolę zapewnienia właściwego funkcjonowania miasta. Przy niedostatecznej gęstości sieci kanalizacyjnej lub niedostatecznej przepustowości wzrasta zagrożenie występowania podtopień powodujących znaczące straty materialne (uszkodzenia dróg, parkingów, ścian budynków, podtopienia piwnic, etc.). Wrażliwość przestrzeni zurbanizowanej na opady jest zróżnicowana, w zależności od jej parametrów oraz typu infrastruktury.

W przypadku Wołomina przeanalizowano:

- strukturę zlewni jednostkowych kanalizacji odprowadzającej wody opadowe (powierzchnia, warunki obiegu wody, rozwinięcia sieci kanalizacyjnej w zlewniach),
- udział powierzchni nieprzepuszczalnych w poszczególnych zlewniach jednostkowych kanalizacji odprowadzającej wody opadowe,

- strukturę odpływu powierzchniowego w poszczególnych zlewniach jednostkowych kanalizacji odprowadzającej wody opadowe z wykorzystaniem modelu hydrodynamicznego SWWM, składowej systemu modelowania WetSPA-Urban,
- wrażliwość na opad 120 minutowy o wielkości sumy opadu (zgodnie ze scenariuszami analiz deszczy hipotetycznych o wielkości i natężeniu) odpowiadającemu częstotliwości pojawienia się (prawdopodobieństwa przewyższenia) co 2, 5, 10, 20 i 50 lat,
- analizę obszarów zagrożonych podtopieniem w wyniku opadu 120 minutowy o wielkości sumy opadu odpowiadającej jego pojawieniu się co 2 i 5 lat (scenariusz zmian klimatu prowadzący do generowania opadu o natężeniu 20-24 mm/120 min oraz 35 mm/120 min),
- analizę informacji o wezwaniach straży pożarnej w gminie miejsko-wiejskiej Wołomin na przestrzeni ostatnich 10 lat.

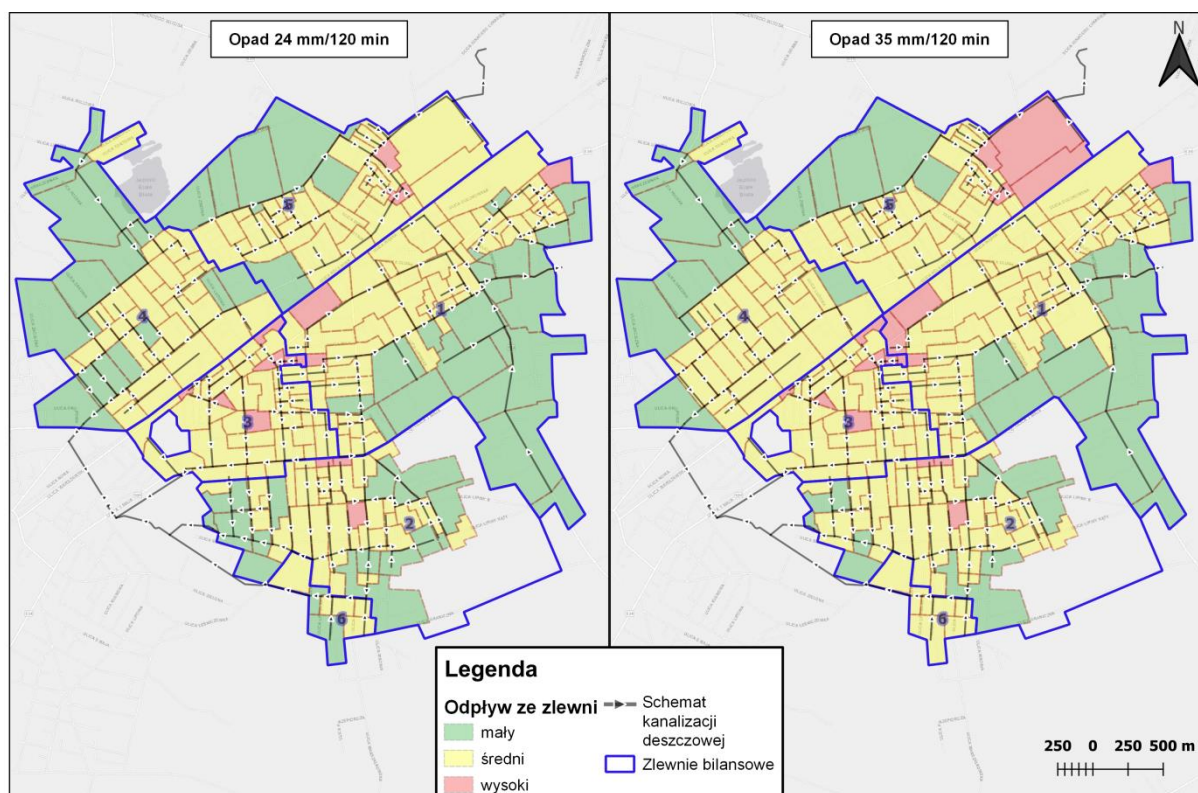
- **Analiza wyników modelowania scenariuszowego i proponowane zalecenia z podziałem na zlewnie bilansowe**

Powyżej omówione zagadnienia przeanalizowano również w odniesieniu do zlewni bilansowych oraz zagrożenia jakie może powstać na terenie tych zlewni. Przeprowadzone badania i symulacje wskazują przede wszystkim dużą wrażliwość przestrzeni miejskiej Wołomina na opad dobowy o natężeniu już od 20-24 mm/120 min (rys 28), zidentyfikowanego jako zagrożenie już istniejące współcześnie. Jest to opad, który jeśli chodzi o jego wysokość, współcześnie występuje z średnią częstością w wieloleciu (średnio co dwa lata). Opad ten miał dwukrotnie większe natężenie niż hipotetyczne, ale też spowodował zagrożenie potwierdzone wezwaniami straży pożarnej do kilku miejsc na obszarze gminy. Analizy scenariuszowe w odniesieniu do przewidywanych zmian klimatu i reakcji obecnego systemu odpływu na jego skutki objęły również opad o wysokości 35 mm. Obszary zagrożone wystąpieniem podtopień przy wyżej wymienionych sumach opadu charakteryzuje w mieście powierzchnia o gęstości uszczelnienia powyżej 50% oraz relatywnie niskim wskaźniku rozwinięcia sieci kanalizacyjnej. Są to zarówno zwarte obszary dotychczasowej zwartej zabudowy w centrum miasta, ale również tereny centrum handlowego w północno- wschodniej części miasta.

Zakładając aktualny stan infrastruktury technicznej (brak rozwoju sieci kanalizacji deszczowej) oraz zatrzymanie przyrostu gęstości obszarów nieprzepuszczalnych, przeprowadzono modelowanie zagrożenia obszaru miasta podtopieniami związanymi z prognozowanym wzrostem natężenia opadu –

do 35 mm/120 min (opad 5 letni), co jest realnym scenariuszem często pojawiających się opadów w warunkach klimatycznych końca wieku XXI.

Wynik, prezentowany na rysunku 4.28, należy rozumieć jako powierzchnię zagrożoną podtopieniami w stopniu średnim (kolor żółty) lub wysokim (kolor czerwony) przy opadach o natężeniu 20mm/dobę i 35 mm/dobę. Porównanie tych dwóch scenariuszy zostało przedstawione wraz z granicami zlewni bilansowych.



Rysunek 27. Scenariusze zagrożeń podtopieniem –a) stan obecny (dla deszczu o wartości 20 mm/120 min) oraz b) stan przyszły, spowodowany zmianami klimatu (dla deszczu o wartości 35 mm/120 min)

Analizując wyniki symulacji w zlewniach bilansowych należy stwierdzić, że w warunkach opadu prognozowanego o natężeniu 20-24 mm/120 min (przyjęto, że odpowiada on opadowi dobowemu) oraz o natężeniu 35 mm/120 min zidentyfikowano istotny udział obszarów zagrożonych co najmniej w stopniu wysokim, jednak niejednakowo przypadający na poszczególne zlewnie. Policzono procentowy udział obszarów o zagrożeniu wysokim w każdej ze zlewni bilansowych (tab. 9). Szczegółowa identyfikacja obszarów położonych wewnątrz zlewni bilansowych, w których zagrożenie podtopieniami zostało zidentyfikowane przedstawiono w tabelach 10 i 11 posługując się schematem zlewni elementarnych. Typ zagrożenia zaznaczono w tych tabelach kolorem odpowiadającemu kolorowi na mapach zagrożeń przedstawionych na rys 29. Największy udział mają zagrożenia wysokiego zidentyfikowano w Zlewni kolektora w ul. 1 Maja ok 10 % a wartości poniżej 5% w zlewni

ul. Łukasiewicza, zlewni kolektora D i zlewni A. Powierzchnia wrażliwa na opad 35 mm/120 stwarzający wysokie zagrożenie obejmuje w tych zlewniach podobne obszary a wyraźnie ulega zwiększeniu w zlewni ul. Łukasiewicza osiągając ok 20% powierzchni obszarów skanalizowanych. Są to zlewnie w których należy podjąć działania zapobiegawcze w pierwszej kolejności. W pozostałych zlewniach dominuje wrażliwość na zagrożenie średnie wynosząc od ok. 50 do 90 % dla deszczu o natężeniu 20-24 mm/120 min oraz nawet do 100% dla deszczu o natężeniu 35 mm/120 min.

Groźnym powodem takiego stanu rzeczy jest to, że odpowiedź skumulowana jest na obszarach o dużej gęstości powierzchni nieprzepuszczalnych przekraczającej 50% i zwykle niedostatecznie rozbudowanej sieci kanalizacyjnej.

Na podstawie mapy interwencji straży pożarnej wnioskujemy, że w przypadku Wołomina takim niedostatecznym poziomem współczynnika gęstości kanalizacji są wartości poniżej 7 km/km². Istnienie sieci kanalizacji deszczowej przy jej obecnych parametrach nie obniża wrażliwości miasta na podtopienia, a wręcz przeciwnie, wskazano miejsca o niedostatecznie rozwiniętej infrastrukturze odpływu. W szczególności należy jednak zwrócić uwagę na zwarte obszary położone w środkowo-południowej części miasta oraz obszary centrum handlowego na północnym wschodzie miasta.

Wyniki modelowania niepodważalnie wskazują na konieczność intensyfikacji działań w zakresie gospodarki wodami opadowymi. Dwoma rekomendowanymi kierunkami jest:

(1) rozbudowa sieci kanalizacji deszczowej i sieci drenażu powierzchniowego która powinna być prowadzona w miejscach, gdzie nie ma możliwości retencjonowania wody oraz w sytuacji bliskości odbiorcy

(2) konieczność działań zwiększających możliwości retencyjne przestrzeni miejskiej przez:

A) budowę zbiorników retencyjnych;

B) wprowadzanie zielono-niebieskiej infrastruktury jako technologii zwiększających lokalną retencję – dla przykładu retencjonowanie wody dachowej na cele nawodnieniowe, zielone dachy, bioretencja związana z wprowadzaniem odpowiedniej roślinności;

C) ograniczanie przyrostu gęstości powierzchni nieprzepuszczalnych poprzez wprowadzanie przepuszczalnych powierzchni zamiast betonowych;

D) zwiększanie przepustowości i gęstości kanalizacyjnej sieci odpływu wód deszczowych.

Intensyfikując działania zaradcze należy skupiać się na zlewniach zidentyfikowanych jako infrastrukturalnie niedostatecznie rozwinięte. Jednocześnie pamiętać należy o tych obszarach gminy, w których nie istnieje jeszcze sieć kanalizacyjna wód opadowych, a w których z uwagi na ich położenie możliwe, iż istnieją ekonomiczne trudności z włączeniem ich do sieci gminnej. Przykładem są

miejsowości wiejskie położone w gminie Wołomin takie jak Czarna, Nowe Lipiny, Majdan oraz Zagościniec. Na obszarach tych zalecić powinno się budowę przede wszystkim zbiorników retencyjnych w sytuacji ich źródłowego położenia lub rozbudowy kanalizacji deszczowej w przypadku ich sąsiedztwa z rzeką Czarną.

Ukierunkowanie ogólnych zaleceń dla zlewni bilansowych poprawiających możliwości adaptacyjne Wołomina do zmian klimatu w zlewniach bilansowych podzielono na trzy wymienione wcześniej kierunki.

A) Wybudowanie dodatkowych zbiorników retencyjnych, które w przyszłości mogłyby odbierać nadmiar wody powinno się zaplanować 1) w źródłowych terenach zlewni Armii Krajowej i zlewni ul. Łukasiewicza. Umieszczenie takiego zbiornika w źródłowej części obu lub jednej ze zlewni (i doprowadzenie do niego wód z obu zlewni) zmniejszyłoby stan zagrożenia wysokiego i średniego w tych zlewniach a jednocześnie pozwoliłoby miastu na rozbudowę w kierunku północnym. W przypadku zlewni Armii Krajowej przekierowanie wód deszczowych do nowego zbiornika mogłoby zwolnić część retencji zbiornika przy ul. Nałkowskiego, obecnie wykorzystywanej przez część systemu kanalizacyjnego zlewni, poprawiając możliwości zagospodarowania części wód ze zlewni kolektora w ul. 1 Maja. Podobnie wybudowanie drugiego zbiornika retencyjnego w południowo wschodniej części miasta poprawiłoby warunki odpływu wód deszczowych dla zlewni A i zlewni kolektora D. Taki zbiornik mógłby powstać w części źródłowej tych zlewni bilansowych i odbierając wody deszczowe z części obecnych zlewni jednocześnie dawał miastu możliwość rozwoju urbanistycznego w kierunku południowo wschodnim. Bardzo ważne jest aby wziąć pod uwagę retencję naturalnych zbiorników retencyjnych takich jak mokradła w okolicach miasta. Są to obszary retencji naturalnej, których rola powinna być doceniona. W żadnym wypadku nie należy zastępować ich projektując tam ww. zbiorniki retencyjne.

B) i C) Wprowadzanie niebiesko-zielonej infrastruktury oraz przepuszczalnych powierzchni (np., parkingów i chodników) powinno być zalecane ogólnie w miejscach, w których wpływ wybudowania retencyjnych zbiorników wodnych nie będzie sięgał. Miejsca te dominują tam, gdzie wskaźnik spójności (nieprzepuszczalności) powierzchni jest największy. Miejsca takie powinny być znajdowane na zasadzie analizy szczegółowej warunków lokalnych nie ograniczając się do wybranych zlewni bilansowych. Przede wszystkim też koncentrować się powinny w zlewniach elementarnych o szczególnie wysokim lub średnim zagrożeniu położonych we wszystkich sześciu zlewniach bilansowych. Należy doceniać walory naturalnych warunków przyrodniczych i ocenić ich wpływ na zmniejszanie ryzyka powodziowego.

D) Zwiększanie przepustowości i gęstości kanalizacyjnej sieci odpływu wód deszczowych dotyczy obszarów o małej gęstości kanalizacji burzowej i jednocześnie wysokim lub średnim zagrożeniu podtopieniami. Decyzja o przeprowadzeniu nowej sieci kanalizacji deszczowej powinna być podjęta na podstawie szczegółowych analiz lokalnych uwarunkowań odpływu wód deszczowych.

Niniejsza analiza ma charakter studium wskazującego umiejscowienie problemów z odpływem wód deszczowych oraz podaniem ogólnych zasad ich poprawy. Każde działanie powinno być poprzedzone szczegółową analizą warunków lokalnych i oszacowaniem wielkości wód, które powinno się wyłączyć z odpływu lub jego odpływ spowolnić. Wykonana analiza może być podstawą dla opracowania szczegółowych projektów i rozwiązań poprawiających warunki wodne w mieście i gminie Wołomin.

Tabela 9. Analiza zagrożenia powodziowego dla scenariuszy deszczy 24 (20) mm i 35 mm w zlewniach bilansowych w % powierzchni narażonej na zagrożenie małe, średnie i wysokie systemu odpływu deszczowego miasta Wołomin i okolic

Zlewnia bilansowa	Scenariusz 24mm (% powierzchni zlewni bilansowej)			Scenariusz 35mm (% powierzchni zlewni bilansowej)		
	Małe	Średnie	Wysokie	Małe	Średnie	Wysokie
Zlewnia A	50.6	46.0	3.4	39.3	56.0	4.6
Zlewnia kolektora D	30.9	65.8	3.3	0.7	89.7	9.6
Zlewnia kolektora w ul. 1 Maja	0.0	52.0	48.0	0.0	30.9	69.1
Zlewnia ul. Armii Krajowej	37.6	56.0	6.4	25.3	60.2	14.5
Zlewnia ul. Łukasiewicza	32.5	36.5	31.0	32.2	29.7	38.1
Zlewnia ul. Wołomińskiej	0.0	100.0	0.0	0.0	94.2	5.8

Tabela 10. Identyfikacja zagrożenia powodziowego dla scenariusza deszczu 24 (20) mm w zlewniach elementarnych z podziałem na zagrożenie małe (kolor zielony), średnie (kolor żółty) i wysokie (kolor czerwony). Numery odpowiadają numerom zlewni elementarnej systemu odpływu deszczowego miasta Wołomin i okolic

Zlewnia bilansowa	Podzlewnie modelu SWMM
Zlewnia A	52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 147, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 161, 173, 174, 175, 176, 177, 178, 179, 180, 181, 182, 183, 184, 201, 203, 204, 206, 207, 208, 209, 210.
Zlewnia kolektora D	186, 191, 192, 193, 194, 195, 196, 197, 198, 199, 200, 211, 212, 213, 214, 215, 216, 217, 218, 219, 220, 221, 222, 223, 224, 227, 228, 229, 230, 231, 232, 233, 234, 235, 236, 238, 239, 240, 241, 242, 243, 244, 248, 249, 250, 251, 252.
Zlewnia kolektora w ul. 1 Maja	89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 127, 128, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 162, 163, 164, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 171, 172, 202, 205, 225, 226, 245, 246, 247.
Zlewnia ul. Armii Krajowej	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 129.
Zlewnia ul. Łukasiewicza	12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51.
Zlewnia ul. Wołomińskiej	185, 187, 188, 189, 190, 237.

Tabela 11. Identyfikacja zagrożenia powodziowego dla scenariusza deszczu 35 mm w zlewniach elementarnych z podziałem na zagrożenie małe (kolor zielony), średnie (kolor żółty) i wysokie (kolor czerwony). Numery odpowiadają numerom zlewni elementarnej systemu odpływu deszczowego miasta Wołomin i okolic

Zlewnia bilansowa	Podzlewnie modelu SWMM
Zlewnia A	52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 147, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 161, 173, 174, 175, 176, 177, 178, 179, 180, 181, 182, 183, 184, 201, 203, 204, 206, 207, 208, 209, 210.
Zlewnia kolektora D	186, 191, 192, 193, 194, 195, 196, 197, 198, 199, 200, 211, 212, 213, 214, 215, 216, 217, 218, 219, 220, 221, 222, 223, 224, 227, 228, 229, 230, 231, 232, 233, 234, 235, 236, 238, 239, 240, 241, 242, 243, 244, 248, 249, 250, 251, 252.
Zlewnia kolektora w ul. 1 Maja	89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 127, 128, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 162, 163, 164, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 171, 172, 202, 205, 225, 226, 245, 246, 247.
Zlewnia ul. Armii Krajowej	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 129.
Zlewnia ul. Łukasiewicza	12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51.
Zlewnia ul. Wołomińskiej	185, 187, 188, 189, 190, 237.

3.2. Zróżnicowanie klimatu lokalnego i lokalnych warunków biotermicznych

3.2.1. Metodyka określania warunków topoklimatycznych na obszarze gminy Wołomin

W celu określenia zróżnicowania klimatu lokalnego Wołomina wyznaczono zasięgi jednostek topoklimatycznych występujących na obszarze miasta. Jednostkę topoklimatyczną można rozumieć jako wewnętrznie spójny, jednorodny obszar odznaczający się określonymi warunkami klimatycznymi (topoklimatem), które różnią się od warunków panujących w jednostkach sąsiednich. Warunki topoklimatyczne określono zgodnie z metodyką przeglądowej mapy topoklimatycznej Polski (Błażejczyk 2001), zmodyfikowaną na potrzeby niniejszego opracowania.

Wykorzystano informacje o cechach środowiska przyrodniczego wpływających na strukturę bilansu cieplnego i radiacyjnego powierzchni czynnej, w szczególności zaś o:

- rzeźbie terenu, jego nachyleniu i ekspozycji,
- pokryciu i formom użytkowania terenu,
- wilgotności podłoża i jego przepuszczalności.

W każdej z trzech wyżej wymienionych kategorii dokonano określenia wartości współczynników zmian natężenia całkowitego promieniowania słonecznego, albedo, temperatury powietrza, wilgotności względnej oraz prędkości wiatru w odniesieniu do tzw. powierzchni standardowej (powietrzni płaska, pokryta trawą regularnie koszoną). Powierzchnia standardowa reprezentuje warunki panujące w typowym ogródku meteorologicznym i stanowi punkt odniesienia wobec którego określono zróżnicowanie warunków w jednostkach topoklimatycznych.

Zróżnicowanie warunków topoklimatycznych zostało określone w polach podstawowych o wymiarach 100 x 100 m. Aby dokładniej zbadać warunki panujące na granicy omawianego obszaru do analizy włączono również strefę wyznaczoną ekwidystantą 100 m od zewnętrznych granic obrębów administracyjnych Wołomina. Delimitacji jednostek topoklimatycznych dokonano w podziale na grupy, typy i klasy topoklimatów oraz jednorodne jednostki topoklimatyczne. Do określenia topoklimatów zastosowano numeryczne kody pozycyjne.

Grupy topoklimatów zostały oznaczone dwucyfrowym kodem A_1A_2 . Grupa topoklimatów informuje o proporcjach promieniowania słonecznego i promieniowania odbitego od powierzchni czynnej w odniesieniu do wartości na powierzchni standardowej. Wyróżniono 9 grup topoklimatów:
11 - topoklimaty o zmniejszonym (względem powierzchni standardowej) dopływie promieniowania słonecznego i zmniejszonej (względem powierzchni standardowej) wartości promieniowania odbitego,

- 12** - topoklimaty o zmniejszonym dopływie promieniowania słonecznego i przeciętnej wartości promieniowania odbitego,
- 13** - topoklimaty o zmniejszonym dopływie promieniowania słonecznego i zwiększonej wartości promieniowania odbitego,
- 21** - topoklimaty o przeciętnym dopływie promieniowania słonecznego i zmniejszonej wartości promieniowania odbitego,
- 22** - topoklimaty o przeciętnym dopływie promieniowania słonecznego i przeciętnej wartości promieniowania odbitego,
- 23** - topoklimaty o przeciętnym dopływie promieniowania słonecznego i zwiększonej wartości promieniowania odbitego,
- 31** - topoklimaty o zwiększonym dopływie promieniowania słonecznego i zmniejszonej wartości promieniowania odbitego,
- 32** - topoklimaty o zwiększonym dopływie promieniowania słonecznego i przeciętnej wartości promieniowania odbitego,
- 33** - topoklimaty o zwiększonym dopływie promieniowania słonecznego i zwiększonej wartości promieniowania odbitego.

Typy topoklimatów oznaczone są czterocyfrowym kodem $A_1A_2B_1B_2$. Pierwsze dwie cyfry informują o grupie topoklimatów, do której należy dany obszar. Trzecia cyfra (B_1) oznacza warunki termiczne w danym topoklimacie:

- 1** - topoklimat chłodny,
- 2** - topoklimat umiarkowanie ciepły,
- 3** - topoklimat ciepły.

Z kolei czwarta cyfra (B_2) oznacza warunki anemologiczne w danym topoklimacie:

- 1** - topoklimat zaciszny,
- 2** - topoklimat umiarkowanie wietrzny,
- 3** - topoklimat wietrzny.

I tak, przykładowo, kod 21_31 oznacza topoklimat o przeciętnym dopływie promieniowania słonecznego i zmniejszonej wartości promieniowania odbitego, ciepły i zaciszny.

Klasy topoklimatów oznaczone są pięćocyfrowym kodem binarnym $C_1C_2C_3C_4C_5$. Każda cyfra informuje o predyspozycjach do występowania na danym obszarze określonych właściwości klimatu lokalnego. Cyfra 1 oznacza zwiększone, a cyfra 0 przeciętne predyspozycje do występowania:

- C₁** - inwersji termicznych,
- C₂** - mgieł radiacyjnych,
- C₃** - zanieczyszczeń powietrza,
- C₄** - strumienia ciepła antropogenicznego,

C₅ – fitoncydów⁷.

Przykładowo, klasa topoklimatów 00110 związana jest ze zwiększonym ryzykiem zanieczyszczeń powietrza oraz z obecnością strumienia ciepła generowanego sztucznie przez człowieka. Przyjmuje się, że właściwości C₁-C₄ są niekorzystne dla człowieka z uwagi na negatywne oddziaływanie na organizm. Obecność fitoncydów (C₅), tj. substancji lotnych wydzielanych przez niektóre rośliny wyższe, jest cechą korzystną, gdyż zabijają one drobnoustroje znajdujące się w powietrzu, przyczyniając się tym samym do poprawy warunków aerosanitarnych i ograniczenia rozprzestrzeniania wybranych patogenów drogą lotną.

Mapa jednorodnych jednostek topoklimatycznych stanowi syntetyczną ilustrację przedstawiającą grupy, typy i klasy topoklimatów występujące w każdym polu podstawowym w obrębie miasta Wołomin. Jednorodne jednostki topoklimatyczne oznaczone są 9-cyfrowym kodem **A₁A₂_B₁B₂_ C₁C₂C₃C₄C₅**, w którym cyfry A₁A₂ oznaczają grupę topoklimatu, B₁B₂ - jego typ, a C₁C₂C₃C₄C₅ - jego klasę. Przykładowo, jednostka 13_23_11001 oznacza topoklimat o zmniejszonym dopływie promieniowania słonecznego i zwiększonej wartości promieniowania odbitego, umiarkowanie ciepły, wietrzny, w którym występuje zwiększone ryzyko inwersji termicznych i mgieł radiacyjnych, i w którym występuje zwiększona obecność fitoncydów.

3.2.2. Metodyka określania warunków bioklimatycznych na obszarze Wołomina

Warunki bioklimatyczne na obszarze miasta Wołomin zostały określone za pomocą uniwersalnego wskaźnika obciążeń cieplnych UTCI (ang. *Universal Thermal Climate Index*). Wartości wskaźnika UTCI wyrażane są w °C i określają w sposób obiektywny (tj. niezależnie od subiektywnych odczuć osobniczych), jakiemu stresowi termicznemu podlega organizm człowieka w danych warunkach. Wskaźnik UTCI uwzględnia procesy fizjologiczne oraz fizyczną wymianę ciepła między organizmem a otoczeniem. W celu obliczenia wartości wskaźnika UTCI zastosowano formułę (Błażejczyk 2011):

$$UTCI = 3,21 + 0,872 \cdot t + 0,2459 \cdot M_{rt} - 2,5078 \cdot v_{10} - 0,0176 \cdot f,$$

gdzie: UTCI – uniwersalny wskaźnik obciążeń cieplnych [°C],

t – temperatura powietrza [°C],

M_{rt} – średnia temperatura radiacyjna [°C],

v_{10} – prędkość wiatru na wys. 10 m n.p.g. [m/s],

f – wilgotność względna powietrza [%].

⁷ Fitoncydy to naturalne substancje wydzielane przez różne rośliny wyższe (np. cebulę, czosnek, jałowiec) hamujące rozwój mikroorganizmów.

Aby lepiej ukazać zmienność warunków bioklimatycznych na obszarze badań w różnych sytuacjach pogodowych zdecydowano się na określenie wartości wskaźnika UTCI dla czterech predefiniowanych typów pogody, które mogą występować w półroczu ciepłym (tab. 12):

Tabela 12. Typy pogody letniej ujęte w modelowaniu wartości wskaźnika UTCI

typ pogody	natężenie promieniowania [W/m ²]	zachmurzenie [%]	temperatura powietrza [°C]	wilgotność względna [%]	prędkość wiatru na wys. 10 m n.p.g. [m/s]
Przeciętna	550	50	20,0	50	4,0
Ciepła	850	10	25,0	50	4,0
Upalna	850	10	30,0	40	1,0
skrajnie upalna	850	10	35,0	30	1,0

Wartości wskaźnika UTCI pozwalają na określenie obciążeń termicznych występujących na danym obszarze (tab. 13). Długotrwałe przebywanie w warunkach zwiększonego stresu ciepła wpływa na procesy fizjologiczne organizmu, powodując zwiększone wydzielanie potu czy zaburzenie czynności termoregulacyjnych (Błażejczyk i in. 2010).

Tabela 13. Klasy obciążeń termicznych według wskaźnika UTCI (UTCI Assessment Scale 2003)

UTCI [°C]	obciążenia termiczne
powyżej 46	nieznośny stres ciepła
od 38 do 46	bardzo silny stres ciepła
od 32 do 38	silny stres ciepła
od 26 do 32	umiarkowany stres ciepła
od 9 do 26	brak stresu termicznego (strefa komfortu)
od 0 do 9	słaby stres zimna
od -13 do 0	umiarkowany stres zimna
od -27 do -13	silny stres zimna
od -40 do -27	bardzo silny stres zimna
poniżej -40	nieznośny stres zimna

3.2.3. Zróżnicowanie warunków topoklimatycznych na obszarze Wołomina

Na badanym obszarze gminy Wołomin wyróżniono 9 grup topoklimatów, przy czym blisko 80% powierzchni zajmują topoklimaty z dwóch grup (tab. 14): 13 (46,3%) i 11 (32,8%). Topoklimaty grupy 13 występują w centrum miasta i na obszarze o dużej gęstości zabudowy, są to topoklimaty o zmniejszonym dopływie promieniowania słonecznego i zwiększonych wartościach promieniowania odbitego. Cechy te wynikają bezpośrednio z formy użytkowania terenu. W warunkach zabudowy miejskiej dopływ promieniowania słonecznego do powierzchni czynnej jest utrudniony, m.in. ze względu na wzajemne zacienianie budynków i występowanie tzw. kanionów ulicznych. Jednocześnie jasne elewacje i obecność szklanych powierzchni (np. okna, witryny sklepowe) przyczynia się do zwiększenia albedo, a tym samym osiągane wartości promieniowania odbitego są wyższe niż na powierzchni standardowej.

Topoklimaty grupy 11, w których wartości promieniowania odbitego są zmniejszone względem powierzchni standardowej, występują głównie na terenach zalesionych i użytkowanych rolniczo, położonych blisko północnej i południowej granicy administracyjnej miasta (rys. 30).

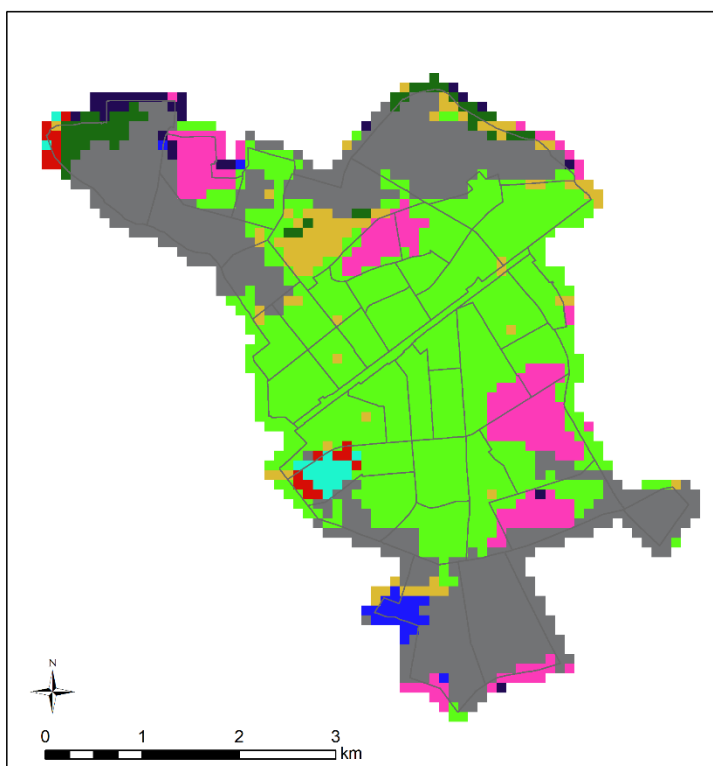
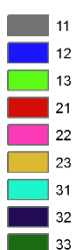
Niewielki, ale zauważalny udział mają topoklimaty grupy 22 (9,4%), z przeciętnym dopływem promieniowania słonecznego i przeciętnymi wartościami promieniowania odbitego. Występują one głównie na obszarach z dużym udziałem zieleni, m.in. między ulicami Lipińską i Kmicica. Topoklimaty grupy 22 reprezentują najbardziej neutralne warunki klimatyczne, zbliżone do tych panujących na powierzchni standardowej. Każda z pozostałych grup topoklimatów zajmuje mniej niż 5% badanej powierzchni, ich występowanie jest zazwyczaj ograniczone do niewielkich, odizolowanych obszarów, w szczególności występujących na granicy miasta lub w strefie ekwidystanty przygranicznej.

Tabela 14. Procentowy udział grup topoklimatów na obszarze Wołomina

Grupa	powierzchnia [%]
11	32,8
12	1,2
13	46,3
21	0,9
22	9,4
23	4,4
31	0,9
32	1,5
33	2,6

Każda z 9 grup dzieli się na 9 typów topoklimatu, stanowiących kombinację możliwych do wystąpienia warunków termicznych i anemologicznych. Łącznie na badanym obszarze wydzielono 38 typów topoklimatu (rys. 31), jednak tylko 3 z nich zajmują więcej niż 5% powierzchni Wołomina (tab. 15). Ponad 45% powierzchni miasta zajmuje topoklimat 13_31, tj. topoklimat o zmniejszonym dopływie promieniowania słonecznego i zwiększonej wartości promieniowania odbitego, ciepły i zaciszny. Jest to topoklimat, w którym występuje zwiększone ryzyko obciążeń termicznych, z uwagi na osiągane wyższe wartości temperatury i niższe prędkości wiatru niż na powierzchni standardowej. Niekorzystne jest występowanie tego topoklimatu na obszarze o wysokiej gęstości zabudowy, co powoduje, że przeważająca część mieszkańców Wołomina może być narażona na oddziaływanie stresu termicznego w półroczu ciepłym.

Grupy topoklimatów



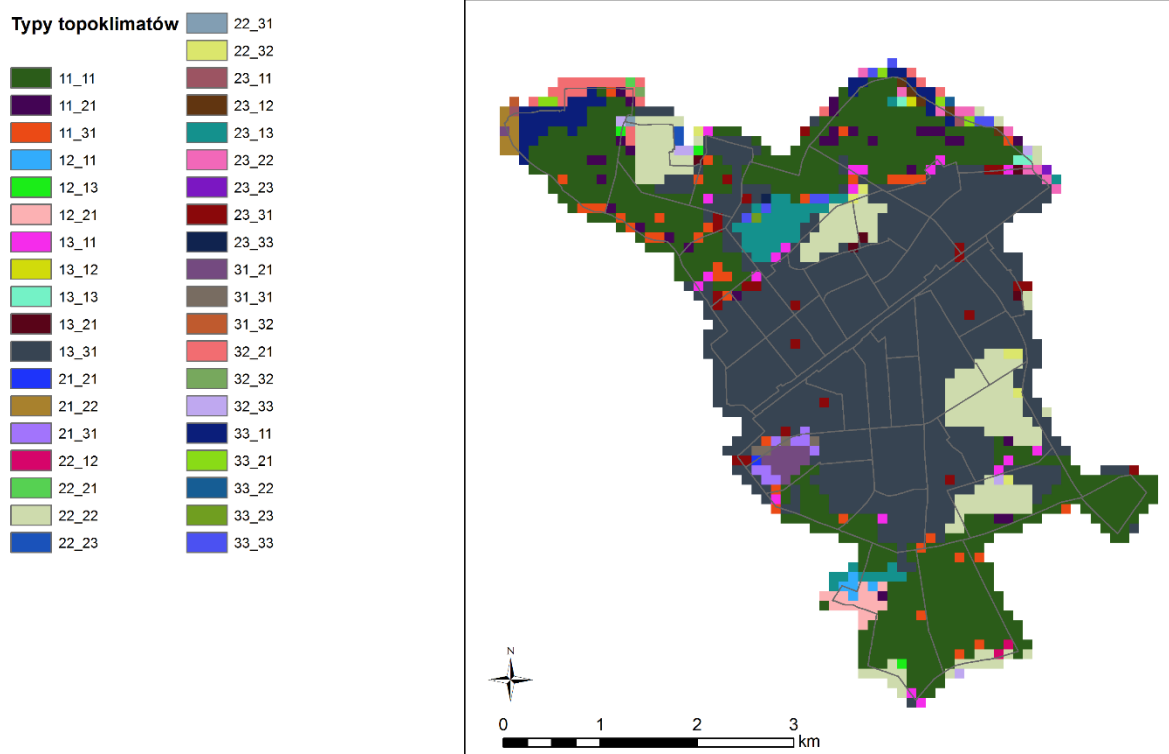
Rysunek 28. Mapa grup topoklimatów Wołomina

Drugi w kolejności jest topoklimat 11_11, zajmujący niespełna 30% powierzchni miasta. Topoklimat ten jest chłodny i zaciszny, cechuje się zmniejszonym dopływem promieniowania słonecznego i zmniejszonymi wartościami promieniowania odbitego. Jest to topoklimat korzystny ze względu na warunki termiczne w półroczu ciepłym, ale występuje przede wszystkim na obszarach zalesionych i użytkowanych rolniczo, położonych na obrzeżach Wołomina, co powoduje, że jego dostępność i użyteczność dla mieszkańców jest ograniczona.

Topoklimat 22_22 odznacza się warunkami najbardziej zbliżonymi do standardowych, i zajmuje 8,7% powierzchni miasta, głównie w postaci wewnętrzmiejskich terenów zielonych i rekreacyjnych. Jest to topoklimat względnie neutralny, jednak w przypadku występowania niekorzystnych warunków pogodowych również na jego obszarze może występować obciążenie stresem termicznym. Żaden z pozostałych typów topoklimatu nie zajmuje więcej niż 3% powierzchni miasta, a większość zajmuje mniej niż 0,5%, co oddaje skomplikowaną, mozaikową strukturę powierzchni miejskiej pod względem bilansu cieplnego i procesów wymiany energii.

Tabela 15. Procentowy udział typów topoklimatów na obszarze Wołomina

Typ	powierzchnia [%]	typ	powierzchnia [%]	typ	powierzchnia [%]
11_11	29,4	21_31	0,4	23_33	0,01
11_21	1,5	22_12	0,1	31_21	0,7
11_31	1,9	22_21	0,01	31_31	0,2
12_11	0,2	22_22	8,7	31_32	0,01
12_13	0,1	22_23	0,1	32_21	1,1
12_21	0,8	22_31	0,01	32_32	0,01
13_11	1,0	22_32	0,3	32_33	0,3
13_12	0,01	23_11	0,1	33_11	1,9
13_13	0,1	23_12	0,2	33_21	0,2
13_21	0,2	23_13	2,3	33_22	0,01
13_31	45,1	23_22	0,5	33_23	0,01
21_21	0,01	23_23	0,01	33_33	0,4
21_22	0,4	23_31	1,2	23_33	0,01



Rysunek 29. Mapa typów topoklimatów Wołomina

Na terenie badań wydzielono 14 klas topoklimatów według występowania specyficznych właściwości lub cech klimatu lokalnego (tab. 16). 46,8% powierzchni Wołomina znajduje się w klasie 00110, oznaczającej zwiększone ryzyko występowania zanieczyszczeń powietrza oraz obecności strumienia ciepła antropogenicznego (ciepła sztucznego, wytworzonego przez człowieka, np. przez systemy grzewcze, silniki pojazdów, urządzenia elektroniczne, itp.). Zasięg klasy 00110 pokrywa się ogólnie z zasięgiem strefy zabudowy miejskiej.

Klasa 00001, druga pod względem powierzchni, zajmuje 31,2% obszaru badań. Jest to klasa, w której nie stwierdzono zwiększonych predyspozycji do występowania negatywnych właściwości klimatu lokalnego (takich jak zanieczyszczenia powietrza, inwersje termiczne, itp.), a zarazem klasa, w której występuje cecha pozytywna, tj. zwiększona obecność fitoncydów w powietrzu. Można zatem przypuszczać, że obszar leżący w zasięgu klasy 00001 odznacza się najbardziej korzystnymi warunkami aerosanitarnymi, co jest szczególnie istotne dla osób z chorobami układu oddechowego lub osłabioną odpornością. Niestety pomimo zajmowania prawie 30% powierzchni Wołomina, klasa 00001 występuje przede wszystkim na obszarach zalesionych położonych blisko północnej i południowej granicy miasta, zatem jej dostępność dla mieszkańców jest ograniczona (rys. 32).

Prawie 10% obszaru poddanego analizie zajmuje klasa 00000, w której nie występują żadne specyficzne właściwości klimatu lokalnego, ani pozytywne, ani negatywne. Jest ona związana przede

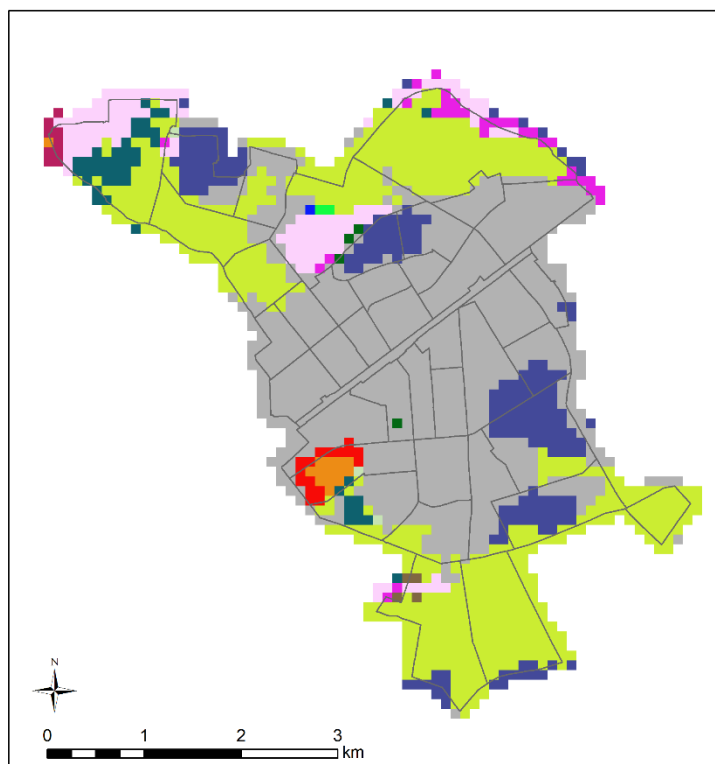
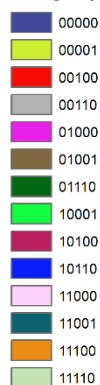
wszystkim z topoklimatem typu 22_22, a zatem najbardziej neutralnym. 5,9% powierzchni miasta przynależy do klasy 11000, w której notuje się zwiększone ryzyko występowania inwersji termicznych i mgieł radiacyjnych. Są to warunki niekorzystne z punktu widzenia aktywności człowieka, dodatkowo inwersje termiczne mogą powodować znaczne zwiększenie koncentracji zanieczyszczeń powietrza w warstwie poniżej. Zagrożenie inwersjami i mgłami radiacyjnymi występuje przede wszystkim w dolinie Czarnej oraz na obszarze Natura 2000 Białe Błota.

Powierzchnia żadnej z pozostałych klas nie przekracza 3%. W większości są to niewielkie, odizolowane obszary odznaczające się specyficznym zespołem właściwości klimatu lokalnego, jednak z uwagi na duże rozdrobnienie i małą powierzchnię ich wpływ na warunki klimatyczne w Wołominie jest niewielki. Dokonując syntezy grup, typów oraz klas topoklimatów wyznaczono na obszarze badań jednorodne jednostki topoklimatyczne (tab. 17). Należy zwrócić jednak uwagę, że choć liczba wyznaczonych jednostek jest duża (62), to jednak zdecydowana większość z nich zajmuje bardzo niewielki obszar, a niektóre występują wyłącznie blisko granicy miasta, tym samym nie mając istotnego wpływu na kształtowanie się warunków klimatycznych w jego centrum (rys. 33). Największą powierzchnię (44,7%) zajmuje jednostka 13_31_00110, związana z topoklimatem o zmniejszonym dopływie promieniowania słonecznego i zwiększonej wartości promieniowania odbitego, ciepłym i zaciśnym, w którym występuje zwiększone ryzyko zanieczyszczeń powietrza oraz obecności ciepła antropogenicznego. Druga pod względem powierzchni jest jednostka 11_11_00001 (26,8%), związana z topoklimatem o zmniejszonym dopływie promieniowania słonecznego i zmniejszonej wartości promieniowania odbitego, chłodnym i zaciśnym, w którym występuje zwiększona obecność fitoncydów. Jest to jednostka o najkorzystniejszych uwarunkowaniach klimatycznych dla człowieka. Topoklimat 22_22_00000 zajmuje 8,7% badanej powierzchni i odznacza się najbardziej neutralnymi warunkami. Żadna z pozostałych jednostek topoklimatycznych nie zajmuje więcej niż 3% powierzchni, a większość z nich – mniej niż 0,5%.

Tabela 16. Procentowy udział klas topoklimatów na obszarze Wołomina

Klasa	powierzchnia [%]	klasa	powierzchnia [%]
00000	9,7	11001	0,1
00001	31,2	10100	0,4
00100	0,8	10110	0,0
00110	46,8	11000	5,9
01000	1,6	11001	2,3
01001	0,2	11100	0,7
01110	0,2	11110	0,1

Klasy topoklimatów



Rysunek 30. Mapa klas topoklimatów Wołomina

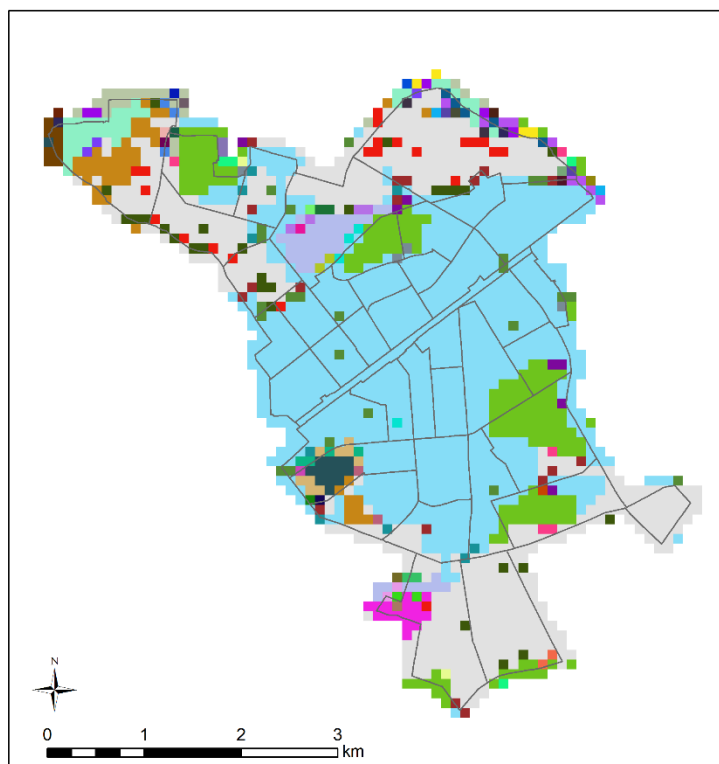
Tabela 17. Procentowy udział jednorodnych jednostek topoklimatycznych na obszarze Wołomina

Jednostka	powierzchnia [%]	jednostka	powierzchnia [%]
11_11_00001	26,8	22_22_00001	0,1
11_11_01000	0,1	22_22_11000	0,01
11_11_01001	0,1	22_22_00000	8,7
11_11_11000	0,1	22_22_00000	0,1
11_11_11001	2,3	22_22_11110	0,01
11_11_00000	0,2	22_22_00110	0,3
11_11_00001	1,1	23_23_11000	0,1
11_11_11000	0,1	23_23_01000	0,2
11_11_00001	1,4	23_23_01000	0,1
11_11_00100	0,01	23_23_10001	0,1
11_11_00110	0,4	23_23_11000	2,1
12_12_00001	0,01	23_23_11001	0,01
12_12_01000	0,1	23_23_00000	0,01
12_12_01001	0,1	23_23_01000	0,4
12_12_00000	0,1	23_23_01000	0,01
12_12_01000	0,01	23_23_00110	1,2

12_12_00001	0,8	23_23_10110	0,01
13_13_00001	0,9	31_31_11100	0,7
13_13_01000	0,1	31_31_00100	0,2
13_13_01000	0,01	31_31_10100	0,01
13_13_00001	0,01	32_32_11000	1,1
13_13_01000	0,1	32_32_00000	0,01
13_13_00000	0,2	32_32_00000	0,2
13_13_01000	0,01	32_32_00001	0,01
13_13_00100	0,01	32_32_00110	0,01
13_13_00110	44,7	33_33_11000	1,9
13_13_01110	0,2	33_33_11000	0,2
13_13_11110	0,1	33_33_00000	0,01
21_21_00100	0,01	33_33_11000	0,01
21_21_10100	0,4	33_33_01000	0,2
21_21_00100	0,4	33_33_11000	0,2

Jednostki topoklimatyczne

11_11_00001	13_13_01000	23_13_11001
11_11_01000	13_21_00000	23_22_00000
11_11_01001	13_21_01000	23_22_01000
11_11_11000	13_31_00100	23_23_01000
11_11_11001	13_31_00110	23_31_00110
11_21_00000	13_31_01110	23_33_10110
11_21_00001	13_31_11110	31_21_11100
11_21_11000	21_21_00100	31_31_00100
11_31_00001	21_22_10100	31_32_10100
11_31_00100	21_31_00100	32_21_11000
11_31_00110	22_12_00001	32_32_00000
12_11_00001	22_21_11000	32_33_00000
12_11_01000	22_22_00000	32_33_00001
12_11_01001	22_23_00000	32_33_00110
12_13_00000	22_31_11110	33_11_11000
12_13_01000	22_32_00110	33_21_11000
12_21_00001	23_11_11000	33_22_00000
13_11_00001	23_12_01000	33_23_11000
13_11_01000	23_13_01000	33_33_01000
13_12_01000	23_13_10001	33_33_11000
13_13_00001	23_13_11000	

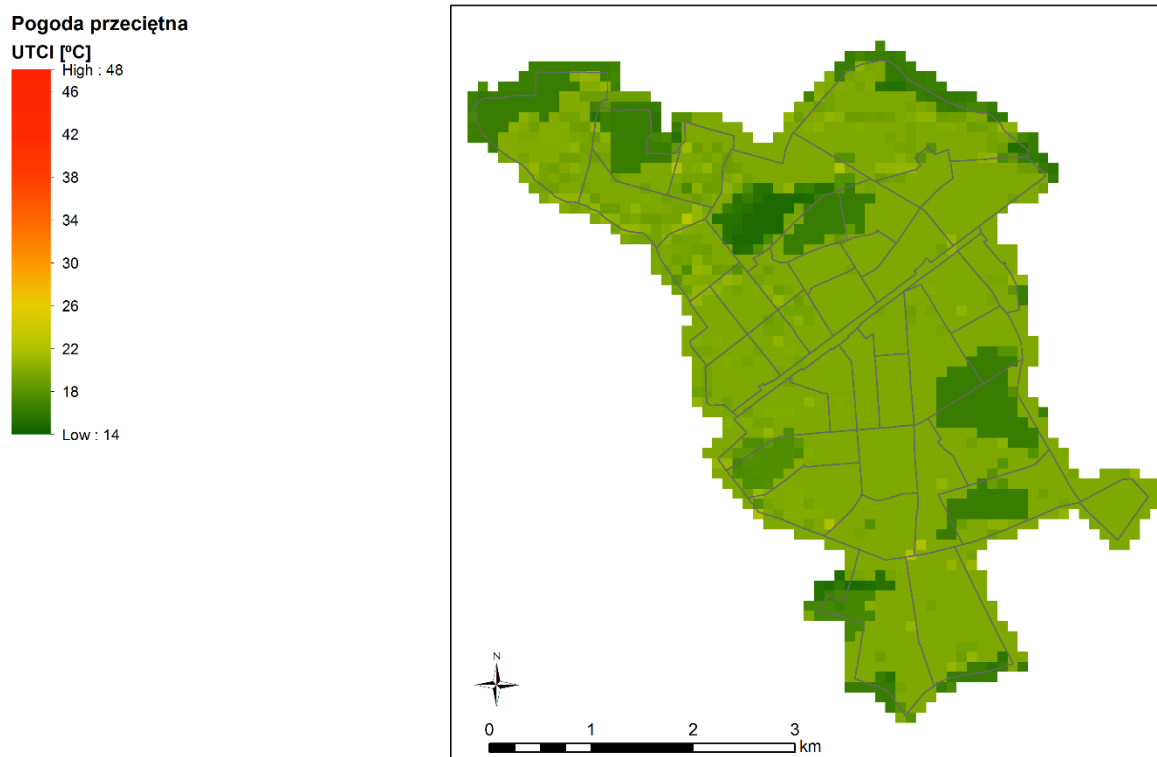


Rysunek 31. Mapa jednostek topoklimatycznych Wołomina

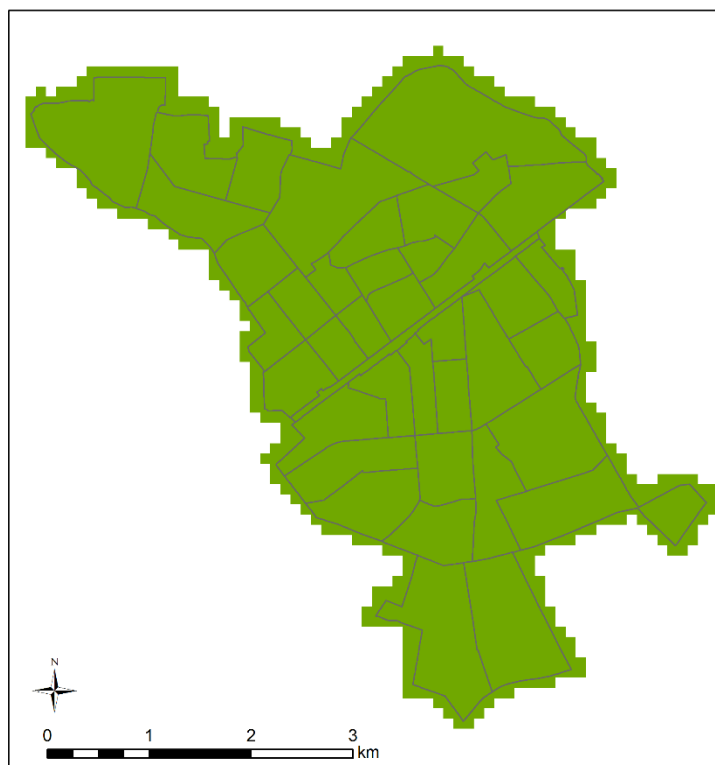
3.2.4. Zróżnicowanie warunków bioklimatycznych na obszarze Wołomina

- **Pogoda przeciętna**

Modelowane wartości uniwersalnego wskaźnika obciążeń cieplnych UTCI podczas pogody przeciętnej zawierają się w zakresie od 15,0 do 22,5°C (średnio 19,1°C) (rys. 34). Oznacza to, że całe miasto znajduje się wówczas w strefie komfortu i nie występują na jego obszarze żadne obciążenia termiczne, zarówno związane ze stresem chłodu, jak i ze stresem ciepła (rys. 35). Są to najkorzystniejsze warunki możliwe do uzyskania, nie wymagają one stosowania szczególnych środków ostrożności przez osoby przebywające na zewnątrz. Należy jednak pamiętać, że nawet w strefie komfortu osoby szczególnie podatne na czynniki środowiskowe w związku z określonymi chorobami (np. choroba wieńcowa, przewlekła obturacyjna choroba płuc, itp.) lub cechami osobniczymi powinny stosować się do zaleceń swoich lekarzy.



Rysunek 32. Wartości uniwersalnego wskaźnika obciążeń cieplnych w Wołominie podczas pogody przeciętnej



Rysunek 33. Mapa stresu termicznego w Wołominie podczas pogody przeciętnej

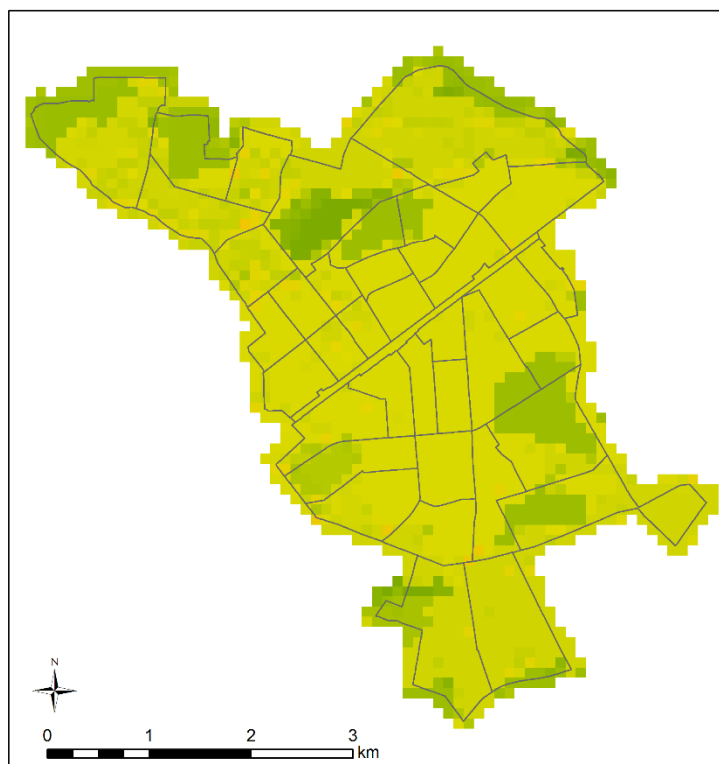
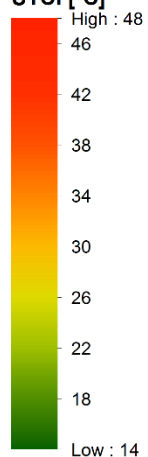
- **Pogoda ciepła**

W warunkach pogody ciepłej modelowana wartość wskaźnika UTCI na terenie Wołomina zawiera się w przedziale od 20,3 do 28,7 °C (średnio 24,8 °C) (rys. 36). Zdecydowana większość miasta (95,9%) wciąż znajduje się wtedy w strefie komfortu termicznego (rys. 37), jednak wartości wskaźnika zbliżają się do górnej granicy tej strefy. Występują również odizolowane miejsca odznaczające się umiarkowanym stresem ciepła (4,1%). Obszary umiarkowanego stresu ciepła są szczególnie liczne w północnej i zachodniej części miasta, a ich występowanie w dużej części pokrywa się z zasięgiem topoklimatów klas xx_31, tj. ciepłych i zacisnych. Zmniejszona prędkość wiatru w połączeniu ze zwiększoną temperaturą powietrza w tych topoklimatach może potęgować odczucie dyskomfortu termicznego w porównaniu z pozostałym obszarem miasta.

Przebywanie w strefie umiarkowanego stresu ciepła wiąże się ze zwiększonym wydzielaniem potu (średnio powyżej 100 g/h), co powoduje utratę wody oraz soli mineralnych (Błażejczyk i in. 2010). Należy zatem pamiętać o uzupełnianiu płynów, jednak ryzyko odwodnienia występuje zazwyczaj dopiero po kilkugodzinnej ekspozycji.

Pogoda ciepła

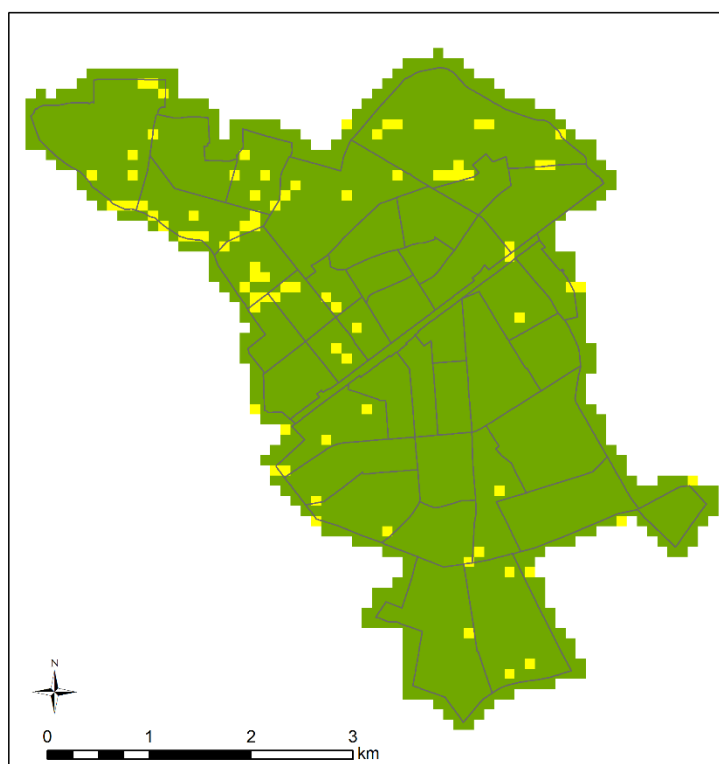
UTCI [°C]



Rysunek 34. Wartości uniwersalnego wskaźnika obciążeń cieplnych w Wołominie podczas pogody ciepłej

Pogoda ciepła

Stres termiczny



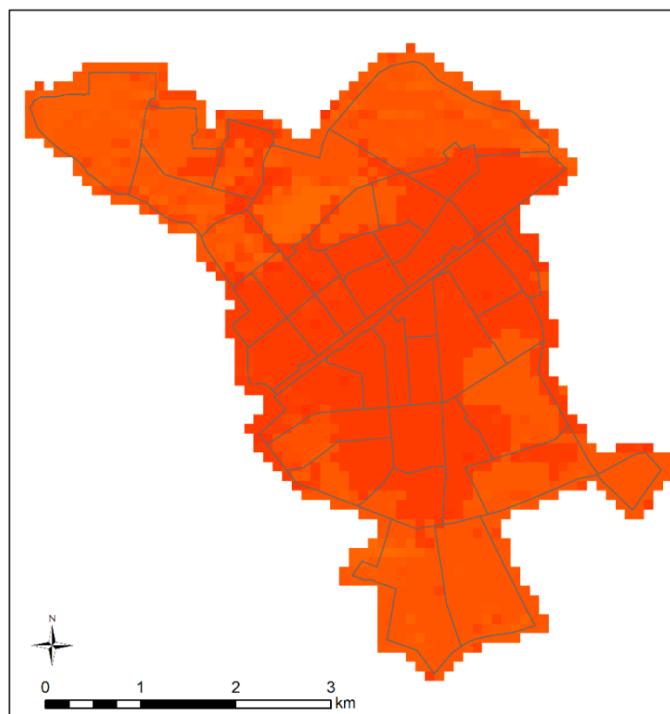
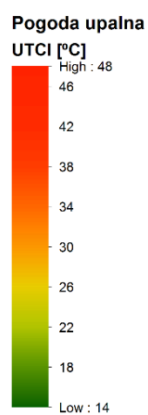
Rysunek 35. Mapa stresu termicznego w Wołominie podczas pogody ciepłej

- **Pogoda upalna**

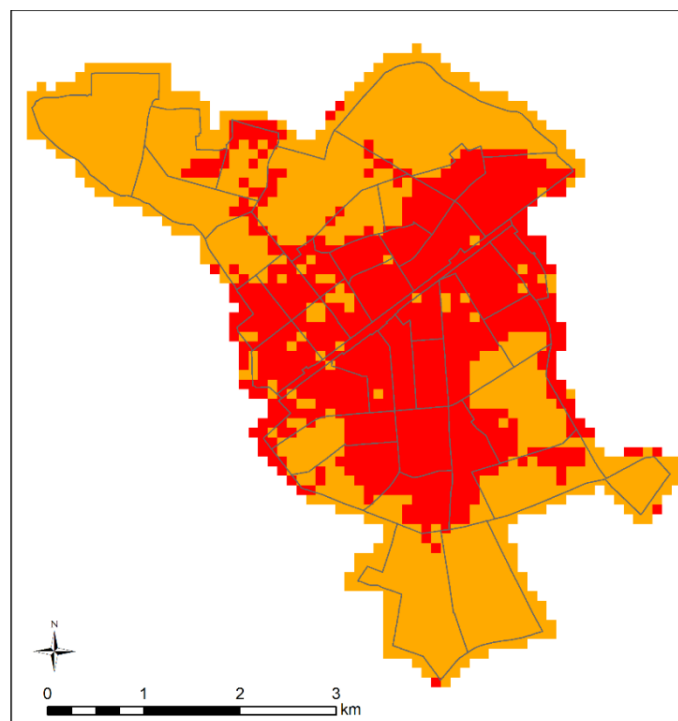
Podczas pogody upalnej modelowana wartość wskaźnika UTCI na obszarze Wołomina wynosi od 33,7 do 40,0°C (średnio 36,8°C) (rys. 38). Oznacza to, że całe miasto podlega silnemu lub bardzo silnemu stresowi ciepła (tab. 18). Na bardzo silny stres ciepła narażone są osoby przebywające na obszarze o największej gęstości zabudowy, od ul. Granicznej po ul. Wiosenną, w szczególności zaś w ścisłym centrum miasta (43%). Obszary bardzo silnego stresu ciepła występują również wzdłuż głównych arterii komunikacyjnych stanowiących trasy wlotowe i wylotowe z Wołomina: ul. Geodetów, ul. Piłsudskiego czy al. Armii Krajowej (rys. 39). Pozostała część miasta (57%) objęta jest silnym stresem ciepła.

Strefy o najbardziej niekorzystnych warunkach termicznych występują na obszarze największej koncentracji obiektów usługowych i punktów użyteczności publicznej, co oznacza, że w warunkach pogody upalnej znaczna część ludności przebywającej w Wołominie będzie podlegać bardzo silnym obciążeniom cieplnym. W strefie bardzo silnych obciążeń cieplnych po około dwóch godzinach ekspozycji następuje wzrost temperatury wewnętrznej ciała, a długotrwałe przebywanie w takich warunkach wiąże się z wysokim ryzykiem odwodnienia, a nawet udaru cieplnego.

W całym mieście modelowane wartości wskaźnika UTCI oznaczają, że w warunkach pogody upalnej wydzielanie potu może być zwiększone nawet do 200 g/h, co przekłada się na istotne ryzyko utraty wody oraz zaburzeń równowagi elektrolitycznej organizmu przy przedłużonej ekspozycji (Błażejczyk i in. 2010). Dlatego też niezbędne jest utrzymywanie odpowiedniego nawodnienia organizmu oraz podejmowanie działań zmierzających do minimalizacji czasu ekspozycji na wysokie wartości temperatury, w szczególności w przypadku osób starszych lub chorych.



Rysunek 36. Wartości uniwersalnego wskaźnika obciążeń cieplnych w Wołominie podczas pogody upalnej



Rysunek 37. Mapa stresu termicznego w Wołominie podczas pogody upalnej

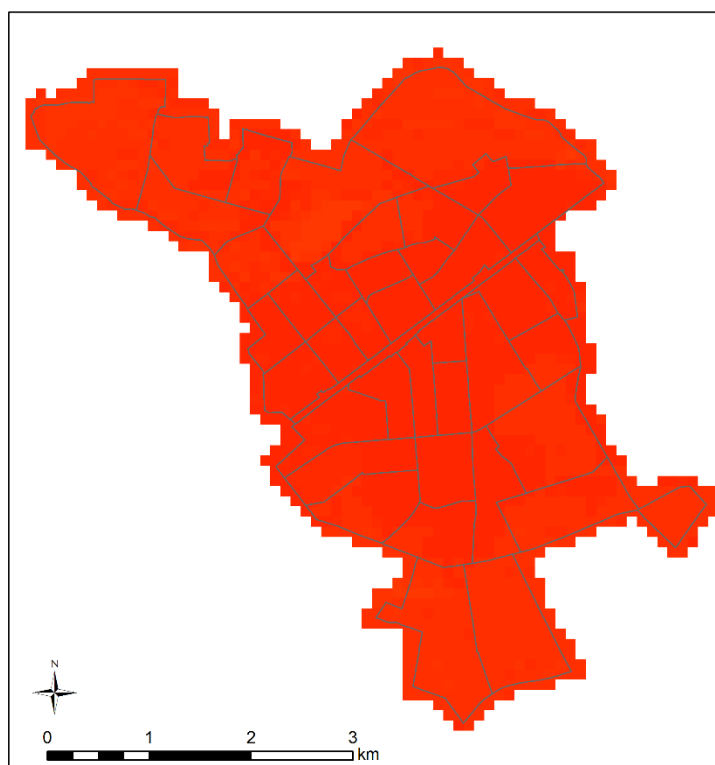
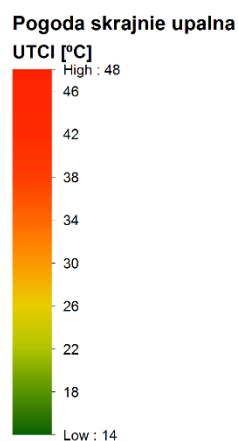
- **Pogoda skrajnie upalna**

W warunkach pogody skrajnie upalnej modelowane wartości uniwersalnego wskaźnika obciążeń cieplnych mieszczą się w zakresie od 39,2 do 46,4°C (średnio 42,6°C) (rys. 40). Oznacza to, że prawie cały Wołomin znajduje się w strefie bardzo silnego stresu ciepła (99,1%), a pojedyncze, odizolowane obszary – w strefie nieznośnego stresu ciepła (0,9%). Nieznośny stres ciepła jest najwyższym wydzieleniem występującym w klasyfikacji UTCI i oznacza bardzo intensywne obciążenie organizmu czynnikami termicznymi. Na obszarze miasta występuje ono w topoklimatach klas 13_31 i 23_31, czyli ciepłych i zaciśnionych, choć jego zasięg w większości przypadków jest ograniczony do niewielkiej powierzchni (rys. 41).

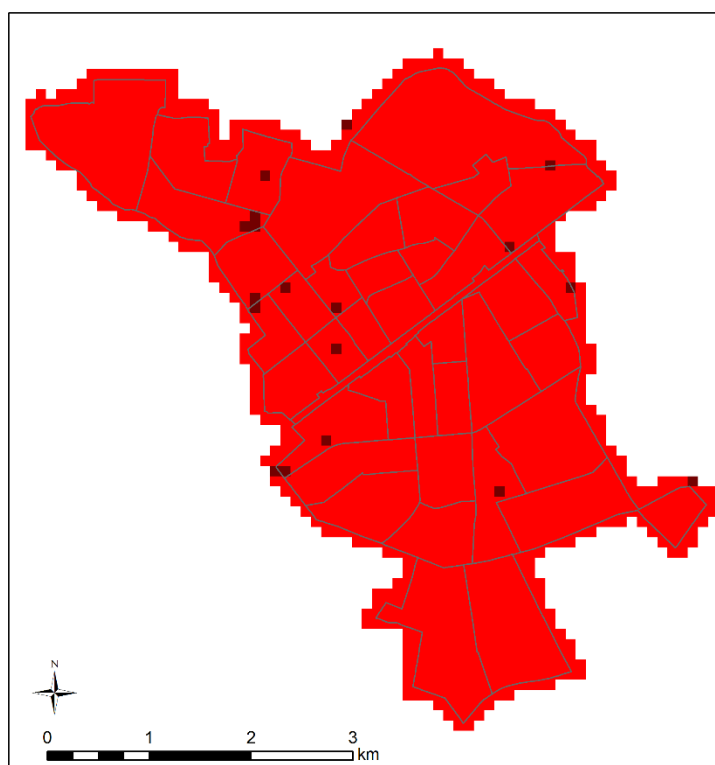
Warunki panujące w strefie nieznośnego stresu ciepła są bardzo niekorzystne dla osób przebywających na zewnątrz. Wydzielanie potu może przekroczyć 650 g/h, co może prowadzić do szybkiego odwodnienia i zaburzenia równowagi elektrolitycznej organizmu (Błażejczyk i in. 2010). W przypadku dalszego wzrostu temperatury powietrza, a co za tym idzie, również wartości wskaźnika UTCI, może nastąpić utrata zdolności termoregulacyjnych, stanowiąca bezpośrednie zagrożenie zdrowia. Wskazane jest bezwzględne ograniczenie przebywania na obszarach podlegających nieznośnemu stresowi ciepła oraz częste uzupełnianie płynów i przyjmowanie elektrolitów w celu kompensacji straty soli mineralnych w procesie wydzielania potu. Osoby podatne na czynniki środowiskowe nie powinny wystawiać się na ekspozycję nieznośnego stresu ciepła.

Tabela 18. Procentowy udział powierzchni podlegającej określonym obciążeniom cieplnym

typ pogody	brak stresu termicznego	umiarkowany stres ciepła	silny stres ciepła	bardzo silny stres ciepła	nieznośny stres ciepła
przeciętna	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ciepła	95,9	4,1	0,0	0,0	0,0
upalna	0,0	0,0	57,0	43,0	0,0
skrajnie upalna	0,0	0,0	0,0	99,1	0,9



Rysunek 38. Wartości uniwersalnego wskaźnika obciążeń cieplnych w Wołominie podczas pogody skrajnie upalnej



Rysunek 39. Mapa stresu termicznego w Wołominie podczas pogody skrajnie upalnej

3.2.5. Wnioski

Zestawienie nakreślonych powyżej warunków stresu termicznego dla pogody upalnej i skrajnie upalnej z wynikami modelowania zmian klimatu wskazują jednoznacznie na narastającą w czasie wrażliwość termiczną i bioklimatyczną przeważającej powierzchni gminy Wołomin. Przewidywane w wynikach modelowania przyrosty liczby dni z pogodą upalną i bardzo upalną jako pojedyncze epizody oraz kilkudniowe serie znane już współcześnie jako tzw. heat wave, czyli kilkunastodniowe fale upałów.

Koncentracja niekorzystnych warunków bioklimatycznych jest bezpośrednio powiązana z obszarem o gęstej zabudowie i jednocześnie niewielkim udziale terenów zielonych. Obniżenie stresu termicznego jest możliwe poprzez stosowanie inwestycji z zakresu tzw. zielono-niebieskiej infrastruktury, czyli poprzez wprowadzanie obszarów zielonych, nawet niewielkich zbiorników wodnych, rozszczelnienie powierzchni nieprzepuszczalnych.

Działania łagodzące stres termiczny równocześnie oddziałują korzystnie na lokalny wzrost retencji wód opadowych. Zatem relatywnie niskokosztowe działania, urozmaicające niejako przy okazji lokalny krajobraz, umożliwiają lepsze zarządzanie warunkami termicznymi i hydrologicznymi w bliskiej przyszłości.

Prezentowane wyniki są również istotne dla obecnie i w przyszłości projektowanych inwestycji w zakresie kubatury mieszkalnej, usługowej czy przemysłowej oraz zaopatrzenia gminy w wodę wodociągową. Uwzględnienie w projekcie inwestycji elementów naturalnie obniżających stres termiczny będzie korzystnie wpływać na funkcjonowanie mieszkańców oraz może efektywnie wpływać na obniżenie kosztów ekonomicznych związanych z inwestycją w systemy chłodzące.

4. Ryzyko klimatyczne gminy

4.1. Analiza narażenia na czynniki klimatyczne

4.1.1. Ocena narażenia na czynniki klimatyczne

Analizując narażenie miasta wzięto pod uwagę szereg czynników klimatycznych przeanalizowanych na podstawie dostępnych danych klimatologicznych oraz meteorologicznych z okresu 1981-2014 i starszych. Przeanalizowano ich dotychczasowy przebieg oceniając stan klimatu oraz związane z tym narażenie w trzystopniowej skali: wysokie, średnie, niskie. Narażenie wysokie oznaczało, że w dane zjawisko pogodowe występowało w mieście dotychczas często w dużym (nawet ekstremalnym) natężeniu. Narażenie średnie oznaczało, że dane zjawisko występowało dość często, ale rzadko osiągało wartości ekstremalne. Narażenie niskie zaś oznacza, że zjawisko pojawiało się rzadko i w zasadzie nie osiągało wartości ekstremalnych.

W następnym kroku przeanalizowano możliwe kierunki zmian tych czynników klimatycznych, biorąc pod uwagę analizę scenariuszy zmian klimatu dla regionu miasta. Zmiany przeanalizowano w dwóch okresach – do roku 2050 oraz 2090. Po analizie uzyskanych wyników ponownie przeprowadzono procedurę oceny stopnia narażenia na czynniki klimatyczne. W zależności od siły i kierunku określonego trendu zmian klimatu odpowiednio obniżając lub podwyższając stopień narażenia w porównaniu do aktualnie panujących warunków klimatycznych. Wyniki tak wykonanej analizy przedstawiono w poniższej tabeli nr 19.

Wyniki analizy narażenia wskazują, że:

a. Występuje i utrzyma się narażenie co najmniej średnie dla następujących czynników klimatycznych:

- Susza (okresy suche) – długość okresów bezopadowych pozostanie taka sama, ale dotkliwość suszy może zwiększać się ze względu na rosnące średnie i maksymalne temperatury powietrza oraz zmienność charakterystyki opadów.

- Silny wiatr – epizody silnego wiatru przynosiły dotychczas okresowe problemy z funkcjonowaniu miasta, co zasadniczo nie powinno się zmienić, podobnie jak i siła oraz liczebność okresów występowania silnego wiatru.

b. Narażenie wysokie dla następujących czynników klimatycznych:

- Ekstremalna temperatura dodatnia – okres występowania takiej temperatury może znacznie się wydłużyć potęgując ilość takich zjawisk jak dni upalne, noce gorące i związane z tym negatywne skutki zdrowotne dla społeczeństwa.

- Opady nawałne – zwiększeniu może ulec zarówno wysokość pojedynczego opadu, jak i liczebność dni z wysokimi sumami opadów, które dotychczas przynosiły straty i utrudniały funkcjonowanie miasta w związku z podtopieniami.

Tabela 19. Ocena ekspozycji i narażenia na zagrożenia klimatyczne w gminie Wołomin

Czynnik	Skala zjawiska	Prawdopodobieństwo wystąpienia w ciągu roku - dotychczasowe	Narażenie dotychczasowe	Zmiany klimatu do roku 2050	Narażenie przysię, do 2050 r.	Zmiany klimatu do roku 2090	Narażenie przysię, do 2090 r.
Średnia temperatura powietrza	8,5-9,0 st. C (WIOŚ)	nd, charakterystyka dla całego roku	Niskie	Wzrost o 1-2 st. C	Niskie	Wzrost o 2-5 st. C	Niskie
Amplituda roczna temperatury powietrza okresu ciepłego	11-11,5 st. C (B)	nd, charakterystyka dla całego roku	Średnie	Spadek o 5 st. C	Niskie	Przyrost o 10 st. C	Niskie
Amplituda roczna temperatury powietrza okresu chłodnego	5,5 st. C (B)	nd, charakterystyka dla całego roku	Niskie	Przyrost o 2 st. C	Niskie	Przyrost o 9 st. C	Niskie
Suma roczna opadów	450-550 mm (B)	nd, charakterystyka dla całego roku	Niskie	Wzrost o 3-5%	Niskie	Wzrost o 5-7%	Niskie
Średnia prędkość wiatru	3,6-4,2 m/s (B)	nd, charakterystyka dla całego roku	Niskie	Spadek średniej prędkości	Niskie	Spadek średniej prędkości	Niskie
Promieniowanie słoneczne	1600-1700 godzin	18-19%	Niskie	Brak zmian lub spadek	Niskie	Brak zmian lub spadek	Niskie
Tornado i trąby powietrzne	1	<1%	Niskie	Brak zmian	Niskie	Brak zmian	Niskie
Sezon wegetacyjny, tmp. >10 st. C	160-170 dni (ML)	nd, charakterystyka dla całego roku	Niskie	Wydłużenie o 10-20 dni	Niskie	Wydłużenie o 15-35 dni (40% roku)	Niskie
Ekstremalna temperatura dodatnia	>25 st. C ok. 35-40 dni w roku (ML)	8-9%	Średnie	40-50 dni (10-15%)	Wysokie	55-75 dni (15-20%)	Wysokie
Temperatura ujemna	<0 st. C, 100-120 dni w roku (ML)	25-30%	Średnie	Spadek do 65-70 dni (poniżej 20% dni w roku)	Niskie	Spadek do 45-65 dni (poniżej 17% w roku)	Niskie
Liczba dni z opadem w roku	Ok. 110-115 (ML)	ok. 30%	Średnie	Brak zmian	Średnie	Brak zmian	Średnie
Średni opad dobowy	Ok. 4,8 mm/doba (ML)	nd	Średnie	5,1 mm/doba	Średnie	5,5 mm/doba	Wysokie
Opady nawalne	Pow. 10 mm/doba: 11-12 dni/rok (ML)	15-20%	Średnie	Przyrost do 12-13 dni/rok	Wysokie	Przyrost do 13-15 dni	Wysokie
	Pow. 20mm/doba: 2,5-3 dni/rok (ML)	5-7%	Średnie	Przyrost do 3 dni/rok	wysokie	Przyrost do 3,5-4 dni/rok	wysokie
Maksymalny opad dobowy (średnia)	31 mm (ML)	2-3%	Średnie	Przyrost do 32 mm	średnie	Przyrost do 35 mm	wysokie
Opady i zaleganie śniegu	Od 65-80 dni rocznie z zaleganiem śniegu (B)	21% (zaleganie śniegu)	Średnie	Spadek liczby dni zalegania śniegu	Niskie	Spadek liczby dni zalegania śniegu, możliwy brak pokrywy śnieżnej	Niskie
Powódzie	Powódź 100, 500 lub 1000-letnia	Poniżej 1%	Niskie	Brak zagrożenia powodziowego	niskie	Brak zagrożenia powodziowego	Niskie

Susza	Okresy suche powyżej 20 dni - 2 razy w roku	10-11%	Średnie	Brak zmian w liczbie dni	Średnie	Prawdopodobny przyrost liczby dni, duża niepewność wyniku	Średnie
Maksymalna prędkość wiatru	Wiatr o prędkości >10m/s	do 30%	Średnie	Brak zmian lub nieznaczny spadek	Średnie	Brak zmian lub nieznaczny spadek	Średnie
Burze (wyładowania atmosferyczne)	Ilość burz rocznie - ok. 30	8%	Niskie	Wzrost liczby i siły	Niskie	Wzrost liczby i siły	Niskie

Jednocześnie warto odnotować, że dla następujących czynników klimatycznych narażenie spadnie do poziomu niskiego:

- ekstremalne temperatury ujemne – obecny średni poziom narażenia miasta w tym zakresie zastąpiono poziomem niskim, ponieważ liczba takich dni może spaść nawet o połowę do roku 2090, poniżej liczby dni z ekstremalną temperaturą dodatnią;
- opady i zaleganie śniegu – obecny średni poziom narażenia miasta w tym zakresie zastąpiono poziomem niskim, ponieważ wraz ze spadkiem ilości dni z niską temperaturą, spadnie liczb opadów śniegu i okres zalegania pokrywy śnieżnej z kilkudziesięciu nawet do kilku dni w roku.

Otrzymany wynik jest podstawą w analizie wrażliwości i zdolności adaptacyjnej miasta, prowadząc do wniosków końcowych – podatności miasta na zmiany klimatu. Przy czym do dalszych analiz wzięto pod uwagę jedynie te czynniki klimatyczne, dla których narażenie w przyszłości określono jako co najmniej średnie w okresie przyszłym, tj. do roku 2050 i 2090.

4.1.2. Analiza wrażliwości oraz zdolności adaptacyjnych

Przeprowadzona poniżej ocena dotyczy charakterystyki miasta z punktu widzenia zmian klimatu. Na charakterystykę miasta składa się, w myśl Podręcznika adaptacji dla miast, jego wrażliwość oraz zdolność adaptacyjna. Wrażliwość to zestaw słabych stron miasta. Zdolności adaptacyjne to silne strony miasta. Ich ocena prowadzona jest względem pożądanego stanu w przypadku wystąpienia konkretnych zagrożeń zidentyfikowanych w wyniku przeprowadzenia analizy narażenia.

Na wrażliwość miasta na zmiany klimatu oraz jego zdolności adaptacyjne ma wpływ wiele jego właściwości. Począwszy od jego położenia, które determinuje czynniki naturalne m.in. ukształtowanie powierzchni, charakter występującej naturalnej roślinności, jakość gleb czy utworów geologicznych występujących w podłożu, jakość sieci hydrograficznej (rzecznej), po czynniki ukształtowane przez człowieka, m.in. gęstość, wysokość i inne właściwości zabudowy, dostępność infrastruktury komunalnej, modyfikacje ukształtowania terenu, szaty roślinnej, sieci hydrograficznej i inne. Także sam człowiek, a właściwie charakterystyka populacji zamieszkującej dane miasto, jest elementem wrażliwości miasta. Może to być społeczność dobrze poinformowana, świadoma zagrożeń i odpowiedzialna w obliczu zagrożenia, lub – w opozycji: nieświadoma, bez umiejętności radzenia sobie w sytuacjach kryzysowych.

Aby zatem ocenić te dwa elementy, składające się na własności miasta w obliczu zmian klimatu, tj. wrażliwość i zdolność adaptacyjną, przeanalizowano w dane dostarczone przez Urząd gminy Wołomin bezpośrednio lub pośrednio, oraz z instytucji znajdujących się w mieście i odpowiadających za gromadzenie danych na temat różnych skutków zjawisk pogodowych, np. Straży Pożarnej, Stacji Sanitarno-Epidemiologicznej itp. Wykonano także własne analizy, pozwalające określić właściwości miasta związane z jego charakterystyką fizyczno-geograficzną, tj. rodzajem podłoża, pokryciem terenu, warunkami hydrologicznymi i bioklimatycznymi. W wyniku tych analiz w zbiorczych tabelach 20 – 23 zebrano najistotniejsze fakty dotyczące miasta, które uporządkowano w silne strony (świadczące o zdolności adaptacyjnej) oraz słabe strony (świadczące o wrażliwości).

Ocenę wrażliwości klimatycznej Wołomina oraz zdolności adaptacyjnych miasta względem prognozowanej zmiany klimatu zestawiono w formie tabelarycznej. Wejściem jest analiza narażenia na czynniki klimatyczne. Przeprowadzona analiza wskazuje, że spośród ogółu stwierdzonych i zhierarchizowanych czynników klimatycznych 2 spośród nich są krytyczne i w największym stopniu będą oddziaływały na obszar miejski i jego mieszkańców:

1. przyrost liczby dni upalnych i bardzo upalnych (temperatura powietrza pow. 25°C),
2. przyrost liczby dni z opadem o natężeniu krytycznym – wywołującym w podtopienia w przestrzeni miasta.

Ponadto dwa czynniki mają istotne, choć nie krytyczne, oddziaływanie na obszar Wołomina.

3. przyrost epizodów występowania silnego wiatru towarzyszącego gwałtownym opadom i burzom,
4. wydłużanie się okresów suchych, o liczbie dni z opadem mniejszym niż 1 mm/doba.

Silne i słabe strony zostały zanalizowane w układzie sektorowym, zalecanym przez podręcznik adaptacji dla miast. Przy czym podział na sektory został zastosowany w większości zgodnie z materiałami promowanym przez Porozumienie Burmistrzów na rzecz zmian klimatu (narzędzie iSEAP

to SECAP) z niewielkimi autorskimi modyfikacjami. W stosunku do zaleceń Porozumienia Burmistrzów podzielono zarządzanie kryzysowe i obronę cywilną (civil protection & emergency) na dwa odrębne obszary: zarządzanie kryzysowe oraz świadomość społeczna. Nie uwzględniono osobno, uznawanego za sektor, planowania przestrzennego, ponieważ jego elementy uwzględniane są w obrębie innych sektorów w sposób wyczerpujący. Ostateczny zestaw analizowanych sektorów był następujący:

- zdrowie ludzi i system jego ochrony;
- system zarządzania kryzysowego;
- świadomość społeczna;
- transport i komunikacja;
- budynki i inne obiekty kubaturowe;
- rolnictwo i leśnictwo;
- system przyrodniczy miasta;
- energetyka (sieci przesyłowe oraz produkcja energii);
- gospodarka wodna (sieci oraz produkcja i oczyszczanie wody);
- gospodarka odpadami.

Cztery tabele wynikowe – adekwatne dla zdiagnozowanych zagrożeń klimatycznych jako analizy w układzie zdolności adaptacyjnych oraz zagrożeń w poszczególnych sektorach przedstawiono poniżej.

Źródła danych do faktów podanych w poniższych tabelach były następujące:

1. Informacje podane przez Urząd Miasta Wołomin lub powiązane z nim instytucje (ZEC, PWiK, PSP).
2. Informacje zawarte w aktualnych dokumentach strategicznych miasta.
3. Informacje zawarte w wynikach analiz opracowanych w ramach przygotowania PAG, opisanych w rozdziałach 4.1.2 i 4.1.4.
4. Dane statystyczne zawarte w Banku Danych Lokalnych GUS.
5. Trackingowe badanie świadomości i zachowań ekologicznych mieszkańców Polski z roku 2018, które zdecydowano zastosować, jako adekwatne do sytuacji mieszkańców Wołomina.

Tabela 20. Ocena wrażliwości i zdolności adaptacyjnej miasta na fale upałów

Sektory	Silne strony (jak miasto jest przygotowane)	Słabe strony (jak miasto jest wrażliwe)
Zdrowie ludzi i system jego ochrony	Gmina i miasto Wołomin mają stosunkowo młodą populację mieszkańców. W gminie Wołomin udział ludzi w wieku pow. 60 lat (kobiety) i 65 lat (mężczyźni) wynosi ok. 16%, a w mieście ok. 23%. W porównaniu np. do Warszawy (średnio 24% w wieku poprodukcyjnym) wrażliwość całej populacji na ekstremalne temperatury powinna być nieznacznie niższa. [4] W mieście przybywa krzewów. Bilans nasadzeń i ubytków krzewów jest wysoce korzystny dla wzrostu liczby krzewów w mieście. [4] Topoklimat korzystny ze względu na warunki termiczne w półroczu ciepłym zajmuje 30% miasta i gminy, ale występuje przede wszystkim na obszarach zalesionych i użytkowanych rolniczo, położonych na obrzeżach Wołomina, co powoduje, że jego dostępność i użyteczność dla mieszkańców jest ograniczona. Miasto jest stosunkowo małe i mieszkańcy mogą do tej strefy dość szybko dotrzeć. [3] Przeważający typ zabudowy mieszkaniowej w Wołominie, to domy jednorodzinne na działkach z ogródkami. Mieszkańcy mają więc dostęp do zieleni przydomowej, która może obniżać lokalnie dokuczliwość upałów, a także zanieczyszczenie powietrza czy poziom hałasu. [3] W mieście funkcjonują źródła uliczne. Jest ich 30 i można z nich pobierać wodę w jakości „do picia”. [1]	W mieście brak informacji (lub informacje są trudno dostępne) o zgonach lub liczbie chorych w związku z pogodą gorącą i upalną, a także chorobami związanymi z patogenami częściej pojawiającymi się w związku ze zmianą klimatu (np. kleszcze, komary). [1] W mieście występuje bardzo niewiele terenów zieleni urządzonej – ok. 31ha, co stanowi niecałe 2% powierzchni miasta. Wskaźnik nieznacznie wzrósł w latach 2017-2019. [4] W mieście ubywa drzew. Bilans ubytków i nasadzeń jest skrajnie niekorzystny – nawet 6/1 więcej ubytków niż nasadzeń w roku 2019 (2/1 w latach 2017-2018). [4] Ponad 45% powierzchni miasta zajmuje topoklimat o zmniejszonym dopływie promieniowania słonecznego i zwiększonej wartości promieniowania odbitego, ciepły i zaciśnięty. Jest to topoklimat, w którym występuje zwiększone ryzyko obciążeń termicznych, z uwagi na osiągnięte wyższe wartości temperatury i niższe prędkości wiatru. Niekorzystne jest występowanie tego topoklimatu na obszarze o wysokiej gęstości zabudowy, co powoduje, że przeważająca część mieszkańców Wołomina może być narażona na oddziaływanie stresu termicznego w półroczu ciepłym. 46,8% powierzchni Wołomina znajduje się w obszarze zwiększonego ryzyka

	OCENA: 2	występowania zanieczyszczeń powietrza oraz obecności strumienia ciepła antropogenicznego (ciepła sztucznego, wytworzonego przez człowieka, np. przez systemy grzewcze, silniki pojazdów, urządzenia elektroniczne, itp.). Teren ten pokrywa się ogólnie z zasięgiem strefy zabudowy miejskiej. [3] Strefy o najbardziej niekorzystnych warunkach termicznych występują na obszarze największej koncentracji obiektów usługowych i punktów użyteczności publicznej, co oznacza, że w warunkach pogody upalnej znaczna część ludności przebywającej w Wołominie będzie podlegać bardzo silnym obciążeniom cieplnym. [3] OCENA: -3
	RAZEM: -1 średnia odporność	
System zarządzania kryzysowego	W mieście funkcjonuje system zarządzania kryzysowego oraz system ostrzegania i alarmowania ludności o zagrożeniach – system wykorzystuje liczne kanały dotarcia do mieszkańców oraz obejmuje liczne rodzaje zagrożeń. [1] Funkcjonuje System Wczesnego Ostrzegania którym może sterować również Zarządanie Kryzysowe z Powiatu. System obejmuje ciąg syren i megafonów które mogą emitować sygnały foniczne oraz komunikaty tekstowe. [1] W mieście od 2018 roku funkcjonuje stacja pogodowa w oczyszczalni ścieków KRYM. [1] OCENA: 3	Brak wyraźnego wskazania warunków stresu termicznego wysokiej temperatury powietrza jako zagrożenia w systemie zarządzania kryzysowego; [1] OCENA: -2

	Razem 1 – średnia odporność	
Świadomość i gotowość społeczna (w tym edukacja, oświata)	Duża liczba placówek edukacyjnych, gdzie jest nieograniczony dostęp do wody pitnej dla dzieci i młodzieży. [1] W miejscach publicznych oraz punktach opieki zdrowotnej jest możliwość dostępu do wody pitnej dla mieszkańców. [1] Służby Straży Pożarnej są regularnie szkolone i podnoszą swoje kwalifikacje W mieście funkcjonuje system zarządzania kryzysowego oraz ostrzegania i alarmowania ludności o zagrożeniach. [1] Miasto wie, jak skutecznie komunikować się z mieszkańcami i z jakich form poszerzania wiedzy korzystają oni najchętniej, dzięki organizowanym dotychczas akcjom ekologicznym. [1] Ocena: 2	Ludzie niewiele wiedzą o oddziaływaniu upału na organizm ludzki, nie znają metod zabezpieczenia się przed przegrzewaniem ciała i mieszkania w upale, np. wietrzenie mieszkania w czasie upału, konieczności uzupełniania płynów, przypominania osobom w wieku podeszłym o uzupełnianiu płynów. [5] Mieszkańcy preferują rozwiązania indywidualne w zakresie klimatyzacji i wentylacji (we własnym mieszkaniu), niż wspólnotowe (na terenie wspólnoty mieszkaniowej, spółdzielni). [5] W strukturze demograficznej będzie rosła grupa ludności w wieku poprodukcyjnym, która jest szczególnie wrażliwa na wpływ wysokiej temperatury powietrza. [1. 4] Ocena: -2
	Razem 0 – średnia odporność	
Transport i komunikacja	Funkcjonuje transport publiczny, sprzyjając zmniejszeniu ruchu samochodów prywatnych, co korzystnie wpływa na nieakcelerowanie niekorzystnych warunków termicznych dodatkową emisją zanieczyszczeń powietrza. [1] Linia kolejowa położona na kierunku pld.-zach.-płn-wsch. może w przypadku niektórych cyrkulacji atmosferycznych stanowić oś przewietrzania miasta. [3] OCENA: 1	Duża liczba dróg o dużej powierzchni, nawierzchnie przeważająco zbudowane ze standardowych materiałów o niskiej odporności na wysoką temperaturę. [3] Duża liczba parkingów i miejsc parkingowych wzdłuż większych ulic oraz duże kompleksy usługowo-handlowe o nawierzchniach utwardzonych, asfaltowych (Kaufland, Galeria Wołomin) szybko akumulujących energię słoneczną, wpływają na podwyższenie lokalne temperatury powietrza.[3]

		Uszkodzenia nawierzchni ulic w wyniku podatności na zmianę stanu skupienia pod wpływem wysokiej temperatury. [3] Centralną oś miasta na kierunku półd-zach.-półn-wsch. stanowi linia kolejowa, która jest dużą połąką terenu podatną na przegrzewanie powierzchni (kamienna, ciemna nawierzchnia linii kolejowych). [3] OCENA: -2
	Razem – 1 średnia odporność	
Budynki i obiekty, tzw. infrastruktura (publiczne, wysokie, niskie, usługowe, firmowe, przemysłowe, w tym sieciowe)	Większość budynków w osiedlach wielorodzinnych (Lipińska, Kobyłkowska, Gwarek, Niepodległości) ustawiona jest fasadami na kierunku wsch.-zach. co ogranicza ekspozycję mieszkań na bezpośrednie promieniowanie słoneczne w trakcie upału (możliwość przegrzania mieszkań).[3] Klimatyzacja jest stosowana jako element nowej infrastruktury technicznej budynków administracyjnych, kompleksów handlowych i usługowych. [3] Część budynków publicznych, głównie szkolnych zostało w ostatnich latach poddanych termomodernizacji oraz wyposażonych m.in. w systemy wentylacji. [1] Ocena: 1	Część fasad budynków na osiedlu Gwarek i Niepodległości posiada mieszkania eksponowane w kierunku południowym i mogą być one podatne na przegrzanie w czasie upału. [3] Przeważająca powierzchnia dachowa w mieście charakteryzuje się ciemną barwą, co absorbuje promienie słoneczne (albedo < 50-60%). Istnieją powierzchnie w mieście (głównie przemysłowe), które w upale osiągają temperaturę ponad 40 st. C. [3] Brak programu wprowadzania budownictwa energooszczędnego, o dobrej izolacji przed nadmiarem ciepła.[1] Obszar zwartej wysokiej zabudowy mieszkaniowej centrum miasta z lat 1960-1980 ma niską efektywność energetyczną (budynki dopuszczają ciepło do wnętrza) [2] Większości budynków użyteczności publicznej w tej chwili nie ma klimatyzacji, szkoły, przedszkola [1] Ocena: -3
	Razem: -2 niska odporność	

Rolnictwo i leśnictwo	Bezpośrednio z miastem od południa i północy graniczą tereny leśne położone w dolinach rzek Czarna oraz Długa. Częściowo są to obszary bagienne (Białe-Błota, Grabicz), w tym objęte ochroną przyrody (Rezerwat Grabicz). [3] Obszar miejski graniczy bezpośrednio z terenami rolniczymi od strony wschodniej. [3] Ocena: 2	Miasto charakteryzuje przeważnie nierolnicze użytkowanie terenu. Pozostałości terenów rolnych znajdują się w pld.-wsch. części miasta (Lipińska). [3] Tereny rolne i leśne przekształcane są na tereny mieszkaniowe i mieszkaniowo-usługowe – następuje ich ubytek w mieście, a także pod miastem. [3, 4] Ocena: -1
	Razem 1 – średnia odporność	
System przyrodniczy miasta	Istnieje coraz szersze zrozumienie potrzeby istnienia terenów zielonych i wodnych jako elementu łagodzenia klimatu miasta i zapewnienia warunków do rekreacji. [5] Ważną rolę obszarów o wysokich walorach przyrodniczych jest wpływ zieleni na obniżenie temperatury odczuwalnej w warunkach upalnych. [3] W mieście przybywa krzewów. Bilans nasadzeń i ubytków krzewów jest wysoce korzystny dla wzrostu liczby krzewów w mieście. [4] Gmina Wołomin sukcesywnie prowadzi nasadzenia drzew w miejsce usuniętych, wiekowych drzew, które ze względu na zły stan zachowania, stanowiły zagrożenie bezpieczeństwa mieszkańców. Oprócz nasadzeń zastępczych w ramach otrzymanych zezwoleń na usunięcie, nasadzenia prowadzone są w ramach projektów z Budżetu Obywatelskiego (tylko w roku 2018 posadzono ok. 400 drzew) lub innych akcji społecznych np. posadzenia 30 drzew na 30 lat samorządu. Szczególną opieką objęte są pomniki przyrody zlokalizowane na terenie gminy, w chwili obecnej	Z analizy wynika jasno ubytek powierzchni biologicznie czynnej w mieście jest kontynuowany z roku na rok. Nie są rezerwowane nowe duże tereny pod zielen publiczną. W mieście ubywa drzew. Bilans ubytków i nasadzeń jest skrajnie niekorzystny – nawet 6/1 więcej ubytków niż nasadzeń w roku 2019 (2/1 w latach 2017-2018). [4] Właściciele posesji dążą do zminimalizowania obszaru przepuszczalnego na powierzchni działek oraz jak najszybszego odprowadzenia wód opadowych i roztopowych. Dodatkowo wprowadzane są do środowiska gatunki roślin naturalnie nie występujących w regionie. Z reguły wprowadzanie zabudowy jednorodzinnej skutkuje usunięciem wiekowego drzewostanu na rzecz nowego urządzenia zieleni. [1, 5] Usuwanie zdrowego wysokiego zadrzewienia niekorzystnie wpływa na nasilenie efektu przyrostu wysokiej temperatury w warunkach upalnych. [3] Tereny zieleni publicznej urządzonej oraz nieurządzonej zajmują jedynie

	obejmujące 26 wiekowych drzew, głównie dębów. [1] OCENA: 1	ok. 2% powierzchni miasta. Tereny zieleni w śródmieściu poddane są większemu stresowi cieplnemu podczas pogody cieplej i upalnej, niż tereny pod miastem. [1] Znaczną część miasta zajmują tereny o potencjalnie dużej nieprzepuszczalności gruntów, tj. mieszkaniowe, przemysłowe, transportowe, to ok. 50% powierzchni miasta – tereny te stanowią zwarty obszar o niskiej przepuszczalności gruntów, gdzie łatwo dochodzi do przegrzewania się powierzchni. [3] Od strony zachodniej (przeważający kierunek wiatru) miasto sąsiaduje z terenami zabudowanymi (miasto Kobylka i Marki, a dalej Warszawa), co może powodować napływ ciepłego powietrza nad miasto z terenów sąsiednich. [3] Ocena: -3
	Razem: -2 niska odporność	
Energia (zaopatrzenie w energię)	Jak dotychczas nie stwierdzono niedoborów ani zagrożenia niedoborów zaopatrzenia w energię elektryczną w okresach wystąpienia fal upałów. [1] Do podgrzewania wody w układzie ciepłowniczym ZEC Wołomin wykorzystuje się dodatkową instalację solarną, co ogranicza awaryjność układu ciepłego i zużycie węgla, zwłaszcza w okresie ciepłym. ZEC Wołomin posiada także instalacje fotowoltaiczną, która produkuje prąd na własne potrzeby zakładu. [1] Planuje się wykorzystanie wód geotermalnych w mieście, co jest działaniem obniżającym wrażliwość	Zasilanie w ciepłą wodę dla znaczącej części miasta jest realizowane przez Zakład Energetyki Ciepłej w Wołominie Sp. z o. o. (ciepłownia węglowa). Tego typu ciepłownie są wrażliwe na występowanie wysokich temperatur (możliwy brak chłodzenia). [1] Zdiagnozowana oraz już doświadczana w ostatnich latach częstość występowania i dotkliwość fal upałów powoduje wzrost zapotrzebowania na energię elektryczną użytkowaną na potrzeby wentylacji i klimatyzacji. [1] Występują bardzo liczne zaniki prądu, które prowadzą do

	systemu na warunki pogodowe (upały i susze). [1] OCENA: 2	uszkodzeń urządzeń elektrycznych. O ww. zanikach nie ma informacji w systemie ostrzegania. [1] OCENA: -3
	Razem: -1 średnia odporność	
Gospodarka wodna (zaopatrzenie w wodę i odprowadzenie ścieków)	Zaopatrzenie w wodę Przedsiębiorstwo dostarcza dla mieszkańców bezpieczną, wysokiej jakości wodę pitną. [1] Do wodociągów na terenie gminy jest podłączone 77% budynków mieszkalnych, co stanowi 85,7% ogółu ludności (dane GUS, 2018). Na rok 2018 wg danych GUS, sumaryczna długość czynnej sieci wodociągowej w mieście Wołomin wynosiła 118 km. Część budynków zaopatruje się w wodę z własnych ujęć wód podziemnych. [4] W 2019 roku wystąpiło 30 awarii na sieci wodociągowej. Wszystkie awarie wystąpiły na sieci rozdzielczej. Sieci wodociągowe są zabezpieczone przed niskimi temperaturami poprzez posadowienie poniżej strefy przemarzania. Hydranty posiadają system odwodnienia. Ujemne temperatury teoretycznie nie powinny mieć wpływu na awaryjność, jednakże zużycie materiałowe powoduje, że w okresie niskich temperatur zauważalna jest zwiększona liczba awarii wodociągowych. [1] Występowanie upałów nie wpływa na zwiększenie awaryjności sieci wodociągowej. [1] OCENA: 1	Zaopatrzenie w wodę Obecnie eksploatowane ujęcia wody w przypadku bezawaryjnej pracy są w stanie pokryć zapotrzebowanie na cele socjalno-bytowe. Natomiast w przypadku występowania wysokich upałów przy pogodzie bezdeszczowej, zapotrzebowanie na wodę jest większe niż obecne możliwości produkcyjne. Obecnie PWiK Wołomin zapewnia 100% dostaw wody do gminy Wołomin i częściowo do miasta Kobyłka, co ogranicza możliwości dostarczania wody tylko dla gminy Wołomin. [1] W obecnym systemie zaopatrzenia w wodę znajdują się dwie funkcjonujące stacje uzdatniania wody, z czego jedna ma możliwości produkcyjne na poziomie 530m³/h (SUW pracująca na ujęciu „Graniczna” złożonym z 7 studni), druga 60m³/h (SUW pracująca na ujęciu „Lipińska” złożonym z 2 studni). W przypadku awarii na stacji uzdatniania wody lub ujęciu „Graniczna” występuje duże ryzyko braku dostaw wody. [1] Brak nawyku oszczędzania wody. Brak dyscypliny społecznej (oszczędzania wody) w okresach zagrożenia jej niedoborem (podlewanie ogródków itp.). [5] Odprowadzanie ścieków Część budynków posiada instalację sanitarną w postaci szamb – w dni

		gorące mogą one być narażone na uciążliwości, np. przykry zapach. Ocena: -3
	Razem: -2 niska odporność	
Gospodarka odpadami	Gospodarowanie odpadami komunalnymi jest jednym z zadań własnych gminy. W ramach postępowania przetargowego wybierany jest operator pełniący usługę odbioru, transportu i zagospodarowania odpadów komunalnych. W ramach obowiązującej umowy usługę tę świadczy Miejski Zakład Oczyszczania w Wołominie Sp. z o.o. Odbiór każdej frakcji odbywa się zgodnie z ustalonym harmonogramem odbioru odpadów komunalnych zamieszczonym na stronie internetowej Urzędu Miasta. [1] Śmietniki i kosze w strefie publicznej są zabezpieczone przed ogrzewaniem się odpadów (umieszczane są w pomieszczeniach lub pod zadaszeniem), a system odbioru odpadów jest sprawny i dobrze zorganizowany. [1] Na terenie gminy Wołomin zlokalizowane są instalacje do: - sortowania selektywnie zebranych odpadów komunalnych, - kompostownia bioodpadów (wytwarzanie polepszacza glebowego), - składowania odpadów powstających w procesie mechaniczno-biologicznego przetwarzania niesegregowanych (zmieszanych) odpadów komunalnych oraz pozostałości z sortowania odpadów komunalnych. Na terenie gminy nie funkcjonuje instalacja do mechaniczno-biologicznego przetwarzania	Mogą wystąpić pojedyncze przypadki powstania odorów lub zagrożenia epidemiologicznego w miejscach, gdzie pojemniki na śmieci nie są osłonięte przed upałem lub źle zabezpieczone. [1] Ocena: -1

	zmieszanych odpadów komunalnych i wydzielania ze zmieszanych odpadów komunalnych frakcji nadających się w całości lub w części do odzysku. [1] Ocena: 1	
	Razem: 0 – średnia odporność	

Tabela 21. Ocena wrażliwości i zdolności adaptacyjnej miasta na opady o dużym natężeniu

Sektory	Silne strony (jak miasto jest przygotowane)	Słabe strony (jak miasto jest wrażliwe)
Zdrowie ludzi i system jego ochrony	Nie są znane przypadki ofiar śmiertelnych w wyniku podtopień w gminie Wołomin. [1] System opieki zdrowotnej jest przygotowany na przyjmowanie pacjentów z ewentualnymi obrażeniami powstałymi w wyniku nawałnych opadów/podtopień (sieć przychodni, ambulatoriów, SOR przy Szpitalu Powiatowym, oddział chirurgii ogólnej w Szpitalu Powiatowym, sieć pracowni diagnostycznych w leczeniu). [1] W mieście funkcjonuje system ostrzegania i alarmowania ludności o zagrożeniach – w tym opadach. [1] Nowo wybudowany budynek OSP Wołomin dysponuje dużą salą z możliwością przyjęcia i przenocowania ok. 15 osób poszkodowanych w różnego rodzaju katastrofach także na wypadek klęski żywiołowej. [1] Ocena: 3	Nie zidentyfikowano Ocena: 0 Razem 3 – wysoka odporność
	Razem 3 – wysoka odporność	
System zarządzania kryzysowego	Zadania Straży miejskiej oraz Gminnego Zespołu Zarządzania Kryzysowego zawierają ogólnie sformułowane zadania w zakresie zarządzania i zapobiegania związane	Dostępne informacje meteorologiczne nie pozwalają dokładnie określić siły i miejsca wysokich opadów w mieście. Informacje te są jedynie orientacyjne. [3]

	z reagowaniem na zagrożenia naturalne. [1] Wydział Bezpieczeństwa i Zarządzania Kryzysowego w Wołominie dysponuje magazynem wyposażonym w niezbędny sprzęt, który ma zapewnić schronienie poszkodowanym podczas klęsk żywiołowych oraz usuwanie skutków w/w klęsk. [1] Likwidacją szkód wywołanych ulewnymi deszczami zajmuje się straż pożarna, która najczęściej osusza obszary podtopione w wyniku opadu. Podtopienia i awarie wynikłe z braku wydolności kanalizacji odprowadzającej wody deszczowe usuwa PWiK w Wołominie. [1] Miasto zapewnia gotowość bojową ochotniczych straży pożarnych, zapewnia fundusze na umundurowanie, ubezpieczenie, badania lekarskie i szkolenie uzupełniające dla strażaków, zabezpiecza jednostki w samochody pożarnicze, motopompy i inny sprzęt ratowniczy. [1] W mieście funkcjonuje system zarządzania kryzysowego oraz ostrzegania i alarmowania mieszkańców o zagrożeniach – system wykorzystuje liczne kanały dotarcia do mieszkańców oraz obejmują liczne rodzaje zagrożeń, w tym meteorologiczne - opady. W mieście funkcjonuje stacja pogodowa, a przy obecnych systemach informacyjnych w tym alerty z RCB i strona IMGW przewidzenie silnych opadów nie jest trudne. [1] Mapa obszarów narażonych na podtopienia została opracowana w ramach niniejszej diagnozy. [1]	Wyraźnie wzrosła w latach 2003-2017 liczba interwencji Straży Pożarnej w wyniku tzw. zdarzeń miejscowych (w tym wywołanych zjawiskami pogodowymi) – dotyczy całego powiatu wołomińskiego. Od roku 2015 liczba zdarzeń regularnie przekracza 1000 szt., podczas gdy wcześniej liczba zdarzeń była mniejsza niż 1000. Większość zdarzeń i strat w powiecie zwykle dotyczy m. Wołomin. [1] W większości (>90%) zdarzenia w mieście występują w wyniku silnego wiatru lub opadów (ok. 40%). W latach 2010-2019 w wyniku opadów w m. Wołomin odnotowano straty wielkości 38 tys. zł. [1] Ocena: -2
--	--	---

	Miasto ma w swoim posiadaniu 2 drony, które używane są do monitorowania różnego rodzaju zagrożeń i mogą być wykorzystywane do wykrywania podtopień. [1] Ocena: 3	
	Razem 1 – średnia odporność	
Świadomość i gotowość społeczna (w tym edukacja, oświata)	Rozwiązania związane z kształtowaniem zieleni miejskiej w sposób sprzyjający większej retencji wody są raczej pozytywnie odbierane przez mieszkańców, co jest wynikiem m.in. długofalowych akcji edukacyjnych prowadzonych przez Urząd Miasta, takich jak Zielone Grupy i Zielone Klasy. Program obejmuje 23 Zielone Grupy oraz 47 Zielonych Klas, czyli 1 513 uczniów. Działalność Zielonych Grup i Klas tylko w ostatnim roku szkolnym zaowocowała 65 akcjami proekologicznymi skierowanymi do ok. 3000 odbiorców. Akcje dotyczą głównie ochrony wód, powietrza i przyrody a także prawidłowej segregacji odpadów [1, 5] Mieszkańcy dobrze identyfikują zależności między lokalnymi warunkami przyrodniczymi a warunkami zabudowy jednorodzinnej. [5] Służby Straży Pożarnej są regularnie szkolone i podnoszą swoje kwalifikacje. [1] Miasto wie, jak skutecznie komunikować się z mieszkańcami i z jakich form poszerzania wiedzy korzystają oni najchętniej, dzięki organizowanym dotychczas akcjom ekologicznym. [1]	Właściciele działek dążą do jak najszybszego odprowadzenia powierzchniowego wody opadowej poza obszar własności, najczęściej przez uszczelnienie powierzchni terenu. Wpływa to na przyrost ogólnej powierzchni nieprzepuszczalnej obszaru zurbanizowanego prowadząc do wzrostu zagrożenia podtopieniami. [5] Właściciele działek koncentrują swoje działania gospodarowania wodą opadową głównie na jej odprowadzeniu przez przyłącze do sieci kanalizacji deszczowej. Podczas oraz po intensywnych opadach deszczu, wiele działek wypompowuje wodę deszczową do kanalizacji ściekowej. Istnieją nielegalne włączenia odprowadzające wodę deszczową do kanalizacji ściekowej. [1] Buduje się także na terenach okresowo podmakających, podnosząc grunt. [1] Przy intensywnej urbanizacji w dzielnicy domów jednorodzinnych i dogęszczaniu zabudowy wielorodzinnej w ścisłym centrum miasta, istniejący system odbioru wód deszczowych jest zdecydowanie niewystarczający w zakresie przepustowości do

	OCENA: 1	prowadzenia efektywnego przejęcia nadmiaru wody opadowej. Konieczny jest intensywny rozwój sieci podążający za przyrostem powierzchni obszaru nieprzepuszczalnego miasta i prognozowanego przyrostu natężenia opadów. [1] Bardzo słabo rozwinięte są inwestycje zawierające nowoczesne rozwiązania wodooszczędne. [1] OCENA: -3
	Razem: -2 niska odporność	
Transport i komunikacja	Przy nowych drogach i centrach handlowo-usługowych powstają obiekty odwodnieniowe lub kanalizacja deszczowa. [1] System odbioru wód deszczowych z dróg jest z reguły rozdzielony od kanalizacji prowadzącej ścieki komunalne. Sieć odprowadzająca wody deszczowe jest sukcesywnie rozbudowywana, ale nie jest to etap zapewniający już współczesne potrzeby w tym zakresie. [1] Mapa obszarów narażonych na podtopienia została opracowana w ramach niniejszej diagnozy. [1] Ocena: 1	Rzadko występują podtopienia infrastruktury kolejowej w wyniku dużych opadów. [1] Nowo budowane obiekty kanalizacji deszczowej bywają niedostosowane do potrzeb, np.: przy dużych opadach woda deszczowa wylewa się ze studzienek w rejonie centrum handlowego. [1] Z uwagi na rozwój miasta, obecny system kanalizacji opadowej nie jest dostosowany do odprowadzania nadmiaru wód w okresach intensywnych opadów deszczu. [1] Sieć kanalizacyjna, jej aktualna przepustowość jest niewystarczająca do sprostania współcześnie występującym epizodom opadu nawałnego, a prognozowany jest przyrost natężenia opadu. [1] W wyniku niskiej sprawności kanalizacji oraz jej niedostatecznego rozwoju na terenie miasta podtapianych jest wiele dróg, w tym skrzyżowania ważnych lokalnych ulic oraz przejścia dla pieszych.

		Podtopienia występują również na obszarach o dużej gęstości zaludnienia, w obrębie naturalnych obniżen terenu tam, gdzie skanalizowania jeszcze nie wprowadzono, np. w rejonie odbiorników – rowów D, G i R-6. Nie wszystkie istotne komunikacyjnie ulice w mieście posiadają system odwadniania. [1] Ocena: -2
	Razem: -1 średnia odporność	
Budynki i obiekty, tzw. infrastruktura (publiczne, wysokie, niskie, usługowe, firmowe, przemysłowe, w tym sieciowe)	Istniejąca i odbudowywana infrastruktura melioracyjna jest istotnym elementem zarządzania wodami opadowymi w mieście – nadmiar wody odprowadzany jest do zbiorników powierzchniowych oraz do rzeki Czarna i Czarna Struga (dopływ rzeki Długiej). [1] Przy nowych drogach/ osiedlach/ centrach usługowych powstają obiekty odwodnieniowe lub kanalizacja deszczowa, a także doraźnie rozwiązania wstrzymujące spływ wody. [1] W nowym budownictwie budynki są sytuowane zgodnie z warunkami występowania płytkich wód gruntowych i możliwości ich szybkiego wzniosu podczas opadów – czyli wystąpienia podtopień. Zatem albo są to budynki nagruntowe o podniesionym podłożu, albo na najniższym poziomie lokalizowane są parkingi – wówczas wystąpienie podtopienia nie przynosi dużych szkód materialnych. [1] Większość zabudowy ma charakter rozproszony, jednorodzinny, co zapewnia możliwość lokalizowania ekstensywnych systemów retencji	System gospodarowania wodą ulega przebudowie. Zgodnie z ustawą Prawo Wodne wymaga się od właścicieli zagospodarowania wody deszczowej na posesji w maksymalnym możliwym stopniu – stosowane są rozwiązania doraźne tam, gdzie nie ma możliwości podłączenia do kanalizacji. Jednak znacząca większość miasta została zbudowana w sytuacji, kiedy takich wymagań nie było i woda deszczowa oddawana jest do systemów kanalizacyjnych w nadmiarze. [1] Rozwój urbanizacyjny i przyrost powierzchni nieprzepuszczalnej w mieście nie jest skoordynowany z działaniami podnoszącymi retencyjność wód opadowych oraz rozwojem systemu kanalizacji opadowej. [1] W okresie 2010-2019 występowały na terenie miasta uszkodzenia budynków i infrastruktury publicznej w wyniku gwałtownego deszczu. [1] W gminie Wołomin brak jest obwałowań rzek, których nie uznaje się za rozwiązanie konieczne w obecnej sytuacji hydrologicznej

	wody, np. ogrodów deszczowych, stawów przydomowych, basenów. [1] Ocena: 1	i zabudowy miasta. W gminie brak jest polderów umożliwiających gromadzenie wody opadowej i zabezpieczających przed niekontrolowanym zalewaniem terenów przyległych do rzeki Czarnej oraz przed efektem cofki z rzeki do rowów odprowadzających wody opadowe i w konsekwencji – zalewania działek przyległych do tych rowów. Jednak zabudowa miejska o zmiennej przestrzennie zwartości, wyraźnie przerzedza się w bliskości rzeki, można rzec nie znajduje się w bezpośredniej bliskości rzeki. W związku z tym rzeka i jej wezbrania prawdopodobnie nie stanowi głównego zagrożenia powodziowego dla przestrzeni miejskiej. [2] Ocena: -3
	Razem: -2 niska odporność	
Rolnictwo i leśnictwo	Istniejące tereny rolnicze i leśne mogą być wykorzystane jako ważny element retencji, dla przykładu przez kierowanie dodatkowej wody opadowej na tereny rolnicze lub leśne (kompleks lasów przylegających od południa lub północy do miasta). Tym sposobem można dodatkowo zasilać wody gruntowe, co rekompensuje straty wywołane obniżaniem się poziomu wód gruntowych spowodowane m.in. uszczelnianiem terenu centrum miasta. [3] Ocena: 2	System kanałów otwartych tworzący sieć melioracyjną odprowadzającą wodę jest słabo rozwinięty i o zróżnicowanym stopniu utrzymania technicznego. Występują miejsca, gdzie rowy otwarte – na terenach nowych posesji prywatnych są zabudowane – niedrożne. Brak jest inwentaryzacji tego typu przypadków i planów naprawy tego stanu. [1] Szybko postępuje zajmowanie terenów rolniczych pod zabudowę jednorodzinną oraz wielkopowierzchniowe centra usługowo-handlowe, co zwiększa wrażliwość obszaru na podtopienia. [3] Ocena: -2

	Razem 0: średnia odporność	
System przyrodniczy miasta	Istniejący system przyrodniczy może stanowić ważny element czasowego retencjonowania wody w sytuacji wystąpienia podtopień, dużych opadów. Do retencji wody można wykorzystać tereny bagienne, położone w pobliżu dolin rzek Czarna i Długa (za wyjątkiem rezerwatów przyrody) lub w pobliżu OSiR. Na terenie miasta są też już pierwsze realizacje terenów zielonych sprzyjające retencji wody (skwer przy basenie). [3] Kierowanie dodatkowej wody opadowej na tereny przyrodnicze sprzyja odnawianiu zasobów wód podziemnych, co może rekompensować w systemie przyrodniczym straty wywołane obniżaniem się poziomu wód gruntowych pod obszarami uszczelnionymi miasta. [3] Większość problemów z podtopieniami dotyczy terenów zabudowanych – Straż Pożarna nie interweniuje w wyniku podtopień na terenach przyrodniczych. [1] Systemy przyrodnicze charakteryzuje naturalna odporność na występowanie okresowego nadmiaru wody, szczególnie, że warunki występowania wód gruntowych na obszarze miasta charakteryzuje ich naglinowy, płytki charakter. To procesy urbanizacyjne doprowadziły do obniżenia lustra wód gruntowych w wyniku odwodnień lub utraty powierzchniowego zasilania. [3] Naturalne ukształtowanie koryta rzeki Czarnej, Czarnej Strugi i Długiej stanowi zabezpieczenie prawidłowego funkcjonowania hydrologicznego i powstawania powodzi. [3]	Zablokowanie odpływu wód opadowych oraz ich gromadzenie w naturalnych obniżeniach terenu bez dostępu do systemu kanalizacji stanowi zagrożenie dla warunków wegetacyjnych roślinności, która nie jest do tego typu warunków przystosowana. [3] Tereny zieleni publicznej urządzonej i nieurządzonej zajmują jedynie ok. 2% powierzchni miasta. Daje to bardzo niewielką powierzchnię terenów, które mogą pochłaniać wodę opadową zapobiegając podtopieniom (za optymalną uznaje się wartości 40-50% pow. miasta). [1] Odprowadzanie nadmiaru wody deszczowej do rzek Czarna i Długa może skutkować znacznymi wahaniem ich poziomów wód i występowaniem, np. zwiększonych przyborów wód i wtórnych powodzi w pobliżu tych rzek lub powstawaniu efektu cofki wody z rzeki do rowów odprowadzających wody opadowe i w konsekwencji zalania terenów przyległych do tych rowów. [3] Presja budowlana powoduje zawężanie dolin rzecznych (np. dolina Czarnej między Duczkami i Starymi Lipinami), co w latach z dużymi opadami może doprowadzić do zatopienia domów położonych najbliżej rzeki. [3] Ocena: -3

	Gmina Wołomin sukcesywnie prowadzi nasadzenia drzew w miejsce usuniętych, wiekowych drzew, które ze względu na zły stan zachowania, stanowiły zagrożenie bezpieczeństwa mieszkańców. Oprócz nasadzeń zastępczych w ramach otrzymanych zezwoleń na usunięcie, nasadzenia prowadzone są w ramach projektów z Budżetu Obywatelskiego (tylko w roku 2018 posadzono ok. 400 drzew) lub innych akcji społecznych np. posadzenia 30 drzew na 30 lat samorządu. Szczególną opieką objęte są pomniki przyrody zlokalizowane na terenie gminy, w chwili obecnej obejmujące 26 wiekowych drzew, głównie dębów. [1] Ocena: 3	
	Razem: 0 średnia odporność	
Energia (zaopatrzenie w energię)	Elektrownie i elementy systemu zaopatrzenia w energię nie są bezpośrednio zagrożone podtopieniem – nie stwierdzono dotychczas wyłączenia prądu spowodowane podtopieniami w wyniku deszczu. [1] Ocena: 1	Odnotowano przypadki zalania instalacji ciepłych (sieci ciepłej) w budynkach wielorodzinnych. [1] Ocena: -2
	Razem – 1 średnia odporność	
Gospodarka wodna (zaopatrzenie w wodę i odprowadzenie ścieków)	Zaopatrzenie w wodę Awaryjne sieci wodociągowej są usuwane na bieżąco – nie było awarii rozległych o długim czasie trwania. [1] Jak dotychczas, występowanie opadów nawałnych i podtopień nie miało wpływu na jakość i dostęp do wody pitnej. [1] Gospodarowanie wodą deszczową Sieć kanalizacji deszczowej w mieście jest z reguły oddzielona od kanalizacji sanitarnej. Odwodnienie obejmuje głównie ciągi komunikacyjne na	Gospodarowanie wodą deszczową Sieć kanalizacji deszczowej jest rozproszona pomiędzy wielu właścicieli (gestorów), co utrudnia zarządzanie siecią i reagowanie w sytuacjach awaryjnych. [1] Następuje szybki przyrost liczby przyłączy do kanalizacji opadowej z posesji prywatnych oraz nowych inwestycji budowlanych, co powoduje jej przeciążenie i w warunkach opadów nawałnych jest powodem podtopień, m.in. w rejonie odbiornika wód

	terenie miasta w starej części miasta po południowej stronie torów PKP i w osiedlach mieszkaniowych „Niepodległości” i „Lipińska”. Zakłady przemysłowe, np. Zakład Energetyki Ciepłej posiadają własne lokalne układy sieci kanalizacji deszczowej. Łączna długość sieci kanalizacyjnej na terenie Wołomina wynosi ok. 43 km (kanalizacja zamknięta). [1] Obecnie duże zagęszczenie kanalizacji deszczowej widoczne jest w południowej i środkowej części miasta. [1] Największy udział w skali miasta mają tereny nieprzepuszczalne o gęstości pomiędzy 30–60%. Najmniejszy udział stanowią tereny o bardzo małym udziale powierzchni nieprzepuszczalnych (0–10%), a także tereny o największym udziale powierzchni nieprzepuszczalnych (90–100%). [3] Obszar Wołomina to małe deniwelacje terenu i nie mają one znaczącego wpływu na system odprowadzania wody z miasta. Oznacza to w praktyce, iż naturalne procesy spływu powierzchniowego zgodnie z nachyleniem stoków nie wnoszą dodatkowego zagrożenia dla zagrożenia podtopieniami jakie ma miejsce np. przez uszczelnienie powierzchni nachylonej. [3] Odprowadzanie ścieków Na terenie miasta 76% terenów jest posiada kanalizację sanitarną, a na terenie wiejskim gminy wieś Nowe Lipiny i część wsi Duczki podłączone są do miejskiej sieci kanalizacji sanitarnej. Podłączone są również częściowo miejscowości: Ossów , Turów, Leśniakowizna, Majdan,	opadowych - rowu D. Konieczna jest modernizacja sieci kanalizacyjnej oraz wprowadzenie działań zwiększających retencję powierzchniową w celu ograniczenia spływu powierzchniowego i awarie sieci kanalizacyjnej. [1] Część północna miasta jest ma w mniejszym stopniu rozbudowaną kanalizację deszczową. W całym mieście (także w Centrum) wyróżniają się zlewnie o wręcz braku sieci kanalizacyjnej, ale najwięcej jest ich w części północnej. Jest niejednorodna gęstość sieci na terenie miasta. [3] W studium gminy proponuje się rozważenie budowy zbiorników retencyjnych suchych, we wsi Majdan i Czarna służących retencji wód opadowych, a co za tym idzie ochrony przed powodzią. [2] Część systemu odbioru wód opadowych jest niezainwentaryzowana, posiada nieokreślony stan techniczny oraz własnościowy. Gmina nie posiada koncepcji odprowadzenia i zagospodarowania wód opadowych. Konieczne jest sporządzenie ww. dokumentu poprzedzonego pełną inwentaryzacją stanu istniejącego. Obecnie na terenie gminy nie ma rozwiązań pozwalających na retencjonowanie wód opadowych. [1] Według straży pożarnej rośnie ilość podtopień związane z nieprawidłowym utrzymaniem rowów melioracyjnych i kanalizacji deszczowej (dotyczy powiatu wołomińskiego). [1]
--	---	---

	Czarna, Zagościniec, Lipinki. Sieć kanalizacji sanitarnej w mieście Wołomin obejmuje centralną, północną i południową część miasta. Ścieki odprowadzane są systemem kanalizacyjnym do oczyszczalni ścieków „Krym” zlokalizowanej w miejscowości „Leśniakowizna”. Oczyszczalnia odbiera 100% ścieków z gminy Wołomin oraz miasta Kobylka i przyjmuje także ścieki dowożone. Obecna przepustowość oczyszczalni jest wystarczająca dla potrzeb oczyszczenia ścieków komunalnych. [1] Ocena: 1	Dla Wołomina niekorzystne jest skumulowanie obszarów o bardzo dużej nieprzepuszczalności. W szczególności dotyczy to obszarów nowego centrum handlowego, które powstało w północno-wschodniej części miasta, a które nie posiada udokumentowanej dostatecznej sieci odprowadzania wód deszczowych. Ponadto obszary o dużym zagrożeniu podtopieniami położone są w centrum miasta – w środkowo-południowej jego części, obszary dedykowane usługom i handlowi. [3] Tereny położone w środkowej, jak i w północno-wschodniej części miasta odnotowały silny przyrost powierzchni nieprzepuszczalnych w latach 2015 – 2018, natomiast gęstość sieci kanalizacji deszczowej ma na tym terenie bardzo niski współczynnik. [3] W ramach niniejszego opracowania opracowana mapę narażenia i wrażliwości na podtopienia. [1] Odprowadzanie ścieków Woda w rzekach odbierających ścieki i wody opadowe z terenu Wołomina pozostaje nadmiernie zanieczyszczona w stosunku do norm. Woda jest gorszej jakości, niż odprowadzana z oczyszczalni ścieków. [1] Podczas nawałnych opadów deszczu dochodzi do zalewania wodą opadową kanalizacji sanitarnej, co prowadzi do lokalnych podtopień piwnic i garaży. Na sieci kanalizacji sanitarnej występują nieszczelności co wymaga przeprowadzenia działań renowacyjnych. Kolektory
--	--	--

		ściekowe o największej przepustowości są to najstarsze kolektory w mieście, których wiek jest powyżej 35 lat. Obecnie stanowią one ok. 5% sieci kanalizacyjnej w Gminie. Podczas okresów suchych w wyniku nieszczelności może dochodzić do eksfiltracji ścieków do ośrodka gruntowego. Wskutek nieszczelności kanalizacji ściekowej, po intensywnych opadach atmosferycznych dochodzi do infiltracji wody opadowej do kanalizacji ściekowej. Ocena: -3
	Razem -2 niska odporność	
Gospodarka odpadami	Na terenie gminy zlokalizowana jest instalacja do składowania odpadów powstających w procesie mechaniczno-biologicznego przetwarzania niesegregowanych (zmieszanych) odpadów komunalnych oraz pozostałości z sortowania odpadów komunalnych. Na składowisko wyodrębniono 3 kwatery. Kwatera A została zrehabilitowana. Kwatera B została zamknięta w 2017 r. i jest w trakcie przygotowania do rekultywacji. Kwatera C jest w trakcie eksploatacji, rocznie kwatera może przyjąć 20 000 Mg odpadów z mechaniczno-biologicznego przetwarzania odpadów komunalnych. [1] Gospodarowanie odpadami na osiedlach wielorodzinnych jest zorganizowane jako budynki typu altanowego, są zamykane i zabezpieczone przed podtopieniami. Podobnie wiele koszy na śmieci jest przytwierdzonych do podłoża lub są one masywne i zabezpieczone przed potopieniami. [1]	Zalanie nawet lokalnych miejsc składowania odpadów, jeżeli nie są one dostatecznie zabezpieczone, stwarza zagrożenie bakteriologicznego i fizycznego zanieczyszczenia systemu odprowadzania wód deszczowych, a w przypadku podtopień – stanowić lokalne zagrożenie bakteriologiczne (nawalne opady występują głównie latem, podczas występowania wysokiej temperatury powietrza). [1] Ocena: -1

	Ocena: 1	
	Razem: 0 – średnia odporność	

Tabela 22. Ocena wrażliwości i zdolności adaptacyjnej miasta na silny wiatr

Sektory	Silne strony (jak miasto jest przygotowane)	Słabe strony (jak miasto jest wrażliwe)
Zdrowie ludzi i system jego ochrony	W mieście funkcjonuje system zarządzania kryzysowego oraz system alarmowania i ostrzegania ludności o zagrożeniach. [1] Tereny zieleni publicznej urządzonej i nieurządzonej zajmują ok. 2% powierzchni miasta. Obszary o wysokim drzewostanie stanowią największe zagrożenie dla zdrowia i życia mieszkańców w warunkach wystąpienia silnych wiatrów – łamanie drzewostanu. [1] Nie odnotowano dotychczas wypadku śmiertelnego związanego z występowaniem silnych wiatrów. System opieki zdrowotnej jest przygotowany na przyjmowanie pacjentów z ewentualnymi obrażeniami powstałymi w silnych wiatrów (sieć przychodni, ambulatoriów, SOR przy Szpitalu Powiatowym, oddział chirurgii ogólnej w Szpitalu Powiatowym, sieć pracowni diagnostycznych w leczeniu). [1] Ocena: 2	Brak jest informacji, gdzie w sytuacji silnych wiatrów nie należy przebywać czy też, na których ulicach zadrzewionych nie należy parkować w sytuacji zagrożenia silnym wiatrem. [1] Ocena: -1
	Razem 1: średnia odporność	
System zarządzania kryzysowego	W mieście funkcjonuje system zarządzania kryzysowego oraz system alarmowania i ostrzegania ludności o zagrożeniach – system wykorzystuje liczne kanały dotarcia do mieszkańców oraz obejmują liczne rodzaje zagrożeń, w tym meteorologiczne. [1]	Wyraźnie wzrosła w latach 2003-2019 liczba interwencji Straży Pożarnej w wyniku tzw. zdarzeń miejscowych (w tym wywołanych zjawiskami pogodowymi) – dotyczy całego powiatu wołomińskiego. W większości zdarzenia występują w wyniku silnego wiatru (ok. 50%).

	W mieście jest stacja pogodowa mierząca natężenie wiatru. [1] Służbą odpowiedzialną za usuwanie zwalonych drzew w wyniku silnych wiatrów jest Straż pożarna. Interwencje są skuteczne i są rejestrowane. [1] Miasto zapewnia gotowość bojową ochotniczych straży pożarnych, zapewnia umundurowanie, ubezpieczenie, badania lekarskie i szkolenie uzupełniające (np. dla pilarzy) dla strażaków, zabezpiecza jednostki w pojazdy bojowe, piły i inny sprzęt ratowniczy. [1] Miasto ma w swoim posiadaniu 2 drony, które używane są do monitorowania różnego rodzaju zagrożeń i mogą być użyte do monitorowania skutków silnego wiatru. [1] Ocena: 3	Teren powiatu wołomińskiego jest wysoce narażony na silny wiatr, huragany, a także trąby powietrzne, które powodowały już straty we wsi Dąbrówka, Ossów, Klembów. [1] Dane o pogodzie pobierane są z sieci IMGW lub innych dostawców prognoz pogody. Zaś silny wiatr, który najczęściej towarzyszy lokalnym burzom, ma charakter przeważająco regionalny i lokalny, czego nie obejmuje system ogólnokrajowy. [1] Ocena: -2
	Razem 1: średnia odporność	
Świadomość i gotowość społeczna (w tym edukacja, oświata)	Służby Straży Pożarnej są regularnie szkolone i podnoszą swoje kwalifikacje (wg raportów komendanta Straży Pożarnej w Wołominie). [1] W mieście funkcjonuje system zarządzania kryzysowego oraz system informacji dla mieszkańców o sytuacjach kryzysowych. [1] Silny wiatr jest identyfikowany jako istotne zagrożenie dla bezpieczeństwa. [1] Miasto wie, jak skutecznie komunikować się z mieszkańcami i z jakich form poszerzania wiedzy korzystają oni najchętniej, dzięki	Stary drzewostan na obszarze miasta może stanowić zagrożenie bezpieczeństwa dla ludzi i mienia. (konary głównie łamią się w trakcie silnego wiatru). [1] Ponadto starodrzewie zastępowane jest niską roślinnością. Powyższe wpływa na lokalne zwiększenie prędkości wiatru w mieście. [1] W obrębie zabudowy wielorodzinnej zdarzają się sytuacje składowania na balkonach przedmiotów, które w trakcie wystąpienia silnych wiatrów mogą zostać wywiane i stanowić zagrożenie dla ludzi i mienia. [1]

	organizowanym dotychczas akcjom ekologicznym. [1] Ocena: 2	Ocena: -2
	Razem 0: średnia odporność	
Transport i komunikacja oraz budynki i obiekty, tzw. infrastruktura (publiczne, wysokie, niskie, usługowe, firmowe, przemysłowe, w tym sieciowe)	Nie odnotowano na terenie miasta katastrof budowlanych związanych ze zjawiskami pogodowymi. [1] Ocena: 1	W okresie 2010-2019 występowały na terenie miasta uszkodzenia budynków i infrastruktury publicznej w wyniku gwałtownych zjawisk pogodowych w tym wiatru. [1] Większość miejscowych zdarzeń będących przyczyną interwencji straży pożarnej dotyczy usuwania drzew i ich fragmentów. [1] Istnieje zagrożenie uszkodzenia lub zerwania trakcji linii kolejowej. [1] Poza ścisłym centrum miasta, linie energetyczne prowadzone są na słupach, co stwarza zagrożenie ich uszkodzenia bądź zerwania w trakcie występowania silnych wiatrów. [1] Kubatura mieszkaniowa miasta jest zróżnicowana – od budynków wielorodzinnych, do 4 pięter wysokości, przez niższą zabudowę i domy jednorodzinne. Część budynków wykonana jest w technologii z lat 70. XX. i starszych - miasto nie posiada oceny stanu technicznego dachów tych budynków i ich odporności na wiatr o dużych prędkościach. [1,3] W obrębie granic miejskich położone są tereny ogrodów działkowych z luźną, niską zabudową o niższej odporności technicznej konstrukcji na działanie dużych sił wiatru. Obszary te narażone są na wystąpienie szkód. [3]

		Ocena: -2
	Razem -1: średnia odporność	
Rolnictwo i leśnictwo	Tereny rolne przekształcane są na tereny mieszkaniowe i mieszkaniowo-usługowe – następuje ich ubytek w mieście zatem należy spodziewać się obniżania się wrażliwości. [1] Ocena: 1	Nie zdiagnozowano. Ocena: 0
	Razem 1: średnia odporność	
System przyrodniczy miasta	Gmina Wołomin sukcesywnie prowadzi nasadzenia drzew w miejsce usuniętych, wiekowych drzew, które ze względu na zły stan zachowania, stanowiły zagrożenie bezpieczeństwa mieszkańców. Oprócz nasadzeń zastępczych w ramach otrzymanych zezwoleń na usunięcie, nasadzenia prowadzone są w ramach projektów z Budżetu Obywatelskiego (tylko w roku 2018 posadzono ok. 400 drzew) lub innych akcji społecznych n. p. posadzenia 30 drzew na 30 lat samorządu. Szczególną opieką objęte są pomniki przyrody zlokalizowane na terenie gminy, w chwili obecnej obejmujące 26 wiekowych drzew, głównie dębów.[1] Ocena: 1	W wyniku silnych wiatrów wiele interwencji straży pożarnej dotyczy połamanych drzew, które spadają na samochody, posesje lub budynki. [1] Tereny zieleni publicznej urządzonej i nieurządzonej zajmują jedynie ok. 2% miasta. Mały udział zieleni powoduje wzmaganie kontrastów termicznych prowadzących do powstawania regionalnej i lokalnej cyrkulacji o wzmożonej prędkości wiatru. [1] Ocena: -3
	Razem -2: niska odporność	
Energia (zaopatrzenie w energię)	Nie zdiagnozowano. Ocena: 0	W ciągu roku odnotowywane są w mieście przerwy w dostawie prądu (o czym informuje się w systemie ostrzegania). Przerwy spowodowane są remontem, modernizacją lub rozbudową sieci energetycznej. [1] Szczególnie niekorzystne jest prowadzenie zaopatrzenia w energię elektryczną na powierzchni terenu, co jest

		dominującą formą w mieście – w warunkach silnego wiatru istnieje duże ryzyko uszkodzenia lub zerwania instalacji przez powalone drzewa lub ich konary. Takie przypadki miały już miejsce i doprowadzały nawet do wyłączenia sieci ciepłej czy wodociągowej lub przepompowni ścieków. [1] Ocena: -2
	Razem -2: niska odporność	
Gospodarka wodna (zaopatrzenie w wodę i odprowadzenie ścieków)	Nie odnotowano. Ocena: 0	Gospodarowanie wodą deszczową Powalenia drzew, konary, porwane przez wiatr przedmioty mogą zatykać wloty do kanalizacji deszczowej, co może skutkować podtopieniami. [1] Podobnie, przemieszczone przez wiatr przedmioty i powalone drzewa lub ich konary mogą tamować lub zmniejszać drożność sieci melioracyjnej. To zagrożenie jest szczególnie ważne, ponieważ interwencje straży pożarnej dotyczą głównie posesji i zabudowy, zaś sieć odpływu powierzchniowego jest położona częściowo poza obszarem gęstej zabudowy. [1] Ocena: -1
	Razem -1: średnia odporność	
Gospodarka odpadami	Dbłość o zabezpieczenie śmietników ogranicza rozprzestrzenianie się odpadów. Także kosze na śmieci, które są masywne albo przytwierdzone do podłoża stanowią zabezpieczenie przed porwaniem przez wiatr odpadów. [1] Ocena: 1	Niezabezpieczone śmietniki oraz przepełnione kosze mogą w sytuacji silnych wiatrów przyczynić się do rozprzestrzeniania się odpadów. [1] Na terenie gminy funkcjonują zakłady sortowania i składowania odpadów, które mogą być narażone na rozwiewanie przetwarzanych lub składowanych odpadów przez silny wiatr.

		Istniejące zabezpieczenia z tym związane uznaje się obecnie za wystarczające. [1] Ocena: - 2
	Razem -1 – średnia odporność	

Tabela 23. Ocena wrażliwości i zdolności adaptacyjnej miasta na suszę

Sektory	Silne strony (jak miasto jest przygotowane)	Słabe strony (jak miasto jest wrażliwe)
Zdrowie ludzi i system jego ochrony	W mieście funkcjonuje system zarządzania kryzysowego oraz system ostrzegania i alarmowania ludności o zagrożeniach. [1] Susza jako samodzielne zjawisko nie ma bezpośredniego negatywnego wpływu na zdrowie ludności. Negatywne konsekwencje są powiązane z niską wilgotnością powietrza i jego szybkim ogrzewaniem się. [3] Ocena: 2	Susza jest statystycznie powiązana z letnim brakiem opadów – zatem z często współwystępuje z okresami występowania wysokiej temperatury. Długotrwała susza potęguje wzrost lokalnej temperatury powietrza sprzyjając zwiększeniu stresu termicznego także dla ludności. [3] Ocena: -1
	Razem 1: średnia odporność	
System zarządzania kryzysowego	W mieście funkcjonuje system zarządzania kryzysowego oraz system ostrzegania i alarmowania ludności o zagrożeniach [1] Najważniejszym zagrożeniem w warunkach suszy jest podatność do wystąpienia pożarów. Monitoring pożarów jest prowadzony przez straż pożarną. [1] Ocena: 2	Miasto nie posiada własnego w pełni reprezentatywnego systemu monitoringu pozwalającego na określenie skali suszy hydrologicznej, korzysta z systemów ogólnokrajowych, które mają niższą wiarygodność dla obszaru miasta. [1] Gmina ze względu na otoczenie terenami wiejskimi (pola, łąki) które za sprawą czynników naturalnych, jak i czynnika ludzkiego często są narażona w okresie letnim na pożary. [1] Ocena: -2
	Razem 0: średnia odporność	

Świadomość i gotowość społeczna (w tym edukacja, oświata)	Susza jest społecznie identyfikowana jako zagrożenie dla bezpieczeństwa w związku ze zmianami klimatu. Z badań społecznych wynika, iż jest postrzegana jako trzecie najwyższe zagrożenie. [5] Miasto wie, jak skutecznie komunikować się z mieszkańcami i z jakich form poszerzania wiedzy korzystają oni najchętniej. Co roku organizowane są akcje, np. „Czysty Wołomin”, polegające na wymianie odpadów recyklingowych na sadzonki roślin, bardzo często drzew. W mieście wprowadzono opłatę za odbiór i zagospodarowanie odpadów zależną od zużycia wody, co w przyszłości może przełożyć się na mniejsze zużycie wody w gospodarstwach domowych. [1] Ocena: 2	Niska świadomość metod pielęgnacji roślinności z wykorzystaniem wodooszczędnych systemów nawodnień w warunkach suszy wśród właścicieli prywatnych posesji. Jest to szczególnie ważne w mieście, w którym większość posesji to domy jednorodzinne. [5] Ocena: -2
	Razem 0: średnia odporność	
Transport i komunikacja	Budynki oraz obiekty transportowe nie są posadowione na gruntach, które przy przesuszeniu zmieniają znacznie objętość wywołując odkształcenia, pęknięcia lub inne problem konstrukcyjne. Obiekty te nie wymagają wody do prawidłowego funkcjonowania. [1] Większość zabudowy ma charakter rozproszony, jednorodzinny, co zapewnia możliwość lokalizowania ekstensywnych systemów retencji wody, np. ogrodów deszczowych, stawów przydomowych, basenów, w tym możliwej do ponownego wykorzystania w celu np. podlewania roślin. [1,3] Ocena: 2	Susza powoduje deficyt wilgotności powietrza, co wzmacnia podatność na koncentrację pyłu zawieszonego w powietrzu o pochodzeniu komunikacyjnym, negatywnie wpływając na warunki respiracyjne w mieście. [3] Niedostateczna ilość systemów gromadzenia wody deszczowej na okresy suche do celów ogrodniczych umożliwiających oszczędzanie wysokiej jakości wody wodociągowej. [1] Ocena: -2
Budynki i obiekty, tzw. infrastruktura (publiczne, wysokie, niskie, usługowe, firmowe, przemysłowe, w tym sieciowe)		
	Razem 0: średnia odporność	

Rolnictwo i leśnictwo	Obszary rolnicze są skoncentrowane głównie przy zachodnich granicach miasta. W obrębie miasta położone są również ogrody działkowe. Dostęp do wody wodociągowej umożliwia korzystanie z tych zasobów do celów nawodnieniowych. Korzystnie – płytko, występują wody gruntowe które mogą być ujmowane do celów nawodnieniowych w trakcie okresu wegetacyjnego. [1] Ocena: 1	Ryzyko utraty plonów, czy też usychania drzew, a także pożarów należy wskazać jako wysokie, ale tereny rolnicze mają w mieście i gminie znaczenie marginalne dla gospodarki. [1] W warunkach dużego uszczelnienia terenu miasta, obniża się poziom wód gruntowych co pogłębia zjawisko suszy dla rolnictwa i leśnictwa. [1] W warunkach prognozowanej tendencji do przedłużania się okresów suchych należy zaplanować kolejne działania retencyjne wód opadowych w celu uzupełnienia niedoborów i oszczędzanie wysokiej jakości i kosztownej wody wodociągowej. [1] Intensywna eksploatacja wód podziemnych, tak w Wołominie jak i w sąsiednich miastach, doprowadziła do rozwinięcia się lejów depresji o promieniach dochodzących do 1 km. Wody czwartorzędowe w rejonie gminy Wołomin charakteryzują się średnim i wysokim stopniem zagrożenia, co wynika z budowy geologicznej terenu (brak ciągłości warstwy izolacyjnej lub jej mała miąższość) oraz dużą ilością źródeł zanieczyszczeń. [1, 3] Ocena: -3
	Razem: -2 – niska odporność	
System przyrodniczy miasta	Zasoby rzek Czarna i Długa mogłyby być zagospodarowane jako retencja na okresy występowania deficytu wody w okresach suszy. [3]	Wody w rzekach Czarna i Długa te są bardzo niskiej jakości (III klasa oraz wody pozaklasowe), co obniża ich przydatność dla celów retencji wody. Systemy retencyjne

	Ocena: 1	musiałyby być odgródzone od terenów rzecznych. [1, 3] Zieleń miejska, głównie przydrożna, np. drzewa przy chodnikach, trawniki jest dodatkowo narażona na zanieczyszczenia lub sole zawarte w środkach odśnieżających (solenie zimowe), co zwiększa także jej wrażliwość na suszę. Zieleń ta ma także często niewielką ilość gruntu dostępną do czerpania wody lub grunt ten jest odcięty od zasobów wód gruntowych. [3] Ocena: -3
	Razem: -2 niska odporność	
Energia (zaopatrzenie w energię)	System zaopatrzenia w wodę ciepłą oparty jest o zasoby wód podziemnych i jej podgrzanie – poprzez system ogólny Zakład Energetyki Ciepłej – Wołomin Sp. z o. o. oraz indywidualne systemy podgrzewania. [1] Susza dotychczas nie wpływała na warunki zaopatrzenia w energię elektryczną Wołomina. [1] Ocena: 2	W warunkach miejskich wpływ suszy na zaopatrzenie w energię elektryczną nie został zdiagnozowany z uwagi na jej zewnętrzną dostawę. Kryzys energetyczny może wynikać z warunków zewnętrznych w przypadku wpływu suszy na funkcjonowanie elektrowni, z których następuje zaopatrzenie Wołomina. [1] Ocena: -2
	Razem 0: średnia odporność	
Gospodarka wodna (zaopatrzenie w wodę i odprowadzenie ścieków)	Zaopatrzenie w wodę Do wodociągów na terenie gminy jest podłączone 77% budynków mieszkalnych, co stanowi 85,7% ogółu ludności (dane GUS, 2018). Na rok 2018 wg danych GUS, sumaryczna długość czynnej sieci wodociągowej w mieście Wołomin wynosiła 118 km. Część budynków zaopatruje się w wodę z własnych ujęć wód podziemnych. [1,4] Odprowadzanie ścieków Odbiór ścieków komunalnych jest realizowany częściowo odrębnym od deszczowego systemem sieciowym,	Zaopatrzenie w wodę Zaopatrzenie w wodę jest zagrożone podczas występowania suszy – zaopatrzenie jest realizowane z zasobów wód podziemnych. Obecnie eksploatowane ujęcia wody w przypadku bezawaryjnej pracy są w stanie pokryć zapotrzebowanie na cele socjalno-bytowe. Natomiast w przypadku występowania wysokich upałów przy pogodzie bezdeszczowej, zapotrzebowanie na wodę jest większe niż obecne możliwości produkcyjne. Obecnie PWiK Wołomin zapewnia 100%

	zatem susza nie wpływa znacząco na funkcjonowanie gospodarki komunalnej. W okresie suchym obserwuje się mniejsze doływy ścieków do oczyszczalni niż w okresach mokrych. [1] Ocena: 1	dostaw wody do gminy Wołomin i miasta Kobyłka, co ogranicza możliwości dostarczania wody tylko dla gminy Wołomin. [1] W obecnym systemie zaopatrzenia w wodę znajdują się dwie funkcjonujące stacje uzdatniania wody, z czego jedna ma możliwości produkcyjne na poziomie 530m³/h (SUW pracująca na ujęciu „Graniczna” złożonym z 7 studni), druga 60m³/h (SUW pracująca na ujęciu „Lipińska” złożonym z dwóch studni). W przypadku awarii na stacji uzdatniania wody lub ujęciu „Graniczna” występuje duże ryzyko braku dostaw wody. [1] Brak nawyku oszczędzania wody. Brak dyscypliny społecznej (oszczędzania wody) w okresach zagrożenia jej niedoborem (podlewanie ogródków itp.). [5] Woda wodociągowa jest wykorzystywana do nawodnień przez właścicieli indywidualnych posesji. Podczas przedłużających się okresów suchych oraz prognozowanego przyrostu obszaru zurbanizowanego i liczby mieszkańców, ten typ nieoszczędnego użytkowania zasobów może spowodować konieczność wprowadzenia ograniczeń w dostępie do wody, czemu PWiK stara się zapobiec rozbudowując system wodociągów. [1, 5] Ocena: -3
	Razem: -2: niska odporność	
Gospodarka odpadami	Nie stwierdzono wpływu. Ocena: 0	Nie stwierdzono wpływu. Ocena: 0

	Razem 0 – średnia odporność
--	-----------------------------

• **Wnioski z oceny wrażliwości i zdolności adaptacyjnych**

Najwięcej słabych stron (największą wrażliwość) zidentyfikowano dla następujących sektorów w obliczu istniejących zagrożeń:

- zdrowia ludzi, budynków, systemu przyrodniczego, energetyki, gospodarki wodnej w przypadku upałów;
- budynków, świadomości społecznej, systemu przyrodniczego, gospodarki wodnej w przypadku silnych opadów;
- budynków oraz transportu i komunikacji w przypadku silnego wiatru;
- rolnictwa i leśnictwa, systemu przyrodniczego oraz gospodarki wodnej w przypadku suszy.

Najwięcej mocnych stron (największa zdolność adaptacyjna) zidentyfikowano dla następujących sektorów w obliczu istniejących zagrożeń:

- zarządzania kryzysowego i gospodarki odpadami w przypadku upałów;
- zdrowia, zarządzania kryzysowego oraz systemu przyrodniczego w przypadku silnych deszcz;
- zarządzania kryzysowego w przypadku silnego wiatru.

4.1.3. Ocena odporności

Odporność to różnica pomiędzy oceną wrażliwości i zdolności adaptacyjnej (od oceny zdolności adaptacyjnej odejmowano ocenę wrażliwości). Sposób przeprowadzenia tego zbiegu wraz z oceną wynikową przedstawiono w tabeli:

Oceny przydzielono według czterostopniowej skali. Zarówno w przypadku zdolności adaptacyjnej, jak i wrażliwości oceny mogły być następujące:

0 – Niska zdolność adaptacyjna lub wrażliwość;

1-2 – Średnia zdolność adaptacyjna lub wrażliwość;

3 – Wysoka zdolność adaptacyjna lub wrażliwość.

Następnie ocena odporności była wynikiem odejmowania oceny wrażliwości, od oceny zdolności adaptacyjnej. Wynik odejmowania, czyli tzw.: ocena odporności, mógł przyjmować wartości od -3 do 3. Znaczenie tego wyniku dla oceny przedstawia poniższa tabela. Odporność oceniona została jako wysoka, gdy oceny przybierały wartości od 2 do 3. Odporność była średnia, gdy ocena przybierała wartości od -1 do 1. Odporność była niska, jeśli ocena wypadkowa zawierała się w przedziale od -2 do -3.

		0	1	2	3	wrażliwość
niska	0	0	-1	-2	-3	
średnia	1	1	0	-1	-2	

	2	2	1	0	-1	
b.wysoka	3	3	2	-1	0	
	zdolność					

Wynik tej oceny jest składnikiem przeprowadzonej w dalszej części postępowania metodycznego oceny podatności, zgodnie ze wskazaniem Podręcznika adaptacji do zmian klimatu.

Odporność na zmiany klimatu należy uważać za niską, jeśli wysoka wrażliwość wiązała się z niskimi lub średnimi zdolnościami adaptacyjnymi miasta. Odporność średnia to adekwatna sytuacja, gdy wrażliwość i zdolności adaptacyjne były na podobnym poziomie. Odporność została oceniona jako wysoka, jeśli zdolności adaptacyjne znacznie przewyższały wrażliwość na analizowany czynnik klimatyczny. Szczegóły analizy odporności przedstawiono poniżej w układzie poszczególnych zagrożeń dla miasta, odpowiednio dla fal upałów (tab. 24), zdiagnozowanego zagrożenia podtopieniami (tab. 25) w wyniku opadów o wysokim natężeniu, wiatru o dużych prędkościach (tab. 26) oraz wystąpienia suszy (tab. 27). Szczegóły oceny w poszczególnych sektorach zestawiono poniżej w tabelach.

Tabela 24. Fale upałów - odporność

Wzrost temperatury	Zdolność adaptacyjna (A)	Wrażliwość (B)	Odporność (A-B)
Zdrowie	Średnia 2	Wysoka 3	Średnia -1
Zarządzanie kryzysowe	Wysoka 3	Średnia 2	Średnia 1
Świadomość	Średnia 2	średnia 2	średnia 0
Transport i komunikacja	Średnia 1	Średnia 2	Średnia -1
Budownictwo	Średnia 1	Wysoka 3	Niska -2
Rolnictwo i leśnictwo	Średnia 2	Średnia 1	Średnia 1
System przyrodniczy	Średnia 1	Wysoka 3	Niska -2
Energetyka	Średnia 2	Wysoka 3	Średnia -1
Gospodarka wodna	Średnia 1	Wysoka 3	Niska -2
Gospodarka odpadami	Średnia 1	Średnia 1	Średnia 0

Tabela 25. Zagrożenie podtopieniami - odporność

Wzrost opadów	Zdolność adaptacyjna	Wrażliwość	Odporność
Zdrowie	Wysoka 3	Niska 0	Wysoka 3
Zarządzanie kryzysowe	Wysoka 3	Średnia 2	Średnia 1
Świadomość	Średnia 1	Wysoka 3	Niska -2
Transport i komunikacja	Średnia 1	Średnia 2	średnia -1
Budownictwo	Średnia 1	Wysoka 3	Niska -2
Rolnictwo i leśnictwo	Średnia 2	Średnia 2	średnia 0
System przyrodniczy	Wysoka 3	Wysoka 3	średnia 0
Energetyka	Średnia 1	Średnia 2	średnia -1
Gospodarka wodna	Średnia 1	Wysoka 3	Niska -2
Gospodarka odpadami	Średnia	Średnia 1	Średnia 0

Tabela 26. Gwałtowny wiatr - odporność

Silny wiatr	Zdolność adaptacyjna	Wrażliwość	Odporność
Zdrowie	Średnia 2	Średnia 1	Średnia 1
Zarządzanie kryzysowe	Wysoka 3	Średnia 2	Średnia 1
Świadomość	Średnia 2	Średnia 2	Średnia 0
Transport i komunikacja	Średnia 1	Średnia 2	Średnia -1
Budownictwo	Średnia 1	Średnia 2	Średnia -1
Rolnictwo i leśnictwo	Średnia 1	Niska 0	Średnia 1
System przyrodniczy	Średnia 1	Wysoka 3	Niska -2
Energetyka	Niska 0	Średnia 2	Niska -2
Gospodarka wodna	Niska 0	Średnia 1	Średnia -1
Gospodarka odpadami	Średnia 1	Średnia 2	Średnia -1

Tabela 27. Susza - odporność

Susza	Zdolność adaptacyjna	Wrażliwość	Odporność
Zdrowie	Średnia 2	Średnia 1	Średnia 1
Zarządzanie kryzysowe	Średnia 2	Średnia 2	Średnia 0
Świadomość	Średnia 2	Średnia 2	Średnia 0
Transport i komunikacja	Średnia 2	Średnia 2	Średnia 0
Budownictwo	Średnia 2	Średnia 2	Średnia 0
Rolnictwo i leśnictwo	Średnia 1	Wysoka 3	Niska -2
System przyrodniczy	Średnia 1	Wysoka 3	Niska -2
Energetyka	Średnia 2	Średnia 2	Średnia 0
Gospodarka wodna	Średnia 1	Wysoka 3	Niska -2
Gospodarka odpadami	Niska 0	Niska 0	Średnia 0

- **Wnioski z oceny odporności**

Aby skutecznie adaptować się do zmian klimatu, należy podwyższać zdolności adaptacyjne oraz zmniejszać wrażliwość miasta na wskazane zagrożenia w sektorach, gdzie zdiagnozowano niską odporność. Diagnoza wskazała jednoznacznie niską odporność dla następujących sektorów:

1. Dla budynków, systemu przyrodniczego i gospodarowania wodą w zakresie wysokich temperatur (fal upałów). W przypadku gospodarki wodnej niska odporność dotyczy głównie podsystemu zaopatrzenia w wodę.
2. Dla gospodarki wodnej, budynków i świadomości społeczeństwa w zakresie silnych opadów. Dla gospodarki wodnej niska odporność dotyczy głównie podsystemu gospodarowania wodami opadowymi i w drugiej kolejności odprowadzania ścieków sanitarnych.
3. Dla systemu przyrodniczego, rolnictwa i leśnictwa oraz gospodarki wodnej w przypadku suszy. W przypadku gospodarki wodnej niska odporność dotyczy głównie podsystemu zaopatrzenia w wodę.

Warto odnotować także wysoką odporność w zakresie zdrowia w związku z silnymi opadami.

4.1.4. Analiza podatności

Analiza podatności jest oceną powiązań pomiędzy narażeniem miasta na zmiany klimatu (zagrożeniami) a odpornością (silnymi i słabymi stronami) dla poszczególnych sektorów. Ocena podatności jest wypadkową oceny odporności oraz oceny narażenia. Podatność jest wysoka tam, gdzie wysoki poziom zagrożenia zderza się z niskim lub średnim poziomem odporności na dane zagrożenie. Podatność jest średnia, jeśli poziom zagrożenia jest średni, a odporność średnia lub wysoka. Podatność jest niska, jeśli poziom zagrożenia jest niski, a odporność wysoka. Szczegóły oceny podatności przedstawiono poniżej w tabelach 28, 29, 30 i 31. Podsumowanie oceny podatności Wołomina na zmiany klimatu zestawiono szczegółowo w poniższych tabelach, ponownie agregując podatność wokół zdiagnozowanego narażenia na skutki zmian klimatu: wzrost temperatury powietrza, wzrost natężenia opadów, wzrost liczby dni z wiatrem o dużej prędkości i sile, występowanie suszy.

Tabela 28. Fale gorąca – podatność miasta

Wzrost temperatury	Odporność	Zagrożenie	Podatność
Zdrowie	Średnia -1	Wysokie	wysoka
Zarządzanie kryzysowe	Średnia 1		
Świadomość	Średnia 0		
Transport i komunikacja	Średnia 1		
Budownictwo	Niska -2		
Rolnictwo i leśnictwo	Średnia 1		
System przyrodniczy	Niska -2		
Energetyka	Średnia 1		
Gospodarka wodna	Niska -2	Wysokie	Wysokie
Gospodarka odpadami	Średnia 0		

Tabela 29. Zagrożenie podtopieniami – podatność miasta

Wzrost opadów	Odporność	Zagrożenie	Podatność
Zdrowie	Wysoka 3	Wysokie	Średnia
Zarządzanie kryzysowe	Średnia 1		Wysoka
Świadomość	Niska -2		Wysoka
Transport i komunikacja	średnia -1		Wysoka
Budownictwo	Niska -2		Wysoka
Rolnictwo i leśnictwo	Średnia 0		Wysoka
System przyrodniczy	Średnia 0		Wysoka

Energetyka	Średnia -1		Wysoka
Gospodarka wodna	Niska -2		Wysoka
Gospodarka odpadami	Średnia 0		Wysoka

Tabela 30. Silny wiatr – podatność miasta

Silny wiatr	odporność	Zagrożenie	Podatność
Zdrowie	Średnia 1	średnie	średnia
Zarządzanie kryzysowe	Średnia 1		
Świadomość	Średnia 0		
Transport i komunikacja	Średnia -1		Średnia
Budownictwo	Średnia -1		Średnia
Rolnictwo i leśnictwo	Średnia 1		Średnia
System przyrodniczy	Niska -2		Wysoka
Energetyka	Niska -2		Wysoka
Gospodarka wodna	Średnia -1		
Gospodarka odpadami	Średnia -1		

Tabela 31. Susza – podatność miasta

Susza	Odporność	Narażenie	Podatność
Zdrowie	Średnia 1	średnie	Średnia
Zarządzanie kryzysowe	Średnia 0		
Świadomość	Średnia -1		
Transport i komunikacja	Średnia 0		
Budownictwo	Średnia 0		
Rolnictwo i leśnictwo	Niska -2		Wysoka
System przyrodniczy	Niska -2		Wysoka
Energetyka	Średnia 0		
Gospodarka wodna	Niska -2		Wysoka
Gospodarka odpadami	Średnia 0		

- **Wnioski z oceny podatności**

Zgodnie z przeprowadzoną kompleksową analizą, aby adaptować się do postępujących zmian klimatu, należy zmniejszać podatność miasta w tych sektorach, dla których podatność na dane zagrożenie zdiagnozowano jako wysoką. Taką wysoką diagnozę podatności postawiono dla następujących sektorów, w powiązaniu z następującymi zagrożeniami:

1. Dla zarządzania kryzysowego, świadomości mieszkańców, transportu i komunikacji oraz budownictwa, systemu przyrodniczego, rolnictwa i leśnictwa oraz gospodarki wodnej miasta w zakresie wysokich temperatur oraz wysokich opadów. W przypadku gospodarki wodnej podsektor zaopatrzenia w wodę jest najbardziej podatny na wysokie temperatury, natomiast kanalizacji sanitarnej oraz gospodarowania wodą deszczową w przypadku wysokich opadów.
2. Dla zdrowia ludzi i gospodarki odpadami w zakresie wysokiej temperatury.
3. Dla gospodarki odpadami w przypadku opadów.
4. Dla systemu przyrodniczego oraz energetyki w przypadku silnego wiatru.
6. Dla rolnictwa i systemu przyrodniczego oraz gospodarki wodnej w przypadku suszy. W przypadku gospodarki wodnej susza jest zagrożeniem głównie dla zaopatrzenia miasta w wodę.

Dla tych sektorów należy budować odporność na zidentyfikowane zagrożenia. Aby jednak odporność mogła być kształtowana w sposób odpowiedzialny potrzebna jest analiza ryzyka. Analiza ta pozwoli określić skalę negatywnych skutków, które zidentyfikowane zagrożenia mogą przynieść i prawdopodobieństwo ich wystąpienia. Działania adaptacyjne należy zaplanować i wdrażać tak, aby w pierwszej kolejności unikać tych skutków, które wystąpią z największym prawdopodobieństwem.

4.2. Ocena ryzyka

W dniu 23 października 2020 roku zespół autorski PAG wraz z zespołem ds. adaptacji do zmian klimatu w Urzędzie Miasta Wołomin przeprowadził warsztaty oceny ryzyka. Warsztaty te mają na celu z jednej strony określenie ryzyka wystąpienia określonych strat na terenie miasta w przypadku wystąpienia zagrożenia o określonej sile w przyszłości. Z drugiej strony służą także weryfikacji dotychczas otrzymanych wyników w zakresie oceny odporności i podatności.

Ocena ryzyka została określona dla czterech zagrożeń zidentyfikowanych dla miasta w ocenie narażenia. Przy czym dla każdego narażenia określono maksymalne prawdopodobne zjawisko pogodowe, które może wystąpić w ciągu najbliższych 30 lat w mieście zgodnie z prognozami zmian klimatu. Wzięto pod uwagę następujące zdarzenia:

- Dla ekstremalnej temperatury dodatniej, wystąpienie 2 miesięcznego okresu z temperaturą dzienną powyżej 30 st. C;
- Dla opadów, wystąpienie pojedynczego epizodu opadowego o wielkości 90mm/m² w ciągu kilku godzin;
- Dla suszy, wystąpienie miesięcznego okresu bez opadów, z silnym parowaniem, czyli przy cieplej pogodzie;
- Dla silnego wiatru, wystąpienie jednodniowego epizodu silnego wiatru o sile huraganu lub orkanu albo zjawiska typu trąba powietrzna.

Skala strat została zdefiniowana dla każdego sektora, dla którego oceniano ryzyko przez zespół autorski. W ocenie ryzyka wzięto pod uwagę tylko te sektory, które okazały się najbardziej podatne w wyniku analizy podatności. Zajmowano się także tylko tymi zagrożeniami dla tych sektorów, dla których stwierdzono taką wysoką podatność. W trakcie prowadzenia analizy ryzyka zespół zadaniowy ds. PAG w Wołominie zaproponował podział sektora gospodarowania wodą na 3 podsystemy: zaopatrzenia w wodę, odprowadzania ścieków oraz gospodarowania wodą deszczową. Podział ten został przyjęty, a ocena ryzyka została uszczegółowiona dla każdego podsystemu.

Skala użyta do oceny ryzyka była zgodna ze skalą wypracowaną przez IPCC do oceny ryzyka związanego ze zmianą klimatu na potrzeby globalnych raportów o zmianie klimatu. Skale tę reprodukowano poniżej.

NP.	Niemal pewne 99-100%
BP	Bardzo prawdopodobne 90-100%
PR	Prawdopodobne 66-100%
ŚP	Średnio prawdopodobne 33-66%
MP	Mało prawdopodobne 0-33%
BMP	Bardzo mało prawdopodobne 0-10%

W wyniku wspólnych prac otrzymano tabelę oceny ryzyka, którą przedstawiono na kolejnych stronach opracowania i w załączniku 1 do opracowania.

Skala zjawiska:		
wystąpienie pojedynczego epizodu opadowego o wielkości 90mm/m.kw. w ciągu kilku godzin		wystąpienie 2 miesięcznego okresu z temperaturą dzienną powyżej 30 st. C
W jakiej skali strat wystąpią straty w Wołominie w ciągu najbliższych 30 lat w wyniku wybranych ekstremalnych zjawisk pogodowych?		
Element ryzyka	Narażenie	
Zdrowie i życie ludzi	Podtopienia	Upały
Bezpośrednia śmierć wielu osób, liczni poszkodowani		PR
Podwyższona śmiertelność, uszczerbek na zdrowiu wielu osób		BP
Pojedyncze zgony, osoby poszkodowane		NP.
Nieliczne osoby poszkodowane		ŚP
Brak poszkodowanych		BMP
Energetyka		
Całkowity blackout i długotrwałe wyłączenie prądu w mieście	ŚP	PR
Przerwa w dostawie prądu do części miasta na dłuższy czas	ŚP	PR
Uszkodzenia sieci NN i brak dostaw prądu do pojedynczych posesji, obiektów na kilka godzin	PR	MP
Niewielkie punktowe uszkodzenia bez długich przerw w dostawie prądu	PR	MP
Brak zakłóceń	MP	BMP
Transport i komunikacja		
Całkowity paraliż funkcjonowania sieci transportu i komunikacji	PR	MP
Obszarowy paraliż infrastruktury transportowej i komunikacyjnej	PR	MP
Punktowe zakłócenia w funkcjonowaniu sieci transportowej i komunikacyjnej	NP.	ŚP
Drobne usterki sieci transportowej i komunikacyjnej	NP.	PR
Brak zakłóceń	BMP	MP
Budynki (obiekty)		
Utrata (zburzenie) większości obiektów budowlanych na terenie miasta	ŚP	BMP
Poważne uszkodzenia obiektów na większości terenu lub całkowita ich utrata w kilku miejscach	PR	BMP
Uszkodzenia obiektów budowlanych w kilku miejscach w mieście	NP.	BMP
Drobne usterki w budynkach w kilku miejscach miasta	NP.	PR
Brak zakłóceń	BMP	MP
Gospodarka odpadami		
Zaprzestanie odbioru odpadów i ich przetwarzania w całym mieście na dłuższy czas	MP	MP
Zaprzestanie odbioru odpadów i ich przetwarzania w części miasta na dłuższy czas	MP	MP
Brak możliwości odbioru odpadów z wybranych posesji w krótkim okresie	PR	ŚP
Utrudnienia w odbiorze odpadów lub ich przetwarzaniu	BP	PR
Brak zakłóceń	MP	MP
System przyrodniczy miasta		
Całkowita utrata funkcji ekologicznych drzew, krzewów, rzek	ŚP	PR
Utrata zielonej infrastruktury na pewnym obszarze miasta	PR	PR
Punktowe zniszczenie zielonej infrastruktury lub niewielkie zniszczenia na całym obszarze miasta	PR	BP
Niewielkie punktowe uszkodzenia	BP	NP.
Brak zakłóceń	BMP	BMP
Rolnictwo oraz leśnictwo		
Całkowita utrata plonów chowu i środków produkcji w rolnictwie lub lasu w leśnictwie	PR	PR
Utrata plonów, chowu lub lasu i środków produkcji u znacznej części właścicieli	PR	PR
Obniżenie plonowania, wzrostu lasu lub zwierząt bez uszkodzeń środków produkcji	PR	NP.
Brak zakłóceń i zmian w prowadzeniu gospodarki rolnej lub leśnej	ŚP	BMP
Poprawa warunków prowadzenia gospodarki rolnej i leśnej	ŚP	BMP
Zarządzanie kryzysowe		
Brak możliwości reakcji służb kryzysowych na zagrożenie	PR	ŚP
Reakcja służb kryzysowych napotyka na duże problemy na większości terenu miasta	PR	MP
Służby kryzysowe reagują, ale część interwencji muszą realizować z opóźnieniem	BP	ŚP
Służby kryzysowe obsługują wszystkie interwencje, ale pojedyncze sprawiają problemy	NP.	BP
Brak zakłóceń, służby reagują bezzwłocznie i czasowo	MP	BMP
Świadomość mieszkańców		
Mieszkańcy nie reagują samodzielnie na zagrożenie i jego skutki (panika, depresja)	PR	PR
Większość mieszkańców nie reaguje prawidłowo na zagrożenie	PR	BP
Pewna część mieszkańców nie jest w stanie zareagować prawidłowo na zagrożenie	BP	NP.
Niewielka grupa mieszkańców nie reaguje prawidłowo na zagrożeniem, mimo instrukcji	BP	NP.
Brak zakłóceń, mieszkańcy są przygotowani na zagrożenie i prawidłową reakcję	MP	BMP

		wystąpienie miesięcznego okresu bez opadów, z silnym parowaniem, czyli przy cieplej pogodzie	wystąpienie jednodniowego epizodu silnego wiatru o sile huraganu lub orkanu
	W jakiej skali strat wystąpią straty w Wołominie w ciągu najbliższych 30 lat w wyniku wybranych ekstremalnych zjawisk pogodowych?		
Wrażliwość	Element ryzyka		
	Zdrowie i życie ludzi	Susze	Wiatr
	Bezpośrednia śmierć wielu osób, liczni poszkodowani		
	Podwyższona śmiertelność, uszczerbek na zdrowiu wielu osób		
	Pojedyncze zgony, osoby poszkodowane		
	Nieliczne osoby poszkodowane		
	Brak poszkodowanych		
	Energetyka		
	Całkowity blackout i długotrwałe wyłączenie prądu w mieście		PR
	Przerwa w dostawie prądu do części miasta na dłuższy czas		BP
	Uszkodzenia sieci NN i brak dostaw prądu do pojedynczych posesji, obiektów na kilka godzin		NP.
	Niewielkie punktowe uszkodzenia bez długich przerw w dostawie prądu		NP.
	Brak zakłóceń		BMP
	Transport i komunikacja		
	Całkowity paraliż funkcjonowania sieci transportu i komunikacji		
	Obszarowy paraliż infrastruktury transportowej i komunikacyjnej		
	Punktowe zakłócenia w funkcjonowaniu sieci transportowej i komunikacyjnej		
	Drobne usterki sieci transportowej i komunikacyjnej		
	Brak zakłóceń		
	Budynki (obiekty)		
	Utrata (zburzenie) większości obiektów budowlanych na terenie miasta		
	Poważne uszkodzenia obiektów na większości terenu lub całkowita ich utrata w kilku miejscach		
	Uszkodzenia obiektów budowlanych w kilku miejscach w mieście		
	Drobne usterki w budynkach w kilku miejscach miasta		
	Brak zakłóceń		
	Gospodarka odpadami		
	Zaprzestanie odbioru odpadów i ich przetwarzania w całym mieście na dłuższy czas		
	Zaprzestanie odbioru odpadów i ich przetwarzania w części miasta na dłuższy czas		
	Brak możliwości odbioru odpadów z wybranych posesji w krótkim okresie		
	Utrudnienia w odbiorze odpadów lub ich przetwarzaniu		
	Brak zakłóceń		
	System przyrodniczy miasta		
	Całkowita utrata funkcji ekologicznych drzew, krzewów, rzek	PR	PR
	Utrata zielonej infrastruktury na pewnym obszarze miasta	BP	BP
	Punktowe zniszczenie zielonej infrastruktury lub niewielkie zniszczenia na całym obszarze miasta	NP.	NP.
	Niewielkie punktowe uszkodzenia	NP.	NP.
	Brak zakłóceń	BMP	BMP
	Rolnictwo oraz leśnictwo		
	Całkowita utrata plonów chowu i środków produkcji w rolnictwie lub lasu w leśnictwie	PR	
	Utrata plonów, chowu lub lasu i środków produkcji u znacznej części właścicieli	BP	
	Obniżenie plonowania, wzrostu lasu lub zwierząt bez uszkodzeń środków produkcji	NP.	
	Brak zakłóceń i zmian w prowadzeniu gospodarki rolnej lub leśnej	BMP	
	Poprawa warunków prowadzenia gospodarki rolnej i leśnej	BMP	
	Zarządzanie kryzysowe		
	Brak możliwości reakcji służb kryzysowych na zagrożenie		
	Reakcja służb kryzysowych napotyka na duże problemy na większości terenu miasta		
	Służby kryzysowe reagują, ale część interwencji muszą realizować z opóźnieniem		
	Służby kryzysowe obsługują wszystkie interwencje, ale pojedyncze sprawiają problemy		
	Brak zakłóceń, służby reagują bezwzględnie i czasowo		
	Świadomość mieszkańców		
	Mieszkańcy nie reagują samodzielnie na zagrożenie i jego skutki (panika, depresja)		
	Większość mieszkańców nie reaguje prawidłowo na zagrożenie		
	Pewna część mieszkańców nie jest w stanie zareagować prawidłowo na zagrożenie		
	Niewielka grupa mieszkańców nie zareaguje prawidłowo na zagrożeniem, mimo instrukcji		
	Brak zakłóceń, mieszkańcy są przygotowani na zagrożenie i prawidłową reakcję		

		Skala zjawiska:		
		wystąpienie pojedynczego epizodu opadowego o wielkości 90mm/m.kw. w ciągu kilku godzin	wystąpienie 2 miesięcznego okresu z temperaturą dzienną powyżej 30 st. C	wystąpienie miesięcznego okresu bez opadów, z silnym parowaniem, czyli przy cieplej pogodzie
	W jakiej skali strat wystąpią straty w Wołominie w ciągu najbliższych 30 lat w wyniku wybranych ekstremalnych zjawisk pogodowych?			
Wrażliwość	Gospodarka wodna - kanalizacja deszczowa			
	Całkowity paraliż funkcjonowania sieci kanalizacji deszczowej	PR		BMP
	Obszarowy paraliż infrastruktury kanalizacji deszczowej	NP.		BMP
	Punktowe zakłócenia w funkcjonowaniu sieci kanalizacji deszczowej	NP.		BMP
	Drobne usterki sieci kanalizacji deszczowej	NP.		MP
	Brak zakłóceń	BMP		NP.
	Gospodarka wodna - kanalizacja sanitarna			
	Całkowity paraliż funkcjonowania sieci kanalizacji sanitarnej	SP		BMP
	Obszarowy paraliż infrastruktury kanalizacji sanitarnej	PR		MP
	Punktowe zakłócenia w funkcjonowaniu sieci kanalizacji sanitarnej	BP		MP
	Drobne usterki sieci kanalizacji sanitarnej	NP.		PR
	Brak zakłóceń	BMP		BP
	Gospodarka wodna - zaopatrzenie w wodę			
	Całkowity paraliż funkcjonowania sieci wodociągów	BMP	SP	MP
	Obszarowy paraliż infrastruktury wodociągowej	MP	PR	PR
	Punktowe zakłócenia w funkcjonowaniu sieci wodociągowej	MP	NP.	NP.
	Drobne usterki sieci wodociągowej	PR	NP.	NP.
	Brak zakłóceń	PR	BMP	BMP

• Wnioski z oceny ryzyka

Jak wynika z tabeli oceny ryzyka największym prawdopodobieństwem wystąpienia charakteryzują się straty o stosunkowo niewielkim lub ograniczonych charakterze, np. niewielkie uszkodzenia sieci NN w przypadku wiatru, drobne usterki sieci transportowej i komunikacyjnej lub kanalizacji sanitarnej w przypadku opadów, drobne uszkodzenia budynków w przypadku wiatru, niewielkie punktowe uszkodzenia w systemie przyrodniczym miasta w przypadku upału, suszy lub wiatru.

Za najbardziej prawdopodobne skutki wielkoskalowe uznano możliwość sparaliżowania infrastruktury kanalizacji deszczowej) w przypadku wystąpienia silnych opadów deszczu – takie skutki uznano za bardzo prawdopodobne. Ponadto wysoko oceniono prawdopodobieństwo wystąpienia:

- obszarowego wyłączenia prądu w przypadku silnego wiatru;
- punktowego, a nawet obszarowego wyłączenia sieci wodociągowej w przypadku wysokich temperatur oraz suszy;
- punktowego zakłócenia w funkcjonowaniu kanalizacji sanitarnej w przypadku silnych opadów deszczu;
- utratę zielonej infrastruktury na pewnym obszarze miasta oraz
- warunków do prowadzenia rolnictwa w wypadku większości zagrożeń, głównie suszy i silnego wiatru.

Stwierdzono także wysoce prawdopodobną możliwość zwiększenia się śmiertelności i nieprawidłowej reakcji mieszkańców na zagrożenie w przypadku upałów.

Wszystkie te skutki, dla których stwierdzono prawdopodobieństwo wyższe niż kategoria prawdopodobne (66-100%), wymagają podjęcia intensywnych działań przez władze miasta, aby obniżyć ryzyko do poziomu co najmniej średnio prawdopodobne (33-66%). Są to:

Dla zagrożenia silnymi opadami:

- Wszystkie kategorie strat w przypadku gospodarki wodnej – jest to najbardziej zagrożony sektor w mieście, zwłaszcza w podsystemie gospodarowania wodą opadową oraz kanalizacji sanitarnej;
- Punktowe zakłócenia oraz drobne usterki na sieci transportowej i komunikacyjnej;
- Uszkodzenia lub drobne usterki obiektów budowlanych dla sektora budownictwa;
- Brak możliwości odbioru odpadów lub utrudnienia w ich odbiorze dla gospodarki odpadami;
- Niewielkie punktowe uszkodzenia zielonej infrastruktury;
- Reakcja służb kryzysowych z opóźnieniem lub problemami dla zarządzania kryzysowego;
- Nieprawidłowa reakcja części mieszkańców lub niewielkich grup w przypadku świadomości społecznej;

Dla zagrożenia ekstremalną temperaturą dodatnią:

- Podwyższona śmiertelność lub pojedyncze zgony wśród ludności;
- Punktowe zniszczenia lub niewielkie uszkodzenia systemu przyrodniczego miasta;
- Obniżenie plonowania w rolnictwie i leśnictwie;
- Obszarowy paraliż infrastruktury wodociągowej lub punktowe lub drobne usterki podsystemu sieci wodociągowej;
- Problemy w reakcji służb kryzysowych dla pojedynczych interwencji;
- Nieprawidłowa reakcja większości mieszkańców lub niewielkich grup w przypadku świadomości społecznej – dla upałów reakcja mieszkańców jest to najważniejszy czynnik ryzyka;

Dla suszy:

- Utrata zieleni na pewnym obszarze miasta oraz punktowe zniszczenia lub niewielkie uszkodzenia systemu przyrodniczego miasta – jest to najbardziej narażony na suszę sektor w mieście;
- Obniżenie plonowania w rolnictwie;
- Obszarowy paraliż infrastruktury wodociągowej lub punktowe lub drobne usterki podsystemu sieci wodociągowej;

Dla zagrożenia silnym wiatrem:

- Uszkodzenia sieci energetycznych lub dostawy mediów, w tym w części obszaru miasta, z wyłączeniem lub bez wyłączenia prądu w przypadku energetyki;
- Obszarowe, punktowe zniszczenia lub niewielkie uszkodzenia systemu przyrodniczego miasta;

4.2.1. Zalecenia dla kierunków działań adaptacyjnych

Na tej podstawie skonstruowane zostały zalecenia dotyczące kierunków działań adaptacyjnych w mieście:

- 1. W mieście należy dokonać znacznych inwestycji w gospodarkę wodną. Potrzebne są inwestycje w kanalizację deszczową, zwłaszcza, aby uregulować możliwość bezpiecznego gromadzenia wody deszczowej na obszarach wskazanych jako zagrożone podtopieniami oraz umożliwić ponowne wykorzystanie wody deszczowej w okresach suszy (głównie w śródmieściu miasta – zbiorniki podziemne). Należy też dokonać znacznych inwestycji w sektorze zaopatrzenia w wodę zwiększając odporność tego sektora na okresy długotrwałej suszy i jednocześnie zwiększając bezpieczeństwo dostaw wody do picia do mieszkańców miasta i gminy Wołomin.**
- 2. Należy realizować inwestycje w zakresie utrzymania kanalizacji sanitarnej – w tym m.in. renowacje sieci kanalizacji sanitarnej. Wskazane są inwestycje w sektor odbioru i oczyszczania ścieków komunalnych oraz zagospodarowania osadów ściekowych zwiększające jego odporność na zmianę klimatu.**
- 3. W mieście należy w znacznym stopniu zwiększyć świadomość zagrożenia dla ludności w przypadku wysokich temperatur oraz zwiększyć możliwość reagowania służb medycznych w tym zakresie.**
- 4. Znaczej uwagi w mieście i gminie wymaga system przyrodniczy, który może zostać uszkodzony w wyniku suszy, upałów lub wiatru. Z jednej strony należy zwiększyć obszarowo system przyrodniczy o nowe tereny zieleni urządzonej sąsiadującej z terenami zamieszkałymi (m.in. po to by ograniczyć penetrację terenów leśnych w okresach zagrożenia), z drugiej należy poprawić odporność terenów leśnych (lasy iglaste, częściowo na terenach bagiennych) na suszę, na przykład poprzez kierowanie na tereny niegdyś podmokłe wody deszczowej w okresach jej nadmiaru i być może planową przebudowę drzewostanu leśnego – należy przeanalizować możliwość realizacji takich działań.**
- 5. Służby kryzysowe należy wzmocnić w zakresie możliwości reakcji na podtopienia, być może włączając w działania społeczność miasta w postaci np. służby cywilnej, brygad ochotniczych. Wzmocnienia wymaga także możliwość reakcji służb na zagrożenia życia w okresie upalnym – wskazane jest dalece idące przeszkolenie ludności w zakresie przeciwdziałania i reakcji na tego typu zagrożenie.**
- 6. Wybrane miejsca miasta, w zakresie infrastruktury komunikacyjnej, powinny zostać dokładnie przeanalizowane w związku z możliwością wystąpienia zagrożeń podtopieniami, aby prawidłowo i w porę reagować na zagrożenia podtopieniami.**
- 7. Należy wzmacniać odporność lokalnego systemu energetycznego na upały oraz silny wiatr. Rekomendowane są dalsze inwestycje w rozwój systemu OZE na terenie gminy, w tym skierowane do pojedynczych mieszkańców, czy służb kryzysowych (np.: awaryjne zasilanie tylko OZE dla szpitala czy straży pożarnej na wypadek awarii prądu w trakcie upałów).**

5. Plan działań adaptacyjnych dla miasta Wołomin

Społeczność gminy Wołomin dążyć będzie do spełnienia następującej wizji w obliczu zmian klimatu:

Społeczność gminy Wołomin

sprawnie i odpowiedzialnie odpowiada na zmiany klimatu

Realizację tej wizji zapewni *Plan Adaptacji do zmian klimatu gminy Wołomin (PAG)*, w ramach którego zamierza się osiągnąć cel strategiczny i zrealizować szereg kierunków działania. Ich realizacja przyczyni się do przygotowania gminy jak i mieszkańców do zmieniającego się klimatu. Przyjmuje się następujący cel strategiczny:

**Społeczność gminy jest przygotowana na nadchodzącą zmianę klimatu,
sprawnie łagodzi jej skutki i zapobiega ich wystąpieniu przy akceptowalnych kosztach
ekonomicznych, społecznych i przyrodniczych.**

W związku z powyższym wdrożony zostanie Plan Adaptacji (GPA), który przewiduje następujące kierunki działania:

Kierunek 1. Działania edukacyjne mające na celu zwiększenie wiedzy i gotowości działania wśród mieszkańców miasta i gminy w reakcji na poszczególne zagrożenia klimatyczne, w szczególności wysokie temperatury oraz susze. Wśród działań klimatycznych wyróżnić należy następujące:

- a. Prowadzenie kampanii edukacyjno-informacyjnych skierowanych do dzieci szkolnych oraz rodziców połączonych z wdrażaniem działań terenowych w zakresie tzw.: zielono-błękitnej infrastruktury, np. kampanii „Ratuj klimat, podejmij wyzwanie” oraz jej podobnych. Celem kampanii jest zachęcenie do zwiększania powierzchni biologicznie czynnej (zielonej) na działkach prywatnych i lepsze dbanie o zieleń na posesjach.
- b. Prowadzenie kampanii edukacyjno-informacyjnych skierowanych do osób starszych oraz ich krewnych mających na celu uświadomienie zagrożeń związanych z wysokimi temperaturami powietrza oraz konieczności podejmowania właściwych działań zapobiegających przegrzewaniu organizmu, mieszkania czy budynku.
- c. Prowadzenie kampanii edukacyjno-informacyjnych skierowanych głównie do właścicieli budynków jednorodzinnych mających na celu uświadomienie im zagrożeń związanych z nadmiernym uszczelnieniem terenu oraz konieczności podjęcia czynności i działań na rzecz gromadzenia wody deszczowej na własnej posesji, a także oszczędzania wody wodociągowej w okresie suszy.
- d. Prowadzenie kampanii mającej na celu zwiększenie na terenie miasta i gminy liczby osób biorących ochotniczo udział w akcjach ratowniczych związanych z ekstremalnymi zjawiskami pogodowymi i mających ku temu właściwe umiejętności. Konieczne jest zachęcenie do reakcji osób o różnych umiejętnościach ze względu na różne potrzeby związane z zagrożeniami. Na przykład aby przeciwdziałać skutkom upałów potrzebne są

osoby o umiejętnościach społecznych, niosące pomoc osobom starszym, a w reakcji na wicherę potrzebne są z reguły osoby o dużej sile fizycznej i umiejętnościach technicznych.

Kierunek 2. Działania szkoleniowe skierowane do służb publicznych, mające na celu zwiększenie wiedzy o możliwościach reagowania na zagrożenia wynikające ze zmian klimatu:

- a. Szkolenia dla służb medycznych, w tym lekarzy pierwszego kontaktu na tematy związane z wpływem upałów na zdrowie i zapobieganiem przegrzewania organizmu, a także leczeniem osób w trakcie wysokich temperatur.
- b. Szkolenia dla służb miejskich, w tym strażaków, drogowców, służb oczyszczania miasta, związane z usprawnianiem reakcji na zagrożenia typu podtopienia oraz silny wiatr. W przypadku służb oczyszczania miasta (służb dbających o zieleni miejską) także szkolenia związane z utrzymaniem zieleni w warunkach zwiększonego ryzyka suszy.

Kierunek 3. Działania inwestycyjne mające na celu modernizację i utrzymanie systemu gospodarowania wodą na terenie miasta i gminy Wołomin w różnych formach:

- a. Tworzenie nowych założeń oraz zwiększanie możliwości retencyjnych istniejących elementów zielono-niebieskiej infrastruktury w mieście poprzez zwiększanie gęstości zieleni na istniejących terenach zieleni publicznej, tworzenie ogrodów deszczowych oraz zachęcenie do tego mieszkańców miasta, rozszczelnianie powierzchni zabetonowanych i zakładanie na nich elementów zieleni;
- b. Zakładanie na dachach budynków publicznych ekstensywnych terenów zieleni oraz pnączy, które nie muszą być dostępne publicznie, ale powinny spełniać funkcję retencyjną oraz zwiększającą efektywność energetyczną budynków. W dalszej perspektywie należy zaplanować stworzenie programu wsparcia dla zakładania zielonych dachów oraz pnączy wśród mieszkańców domów jednorodzinnych oraz wspólnot mieszkaniowych.
- c. Realizacja założeń koncepcyjnych rozbudowy sieci kanalizacji deszczowej, m.in. poprzez budowanie podziemnych lub naziemnych zbiorników retencjonujących wodę deszczową, głównie mających funkcję wspierającą system publicznej kanalizacji deszczowej w okresie wysokich opadów oraz w okresie poza sezonem wegetacyjnym, kiedy poszczególne elementy zielono-błękitnej infrastruktury mogą nie spełniać w 100% swojej funkcji retencyjnej. W okresie ciepłym roku (wiosna-lato) zbiorniki mogą przechowywać wodę do podlewania zieleni miejskiej w trakcie suszy. Szczególnie ważne jest tworzenie zbiorników w następujących rejonach miasta: Centrum, Helenówek, rejon Galerii Wołomin.
- d. Modernizacje i odtwarzanie istniejącej infrastruktury wodociągowej, kanalizacji deszczowej oraz sanitarnej. PWIK planuje inwestycje w zakresie sieci wodociągowych i kanalizacji sanitarnych zgodnie z nowopowstającym Wieloletnim Planem Rozwoju i Modernizacji Urządzeń Wodociągowych i Urządzeń Kanalizacyjnych na lata 2021-2027. Planowany termin opracowania niniejszego dokumentu marzec 2021 r.
- e. Inwestycje w sektorze zaopatrzenia w wodę zwiększające odporność tego sektora na okresy długotrwałej suszy i jednocześnie zwiększające bezpieczeństwo dostaw wody do picia do mieszkańców miasta i gminy Wołomin.

- f. Inwestycje w sektorze odbioru i oczyszczania ścieków komunalnych oraz zagospodarowania osadów ściekowych zwiększające odporność tego sektora na zmianę klimatu.

Kierunek 4. Działania analityczne mające na celu określenie dokładnych potrzeb inwestycyjnych oraz właściwe utrzymanie istniejących systemów infrastruktury publicznej:

- a. Analiza sieci drogowej miasta pod względem częstotliwości i ryzyka wystąpienia podtopień jezdni oraz określenie potrzeb inwestycyjnych w zakresie przebudowy infrastruktury związanej z odprowadzaniem wody z jezdni, a także określenie planów awaryjnych na wypadek konieczności wyłączenia części sieci drogowej z ruchu.
- b. Inwentaryzacja i przegląd powierzchniowej infrastruktury kanalizacji deszczowej, aby sprawdzić w jakim stanie technicznym i własnościowym jest infrastruktura melioracyjna, jakie elementy sieci deszczowej można by dołączyć do infrastruktury melioracyjnej. W zakres analizy powinno wejść określenie możliwości wykorzystania terenów rolniczych i leśnych do retencji wody deszczowej odprowadzanej z terenu miasta oraz wskazanie miejsc, w których wody opadowe mogą być odprowadzone na tereny rolnicze i na tereny leśne lub do gleby. W zakres analizy powinno wejść określenie powierzchni uszczelnionych w mieście oraz potencjału instytucjonalnego gospodarowania wodą deszczową.
- c. Stworzenie koncepcji sieci kanalizacji deszczowej dla miasta Wołomin, wraz z dokładnym określeniem jakie działania i w jakim obszarze miasta należy podjąć, aby zwiększyć retencję powierzchniową lub podziemną oraz wskazaniem o jaką wielkość należy zwiększyć retencję powierzchniową poprzez zrealizowanie wskazanych działań.
- d. Analiza możliwości stopniowej wymiany drzewostanu lasów w gminie Wołomin biorąca pod uwagę zmiany klimatu i związane z nią ograniczenie możliwości wegetacji drzew iglastych, a także związane z możliwością przesuszenia lasów iglastych zagrożenie pożarowe.
- e. Przeprowadzenie analizy objęcia cennych przyrodniczo obszarów (bagna) oraz obiektów (drzewa) ochroną prawną, co do której kompetencje ustanawiania posiada gmina - użytkami ekologicznymi. W zakres analizy mogą wchodzić następujące tereny: bagno Helenówka, śródleśne oczko wodne w okolicy ul. Krymskiej, zbiornik wodny przy rezerwacie Grabicz leżący częściowo w granicach gminy Kobyłka i Wołomin."

Kierunek 5. Działania inwestycyjne mające na celu zmniejszenie ryzyka awarii systemu energetycznego w mieście:

- a. Dalsza rozbudowa systemów odnawialnych źródeł energii przeznaczonych do zasilania w pierwszej kolejności oraz autonomicznego zasilania w sytuacjach awarii sieci budynków i obiektów użyteczności publicznej, w szczególności: przedsiębiorstwa wodociągów i kanalizacji, zakładu energetyki cieplnej, straży pożarnej i straży miejskiej, szpitala powiatowego i publicznych przychodni zdrowia.
- b. Kierowanie wsparcia technicznego oraz finansowego do mieszkańców domów jednorodzinnych oraz wspólnot mieszkaniowych w celu zachęcenia ich do montażu

instalacji produkujących energię elektryczną na własne potrzeby. Kierowanie zachęt na rzecz tworzenia lokalnych spółdzielni energetycznych i mikrosieci wymiany energii elektrycznej w granicach miasta.

Kierunek 6. Działania mające na celu wzmocnienie systemu przyrodniczego miasta:

- a. Prowadzenie programu nowych nasadzeń drzew i krzewów, pielęgnacji zieleni publicznej oraz wymiany drzewostanu uszkodzonego lub zagrażającego bezpieczeństwu na nowy. Objęcie szczególnym programem pielęgnacji szczególnie cennych okazów drzew i krzewów, w szczególności pomników przyrody.
- b. Pozyskiwanie terenów i zakładanie nowych terenów zieleni publicznej o wartości rekreacyjnej, w szczególności w rejonach miasta podlegających szybkiemu rozwojowi zabudowy mieszkaniowej oraz w pobliżu terenów przyrodniczo cennych, w celu ograniczenia penetracji tych terenów w związku z rekreacją.
- c. Ochrona terenów szczególnie cennych przyrodniczo poprzez prowadzenie aktywnych działań ochronnych przeciwdziałających negatywnym skutkom wynikającym ze zmiany klimatu, w szczególności przesuszeniu terenów bagiennych.
- d. Tworzenie terenów zielonych, na których możliwe byłoby prowadzenie nowych nasadzeń drzew, w szczególności gatunków liściastych o znacznym pochłanianiu dwutlenku węgla poprzez budowanie piętrowego układu roślinności z przewagą roślin o dużej blaszce liściowej.
- e. W tworzonych dokumentach z zakresu planowania przestrzennego będzie się uwzględniać potrzebę chronienia oraz zapobiegania dalszej redukcji obszarów cennych przyrodniczo oraz siedlisk roślin i zwierząt.

Tabela 32. Powiązanie kierunków działań PAG ze skutkami zmian klimatu o wysokim ryzyku wystąpienia

	Bardzo wysokie ryzyko wystąpienia	Wysokie ryzyko wystąpienia
Kierunek 1. Działania edukacyjne	Nieprawidłowa reakcja mieszkańców na zagrożenie w przypadku upałów	Nieprawidłowa reakcja większości mieszkańców lub niewielkich grup podczas upałów lub silnych opadów
		Podwyższona śmiertelność lub pojedyncze zgony wśród ludności podczas upałów;
Kierunek 2. Działania szkoleniowe	Zwiększenie się śmiertelności mieszkańców w przypadku upałów	Reakcja służb kryzysowych z opóźnieniem lub problemami dla zarządzania kryzysowego w trakcie silnych opadów;
		Problemy w reakcji służb kryzysowych dla pojedynczych interwencji w trakcie upałów;
Kierunek 3. Działania inwestycyjne mające na celu modernizację i utrzymanie systemu gospodarowania wodą	Punktowe, a nawet obszarowe wyłączenia sieci wodociągowej w przypadku wysokich temperatur oraz suszy;	Obszarowy paraliż infrastruktury wodociągowej lub punktowe lub drobne usterki podsystemu sieci wodociągowej w trakcie upałów i suszy;
	Punktowe zakłócenia w funkcjonowaniu kanalizacji sanitarnej w przypadku silnych opadów deszczu;	Wszystkie kategorie strat w przypadku gospodarki wodnej w trakcie silnych opadów, zwłaszcza w podsystemie gospodarowania wodą opadową oraz kanalizacji sanitarnej;

Kierunek 4. Działania analityczne	Utrata zielonej infrastruktury na pewnym obszarze miasta podczas suszy	Punktowe zakłócenia oraz drobne usterki na sieci transportowej i komunikacyjnej w trakcie silnych opadów;
	Utrata warunków do prowadzenia rolnictwa i leśnictwa w wypadku większości zagrożeń, głównie suszy i silnego wiatru.	Uszkodzenia lub drobne usterki obiektów budowlanych dla sektora budownictwa w trakcie silnych opadów;
		Brak możliwości odbioru odpadów lub utrudnienia w ich odbiorze dla gospodarki odpadami w trakcie silnych opadów;
Kierunek 5. Działania inwestycyjne mające na celu zmniejszenie ryzyka awarii systemu energetycznego	Obszarowe wyłączenie prądu w przypadku silnego wiatru;	Uszkodzenia sieci energetycznych lub dostawy mediów, w tym w części obszaru miasta w związku z silnym wiatrem;
Kierunek 6. Działania mające na celu wzmocnienie systemu przyrodniczego miasta	Utrata zielonej infrastruktury na pewnym obszarze miasta w związku z suszą;	Punktowe zniszczenia lub niewielkie uszkodzenia systemu przyrodniczego miasta w związku z wysoką temperaturą;
	Utrata warunków do prowadzenia rolnictwa lub leśnictwa w wypadku większości zagrożeń, głównie suszy i silnego wiatru.	Obniżenie plonowania w rolnictwie i leśnictwie w związku z wysoką temperaturą i suszą;
		Obszarowe, punktowe zniszczenia lub niewielkie uszkodzenia systemu przyrodniczego miasta w związku z silnym wiatrem i suszą;
		Niewielkie punktowe uszkodzenia zielonej infrastruktury w związku z opadami;

6. Współzależność Planu Adaptacji Gminy z dokumentami strategicznymi

Tabela 33. Obszary powiązań Gminnego Planu Adaptacji do zmian klimatu dla gminy Wołomin (PAG Wołomin) z innymi dokumentami programującymi rozwój gminy

Dokumenty programowania ważne dla działań adaptacyjnych	Obszary powiązań z PAG
Strategia Zrównoważonego Rozwoju Gminy Wołomin do 2025 roku	W Części II Diagnostycznej Wg analizy SWOT (rozdział 4) dot. strefy technicznej (Tabela 72): mocne strony: Uniezależnienie sieci kanalizacyjnej od gmin sąsiednich – posiadanie własnej oczyszczalni ścieków - Wysoki odsetek ludzi korzystających z sieci wodociągowej na terenie Miasta Wołomin - Wysoki odsetek ludzi korzystających z sieci kanalizacyjnej na terenie Miasta Wołomin - Systematyczny wzrost długości czynnej sieci kanalizacyjnej, zarówno na terenie miasta oraz obszarach wiejskich Słabe strony: - Brak melioracji terenów sołeckich gminy Wołomin oraz na części obszarów miejskich - Niedostateczna ilość miejsc parkingowych w Centrum Wołomina (<i>uwaga: potencjalny konflikt miejsca parkingowe vs zieleni</i>) - Niewystarczający stopień skanalizowania obszarów wiejskich Szanse: - Dalsza rozbudowa sieci kanalizacyjnej i sieci wodociągowej na terenie gminy Zadania związane z zielenią: Cel strategiczny C4: Wołomin gminą dbającą o ład przestrzenny oraz środowisko Cel operacyjny C4.2: Estetyzacja, poprawa czystości gminy, tworzenie przestrzeni publicznych Zadanie realizacyjne w Programie rewitalizacji przestrzeni i zapewnienia bezpieczeństwa w Gminie: Opracowanie i wdrożenie spójnej koncepcji organizacji zieleni miejskiej Zadania związane z wodą:

	Cel strategiczny C2: Wołomin Gminą oferującą swoim mieszkańcom wysoki standard życia Cel operacyjny C2.2: Racjonalizacja gospodarki wodnej Zadanie realizacyjne w Programie rozwoju gospodarki komunalnej: Budowa zbiornika retencyjnego wraz z zagospodarowaniem terenu wokół na cele sportowo-rekreacyjne
Studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego gminy Wołomin (Załącznik Nr 1 do Uchwały Nr VIII-95/2011 Rady Miejskiej w Wołominie z dnia 14 października 2011r.)	Wnioski konfliktowe do Studium dotyczyły zabudowy na terenie lasów oraz na obrzeżach gminy na terenach nie przewidywanych do urbanizacji i położone w dolinach rzek. Część I. UWARUNKOWANIA ZAGOSPODAROWANIA PRZESTRZENNEGO W strukturze przestrzennej wyróżnić można strefy: śródmiejską, miejską, podmiejską, mieszkaniową-wiejską, produkcyjno-usługowo-techniczną i terenów otwartych. Strefa śródmiejska - W strefie występuje niedostatek przestrzeni publicznych /placów, skwerów, ciągów pieszych i rowerowych, <u>zieleni urządzonej</u>/. Strefa miejska- W strefie występuje niedostatek przestrzeni publicznych w tym <u>terenów zieleni</u>. Strefa podmiejska - W strefie szczególnie na terenach już zabudowanych występuje niedobór terenów publicznych, w tym <u>terenów zieleni</u>. Strefa terenów otwartych - Składają się na nią kompleksy leśne w północno-wschodniej i pd. części miasta oraz w Leśniakowiźnie a także lasy /prywatne/ w południowej i północno-zachodniej części miasta z <u>wkraczającą na nie zabudową mieszkaniową</u>. Dużą część obszaru gminy zajmują tereny rolne oraz półnaturalny krajobraz dolin rzek Długiej, Czarnej Strugi i Czarnej z łąkami, płacami leśnymi i zaroślami łęgowymi. Występują torfowiska - Białe Błota (wskazane do ochrony w ramach Europejskiej Sieci Ekologicznej Natura 2000) i Helenówka oraz obszar bagienny Helenów. Wody powierzchniowe: Na sieć hydrograficzną składają się rzeki: Długa i Czarna, oczka wodne i stawy, zagłębienia bezodpływowe, a także tereny podmokłe - torfowiska i bagna: Białe Błota, Helenówka oraz kanały i rowy melioracyjne m.in. Biały Rów łączący rzekę Rządę i Czarną oraz rzeka Czarna Struga łącząca rzeki Czarną i Długą. Własne zasoby wodne gminy nie są duże. Cieki wodne występujące na obszarze gminy charakteryzują się małymi przepływami, które dodatkowo ulegają silnemu obniżeniu w okresach letniej suszy. Spływ powierzchniowy jest utrudniony przez powiększające się tereny zurbanizowane. W czasie roztopów (luty – marzec) i nawałnych opadów letnich (czerwiec – lipiec) prawie co roku występują lokalne potopienia łąk w dolinach rzek. Dodatkowo

	spływ wód w rowach jest utrudniony przez przepusty mostowe o małym przekroju. Presja budowlana powoduje zawężanie dolin rzecznych (np. dolina Czarnej między Duczkami i Starymi Lipinami), co w latach z dużymi opadami może doprowadzić do zatopienia domów położonych najbliżej rzeki. W listopadzie 2006 Regionalny Zarząd Gospodarki Wodnej w Warszawie opracował „Studium dla potrzeb planów ochrony przeciwpowodziowej” dotyczące rzek Czarnej i Długiej. Zostały wyznaczone obszary narażone na niebezpieczeństwo powodzi oraz zasięg zalewu bezpośredniego (w gminie Wołomin brak jest obwałowań rzek, więc nie wyznaczono zalewu potencjalnego). Teren gminy Wołomin jest odwadniany przez dwa naturalne ciekі powierzchniowe – na północy i wschodzie przez rzekę Czarną oraz na południu rzekę Długą i jej dopływ Czarną Strugę. Rzeki te poprzez Kanał Żerański uchodzą do Narwi, a następnie do Wisły. W rejonie gminy Wołomin badaniami monitoringowymi objęte są dwie rzeki: Czarna (III klasa wód) i Długa (wody pozaklasowe ze względu na zanieczyszczenia bakteriologiczne oraz fizyczno-chemiczne). Główne <u>źródła zanieczyszczeń</u> wód powierzchniowych to: - spływy z terenów rolnych, - niesprawnie działające systemy urządzeń melioracyjnych, - nieuregulowane spływy wód deszczowych z terenów zurbanizowanych, - przeięki z nieszczelnych szamb, - ścieki komunalne i przemysłowe odprowadzane do wód powierzchniowych bez oczyszczenia lub niedostatecznie oczyszczone. Główne czynniki: niedostateczny stopień oczyszczania ścieków w istniejącej oczyszczalni „Krym”, brak oczyszczalni ścieków bytowo-gospodarczych na obszarach wiejskich, zły stan oczyszczalni przy obiektach zanieczyszczających środowisko oraz stosowanie nawozów azotowych i fosforowych do nawożenia pól i łąk. Wody podziemne: Na terenie gminy występują dwa użytkowe piętra wodonośne: - czwartorzędowe – z dwoma lub trzema poziomami wodonośnymi; - trzeciorzędowe – z dwoma poziomami wodonośnymi: poziomem miocenijskim i poziomem oligocenijskim. Znaczenie użytkowe ma czwartorzędowe piętro wodonośne: <i>Pierwszy poziom wodonośny występuje na głębokości 0,5 - 7,0 m. Ze względu na hydrauliczne powiązanie tych wód z wodami powierzchniowymi oraz bezpośrednie przenikanie wód opadowych, wody tego poziomu są zanieczyszczone i nie powinny być wykorzystywane do zaopatrzenia mieszkańców w wodę pitną.</i>
--	---

	<i>Drugi poziom wodonośny</i> charakteryzuje się występowaniem zwierciadła wody na głębokości ok. 12 – 15 m., ma największe znaczenie użytkowe i jest powszechnie wykorzystywany do poboru wód w obrębie miasta Wołomin. Źródłem wody o zatwierdzonej wydajności są ujęcia w gminie Wołomin, główne ujęcie wody „Graniczna” zlokalizowane jest we wsi Leśniakowizna. <i>Poziom wodonośny</i> występujący na głębokości około 40 – 50 m został uznany za Główny Zbiornik Wód Podziemnych (GZWP). Intensywna eksploatacja wód podziemnych, tak w Wołominie jak i w sąsiednich miastach, doprowadziła do rozwinięcia się lejów depresji o promieniach dochodzących do 1 km. Wody czwartorzędowe w rejonie gminy Wołomin charakteryzują się średnim i wysokim stopniem zagrożenia, co wynika z budowy geologicznej terenu (brak ciągłości warstwy izolacyjnej lub jej mała miąższość) oraz dużą ilością źródeł zanieczyszczeń. Trzeciorzędowe piętro wodonośne jest rzadko wykorzystywane: <i>Mioceniński poziom wodonośny</i> znajduje się na głębokości 100-160 m p.p.t. Nie jest prowadzona eksploatacja wód z tego poziomu (stan na 2011 r.). <i>Oligoceniński poziom wodonośny</i> występuje na głębokości 170–216 m p.p.t. Charakteryzuje się wysoką jakością wód. Poziom oligoceniński do niedawna był intensywnie eksploatowany w Warszawie przez przemysł, co spowodowało rozwinięcie się rozległego leja depresji, obejmującego między innymi część gminy Wołomin. Obecnie, wskutek ograniczenia poboru wód oligocenińskich, następuje zmniejszanie się leja depresji. <u>Zagrożenia</u> jakości wód podziemnych powodowane są głównie przez: - nieuporządkowaną gospodarkę ściekową, zwłaszcza na terenach wiejskich, - oddziaływanie zanieczyszczonych wód rzek Długiej i Czarnej, - zanieczyszczenia w rejonie nieuszczelnionych składowisk odpadów, - wypalanie traw i ściernisk. Szata roślinna reprezentowana jest przez: tereny lasów położone w północno-zachodniej i południowej części gminy (około 14,0% powierzchni gminy; większość terenów lasów stanowi własność prywatną), tereny łąk i pastwisk w dolinach rzek i obniżeń (około 20,0% powierzchni gminy), zbiorowiska pól uprawnych (około 35,0% powierzchni gminy) i torfowisk, zadrzewienia śródpolne i przydrożne. A także tereny zieleni urządzonej i ogrody przydomowe. Zagrożenia powodziowe Naturalne ukształtowanie koryta rzeki Czarnej, Czarnej Strugi i Długiej stanowi zabezpieczenie prawidłowego funkcjonowania hydrologicznego i powstawania powodzi. Nieuregulowane rzeki i brak zabezpieczeń przeciwpowodziowych powodują, że łąki w dolinach rzek oraz szeroki pas terenów w południowo-wschodniej
--	--

	części gminy w tym wieś Majdan narażony jest na zalewy powodziowe. Opracowane przez RZGW w 2006 r. „Studium dla potrzeb planów ochrony przeciwpowodziowej” dotyczące rzek Czarnej i Długiej wyznaczyło obszary narażone na niebezpieczeństwo powodzi oraz zasięg zalewu bezpośredniego (w gminie Wołomin brak jest obwałowań rzek, więc nie wyznaczono zalewu potencjalnego). Zagrożenia bezpieczeństwa ludności i jej mienia W Urzędzie Miejskim w Wołominie działa WBiZK – Wydział Bezpieczeństwa i Zarządzania Kryzysowego. Przeciwdziałanie zagrożeniom w skali województwa realizowane będzie m.in. poprzez: - zakaz lokalizacji inwestycji mogących znacząco oddziaływać na środowisko na terenach potencjalnie narażonych na niebezpieczeństwo powodzi, - wyznaczenie obszarów narażonych na niebezpieczeństwo powodzi zgodnie z Planem ochrony przeciwpowodziowej- miasto Wołomin posiada sporządzone przez Regionalny Zarząd Gospodarki Wodnej w Warszawie „Studium dla potrzeb planów ochrony przeciwpowodziowej” określające granice obszarów bezpośredniego zagrożenia powodzią. Gospodarka wodno – ściekowa Na terenie miasta i gminy Wołomin w zakresie gospodarki wodno-ściekowej zarządza Przedsiębiorstwo Wodociągów i Kanalizacji Sp. z o.o. w Wołominie. Zaopatrzenie w wodę Gmina Wołomin i Kobyłka zaopatrują się w wodę z czwartorzędowych ujęć wody. Woda pobierana jest: - z wodociągu miejskiego, - z własnych ujęć wód podziemnych czwartorzędowych miejscowych zakładów przemysłowych, - z własnych ujęć wód podziemnych w zespołach budownictwa mieszkaniowego, - z przydomowych studni wierconych i kopanych. Kanalizacja Na terenie miasta 76% terenów jest skanalizowane, a na terenie wiejskim gminy jedynie wieś Nowe Lipiny i część wsi Duczki podłączone są do miejskiej sieci kanalizacyjnej. Sieć kanalizacji sanitarnej w mieście Wołomin obejmuje centralną, północną i południową część miasta. Ścieki są odprowadzane do oczyszczalni ścieków „Krym” (we wsi Leśniakowizna). Oczyszczalnia przyjmuje ścieki dowożone. Kanalizacja deszczowa
--	--

	Odwodnienie obejmuje głównie ciągi komunikacyjne na terenie miasta w starej części miasta po południowej stronie torów PKP i w osiedlach mieszkaniowych „Niepodległości” i „Lipińska”. Zakłady przemysłowe : Stolbud, ZPNIg, Elektrociepłownia posiadają własne lokalne układy sieci kanalizacji deszczowej. Odbiornikiem ścieków deszczowych jest rzeka Długa za pośrednictwem rowu „D” oraz rzeka Czarna. Głównymi obiektami istniejącej sieci są: - kolektor „A” w ul. Kościelnej z przepompownią wód deszczowych przy ul. Rolnej (do rowu melioracyjnego w zlewni rzeki Czarnej), - rów „Wołomiński” – odprowadza wody deszczowe do rzeki Długiej, - przepompownia wód deszczowych w ul. Kościelnej oraz 6 pomp przetłaczających wody deszczowe do rowu melioracyjnego. Część II. KIERUNKI ZAGOSPODAROWANIA PRZESTRZENNEGO 2. Kierunki i wskaźniki dotyczące zagospodarowania i użytkowania terenów Tereny urbanizacji Na terenach urbanizacji wyodrębniono obszary struktury funkcjonalnej, dla których , w zależności od rodzaju zabudowy określono wskaźniki dla nowoprojektowanej zabudowy, w tym minimalną powierzchnię biologicznie czynną działki Tereny otwarte <u>RZ – tereny łąk w obszarze dolin rzecznych</u> Tereny dolin rzek: Czarnej i Długiej oraz innych mniejszych cieków wodnych, tworzące ciągi powiązań przyrodniczych. Tereny zieleni nieurządzonej - naturalnej (prywatnej i publicznej), łąki, pastwiska, zbiorniki małej retencji, nieużytki rolne w dolinach rzecznych z dopuszczeniem terenowych urządzeń sportu i rekreacji (ścieżki rowerowe, boiska, przystań rzeczna), małej architektury itp. Podstawowe kierunki zagospodarowania tych obszarów to: - utrzymanie w dotychczasowym użytkowaniu istniejących łąk i pastwisk oraz ochrona przed zainwestowaniem i degradacją sanitarną, - obowiązuje zakaz lokalizacji zabudowy mieszkaniowej, usługowej, usługowoprodukcyjnej oraz ferm hodowlanych, - ochrona istniejących zadrzewień i zakrzewień, - ochrona układu hydrograficznego rzek i rowów melioracyjnych. <u>ZP – zieleni urządzona</u>
--	--

	Podstawowy kierunek zagospodarowania zieleni urządzonej to ochrona jej powierzchni i form zagospodarowania przed likwidacją z wyjątkiem szczególnych przypadków realizacji niezbędnych elementów komunikacyjnych lub infrastrukturalnych. Są to wyznaczone w studium tereny zieleni miejskiej: - plac 3-go Maja w centrum miasta, przestrzeń publiczna z towarzyszącą zielenią urządzoną, położony w strefie rewitalizacji, - park i skwer miejski w strefie rewitalizacji, - tereny zieleni przy ul. Reja, - teren zieleni urządzonej z przewagą zieleni niskiej stanowiącej strefę ekspozycji obiektu zabytkowego „Dom nad Łąkami”, dopuszcza się miejsca wypoczynkowe, urządzenia terenowe i parkingi. <u>TZ – tereny zamknięte (kolejowe)</u> Tereny przeznaczone w studium pod zabudowę, położone na obszarze bezpośredniego zagrożenia powodziowego są wyłączone spod zabudowy do czasu wykonania odpowiednich zabezpieczeń przeciwpowodziowych. <u>R – tereny rolne</u> Realizacja kierunków wymagać będzie uwzględnienia w planach miejscowych oraz w decyzjach o warunkach zabudowy: - lokalizowania budynków i urządzeń służących wyłącznie rolnictwu, - wyznaczenia gruntów do zalesienia, - ochrony istniejących zadrzewień i zakrzewień śródpolnych oraz wprowadzanie nowych, - zakazu wykonywania prac ziemnych naruszających w sposób istotny rzeźbę terenu i układ stosunków wodnych, - ochrony terenów zmeliorowanych i zdrenowanych (drenaży, rowów melioracyjnych). <u>ZL – tereny lasów</u> Realizacja kierunków wymagać będzie (m.in.) wprowadzenia do planów miejscowych zakazów i ograniczeń dotyczących (m.in.): - zmiany przeznaczenia gruntów leśnych na cele nieleśne, <u>Z – obszary torfowe i błotne /Białe Błota, Helenówka, Helenów/</u> Obszary szczególnie cenne przyrodniczo, do zachowania w dotychczasowym użytkowaniu, w tym jako obszar Natura 2000 (Białe Błota). Określa się warunki gospodarowania w obrębie tych obszarów:
--	--

	- zakaz lokalizowania obiektów mogących zawsze znacząco negatywnie oddziaływać na terenach objętych ochroną Natura 2000 z wyłączeniem dopuszczeń ustawowych, - obowiązuje zakaz lokalizacji zabudowy, - zabezpieczenie przed niszczeniem lub uszkodzaniem obiektów przyrodniczych (np. drzew, gatunków chronionych, siedlisk), - wykluczenie działań mogących zakłócić stosunki wodne, zanieczyszczających środowisko (powietrze, wody, powierzchnię ziemi, grunt), - ograniczenie penetracji. <u>WS– tereny wód powierzchniowych /rzeki, cieki, rowy melioracyjne i tereny zdrenowane/</u> W celach zwiększenia ochrony przed powodzią wyznacza się obszary, na których możliwa jest lokalizacja zbiorników retencyjnych - suchych. Studium nie przesądza lokalizacji zbiorników, a jedynie wskazuje możliwe strefy ich realizacji w rejonie wsi Czarna i Mostówka. 3.3. Ochrona przeciwpowodziowa Obszary zagrożenia powodziowego oraz zasięg zalewu bezpośredniego (w gminie Wołomin brak jest obwałowań rzek, więc nie wyznaczono zalewu potencjalnego) dla rzek Czarnej i Długiej zostały wyznaczone przez Regionalny Zarząd Gospodarki Wodnej w Warszawie w 2006 r. Tereny położone na obszarze bezpośredniego zagrożenia powodziowego należy więc uznać za wyłączone spod zabudowy do czasu wykonania odpowiednich zabezpieczeń przeciwpowodziowych. W strefach płytkiego zalewu do 0,5 m (Cięciwa, Majdan) ograniczenia mogą być mniej restrykcyjne, budynki bez podpiwniczeń i posadowione na rzędnej ew. zalewu. W studium proponuje się rozważenie budowy zbiorników retencyjnych suchych, we wsi Majdan i Czarna służących retencji wód opadowych, a co za tym idzie ochrony przed powodzią. Nie należy przeznaczać pod zabudowę mieszkaniową i inne inwestycje starorzeczy i terenów rolnych w dolinach rzek, gdzie występuje możliwość wylewów wielkich wód, podtapianie siedlisk ludzkich, a także zagrożenie życia ich mieszkańców. Rozdział 5.4. Parkowanie pojazdów Zasady polityki parkingowej wynikają z założonego dopuszczalnego wysokiego udziału komunikacji indywidualnej w podróżach. Oznacza to dobre udostępnienie samochodem całej gminy, włącznie z zapewnieniem właściwej liczby i organizacji miejsc do parkowania.
--	--

	Minimalna ilość miejsc parkingowych powinna być obliczona wg wskaźników w zależności od proponowanego zagospodarowania. Rozdział 6. Kierunki rozwoju systemów infrastruktury technicznej 6.1. Gospodarka wodno-ściekowa Odprowadzenie ścieków deszczowych Przewiduje się dalszą rozbudowę i modernizację sieci kanalizacji deszczowej, obejmującej intensywnie zagospodarowane tereny miasta. Sieć kanalizacji obejmie też tereny rozwojowe miasta do Al. Niepodległości oraz wieś Stare i Nowe Lipiny. Odbiornikiem pozostanie rzeka Czarna i Długa. Niezbędne będzie odpowiednie podczyszczenie ścieków deszczowych przed ich wypuszczeniem do odbiorników. Podczyszczanie odbywać się będzie w podziemnych osadnikach i separatorach produktów ropopochodnych zlokalizowanych na przewodach kanalizacji i przepompowniach. Odprowadzenie wód deszczowych z terenów bez kanalizacji powinno następować za pośrednictwem kanałów częściowo krytych, rowów otwartych i zbiorników retencyjnych. Wody deszczowe winny być podczyszczone na terenie lokalizacji własnej inwestora. Odprowadzenie ścieków deszczowych z terenów przemysłu wymaga uzyskania pozwolenia wodno-prawnego na odprowadzenie ścieków deszczowych do wód i gruntu. Zakazuje się odprowadzania wód opadowych na obszary kolejowe oraz do kolejowych urządzeń odwadniających. Część III. UZASADNIENIE PRZYJĘTYCH ROZWIĄZAŃ I SYNTEZA USTALEŃ STUDIUM Kierunki rozwojowe miasta obejmują nowe tereny urbanizacji objęte planami w trakcie opracowania lub przeznaczone do sporządzenia planu zagospodarowania przestrzennego. Są to tereny sięgające na północ do granic lasu i torfowiska Białe Błota, na południe do granic miasta (ul. Graniczna) oraz położone na wschód od granic miasta. W południowo-zachodniej części gminy położonej najbliżej Warszawy przewiduje się rozwój zabudowy mieszkaniowo-usługowej, zabudowy jednorodzinnej i wielorodzinnej o niskiej intensywności. Kierunki rozwojowe na obszarze wiejskim gminy wiążą się z presją na zabudowę terenów rolnych, gdzie niska jakość gleb powoduje nieopłacalność rolnictwa. Na atrakcyjnych krajobrazowo terenach, głównie leśnych i przyleśnych oraz położonych w Warszawskim Obszarze Chronionego Krajobrazu przewiduje się zabudowę jednorodzinną ekstensywną na dużych działkach chroniących przed nadmierną urbanizacją.
Program Ochrony Środowiska dla Gminy Wołomin na lata 2019-2020 z	Sporządzono ocenę stanu środowiska na terenie gminy z uwzględnieniem dziesięciu obszarów przyszłej interwencji: ochrona klimatu i jakości powietrza, zagrożenia hałasem, pola elektromagnetyczne, gospodarowanie wodami,

perspektywę na lata 2018-2024	gospodarka wodno- ściekowa, zasoby geologiczne, gleby, gospodarka odpadami i zapobieganie powstawaniu odpadów, zasoby przyrodnicze, zagrożenia poważnymi awariami. Rozdział 5.2. ochrona klimatu i jakości powietrza Klimat Klimat gminy charakteryzuje się stosunkowo wysoką liczbą dni ciepłych i pochmurnych, których jest średnio w roku około 63. Wśród nich szczególnie często pojawiają się dni z pogodą bardzo ciepłą i jednocześnie pochmurną bez opadu (średnio 41 w skali roku). Nieco mniej natomiast w stosunku do terenów przyległych jest tu dni z pogodą przymrozkową bardzo chłodną (około 38/ rok) oraz umiarkowanie zimną i jednocześnie pochmurną (12 dni/ rok). Klimat gminy charakteryzuje się następującymi parametrami: - średnia roczna temperatura wynosi ok. 9°C, - roczna suma opadów atmosferycznych wynosi ok. 520 mm, - liczba dni ciepłych i pochmurnych wynosi ok. 63 dni, - liczba dni z opadem – od 150 do 155dni, - okres bezprzymrozkowy – ok. 170 dni, - długość okresu wegetacyjnego – ok. 212 dni, - liczba dni z pokrywą śnieżną – 50-80 dni w roku. <i>dokument zawiera różę wiatrów dla gminy Wołomin (Ryc. 8, str.23)</i> Jakość powietrza Na terenie gminy Wołomin brak jest stacji pomiarowych WIOŚ systemu monitoringu powietrza województwa mazowieckiego. Prowadzony jest jednak monitoring powietrza z wykorzystaniem systemu Airly oraz czujników, które odczytują w czasie rzeczywistym serie parametrów (pył PM1, PM2,5, PM10, temperaturę, ciśnienie i wilgotność) na temat bieżącego stanu jakości powietrza. Czujniki zainstalowane są w pięciu lokalizacjach: Szkoła Podstawowa nr 3 ul. Piłsudskiego 5, budynek Urzędu Miasta przy ul. Ogrodowej 4, ul. Mieszka I, ul. Mickiewicza 12 (Eurobank), Przedszkole i Szkoła Podstawowa przy ul. Brzechwy 5. Głównymi źródłami emisji zanieczyszczeń do powietrza na terenie gminy są czynniki antropogeniczne, czyli takie, które spowodowane są działalnością człowieka. Wśród nich największe znaczenie mają zakłady przemysłowe, transport, kotłownie lokalne oraz paleniska indywidualne. Duży wpływ na stan powietrza na terenie gminy Wołomin ma również emisja transgraniczna, czyli napływ zanieczyszczeń spoza obszaru gminy (z aglomeracji warszawskiej). Gmina Wołomin znajduje się w II strefie energii wiatru, oznaczonej jako bardzo korzystna. Gmina Wołomin leży w rejonie, gdzie usłonecznienie względne w ciągu roku (liczba godzin z bezpośrednio widoczną tarczą
--------------------------------------	--

	słoneczną) waha się między 36-38% , więc należy do najwyższego w Polsce. Wołomin leży w granicach prowincji środkowoeuropejskiej, która na terenie Polski obejmuje większą część obszaru niżowego, a dokładniej w okręgu grudziądzko– warszawskim charakteryzującym się potencjałem geotermalnym rzędu 168000 tpu/km2. Wody geotermalne osiągają tu temperaturę w wysokości ponad 60oC. W związku z czym, Gmina Wołomin posiada potencjał wykorzystania energii geotermalnej. Działania realizowane w ostatnich latach w obszarze poprawy jakości powietrza i ochrony klimatu powietrza i ochronę klimatu związane były m.in z rozbudową infrastruktury ciepłej i odnosiły się do budowy elektrociepłowni w Wołominie . Prowadzono również działania związane z ograniczaniem węgla jako głównego paliwa w lokalnych kotłowniach. Podsumowanie analizy SWOT: Największym problemem gminy Wołomin w zakresie ochrony klimatu i jakości powietrza jest zanieczyszczenie spowodowane niską emisją oraz napływem zanieczyszczeń z aglomeracji warszawskiej. Szansą na poprawę stanu tego obszaru interwencji jest termomodernizacja budynków mieszkalnych, wy miana źródeł ciepła a także wzrost wykorzystania odnawialnych źródeł energii. Przedsięwzięcia mające na celu poprawę stanu powietrza w gminie wyznaczone zostały w Programie Ograniczania Niskiej Emisji dla gminy Wołomin. Należy także skupić się w dużej mierze na edukacji ekologicznej mieszkańców gminy, aby uświadomić im negatywny wpływ nieodpowiedniej eksploatacji urządzeń grzewczych na środowisko. Rozdział 5.5. Gospodarowanie wodami Wody powierzchniowe Na główną sieć hydrograficzną gminy składa się rzeka Długa oraz Czarna wraz z obiektami hydrograficznymi. Należą one do zlewni II rzędu rzeki Narwi. Długość rzek na obszarze gminy wynosi 17,9 km. Uzupełnieniem wód powierzchniowych są liczne oczka wodne, stawy, zagłębienia bezodpływowe. Na uwagę zasługują obszary torfowisk i bagien: Białe Błota i Helenówka. <u>Własne zasoby wodne gminy nie są duże. Cieki wodne występujące na obszarze gminy charakteryzują się małymi przepływami, które dodatkowo ulegają silnemu obniżeniu w okresach letniej suszy. Spływ powierzchniowy jest utrudniony przez powiększające się tereny zurbanizowane.</u> Teren gminy należy do dwóch jednolitych części wód powierzchniowych rzecznych (JCWP): - RW20001726718496 rzeka Długa od źródeł do kanału Magenta - RW20 00172671869 rzeka Czarna Stan/ potencjał ekologiczny JCWP Długa od źródeł do Kanału Magenta oceniono jako słaby, natomiast stan JCWP Czarna oceniono jako umiarkowany. Ogólny stan oceniono w dwóch JCWP jako zły. Biorąc pod uwagę klasę elementów biologicznych rzeki zostały zakwalifikowane do klasy
--	--

	III i IV. W przypadku klasy elementów hydromorfologicznych była to klasa II, natomiast w przypadku elementów fizykochemicznych klasa II. Jak wynika z Aktualizacji Programu Ochrony Środowiska dla gminy badania jakości rzeki Długiej (odbiera ona ścieki z czterech oczyszczalni) oraz rzeki Czarnej wykazują duże zanieczyszczenie wód obu rzek. Wody podziemne Cały obszar gminy stanowi Obszar Wysokiej Ochrony (OWO) wód podziemnych i jest częścią Głównego Zbiornika Wód Podziemnych nr 222 „Doliny Środkowej Wisły”. Zbiornik nr 222 posiada szacunkowe zasoby dyspozycyjne 12720 m³/d, natomiast jego średnia głębokość wynosi 60 m. Aktualnie na terenie gminy obowiązują pozwolenia wodnoprawne na pobór wód podziemnych, które udzielone zostały przez Starostę Wołomińskiego dla 12 ujęć. Pozwolenia te zostały udzielone przedsiębiorstwom na cele produkcyjne, technologiczne i socjalno-bytowe pracowników zakładu (8 ujęć), na potrzeby zaopatrzenia mieszkańców w wodę (3 ujęcia), w celu nawadniania upraw rolnych i plantacji (1 ujęcie). Największe ujęcie wody na potrzeby zaopatrzenia mieszkańców gminy Wołomin to SUW Graniczna, pozostałe dwie stacje to SUW Grabie Stare oraz SUW Lipińska. Nominalna wydajność SUW Graniczna wynosi 12720m³/d. Woda ujmowana jest z siedmiu studni głębinowych i poddawana jest procesowi uzdatniania, który głównie polega na napowietrzaniu oraz usuwaniu związków żelaza i manganu z ujmowanej wody. Obecny układ technologiczny SUW Lipińska powstał w wyniku przeprowadzonej modernizacji stacji w 2007 r. Nominalna wydajność stacji wynosi 1440m³ /d. Woda ujmowana z dwóch naprzemiennie pracujących studni głębinowych poddawana jest procesowi i uzdatniania. SUW Stare Grabie pracowała od momentu wybudowania w latach 1980-1982 do 2014 roku. do 2014 roku. Stacja została wyłączona z eksploatacji. Opracowano dokumentację na modernizację tego obiektu. Na terenie SUW Grabie Stare są dwie studnie, które mogą pracować naprzemiennie. Nominalna wydajność poboru wody to 1440 m³/d. Woda z ujęcia Grabie Stare wymaga procesu uzdatniania polegającego głównie na usunięciu jonu amonowego, żelaza i manganu. Największym zagrożeniem dla ujęć wód podziemnych znajdujących się na terenie gminy Wołomin są czynniki wynikające bezpośrednio z działalności człowieka. Chodzi tu przede wszystkim o rolnictwo, zwiększanie powierzchni zabudowanej, wzrost zapotrzebowania mieszkańców na wodę, czy rozwój składowiska odpadów. Zagrożenie powodzią
--	---

	Wstępna ocena ryzyka powodziowego dla województwa mazowieckiego została wykonana przez Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej PIB (IMGW) w konsorcjum z Krajowym Zarządem Gospodarki Wodnej (KZGW), Głównym Urzędem Geodezji i Kartografii (GUGiK), Rządowym Centrum Bezpieczeństwa (RCB) oraz Instytutem Łączności. Zgodnie z tą oceną na terenie gminy Wołomin istnieją obszary, na których wystąpienie powodzi jest prawdopodobne. Są to obszary zalewowe rzeki Czarnej i Długiej. Dla terenu gminy Wołomin, według portalu ISOK (http://mapy.isok.gov.pl/iap/) nie zostały opracowane mapy zagrożenia powodziowego ani mapy ryzyka powodziowego. Na terenie gminy Wołomin w dalszym ciągu obowiązuje Studium ochrony przeciwpowodziowej: Długa, Czarna. RZGW Warszawa, 2006 r. Na terenie gminy Wołomin nie występują obszary zagrożone podtopieniami od wód gruntowych wyznaczone przez Państwowy Instytut Geologiczny. Zjawisko podtopień na terenie gminy jest jednak jak najbardziej realne, o czym świadczą liczne i częste zalania pól, łąk i terenów zurbanizowanych oraz innych obszarów, w których podtopieniom sprzyja budowa geologiczna. Gmina Wołomin realizowała zadania z zakresu uregulowania systemu odprowadzania wód opadowych, głównie z terenów zurbanizowanych (budowa kanalizacji deszczowej oraz konserwacja istniejącej sieci) oraz prawidłowej eksploatacji i konserwacji systemów melioracji (konserwacja urządzeń wodnych). Podjęto również zabiegi związane z likwidacją nieczynnych ujęć wody (likwidacja nieczynnych studni kopanych). Podsumowanie analizy SWOT: Głównymi problemami w zakresie gospodarowania wodami na terenie gminy Wołomin jest spływ biogenów z pól uprawnych oraz depozycja z opadów atmosferycznych, zły stan wód powierzchniowych oraz zagrożenie wystąpienia powodzi. Rozdział 5.6. Gospodarka wodno-ściekowa Gospodarka wodna Według danych GUS z 2016 roku długość sieci wodociągowej na terenie gminy wynosiła 200,0 km, natomiast ilość przyłączy do budynków mieszkalnych i zbiorowego zamieszkania wynosiła 7 942 sztuk. Zużycie wody ogółem na 1 mieszkańca wyniosło w 2016 roku 28,7 m³, natomiast łączna ilość zużytej wody w gminie przez mieszkańców wynosi 1 488,1 dam³. Ludność korzystająca z wodociągów w 2015 roku to 44 318 osób, co stanowi 85,7% wszystkich mieszkańców gminy. Podstawowym źródłem zaopatrzenia gminy w wodę do celów bytowo gospodarczych są i w dalszym ciągu będą ujęcia wód czwartorzędowych. Gospodarka ściekowa W 2016 r. długość sieci kanalizacyjnej w gminie wynosiła 144,8 km i posiadała 5 958 przyłączy. Z sieci kanalizacyjnej korzystało w 2015 roku 34805
--	---

	mieszkańców, co stanowi 67,3% ogółu. Mieszkańcy wytworzyli wtedy 1 463 ton 3 ścieków. Eksploatacją sieci kanalizacyjnej w gminie Wołomin zajmuje się Przedsiębiorstwo Wodociągów i Kanalizacji Sp. z o.o. w Wołominie. Przedsiębiorstwo Wodociągów i Kanalizacji Sp. z o. o. działa na terenie Wołomina oraz pobliskich miejscowości tj. Kobyłka, Zagościńiec, Duczki, Grabie Stare, Grabie Nowe, Mostówka, Lipinki, Lipiny Stare oraz Lipiny Nowe. W gminie funkcjonuje jedna oczyszczalnia ścieków "KRYM", zlokalizowana we Wsi Leśniakowizna, przy ul. Krymskiej 2. W wyniku fermentacji osadu pozyskiwany jest biogaz, wykorzystywany do produkcji energii elektrycznej i ciepłej. Zakres technologiczny oczyszczalni ścieków „Krym” zapewnia parametry jakościowe ścieków oczyszczonych, zgodnie z obowiązującymi przepisami krajowymi i z dyrektywami Unii Europejskiej. Na terenie gminy Wołomin prowadzono działania z zakresu konserwacji sieci i urządzeń kanalizacyjnych oraz budowy nowych odcinków. Na obszarach w rozproszonej zabudowie poczyniono kroki związane z budową przydomowych oczyszczalni ścieków. W gospodarstwach rolnych zainicjowano budowę płyt obornikowych. Wśród zadań kontrolnych znalazła się kontrola stanu technicznego zbiorników bezodpływowych. Podsumowanie analizy SWOT: Głównym problemem jest słabo rozwinięta kanalizacja deszczowa. Na obszarach, gdzie nie ma podłączonej sieci kanalizacyjnej, nad przydomowymi oczyszczalniami ścieków, przeważają zbiorniki bezodpływowe. Konieczna jest kontynuacja stałej kontroli jakości rzucanych oczyszczonych ścieków, aby w przypadku przekroczenia norm podjąć jak najszybciej działania nie dopuszczające do zanieczyszczenia rzeki. Zagrożeniem mogą być również awarie sieci kanalizacyjnej lub wodociągowej, dlatego należy pamiętać, aby były one na bieżąco modernizowane. Rozdział 5.8 . Gleby W strukturze użytkowania powierzchni gminy Wołomin dominują użytki rolne, które stanowią 56,1% powierzchni gminy. Grunty zabudowane i zurbanizowane zajmują ok. 24,4% powierzchni gminy, natomiast lasy oraz grunty zadrzewione 17,6%. W strukturze użytków rolnych dominują grunty orne, które stanowią 62,16 % powierzchni użytków rolnych. Niemal 20% powierzchni użytków rolnych stanowią łąki, natomiast 15,66% pastwiska. Obserwowany jest trend spadku zawartości próchnicy oraz węgla organicznego (dane 2000- 2015). W analizie SWOT nie wspomina się o zagrożeniach suszą lub powodzią/ podtapianiem. Problemem może być kwestia przywiązania do tradycji w prowadzeniu gospodarki rolnej, prowadzenie nadmiernego lub niedostosowanego do potrzeb nawożenia gleb oraz stosowania nieumiejętnie zabiegów agrotechnicznych . Rozdział 5.10. Zasoby przyrodnicze
--	---

	Według danych z roku 2005 zawartych w Ekofizjografii dla Gminy Wołomin ok. 73% obszaru gminy stanowi powierzchnia biologicznie czynna, zajęta przez różnego typu zbiorowiska roślinne. Lasy Wskaźnik lesistości na terenie gminy Wołomin wynosi 14,9%. Stan zdrowotny lasów nie jest najlepszy, duży odsetek drzew ma wady techniczne i zdrowotne spowodowane żerem szkodników, niedoborem składników pokarmowych w glebie i zanieczyszczeniem powietrza. Obszary chronione Warszawski Obszar Chronionego Krajobrazu Obszar Natura 2000 Białe Błota PLH140038; Ostoja odwadniana jest za pośrednictwem rowu melioracyjnego uchodzącego do Czarnej Strugi. Zieleń urządzona Brak parków spacerowo wypoczynkowych Podsumowanie analizy SWOT: Głównym zagrożeniem w zakresie zasobów przyrodniczych na terenie gminy może być wzrost terenów zabudowanych , sporządzanie fragmentarycznych planów zagospodarowania przestrzennego (brak planowania obejmującego cały obszar gminy) oraz brak świadomości ekologicznej wśród mieszkańców gminy. Zagrożenia te mogą powodować zubożenie naturalnych zbiorowisk roślinnych oraz mieć zły wpływ na obszary prawnie chronione. Szansą na poprawę sytuacji jest właściwa polityka planistyczna, edukacja ekologiczna mieszkańców oraz promocja rolnictwa ekologicznego. Rozdział 5.14. Nadzwyczajne zagrożenia środowiska i adaptacja do zmian klimatu Zagrożeniami środowiska mogącymi wystąpić na terenie gminy Wołomin są przede wszystkim zjawiska spowodowane ekstremalnymi temperaturami i opadami takie jak powódzie, pożary, susze i silne wiatry. Głównym celem działań adaptacyjnych do zmian klimatu dla gospodarki wodnej na terenie gminy miejsko wiejskiej Wołomin jest zapewnienie pełnego zaopatrzenia w wodę ludności, przemysłu i rolnictwa. Zadanie realizowane jest poprzez rozbudowę sieci wodociągowej i kanalizacyjnej. W ramach ochrony społeczeństwa przed konsekwencjami powodzi i suszy w inwestycjach budowlanych, transportowych i energetycznych uwzględniane są problemy gwałtownych zmian temperatury, ulewnych opadów, oblodzenia i silnych wiatrów. Gmina prowadzi kampanie oszczędzania wody zachęcające do jej racjonalnego wykorzystania. W celu zniwelowania niekorzystnego wpływu zmian klimatu na rolnictwo gmina Wołomin prowadzi przedsięwzięcia a, mające na celu zwiększenie wiedzy i świadomości rolników w zakresie zmian klimatu tak, aby mogli
--	--

	dostosować produkcję rolniczą oraz terminy zabiegów agrotechnicznych do nowych warunków klimatycznych. Do najważniejszych działań adaptacyjnych realizowanych przez gminę należy również zapobieganie zabudowy terenów zalewowych i terenów narażonych na osuwiska gruntu poprzez odpowiednie planowanie przestrzenne.
Plan Gospodarki Niskoemisyjnej dla Gminy Wołomin Załącznik do Uchwały Nr XXXII-6/2017 Rady Miejskiej w Wołominie z dnia 26 stycznia 2017 r.	Głównymi źródłami zanieczyszczeń powietrza na terenie powiatu wołomiński i gminy Wołomin są: - Procesy technologiczne i procesy energetycznego spalania paliw (na terenie gminy funkcjonują kotłownie węglowe, m.in. ZEC w Wołominie. - Kotłownie zakładów produkcyjnych; - Emisja komunikacyjna. - Emisja niska (większość indywidualnych gospodarstw domowych ogrzewanych jest z własnych kotłowni węglowych lub pieców) - Emisje uciążliwych zapachów (wysypiska odpadów, zakłady przetwórcze, garbarnie – uciążliwość ma charakter lokalny, ograniczający się do stref ochronnych obiektów) Ciepło sieciowe dostarczane jest przez Zakład Energetyki Ciepłej w Wołominie, który posiada też kolektory słoneczne jako uzupełnienie dotychczasowego systemu ciepłego. Planowana liczba ogrzewanych budynków w 2020 r.- 646. Bieżącej danej nie podano. W 2013 r. w Gminie Wołomin największy udział wśród nośników energii w całkowitym zapotrzebowaniu na ciepło odnotowano dla węgla. W 2020 roku nadal największy udział ma węgiel.
Plan gospodarki niskoemisyjnej dla Gminy Wołomin – aktualizacja (sierpień 2020) Konsultacje społeczne trwały od 3 września 2020 r. do 10 września 2020 r.	Jako przyczynę wystąpienia w strefie mazowieckiej, do której należy gmina Wołomin, przekroczeń średnich rocznych stężeń benzo(a)pirenu i dwutlenku azotu podaje się: oddziaływanie emisji związanych z indywidualnym ogrzewaniem budynków oraz niekorzystne warunki klimatyczne/meteorologiczne, natomiast dla PM10 i PM2,5 podaje się: oddziaływanie emisji związanych z indywidualnym ogrzewaniem budynków, niekorzystne warunki klimatyczne/meteorologiczne i emisję wtórną zanieczyszczeń pyłowych z powierzchni odkrytych, np. dróg, chodników i boisk. Na terenie gminy nie ma żadnej stacji pomiarowej stanu powietrza WIOŚ, natomiast prowadzony jest monitoring powietrza z wykorzystaniem systemu Airly oraz czujników, które odczytują w czasie rzeczywistym serię parametrów (PM1, PM2,5, PM10, temperaturę, ciśnienie i wilgotność) na temat bieżącego stanu powietrza w lokalizacji, w której są umieszczone. Obecnie czujniki zainstalowane są w 9 lokalizacjach: Szkoła Podstawowa nr 3 im. Marszałka Józefa Piłsudskiego na ul. Piłsudskiego 5, budynek Urzędu Miasta przy ulicy Ogrodowej 4, ul. Mieszka I (stacje sponsorowane przez

	Zakład Energetyki Ciepłej w Wołominie Sp. z o.o.), Al. Armii Krajowej, ul. Średnia, ul. Lipińska, ul. Poprzeczna (sponsorowane przez Gminę Wołomin) ul. Mickiewicza 12 (sponsor anonimowy), Szkoła i Przedszkole Słoneczna Polana przy ul. Brzechwy 5 (stacja sponsorowana przez szkołę i przedszkole) – ta ostatnia tuż poza granicami Wołomina, w Kobyłce. Na map.airly.eu można sprawdzić, jakim powietrzem oddychają mieszkańcy. Prezentowane na niej dane pozwalają na sprawdzenie aktualnej jakości powietrza w konkretnej lokalizacji. Poza tym system, dzięki zaawansowanym algorytmom, pozwala sprawdzić na platformie szczegółową prognozę jakości powietrza na najbliższe 24 godziny. W 2019 r. w gminie największy udział wśród nośników energii w całkowitym zapotrzebowaniu na ciepło (<u>zmiana w stosunku do roku 2013 r.</u>), stanowi gaz ziemny. Największy udział w zużyciu gazu prognozowany jest dla budownictwa mieszkaniowego. Gmina Wołomin podjęła prace przygotowawcze, które umożliwią pozyskanie zewnętrznych środków finansowych za zakres obejmujący: wymianę starych źródeł ciepła, wykonanie prac termoizolacyjnych oraz montaż instalacji odnawialnych źródeł energii. Dzięki opracowaniu Programu ograniczenia niskiej emisji na terenie gminy Wołomin na lata 2018-2024 Gmina pozyska i przekaze środki mieszkańcom na wybrane przedsięwzięcia, których wykonanie wypełni zapisy uchwały nr 162/17 Sejmiku Województwa Mazowieckiego z dnia 24 października 2017 r. w sprawie wprowadzenia na obszarze województwa mazowieckiego ograniczeń i zakazów w zakresie eksploatacji instalacji, w których następuje spalanie paliw tzw. „antysmogowej”, a więc w pierwszej kolejności planowane jest pozyskanie środków na wymianę nieefektywnych źródeł ciepła. W związku z możliwościami pozyskania zewnętrznych źródeł finansowania (Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej planuje nabór wniosków o dofinansowanie w ramach programu priorytetowego „Udostępnianie wód termalnych w Polsce”) planowane jest wykonanie otworu geotermalnego (poszukiwawczo-rozpoznawczego) na terenie Gminy Wołomin. W dalszej kolejności w przypadku zadawalających wyników badań, przewiduje się możliwość wykorzystania wód termalnych do celów energetycznych.
Wieloletnia Progniza Finansowa Gminy Wołomin na lata 2019-2023:	Wykaz przedsięwzięć: W ramach wydatków bieżących (w kategorii:1.3 Wydatki na programy, projekty lub zadania pozostałe): 1.3.1.39 Utrzymanie zieleni w mieście i gminie Wołomin - Utrzymanie zieleni w mieście i gminie Wołomin (1 240 000,00 PLN) W ramach wydatków majątkowych 1.3.2.82 Rozwój terenów zieleni na obszarach aglomeracji Wołomin - Wołomin -Rozwój terenów zieleni na obszarach aglomeracji Wołomin (<u>0 PLN</u>)

	1.3.2.47 Budowa ul. Turystycznej w Duczkach wraz z odwodnieniem – poprawa infrastruktury drogowej na terenie gminy Wołomin (2 400 000,00 PLN); <i>jedyna inwestycja z kategorii poprawa infrastruktury drogowej wraz z odwodnieniem</i> Inwestycje w których inwestycje w ramach których rozbudowano, zbudowano lub zmodernizowano odwodnienia infrastruktury drogowej: 2019 Budowa ul. Dworskiej w Wołominie <u>Budowa ul Górnej w Nowych Lipinach</u> Budowa ul. Laskowej w Wołominie Budowa łącznika ul. Topolowej Budowa ul. Turystycznej w Duczkach wraz z odwodnieniem 2020. Budowa ul. Długiej w Duczkach Budowa ul. Kurkowej w Wołominie Budowa ul. Lipiny Kąty w Wołominie Budowa ul. Zielonej i odcinka ul. Legionów od ul. Zielonej do ul. Wołomińskiej w Wołominie wraz ze skrzyżowaniem jako ciągu połączenia komunikacyjnego Budowa systemu Parkuj i Jedź w ciągu ul. Przytorowej w Duczkach wraz z budową ul. ul. Przytorowej w Duczkach Budowa drogi dojazdowej os. Niepodległości w Wołominie, Plany : 2021-2023 Przebudowa ul Sikorskiego w Wołominie na odcinku od ul. Wileńskiej do ul. 1 Maja, Budowa centrum przesiadkowego w ciągu ul. Żelaznej i pl. Cicheckiego w Wołominie, Zagospodarowanie terenu gminy Wołomin wzdłuż modernizowanej linii kolejowej, budowa ciągu pieszo-rowerowego w ul. Kolejowej, Budowa Parkingu typu P+R w Lipinkach, Wykonanie odwodnienia w ul. Kwitnącej, Budowa ul. Zimowej w Wołominie, Rozbudowa i budowa drogi gminnej ul. Leszczyńskiej, Przebudowa ul. Miłej w Duczkach, Wykonanie koncepcji i projektu odwodnienia ulic Zachodniej i Grabowskiej w Duczkach, Rozbudowa drogi gminnej ul. Kolejowej, Budowa dróg gminnych ul. Błońskiej, ul. Łazurowej, ul. Białostockiej, odcina ul. Wiosennej do skrzyżowania z ul. Ludową.
Gminny Program Rewitalizacji WOŁOMIN 2023 z perspektywą do 2030	Obszar rewitalizacji został wyznaczony Uchwałą nr XXIX-169/2016 Rady Miejskiej w Wołominie z dnia 24 listopada 2016 r. (Uchwała w sprawie wyznaczenia obszaru zdegradowanego i obszaru rewitalizacji gminy Wołomin). Leży w Centrum Wołomina (w granicach: linia kolejowa/ stacja PKP, ul. Wileńska, Sikorskiego, Lipińska, Przejazd) Największym problemem obszaru rewitalizacji jest jakość powietrza oraz brak zieleni. Niska ocena jakości powietrza wiąże się w głównej mierze z zanieczyszczeniami powodowanymi przez piece węglowe, z których korzysta jeszcze wielu mieszkańców obszaru rewitalizacji (problem: wysoki udział

	budynków ogrzewanych węglem i wymagających termomodernizacji). Potencjału rekreacyjny obszaru jest nisko oceniany (problem: Zaniedbanie przestrzeni, brud, wandalizm) W wielu miejscach na analizowanym obszarze objętym analizą występuje bardzo zły stan infrastruktury drogowej, przy czym szczególnie krytyczny jest stan chodników. Brakuje całkowicie dróg rowerowych. Część jezdni wymaga całkowitej przebudowy i dopasowania ciągów pieszych do współczesnych standardów. W wielu miejscach dochodzi do kolizji różnych grup użytkowników. Dużym problemem jest brak widocznej polityki parkingowej, są miejsca, gdzie samochody całkowicie zajmują przestrzeń publiczną, całkowicie ją odhumanizowują. Deficyt miejsc rekreacji i wypoczynku. Dotkliwy jest nie tylko brak placów zabaw dla dzieci, ale i odpowiednio urządzonych terenów rekreacyjnych dla młodzieży i dorosłych. Te, które istnieją, mają często infrastrukturę niedostosowaną do aktualnych potrzeb użytkowników. Brakuje ławek w cieniu i miejsc spotkań. Badany obszar zmaga się z problemem braku zagospodarowania przestrzeni, brakuje otwartych przestrzeni integracyjnych, do wypoczynku i rekreacji, wartościowego spędzania czasu przez mieszkańców. Zagospodarowania wymagają także dostępne tereny zieleni i place, które obecnie nie pełnią funkcji kulturo czy społeczno twórczej. Deficyty zauważono w zakresie infrastruktury poruszania się w obszarze rewitalizacji, szczególnie pieszo i rowerem, które powinny być dominującą formą poruszania się po centrum. Sami mieszkańcy obszaru rewitalizacji wskazują, że w bardzo złym stanie technicznym znajdują się kamienice i podwórka kamienic. W wielu mieszkaniach brakuje kanalizacji, łazienek, podłączenia do sieci ciepłowniczej. Znikomy procent nie ma wody, w takim wypadku funkcjonują jeszcze hydranty na podwórkach. Podwórka w zdecydowanej większości są niezagospodarowane, tym samym nie mogą stanowić wspólnej przestrzeni dla mieszkańców. Cel strategiczny 2. CENTRUM WOŁOMINA ZAPEWNIĄ DOBRE WARUNKI DO ŻYCIA. KIERUNKI DZIAŁAŃ 2.1. Przeprowadzenie remontów budynków, które tego wymagają i zapewnienie dobrego stanu i estetyki zabudowań, 2.2 Poprawa organizacji ruchu i zapewnienie dobrych warunków do bezpiecznego poruszania się pieszo i rowerem, 2.3 Budowa przyjaznych i dopasowanych do różnych grup użytkowników miejsc w przestrzeni publicznej, 2.4 Poprawa warunków środowiskowych w obszarze. (Obniżanie niskiej emisji, zanieczyszczającej powietrze, tworzenie warunków i narzędzi do
--	--

	zwiększania ilości zieleni w tym zieleni wysokiej. Wprowadzenie mechanizmów zwiększających jakość zieleni. Zapewnienie dostępu do kanalizacji ściekowej wszystkim budynkom mieszkalnym do roku 2030.) PLANOWANE PRZEDSIĘWZIĘCIA: Fundusz wsparcia remontów budynków prywatnych Przeprowadzenie remontów budynków komunalnych Remont dla seniora Przebudowa ulic osiedlowych Stworzenie ulic uspokojonego ruchu typu woonerf (obszar rewitalizacji: Warszawska, 6 Września, Kościelna (odcinek od ul. Legionów do ul. Sikorskiego) “Program ławka” - stworzenie różnorodnych miejsc do siedzenia Skwer Rampa (zagospodarowanie terenu położonego przy ulicy Żelaznej (od ulicy Legionów do ulicy 6 września) na reprezentacyjny teren zielony - miejsce rekreacji i aktywności na świeżym powietrzu. Ostateczny kształt projektu zmian powstanie w ramach konkursu architektonicznego oraz po konsultacjach z mieszkańcami. Skwer powinien posiadać następujące funkcje: miejsca do siedzenia (dla różnych grup wiekowych oraz w cieniu), miejsce do gier ulicznych, “klimatyczne” oświetlenie, nową toaletę, zazielenione ekrany, wiaty rowerowe, stałe miejsce do gastronomii, miejsca na eventy, miejsca aktywności fizycznej (np. mini siłownie), toalety dla zwierząt.) Skwer Piłsudskiego (Skwer ma stać się kameralnym miejscem odpoczynku i spędzania wolnego czasu dla mieszkańców obszaru rewitalizacji oraz „poczekalnią” dla osób korzystających ze stacji kolejowej. Jednocześnie teren ma wspierać lokalną przedsiębiorczość poprzez aktywne partery przy ul. Warszawskiej (lokalizowanie usług, sklepów) oraz możliwość wykorzystania terenu zielonego pod działalność gospodarczą (np. ogródki kawiarniane). Skwer powinien posiadać następujące funkcje: miejsca do siedzenia dla różnych grup wiekowych, miejsca dla rodziców z małymi dziećmi, zazielenione ekrany akustyczne, atrakcje muzyczne (np. grające miejskie meble).) Zagospodarowanie terenu po Globi (na którym powstanie nowy budynek, nowym symbol Wołomina) <i>UWAGA: zastosować zielone dachy, ściany, zagospodarowanie wody deszczowej, obieg wody szarej</i> Ożywienie Placu 3 Maja (W trakcie prac nad GPR rozpatrywano kilka kierunków zagospodarowania: 1. Na placu mogą pojawić się zadaszone miejsca do siedzenia w cieniu czy też ochrony przed deszczem. Zadaszenie o lekkiej konstrukcji. 2. Modernizacja fontanny znajdującej się na placu - instalacja oświetlenia oraz nagłośnienia. Miejsca wokół fontanny ma pozwalać na kameralne koncerty z “tańczącą wodą”. 3. Nowy Ratusz – Sukiennice na Placu 3 Maja.)
--	---

	Centrum Aktywności - Stara Elektrownia i Biuro Badań nad Historią Miasta Wołomin Zielony skwer przy ul. Kościelnej 17 Zielony skwer na skrzyżowaniu ulic Miła/Daszyńskiego (polega na stworzeniu w narożniku ulic Miła i Daszyńskiego parku kieszonkowego. Kameralnego zielonego skweru skwer z kilkoma miejscami do siedzenia w cieniu i np. stołem do szachów.) Zielony Pasaż Zielony skwer na skrzyżowaniu ulic Warszawska / Legionów Zakątek Kultura Zagospodarowanie terenu po byłym basenie - I etap Moje Podwórko (Dofinansowanie zagospodarowania podwórek kamienic na miejsca wspólne dla mieszkańców - zielone ogrody do spędzania czasu wolnego przez mieszkańców, nasadzenia zieleni.) Wołomin Ogrodem (W ramach tego przedsięwzięcia mieszkańcy będą zachęcani do tworzenia w obszarze rewitalizacji własnych ogródków warzywnych, kwiatowych, sadzenia drzew i krzewów.) Festiwal Sztuki w przestrzeni Murale Miejskowy Plan Zagospodarowania Przestrzennego i Miejskowy Plan Rewitalizacji Miejski Ogrodnik (stworzenie w strukturze urzędu miasta miejskiego ogrodnika pracownika który będzie odpowiadał za zarządzanie i kształtowanie zieleni w Wołominie) Eliminacja źródeł niskiej emisji System monitorowania jakości powietrza Opracowanie i realizacja programu nasadzeń drzew wysokich i krzewów w obszarze rewitalizacji Podłączenie do sieci kanalizacyjnej kamienic nieposiadających przyłącza
Strategia Rozwiązywania Problemów Społecznych na lata 2016 – 2025 dla Gminy Wołomin	Jednym z celów operacyjnych Strategii jest: - Rozwijanie usług społecznych na rzecz osób starszych z kierunkiem działań: Organizacja i wspieranie działalności wolontariatu na rzecz osób starszych; - Tworzenie oferty edukacyjnej skierowanej do osób starszych z kierunkiem działań: Opracowywanie i realizacja programów promujących zdrowie wśród seniorów i aktywne spędzanie wolnego czasu.

	<i>UWAGA: są to obszary działań, które mogą uwzględniać pomoc i edukację osób starszych wobec zagrożeń wynikających ze zmian klimatu</i> Gmina Wołomin co roku opracowuje „Program działań z zakresu ochrony zdrowia mieszkańców gminy Wołomin” przedstawiający propozycję działań, mających na celu rozwój edukacji zdrowotnej oraz profilaktyki na terenie gminy. Działania gminy Wołomin w zakresie ochrony i promocji zdrowia w 2016 roku podzielono na 3 główne obszary: profilaktykę nowotworową, działania podejmowane w trosce o zdrowie dzieci i młodzieży oraz działania skierowane do seniorów.
Projekt założeń do planu zaopatrzenia w ciepło, energię elektryczną i paliwa gazowe dla gminy Wołomin na lata 2012-2027 (opracowanie z 2012, dla gminy miejsko-wiejskiej Wołomin)	Teren miasta Wołomin charakteryzuje się mało korzystnymi warunkami przewietrzania, główne korytarze nawietrzające, doliny rzek, usytuowane są na obrzeżach miasta. Jednym z największych źródeł zanieczyszczenia powietrza na terenie gminy Wołomin jest tzw. „niska emisja”. Zjawisko to jest obserwowalne na terenach zwartej zabudowy, charakteryzującej się brakiem możliwości przewietrzania. Największe zanieczyszczenie powietrza substancjami pochodzącymi ze spalania paliw w silnikach pojazdów zdiagnozowano przy trasach komunikacyjnych o dużym natężeniu ruchu, biegnących przez obszary o zwartej zabudowie (zwłaszcza na terenie miasta Wołomin). Zakład Energetyki Ciepłej w Wołominie Sp. z o.o. jak główny producent i dystrybutor energii ciepłej dla miasta Wołomin od lat dostarcza energię ciepłą na potrzeby centralnego ogrzewania i przygotowania ciepłej wody użytkowej. Miejski system ciepłowniczy w Wołominie oparty jest na ciepłowni miejskiej opalanej miałem węgla kamiennego oraz olejem opałowym. Kolektory słoneczne. PGE Dystrybucja S.A. Oddział Warszawa, dostawca energii dla gminy Wołomin, posiada znaczące rezerwy energii elektrycznej oraz posiada możliwości techniczne podłączenia nowych odbiorców. „W Gminie Wołomin energia słoneczna powinna stanowić jedno z głównych alternatywnych źródeł energii. Szczególnie latem może być wykorzystywana do podgrzewania wody użytkowej. Preferowanym kierunkiem rozwoju energetyki słonecznej jest instalowanie indywidualnych kolektorów na domach mieszkalnych i budynkach użyteczności publicznej w Mieście. Możliwe jest także wykorzystywanie ogniw fotowoltaicznych do zasilania znaków ostrzegawczych ustawionych na drogach przebiegających przez Gminę Wołomin.”

	„Wody geotermalne posiadają w okęgu grudziądzko – warszawskim temperaturę w wysokości 40°C. W związku z tym, Gmina Wołomin posiada potencjał wykorzystania energii geotermalnej.” W dokumencie zakłada się wzrost zapotrzebowania na energię ciepłą i elektryczną głównie ze względu na prognozowany wzrost liczby ludności na terenie gminy. <i>PGE jest Operatorem energii elektrycznej w Wołominie obecnie.</i> Informacje z https://www.zec.wolomin.pl/srodowisko/instalacje-oze (dane z 2016 r.) Od 2007 r. ZEC eksploatuje instalację solarną kolektorów słonecznych. W 2015 ZEC Wołomin zainwestował w instalację fotowoltaiczną o mocy 5kW. <i>Instalacja solarna zapewnia ok. 45% całkowitego zapotrzebowania na ciepło do podgrzewania wody uzupełniającej zład w sieci ciepłowniczej oraz ok. 65% na potrzeby ciepłej wody użytkowej zakładu.</i> <i>W wyniku zastosowania omawianej instalacji ZEC Wołomin osiągnął wymierny efekt ograniczenia emisji dwutlenku węgla o około 50 ton/rok. Dodatkową korzyścią dla spółki są zmniejszone koszty eksploatacyjne związane z wytworzeniem ciepłej wody oraz produkcją ciepła do podgrzewu wody uzupełniającej.</i>
Aktualizacja projektu założeń do planu zaopatrzenia w ciepło, energię elektryczną i paliwa gazowe dla Gminy Wołomin na lata 2020-2035 dokument wyłożony do publicznego wglądu	Dla strefy mazowieckiej, do której należy gmina Wołomin, przekroczone są wartości dopuszczalne dla stężeń dwutlenku azotu, pyłu zawieszonego PM10, pyłu PM2,5, ozonu i benzo(a)pirenu. Jako przyczynę wystąpienia przekroczeń średnich rocznych stężeń benzo(a)pirenu i dwutlenku azotu podaje się: oddziaływanie emisji związanych z indywidualnym ogrzewaniem budynków oraz niekorzystne warunki klimatyczne/meteorologiczne, natomiast dla PM10 i PM2,5 podaje się: oddziaływanie emisji związanych z indywidualnym ogrzewaniem budynków, niekorzystne warunki klimatyczne/meteorologiczne i emisję wtórną zanieczyszczeń pyłowych z powierzchni odkrytych, np. dróg, chodników i boisk. Na terenie gminy nie ma żadnej stacji pomiarowej stanu powietrza WIOŚ, natomiast prowadzony jest monitoring powietrza z wykorzystaniem systemu Airly oraz 8 czujników które odczytują w czasie rzeczywistym serię parametrów (PM1, PM2,5, PM10, temperaturę, ciśnienie i wilgotność) na temat bieżącego stanu powietrza w lokalizacji, w której są umieszczone. Dane udostępniane są w formie graficzno-liczbowej za pomocą platformy internetowej dostępnej pod adresem: www.map.airly.eu Prognozowane zapotrzebowanie na energię i moc ciepłą ,

	na gaz ziemny i energię z gazu ziemnego, na energię elektryczną Gminy Wołomin w horyzoncie czasowym do 2035 r. oparto na trzech scenariuszach rozwoju (scenariusze uwzględniają zagospodarowanie potencjalnych terenów rozwojowych (w tym budownictwa mieszkaniowego) oraz wskaźniki zmniejszające zapotrzebowanie na ciepło w wyniku podjętych działań termomodernizacyjnych, oraz większą świadomość społeczeństwa rezygnującego z paliw stałych na rzecz gazu wraz z możliwościami uzyskania znacznych zewnętrznych środków finansowych na realizację inwestycji). We wszystkich scenariuszach przewiduje się wzrost zapotrzebowania. Zgodnie ze. Strategią rozwoju Zakładu Energetyki Ciepłej Sp. z o.o. w Wołominie, rozpatrywane są różne warianty rozwoju firmy np. m.in.: - budowa kotła biomasowego w kogeneracji, - kogeneracja gazowa (mała i duża), - budowa systemu ogniw fotowoltaicznych, kolektorów słonecznych lub wykorzystania wód termalnych (innych OZE), - wykorzystanie ciepła powstałego podczas zgazowania odpadów. Głównym paliwem wykorzystywanym do produkcji energii ciepłej w Ciepłowni jest węgiel kamienny klasyfikowany jest jako miał energetyczny (MII). Dodatkowym paliwem wykorzystywanym w Ciepłowni jest olej opałowy lekki. Do produkcji energii ciepłownia wykorzystuje też odnawialne źródła energii, eksploatuje instalację kolektorów słonecznych jako źródła ciepła do wstępnego podgrzewania wody uzupełniającej zład w sieci ciepłowniczej oraz wody na potrzeby własne pracowników oraz instalacji ogniw fotowoltaicznych o mocy 5kW. Energia słoneczna Gmina Wołomin posiada potencjał wykorzystania energii słonecznej ponieważ leży w rejonie, gdzie usłonecznienie względne w ciągu roku waha się między 36-38%, więc należy do najwyższego w Polsce. Średnioroczne sumy napromieniowania słonecznego całkowitego, padającego na jednostkę powierzchni poziomej na opisywanym obszarze wynoszą 3 700 MJ/m², zaś roczna liczba godzin czasu promieniowania słonecznego wynosi 1600h. Energia geotermalna Wołomin posiada potencjał wykorzystania energii geotermalnej. Gmina leży w granicach prowincji środkowoeuropejskiej, która na terenie Polski obejmuje większą część obszaru niżowego, a dokładniej w okręgu grudziądzko-warszawskim charakteryzującym się potencjałem geotermalnym rzędu 168000t.p.u/km². Wody geotermalne osiągają tu temperaturę w wysokości ponad 60°C.
--	--

Plan zrównoważonego rozwoju publicznego transportu zbiorowego dla powiatu wołomińskiego	skomunikowanie gminy Wołomin ze stolicą zapewniają pociągi kursujące magistralą kolejową Warszawa – Białystok. częstotliwość korzystania z usług komunikacji zbiorowej mieszkańców Wołomina: codziennie (pon-pt) 35,5% niemal codziennie 14,5% kilka razy w miesiącu 25,3% rzadziej niż raz w miesiącu 12,5% sporadycznie 12,2% Jeżdżący rzadko komunikacją zbiorową wybierają samochód/motor 66,0% rower 10,1% Chodzą pieszo 10,8% Nie mam potrzeby jeździć 13,1%
--	--

7. Wdrażanie Planu Adaptacji dla gminy Wołomin

Plan adaptacji obejmuje bardzo szeroki wachlarz działań, zarówno miękkich (edukacyjnych, informacyjnych), jak i twardych (inwestycyjnych), dotyczących praktycznie wszystkich obszarów funkcjonowania miasta. Dlatego niezbędnym jest zapewnienie właściwej koordynacji, tak aby nie następowało powielanie się działań, czy też powstawanie luk, a cały proces winien być efektywny kosztowo i społecznie. W trakcie przygotowywania planu zidentyfikowano bowiem, że najważniejszymi Wydziałami z punktu widzenia wdrażania działań dotyczących adaptacji do zmian klimatu są:

- Wydział Planowania Rozwoju i Rewitalizacji;
- Gminny Zespół Zarządzania Kryzysowego funkcjonujący w ramach Wydziału Bezpieczeństwa i Zarządzania Kryzysowego;
- Wydział Gospodarki Komunalnej oraz współpracujące z nim jednostki m.in.:
 - Przedsiębiorstwo Wodociągów i Kanalizacji Sp. z o.o.;
 - Zakład Energetyki Ciepłej Sp. z o.o.;
 - Miejski Zakład Oczyszczania w Wołominie Sp. z o.o.
- Wydział Urbanistyki;
- Wydział Ochrony Środowiska;
- Wydział Inwestycji.

Skoordynowanie działań tych jednostek zespół przygotowujący plan uznaje za niezbędne minimum w zakresie wdrażania Planu Adaptacji do zmian klimatu dla gminy Wołomin.

Wstępny podział zadań we wdrażaniu Planu Adaptacji dla gminy Wołomin pokazuje poniższa tabela 34, w której przypisano poszczególne kierunki działań, do odpowiedzialnych za nie wydziałów miasta lub instytucji miejskich.

Tabela 34. Odpowiedzialność instytucji gminy Wołomin za realizacją kierunków działania PAG

Kierunek działania	Wydział (instytucja) odpowiedzialna za wdrażanie
Kierunek 1. Działania edukacyjne	Wydział Ochrony Środowiska
Kierunek 2. Działania szkoleniowe	Gminny Zespół Zarządzania Kryzysowego
Kierunek 3. Działania inwestycyjne – gospodarowanie wodą	Wydział Inwestycji, Wydział Gospodarki Komunalnej, Przedsiębiorstwo Wodociągów i Kanalizacji, Miejski Zakład Oczyszczania

Kierunek 4. Działania analityczne	Wydział Planowania Rozwoju i Rewitalizacji, Wydział Gospodarki Komunalnej, Przedsiębiorstwo Wodociągów i Kanalizacji
Kierunek 5. Działania inwestycyjne – system energetyczny	Wydział Inwestycji, Wydział Gospodarki Komunalnej, Zakład Energetyki Ciepłej
Kierunek 6. Działania w systemie przyrodniczym miasta	Wydział Ochrony Środowiska, Wydział Urbanistyki

Aby zapewnić pełną koordynację działań w ramach wdrażania Planu Adaptacji działający w mieście Zespół ds. Planu Adaptacji zostanie przekształcony w zespół ds. adaptacji miasta do zmian klimatu, którego zadaniem będzie:

- Gromadzenie informacji o zachodzącej zmianie klimatu w mieście.
- Nadzór nad realizacją planu adaptacji (m.in. śledzenie wskaźników realizacji Miejskiego Planu Adaptacji);
- Przygotowanie sprawozdań we współpracy z innymi jednostkami urzędu z realizacji planu adaptacji w formie raportu raz na trzy lata;
- Nawiązywanie współpracy i wymiana informacji w zakresie adaptacji do zmian klimatu z innymi miastami w Polsce i zagranicą.
- Wykonywanie zadań w ramach PAG, a dotyczących:
 - gromadzenia informacji na temat potrzeb adaptacji;
 - systemu informowania społeczeństwa o nadchodzących ekstremach pogodowych;
- prowadzenie działań edukacyjnych w zakresie adaptacji zarówno w ramach urzędu jak i poza nim;
 - współdziałania z sąsiednimi gminami na rzecz adaptacji;
- współpraca i pomoc mieszkańcom oraz organizacjom społecznym w podejmowaniu inicjatyw obywatelskich na rzecz adaptacji.

Zespół ds. adaptacji miasta do zmian klimatu jest jednostką podległą bezpośrednio zastępcy burmistrza ds. społecznych miasta Wołomin.

8. Źródła finansowania działań adaptacyjnych

W celu wdrożenia określonych kierunków działań adaptacyjnych zidentyfikowano źródła finansowania działań adaptacyjnych, aktywne na koniec roku 2020 lub na początek roku 2021. Źródła te zostały zestawione w tabeli 35.

Tabela 35. Źródła finansowania działań adaptacyjnych

Źródło	Nazwa	Charakterystyka	Link
Norweskie i EOG	Zwiększenie wydajności wytwarzania energii w istniejących małych elektrowniach wodnych – 31.12.2020	Celem głównym naboru, którego dotyczy dofinansowanie projektów w ramach obszaru programowego: „Energia Odnawialna, Efektywność Energetyczna, Bezpieczeństwo Energetyczne” jest zwiększenie efektywności produkcji energii ze źródeł odnawialnych oraz zmniejszenie potencjalnego niekorzystnego wpływu na środowisko istniejących małych elektrowni wodnych (do 2 MW) poprzez ich modernizację. Realizacja projektów powinna prowadzić do redukcji emisji CO₂ przy jednoczesnym zachowaniu jak najwyższej efektywności kosztowej projektu. Inwestycjom powinny towarzyszyć działania edukacyjne w kierunku szkolenia ekspertów w dziedzinie energetyki wodnej. 2. Rodzaj projektów Wdrażane w ramach naboru projekty mające na celu poprawienie wydajności oraz zmniejszenie wpływu na środowisko małych elektrowni wodnych (do 2 MW) powinny polegać m.in. na: modernizacji urządzeń i instalacji służących do produkcji energii; poprawie bezpieczeństwa produkcji energii; adaptacji małych elektrowni wodnych do obowiązujących standardów ochrony środowiska, innych zobowiązań prawnych oraz zadań wynikających z planów zagospodarowania koryt rzek, w tym oczyszczanie odcinków rzek, aktualizacja wielkości nieszkodliwych przepływów, prowadzenie działań ochronnych zmniejszających wpływ elektrowni wodnych na ekosystemy wodne;	http://nfosigw.gov.pl/oferta-finansowania/srodki-norweskie/nabory/art.32,zwiekszenie-wydajnosci-wytwarzania-energii-w-istniejacych-malych-elektrowniach-wodnych-do-2-mw.html

		przebudowie instalacji w celu jej dostosowania do wymagań niezbędnych do umożliwienia sprzedaży energii bezpośrednio do końcowego odbiorcy (bezpośrednio lub ewentualnie w spółdzielniach energetycznych); działaniach edukacyjnych i przeprowadzaniu szkoleń. Moc instalacji przed przeprowadzeniem modernizacji nie może przekraczać 2 MW.	
Norweskie i EOG	Budowa źródeł ciepła wykorzystujących energię geotermalną (geotermia głęboka) – 31.12.2020	Przedsiębiorstwa oraz jednostki samorządu terytorialnego z całego kraju mogą ubiegać się o dofinansowanie projektów związanych z wykorzystaniem energii geotermalnej w Polsce, w naborze na „Budowę źródeł ciepła wykorzystujących energię geotermalną (geotermia głęboka)”. Do dofinansowania kwalifikują się projekty polegające m.in. na: konstrukcji otworów zatłaczających/produkcyjnych; budowie infrastruktury ciepłowniczej (węzłów ciepłych, wymienników ciepła, połączeń sieciowych) służącej włączeniu ciepła geotermalnego do istniejących systemów ciepłowniczych; wprowadzeniu zmian technologicznych i infrastrukturalnych w istniejących systemach ciepłowniczych (przebudowa), mających na celu włączenie ciepła ze źródeł geotermalnych do ciepła systemowego; Minimalna kwota dofinansowania projektów wynosi ponad 4,3 mln zł, a maksymalna ponad 19,5 mln zł. Poziom dofinansowania projektu wynosi do 50% kosztów kwalifikowalnych.	http://nfosigw.gov.pl/oferta-finansowania/srodki-norweskie/nabory/art,33,budowa-zrodel-ciepla-wykorzystujacych-energie-geotermalna-geotermia-gleboka.html
Norweskie i EOG	Budowa instalacji do produkcji paliwa z biomasy rolnej i leśnej w postaci pelletu	Celem głównym naboru, którego dotyczy dofinansowanie projektów w ramach obszaru programowego „Energia odnawialna, efektywność energetyczna, bezpieczeństwo energetyczne” jest poprawa bezpieczeństwa energetycznego i zmniejszenie ubóstwa energetycznego w gminach. Cel ten ma zostać osiągnięty poprzez wykorzystanie lokalnej biomasy do	http://nfosigw.gov.pl/oferta-finansowania/srodki-norweskie/nabory/art,36,budowa-instalacji-do-produkcji-paliwa-z-biomasy-rolnej-i-lesnej-w-postaci-pelletu.html

		produkcji paliwa przeznaczonego dla ubogich energetycznie gospodarstw domowych² oraz zastąpienie pomocy społecznej oferowanej tym gospodarstwom w formie paliwa węglowego paliwem w postaci pelletu, które pochodzić będzie z lokalnie dostępnej biomasy rolnej i leśnej. Priorytetowo zostaną potraktowane projekty pilotażowe i innowacyjne, wdrażane na terenie gmin o wysokim wskaźniku ubóstwa energetycznego oraz dysponujących wysokim lokalnym potencjałem surowca energetycznego w postaci biomasy rolnej i leśnej, umożliwiającym stałe zaopatrzenie w paliwo. Realizacja projektów przyczyni się do jak największego ograniczenia emisji CO₂ przy jednoczesnym osiągnięciu jak najwyższego wskaźnika efektywności energetycznej i efektywności kosztowej. Warunkiem realizacji projektu będzie: - wymiana indywidualnych źródeł ciepła u mieszkańców będących odbiorcami paliwa w postaci pelletu na źródła dostosowane do jego spalania posiadające certyfikat, co najmniej 5 klasy emisyjności – działanie realizowane poza projektem; - nieodpłatne przekazanie wyprodukowanego paliwa w postaci pelletu gospodarstwom domowym ubogim energetycznie.	
NFOŚiGW	Nabór II wniosków w ramach programu priorytetowego „Ciepłownictwo powiatowe”	Celem programu jest zmniejszenie negatywnego oddziaływania przedsiębiorstw ciepłowniczych na środowisko, w tym poprawa jakości powietrza, poprzez wsparcie przedsięwzięć inwestycyjnych.	http://www.nfosigw.gov.pl/oferta-finansowania/srodki-krajowe/programy-priorytetowe/cieplownictwo-powiatowe--pilotaż/nabor-ii-wnioskow-2020-2021/

		Terminy i sposób składania wniosków: Wnioski należy składać w terminie od 01.10.2020 r. – 17.12.2021 r. lub do wyczerpania alokacji środków.	
NFOŚiGW	„Współfinansowanie projektów realizowanych w ramach działań 2.2 i 2.5 Programu Operacyjnego Infrastruktura i Środowisko”.	1) Zmniejszenie ilości odpadów komunalnych podlegających składowaniu 2) Zahamowanie spadku powierzchni terenów zieleni w miastach. Terminy i sposób składania wniosków: Wnioski należy składać w terminie od 30.10.2020 r. do 30.12.2021 r., do godz. 15.30 lub do wyczerpania alokacji środków.	http://nfosigw.gov.pl/oferta-finansowania/srodki-krajowe/programy-priorytetowe/wspolfinansowanie-projektow/nabor-wnioskow-2020/
NFOŚiGW	Nabór II wniosków w ramach programu priorytetowego „Ciepłownictwo powiatowe”	Celem programu jest zmniejszenie negatywnego oddziaływania przedsiębiorstw ciepłowniczych na środowisko, w tym poprawa jakości powietrza, poprzez wsparcie przedsięwzięć inwestycyjnych. Terminy i sposób składania wniosków: Wnioski należy składać w terminie od 01.10.2020 r. – 17.12.2021 r. lub do wyczerpania alokacji środków.	http://www.nfosigw.gov.pl/oferta-finansowania/srodki-krajowe/programy-priorytetowe/cieplownictwo-powiatowe--pilotaz/nabor-ii-wnioskow-2020-2021/
NFOŚiGW	3 nabór wniosków o dofinansowanie w ramach PP „Racjonalna gospodarka odpadami”	„Racjonalna gospodarka odpadami”: Część 1) Selektywne zbieranie i zapobieganie powstawaniu odpadów	http://www.nfosigw.gov.pl/nabor-wnioskow/art,378,nfosigw-oglasza-3-nabor-wnioskow-o-dofinansowanie-w-ramach-pp-racjonalna-gospodarka-odpadami.html

		Część 2) Instalacje gospodarowania odpadami Część 4) Baza danych o produktach i opakowaniach oraz o gospodarce odpadami (BDO)	
NFOŚiGW	Adaptacja do zmian klimatu oraz ograniczanie skutków zagrożeń środowiska (nabór wniosków w trybie ciągłym)	Formy dofinansowania: pożyczka, przekazanie środków (dotyczy PJB), dotacja (dotyczy JST realizujących zadania w zakresie retencji na obszarach wiejskich). Beneficjenci - jednostki samorządu terytorialnego i ich związki oraz podmioty świadczące usługi publiczne w ramach realizacji zadań własnych jednostek samorządu terytorialnego; - służby ratownicze będące państwowymi jednostkami budżetowymi wskazane w Porozumieniu Ministrów: Spraw Wewnętrznych oraz Środowiska w sprawie współdziałania w zakresie zwalczania zagrożeń dla środowiska; - spółki prawa handlowego, przedsiębiorstwa państwowe, państwowe osoby prawne; - państwowe jednostki budżetowe realizujące zadania w celu walki z COVID-19. Rodzaje przedsięwzięć	http://nfosigw.gov.pl/oferta-finansowania/srodki-krajowe/programy-priorytetowe/przeciwdzialanie-zagrozeniom-srodowiska/

		1) działania w zakresie adaptacji do zmian klimatu w miastach, w tym: „zielono-niebieska” infrastruktura, likwidacja powierzchni nieprzepuszczalnych, systemy zagospodarowania wód opadowych i kanalizacja deszczowa, 2) działania z zakresu zapobiegania powodzi i suszy, w tym: zwiększanie retencji w ekosystemach, urządzenia wodne, w przypadku dofinansowania w formie dotacji dla jednostek samorządu terytorialnego: zadania w zakresie retencji korytowej lub przykorytowej na obszarach wiejskich, 3) zaopatrzenie ludności w wodę do picia, w tym: budowa i modernizacja ujęć wód i stacji uzdatniania wody oraz sieci wodociągowych, 4) działania dotyczące opracowania i wdrożenia systemu monitoringu zagrożeń i systemu wczesnego ostrzegania przed zagrożeniami, 5) realizacja przedsięwzięć planistycznych i strategicznych w zakresie metod i narzędzi do analizowania zagrożeń spowodowanych zmianami klimatu, w tym lokalne i regionalne plany i strategie uwzględniające działania adaptacyjne, 6) usuwanie skutków awarii i zagrożeń środowiska na obiektach ochrony środowiska i gospodarki wodnej, morskich obszarach przybrzeżnych oraz naturalnych akwenach, 7) zakup specjalistycznego sprzętu niezbędnego do skutecznego prowadzenia akcji ratowniczych, ograniczania i usuwania	
--	--	---	--

		skutków zagrożeń naturalnych i poważnych awarii oraz do prognozowania i zapobiegania skutkom zagrożeń naturalnych i poważnych awarii lub zakup sprzętu i środków niezbędnych do walki z COVID-19, 8) przedsięwzięcia w zakresie adaptacji do zmian klimatu, realizowane ze środków zagranicznych.	
NFOŚiGW	Miasto z Klimatem - "zielono-niebieska infrastruktura"	Nabór trwa od 14.08.2020 Formy dofinansowania: Dotacja. Intensywność dofinansowania: Dofinansowanie w formie dotacji do 50 % kosztów kwalifikowanych jednak nie więcej niż 1 000 tys. zł. Warunki dofinansowania 1) wypłata transz dofinansowania może nastąpić wyłącznie w formie refundacji; 2) w przypadkach, gdy dofinansowanie stanowi pomoc publiczną, jest ono udzielane zgodnie z regulacjami dotyczącymi pomocy publicznej. Beneficjenci: Gminy o statusie miasta. Rodzaje przedsięwzięć: Przedsięwzięcia polegające na realizacji powiązanych funkcjonalnie inwestycji w zakresie	http://nfosigw.gov.pl/oferta-finansowania/srodki-krajowe/programy-priorytetowe/przeciwdzialanie-zagrozeniom-srodowiska/

		zagospodarowania wód opadowych i kształtowania zieleni miejskiej w tym: „zielono-niebieska” infrastruktura, likwidacja powierzchni nieprzepuszczalnych, systemy zagospodarowania wód opadowych, rozwój terenów zieleni w miastach.	
LIFE (Komisja europejska wraz z możliwym dofinansowaniem NFOŚiGW)	Program LIFE	Nabory w roku 2021, w czerwcu oraz wrześniu. Program LIFE to jedyny instrument finansowy Unii Europejskiej poświęcony wyłącznie współfinansowaniu projektów z dziedziny ochrony środowiska i klimatu. Jego głównym celem jest wspieranie procesu wdrażania wspólnotowego prawa ochrony środowiska, realizacja unijnej polityki w tym zakresie, a także identyfikacja i promocja nowych rozwiązań dla problemów dotyczących środowiska w tym przyrody. Program LIFE zarządzany jest przez Komisję Europejską, która raz w roku publikuje zaproszenie do składania wniosków (nabór wniosków). Beneficjentem Programu LIFE może być każdy podmiot (jednostki, podmioty i instytucje publiczne lub prywatne) zarejestrowany na terenie państwa należącego do UE. Całkowity budżet Programu LIFE na lata 2014-2020 wynosi 3 456 mln euro w tym na działania na rzecz środowiska- 2,592 mln euro oraz na rzecz klimatu- 864 mln euro. Budżet przewidziany na finansowanie projektów w perspektywie finansowej 2014-2017 wynosi 1 347 mln euro w ramach podprogramu na rzecz środowiska oraz 449 mln euro na podprogram działań na rzecz klimatu. Standardowe dofinansowanie projektu LIFE przez Komisję Europejską wynosi do 55% wartości kosztów kwalifikowanych, a w przypadku projektów przyrodniczych do 60% (w przypadku	http://nfosigw.gov.pl/oferta-finansowania/srodki-zagraniczne/instrument-finansowy-life/ lub https://ec.europa.eu/easme/en/life

		projektów służących gatunkom i siedliskom priorytetowym dofinansowania może wynieść nawet do 75 %) Polscy Wnioskodawcy mogą dodatkowo ubiegać się o współfinansowanie projektu ze środków krajowych NFOŚiGW uzupełniając montaż finansowy przedsięwzięcia nawet do 95% kosztów kwalifikowanych. W ramach programu LIFE wyróżnia się programy priorytetowe: ochrona środowiska i efektywne gospodarowanie zasobami; przyroda i różnorodność biologiczna; zarządzanie i informacja w zakresie środowiska; ograniczenie wpływu człowieka na klimat; dostosowanie się do skutków zmian klimatu; zarządzanie i informacja w zakresie klimatu	
Komisja Europejska	Horizon 2020 – European Green Deal Call	Nabór wniosków projektowych trwa do 26 stycznia 2021 r. Z punktu widzenia adaptacji do zmian klimatu istotne są trzy konkursy w ramach naboru: LC-GD-1-2-2020: Towards Climate-Neutral and Socially Innovative Cities LC-GD-1-3-2020: Climate-resilient Innovation Packages for EU regions LC-GD-10-3-2020: Enabling citizens to act on climate change, for sustainable development and environmental protection through education, citizen science, observation initiatives, and civic engagement.	LC-GD-1-2-2020: Towards Climate-Neutral and Socially Innovative Cities LC-GD-1-3-2020: Climate-resilient Innovation Packages for EU regions

9. Narzędzia monitoringu i oceny realizacji działań adaptacyjnych

Prawidłowe wdrażanie planu adaptacji i jego aktualizacja wymaga monitorowania oraz ewaluacji całego procesu. Ma to służyć:

- identyfikacji zagrożeń w realizacji poszczególnych działań
- bieżącemu dostosowaniu się do zmieniających się warunków klimatycznych;
- dostosowaniu się do otoczenia formalno-prawnego oraz możliwości finansowych.

Monitorowaniu produktów będzie służyć zestaw wskaźników produktowych będących w spójności z proponowanymi w PAG kierunkami działań. Będą to następujące podstawowe wskaźniki produktowe:

Kierunek 1. Liczba zrealizowanych projektów edukacyjno-informacyjnych dotyczących adaptacji do zmian klimatu dla poszczególnych grup odbiorców, liczba odbiorców zrealizowanych projektów w podziale na grupy odbiorców, liczba ochotników biorących udział w przeciwdziałaniu skutkom zmian klimatu.

Kierunek 2. Liczba zrealizowanych szkoleń, liczba odbiorców zrealizowanych szkoleń.

Kierunek 3. Liczba zrealizowanych inwestycji w zakresie retencji wody, pojemność zbiorników na wodę deszczową w mieście, długość zmodernizowanej sieci kanalizacji, w podziale na kanalizację sanitarną i deszczową, długość zmodernizowanej sieci wodociągowej, wydajność funkcjonujących w mieście ujęć wody pitnej.

Kierunek 4. Liczba zrealizowanych analiz dotyczących rozwoju infrastruktury publicznej.

Kierunek 5. Liczba inwestycji w zakresie odnawialnych źródeł energii zrealizowanych na terenie gminy w podziale na inwestycje publiczne i prywatne, wielkość środków przeznaczonych na wsparcie mieszkańców w zakresie infrastruktury OZE.

Kierunek 6. Liczba nowych nasadzeń drzew i krzewów, w tym roślin specjalnie przeznaczonych do pochłaniania dwutlenku węgla, powierzchnia nowych terenów zielonych w mieście (gminie).

Monitorowaniu rezultatów będzie służyć zestaw wskaźników monitorowania, które stanowić będą podstawę do przygotowywania raportów. Obok kontroli realizacji poszczególnych działań

w nawiązaniu do planu adaptacji tworzy się dwa zestawy wskaźników. Każdy z nich służy monitorowaniu innego aspektu adaptacji do zmian klimatu.

Pierwszy zestaw służy monitoringowi zmian klimatu. Są to te same wskaźniki, które zostały użyte do scharakteryzowania klimatu miasta w trakcie przeprowadzania analizy narażenia. Ich monitorowanie powinno odbywać się co pięć lat i być oceniane zarówno względem wartości z wcześniejszych okresów monitorowania (okres referencyjny 1981-2010) oraz wartości wynikających ze scenariuszy zmian klimatu (pod warunkiem, że porównywalne wartości są w scenariuszach dostępne). Pierwszy okres monitorowania powinien objąć lata 1991-2020, a następne okresy to 1996-2025, 2001-2030 itd.

Drugi zestaw służy monitoringowi zmian odporności miasta na zmiany klimatu. Składa się on ze wskaźników, które w większości zostały użyte do przygotowania analizy wrażliwości i zdolności adaptacyjnych na potrzeby Planu Adaptacji. Do regularnego monitoringu proponuje się wybrać następujące:

- Wielkość powierzchni nieprzepuszczalnej w mieście (w ha) oraz ich udział w powierzchni miasta (w %);
- Wielkość powierzchni biologicznie czynnej w mieście (w ha) oraz jej udział w powierzchni miasta (w %);
- Liczba osób zamieszkujących tereny zagrożone podtopieniami;
- Kubatura budynków zagrożonych podtopieniami;
- Liczba osób zamieszkujących a obszarze wyspy ciepła (silnego stresu ciepła);
- Średnioroczna wielkość strat w wyniku podtopień w mln zł;
- Średnioroczna wielkość strat w wyniku silnego wiatru w mln zł;
- Średnioroczna liczba interwencji straży pożarnej w związku z opadami;
- Średnioroczna liczba interwencji straży pożarnej w wyniku wystąpienia silnego wiatru;
- Średnioroczne zakłócenia w transporcie wynikające z ekstremalnych zjawisk (liczba) ;
- Średnioroczne zaburzenia w dostawach wody pitnej wynikające z ekstremalnych zjawisk (liczba);
- Średnioroczne zaburzenia w odprowadzaniu ścieków wynikające z ekstremalnych zjawisk (liczba);
- Średnioroczne zaniki zasilania w energię elektryczną wynikające z ekstremalnych zjawisk (liczba minut);

-Średnioroczna podwyższona śmiertelność wynikająca z fal gorąca i tropikalnych temperatur (dla całego miasta).

Monitorowanie tych wskaźników powinno odbywać się co 5 lat przy założeniu, że pierwszym okresem monitoringu był okres 2009-2019 służący ocenie wrażliwości oraz zdolności adaptacyjnych na potrzeby Planu Adaptacji. Niektóre wskaźniki należy monitorować biorąc pod uwagę średnie z okresu pięcioletniego (wskaźniki średnioroczne), a niektóre biorąc pod uwagę jedynie wartość z ostatniego roku (wskaźniki w wartościach rzeczywistych). Kolejne okresy sprawozdawcze w przypadku tych wskaźników to: 2020-2024, 2025-2029, 2030-2034, 2035-2039, itd.

Do planu załączono – załącznik 2 - tabele mogące służyć jako tabele sprawozdawcze.

10. Spis rysunków

Rysunek 1. Wpływ wzrostu powierzchni nieprzepuszczalnych w zlewni na zmiany elementów bilansu wodnego (www.epa.gov/watertrain)	7
Rysunek 2. Przebieg roczny temperatury powietrza minimalnej i maksymalnej dobowej [°C] w Wołominie w okresie 2071-2090, symulowanego w dwóch eksperymentach RCP4.5 (linia zielona) i RCP8.5 (linia czerwona), linia szara oznacza wartości referencyjne (obserwowane) z okresu 1971-2017	15
Rysunek 3. Przebieg temperatury minimalnej powietrza w Wołominie w kolejnych sezonach w okresie 1971-2090, mediany wiązek symulacji, linia zielona oznacza RCP4.5, czerwona RCP8.5	16
Rysunek 4. Przebieg temperatury maksymalnej powietrza w Wołominie w kolejnych sezonach w okresie 1971-2090, mediany wiązek symulacji, linia zielona oznacza RCP4.5, czerwona RCP8.5	18
Rysunek 5. Przebieg roczny opadu dobowego w Wołominie w okresie 2071-2090, symulowanego w dwóch eksperymentach RCP4.5 (linia zielona) i RCP8.5 (linia czerwona), linia szara oznacza wartości referencyjne (obserwowane) z okresu 1971-2017.	19
Rysunek 6. Przebieg opadu dobowego w Wołominie w kolejnych sezonach w okresie 1971-2090, mediany wiązek symulacji, linia zielona oznacza RCP4.5, czerwona RCP8.5	20
Rysunek 7. Liczba dni w roku z temperaturą maksymalną powyżej 25 °C i liczba dni w roku z temperaturą minimalną niższą od 0°C w Wołominie w okresie 1971-2090, linia zielona (mediana) i obszar zielony (między percentylem p10 i p90) oznacza RCP4.5, czerwona i obszar zakreślony - RCP8.5, słupki – wartości referencyjne (obserwowane).	21
Rysunek 8. Długość (lewy panel) i początek (prawy panel) okresu wegetacyjnego ($T > 10\text{ °C}$) w Wołominie w okresie 1971-2090, linia zielona (mediana) i obszar zielony (między percentylem p10 i p90) oznacza RCP4.5, czerwona i obszar zakreślony - RCP8.5, słupki – wartości referencyjne (obserwowane).	22
Rysunek 10. Liczba dni w roku z opadem (lewy panel) i opad średni w dniach z opadem (prawy panel) w Wołominie w okresie 1971-2090, linia zielona (mediana) i obszar zielony (między percentylem p10 i p90) oznacza RCP4.5, czerwona i obszar zakreślony - RCP8.5, słupki – wartości referencyjne (obserwowane).	23
Rysunek 12. Hydrografia miasta Wołomin i okolic	26
Rysunek 13. Sieć kanalizacji deszczowej i podział na zlewnie elementarne i bilansowe w mieście Wołomin i obszarze przylegającym wraz z lokalizacją oczyszczalni ścieków	30
Rysunek 14. Wskaźnik rozwinięcia kanalizacji burzowej mówiący o stosunku długości kanalizacji deszczowej w zlewniach elementarnych do powierzchni zlewni w zlewniach elementarnych miasta Wołomin wraz z obszarem przylegającym	33
Rysunek 15. Mapa użytkowania obszaru miejskiego gminy Wołomin dot. części miasta Wołomin wraz z obszarem przylegającym (zlewnie elementarne w mieście Wołomin i obszarze przylegającym) wg CORINE Land Cover, 2018 r. Kolory w legendzie dotyczą tylko obszarów w granicach zlewni elementarnych, poza nimi kolory odpowiadające poszczególnym typom pokrycia terenu zaciemniono.	36
Rysunek 16. Gęstość powierzchni nieprzepuszczalnych w Wołominie na przestrzeni lat 2009-2018, opracowanie własne	37
Rysunek 17. Wskaźnik szczelności podłoża w zlewniach elementarnych kanalizacji deszczowej miasta Wołomin ujętego w modelu odpływu kanalizacji burzowej.....	38
Rysunek 18. Wskaźnik szczelności podłoża (nieprzepuszczalności) w zlewniach elementarnych kanalizacji deszczowej ujętych w modelu miasta Wołomin i obszarów przylegających	39
Rysunek 19. Hipsometria miasta Wołomin.....	40
Rysunek 20. Symulacja dla deszczu o czasie trwania 120 min i prawdopodobieństwie wystąpienia raz na 2 lata	45
Rysunek 21. Symulacja dla deszczu o czasie trwania 120 min i prawdopodobieństwie wystąpienia raz na 5 lat	46

Rysunek 22. Symulacja dla deszczu o czasie trwania 120 min i prawdopodobieństwie wystąpienia raz na 10 lat	47
Rysunek 23. Symulacja dla deszczu o czasie trwania 120 min i prawdopodobieństwie wystąpienia raz na 20 lat	48
Rysunek 24. Symulacja dla deszczu o czasie trwania 120 min i prawdopodobieństwie wystąpienia raz na 50 lat	49
Rysunek 25. Zestawienie wyników symulacji dla deszczu o różnym czasie trwania w wybranych zlewniach elementarnych	50
Rysunek 26. HEAT MAP interwencji straży pożarnej w związku z podtopieniami w gminie Wołomin w latach 2010-2019	51
Rysunek 27. Porównanie HEAT MAP wezwań interwencyjnych straży pożarnej do podtopień z mapą współczynnika rozwinięcia sieci kanalizacyjnej.....	52
Rysunek 28. Symulacja dla zdarzenia z dn. 03.08.2020	53
Rysunek 29. Scenariusze zagrożeń podtopieniem –a) stan obecny (dla deszczu o wartości 20 mm/120 min) oraz b) stan przyszły, spowodowany zmianami klimatu (dla deszczu o wartości 35 mm/120 min)	56
Rysunek 30. Mapa grup topoklimatów Wołomina	66
Rysunek 31. Mapa typów topoklimatów Wołomina	68
Rysunek 32. Mapa klas topoklimatów Wołomina	70
Rysunek 33. Mapa jednostek topoklimatycznych Wołomina	71
Rysunek 34. Wartości uniwersalnego wskaźnika obciążeń cieplnych w Wołominie podczas pogody przeciętnej	72
Rysunek 35. Mapa stresu termicznego w Wołominie podczas pogody przeciętnej	73
Rysunek 36. Wartości uniwersalnego wskaźnika obciążeń cieplnych w Wołominie podczas pogody ciepłej	74
Rysunek 37. Mapa stresu termicznego w Wołominie podczas pogody ciepłej.....	74
Rysunek 38. Wartości uniwersalnego wskaźnika obciążeń cieplnych w Wołominie podczas pogody upalnej.....	76
Rysunek 39. Mapa stresu termicznego w Wołominie podczas pogody upalnej	76
Rysunek 40. Wartości uniwersalnego wskaźnika obciążeń cieplnych w Wołominie podczas pogody skrajnie upalnej.....	78
Rysunek 41. Mapa stresu termicznego w Wołominie podczas pogody skrajnie upalnej	78

11. Spis tabel

Tabela 1. Globalne ocieplenie według 5. Raportu IPCC [°C]	13
Tabela 2. Nazwy modeli globalnych i regionalnych tworzących wiązki symulacji klimatycznych dla dwóch scenariuszy RCP4.5 i RCP8.5 wykorzystane w opracowaniu	14
Tabela 3. Wskaźniki klimatyczne, termiczne i opadowe	14
Tabela 4. Statystyki wiązkowe	14
Tabela 5. Struktura podziału zlewni bilansowych na zlewnie elementarne przyjęte obszaru zurbanizowanego gminy Wołomin w obszarze podlegającym modelowaniu sieci odpływu burzowego	32
Tabela 6. Struktura użytkowania terenu obszaru zurbanizowanego gminy Wołomin w obszarze podlegającym modelowaniu sieci odpływu burzowego wg CORINE Land Cover, 2018 r.	34
Tabela 7. Wartości natężenia hipotetycznych epizodów opadów nawalnych o przyjętej częstotliwości wystąpienia (prawdopodobieństwie przewyższenia), wg formuły Bogdanowicz i Stachy dla regionu centralnego, z rozkładem DVWK oraz ich parametrów (suma i natężenie), dla których przeprowadzono symulacje.	42
Tabela 8. Analiza zagrożenia powodziowego przez odpływ ze zlewni do kanalizacji deszczowej na podstawie symulacji dla zdarzenia z dnia 3.08.2018 w zlewniach bilansowych w zestawieniu z nieprzepuszczalnością terenu i wezwaniami do straży pożarnej.	54
Tabela 9. Analiza zagrożenia powodziowego dla scenariuszy deszczu 24 (20) mm i 35 mm w zlewniach bilansowych w % powierzchni narażonej na zagrożenie małe, średnie i wysokie systemu odpływu deszczowego miasta Wołomin i okolic.....	59
Tabela 10. Identyfikacja zagrożenia powodziowego dla scenariusza deszczu 24 (20) mm w zlewniach elementarnych z podziałem na zagrożenie małe (kolor zielony), średnie (kolor żółty) i wysokie (kolor czerwony). Numery odpowiadają numerom zlewni elementarnej systemu odpływu deszczowego miasta Wołomin i okolic	60
Tabela 11. Identyfikacja zagrożenia powodziowego dla scenariusza deszczu 35 mm w zlewniach elementarnych z podziałem na zagrożenie małe (kolor zielony), średnie (kolor żółty) i wysokie (kolor czerwony). Numery odpowiadają numerom zlewni elementarnej systemu odpływu deszczowego miasta Wołomin i okolic	60
Tabela 12. Typy pogody letniej ujęte w modelowaniu wartości wskaźnika UTCI	64
Tabela 13. Klasy obciążeń termicznych według wskaźnika UTCI (UTCI Assessment Scale 2003)	64
Tabela 14. Procentowy udział grup topoklimatów na obszarze Wołomina	65
Tabela 15. Procentowy udział typów topoklimatów na obszarze Wołomina	67
Tabela 16. Procentowy udział klas topoklimatów na obszarze Wołomina	69
Tabela 17. Procentowy udział jednorodnych jednostek topoklimatycznych na obszarze Wołomina ..	70
Tabela 18. Procentowy udział powierzchni podlegającej określonym obciążeniom cieplnym	77
Tabela 19. Ocena ekspozycji i narażenia na zagrożenia klimatyczne w gminie Wołomin	81
Tabela 20. Ocena wrażliwości i zdolności adaptacyjnej miasta na fale upałów	85
Tabela 21. Ocena wrażliwości i zdolności adaptacyjnej miasta na opady o dużym natężeniu	93
Tabela 22. Ocena wrażliwości i zdolności adaptacyjnej miasta na silny wiatr	104
Tabela 23. Ocena wrażliwości i zdolności adaptacyjnej miasta na suszę	109
Tabela 24. Fale upałów - odporność	116
Tabela 25. Zagrożenie podtopieniami - odporność	116
Tabela 26. Gwałtowny wiatr - odporność	117
Tabela 27. Susza - odporność	117
Tabela 28. Fale gorąca – podatność miasta	119
Tabela 29. Zagrożenie podtopieniami – podatność miasta	119
Tabela 30. Silny wiatr – podatność miasta.....	120
Tabela 31. Susza – podatność miasta	120

Tabela 32. Powiązanie kierunków działań PAG ze skutkami zmian klimatu o wysokim ryzyku wystąpienia.....	132
Tabela 33. Obszary powiązań Gminnego Planu Adaptacji do zmian klimatu dla gminy Wołomin (PAG Wołomin) z innymi dokumentami programującymi rozwój gminy	134
Tabela 34. Odpowiedzialność instytucji gminy Wołomin za realizacją kierunków działania PAG	159
Tabela 35. Źródła finansowania działań adaptacyjnych.....	162

Tabela oceny ryzyka

Skala zjawiska:	wystąpienie	wystąpienie	wystąpienie
pojedynczego	wystąpienie 2	miesięcznego	wystąpienie
epizodu	miesięcznego	okresu bez	jednodniowego
opadowego o	okresu z	opadów, z silnym	epizodu silnego
wielkości	temperaturą	parowaniem, czyli	wiatru o sile
90mm/m.kw. w	dzienną powyżej	przy ciepłej	huraganu lub
ciągu kilku godzin	30 st. C	pogodzie	orkanu

W jakiej skali strat wystąpią straty w Wołominie w ciągu najbliższych 30 lat w wyniku wybranych ekstremalnych zjawisk pogodowych?

Wrażliwość

Element ryzyka	Narażenie			
Zdrowie i życie ludzi	Podtopienia	Upały	Susze	Wiatr
Bezpośrednia śmierć wielu osób, liczni poszkodowani		PR		
Podwyższona śmiertelność, uszczerbek na zdrowiu wielu osób		BP		
Pojedyncze zgony, osoby poszkodowane		NP.		
Nieliczne osoby poszkodowane		SP		
Brak poszkodowanych		BMP		
Energetyka				
Całkowity blackout i długotrwałe wyłączenie prądu w mieście	SP	PR		PR
Przerwa w dostawie prądu do części miasta na dłuższy czas	SP	PR		BP
Uszkodzenia sieci NN i brak dostaw prądu do pojedynczych posesji, obiektów na kilka godzin	PR	MP		NP.
Niewielkie punktowe uszkodzenia bez długich przerw w dostawie prądu	PR	MP		NP.
Brak zakłóceń	MP	BMP		BMP
Transport i komunikacja				
Całkowity paraliż funkcjonowania sieci transportu i komunikacji	PR	MP		
Obszarowy paraliż infrastruktury transportowej i komunikacyjnej	PR	MP		
Punktowe zakłócenia w funkcjonowaniu sieci transportowej i komunikacyjnej	NP.	SP		
Drobne usterki sieci transportowej i komunikacyjnej	NP.	PR		
Brak zakłóceń	BMP	MP		
Budynki (obiekty)				
Utrata (zburzenie) większości obiektów budowlanych na terenie miasta	SP	BMP		
Poważne uszkodzenia obiektów na większości terenu lub całkowita ich utrata w kilku miejscach	PR	BMP		
Uszkodzenia obiektów budowlanych w kilku miejscach w mieście	NP.	BMP		
Drobne usterki w budynkach w kilku miejscach miasta	NP.	PR		
Brak zakłóceń	BMP	MP		
Gospodarka odpadami				
Zaprzestanie odbioru odpadów i ich przetwarzania w całym mieście na dłuższy czas	MP	MP		
Zaprzestanie odbioru odpadów i ich przetwarzania w części miasta na dłuższy czas	MP	MP		
Brak możliwości odbioru odpadów z wybranych posesji w krótkim okresie	PR	SP		
Utrudnienia w odbiorze odpadów lub ich przetwarzaniu	BP	PR		
Brak zakłóceń	MP	MP		
System przyrodniczy miasta				
Całkowita utrata funkcji ekologicznych drzew, krzewów, rzek	SP	PR	PR	PR
Utrata zielonej infrastruktury na pewnym obszarze miasta	PR	PR	BP	BP
Punktowe zniszczenie zielonej infrastruktury lub niewielkie zniszczenia na całym obszarze miasta	PR	BP	NP.	NP.
Niewielkie punktowe uszkodzenia	BP	NP.	NP.	NP.
Brak zakłóceń	BMP	BMP	BMP	BMP
Rolnictwo oraz leśnictwo				
Całkowita utrata plonów chowu i środków produkcji w rolnictwie lub lasu w leśnictwie	PR	PR	PR	
Utrata plonów, chowu lub lasu i środków produkcji u znacznej części właścicieli	PR	PR	BP	
Obniżenie plonowania, wzrostu lasu lub zwierząt bez uszkodzeń środków produkcji	PR	NP.	NP.	
Brak zakłóceń i zmian w prowadzeniu gospodarki rolnej lub leśnej	SP	BMP	BMP	
Poprawa warunków prowadzenia gospodarki rolnej i leśnej	SP	BMP	BMP	
Zarządzanie kryzysowe				
Brak możliwości reakcji służb kryzysowych na zagrożenie	PR	SP		
Reakcja służb kryzysowych napotyka na duże problemy na większości terenu miasta	PR	MP		
Służby kryzysowe reagują, ale część interwencji muszą realizować z opóźnieniem	BP	SP		
Służby kryzysowe obsługują wszystkie interwencje, ale pojedyncze sprawiają problemy	NP.	BP		
Brak zakłóceń, służby reagują bezwzględnie i czasowo	MP	BMP		
Świadomość mieszkańców				
Mieszkańcy nie reagują samodzielnie na zagrożenie i jego skutki (panika, depresja)	PR	PR		
Większość mieszkańców nie reaguje prawidłowo na zagrożenie	PR	BP		
Pewna część mieszkańców nie jest w stanie zareagować prawidłowo na zagrożenie	BP	NP.		
Niewielka grupa mieszkańców nie zareaguje prawidłowo na zagrożeniem, mimo instrukcji	BP	NP.		
Brak zakłóceń, mieszkańcy są przygotowani na zagrożenie i prawidłową reakcję	MP	BMP		

NP.	Niemal pewne 99-100%
BP	Bardzo prawdopodobne 90-100%
PR	Prawdopodobne 66-90%
SP	Średnio prawdopodobne 33-66%
MP	Mało prawdopodobne 0-33%
BMP	Bardzo mało prawdopodobne 0-10%

NP.	Niemal pewne 99-100%
BP	Bardzo prawdopodobne 90-100%
PR	Prawdopodobne 66-100%
SP	Średnio prawdopodobne 33-66%
MP	Mało prawdopodobne 0-33%
BMP	Bardzo mało prawdopodobne 0-10%

Załącznik nr 2 do "Planu Adaptacji do zmian klimatu dla gminy
Wołomin do roku 2050 z perspektywą do roku 2100"

Monitoring wskaźników

Kierunek działania	Wskaźnik produktu	2020	2022	2024	2026	2028	2030
Kierunek 1. Działania edukacyjne	Liczba zrealizowanych projektów edukacyjno-informacyjnych dotyczących adaptacji do zmian klimatu						
	Liczba odbiorców zrealizowanych projektów						
	Liczba ochotników biorących udział w przeciwdziałaniu skutkom zmian klimatu						
Kierunek 2. Działania szkoleniowe	Liczba zrealizowanych szkoleń						
	Liczba odbiorców zrealizowanych szkoleń						
Kierunek 3. Działania inwestycyjne - woda	Liczba zrealizowanych inwestycji w zakresie retencji wody,						
	Pojemność zbiorników na wodę deszczową w mieście,						
	Długość zmodernizowanej sieci kanalizacji sanitarnej						
	Długość zmodernizowanej sieci kanalizacji deszczowej						
	Długość zmodernizowanej sieci wodociągowej,						
	Wydajność funkcjonujących w mieście ujęć wody pitnej						
Kierunek 4. Działania analityczne	Liczba zrealizowanych analiz dotyczących rozwoju infrastruktury publicznej						
Kierunek 5. Działania inwestycyjne - energia	Liczba inwestycji w zakresie odnawialnych źródeł energii - publiczne						
	Liczba inwestycji w zakresie odnawialnych źródeł energii - prywatne						
	Wielkość środków przeznaczonych na wsparcie mieszkańców w zakresie infrastruktury OZE.						
Kierunek 6. Działania przyrodnicze	Liczba nowych nasadzeń drzew i krzewów - ogółem						
	Liczba nowych nasadzeń drzew i krzewów przeznaczonych do pochłaniania dwutlenku węgla						
	Powierzchnia nowych terenów zielonych w mieście (gminie).						

Wrażliwość miasta	2007-2017	2018-2022	2023-2027	2028-2032
Wielkość powierzchni nieprzepuszczalnej mieście (w ha)				
Wielkość powierzchni biologicznie czynnej w mieście (w ha)				
- Liczba osób zamieszkujących tereny zagrożone podtopieniami;				
- Kubatura budynków zagrożonych podtopieniami;				
- Liczba osób zamieszkujących a obszarze wyspy ciepła (silnego stresu ciepła);				
- Średnioroczna wielkość strat w wyniku podtopień w mln zł				
- Średnioroczna wielkość strat w wyniku silnego wiatru w mln zł				
- Średnioroczna liczba interwencji straży pożarnej w związku z opadami;				
- Średnioroczna liczba interwencji straży pożarnej w wyniku wystąpienia silnego wiatru;				
- Średnioroczne zakłócenia w transporcie wynikające z ekstremalnych zjawisk (liczba)				
- Średnioroczne zaburzenia w dostawach wody pitnej wynikające z ekstremalnych zjawisk (liczba)				
Średnioroczne zaburzenia w odprowadzaniu ścieków wynikające z ekstremalnych zjawisk (tys. m3 nieoczyszczonych ścieków)				
-Średnioroczne zaniki zasilania w energię elektryczną wynikające z ekstremalnych zjawisk (liczba minut)				
-Średnioroczna podwyższona śmiertelność wynikająca z fal gorąca i tropikalnych temperatur (dla całego miasta)				

Kierunek działania	Wskaźnik produktu	2020	2022	2024	2026	2028	2030
Kierunek 1. Działania edukacyjne	Liczba zrealizowanych projektów edukacyjno-informacyjnych dotyczących adaptacji do zmian klimatu						
	Liczba odbiorców zrealizowanych projektów						
	Liczba ochotników biorących udział w przeciwdziałaniu skutkom zmian klimatu						
Kierunek 2. Działania szkoleniowe	Liczba zrealizowanych szkoleń						
	Liczba odbiorców zrealizowanych szkoleń						
Kierunek 3. Działania inwestycyjne - woda	Liczba zrealizowanych inwestycji w zakresie retencji wody,						
	Pojemność zbiorników na wodę deszczową w mieście,						
	Długość zmodernizowanej sieci kanalizacji sanitarnej						
	Długość zmodernizowanej sieci kanalizacji deszczowej						
	Długość zmodernizowanej sieci wodociągowej,						
	Wydajność funkcjonujących w mieście ujęć wody pitnej						
Kierunek 4. Działania analityczne	Liczba zrealizowanych analiz dotyczących rozwoju infrastruktury publicznej						
Kierunek 5. Działania inwestycyjne - energia	Liczba inwestycji w zakresie odnawialnych źródeł energii - publiczne						
	Liczba inwestycji w zakresie odnawialnych źródeł energii - prywatne						
	Wielkość środków przeznaczonych na wsparcie mieszkańców w zakresie infrastruktury OZE.						
Kierunek 6. Działania przyrodnicze	Liczba nowych nasadzeń drzew i krzewów - ogółem						
	Liczba nowych nasadzeń drzew i krzewów przeznaczonych do pochłaniania dwutlenku węgla						
	Powierzchnia nowych terenów zielonych w mieście (gminie).						