



**GMINA WYSZKÓW**

**MIEJSKI PLAN ADAPTACJI DO ZMIAN KLIMATU DLA WYSZKOWA  
DO ROKU 2030  
Z PERSPEKTYWĄ DO ROKU 2050**

Wyszków, 2023 rok

Opracował zespół:

Dariusz Korczakowski

Mirosław Wysocki

Daniel Bogdan

Marta Ciuraj-Makarewicz

Robert Garbarczyk

Żaneta Kozak

Ireneusz Mroczek

Adam Mróz

W dokumencie wykorzystano opracowanie SENVI Sp. z o.o. przygotowane przez:

Krzysztof Okrański

Piotr Olkiewicz

Dokument powstał w ramach projektu

„Łagodzenie zmian klimatu i adaptacja do ich skutków w Wyszkanie”

Iceland   
Liechtenstein  
Norway grants

## Spis treści

<b>1</b>	<b>Wstęp</b> .....	4
<b>2</b>	<b>Cele i priorytety Miejskiego Planu Adaptacji do Zmian Klimatu</b> .....	6
<b>3</b>	<b>Diagnoza</b> .....	8
3.1	Wprowadzenie do diagnozy .....	8
3.2	Klimat Wyszkowa i jego przewidywane zmiany .....	12
<b>3.2.1</b>	<b>Współczesny klimat regionu</b> .....	12
<b>3.2.2</b>	<b>Prognoza zmian klimatu</b> .....	25
3.3	Diagnoza wrażliwości na zmiany klimatu .....	40
<b>3.3.1</b>	<b>Warunki obiegu wody</b> .....	40
<b>3.3.2</b>	<b>Zróżnicowanie klimatu lokalnego i lokalnych warunków biotermicznych</b> .....	44
3.4	Analiza narażenia na czynniki klimatyczne.....	52
3.5	Ocena wrażliwości oraz zdolności adaptacyjnych.....	53
3.6	Ocena odporności.....	57
3.7	Ocena podatności.....	58
3.8	Ocena ryzyka .....	62
3.9	Podsumowanie diagnozy.....	66
<b>4</b>	<b>Wybrane działania adaptacyjne</b> .....	67
<b>5</b>	<b>Korzyści dla miasta płynące z adaptacji</b> .....	72
<b>6</b>	<b>Wdrażanie MPA</b> .....	73
<b>7</b>	<b>Literatura</b> .....	75

## 1 Wstęp

Miejski Plan adaptacji do zmian klimatu dla miasta Wyszkowa powstał w odpowiedzi na jeden z najważniejszych globalnych problemów, jakim są zmiany klimatu i potrzeba adaptacji do skutków tych zmian.

Plan, po zdiagnozowaniu tematu wskazuje wizję, oraz cele adaptacji Miasta do zmian klimatu, jakie powinny zostać osiągnięte poprzez realizację wybranych działań adaptacyjnych.

Plan adaptacji ma pomóc w zmniejszeniu podatności (lub zwiększenie odporności) Miasta na ekstremalne zjawiska klimatyczne oraz zwiększenie potencjału do radzenia sobie ze skutkami tych zjawisk i ich pochodnych. Jest też szansą na lepsze funkcjonowanie Miasta, bo miasto odporne to jednocześnie miasto przyjazne dla mieszkańców, łatwe do życia, a także oszczędne - poprzez ograniczenie strat powstałych z powodu ekstremalnych zjawisk klimatycznych i racjonalne wykorzystanie posiadanych zasobów.

W części diagnostycznej Planu zostały opisane zjawiska klimatyczne i ich pochodne (takie jak upały, mrozy, opady, powodzie, susze, wiatr itp.), oceniono też wrażliwość Miasta na te zjawiska oraz możliwości radzenia sobie ze skutkami zmian klimatu.

W odpowiedzi na ryzyka zidentyfikowane w części diagnostycznej dokumentu określono działania adaptacyjne zwiększające odporność Miasta na występujące aktualnie i przewidywane w przyszłości zjawiska.

Plan zawiera trzy typy działań:

- działania informacyjno-edukacyjne, służące podnoszeniu świadomości, rozpowszechnianiu wiedzy o zagrożeniach, ich skutkach i właściwych zachowaniach w sytuacji wystąpienia zagrożeń, dobrych praktykach adaptacji oraz działaniach z zakresu informowania i ostrzegania o zagrożeniach związanych ze zmianami klimatu,
- działania organizacyjne polegające na aktualizacji dokumentów strategicznych i planistycznych obowiązujących w mieście, wdrażaniu nowych procedur oraz nawiązywaniu współpracy pomiędzy podmiotami odpowiedzialnymi za adaptację do zmian klimatu,
- działania techniczne, polegające na inwestycjach w infrastrukturę i środowisko, takich jak: kanalizacja deszczowa, wały przeciwpowodziowe, drogi, czy termomodernizacja budynków i obiektów.

W Planie Adaptacji określono także sposób wdrożenia działań adaptacyjnych (podmioty odpowiedzialne, ramy finansowania, założenia dla ewaluacji oraz aktualizacji dokumentu).

Plan adaptacji tworzony był przez pracowników Urzędu Miejskiego oraz jednostek organizacyjnych Gminy Wyszków. Część dotycząca diagnozy została zlecona do przygotowania firmie zewnętrznej. Działania adaptacyjne były konsultowane z norweskimi partnerami

projektu „Łagodzenie zmian klimatu i adaptacja do ich skutków w Wyszkanie”. Plan następnie został poddany konsultacjom społecznym.

„Miejski Plan Adaptacji do zmian klimatu dla miasta Wyszkanie do roku 2030 z perspektywą do roku 2050” wpisuje się w unijne zobowiązania Polski w obszarze adaptacji do zmiany klimatu. W dniu 29 października 2013 roku Rada Ministrów przyjęła dokument pn. „Strategiczny plan adaptacji dla sektorów i obszarów wrażliwych na zmiany klimatu do roku 2020 z perspektywą do roku 2030” (SPA 2020), który „(...)został przygotowany z myślą o zapewnieniu warunków stabilnego rozwoju społeczno-gospodarczego w obliczu ryzyk, jakie niosą ze sobą zmiany klimatu, ale również z myślą o wykorzystaniu pozytywnego wpływu, jaki działania adaptacyjne mogą mieć nie tylko na stan polskiego środowiska, ale również wzrost gospodarczy”.

Z uwagi na fakt, że obszary miejskie są rejonami, gdzie negatywne skutki zmian klimatu będą najbardziej odczuwalne, w styczniu 2017 r. Ministerstwo Środowiska przystąpiło do realizacji dwuletniego projektu, w ramach którego przeprowadzona została ocena wrażliwości na zmiany klimatu największych polskich miast oraz zaplanowano działania adaptacyjne, adekwatne do zidentyfikowanych zagrożeń, co znalazło odzwierciedlenie w Miejskim Planie Adaptacji danego miasta.

Wyszków nie został uwzględniony w ministerialnym projekcie, niemniej będąc świadomym wagi sprawy, 22 czerwca 2020 roku Zarządzeniem Nr 101/2020 Burmistrz Wyszkanie powołał Zespół Projektowy do przygotowania dokumentu strategicznego pn.: "Plan Adaptacji do zmian klimatu dla Gminy Wyszków".

## 2 Cele i priorytety Miejskiego Planu Adaptacji do Zmian Klimatu

Wyszków dążyć będzie do spełnienia następującej wizji w obliczu zmian klimatu:

**Wyszków miastem nowoczesnych rozwiązań w zakresie ochrony i rozwoju kapitału społecznego, kulturowego, gospodarczego i przyrodniczego, zapewniającego bezpieczeństwo w warunkach zmieniającego się klimatu.**

Realizację tej wizji zapewni Miejski Plan Adaptacji Wyszkiowa do zmian klimatu, w ramach którego zamierza się osiągnąć cel strategiczny i cele szczegółowe. Ich realizacja przyczyni się do przygotowania miasta jak i mieszkańców do zmieniającego się klimatu. Przyjmuje się następujący cel strategiczny:

**Skuteczna adaptacja miasta do zmian klimatu w celu utrzymania zrównoważonego rozwoju oraz zapewnienia bezpieczeństwa jego mieszkańców**

W związku z powyższym wdrożony zostanie Miejski Plan Adaptacji, który zrealizuje następujące cele szczegółowe:

1. Ochrona zdrowia mieszkańców przed skutkami ekstremalnych zjawisk pogodowych, w szczególności fal upałów. Istotą tego celu jest ostrzeżenie mieszkańców przed zjawiskami ekstremalnymi, wyposażenie ich w narzędzia do ochrony przed tymi zjawiskami oraz pomoc w sytuacji wystąpienia zagrożenia. Do realizacji celu przyczyni się z jednej strony prowadzenie działań edukacyjnych na temat charakteru i skali zagrożeń związanych z ekstremalnymi zjawiskami atmosferycznymi, a z drugiej strony wdrożenie systemu informacji dotyczącego zjawisk ekstremalnych, jak i postępowania w czasie ich występowania. Ponadto ważne jest budowanie zrozumienia potrzeby pomocy międzysąsiedzkiej i samoorganizowania w sytuacji zagrożenia lub klęski żywiołowej. Działania wpierające w postaci inwestycyjnej i nieinwestycyjnej powinny być realizowane przez miejską administrację.
2. Ochrona mienia prywatnego i publicznego oraz infrastruktury komunalnej przed nadmiarem wody w sytuacjach ekstremalnych opadów. Realizacja tego celu to przede wszystkim stworzenie lub odtworzenie systemów gospodarowania wodą deszczową w mieście. To także uwzględnienie w procesie przygotowania, konsultowania oraz realizacji planów przestrzennego zagospodarowania konsekwencji zmian klimatu i to zarówno wynikających z długoletnich trendów, jak i coraz częstszych oraz o większej sile ekstremalnych zjawisk atmosferycznych związanych z wodą. Szczególnie ważnym jest zwrócenie uwagi na zagospodarowanie terenów zagrożonych powodzią, a także budowanie systemu pozwalającego kontrolować przepływy wody.

3. Tworzenie i wzmocnienie infrastruktury zielonej i błękitnej na terenie miasta. Zwrócenie uwagi na konieczność równoprawnego traktowania infrastruktury zielonej i błękitnej w stosunku do infrastruktury technicznej oraz terenów zabudowanych. Infrastruktura zielona i błękitna z jednej strony jest instrumentem łagodzenia i adaptacji do zmiany klimatu, a z drugiej strony jest nimi zagrożona oraz wymaga ochrony przed ekstremalnymi zjawiskami atmosferycznymi, np. suszą lub porywistymi wiatrami czy nadmiernym opadem śniegu. Dokonująca się zmiana w podejściu do tej infrastruktury każe także zwrócić uwagę na konieczność zapewnienia usług ekosystemów.

## 3 Diagnoza

### 3.1 Wprowadzenie do diagnozy

Postępujące zmiany klimatu wyrażają się przede wszystkim we wzroście średniej temperatury na Ziemi, co powoduje zmianę dotychczasowych warunków klimatycznych. W Polsce skutkiem tych zmian będzie m.in.

- zwiększenie liczby dni upalnych oraz fal upałów,
- zwiększenie liczby intensywnych opadów,
- zwiększenie długości okresów bezopadowych,
- zmniejszenie liczby dni z pokrywą śnieżną i temperaturą poniżej 0°C,
- wzrost długości okresu wegetacyjnego,
- występowanie gwałtownych opadów z towarzyszącymi im intensywnymi wiatrami.

Zmiany w ww. zakresie będą zróżnicowane w poszczególnych częściach kraju oraz w różnych typach środowisk. Skutki tych zmian będą miały zupełnie inne znaczenie na terenach rolnych, leśnych i zurbanizowanych, inna też będzie ich dotkliwość dla zróżnicowanych sektorów gospodarki. Przedmiotem szczególnej uwagi powinny być tereny miejskie z uwagi na skupienie znacznej liczby ludności oraz infrastruktury podatnej na takie zmiany klimatu, których skutkami może być w szczególności:

- 1) intensyfikacja podtopień spowodowanych intensywnymi opadami atmosferycznymi,
- 2) deficyt wody możliwej do wykorzystania dla celów zaopatrzenia w wodę ludności i przemysłu,
- 3) intensyfikacja zjawiska miejskiej wyspy ciepła<sup>1</sup>,
- 4) zaburzenia cyrkulacji powietrza i wzrost poziomu zanieczyszczenia powietrza.

Wrażliwość obszarów miejskich na zmiany klimatu oraz potrzeba wzmocnienia ich odporności na zjawiska klimatyczne dostrzeżone zostały przez Unię Europejską i kraje członkowskie, w których już od prawie dekady powstają strategie i plany adaptacji do zmian klimatu. Działania w tym zakresie podjęto również w Polsce. Realizując politykę UE w zakresie adaptacji do zmian klimatu Rada Ministrów RP w październiku 2013 r. przyjęła opracowany przez Ministerstwo Środowiska „Strategiczny Plan Adaptacji dla sektorów i obszarów wrażliwych na zmiany klimatu do roku 2020 z perspektywą do roku 2030” (SPA 2020). W dokumencie tym wskazano potrzebę uwzględnienia zmian klimatu w kreowaniu miejskiej polityki – w szczególności pod względem zagospodarowania przestrzennego. Miasta wskazane są jako obszary priorytetowe, dla których należy wdrożyć priorytetowe działania adaptacyjne

---

<sup>1</sup> Miejska wyspa ciepła - zjawisko klimatyczne polegające na występowaniu podwyższonej temperatury powietrza w mieście w stosunku do otaczających je terenów peryferyjnych (niezabudowanych). Jest efektem zaburzonego (przez powierzchnie sztuczne: asfalt, beton, pokrycia dachów itp.) przebiegu procesów wymiany energii między podłożem a atmosferą. Zjawisko to jest wzmacniane przez wzrost temperatury, który sprzyja stagnacji powietrza nad miastem oraz wzrostowi koncentracji zanieczyszczeń powietrza, w tym pyłu zawieszonego i smogu.



w najbardziej wrażliwych na zmiany klimatu obszarach i sektorach. Wpisuje się to w politykę Unii Europejskiej w zakresie adaptacji do zmian klimatu, której celem jest poprawa odporności państw członkowskich na aktualne i oczekiwane zmiany klimatu.

W świetle dokumentu SPA 2020 oraz opracowań eksperckich i analiz Europejskiej Agencji Środowiska (EEA) wątkiem przewodnim adaptacji miast do zmian klimatu jest zapewnienie miastom prawidłowego i sprawnego funkcjonowania we wszystkich komponentach i systemach oraz ochronę ich potencjału przyrodniczego przed możliwymi zagrożeniami. Dla miast szczególne zagrożenie stanowią zjawiska i procesy wynikające ze zmian warunków termicznych w obszarach zurbanizowanych, występowanie zjawisk ekstremalnych, w szczególności opadów (deszczy nawałnych) powodujących lokalne podtopienia i zaburzenia funkcjonowania infrastruktury oraz występowania suszy i wynikające z niej deficyty wody. Do specyficznych zagrożeń miejskich należą również zaburzenia cyrkulacji powietrza wzmacniane przez jego zanieczyszczenie. Szczegółowa analiza danych klimatycznych umożliwi ocenę ekspozycji miasta na zmiany klimatu przy uwzględnieniu wybranych wskaźników charakteryzujących zjawiska klimatyczne. Wyniki oceny stanowią podstawę wskazania ryzyka wystąpienia ekstremalnych zjawisk klimatycznych i ich pochodnych będących największym zagrożeniem dla mieszkańców i sektorów miasta.

Kreowanie strategii zarządzania w poszczególnych dziedzinach wymaga diagnozy problemu który ma być przedmiotem regulacji. W niniejszym przypadku przedmiotem tym jest ocena potencjalnych skutków prognozowanych zmiany klimatu dla miasta i gminy Wyszaków. Celem opracowania dokumentu jest przedstawienie diagnozy wrażliwości na prognozowane zmiany klimatu. Wpływ tych zmian został przeanalizowany na podstawie oceny zmian zjawisk klimatycznych, zarówno w zakresie kierunku i tendencji zmian wartości poszczególnych wskaźników, jak i częstości występowania ekstremalnych zdarzeń pogodowych. Na podstawie ustaleń przeprowadzonej analizy ustalono związki i relacje pomiędzy wybranymi zjawiskami a sektorami i obszarami. Powyższe pozwoliło na wskazanie głównych zagrożeń wynikających ze zmian klimatu, które mogą mieć znaczenie dla miasta i gminy Wyszaków.

Niniejszy dokument uwzględnia wytyczne zawarte w pracach:

- 1) „Podręcznik adaptacji miast – wytyczne do przygotowania Miejskiego Planu Adaptacji do zmian klimatu” (Ministerstwo Środowiska, 2015),
- 2) „Ocena wrażliwości terenów miejskich na możliwe zagrożenia wynikające ze zmian klimatu” (Instytut Ekologii Terenów Uprzemysłowionych, 2014).

W niniejszym dokumencie przyjęto terminologię stosowaną w ww. podręczniku. Podstawowymi pojęciami są:

<b>Zjawiska klimatyczne</b>	zjawiska atmosferyczne, a także wynikające z nich zjawiska pochodne, które stanowią zagrożenie dla ludności miasta, środowiska przyrodniczego, zabudowy i infrastruktury oraz gospodarki.
<b>Wrażliwość na zmiany klimatu</b>	stopień, w jakim miasto podlega wpływowi zjawisk klimatycznych. Wrażliwość zależy od charakteru struktury przestrzennej miasta i jej poszczególnych elementów, uwzględnia populację zamieszkującą miasto, jej cechy oraz rozkład przestrzenny. Wrażliwość jest rozpatrywana w kontekście wpływu zjawisk klimatycznych, przy czym wpływ ten może być bezpośredni i pośredni.
<b>Potencjał adaptacyjny</b>	materialne i niematerialne zasoby miasta, które mogą służyć do dostosowania i przygotowania się na zmiany klimatu oraz ich skutki. Potencjał adaptacyjny tworzą: zasoby finansowe, zasoby ludzkie, zasoby instytucjonalne, zasoby infrastrukturalne, zasoby wiedzy.
<b>Podatność na zmiany klimatu</b>	stopień, w jakim miasto nie jest zdolne do poradzenia sobie z negatywnymi skutkami zmian klimatu. Podatność zależy od wrażliwości miasta na negatywne skutki zmian klimatu oraz potencjału adaptacyjnego.

Wykonana diagnoza uwzględnia następujące elementy:

- 1. Analiza zjawisk klimatycznych i ich pochodnych.** W analizie uwzględnione zostały wybrane zjawiska klimatyczne i ich pochodne, które mogą stanowić zagrożenie dla miasta, np. upały, występowanie zjawiska tzw. „miejskiej wyspy ciepła”, mrozy, intensywne opady, powodzie, podtopienia, susze, opady śniegu, porywy wiatru, burze oraz koncentracja zanieczyszczeń powietrza. Uwzględniono trendy przyszłych warunków klimatycznych w zróżnicowanych horyzontach czasowych dla dwóch scenariuszy emisji gazów cieplarnianych: RCP4.5 i RCP8.5. Scenariusz niskoemisyjny RCP4.5<sup>2</sup> to umiarkowany przyrost koncentracji gazów cieplarnianych i relatywnie powolne zmiany klimatu, zaś scenariusz wysokoemisyjny RCP8.5<sup>3</sup> to bardzo szybko przyrastająca koncentracja gazów cieplarnianych. Wynikiem analiz jest lista zjawisk i ich pochodnych, stanowiących zagrożenie dla miasta i gminy oraz określenie ekspozycji na te zagrożenia.
- 2. Ocena wrażliwości na zmiany klimatu.** Wrażliwość miasta była analizowana poprzez ocenę wpływu zjawisk klimatycznych na poszczególne obszary miasta oraz sektory miejskie. W przyjętej metodzie pod pojęciem sektor rozumie się część funkcjonowania miasta wyróżnioną zarówno w przestrzeni, jak i ze względu na określony typ aktywności społeczno-gospodarczej lub specyficzne problemy. Oceniono wrażliwość każdego

<sup>2</sup> RCP4.5 - scenariusz niskoemisyjny (rozwinięcie w dalszej części tekstu)

<sup>3</sup> RCP8.5 - scenariusz wysokoemisyjny (rozwinięcie w dalszej części tekstu)

z sektorów na zjawiska klimatyczne, a wynikiem tych analiz jest wybór sektorów najbardziej wrażliwych na zmiany klimatu.

3. **Określenie potencjału adaptacyjnego.** Działanie niezbędne do oceny podatności na zmiany klimatu, wykorzystane w planowaniu działań adaptacyjnych.
4. **Ocena podatności na zmiany klimatu.** Ocena podatności została przeprowadzona w oparciu o ocenę wrażliwości i ocenę potencjału adaptacyjnego. Im większa wrażliwość i mniejszy potencjał adaptacyjny, tym wyższa podatność na zmiany klimatu.
5. **Analiza ryzyka.** Analizy dokonano w oparciu o scenariusze klimatyczne, ustalając zagrożenie wynikające z przewidywanych zmian klimatu oraz potencjalnych skutków wystąpienia tych zjawisk klimatycznych w przestrzeni gminy. Analiza uwzględniała sektory uznane za najbardziej wrażliwe na zmiany klimatu i polegała na rozpoznaniu cech obszarów takich jak w szczególności liczba (zagęszczenie) mieszkańców, występowanie i charakter infrastruktury i zabudowy, udział powierzchni uszczelnionych itp. i tym samym potencjalnych skutków zagrożeń powodowanych zjawiskami klimatycznymi. Na podstawie tych cech i oceny zagrożeń ustalano poziom ryzyka dla poszczególnych obszarów. Poziom ryzyka oceniono w czterostopniowej skali (bardzo wysoki, wysoki, średni, niski). Najwyższy priorytet w planowaniu działań adaptacyjnych powinien być przyznany obszarom, dla których ryzyko oszacowano na poziomie wysokim i bardzo wysokim.

## 3.2 Klimat Wyszkowa i jego przewidywane zmiany

### 3.2.1 Współczesny klimat regionu

Gmina Wyszków jest gminą miejsko – wiejską położoną w północno - wschodniej części województwa mazowieckiego, w powiecie wyszkowskim. Powierzchnia gminy wynosi 165,18 km<sup>2</sup>. W jej skład wchodzi miasto Wyszków oraz 26 obrębów ewidencyjnych (28 miejscowości, 27 sołectw). Według regionalizacji fizycznogeograficznej J. Kondrackiego („Geografia regionalna Polski”, Warszawa 2002, z wykorzystaniem danych geoinformatycznych Państwowego Instytutu Geologicznego – Państwowego Instytutu Badawczego opracowanych dla potrzeb uszczegółowienia regionalizacji dla celów przyszłych audytów krajobrazowych województw), analizowany obszar położony jest w 3 mezoregionach:

- 1) północna część gminy w mezoregionie Międzyrzecze Łomżyńskie (makroregion Nizina Północnomazowiecka, podprowincja Niziny Środkowopolskie, prowincja Niż Środkowoeuropejski),
- 2) środkowo-południowa część gminy w mezoregionie Dolina Dolnego Bugu (makroregion Nizina Środkowomazowiecka, podprowincja i prowincja jw.),
- 3) skrajnie południowa część gminy (niewielki fragment) w mezoregionie Równina Wołomińska (makroregion, podprowincja i prowincja jw.).

W świetle nowego podziału Polski na regiony fizycznogeograficzne (Solon J., Borzyszkowski J. et.al., “Physico-geographical mesoregions of Poland - verification and adjustment of boundaries on the basis of contemporary spatial data”, w: Geographia Polonica, vol. 91, no. 2, 2018), analizowany teren znajduje się w jednostkach przestrzennych o tych samym nazwach, natomiast zróżnicowano przebieg ich granic.

Według rejonizacji klimatyczno – rolniczej R. Gumińskiego, Wyszków należy do wschodniej, chłodniejszej (mazowieckiej) części dzielnicy środkowej, która obejmuje dorzecza środkowej Wisły i środkowej Warty. Jest to obszar o niskiej wartości opadów rocznych (poniżej 550 mm). Okres wegetacyjny trwa od 200 do 220 dni. Zgodnie z podziałem regionalnym A. Wosia (Klimat Polski, PWN, 1999, Warszawa) gmina Wyszków położona jest w południowej części Regionu Środkowomazurskiego. Średnia roczna wartość temperatury powietrza waha się w granicach 7,5-8°C, średnia temperatura lipca wynosi 18°C, średnia temperatura lutego około -2,5°C.

Zróżnicowanie topoklimatyczne terenów gminy jest stosunkowo duże i odwzorowuje jej zróżnicowanie geomorfologiczne i związany z tym charakter pokrycia terenu.

- Tereny wyniesione ponad dolinę Bugu (prawobrzeżna część gminy oraz wyższe, niezalesione fragmenty w części lewobrzeżnej), charakteryzują się przeciętnymi dla regionu warunkami topoklimatycznymi.

- Rozległy taras zalewowy Bugu, z płytką wodą gruntową, charakteryzuje się wysoką wilgotnością powietrza, tendencją do akumulacji i zalegania powietrza chłodnego w porze nocnej, zwiększoną częstotliwością występowania mgieł. Są to tereny częstych, niskich przyziemnych inwersji termicznych rannych i wieczornych.
- Tereny lasów charakteryzują się specyficznym, lecz także zróżnicowanym topoklimatem, w zależności od charakteru podłoża i związanego z podłożem charakteru typu lasu. Na ogół są to tereny zaciszne, o mniejszym nasłonecznieniu, wyrównanym profilu termicznym i wilgotnościowym.
- Swoistym mikroklimatem charakteryzują się fragmenty wyniesionych partii doliny Bugu, pokryte lasem sosnowym o suchym, piaszczystym podłożu (Rybieńko Leśne, Kamieńczyk). Są to tereny zaciszne, częściowo zacienione, o korzystnych warunkach termiczno – wilgotnościowych (złagodzone ekstrema termiczne, małe ochładzanie).

Do określenia charakterystycznych miar elementów klimatu posłużono się 30-letnim normatywem opartym na godzinowych modelach symulacji pogody (udostępniane w ramach inicjatywy meteoblue.com). Podane wartości z tak przyjętego wielolecia (1987-2017) dotyczą temperatury powietrza, opadów, zachmurzenia oraz wiatru.

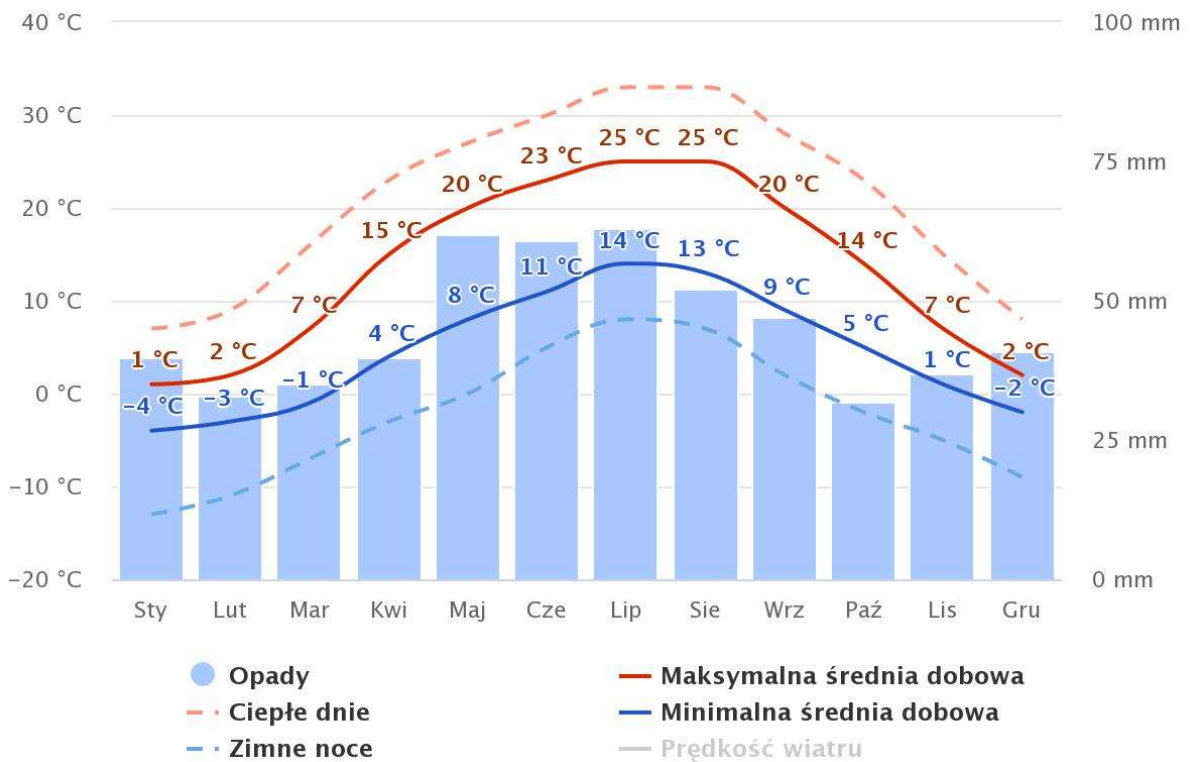
Rozkład temperatur i opadów w ciągu roku przedstawiono poniżej na rycinie nr 1. „Maksymalna średnia dobowa” (czerwona linia ciągła) pokazuje maksymalną temperaturę przeciętnego dnia dla każdego miesiąca (analogicznie jest przy „minimalnej średniej dobowej” - niebieska linia ciągła). Gorące dni i zimne noce (czerwone i niebieskie przerywane linie) pokazują średnią temperaturę najgorętszych dni i najzimniejszych nocy każdego miesiąca w ciągu ostatnich 30 lat. Na ryc. nr 2 przedstawiono liczbę dni w miesiącu z określoną wartością temperatury.

W tabeli nr 1 przedstawiono dane z serwisu Climate-Data.org przedstawiające informacje o średnich temperaturach i średnich opadach w roku. Wskazują one, że różnica w opadach pomiędzy najsuchszym a najbardziej mokrym miesiącem wynosi 47 mm. W trakcie roku średnia temperatura waha się o 24°C.

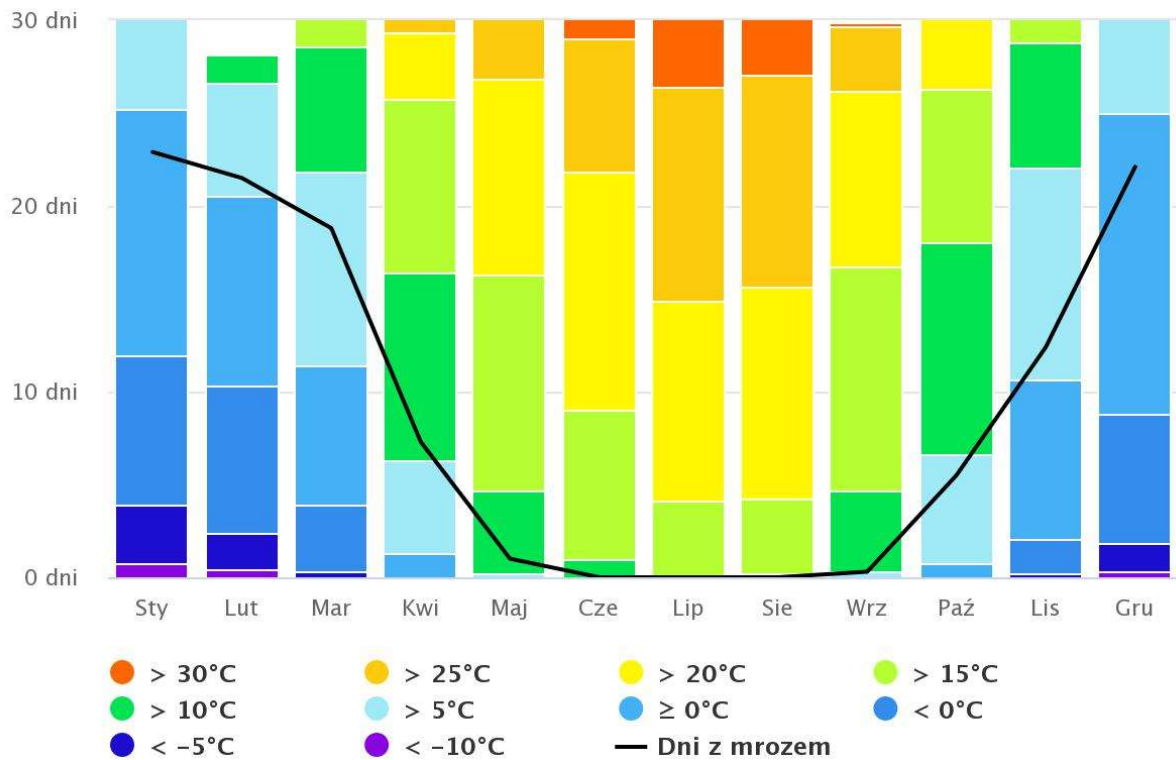
Na ryc. nr 3 przedstawiono informacje o miesięcznym zachmurzeniu. Zestawienie tych danych koreluje z ryc. nr 4, na której przedstawiono rozkład opadów w ciągu roku; wykres opadów pokazuje liczbę dni w miesiącu, gdy opady osiągną określoną wartość.

Opady atmosferyczne są w Polsce tym elementem klimatu, który podlega największej zmienności przestrzennej i czasowej, zarówno w przebiegu rocznym jaki i wieloletnim. Notuje się bardzo duże różnice pomiędzy miesięcznymi i rocznymi sumami opadów w poszczególnych latach. Ta mała stabilność sum opadów atmosferycznych jest charakterystyczna dla całego obszaru Polski i uważana jest za jeden ze szczególnych rysów klimatu tej części Europy.

**Ryc. 1.** Rozkład średnich temperatur i opadów analizowanego 30-lecia



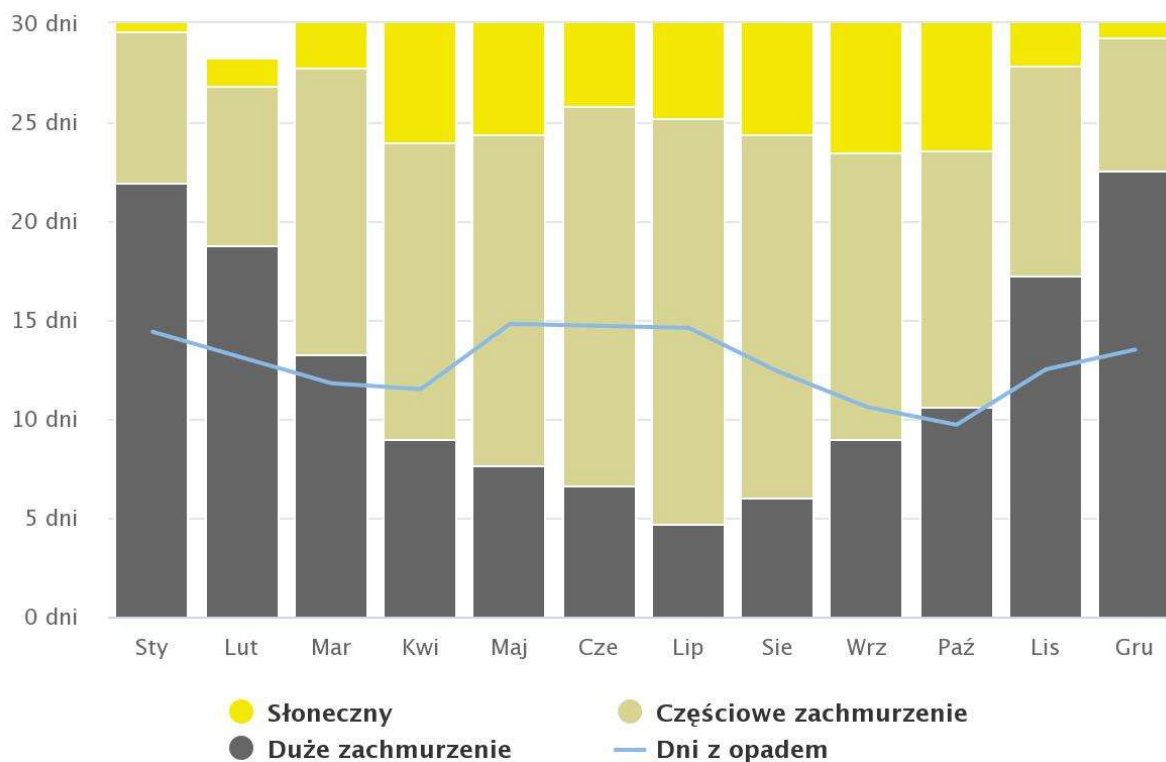
**Ryc. 2.** Liczba dni w miesiącu z określoną wartością temperatury - dane z 30-lecia



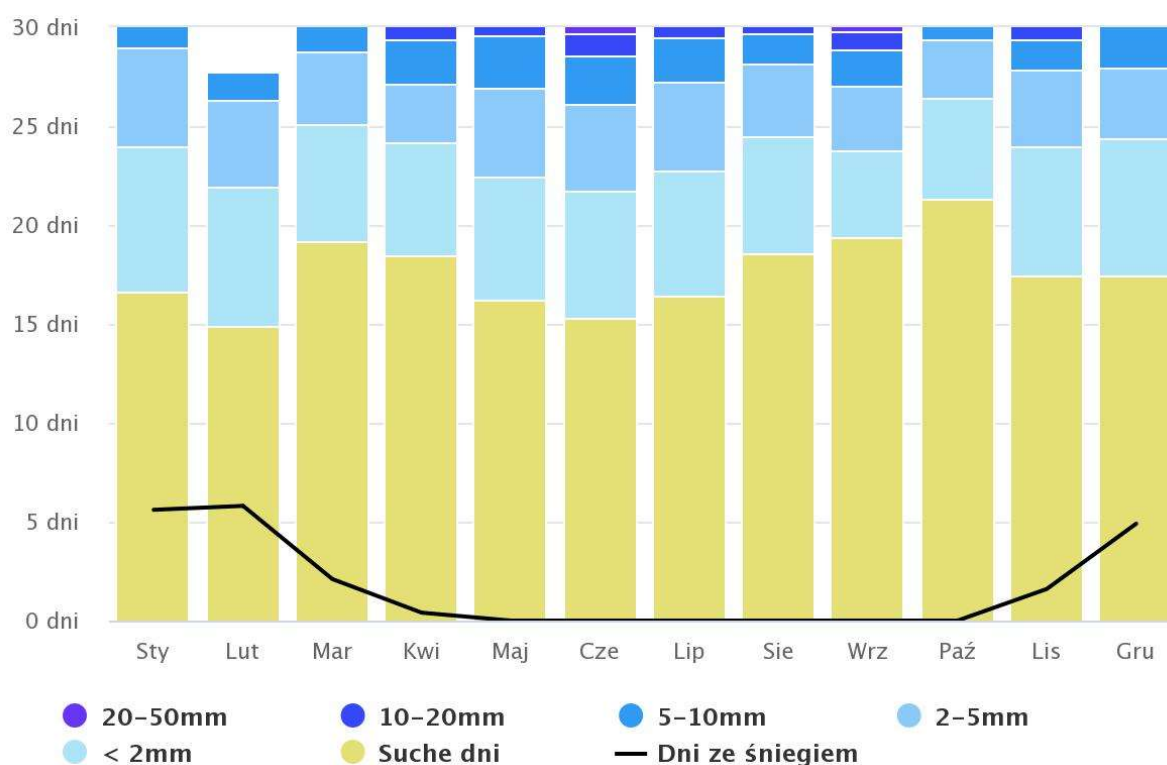
**Tab. 1.** Średniomiesięczne wartości temperatur i opadów w roku

miesiąc	Średnia temperatura (°C)	Opady deszczu (mm)
styczeń	-5,2	25
lut	-4,2	24
marzec	1	24
kwiecień	8,7	33
maj	13,4	52
czerwiec	17,2	68
lipiec	18,8	71
sierpień	17,7	60
wrzesień	13,4	47
październik	8,3	37
listopad	2,5	41
grudzień	-2,2	34

**Ryc. 3.** Rozkład miesięczny liczby dni słonecznych, dni z częściowym zachmurzeniem, dni z dużym zachmurzeniem i opadami atmosferycznymi. Dni, gdy zachmurzenie wynosi mniej niż 20% uważa się za dni słoneczne, 20-80% zachmurzonego nieba określa się jako zachmurzenie częściowe i ponad 80%, jako zachmurzone duże (dane z 30-lecia)



**Ryc. 4.** Średnie wartości opadów w roku dla analizowanego 30-lecia



Z uwagi na zasadność uszczegółowienia danych o opadach atmosferycznych, pozyskano bardziej szczegółowe dane z Polskiego Atlasu Natężeń Deszczów miarodajnych (akronim PANDa). Są to precyzyjne dane z okresu 30 lat modelowane dla rozdzielczości przestrzennej 5 x 5 km w oparciu o modele probabilistyczne uwzględniające interpolację przestrzenną danych z ogólnopolskiej sieci Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej (dalej: IMGW-PIB) oraz z sieci państw ościennych. Dane te nie są uproszczonymi modelami fizykalnymi (takimi jak np. powszechnie stosowany tzw. „wzór Błaszczyka”, obecnie krytykowany ze względu na nieadekwatność przedziałów czasowych w oparciu o które jest stosowany), ale dopasowanymi rozkładami teoretycznymi prawdopodobieństwa. Natężenia opadów miarodajnych są pochodną wysokości opadów miarodajnych wyznaczanych dla zadanych czasów trwania i prawdopodobieństw jako kwantyle dla zmiennej losowej dla uogólnionych rozkładów Pareto.

Przedstawione dane można wykorzystać<sup>4</sup> przy uzgadnianiu warunków technicznych przyłączy kanalizacji deszczowej a także przy obliczaniu spływu powierzchniowego oraz pojemności zbiorników retencyjnych. Dane te mogą stanowić podstawę do prawidłowego projektowania systemów odprowadzania wód deszczowych oraz służyć do zasilania modeli hydrologicznych systemu odwodnienia, bowiem uwzględnienie lokalnych wartości opadu pozwala na prawidłowe projektowanie systemów odprowadzania, retencjonowania i rozsączania wód opadowych. Ponadto, dane te mogą pomóc w realnym określeniu przyszłych opłat za odprowadzanie wód opadowych.

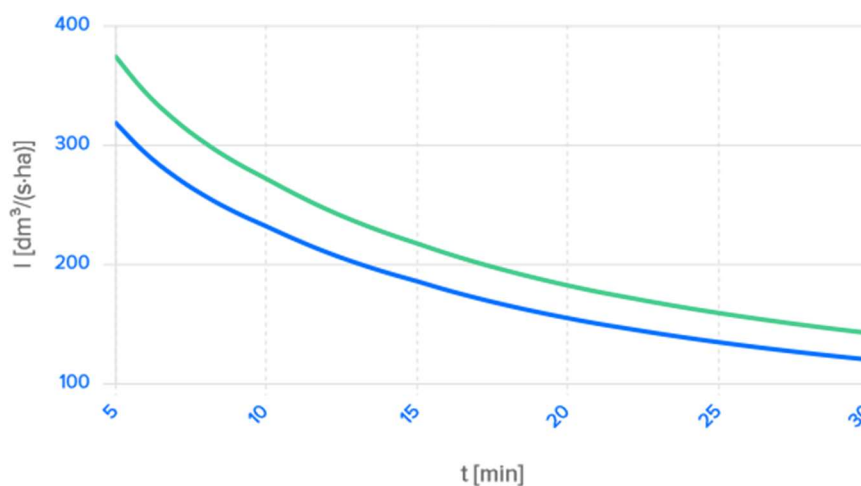
<sup>4</sup> Szersze przedstawienie tematu jest omówione na stronie <https://atlaspanda.pl/faq/> (dostęp: 27.10.2020 r.)



**Tab. 2.** Natężenia deszczów miarodajnych o różnych czasach trwania wg modelu PANDa (wraz z przedziałem ufności)

Czas trwania opadu [min]	Prawdopodobieństwo 20%	Prawdopodobieństwo 10%
	Natężenie deszczu miarodajnego [dm <sup>3</sup> /(s·ha)] (wraz z przedziałem ufności)	Natężenie deszczu miarodajnego [dm <sup>3</sup> /(s·ha)] (wraz z przedziałem ufności)
5	<b>318.71</b> (299.64 - 336.19)	<b>374.33</b> (345.88 - 398.19)
6	<b>293.15</b> (276.46 - 308.83)	<b>344.13</b> (319.06 - 365.49)
7	<b>273.15</b> (258.27 - 287.44)	<b>320.50</b> (298.00 - 339.95)
8	<b>256.93</b> (243.49 - 270.12)	<b>301.35</b> (280.89 - 319.28)
10	<b>231.94</b> (220.64 - 243.46)	<b>271.87</b> (254.47 - 287.49)
12	<b>209.78</b> (199.56 - 219.78)	<b>245.79</b> (230.42 - 259.01)
14	<b>192.71</b> (183.31 - 201.57)	<b>225.70</b> (211.87 - 237.14)
15	<b>185.52</b> (176.48 - 193.91)	<b>217.25</b> (204.06 - 227.96)
16	<b>178.12</b> (169.40 - 186.21)	<b>208.83</b> (196.12 - 219.19)
18	<b>165.35</b> (157.22 - 172.93)	<b>194.30</b> (182.40 - 204.06)
20	<b>154.71</b> (147.06 - 161.85)	<b>182.15</b> (170.95 - 191.41)
22	<b>145.67</b> (138.44 - 152.44)	<b>171.82</b> (161.21 - 180.64)
24	<b>137.89</b> (131.01 - 144.33)	<b>162.90</b> (152.80 - 171.34)
26	<b>131.09</b> (124.53 - 137.25)	<b>155.11</b> (145.45 - 163.20)
28	<b>125.10</b> (118.82 - 131.01)	<b>148.22</b> (138.97 - 156.02)
30	<b>119.77</b> (113.74 - 125.45)	<b>142.09</b> (133.19 - 149.62)

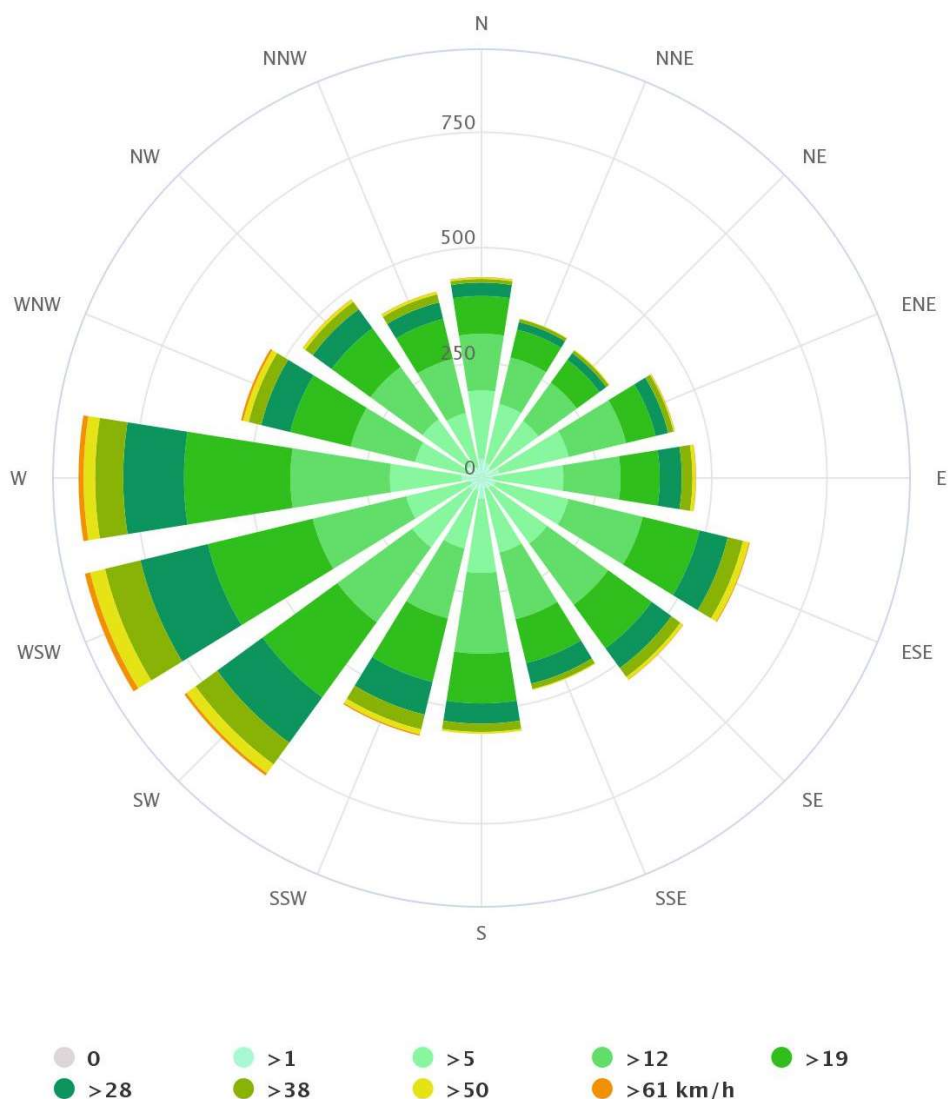
**Ryc. 5.** Natężenie deszczu dla różnych czasów trwania wg modelu PANDa (skala liniowa)



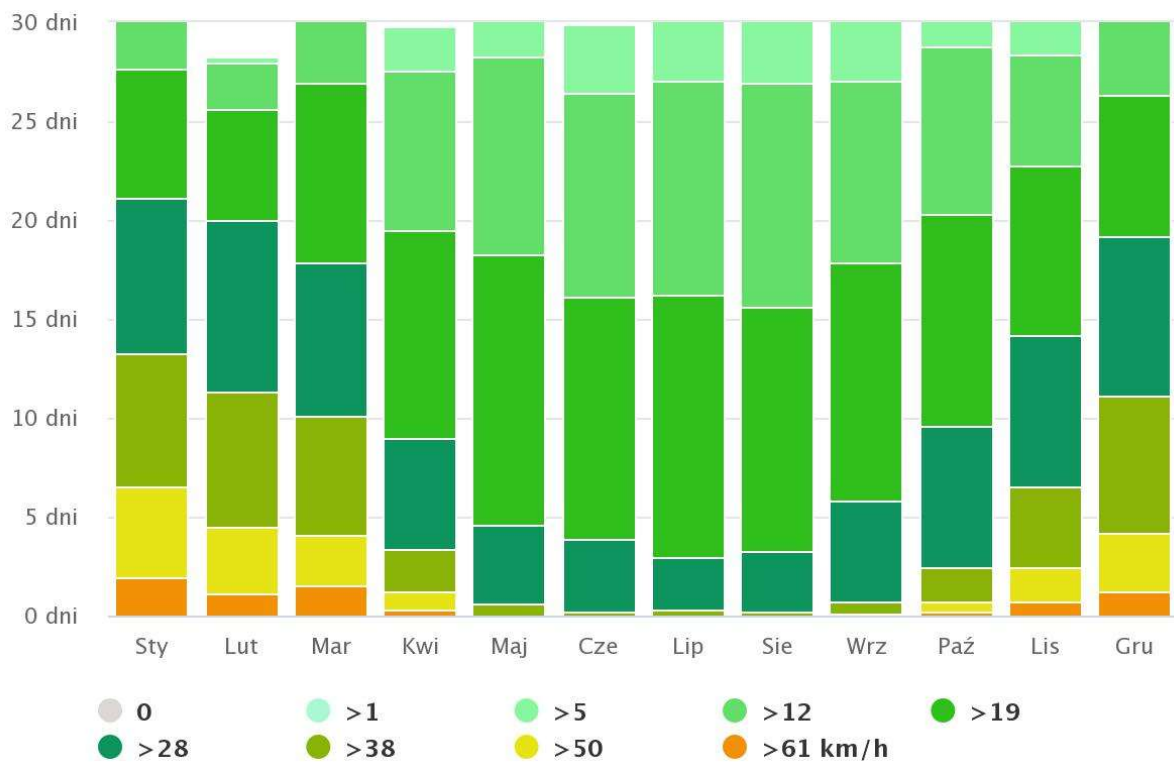
Według danych IMGW-PIB przedstawionych w opracowaniu pn. „Analiza uwarunkowań przewietrzania miasta Wyszków”, na terenie miasta Wyszkowa dominują wiatry z kierunku zachodniego (około 15% czasu w ciągu roku). Drugim dominującym kierunkiem, z którego często wieje wiatr jest południowy - wschód (około 10% czasu w ciągu roku). W większości odnotowywano prędkości wiatrów rzędu 4-6 m/s. Ustalenia te korelują z danymi publikowanymi w ramach inicjatywy meteoblue.com, które przedstawiono na ryc. 6-7.

W ramach ww. pracy („Analiza uwarunkowań ...”) ustalono lokalizację głównych korytarzy przewietrzania miasta. Ich zobrazowanie przedstawiono na rycinie nr 8.

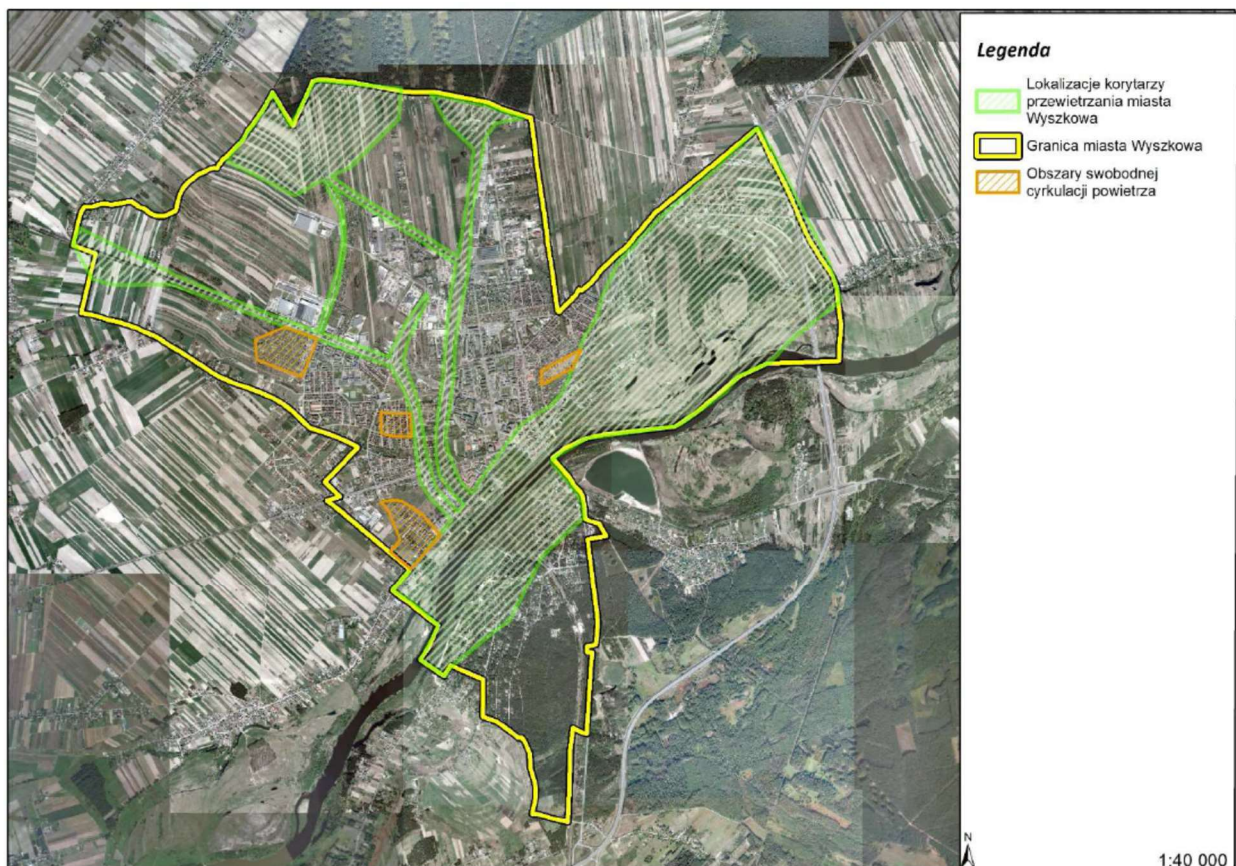
**Ryc. 6.** Róża wiatrów dla 30-lecia; wykres wskazuje liczbę godzin w ciągu roku, gdy wiatr wieje ze wskazanego kierunku.



**Ryc. 7.** Rozkład prędkości wiatrów na przestrzeni miesięcy – dane z 30-lecia



**Ryc. 8.** Lokalizacja korytarzy przewietrzania miasta Wyszkowa na tle ortofotomapy

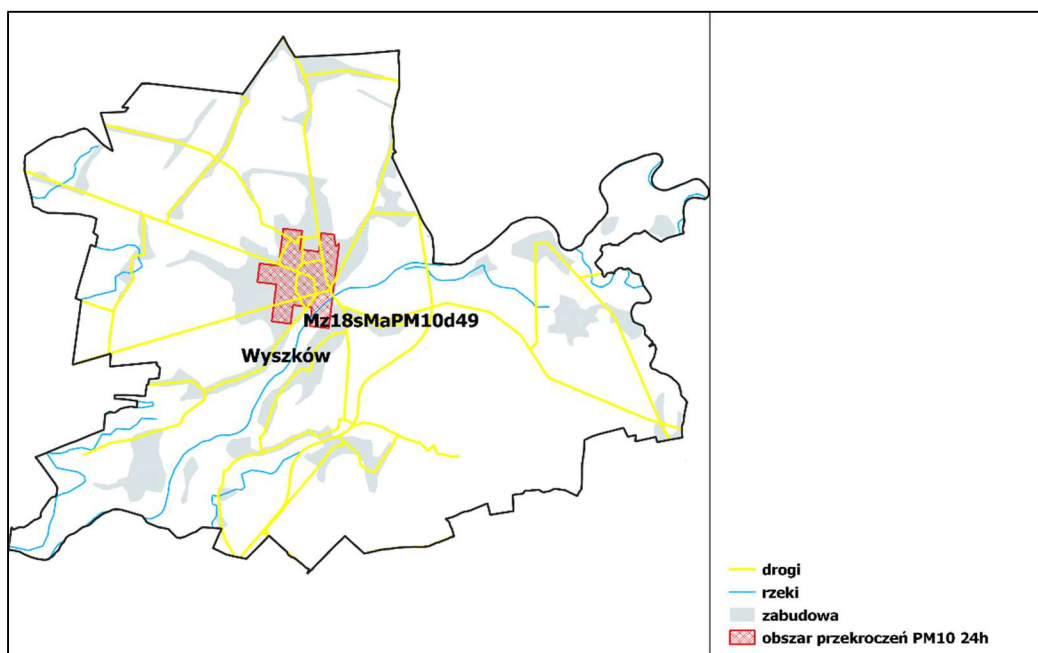


Zanieczyszczenie powietrza w miastach w synergii ze skutkami zmian klimatu takimi jak: wysokie temperatury, brak wiatru, słabe przewietrzanie przy zjawisku niskiej emisji oraz inwersji temperaturowej a także przy częstym występowaniu tzw. kanionów miejskich (wysokiej zabudowy po obu stronach ulicy) jest istotnym czynnikiem wzmacniającym zagrożenia miasta wynikające ze zmian klimatu.

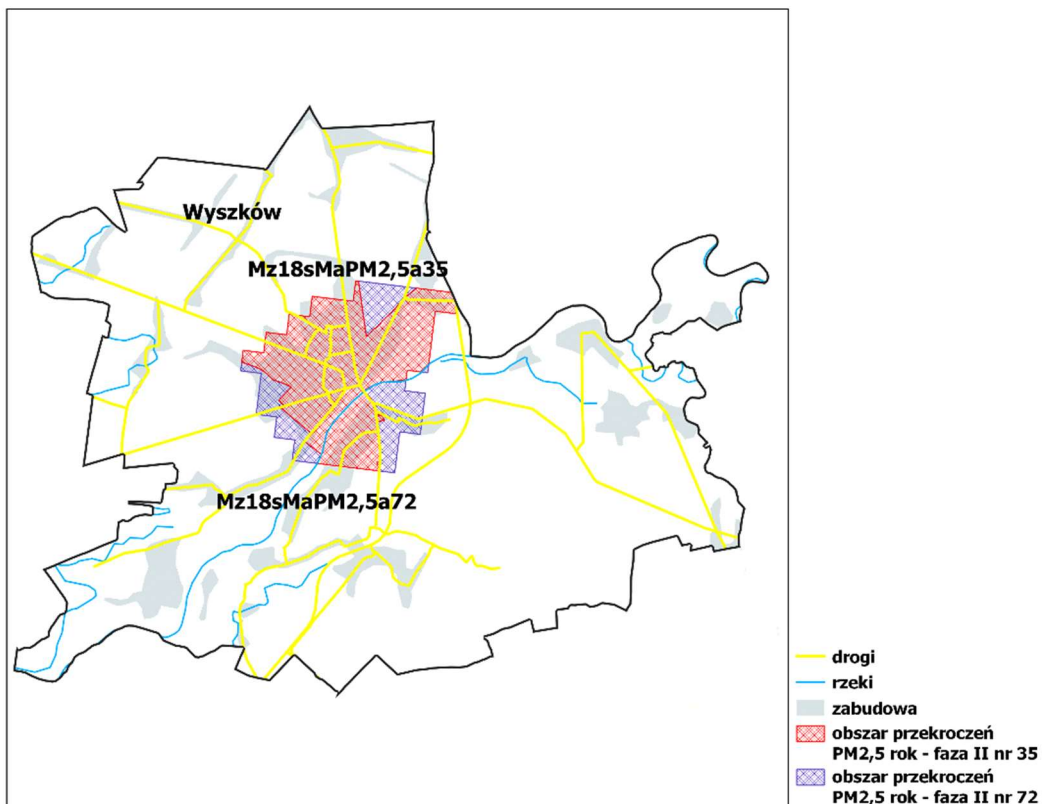
W odniesieniu do jakości powietrza atmosferycznego należy zauważyć, że Inspekcja Ochrony Środowiska corocznie dokonuje oceny zanieczyszczenia powietrza dwutlenkiem siarki, dwutlenkiem azotu, tlenkiem węgla, benzenem i ozonem oraz pyłem zawieszonym PM10, PM2,5 i zanieczyszczeniami oznaczanymi w pyłe PM10: ołowiem, arsenem, kadmem, niklem i benzo(a)pirenem. Oceny te dokonywane są w odniesieniu do obszarów kraju zwanych strefami. Nie ma dostępnych analiz dla samego Wyszkowa, a jedynie dla województwa – na tej podstawie można jednak wysnuć wnioski dotyczące naszej gminy. Dla celów takiej oceny województwo mazowieckie podzielone zostało na strefy; gmina Wyszków przynależy do strefy mazowieckiej. Dane za 2018 r. odnoszące się do strefy mazowieckiej wskazują na klasę C (najniższą) dla takich zanieczyszczeń, jak pył PM2,5 i PM10 i benzo(a)piren. Dane za rok 2019 oprócz powyższych zanieczyszczeń wskazują również na klasę C dla ozonu troposferycznego.

W związku z powyższym, w dniu 8 września 2020 r. Sejmik Województwa Mazowieckiego przyjął (uchwałą nr 115/20) program ochrony powietrza dla stref w województwie mazowieckim, w których zostały przekroczone poziomy dopuszczalne i docelowe substancji w powietrzu. W dokumencie tym przedstawiono dane z 2019 r. odnoszące się do przestrzennego rozkładu zanieczyszczeń. Ryciny i ustalenia dla miasta Wyszków przedstawiono poniżej.

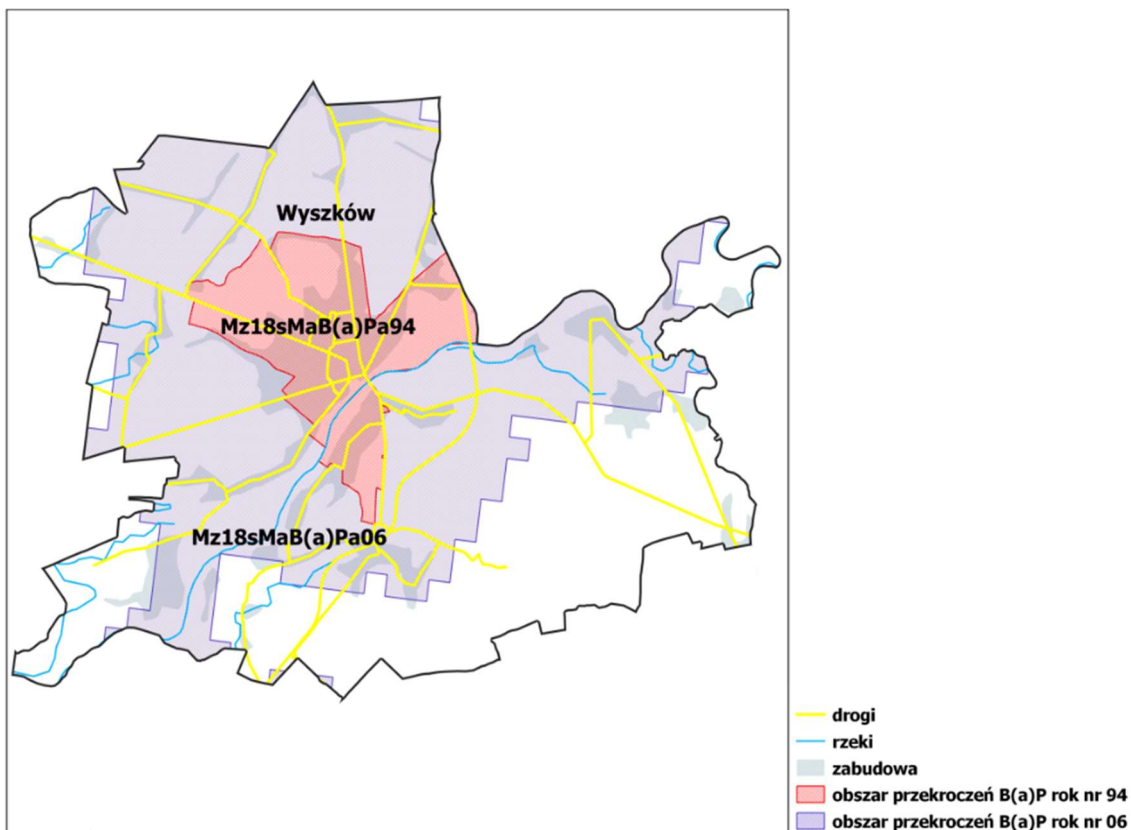
**Ryc. 9.** Obszar przekroczeń poziomu dopuszczalnego średniodobowego pyłu zawieszzonego PM10 w gminie miejsko – wiejskiej Wyszków w 2018 roku



**Ryc. 10.** Obszar przekroczeń poziomu dopuszczalnego średniodobowego pyłu zawieszonego PM2,5 w gminie miejsko – wiejskiej Wyszków w 2018 roku



**Ryc. 11.** Obszary przekroczeń poziomu docelowego średniorocznego benzo(a)pirenu w gminie miejsko–wiejskiej Wyszków w 2018 roku

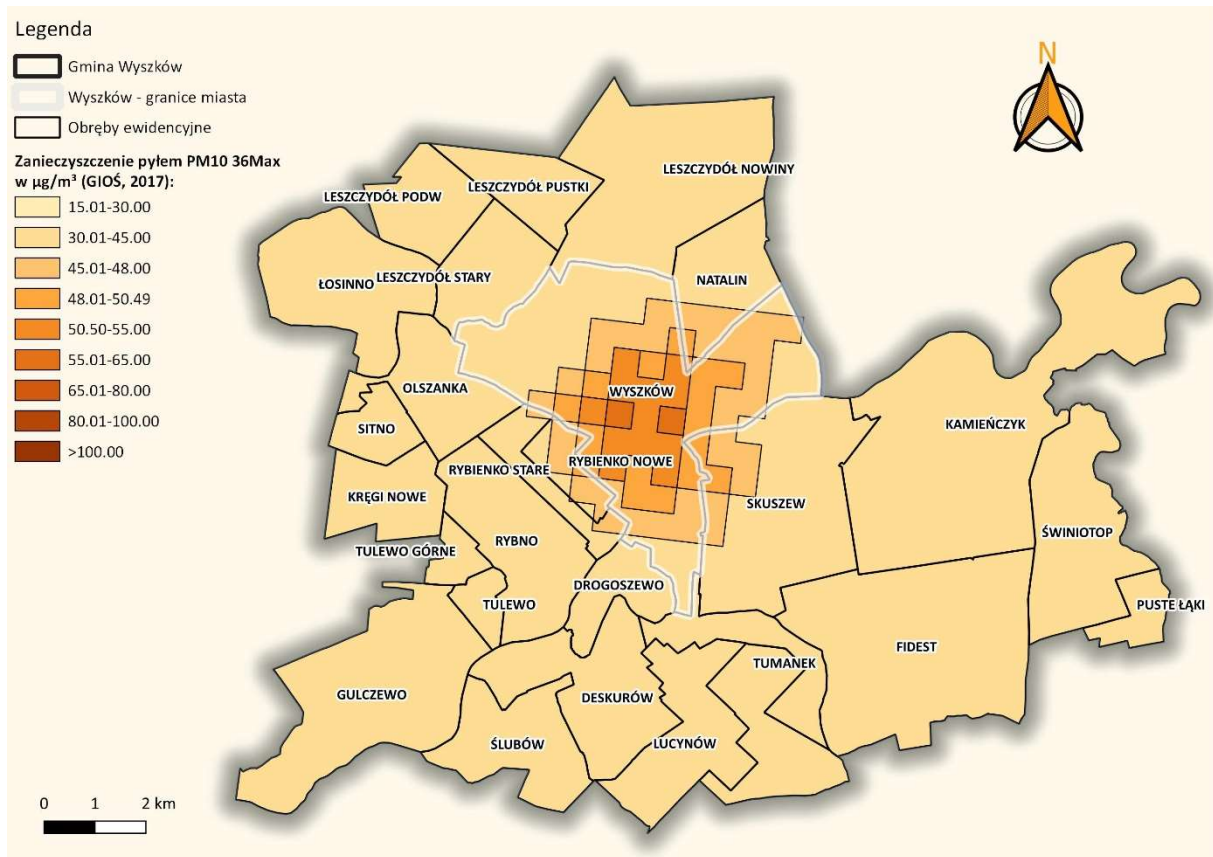


**Tab. 3.** Dane dot. poziomów przekroczeń zanieczyszczeń powietrza.

Zanieczyszczenie	Lokalizacja	Powierzchnia obszaru [km <sup>2</sup> ]	Liczba ludności	Liczba ludności powyżej 65 roku życia	Liczba ludności poniżej 5 roku życia	Liczba ośrodków (instytucji), w których przebywają osoby wrażliwe	Maksymalna wartość stężenia z obliczeń średniodobowa µg/m <sup>3</sup>	Wartość stężenia 36 max. z pomiarów średniodobowych µg/m <sup>3</sup>	Główna przyczyna
Pył PM10	Większa część miasta Wyszków w gminie miejsko-wiejskiej Wyszków	3,7	15524	2484	776	4	55,9	Nie dotyczy	Oddziaływanie emisji związanych z indywidualnym ogrzewaniem budynków
Pył PM2,5	Cały obszar miasta w gminie miejsko-wiejskiej Wyszków	12,1	24333	3893	1217	10	25,3	Nie dotyczy	Cały obszar miasta w gminie miejsko-wiejskiej Wyszków
Pył PM2,5	Wiejska część gminy miejsko-wiejskiej Wyszków, wokół miasta	4,2	2313	370	116	0	22,7	Nie dotyczy	Wiejska część gminy miejsko-wiejskiej Wyszków, wokół miasta
Benzo(a)piren	Sołectwa w gminie miejsko-wiejskiej Wyszków: Leszczydół – Nowiny, Leszczydół- Pustki, Leszczydół – Podwielątki, Leszczydół Stary, Olszanka, Sitno, Rybienko Nowe, Rybienko stare, Rybno, Drogoszewo, Skuszew, Lucynów, Tumanek, Kamieńczyk	88,1	11257	1801	563	0	2,7	Nie dotyczy	Sołectwa w gminie miejsko-wiejskiej Wyszków: Leszczydół – Nowiny, Leszczydół- Pustki, Leszczydół
Benzo(a)piren	Cały obszar miasta w gminie miejsko-wiejskiej Wyszków	20,8	25825	4132	1291	10	3,4	Nie dotyczy	Cały obszar miasta w gminie miejsko-wiejskiej Wyszków

Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2008/50/WE z dnia 21 maja 2008 r. w sprawie jakości powietrza i czystszej powietrza dla Europy nakłada dwie normy jeśli chodzi o pył zawieszony PM10. Pierwsza dotyczy stężenia średniorocznego – maksymalne dopuszczalne średnie roczne stężenie pyłu PM10 w powietrzu to  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Ustanowiona została również norma dla stężenia średniodobowego –  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , z zaznaczeniem, że w przeciągu roku może wystąpić maksymalnie 35 dni kiedy norma dla średniego stężenia dobowego może zostać przekroczona. Ocena jakości powietrza w obrębie Unii Europejskiej w zakresie zanieczyszczenia pyłem PM10 opiera się właśnie o te dwie normy: średnie roczne stężenie nie może przekraczać  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , a w ciągu roku nie może być więcej niż 35 dni kiedy to stężenie średniodobowe było wyższe niż  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Pamiętać jednak należy, że wytyczne Światowej Organizacji Zdrowia są ostrzejsze – według WHO średnioroczne stężenie PM10 nie powinno przekraczać  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Badania modelowe Państwowego Monitoringu Środowiska za 2017 r. wskazują, że na terenie niektórych części gminy są przekroczone dopuszczalne poziomy zawartości pyłów PM 2,5 i PM10 w powietrzu atmosferycznym. Stopień zanieczyszczenia pyłem PM10 w odniesieniu do stężenia średniodobowego występującego przez ponad 35 dni w roku przedstawiono graficznie na rycinie nr 12. Należy dodać, że chwilowe poziomy zanieczyszczenia mogą znacznie odbiegać od ww. wyników, zwłaszcza w sezonie grzewczym oraz w tych porach dnia, w których występuje najwyższy ruch samochodowy lub też prowadzone są intensywne prace rolne (np. żniwa). Zobrazowany stopień zanieczyszczenia wskazuje, że absolutnie niezbędnym działaniem jest zarówno dążenie do zmniejszenia emisji wywołującej zanieczyszczenie środowiska, jak i podejmowanie działań adaptacyjnych i minimalizujących – których wyrazem jest m.in. wprowadzanie nowych form zieleni w przestrzeniach o intensywnej zabudowie, szczególnie w obrębie terenów zabudowy mieszkaniowej.

**Ryc. 12.** Stopień zanieczyszczenia powietrza atmosferycznego pyłami drobnymi i średnimi PM10 w odniesieniu do stężenia średniodobowego występującego przez ponad 35 dni w roku w rejonie opracowania [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ].





### 3.2.2 Prognoza zmian klimatu

W niniejszym podrozdziale przedstawiono trendy przyszłych warunków klimatycznych w horyzoncie dekadowym do 2050 r. dla dwóch scenariuszy emisji gazów cieplarnianych. Wynikiem analiz jest lista zjawisk i ich pochodnych, stanowiących zagrożenie dla gminy i miasta oraz określenie ekspozycji na te zagrożenia. Należy wyjaśnić, że przedstawione scenariusze zmian koncentracji dwutlenku węgla w atmosferze są następujące:

- RCP4.5 (Representative Concentration Pathways 4.5 W/m<sup>2</sup>, co oznacza że oszacowana wielkość wymuszenia radiacyjnego przez gazy cieplarniane w roku 2100 wyniesie 4,5 W/m<sup>2</sup>) – tzw. scenariusz niskoemisyjny. Zakłada on wprowadzenie nowych technologii dla uzyskania wyższej niż obecnie redukcji emisji gazów cieplarnianych – w roku 2100 osiągnięcie koncentracji CO<sub>2</sub> nieprzekraczającej 580 ppm (obecnie 400 ppm) oraz wymuszenia radiacyjnego na poziomie 4,5 W/m<sup>2</sup>. Scenariusz ten oznacza wzrost średniej temperatury ziemi o 2,5°C względem epoki przedindustrialnej.
- RCP8.5 (Representative Concentration Pathways 8.5 W/m<sup>2</sup>, co oznacza że oszacowana wielkość wymuszenia radiacyjnego przez gazy cieplarniane w roku 2100 wyniesie 8,5 W/m<sup>2</sup>) – tzw. scenariusz wysokoemisyjny. Zakłada on utrzymanie aktualnego tempa wzrostu emisji gazów cieplarnianych, nazywany *business as usual* – w roku 2100 osiągnięcie koncentracji CO<sub>2</sub> na poziomie 1230 ppm (obecnie 400 ppm) oraz wymuszenia radiacyjnego na poziomie 8,5 W/m<sup>2</sup>. Scenariusz ten oznacza wzrost średniej temperatury ziemi o 4,5°C względem epoki przedindustrialnej.

Analizę przeprowadzono w oparciu o wyniki projektu KLIMADA2 realizowanego przez Instytut Ochrony Środowiska – Państwowy Instytut Badawczy. Wykorzystuje on dane inicjatywy EURO-CORDEX przy zastosowaniu projekcji klimatycznych szacowanych przez Międzyrządowy Panel ds. Zmian Klimatu (IPCC) oraz wyniki symulacji regionalnych modeli klimatu dla obszaru obejmującego całą Europę na siatce regularnej w rozdzielczości 0.11° (ok. 12,5 km).

W przedstawionych analizach wyraźnie uwidacznia się wzrost wartości parametrów charakteryzujących pogodę „ciepłe” (temperatury maksymalne, liczba dni i długość okresów upalnych), natomiast spadek wartości parametrów charakteryzujących pogodę „chłodne” (wzrost wartości temperatur minimalnych, zmniejszenie częstotliwości okresów zimnych). Ocieplenie klimatu szczególnie uwidacznia się w sezonie zimowym.

#### 3.2.2.1 Temperatury

W odniesieniu do przeanalizowanych indeksów temperaturowych prognozowane jest wystąpienie następujących zmian.

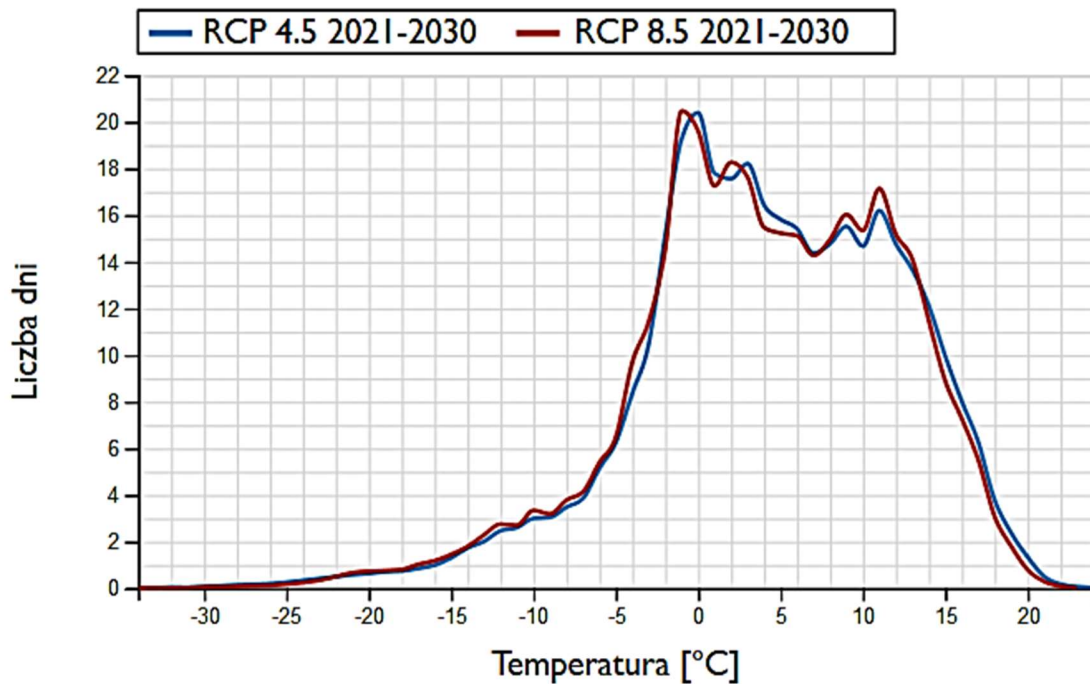
1. Prognozowane jest zwiększenie się liczby dni z temperaturą średniodobową >10°C, co jest wskaźnikiem wydłużenia okresu wegetacyjnego niektórych roślin

2. Prognozowany jest wzrost temperatury średniorocznej.
3. W odniesieniu do poszczególnych miesięcy, prognozowany jest wzrost temperatur w miesiącach zimowych: styczniu, lutym, listopadzie i grudniu. Stosunkowo słaby trend (lub jego brak) występuje dla kwietnia, maja oraz września. Wyraźny trend wzrostowy występuje dla czerwca i lipca.
4. Prognozowany jest wzrost wartości temperatur maksymalnych w okresie letnim.
5. Do roku 2050 przewidywane jest zwiększenie się ilości dni upalnych (temperatura maksymalna > 30°C) oraz zwiększenie się ilości fal upałów (liczba okresów o długości przynajmniej 3 kolejnych dni z temperaturą maksymalną > 30°C), choć prognozowany średni czas trwania fal upałów nie ulegnie znaczącym zmianom w stosunku do klimatu bieżącego.
6. Prognozowany jest znaczący wzrost liczby dni gorących (z temperaturą maksymalną >25°C). Liczba okresów o długości przynajmniej 5 dni z temperaturą maksymalną >25°C pozostanie na poziomie zbliżonym do klimatu bieżącego, jednak czasu trwania tych okresów ulegnie wydłużeniu.
7. Prognozowany jest także wzrost ilości nocy tropikalnych (dni z temperaturą minimalną >20°C).
8. Prognozowany jest wzrost temperatur minimalnych okresu zimowego.
9. Prognozowana liczba dni mroźnych z temperaturą maksymalną poniżej 0°C ulegnie zmniejszeniu.
10. Prognozowana liczba dni z temperaturą minimalną poniżej -10°C ulegnie zmniejszeniu.
11. Z punktu widzenia procesów kształtujących lokalne warunki klimatyczne, prognozowany przyrost temperatury maksymalnej w okresie ciepłym będzie sprzyjał - na terenach miejskich - 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. Różnice temperatur w mieście i poza miastem są największe podczas pogody wyżowej, przy słabym wietrze i braku zachmurzenia. Wzrost prędkości wiatru zmniejsza bowiem szanse na gromadzenie się zapasów ciepła w mieście.
12. Prognozowana liczba dni przymrozkowych w ciągu roku (z temperaturą minimalną <0°C) ulegnie zmniejszeniu.
13. Prognozowane jest zmniejszenie się ilości okresów z temperaturą minimalną <0°C, trwających przynajmniej 5 dni, przy czym czas trwania takich okresów nie będzie ulegał większym zmianom, choć wykazuje nieznaczną tendencję spadkową do roku 2050.
14. Prognozowane jest zmniejszenie się liczby dni z przejściem temperatury przez 0°C.
15. Według danych przedstawianych w serwisie [www.atlas.impact2c.eu](http://www.atlas.impact2c.eu), nie przewiduje się zwiększenia ilości tzw. tropikalnych nocy (z temperaturami powyżej 20 °C), natomiast przewiduje się zwiększenie (o 4-8 dni) liczby dób, w których będą występowały fale upałów.

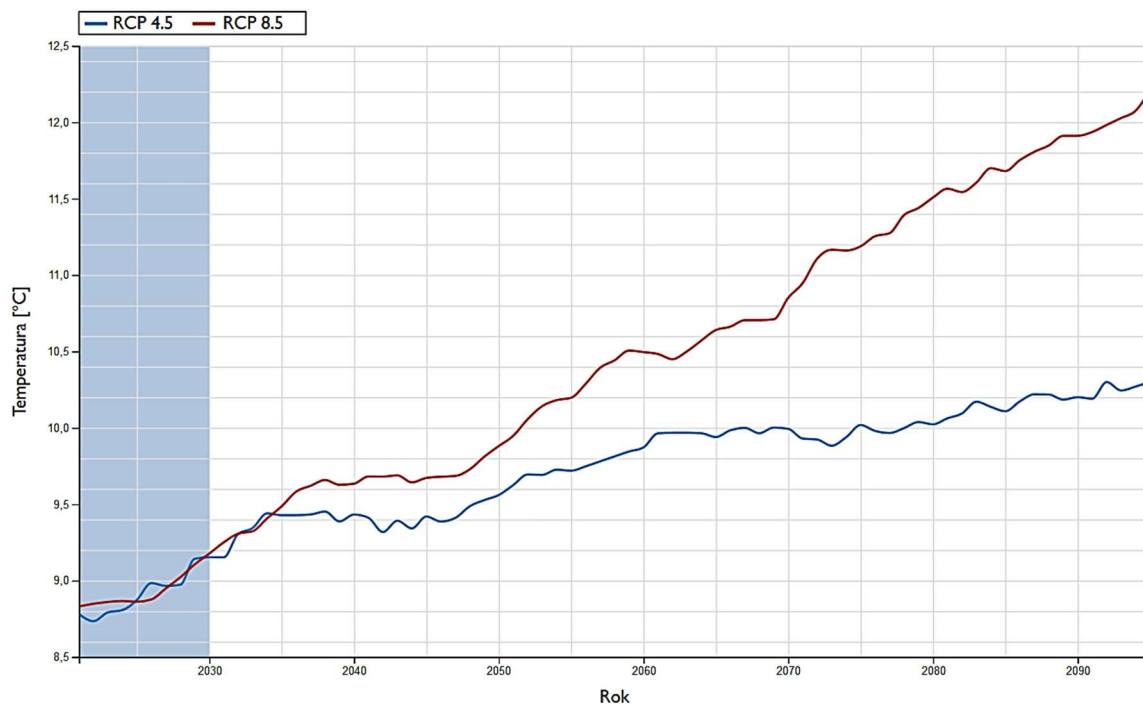
Opis zmienności wybranych indeksów przedstawiono na poniższych rycinach.

Warto dodać, że warunki termiczne gminy mogą być przestrzennie zróżnicowane w skali lokalnej. Wpływa na to m.in. urozmaicona rzeźba terenu, zróżnicowane zagospodarowanie terenu, czy też szorstkość, przewodność i pojemność cieplna podłoża. Oddziaływanie tych czynników sprzyja wyraźnemu urozmaiceniu warunków klimatycznych w skali lokalnej.

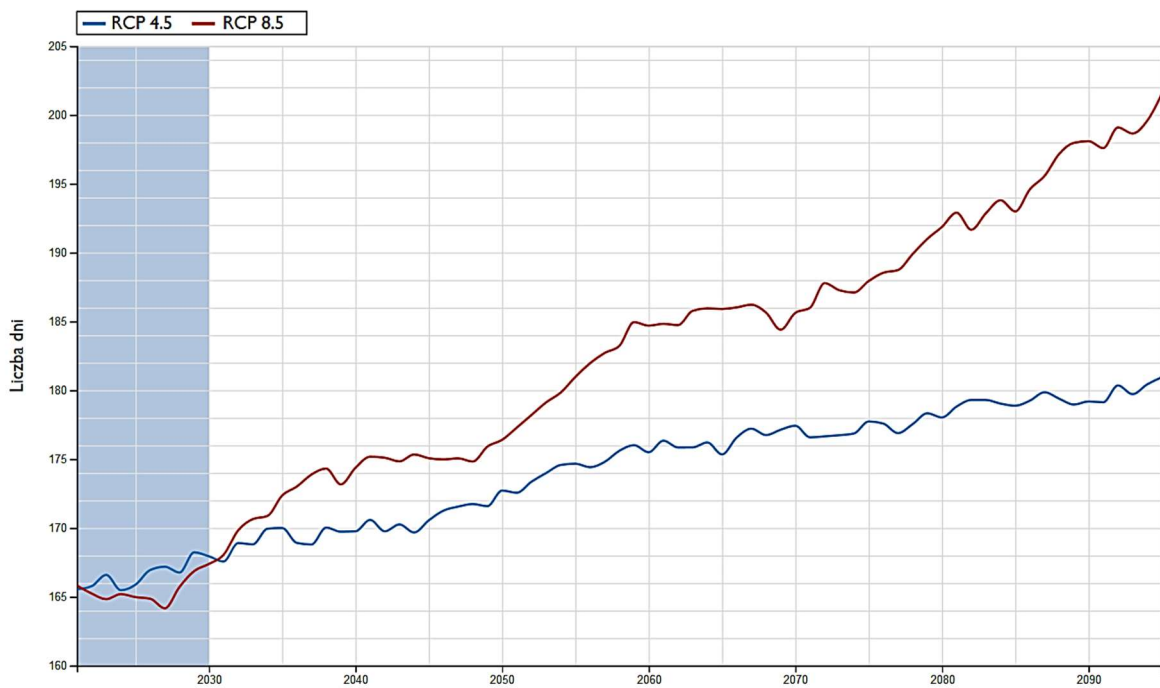
**Ryc. 13.** Porównanie: liczba dni o danej temperaturze minimalnej i prawdopodobieństwo wystąpienia



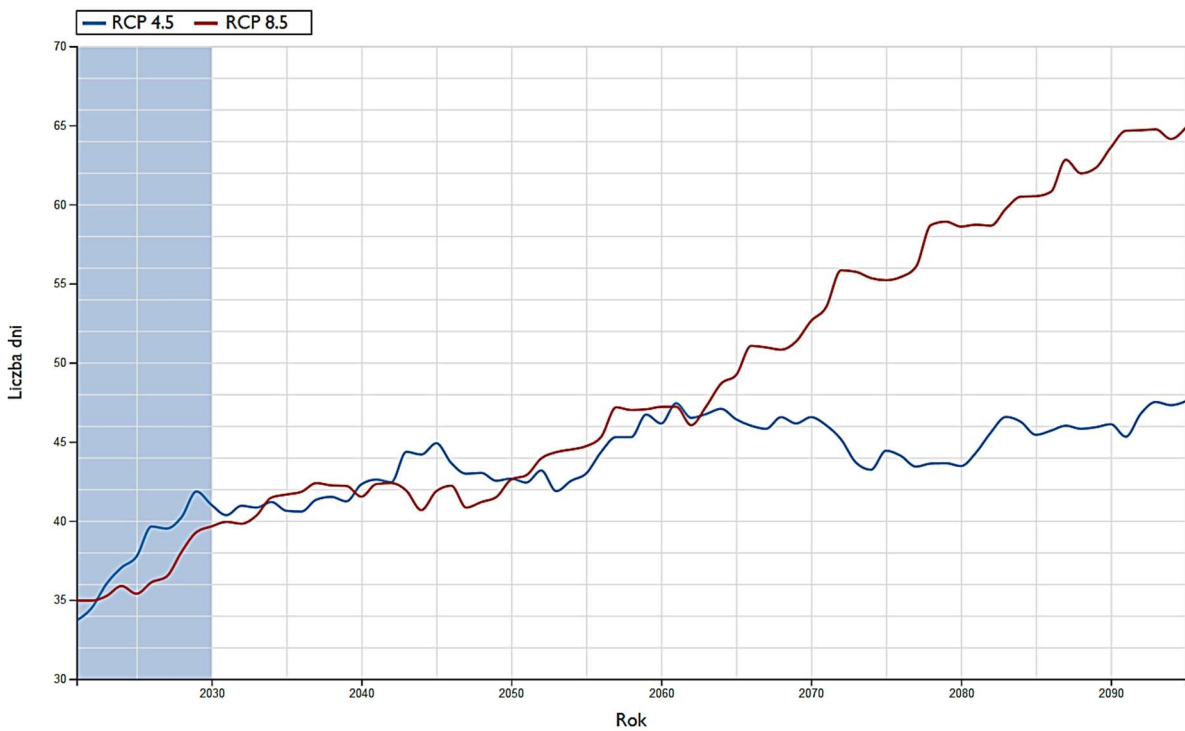
**Ryc. 14.** Prognozowane zmiany średniej temperatury dla dwóch scenariuszy klimatycznych



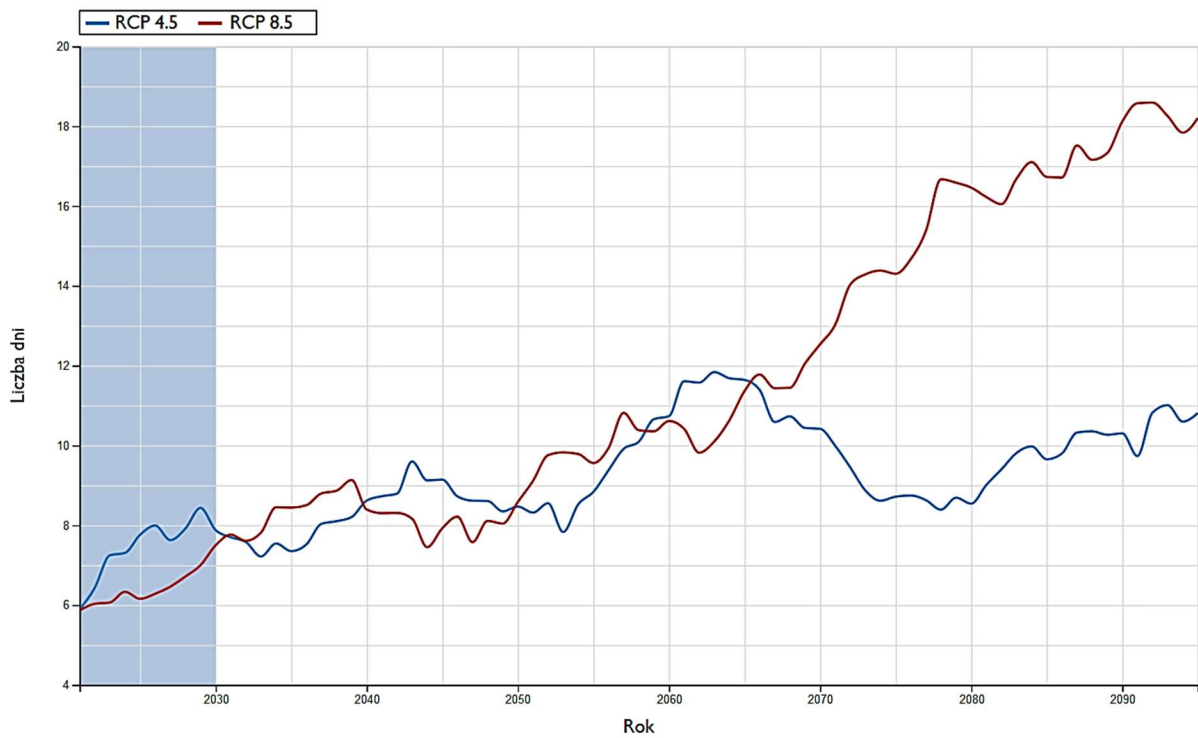
**Ryc. 15.** Prognozowane zmiany liczby dni wegetacyjnych z temperaturą > 10°C



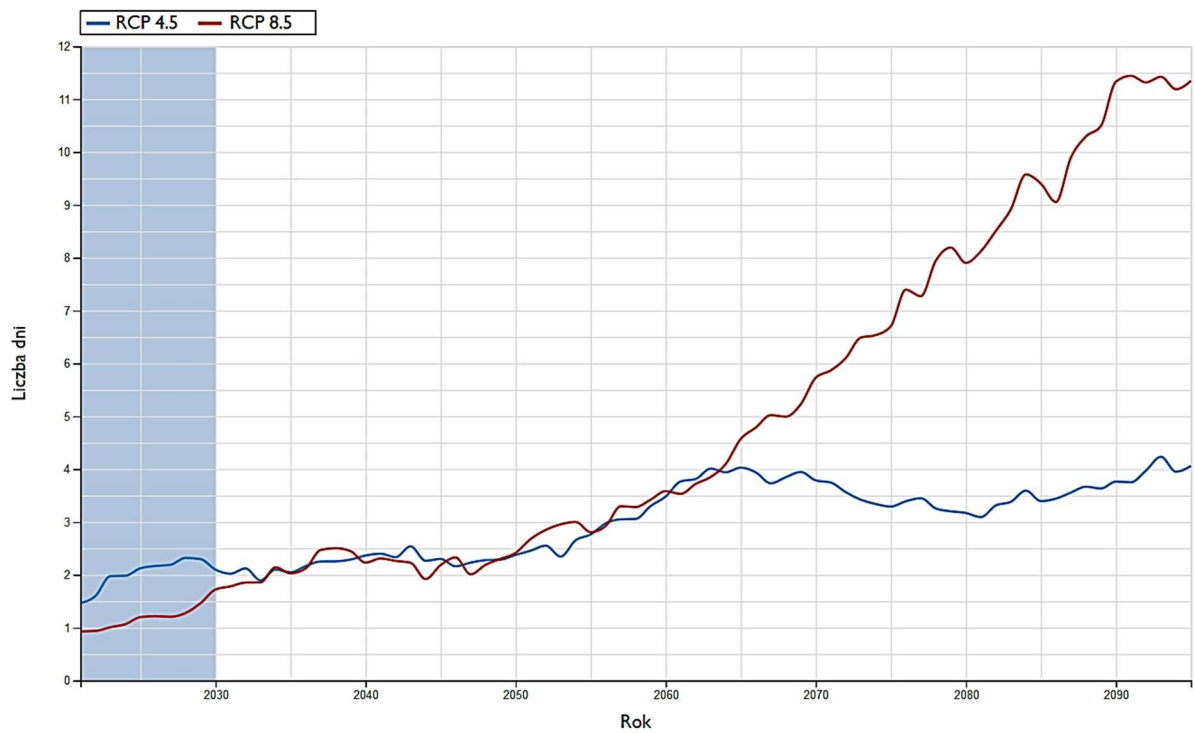
**Ryc. 16.** Prognozowane zmiany liczby dni gorących z temperaturą > 25°C



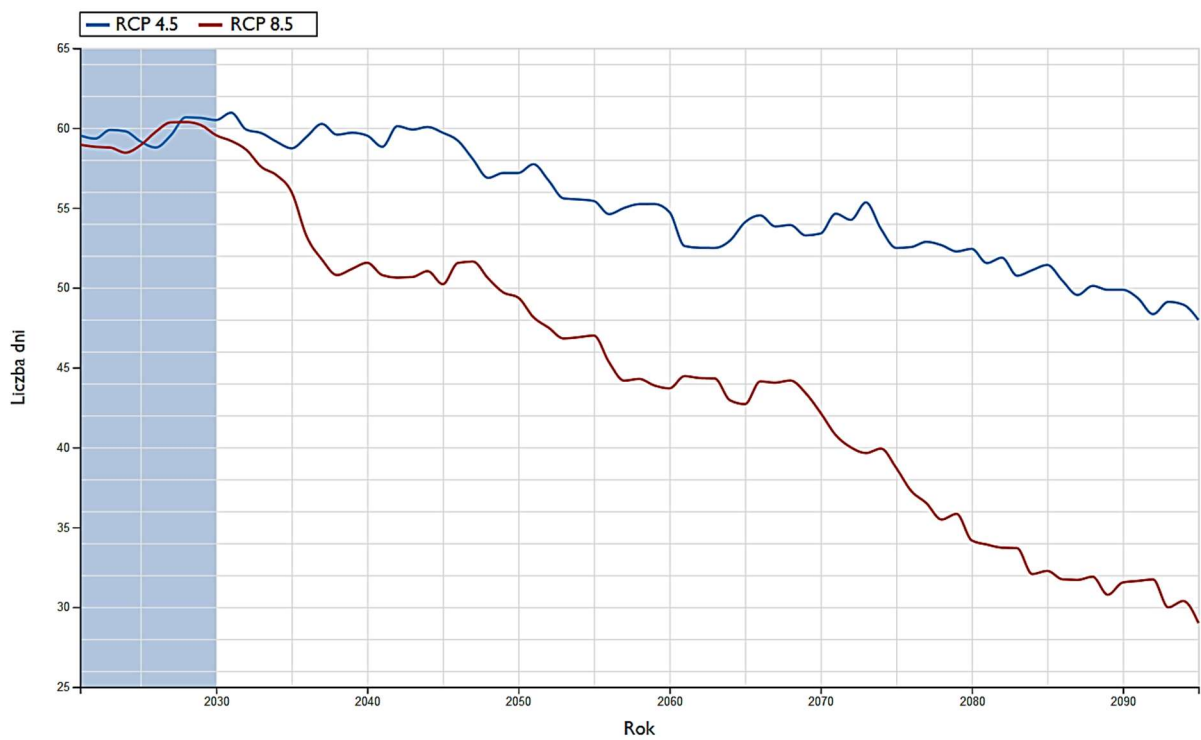
**Ryc. 17.** Prognozowane zmiany liczby dni upalnych z temperaturą > 30°C



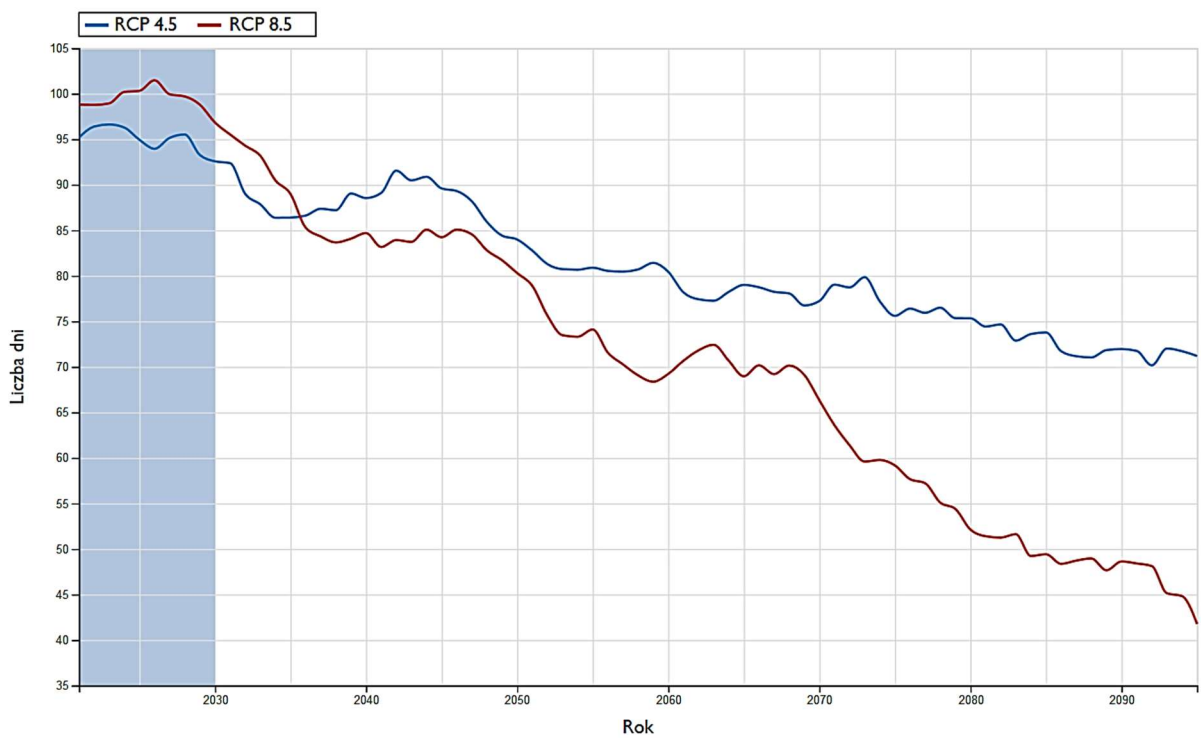
**Ryc. 18.** Prognozowane zmiany liczby nocy tropikalnych z temperaturą > 20°C



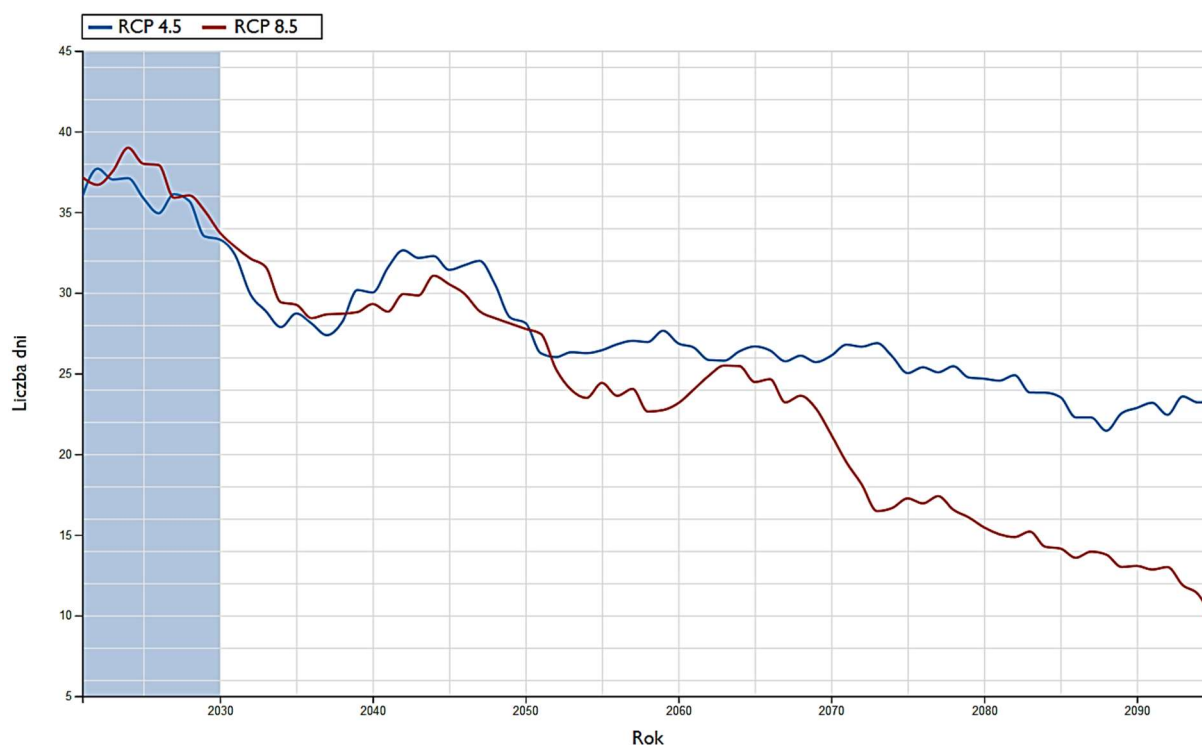
**Ryc. 19.** Porównanie: dziesięcioletnia średnia krocząca liczby dni z przejściem przez 0°C



**Ryc. 20.** Porównanie: dziesięcioletnia średnia krocząca liczby dni przymrozkowych ( $T_{min} < 0^{\circ}C$ )



**Ryc. 21.** Porównanie: dziesięcioletnia średnia krocząca liczby dni mroźnych ( $T_{max} < 0^{\circ}C$ )



### 3.2.2.2 Opady

W odniesieniu do przeanalizowanych indeksów opadowych prognozowane jest wystąpienie następujących zmian.

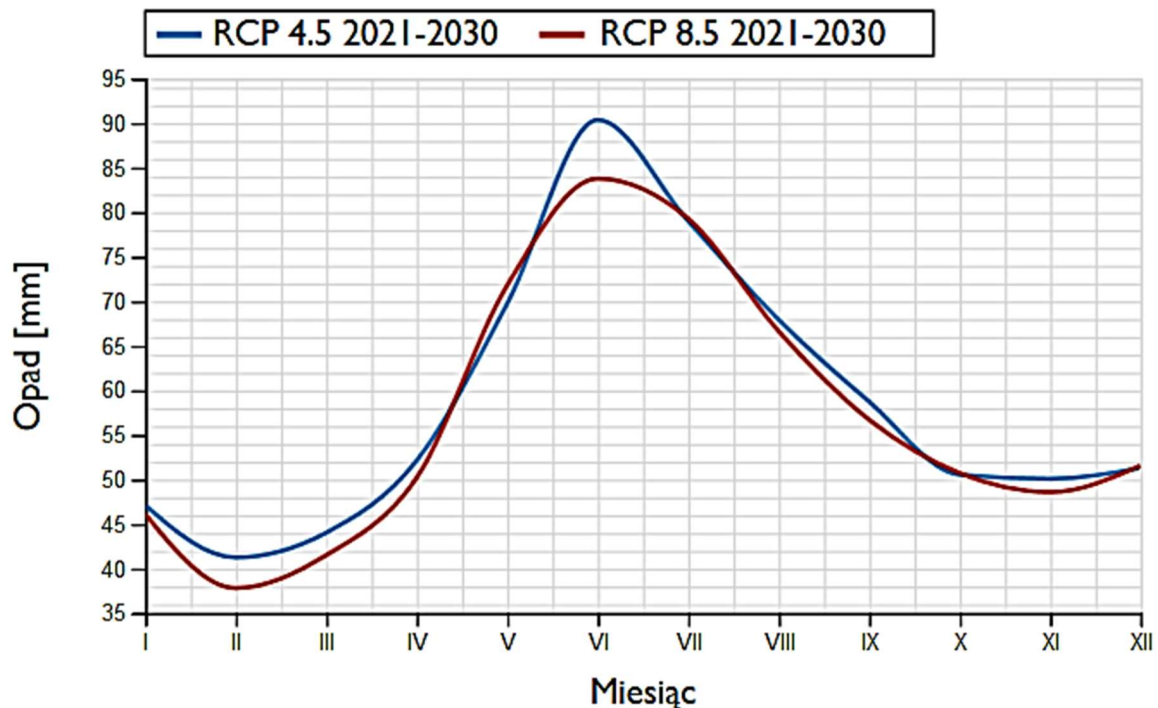
1. Prognozowana długość najdłuższego okresu bezopadowego nie wykazuje znaczących zmian w horyzoncie do roku 2050, a liczba okresów bez opadu dłuższych od 5 dni w roku nie ulegnie zmianie.
2. Prognozowany jest wzrost rocznej sumy opadu dla scenariusza RCP8.5.
3. Dla miesięcznej sumy opadu w miesiącach od stycznia do marca występuje przewaga trendu wzrostowego. Dla wartości maksymalnego opadu dobowego dla miesięcy od stycznia do marca zmiany są nieznaczne, występują jednak nieznaczne wzrosty - najsilniejsze w marcu.
4. Dla kwietnia i sierpnia zaznacza się słaby spadek miesięcznej sumy opadu, zaś dla maja, czerwca i lipca zmiany są relatywnie niewielkie. W okresie od kwietnia do sierpnia nie występują znaczące zmiany maksymalnego opadu dobowego (za wyjątkiem w lipca i sierpnia, kiedy prognozowane są wzrosty).
5. Miesięczne sumy opadu w miesiącach od września do grudnia wskazują na przewagę trendu wzrostowego, zwłaszcza dla września i słabe zmiany w grudniu. Maksymalny opad

dobowy dla miesięcy od września do grudnia pomimo nieznacznych fluktuacji wskazuje na lekki trend wzrostowy, za wyjątkiem grudnia w scenariuszu RCP4.5.

6. W horyzoncie do roku 2050 nieznacznie wzrośnie narażenie na opad ekstremalny. Prognozowany jest wzrost liczby dni z opadem  $\geq 10$  mm/d oraz  $\geq 20$  mm/d w roku, zwłaszcza dla scenariusza RCP8.5 w horyzoncie 2050.
7. Zestawiając dane z indeksów łączonych, wykorzystujących informacje o temperaturze i wysokości opadu, prognozowana jest mała zmienność lub niewielki spadek liczby dni z opadem przy temp  $-5$  do  $2,5^{\circ}\text{C}$  – co oznacza brak zauważalnych zmienności w zakresie zagrożenia gołoledzią.

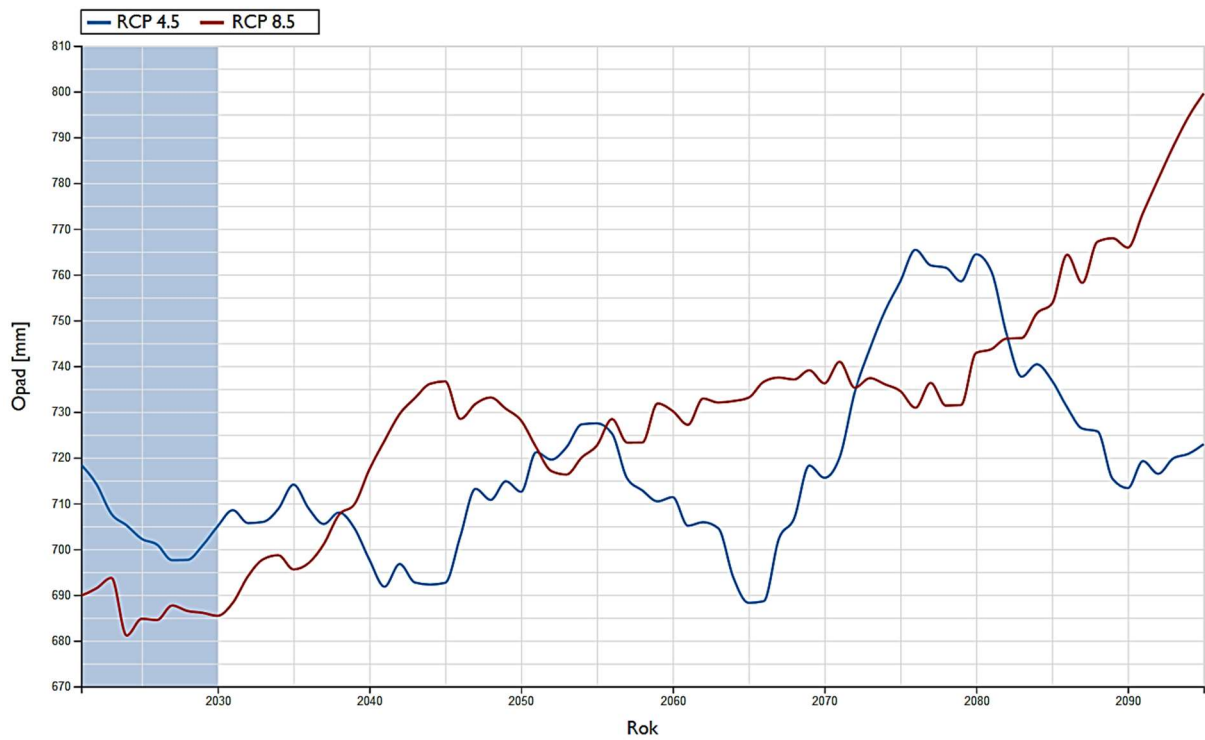
Opis zmienności wybranych indeksów przedstawiono na poniższych rycinach.

Ryc. 22. Porównanie: miesięczna suma opadu (średnia z dekady)

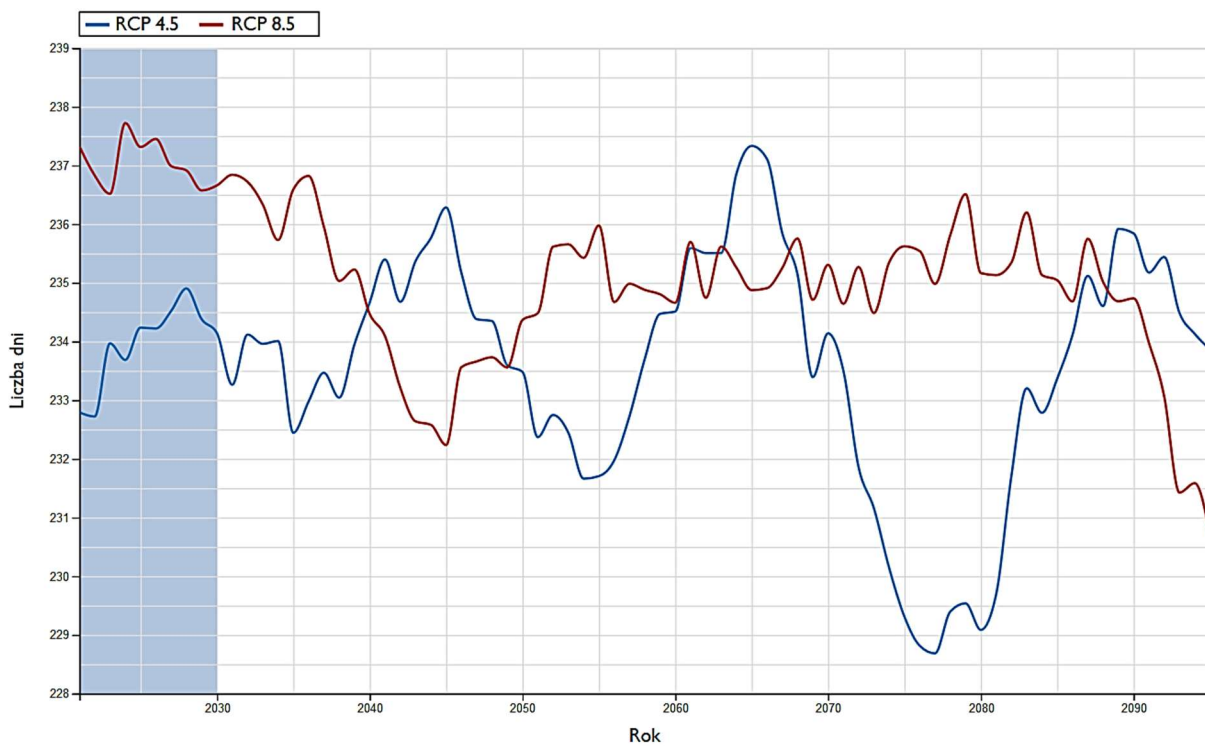




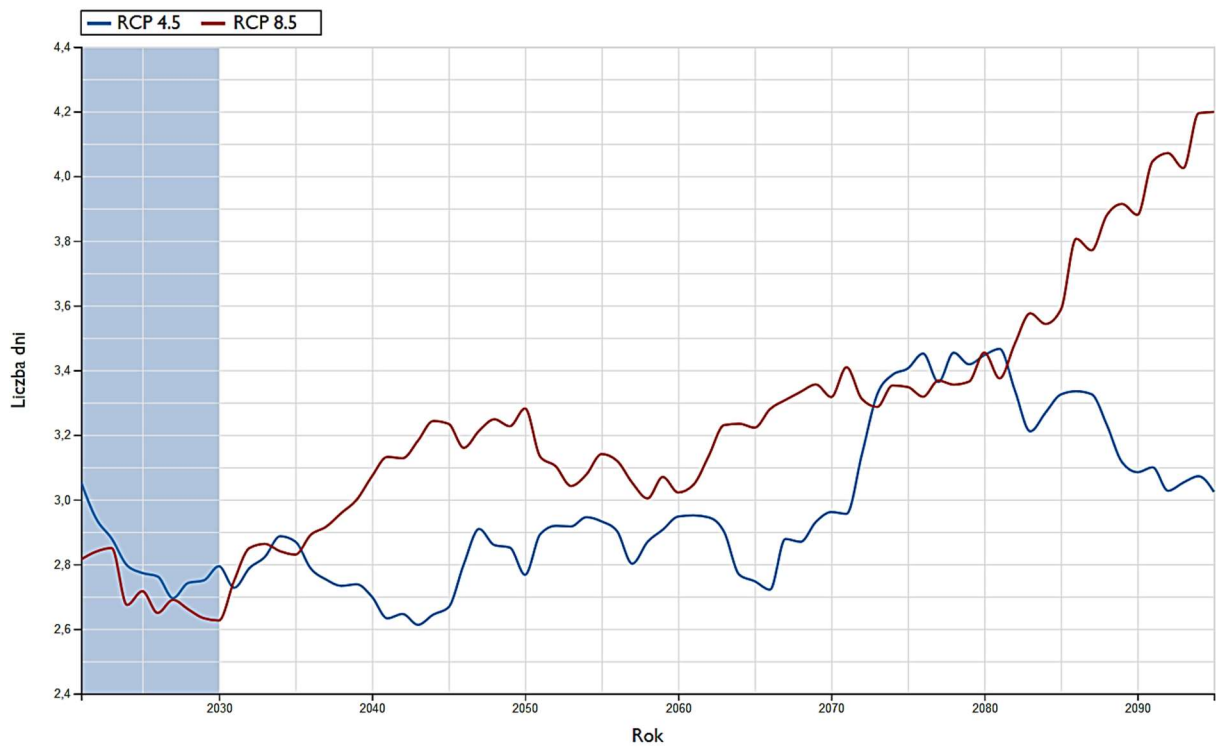
**Ryc. 23.** Porównanie: dziesięcioletnia średnia krocząca sumy opadu



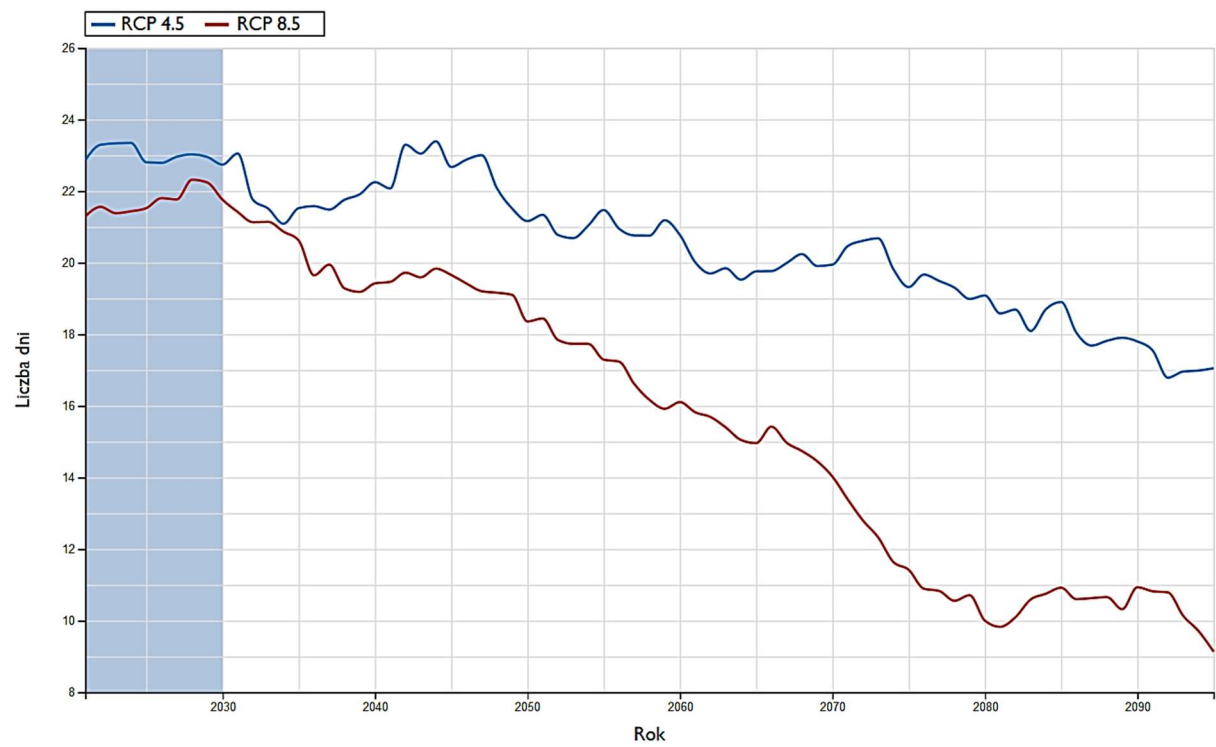
**Ryc. 24.** Porównanie: dziesięcioletnia średnia krocząca liczby dni bez opadu



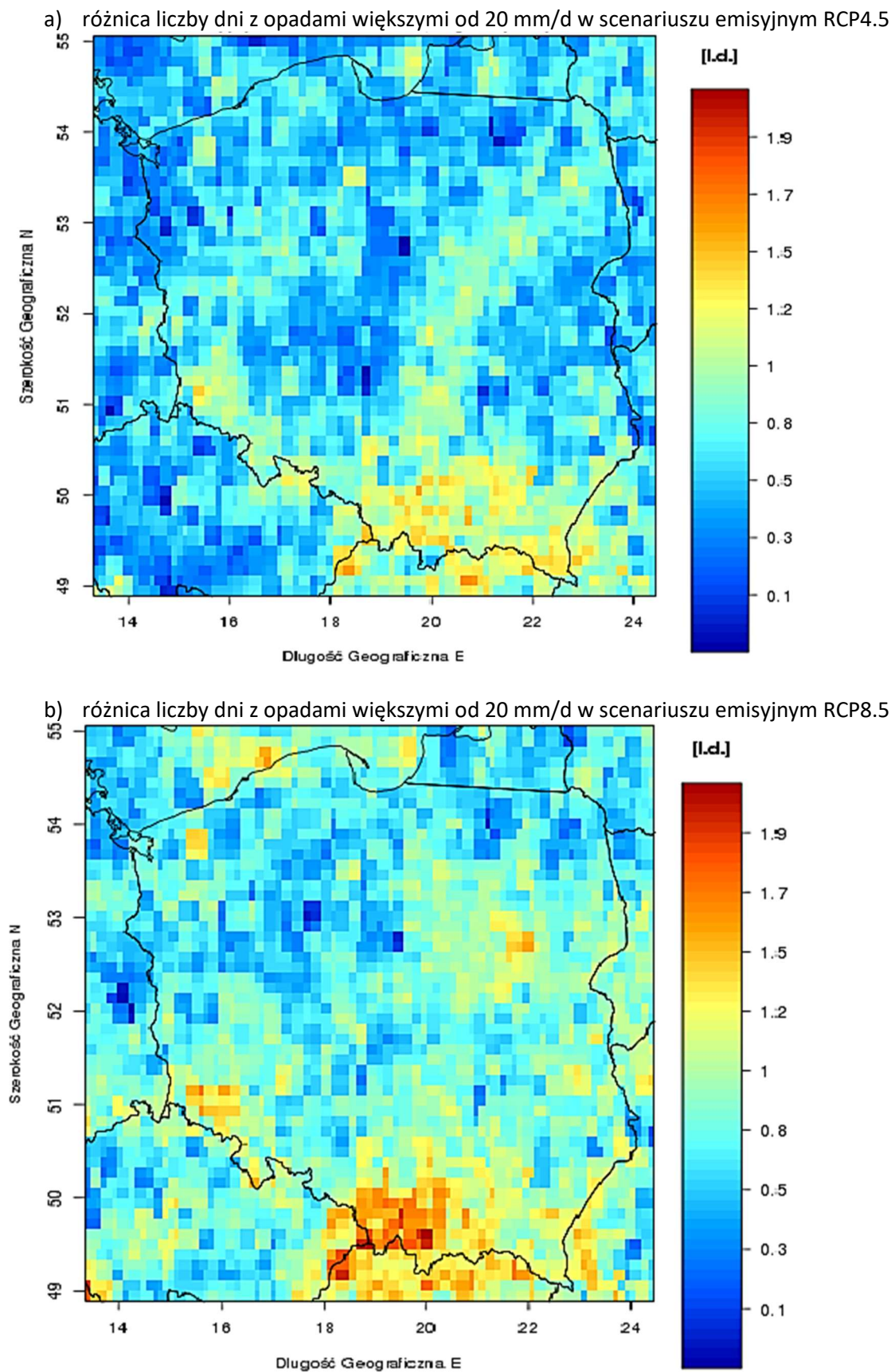
**Ryc. 25.** Porównanie: dziesięcioletnia średnia krocząca liczby dni w roku z opadem dziennym > 20 mm



**Ryc. 26.** Porównanie: dziesięcioletnia średnia krocząca liczby dni z gołoledzią



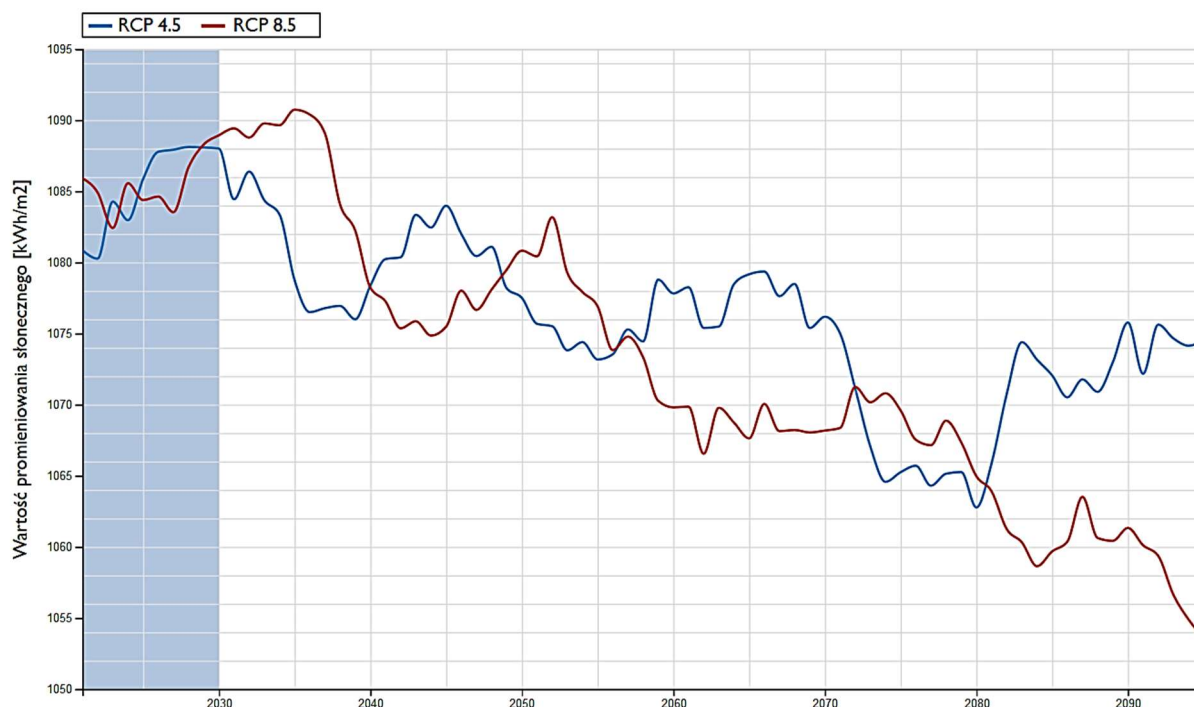
**Ryc. 27.** Różnica liczby dni z sumą dobową opadu większą od 20mm/d prognozowana dla okresu 2021-2050 względem okresu referencyjnego 2008-2018 dla scenariusza RCP4.5 (a) i RCP8.5 (b). Źródło: Instytut Ochrony Środowiska - Państwowy Instytut Badawczy



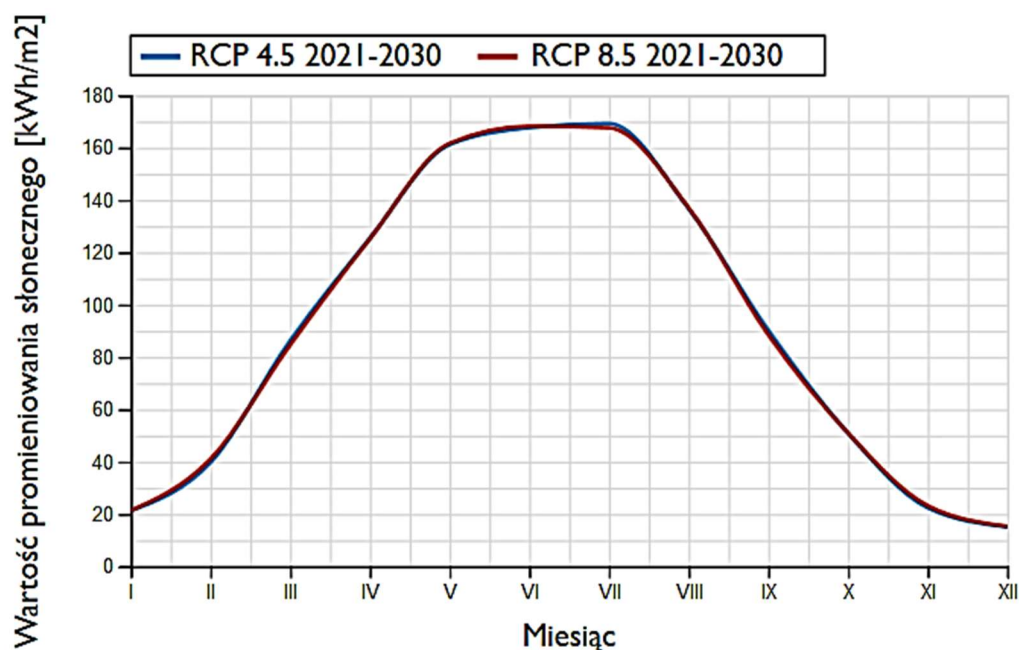
### 3.2.2.3 Promieniowanie słoneczne

Zmiana warunków termicznych i opadowych bezpośrednio koreluje z danymi na temat prognozowanych zmian w zakresie promieniowania słonecznego. W tym zakresie przewiduje się wzrost miesięcznych wartości w perspektywie do 2030/2040 r., a następnie spadek tych wartości, zgodnie z danymi przedstawionymi na ryc. 28. Jednocześnie rozkład wartości w ciągu roku będzie zbliżony do obecnego (ryc. 29).

**Ryc. 28.** Porównanie: suma miesięcznych wartości promieniowania słonecznego



**Ryc. 29.** Porównanie: miesięczna suma wartości promieniowania słonecznego (średnia z dekady)



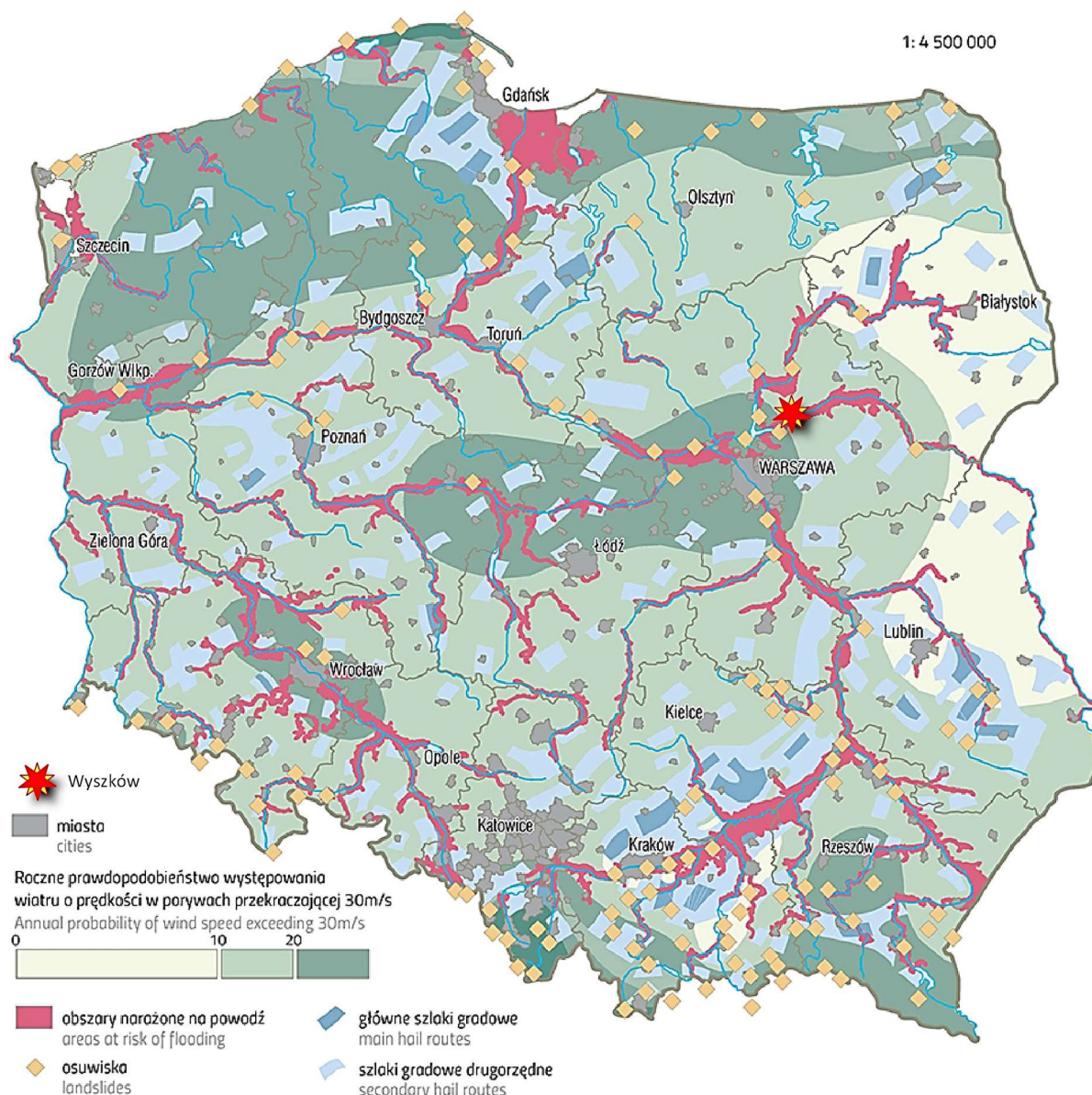
#### 3.2.2.4 Wiatry

Efektem przedstawionych wcześniej zmian klimatu będzie zwiększanie częstotliwości występowania ekstremalnych zjawisk pogodowych i katastrof, które mają istotny wpływ na obszary wrażliwe i gospodarkę. Największe zagrożenie stanowią będą ulewne deszcze niosące ryzyko powodzi i podtopień. Coraz częściej występować będą silne wiatry, a nawet towarzyszące im incydentalnie trąby powietrzne i wyładowania atmosferyczne, które będą znacząco oddziaływać m.in. na budownictwo oraz infrastrukturę energetyczną i transportową.

Silne burze, często połączone z porywistym wiatrem i intensywnymi opadami mogą powodować znaczne straty i zagrożenie w postaci pożarów, uszkodzonych drzew, budynków, duże utrudnienia komunikacyjne, uszkodzenia urządzeń elektrycznych i obiektów energetycznych, itp.

Na ryc. 30 przedstawiono dane o szlakach gradowych oraz o prawdopodobieństwie występowania wiatru o prędkości w porywach przekraczającej 30 m/s (za: Bański J. (red.), Atlas obszarów wiejskich w Polsce, IGiPZ PAN, Warszawa 2016).

**Ryc. 30.** Roczne prawdopodobieństwo występowania wiatru o prędkości w porywach przekraczającej 30 m/s oraz szlaki gradowe



### 3.2.2.5 Znaczenie czynników klimatycznych dla zanieczyszczenia powietrza

Istnieją czynniki klimatyczne wpływające na poziom koncentracji zanieczyszczeń pyłowych. Występowanie niskich temperatur i fal chłodu wpływa na zwiększenie emisji PM10 z sektora komunalno-bytowego na skutek zwiększonego zapotrzebowania na ciepło. Brak opadów przyczynia się do zwiększenia emisji wtórnej pyłu nagromadzonego np. na drogach i placach. Pogorszeniu warunków dyspersji zanieczyszczeń, a co za tym idzie zwiększeniu poziomu ich stężenia w powietrzu, sprzyja występowanie okresów bezwietrznych oraz

o małych prędkościach wiatru. Jest to związane z występowaniem układów wyżowych, charakteryzujących się niewielkim poziomym gradientem ciśnienia. Do kumulacji zanieczyszczeń prowadzi również występowanie inwersji temperatury, zwłaszcza w okresie jesienno-zimowym.

W sezonie grzewczym mogą występować epizody wysokich i bardzo wysokich stężeń pyłu zawieszonego w powietrzu atmosferycznym. Jest to związane głównie z emisją pyłu z niskich źródeł (tzw. niska emisja), w których dochodzi do spalania paliw kopalnych oraz biomasy (w indywidualnych kotłowniach i piecach). Wystąpienie sytuacji epizodów jest determinowane również niekorzystnymi warunkami meteorologicznymi, które ograniczają rozprzestrzenianie się zanieczyszczeń i sprzyjają ich kumulacji. Należą do nich: niska średnia dobową prędkość wiatru, wysokie ciśnienie atmosferyczne, wysoka wilgotność powietrza, niska temperatura powietrza oraz kształtowanie się inwersji pionowego rozkładu temperatury.

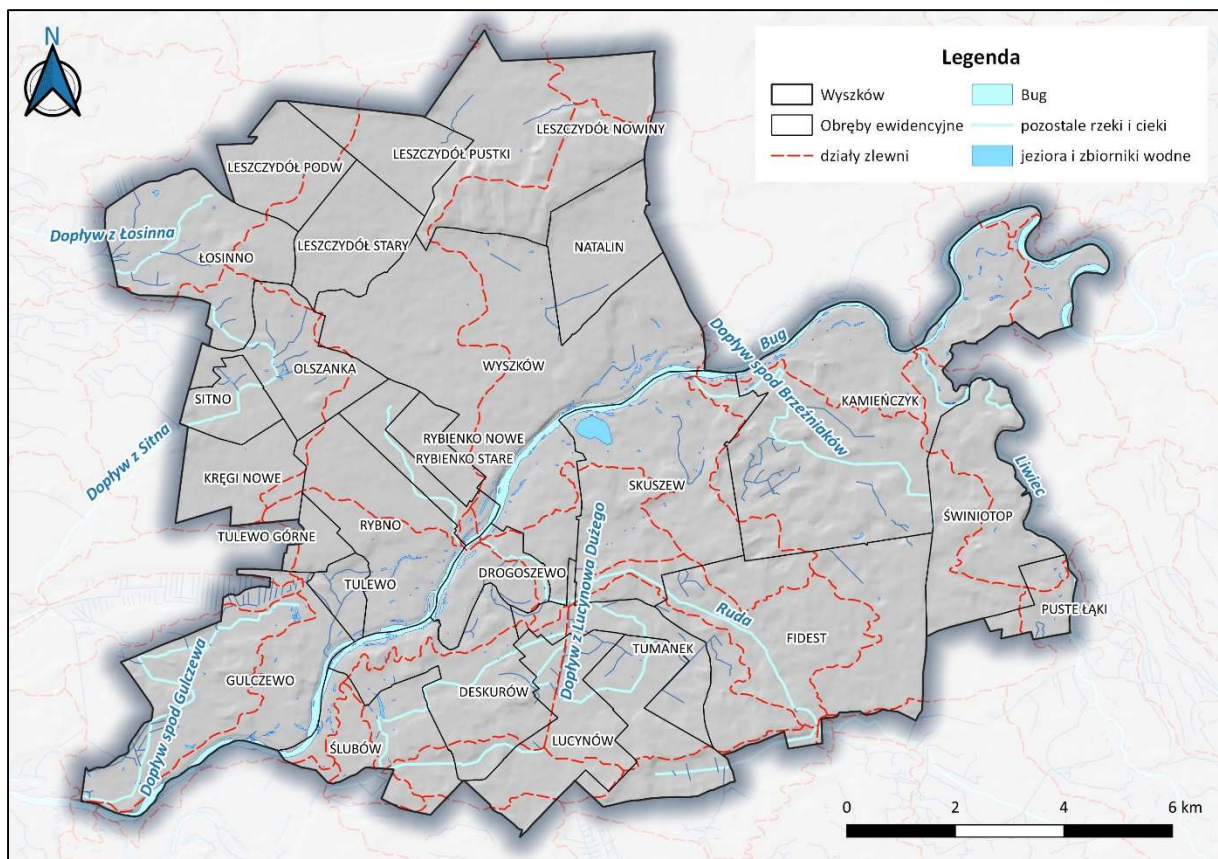
### 3.3 Diagnoza wrażliwości na zmiany klimatu

#### 3.3.1 Warunki obiegu wody

Gmina Wyszków położona jest w dorzeczu Wisły, w regionie wodnym Środkowej Wisły, w zlewni Narwi od granicy państwa do ujścia. Według Mapy Podziału Hydrograficznego Polski 1:10 000 (MPHP), głównymi ciekami przepływającymi przez gminę są: Bug, Liwiec, Ruda, Dopływ spod Gulczewa, Dopływ z Sitna, Dopływ z Leszczydołu Starego, Dopływ spod Lucynowa Małego i Dopływ spod Brzeźniaków. Według MPHP, większość obszaru miasta położona jest w zlewni cząstkowej pn. „Bug od dopł. spod Brzeźniaków do Rudej (I)”. Odnotować należy, że MPHP wskazuje również istnienie przepływających przez gminę wielu rowów i cieków (najczęściej bezimiennych) będących dopływem większych rzek, część z nich nie prowadzi wody nawet okresowo. Sieć hydrograficzną w rejonie opracowania przedstawiono na ryc. nr 31.

Rzeka Bug płynie naturalnym korytem, jest rzeką nieuregulowaną. Szerokość koryta, głębokość rzeki oraz jej nurt są bardzo zmienne i wykazują znaczne zróżnicowanie na poszczególnych odcinkach rzeki. Poza nurtem rzeka jest płytka, w korycie występuje dużo płycizn i łach piaszczystych. Rzeka charakteryzuje się bardzo dużą nieregularnością pod względem hydrologicznym, bardzo dużą zmiennością przepływów. Wobec naturalnego charakteru rzeki zasięg wielkiej wody o prawdopodobieństwie 1% pokrywa się w zasadzie z tarasem zalewowym rzeki.

Ryc. 31. Uwarunkowania hydrograficzne w gminie Wyszków (wg „Mapy Podziału Hydrograficznego Polski”).

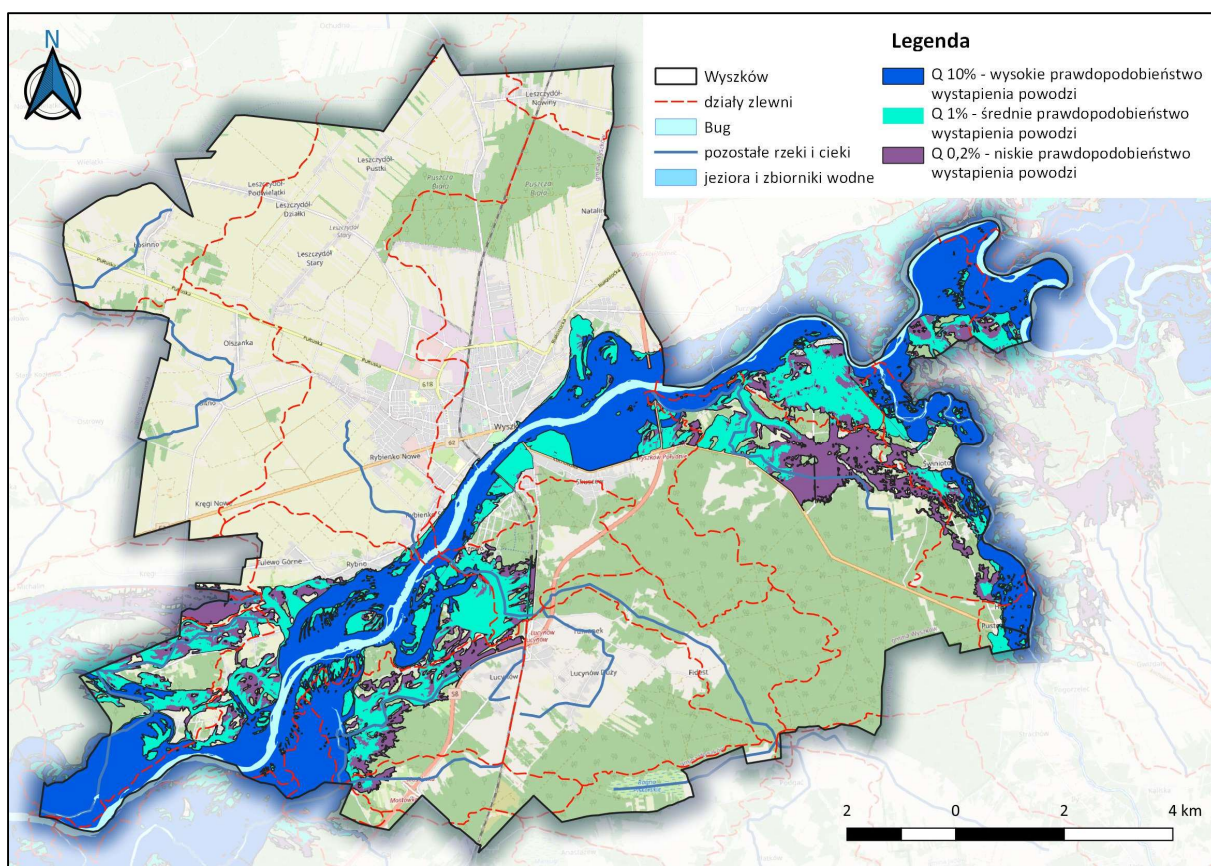




Część gminy Wyszków znajduje się w granicach obszarów szczególnego zagrożenia powodzią, wyznaczonych w oparciu o mapy zagrożenia powodziowego opracowane w ramach projektu „Informatyczny System Ochrony Kraju”. Według tych map, w niektórych częściach miasta i gminy występuje zagrożenie wystąpienia powodzi i możliwe są straty gospodarcze w rolnictwie i budownictwie mieszkaniowym (część budynków jest położonych w zasięgu występowania powodzi). Na rycinie nr 32 przedstawiono dane o obszarach zagrożenia powodzią, na których prawdopodobieństwo wystąpienia powodzi jest wysokie (raz na 10 lat –  $Q=10\%$ ), średnie (raz na 100 lat –  $Q=1\%$ ) lub niskie (raz na 500 lat –  $Q=0,2\%$ ). Są to dane zaktualizowane w 2019 r.

W Studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego gminy Wyszków wskazano (między miejscowościami Rybno i Rybienko Stare) strefę możliwej lokalizacji zbiornika retencyjnego o powierzchni przekraczającej 20 ha. Studium nie przesądza lokalizacji zbiornika, a jedynie wskazuje możliwą strefę ich realizacji.

**Ryc. 32.** Zagrożenie powodziowe na terenie gminy Wyszków (wg Informatycznego Systemu Ochrony Kraju).

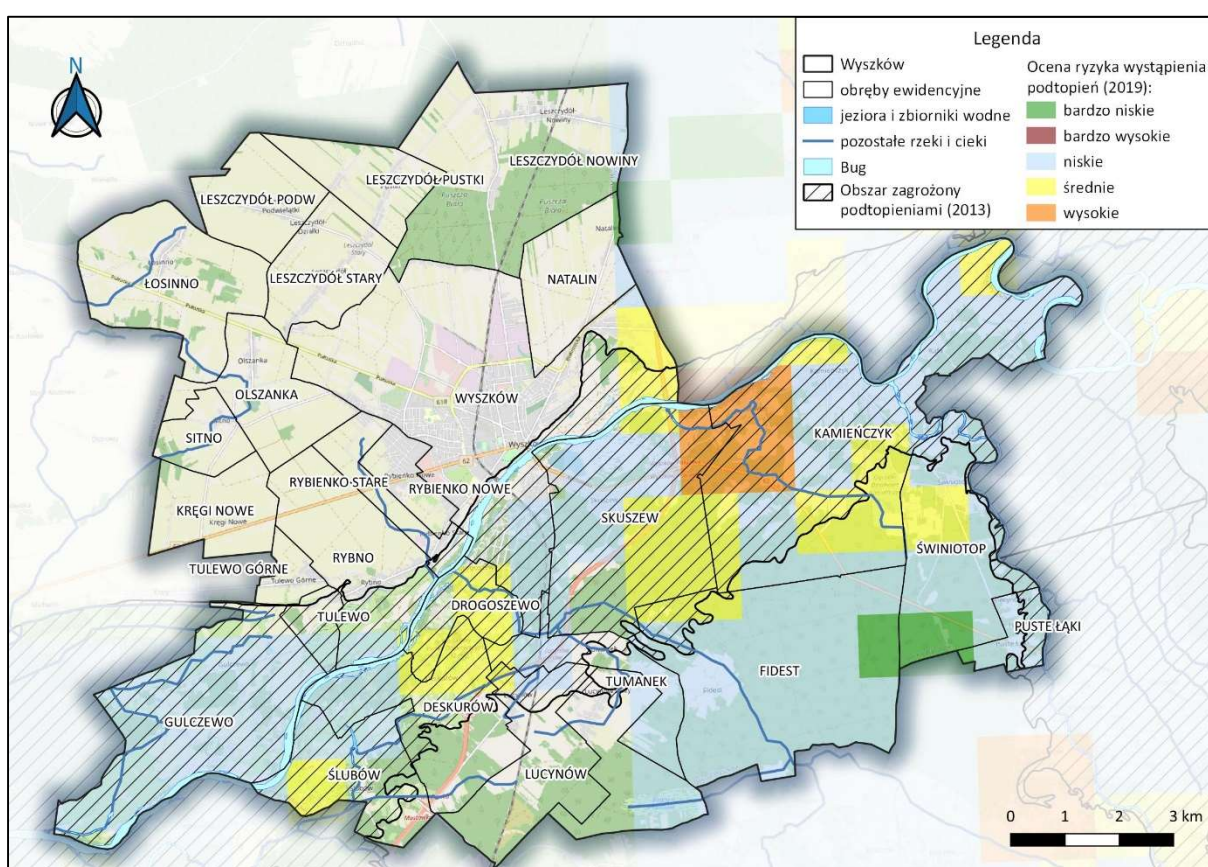


Dla potrzeb niniejszego opracowania przeanalizowano również dane o obszarach zagrożonych podtopieniami. Zostały one wyznaczone przez Państwowy Instytut Geologiczny w celu określenia maksymalnego możliwego zasięgu występowania podtopień w sąsiedztwie dolin rzecznych, które mogą nastąpić na skutek podniesienia się zwierciadła wód podziemnych. Zasięg ten nie pokrywa się

ze strefą zalewów wód powierzchniowych (powodzi). Lokalizację tego obszaru oraz określenia ryzyka podtopień przedstawiono na rycinie nr 33.

Należy dodać, że zasięgi obszarów zagrożonych powodzią i podtopieniami wyznaczono na podstawie badań modelowych wykonanych dla głównych cieków – a zatem wskazane zasięgi nie wykluczają możliwości wystąpienia podobnych zjawisk w obrębie mniej istotnych rzek i potoków (choć ich zasięg jest z pewnością mniej istotny). Należy także mieć na uwadze podtopienia ze spływu powierzchniowego, które mogą wystąpić przy intensywnych lub długotrwałych opadach deszczu, zwłaszcza w rejonach o dużym stopniu zasklepienia powierzchni terenu i bez dostatecznie rozbudowanej kanalizacji deszczowej i rozwiązań z zakresu retencji wód.

**Ryc. 33.** Zagrożenie podtopieniami na terenie gminy Wyszków (wg Państwowego Instytutu Geologicznego).

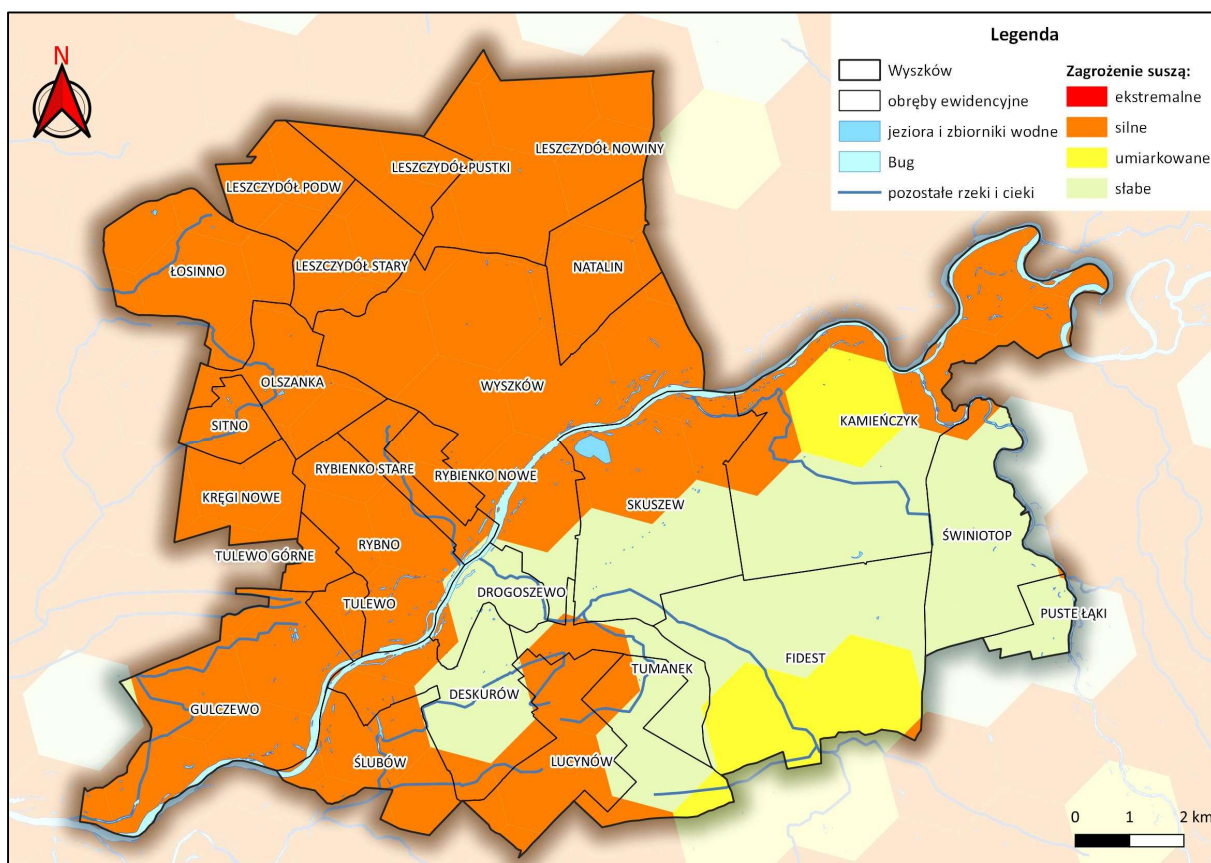


Według studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego, podstawowym źródłem zaopatrzenia w wodę miasta Wyszkowa i poszczególnych wsi gminy jest wodociąg miejski zasilany w wodę z „obszaru ujęcia” o powierzchni około 0,45 km<sup>2</sup>, zlokalizowanego w płn. - wsch. części miasta (częściowo na terenie sołectwa Natalin) na terenie ograniczonym drogą do sołectwa Natalin, ul. Białostocką, Matejki, Świętojańską i Studzienną. W „obszarze ujęcia wody” znajduje się 8 czwartorzędowych studni wierconych o głębokości 60,0 ÷ 143,0 m p. p. t. i zatwierdzonych łącznych zasobach wodnych w ilości Q=710 m<sup>3</sup>/h. Ponadto w miejscowości Kręgi Stare znajduje się stacja wodociągowa o wydajności 1000 m<sup>3</sup>/d, która pracuje sezonowo w okresie wiosny-lata, tj. w okresie dużego zapotrzebowania na wodę i współpracuje z ujęciem pierwszym. Wodociąg miejski

obsługuje miasto Wyszków oraz 24 sołectwa. Natomiast 4 wsie: Kamieńczyk, Puste Łąki, Ślubów i Świniotop nie mają zorganizowanego systemu zaopatrzenia w wodę; zaspokajanie potrzeb odbywa się z lokalnych przydomowych studni kopalnych bądź tzw. „abisynek” (płytkie studnie wiercone).

Obraz warunków obiegu wody powinien być dopełniony analizą zagrożenia suszy. W ramach prac<sup>5</sup> towarzyszących przygotowaniu projektu Planu Przeciwdziałania Skutkom Suszy przeprowadzono diagnozę występowania suszy atmosferycznej, rolniczej, hydrologicznej i hydrogeologicznej oraz sporządzono łączną analizę zagrożenia suszą, której wyniki ujęto w heksagonalną siatkę pól podstawowych. Wynik informuje o skali łącznego zagrożenia suszą w obrębie każdego oczka siatki. Mapa obejmuje wszystkie analizowane susze i ocenia zagrożenie wynikające z następstwa poszczególnych faz rozwoju suszy. Wyniki tych ustaleń w odniesieniu do gminy Wyszków przedstawiono poniżej na ryc. nr 34.

**Ryc. 34.** łączne zagrożenie suszą na terenie gminy Wyszków



<sup>5</sup> Stolarska M., Łukasiewicz G. 2020. Opracowanie projektu planu przeciwdziałania skutkom suszy uwzględniając podział kraju na obszary dorzeczy. Podzadanie 1.4: Identyfikacja obszarów zagrożonych suszą, z uwzględnieniem potrzeb wodnych użytkowników i środowiska naturalnego, wraz z analizą rozkładu przestrzennego występowania zjawiska suszy oraz ich hierarchizacja pod kątem wdrożenia działań łagodzących skutki suszy. WIND-HYDRO, Warszawa.

### 3.3.2 Zróżnicowanie klimatu lokalnego i lokalnych warunków biotermicznych

Na obszarze gminy Wyszaków zabudowa mieszkaniowa odbywa się głównie w formie zabudowy jednorodzinnej. Zabudowa wielorodzinna występuje głównie w granicach administracyjnych miasta. Obserwuje się dynamiczną parcelację terenów dotychczas użytkowanych rolniczo na działki budowlane. Na terenie gminy obowiązuje 58 miejscowych planów zagospodarowania przestrzennego (obejmują one około 92% powierzchni gminy)<sup>6</sup>.

Zgeneralizowane formy użytkowania gruntów ustalono na podstawie danych Corine Land Cover<sup>7</sup> z 2018 r. Dane przedstawiono w formie graficznej na rycinie nr 35. Na rycinie nr 36 przedstawiono bardziej szczegółowe informacje o sposobie zagospodarowania terenu na obszarze miasta Wyszaków i jego przedmieść. Ich źródłem jest Baza Danych Obiektów Topograficznych (dane z 2019 r.).

W gminie Wyszaków największy stopień przekształcenia obiegu wody występuje na obszarze miasta. Zabudowa naturalnej powierzchni terenu spowodowała, że istotnym zmianom uległy tu: spływ powierzchniowy wód opadowych w kierunku doliny Bugu oraz ich transpiracja do atmosfery i infiltracja w glebie. Na pozostałych obszarach gminy, w związku z umiarkowanym rolnictwem i wysokim stopniem zalesienia, stopień przekształcenia obiegu wody jest stosunkowo niski.

Ustalenia ww. źródeł pokrywają się z danymi Europejskiej Agencji Środowiska obrazującymi stopień zasklepienia powierzchni ziemi. Stopień „uszczelnienia” gruntów na terenie opracowania przedstawiają rycina nr 37 (gmina Wyszaków) i 38 (miasto Wyszaków wraz z przedmieściami). Im większy jest stopień „uszczelnienia”, tym bardziej intensywne jest zjawisko „miejskiej wyspy ciepła” oraz bardziej intensywny jest odpływ wód opadowych, mogący doprowadzić do podtopień oraz do przeciążenia układów kanalizacji deszczowej. Powyższe oznacza, że na terenach o wysokim stopniu uszczelnienia zasadnym jest podejmowanie szerokiego zakresu działań mających na celu:

- 1) zagospodarowanie wód opadowych i roztopowych,
- 2) adaptację istniejących obiektów budowlanych mającą na celu zmniejszenie ryzyka podtopień oraz zwiększenie odporności na ich występowanie,
- 3) wprowadzanie wszelkich form zieleni w celu poprawienia właściwości mikroklimatu oraz poprawy warunków retencyjnych.

Na ryc. 37-38 widoczne jest, że najwyższy stopień uszczelnienia powierzchni terenu występuje w centralnej i północnej części miasta Wyszaków. Obszary te są szczególnie wrażliwe na formowanie spływu powierzchniowego podczas intensywnych opadów deszczu oraz roztopów. Odprowadzana z nich woda stanowi potencjalne zagrożenie podtopieniami na sąsiadujących terenach.

Udział powierzchni uszczelnionej i powierzchni zielonych w zagospodarowaniu terenu gminy mają zasadnicze znaczenie dla jej wrażliwości na zmiany klimatu. Tereny biologicznie czynne obniżają temperaturę powierzchni i temperaturę powietrza, poprawiają wilgotność powietrza oraz znacznie

---

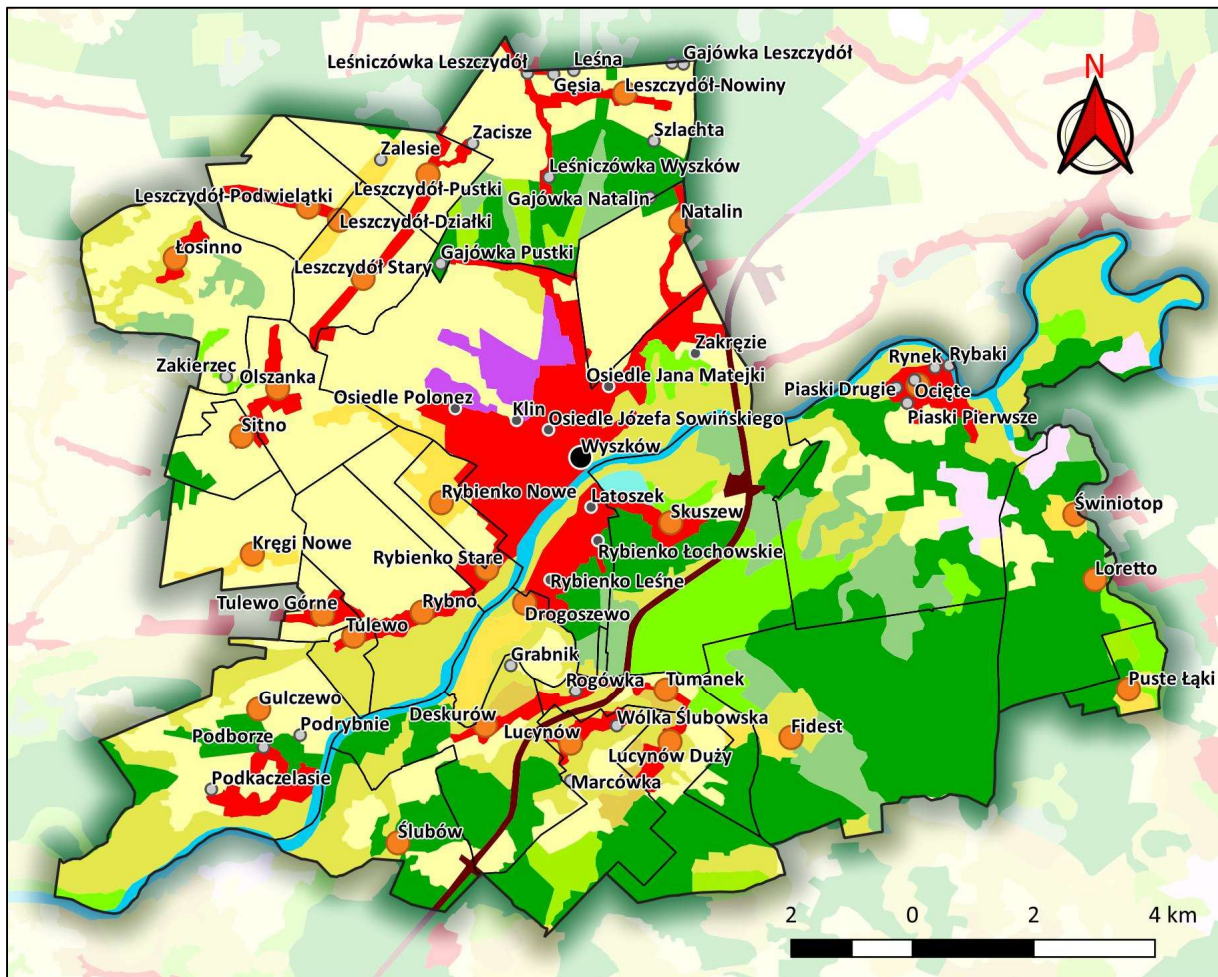
<sup>6</sup> Analiza zmian w zagospodarowaniu przestrzennym gminy Wyszaków (załącznik do Zarządzenia Burmistrza nr 75/2020 z dnia 6 maja 2020 r.)

<sup>7</sup> Projekt Corine Land Cover 2018 w Polsce został zrealizowany przez Instytut Geodezji i Kartografii i sfinansowany ze środków Unii Europejskiej. Wyniki projektu zostały pozyskane ze strony internetowej Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska [clc.gios.gov.pl](http://clc.gios.gov.pl).

zwiększają retencję krajobrazową wody, zapobiegając podtopieniom i poprawiając mikroklimat miasta. Udział powierzchni biologicznie czynnej jest odwrotnie proporcjonalny do udziału terenów uszczelnionych. Powierzchnie mieszkaniowe o najmniejszym udziale zieleni to osiedla mieszkaniowe wielorodzinne w centrum miasta oraz tereny z funkcją transportową i usługowo-przemysłową. Najniższy udział zieleni charakteryzuje tereny przemysłowe i składowe.

Na terenie gminy największą wartość przyrodniczą posiadają wszystkie tereny zielone, takie jak lasy, parki, ogrody działkowe, zieleńce, zadrzewienia, a także ciek i zbiorniki wodne, wraz z ich obudową biologiczną. Wartość florystyczną posiadają pasy i kępy zadrzewień oraz zakrzaczeń przydrożnych, śródpolnych i nadrzecznych (na szczególną uwagę zasługują zwłaszcza te usytuowane nad brzegiem cieków wodnych). Cenne pod kątem przyrodniczym są również obiekty zieleni kulturowej: zieleń parkowa, parki przypałacowe, aleje drzew i tereny przykościelne. Z uwagi na funkcje ekosystemowe przyrody na terenie miasta (funkcja retencyjna, mikroklimatyczna, krajobrazowa, rekreacyjna), istotną kwestią jest zarówno ochrona tych elementów przyrodniczych, jak i rozwój wszelkich form zieleni (w tym: zieleni ulicznej i osiedlowej, żywoplotów, zieleni cmentarnej, alei drzew, zadrzewień śródpolnych, zielonych ścian i in.).

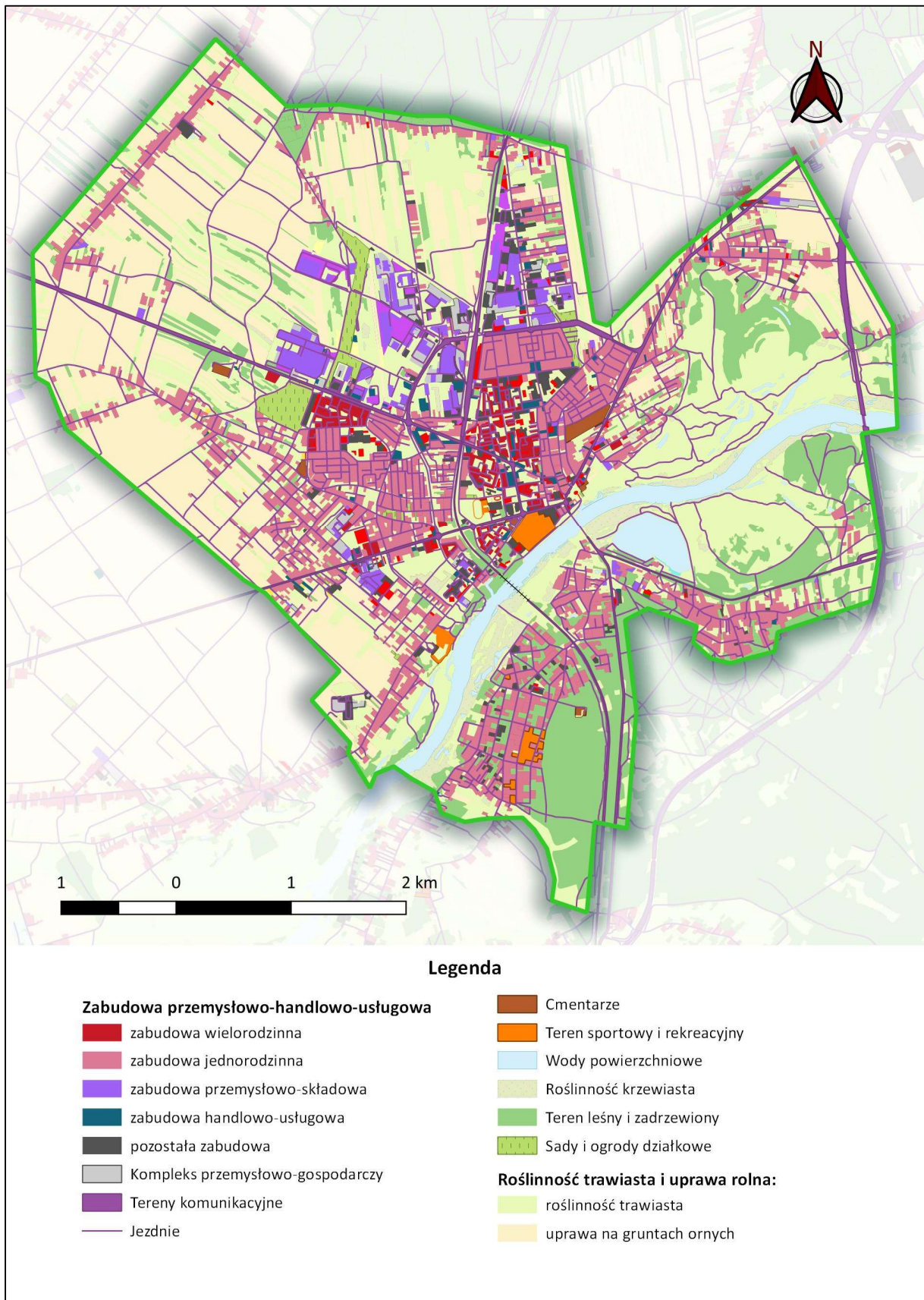
Ryc. 35. Dominujące formy zagospodarowania terenu w gminie Wyszków (wg Corine Land Cover 2018).



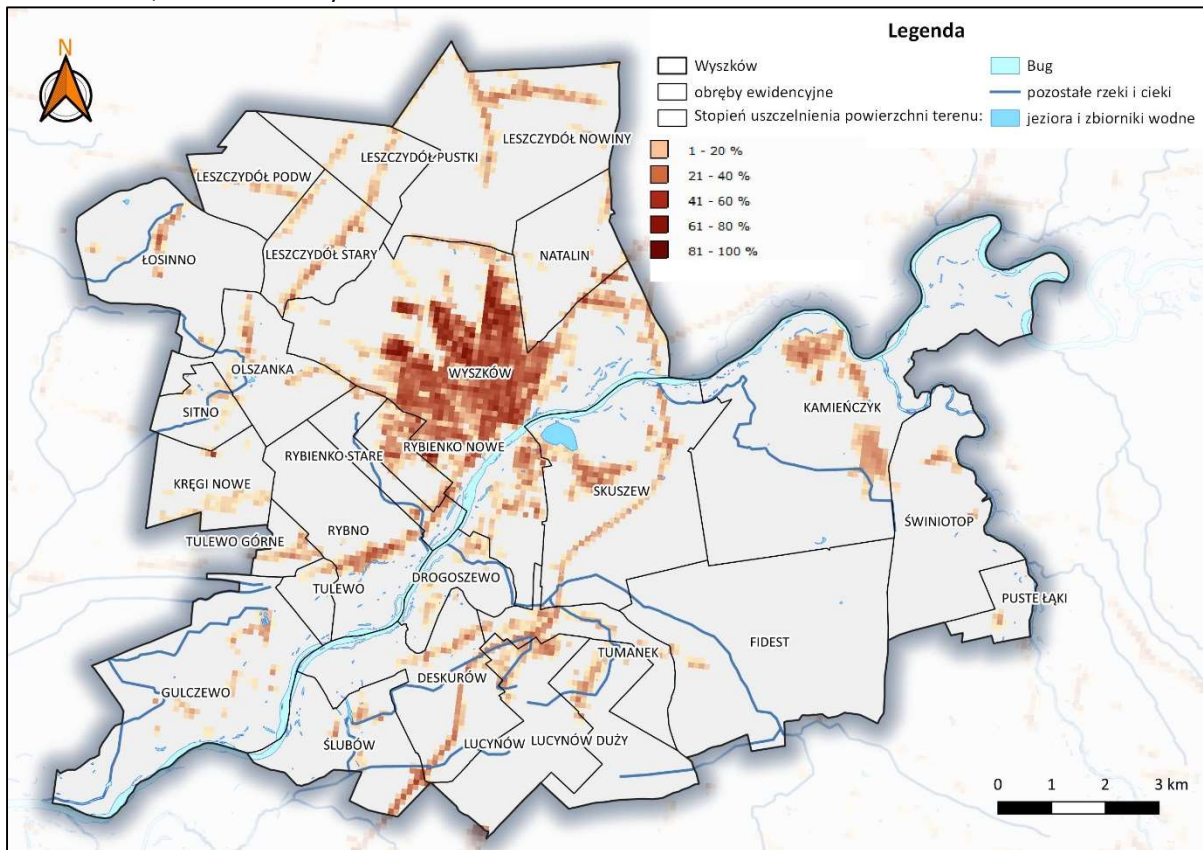
### Legenda

- |                     |   |
|---------------------|---|
| Wyszków             | <b>formy zagospodarowania terenu:</b>   |
| obręby ewidencyjne  | Zabudowa luźna  |
| <b>miejsowości:</b> | Tereny przemysłowe lub handlowe   |
| miasto              | Tereny komunikacyjne i związane z komunikacją drogową i kolejową              |
| część miasta        | Tereny sportowe i wypoczynkowe  |
| wieś                | Grunty orne poza zasięgiem urządzeń nawadniających                            |
| część wsi           | Łąki, pastwiska   |
|                     | Uprawy jednoroczne występujące wraz z uprawami                                |
|                     | Złożone systemy upraw i działek   |
|                     | Tereny zajęte głównie przez rolnictwo z dużym udziałem roślinności naturalnej |
|                     | Lasy liściaste  |
|                     | Lasy iglaste  |
|                     | Lasy mieszane   |
|                     | Lasy i roślinność krzewiasta w stanie zmian                                   |
|                     | Cieki   |
|                     | Zbiorniki wodne   |

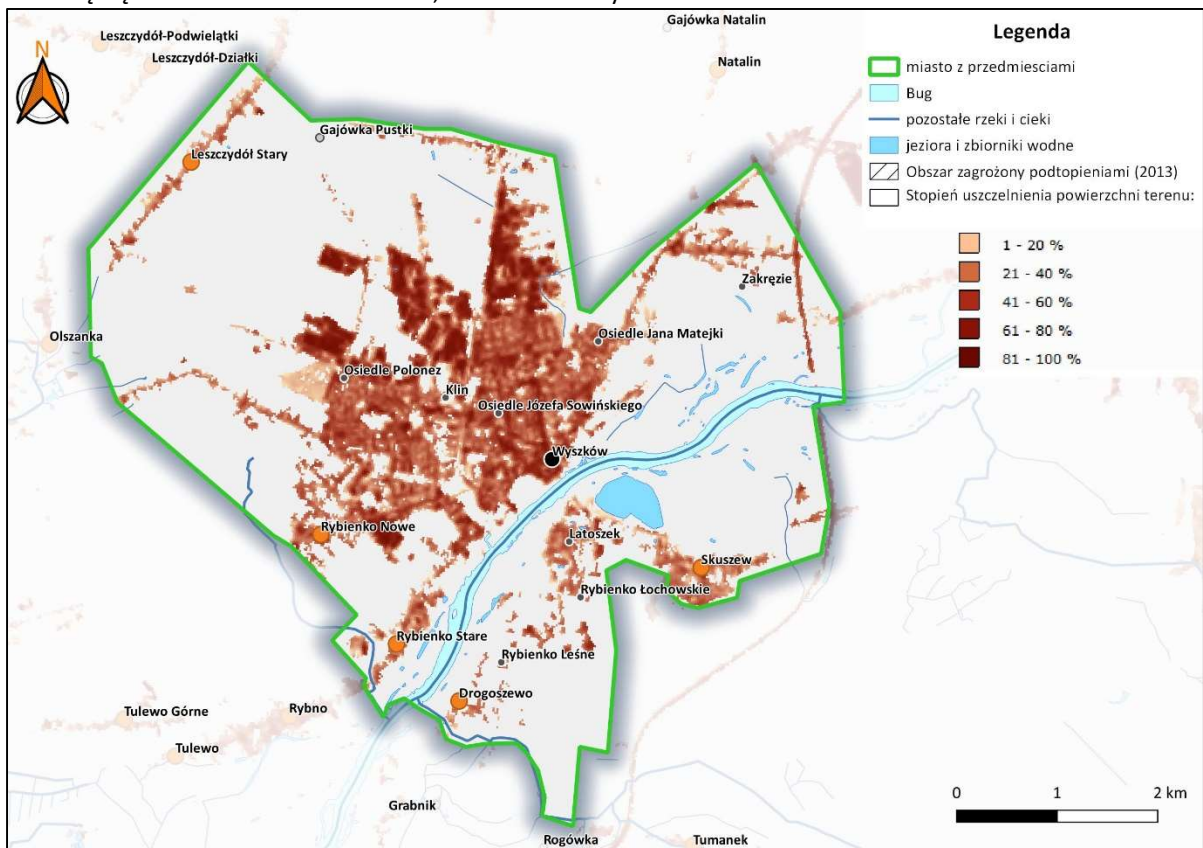
Ryc. 36. Dominujące formy zagospodarowania terenu miasta Wyszaków wraz z przedmieściami (wg BDOT).



**Ryc. 37.** Stopień zasklepienia powierzchni terenu na terenie gminy Wyszków; dane odnoszą się do kwadratów o boku 100 m; aktualność danych: 2015 r.



**Ryc. 38.** Stopień zasklepienia powierzchni terenu na terenie miasta Wyszków wraz z przedmieściami; dane odnoszą się do kwadratów o boku 20 m; aktualność danych: 2015 r.





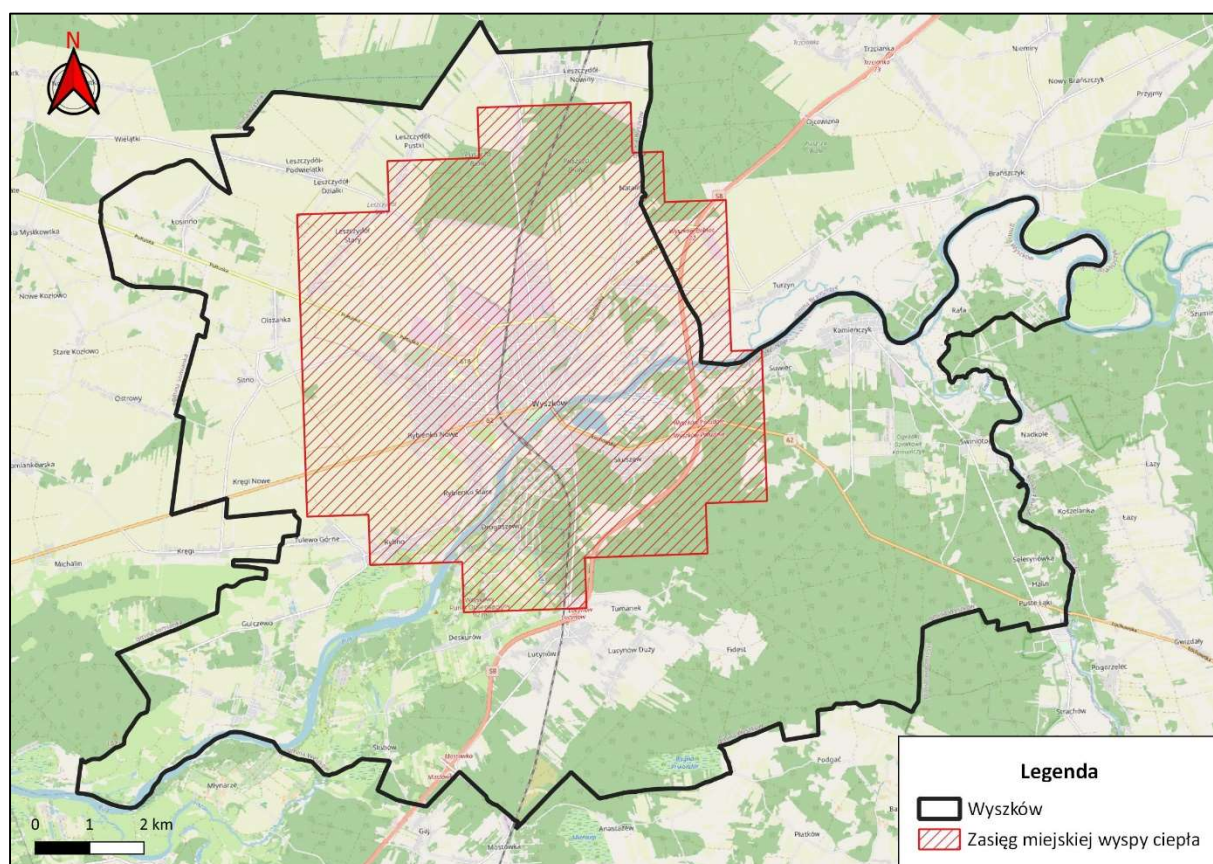
W strukturze funkcjonalno-przestrzennej miasta i gminy można dokonać wydzielenia następujących obszarów wrażliwości:

1. Zwarta zabudowa kwartałowa. Dominuje zabudowa mieszkaniowa, zieleń występuje w formie oderwanych enklaw. Dość liczne są tu obiekty usług publicznych. Tereny zabudowy kwartałowej, charakteryzujące się najwyższym stopniem uszczelnienia gruntów, generują (razem z sąsiadującymi terenami przemysłowymi i składowymi) najintensywniejsze zjawisko miejskiej wyspy ciepła.
2. Osiedla mieszkaniowe (zabudowa blokowa). Przeważa na tych obszarach zabudowa 3-4 kondygnacyjna ale są to budynki wolno stojące przez co zachowały się tu arealy terenów biologicznie czynnych – miejscami nawet do ponad 30%. Stosunkowo duży jest jednak udział terenów zielonych rozdzielających poszczególne osiedla blokowe - zieleń osiedlowa, parkowa, przyuliczna i przyblokowa.
3. Zabudowa mieszkaniowa o niskiej intensywności. Tereny z dominującą zabudową jednorodzinną – zarówno intensywną, jak i ekstensywną oraz rozproszoną. Intensywność zabudowy jest tu więc relatywnie wysoka, niewiele różniąc się od terenów z zabudową blokową jeśli intensywność tą mierzyć udziałem terenów pod budynkami lub udziałem powierzchni biologicznie czynnej. Zdecydowanie mniejszą intensywnością zabudowy charakteryzują się tereny z ekstensywną zabudową jednorodzinną, gdzie udział powierzchni biologicznie czynnej z reguły przekracza 50% (a w wielu osiedlach nawet 70%), a tym bardziej na terenach z zabudową jednorodzinną rozproszoną, która rozwinęła się na peryferiach miasta. W odróżnieniu od zabudowy jednorodzinnej intensywnej, a także ekstensywnej, zabudowa ta nie tworzy większych skupionych zespołów a jedynie niewielkie enklawy pośród terenów otwartych.
4. Tereny produkcyjne, bazowe składy i magazyny, tereny kolejowe. Tą grupę terenów charakteryzuje najsilniejsze zainwestowanie techniczne z czym wiąże się wysoki stopień uszczelnienia podłoża, w większości przekraczający 70% powierzchni działki, przy niewielkim udziale powierzchni biologicznie czynnej. Ze względu na wysoki stopień technicznego zainwestowania (duży udział terenów uszczelnionych) mają one najsilniejszy wpływ na kształtowanie się niekorzystnych warunków topoklimatycznych, w tym termicznych oraz opadowych (ograniczone możliwości retencji wód opadowych, zwłaszcza pochodzących z nawałnych opadów). Jednak ze względu na brak stałych mieszkańców (najważniejszego receptora niekorzystnych czynników klimatycznych) wrażliwość obszarów przemysłowych, magazynowych, bazowych i komunikacyjnych oceniono niżej niż w przypadku obszarów z intensywną zabudową mieszkaniową.
5. Osnowa przyrodnicza miasta i różnorodność biologiczna gminy. Rozczłonkując zwartą, najsilniej zurbanizowaną strefę miasta istotnie wpływa na łagodzenie dominanty klimatu miejskiego w tej strefie. Gmina posiada stosunkowo dobrze rozwinięty system przyrodniczy – osnowę ekologiczną. Tworzą go lasy oraz układ klinowy, którego trzon stanowi dolina Bugu i doliny jej największych dopływów. Ten ekologiczny system jest ponadto silnie powiązany z zewnętrznymi układami przyrodniczymi. Stwarza też korzystne warunki dla rekreacji mieszkańców całego miasta.
6. Tereny niezabudowane – otwarte. Obejmują one głównie użytki rolne – pola orne, trwałe użytki zielone lub sady oraz niewielkie i rozproszone arealy nieużytków. Część tych sposobów zagospodarowania znalazła się w zasięgu ekologicznej osnowy przyrodniczej, do której zaliczono

też wszystkie powierzchnie zalesione i wód powierzchniowych. Zachowały się na obrzeżach miasta oraz w obrębach ewidencyjnych innych niż miasto.

Dane Center for International Earth Science Information Network<sup>8</sup> wskazują, że w Wyszku może występować zjawisko tzw. miejskiej wyspy ciepła; jej zidentyfikowany zasięg przedstawiono na ryc. 39. Różnica średniej temperatury powietrza pomiędzy gęstą zabudową miasta a jego otoczeniem wynosi 0,89°C w ciągu dnia oraz 0,59°C w ciągu nocy.

**Ryc. 39.** Zdiagnozowany zasięg miejskiej wyspy ciepła (wg Center for International Earth Science Information Network)

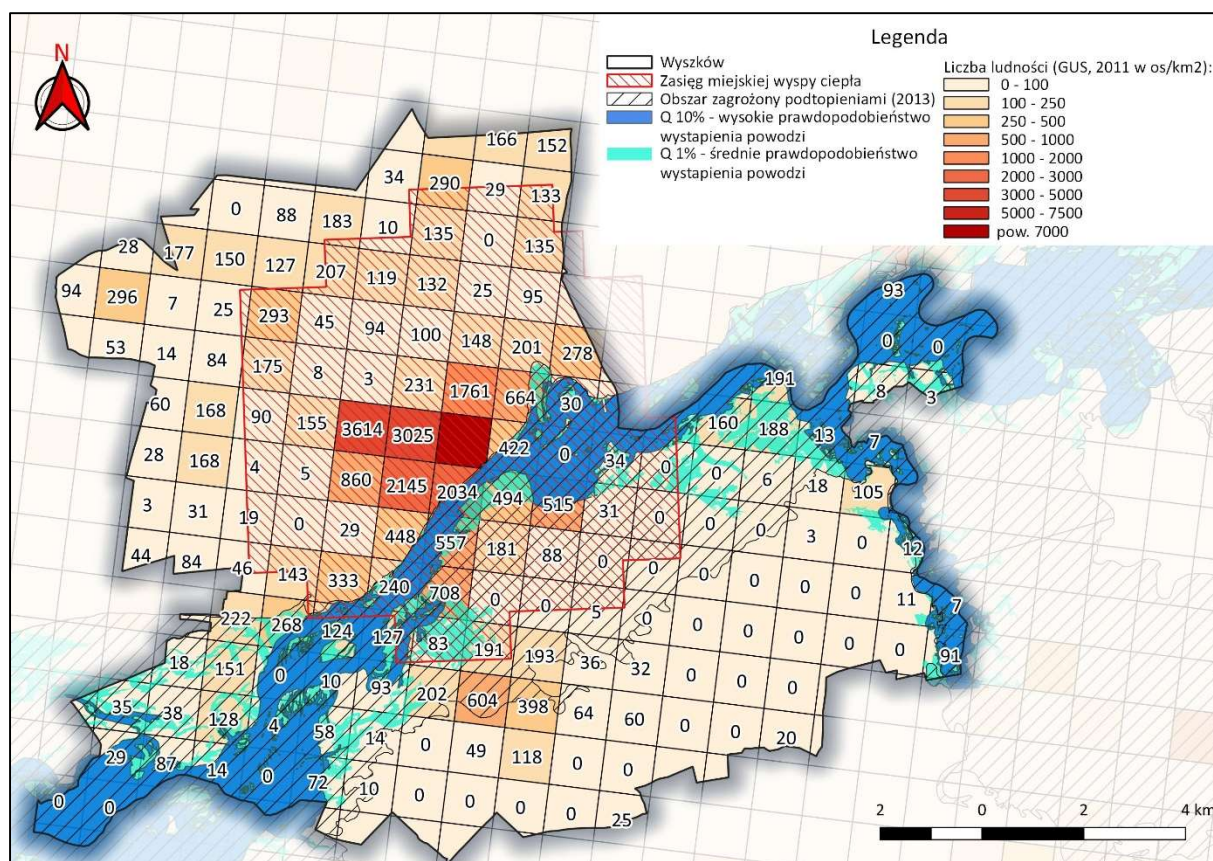


<sup>8</sup> Center for International Earth Science Information Network, Columbia University. 2016. Global Urban Heat Island (UHI) Data Set, 2013. Palisades, NY: NASA Socioeconomic Data and Applications Center (SEDAC)

Na ryc. nr 40 zestawiono dane o gęstości zaludnienia, obszarach szczególnego zagrożenia powodzią oraz o obszarach zagrożonych podtopieniami. Informacje te wskazują, że na części obszaru o wysokim zagęszczeniu ludności występują jednocześnie zagrożenia wodne (powódzie i podtopienia) oraz zagrożenia związane z falami upałów. Rozmieszczenie gęstości zaludnienia zostało przedstawione w podziale na siatkę kwadratów o boku 1 km, w których zawarto informację o liczbie ludności według spisu powszechnego wykonanego w 2011 r. (bardziej aktualne dane o podobnym stopniu szczegółowości będą dostępne dopiero po kolejnym spisie powszechnym zaplanowanym na 2021 r.). Dane Głównego Urzędu Statystycznego (aktualne na dzień 31.12.2018 r.) wskazują, że teren gminy zamieszkuje 60 478 osób, a średnia gęstość zaludnienia wynosi 1 290 osób/km<sup>2</sup>. Ludność w wieku przedprodukcyjnym stanowi 10 197 osób, w wieku produkcyjnym: 36 500, w wieku poprodukcyjnym: 13 781. Na 100 osób w wieku produkcyjnym przypada 65,7 osób w wieku nieprodukcyjnym.

Na terenach o najwyższej gęstości zaludnienia i największym narażeniu na niekorzystne skutki zjawisk atmosferycznych powinny być realizowane działania adaptacyjne.

**Ryc. 40.** Gęstość zaludnienia w odniesieniu do zagrożeń ze strony wody i miejskiej wyspy ciepła.



Niezależnie od przestrzennego rozkładu wrażliwości na stresory klimatyczne można mówić również o wrażliwości poszczególnych sektorów miasta na te stresory. Ustalenia w tym zakresie przedstawiono w rozdziale IV.

### 3.4 Analiza narażenia na czynniki klimatyczne

Z informacji przedstawionych w poprzednich rozdziałach wynika, że najbardziej groźnymi dla gminy Wyszków zjawiskami związanymi ze zmianami klimatu są w szczególności nawalne opady i burze (oraz związane z nimi powodzie), fale upałów i susze. Zjawiska te stanowią poważne zagrożenie dla prawidłowego funkcjonowania miasta i gminy oraz dla zdrowia i życia jego mieszkańców. Przedstawione wcześniej prognozy zmian klimatu wskazują m.in., że:

1. W odniesieniu do zmian charakterystyk temperaturowych prognozowany jest wzrost temperatury średniorocznej. Prognozowany jest wzrost temperatur w miesiącach zimowych. Stosunkowo słaby trend (lub jego brak) występuje dla kwietnia, maja oraz września i października.
2. Przewidywany jest wzrost temperatur maksymalnych w okresie letnim - zwiększy się liczba dni upalnych (liczba fal upałów). Średni czas trwania fal upałów nie ulegnie większym zmianom w stosunku do klimatu obecnego. Wzrośnie natomiast liczba dni gorących oraz liczba okresów o długości przynajmniej 5 dni (a także czas ich trwania) z temperaturą maksymalną  $>25^{\circ}\text{C}$ .
3. Prognozowane jest osłabienie niekorzystnych zjawisk związanych z występowaniem niskich temperatur w okresie zimowym. Liczba dni mroźnych z temperaturą maksymalną poniżej  $0^{\circ}\text{C}$  oraz liczba dni z temperaturą minimalną poniżej  $-10^{\circ}\text{C}$  ulegnie zmniejszeniu.
4. Prognozowana liczba dni przymrozkowych w ciągu roku ulegnie zmniejszeniu, przewiduje się również zmniejszenie się liczby dni z przejściem temperatury przez  $0^{\circ}\text{C}$ .
5. Prognozowane jest zwiększenie się liczby dni z temperaturą średniodobową  $>10^{\circ}\text{C}$ , co jest wskaźnikiem wydłużenia okresu wegetacyjnego niektórych roślin.
6. Dla charakterystyk opadowych prognozowany jest wzrost zarówno liczby dni z opadem, jak i wysokość sumy rocznej opadu w horyzoncie do roku 2050. Prognozowany jest wzrost miesięcznej sumy opadu, zwłaszcza w chłodnej porze roku. Przewiduje się wzrost narażenia na opad ekstremalny. Równocześnie będzie występowała dywersyfikacja opadów: susze występujące na przemian z deszczami nawalnymi, powodzie od strony rzek.

Miasto i gmina Wyszków są w stopniu wysokim narażone na następujące czynniki klimatyczne:

- ekstremalna temperatura dodatnia – wzrost częstotliwości i długości trwania takich okresów może ulec zwiększeniu, co spotęguje ilość dni upalnych i nocy tropikalnych oraz związanych z tym negatywnych skutków zdrowotnych dla narażonych grup społeczeństwa;
- opady nawalne – zwiększeniu może ulec zarówno wielkość pojedynczego opadu, jak i liczebność dni z wysokimi sumami opadów, podczas których mogą wystąpić podtopienia i tzw. powodzie błyskawiczne;

- powódzie – może nastąpić wzrost liczby epizodów z wysokim stanem wody w rzece Bug oraz jej dopływach; może nastąpić także wzrost ryzyka występowania podtopień w dolinach rzek.

Narażenie średnie miasta i gminy dotyczy następujących zagrożeń klimatycznych:

- susze (okresy suche) – długość okresów bezopadowych może pozostać taka sama, ale dotkliwość suszy będzie zwiększała się ze względu na rosnące średnie i maksymalne temperatury powietrza, zmienność charakterystyki opadów oraz antropogeniczne szczyptywania zasobów wodnych;
- silny wiatr – epizody silnego wiatru mogą przynieść okresowe problemy w funkcjonowaniu miasta.

Dla następujących czynników klimatycznych przewiduje się niskie narażenie:

- ekstremalne temperatury ujemne - znacząco spadnie liczba dni z takimi temperaturami;
- opady (i zaleganie) śniegu - wraz ze spadkiem liczby dni z niską temperaturą, spadnie ilość opadów śniegu i okres zalegania pokrywy śnieżnej z kilkudziesięciu do zaledwie kilku dni w roku.

Powyższe ustalenia mają znaczenie dla analizy wrażliwości i zdolności adaptacyjnej miasta i gminy, prowadząc do wniosków końcowych w zakresie podatności miasta na zmiany klimatu. Szczególnej uwagi wymagają te czynniki klimatyczne, dla których narażenie określono jako średnie i wysokie

### 3.5 Ocena wrażliwości oraz zdolności adaptacyjnych

Na podstawie oceny możliwości wystąpienia skutków zmian klimatu oszacowano wrażliwość na zmiany klimatu, czyli znaczenie prognozowanych zmian klimatu dla poszczególnych zagadnień związanych z funkcjonowaniem miasta i gminy (czyli: dla ludzi, gospodarki, infrastruktury, terenów zabudowanych oraz środowiska przyrodniczego). Na tej podstawie ocenia się (w kontekście ryzyka wystąpienia ekstremalnych zjawisk pogodowych oraz innych negatywnych skutków zmian klimatu) zdolności adaptacyjne ukierunkowanie na działanie, które wymagają realizacji w pierwszej kolejności, (czyli cechy miasta oraz działania możliwe do podjęcia, które w konsekwencji pomagają przetrwać te niekorzystane zjawiska).

**Tab. 4.** Sektory i obszary funkcjonalne miasta oraz potencjalne zjawiska klimatyczne wraz z konsekwencjami zmian.

Badane sektory i obszary wrażliwe poddane analizie w zakresie wpływu zjawisk klimatycznych	Wpływ zjawiska klimatycznego	Komponent obszaru gminy i jego struktury
Zdrowie publiczne/grupy wrażliwe	Fale upałów (miejska wyspa ciepła), fale zimna, susza, intensywne opady, smog	Mieszkańcy, infrastruktura służąca ochronie zdrowia i życia
Transport	Burze, intensywne opady, podnoszenie poziomu rzek, fale upałów oraz fale zimna	Infrastruktura drogowa
Energetyka	Burze, intensywne opady, podnoszenie poziomu rzek, susza, fale upałów oraz fale zimna	Infrastruktura energetyczna
Gospodarka wodna	Burze, susza, fale upałów, ekstremalne opady oraz fale zimna	Zbiorniki i ciekły wodne, infrastruktura wodno-kanalizacyjna
Usługi, handel, przemysł – tereny zabudowy	Burze i opady ulewne, susza, fale upałów (miejska wyspa ciepła) oraz fale zimna, podnoszenie poziomu rzek, stagnacja powietrza	Tereny usług, handlu i przemysłu Tereny z halami magazynowymi i produkcyjnymi
Turystyka	Burze, intensywne opady, podnoszenie poziomu rzek, fale upałów oraz susze	Tereny zielone – ekosystemy gminne
Mieszkalnictwo – tereny zabudowy o wysokiej intensywności	Burze i opady ulewne, susza, fale upałów (miejska wyspa ciepła) oraz fale zimna, podnoszenie poziomu rzek, stagnacja powietrza	Zabudowa śródmiejska, dużych zespołów mieszkaniowych (osiedla)
Mieszkalnictwo – tereny zabudowy o niskiej intensywności	Burze i opady ulewne, susza, fale upałów (miejska wyspa ciepła) oraz fale zimna, podnoszenie poziomu rzek, stagnacja powietrza	Zabudowa podmiejska (suburbia)
Różnorodność biologiczna, leśnictwo	Burze, intensywne opady, podnoszenie poziomu rzek, susza, fale upałów oraz fale zimna	Tereny zielone - ekosystemy miejskie, infrastruktura wodno-kanalizacyjna
Rolnictwo	Burze, intensywne opady, podnoszenie poziomu rzek, susza, fale upałów oraz fale zimna	Zbiorniki i ciekły wodne, infrastruktura wodno-kanalizacyjna, tereny zalewowe
Usługi publiczne	Fale upałów (miejska wyspa ciepła), fale zimna, susza, intensywne opady, smog, powódzie i podtopienia	Mieszkańcy, infrastruktura służąca ochronie zdrowia i życia
Gospodarka przestrzenna	Fale upałów (miejska wyspa ciepła), fale zimna, susza, intensywne opady, smog, powódzie i podtopienia	Wszystkie komponenty obszaru gminy

Wrażliwość gminy i miasta Wyszaków na zmiany klimatu oraz zdolności adaptacyjne jest zależna od wielu czynników. Położenie geograficzne określa czynniki naturalne (np. ukształtowanie powierzchni, występowanie naturalnej roślinności, typy gleb i utworów geologicznych, sieć hydrograficzna). Znaczenie mają również czynniki ukształtowane przez człowieka, m.in. sposób zagospodarowania przestrzennego, rozkład i dostępność infrastruktury technicznej, modyfikacje ukształtowania terenu, szaty roślinnej, sieci hydrograficznej i inne. Podstawowym elementem wrażliwości miasta jest również populacja ludzi zamieszkujących dane miasto i gminę.

W analizie wrażliwości miasta i gminy Wyszaków uwzględniono cechy i wrażliwość kluczowych sektorów wpływających na funkcjonowanie miasta i stanowiących jego bazę ekonomiczną. Pod pojęciem sektor rozumie się wydzieloną część funkcjonowania miasta wyróżnioną ze względu na określony typ aktywności społeczno-gospodarczej lub specyficzne problemy. Do analizy podatności wybrano następujące sektory: zdrowie publiczne i jakość życia, gospodarka, transport, energetyka, gospodarka wodna, gospodarka ściekowa, różnorodność biologiczna i dobra kultury. Sektory zostały zdefiniowane poprzez komponenty, które opisują ich funkcjonowanie oraz dają się (choćby pośrednio) określić w przestrzeni.

Najbardziej wrażliwe na zmiany klimatu w mieście i gminie Wyszaków są następujące sektory:

- zdrowie publiczne i jakość życia, budynki i infrastruktura sieciowa, system przyrodniczy oraz energetyka (zaopatrzenie w energię) – w przypadku występowania upałów;
- infrastruktura transportowa i komunikacyjna, budynki oraz gospodarka wodna – w przypadku występowania ulewnych deszczy (podtopień);
- zarządzanie kryzysowe, transport i komunikacja oraz budynki i obiekty sieciowe – w przypadku wystąpienia powodzi;
- świadomość społeczna oraz rolnictwo i leśnictwo, a także system przyrodniczy miasta – w przypadku wystąpienia suszy;
- świadomość społeczna, system zarządzania kryzysowego oraz system przyrodniczy miasta – w przypadku silnego wiatru.

Zdrowie publiczne i jakość życia jest sektorem, który charakteryzuje się największą wrażliwością na zmiany klimatu. Analizowano ją w odniesieniu do dwóch podstawowych aspektów: mieszkańców miasta oraz infrastruktury związanej ze zdrowiem publicznym i opieką społeczną. Analiza tych komponentów wskazuje, że ten sektor jest najbardziej wrażliwy na wskaźniki termiczne (upały i mrozy) oraz zwiększone stężenia zanieczyszczeń powietrza, zwłaszcza w przypadku szczególnie wrażliwych grup ludności. W mniejszym stopniu sektor ten jest wrażliwy na zjawiska związane z opadami i powodowane nimi powodzie, podtopienia i susze, a także temperatury progowe, oblodzenia, opady śniegu i wiatr. Najbardziej wrażliwą (na poszczególne zjawiska klimatyczne i ich pochodne) grupą ludności są osoby powyżej 65 roku życia, dzieci poniżej 5 roku życia, osoby przewlekle chore

(na choroby układu krążenia i układu oddechowego), osoby z niepełnosprawnością w zakresie ograniczonej mobilności oraz osoby bezdomne. Infrastruktura ochrony zdrowia oraz infrastruktura opieki społecznej charakteryzują się brakiem wrażliwości lub niską wrażliwością na ekstrema klimatyczne, tj. ew. zagrożenia nie powodują znaczących zakłóceń w ich funkcjonowaniu.

Kolejnym sektorem szczególnie wrażliwym na zmiany klimatu jest gospodarka ściekowa. Analiza wpływu czynników klimatycznych na poszczególne komponenty tego sektora wskazuje na szczególną wrażliwość systemu gromadzenia i odprowadzania ścieków na powódzie i podtopienia. Wrażliwość systemu oceniona została jako wysoka w obliczu nasilających się opadów i intensywnych spływów powierzchniowych, które mogą powodować powódzie miejskie oraz związane z nimi niedogodności w funkcjonowaniu kanalizacji. Wrażliwość tego sektora jest potęgowana położeniem niektórych jego elementów w strefie zagrożenia powodziowego. Gospodarka ściekowa charakteryzują się niską wrażliwością na mrozy i susze oraz brakiem wrażliwości na temperatury progowe, oblodzenia, opady śniegu, silne wiatry czy zanieczyszczenia powietrza.

Trzecim sektorem charakteryzującym się dużą wrażliwością na zmiany klimatu i ich pochodne, jest gospodarka wodna. Wrażliwość wynika tu z dużego stopnia reaktywności na gwałtowne czynniki klimatyczne. Zagrożenie to może być czynnikiem sprawczym w zakłóceniu funkcjonowania miasta, jak również mieć wpływ na komfort i jakość życia mieszkańców oraz funkcjonowanie innych sektorów. Ze względu na nasilające się upały i susze za najbardziej wrażliwy uznano system zaopatrzenia w wodę oraz źródła wody dla miasta. Wysokie temperatury i susze mogą wpływać negatywnie na jakość wody, a także jej dostępność. Wrażliwość na upały ma średnie znaczenie dla sieci wodociągowych i stacji uzdatniania, te jednak wykazują wzmożoną wrażliwość na powódzie i podtopienia. Wszystkie komponenty tego sektora cechują się brakiem wrażliwości na oblodzenia, opady śniegu, silne wiatry i zanieczyszczenia powietrza.

Wysokim i średnim stopniem wrażliwości na zmiany klimatu (i zjawiska nimi powodowane) objęty jest również sektor gospodarki miasta i gminy, który obejmuje takie komponenty, jak w szczególności przemysł, budownictwo, turystyka, rolnictwo. Przemysł charakteryzuje się wysoką wrażliwością na upały, średnią na czynniki opadowe (powódzie, podtopienia, susze) oraz niską na mrozy i opady śniegu. Budownictwo wykazuje średnią wrażliwość na upały oraz powódzie i podtopienia, niską zaś na mrozy i temperatury progowe. Wyższa wrażliwość na upały i podtopienia lokalne dotyczy jedynie gęsto zamieszkałych obszarów położonych centralnie, o niskim udziale terenów zieleni i wysokim stopniu uszczelnienia powierzchni. Takie zagospodarowanie terenu powoduje duży spadek cech retencyjnych powierzchni, które stanowiłyby czynnik hamujący dla tworzenia się powodzi miejskich i podtopień, a także ogranicza możliwości łagodzenia ekstremów klimatycznych. Zagrożenie upałami, powodzią i podtopieniami w sektorze gospodarki może powodować znaczne zakłócenia w funkcjonowaniu miasta i rozwoju jego przedsiębiorczości. Niekorzystne warunki wynikające ze zdarzeń klimatycznych mogą obniżyć atrakcyjność terenów jako



terenów inwestycyjnych, a w przypadku ich zainwestowania - generować straty finansowe związane ze zdarzeniami klimatycznymi, potęgowane wysoką wartością materialną elementów infrastrukturalnych i logistyki związanej z sektorem gospodarki.

Sektor transportu (w szczególności drogi publiczne) wykazuje niską wrażliwość na temperatury progowe, oblodzenia, powodzie, podtopienia czy też opady śniegu i silne wiatry. Czynniki te mogą w niewielkim stopniu zakłócić funkcjonowanie miasta i wpływają tylko pośrednio na komfort korzystania z sektora.

Dobra kultury charakteryzują się stosunkowo niską wrażliwością na czynniki klimatyczne i ich pochodne. W ocenie wyróżnić należy jedynie wysoką wrażliwość obiektów nauki i oświaty (uczelnie, szkoły, przedszkola) na upały i zanieczyszczenia powietrza, które mogą negatywnie wpłynąć na zdrowie i jakość życia osób korzystających z opisanych obiektów. Wrażliwość obiektów kultury na upały, powodzie, podtopienia i zanieczyszczenia powietrza oceniono jako niską.

Powyższa analiza wykazała, że czynnikami klimatycznymi i ich pochodnymi, które mogą spowodować największe zagrożenia i straty w omawianych sektorach miasta są: upały, powodzie oraz podtopienia. Przy działaniach adaptacyjnych należy dodatkowo zwrócić uwagę na jakość powietrza i w obrębie omawianych sektorów zastosować odpowiednie działania zmniejszające negatywny wpływ zmian klimatu.

W tym zakresie należy wskazać, że największą zdolność adaptacyjną zidentyfikowano dla następujących sektorów:

- transport i komunikacja, system przyrodniczy miasta oraz energetyka – w przypadku upałów;
- zdrowie, rolnictwo i leśnictwo, system przyrodniczy miasta oraz gospodarka odpadami – w przypadku podtopień;
- zarządzanie kryzysowe, budynki i obiekty sieciowe, system przyrodniczy i gospodarka wodna – w przypadku powodzi;
- zdrowie ludzi, zarządzanie kryzysowe oraz energetyka – w przypadku suszy;
- budownictwo i obiekty sieciowe – w przypadku silnego wiatru.

### 3.6 Ocena odporności

Odporność to różnica pomiędzy oceną wrażliwości a zdolności adaptacyjnej. Odporność uznaje się za niską, gdy wysoka wrażliwość wiąże się z niskimi lub średnimi zdolnościami adaptacyjnymi. Średnia odporność występuje wtedy, gdy wrażliwość i zdolności adaptacyjne były na podobnym poziomie. Odporność jest oceniana jako wysoka, jeśli zdolności adaptacyjne znacznie przewyższają wrażliwość.

Dla stworzenia właściwych warunków dla adaptowania się do zmian klimatu, konieczne jest zwiększanie zdolności adaptacyjnych oraz zmniejszanie wrażliwości miasta na wskazane zagrożenia w sektorach, gdzie zdiagnozowano niską odporność. Taką właśnie niską odporność zdiagnozowano dla następujących sektorów:

- zdrowie i samopoczucie mieszkańców – w zakresie wysokich temperatur, opadów deszczu oraz powodzi;
- transport i komunikacja – w zakresie ekstremalnych opadów deszczu, powodzi oraz silnego wiatru;
- system przyrodniczy – w przypadku wysokich temperatur, suszy i silnego wiatru;
- zdrowie i zarządzanie kryzysowe – w przypadku wysokich temperatur;
- gospodarka wodno-ściekowa – w przypadku wysokich opadów atmosferycznych;
- rolnictwo i leśnictwo – w przypadku suszy.

### 3.7 Ocena podatności

Dla sporządzenia całościowej oceny związanej z adaptacją do zmian klimatu, analizowano powiązania pomiędzy narażeniem miasta i gminy na zmiany klimatu (zagrożeniami) a odpornością (silnymi i słabymi stronami) dla poszczególnych sektorów. Zależności te stanowią ocenę podatności. Jest ona 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.

Najbardziej wrażliwymi i tym samym – podatnymi sektorami są niżej omówione:

#### 1. Zdrowie publiczne

Do tego sektora zaliczono zarówno populację ludzką z jej cechami demograficznymi, zdrowotnymi i społecznymi, jak i placówki służby zdrowia i opieki społecznej. Populacja ludzi jest najważniejszym receptorem negatywnego oddziaływania czynników klimatycznych. O stopniu wrażliwości populacji ludzkiej na czynniki klimatyczne i ich pochodne decydują:

- liczebność lub zagęszczenie populacji w zasięgu oddziaływania czynnika klimatycznego, np. w zasięgu miejskiej wyspy ciepła, silniejszej koncentracji zanieczyszczeń powietrza, powodzi itp.),
- struktura wieku, w szczególności udział ludzi starszych (pow. 65 roku życia) i dzieci (do 5 roku życia),

- udział osób chorych (zwłaszcza choroby płuc i układu krążenia), osób z niepełnosprawnością (zwłaszcza z ograniczoną mobilnością) oraz osób bezdomnych (lub żyjących w skrajnie niekorzystnych warunkach infrastrukturalnych).

Do czynników klimatycznych – stresorów negatywnie oddziałujących na populację ludzką zaliczono tu kolejno:

- **Uwarunkowania termiczne**, takie jak wysokie temperatury i fale upałów, potęgowane dodatkowo występowaniem zjawiska miejskiej wyspy ciepła. Wysokie temperatury, a zwłaszcza fale upałów, są niebezpieczne dla wszystkich ludzi, jednak szczególnie dla osób starszych i chorych. Według długofalowych prognoz klimatycznych, to niebezpieczne zjawisko będzie się stopniowo nasilać – zwiększy się zarówno częstotliwość upałów, jak i długość ich poszczególnych okresów oraz wartość temperatury maksymalnej. Zmniejszy się natomiast częstotliwość i natężenia fal chłodu (ten czynnik będzie szczególnie zagrażać osobom bezdomnym). Niekorzystny jest też wpływ takich zjawisk termicznych, jak międzydobowe wahania temperatury oraz temperatury przejściowe wokół 0°C (możliwość upadku na oblodzonej nawierzchni).
- **Opady** nie stwarzają bezpośredniego zagrożenia dla życia ludzkiego. Niemniej, nawalne deszcze mogą spowodować m.in. krótkookresowe zalania ulic i posesji lub podtopienia, które z kolei doprowadzą do strat w majątku i okresowego pogorszenia warunków życia i zamieszkania. Z kolei niedobory wody, zwłaszcza jeśli dłużej się utrzymują (długookresowe susze) także w pewnym stopniu obniżyć mogą standardy życia i zamieszkania (zmniejszone dostawy lub pogorszona jakość wody, wyższy stopień zanieczyszczenia powietrza w związku z unosem pyłów).
- **Powodzie rzeczne** w gminie Wyszaków dotyczyć mogą tylko znikomej liczby mieszkańców, która zamieszkuje w prognozowanych (prawdopodobnych) zasięgach powodzi ze strony rzeki Bug i jej dopływów. Wobec rozwoju infrastruktury przeciwpowodziowej, zagrożenie miasta ze strony powodzi rzecznych można określić jako średnie.
- **Zanieczyszczenia powietrza**, w tym zjawisko smogu (mieszanie mgły z zanieczyszczeniami powietrza) należą, podobnie jak wysokie temperatury, do wyjątkowo silnych stresorów mogących powodować wzrost nasilenia procesów chorobowych. Na obszarze Wyszkowa występowały przekroczenia wartości kryterialnych określonych dla badanych zanieczyszczeń powietrza, stąd ich stężenie (zwłaszcza zanieczyszczeń pyłowych), można uznać za jeden z istotnych czynników związanych z panującymi warunkami meteorologicznymi. Najbardziej narażonymi grupami populacji są w tym przypadku dzieci, ludzie chorzy oraz osoby starsze.
- **Ekstremalne wiatry i burze (w tym z gradem)** stanowią zagrożenie przede wszystkim dla majątku trwałego, czyli w omawianym sektorze dla obiektów służby zdrowia i opieki społecznej. Położenie tych obiektów w większości na terenach z intensywniejszą zabudową do pewnego stopnia zmniejsza zagrożenie silnymi wiatrami (większy

współczynnik tarcia podłoża). Zjawiska te mogą jednak stanowić także bezpośrednie zagrożenie dla mieszkańców. Podczas wichur i burz pogarsza się też stan samopoczucia, zwłaszcza wśród ludzi starszych i przewlekle chorych (wahania ciśnienia).

Średni potencjał adaptacyjny w takich kategoriach jak: wyposażenie placówek w sektorze ochrony zdrowia oraz współpracy z gminami sąsiednimi w zakresie zarządzania kryzysowego powoduje, że podatność omawianego sektora (zwłaszcza odnośnie populacji ludzkiej) ma taki sam stopień jak wrażliwość. Łagodzeniu wrażliwości sprzyjać natomiast mogą takie elementy potencjału adaptacyjnego jak np. przygotowanie służb, możliwości finansowe, systemy monitorowania i ostrzegania oraz systemowość ochrony i kształtowania zielono-błękitnej infrastruktury.

## **2. Gospodarka przestrzenna miasta**

Wrażliwość tego sektora wynikać może z przestrzennego rozmieszczenia wrażliwych receptorów, tj. terenów o „wrażliwych” funkcjach (np. mieszkaniowych) w zasięgu oddziaływania niekorzystnych czynników klimatycznych lub ich pochodnych (np. strefy zwiększonej koncentracji zanieczyszczeń powietrza, zasięgi powodzi). Jednocześnie sama struktura funkcjonalno-przestrzenna układu osadniczego (proporcje i wzajemne relacje przestrzenne pomiędzy terenami silniej technicznie zainwestowanymi a terenami zielonymi) istotnie wpływają na modyfikacje topoklimatu miejskiego – mogą łagodzić albo potęgować niekorzystne elementy dominanty jego klimatu. Tak więc ten mniejszy lub większy (łagodzący lub potęgujący) wpływ na kształtowanie się klimatu miasta jest też oceniany w aspekcie wrażliwości na czynniki klimatyczne i ich prognozowane długofalowe zmiany. Przykładowo: miasto z rozległymi i zwartymi terenami silnie zurbanizowanymi oraz z intensywną zabudową (czyli z wysokim udziałem powierzchni uszczelnionej przy słabo wykształconej zielono-błękitnej infrastrukturze) będzie oceniane jako bardziej wrażliwe niż miasto z dobrze ukształtowaną spójną osnową ekologiczną i dużym udziałem terenów zielonych.

Analizowany sektor jest wrażliwy (także jako strona czynna – potęgująca) i zarazem podatny na następujące zjawiska i czynniki związane ze zmianami klimatu: miejska wyspa ciepła, fale upałów, deszcze nawalne, okresy suszy z wysoką temperaturą, powodzie (miejskie i od strony rzek), powietrze (zanieczyszczenie i smog) oraz silny wiatr.

Historyczny rozwój układu przestrzennego Wyszkowa nawiązuje do miejscowych uwarunkowań przyrodniczych, zwłaszcza do układu cieków i ich dolin. Dzięki temu najbardziej intensywnie zabudowana strefa została rozczłonkowana przez elementy wykształconej zielono-błękitnej infrastruktury (lasy i zadrzewienia, tereny przyrodnicze, rzeki i cieki wodne). Na tą infrastrukturę, oprócz dolin z ich wodami powierzchniowymi tworzącymi klify napowietrzające, składają się też pierścienie różnej zieleni miejskiej (parki, skwery, cmentarze).

### 3. Gospodarka wodna

Na sektor gospodarki wodnej podczas ekstremalnych zjawisk klimatycznych w największym stopniu mogą oddziaływać następujące czynniki klimatyczne (stresory):

- deszcze nawalne (w połączeniu z burzami)
- fale upałów (w połączeniu z długotrwałymi okresami bezopadowymi)
- powódzie od strony rzek
- fale zimna (temperatury minimalne).

Na dość wysoką wrażliwość tego sektora wpływa przede wszystkim sposób odbioru i zagospodarowania wód deszczowych podczas nawalnych opadów atmosferycznych. Największe zagrożenie pojawia się ze strony intensywnych opadów atmosferycznych powodujących tzw. powódzie błyskawiczne (występujące najczęściej na terenach zurbanizowanych). W wyniku tego zjawiska może dojść do podtopień terenów zurbanizowanych (szczególnie tych silnie uszczelnionych) oraz braku możliwości ich skutecznego odbioru przez system kanalizacji deszczowej (w przypadku zbyt małej przepustowości tej sieci). Sytuacja dotyczy przede wszystkim terenów mocno zurbanizowanych, w tym przemysłowych. W mniejszym stopniu stresor ten będzie miał wpływ na funkcjonowanie systemu zaopatrzenia w wodę, choć w skrajnych przypadkach towarzyszące burze mogą przyczynić się do okresowych problemów z zasilaniem urządzeń elektrycznych w obrębie infrastruktury (pompy, układy sterowania). Konieczne jest realizowanie rozwiązań służących retencjonowaniu i zagospodarowaniu opadów nawalnych, tam gdzie jest to możliwe w sposób ograniczający ich spływ do kanalizacji deszczowej. W pozostałych przypadkach należy utrzymywać i rozwijać istniejący system kanalizacji deszczowej w sposób zapewniający jego wysoką sprawność i efektywność.

Kolejnym czynnikiem oddziałującym na omawiany sektor stanowią fale upałów towarzyszącymi długotrwałymi okresami bezopadowymi. Należy przyjąć ryzyko, że zjawisko suszy może w przyszłości doprowadzić do niedoborów wody (konieczność jej racjonowania) zwłaszcza w kontekście spadku wydajności ujęć infiltracyjnych i pogorszenia jej jakości.

W mniejszym stopniu na wrażliwość sektora gospodarki wodnej może wpływać zagrożenie ze strony powodzi rzecznych. W czasie tych powodzi zagrożony może być podsektor zaopatrzenia mieszkańców w wodę z uwagi na lokalizację niektórych studni i ujęć wody w granicach obszarów szczególnego zagrożenia powodziowego.

Stresor w postaci fal zimna w nieznacznym stopniu może ograniczać funkcjonowanie systemów (głównie sieci wodociągowych) w wyniku uszkodzeń i awarii spowodowanych ujemnymi temperaturami. Problem ten jest sukcesywnie minimalizowany w wyniku prowadzonych modernizacji systemu wodociągowego. Ponadto oczekuje się w związku ze zmianami klimatu zmniejszenie ryzyka tego stresora (ocieplenie klimatu).

#### 4. Transport

Transport (rozumiany jako infrastruktura drogowo – kolejowa oraz jako komunikacja publiczna) oceniany jest wysoko pod względem wrażliwości na warunki klimatyczne. Decyduje on bowiem nie tylko o sprawności funkcjonowania miasta, co ma istotne znaczenie dla komfortu zamieszkania i bezpieczeństwa ludzi. Sektor transportu jest ściśle powiązany z pozostałymi sferami życia miasta i zakłócenia w płynności ruchu mogą odbić się na sprawnym funkcjonowaniu całego miasta i gminy. Z przeprowadzonej analizy wrażliwości wynika, że na sektor transportu negatywny wpływ ma kilka stresorów klimatycznych. Do najistotniejszych z nich zaliczono: fale upałów, fale mrozów, liczbę dni z temp. od -5 do 2,5 °C z opadem, deszcze nawalne, ekstremalne opady, powodzie i podtopienia oraz burze.

#### 5. Energetyka

Podatność sektora energetycznego definiuje się w kategoriach ryzyka przerwania dostaw energii do odbiorców. Przerwanie to powodowane może być działaniem czynników klimatycznych (temperatury ekstremalne, ekstremalne opady deszczu lub śniegu oraz silny wiatr i burze). Podatność sektora rozważana jest łącznie z działaniami / cechami wspierającymi potencjał adaptacyjny, w tym możliwości finansowe, zmniejszanie (tam gdzie to możliwe) udziału sieci napowietrznych na rzecz sieci podziemnych, przygotowanie służb oraz promowanie postaw społecznych sprzyjających zmniejszaniu zużycia energii elektrycznej i utrzymywaniu optymalnej temperatury w mieszkaniach,.

W wyniku przeprowadzonych analiz ustalono, że aby gmina Wyszków mogła zaadaptować się do zmian klimatu, konieczne jest zmniejszenie podatność w ww. sektorach. Dla nich 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.

### 3.8 Ocena ryzyka

Przeprowadzona analiza pozwoliła określić skalę negatywnych skutków, które zidentyfikowane zagrożenia mogą przynieść i prawdopodobieństwo ich wystąpienia. Dzięki temu ustalono, w jakich obszarach należy w pierwszej kolejności podjąć działania adaptacyjne w celu zmniejszenia prawdopodobieństwa wystąpienia niepożądanych skutków.

Ryzyko wynikające ze zmian klimatu zależy od podatności miasta i prawdopodobieństwa wystąpienia danego zjawiska klimatycznego. Ryzyko wskazuje, w jakich sektorach w pierwszej kolejności należy zaplanować działania adaptacyjne mające na celu zmniejszenie skutków danego zjawiska. W tabeli 5 przedstawiono ryzyko dla czterech wybranych sektorów wynikające z ekstremalnych zjawisk klimatycznych i ich pochodnych. Macierz rozkładu ryzyka w obszarach wrażliwości miasta i gminy (sumarycznie dla badanych sektorów) została przedstawiona w poniższej tabeli.

**Tab. 5.** Ryzyko związane ze zmianami klimatu dla wybranych sektorów.

Sektor	Komponent	Upały	Chłody	Oblodzenia	Susze	Opady	Powódź	Wiatr i burze	Zakłócenia cyrkulacji powietrza
<b>Zdrowie publiczne</b>	Populacja miasta	Orange	Orange	Orange	Green	Green	Green	Green	Red
	Osoby >65 roku życia	Red	Orange	Red	Green	Green	Green	Green	Red
	Dzieci <5 roku życia	Yellow	Orange	Orange	Green	Green	Green	Green	Red
	Osoby przewlekle chore	Red	Orange	Orange	Green	Green	Green	Green	Red
	Osoby z niepełnosprawnością w zakresie ograniczonej mobilności	Orange	Orange	Red	Green	Yellow	Orange	Red	Green
	Osoby bezdomne	Yellow	Red	Orange	Green	Green	Green	Orange	Green
	Infrastruktura ochrony zdrowia	Yellow	Yellow	Yellow	Green	Green	Green	Green	Green
	Infrastruktura opieki społecznej	Yellow	Orange	Yellow	Green	Green	Green	Green	Green
<b>Gospodarka przestrzenna</b>	Planowanie przestrzenne (tereny rozwojowe)	Orange	Green	Green	Green	Orange	Orange	Green	Red
<b>Gospodarka wodna</b>	Podsystem zaopatrzenia w wodę	Green	Yellow	Green	Orange	Orange	Orange	Green	Green
	Podsystem gospodarki ściekowej	Green	Orange	Green	Yellow	Red	Yellow	Green	Green
	Infrastruktura przeciwpowodziowa	Green	Yellow	Green	Yellow	Red	Red	Green	Green
<b>Transport</b>	Podsystem drogowy	Orange	Red	Red	Green	Orange	Orange	Yellow	Green
	Podsystem – transport publiczny	Red	Red	Red	Green	Red	Red	Yellow	Green

Objaśnienia:

<b>Ryzyko bardzo wysokie</b>	<b>Ryzyko wysokie</b>	<b>Ryzyko średnie</b>	<b>Ryzyko niskie</b>
------------------------------	-----------------------	-----------------------	----------------------

Analiza ryzyka pozwoliła na ustalenie hierarchii zagrożeń, jakie dla sektorów i komponentów miasta wiążą się z poszczególnymi zjawiskami klimatycznymi, a tym samym na ustalenie priorytetów w podejmowaniu działań adaptacyjnych.

1. Najwyższy priorytet (dedykowany tym przypadkom, gdy istnieje bardzo wysoki stopień ryzyka negatywnego wpływu danego czynnika klimatycznego na analizowany sektor) należy nadać działaniom adaptacyjnym, które pozwolą na zmniejszenie zagrożeń:
  - wynikających z nasilających się upałów - działania ukierunkowane na ochronę osób powyżej 65 roku życia, dzieci poniżej 5 roku życia, osób przewlekle chorych (na choroby układu krążenia i układu oddechowego) oraz osób z niepełnosprawnością w zakresie ograniczonej mobilności,
  - wynikających z powodzi i podtopień – działania ukierunkowane na system zagospodarowania wód opadowych i ścieków,
2. Wysoki priorytet (dedykowany tym przypadkom, gdy istnieje wysoki stopień ryzyka negatywnego wpływu danego czynnika klimatycznego na analizowany sektor) powinny mieć działania adaptacyjne zmniejszające zagrożenia:
  - dla populacji miasta i osób bezdomnych - wynikające z takich zjawisk klimatycznych, jak upały i powódzie,
  - dla osób powyżej 65 roku życia, dzieci poniżej 5 roku życia oraz osób z niepełnosprawnością w zakresie ograniczonej mobilności - wynikające z powodzi i podtopień;
  - dla osób przewlekle chorych (z chorobami układu krążenia i układu oddechowego) wynikające z powodzi i zanieczyszczenia powietrza,
  - dla systemu zaopatrzenia w wodę - wynikające z powodzi i suszy,
  - dla sieci kanalizacyjnych i obiektów systemu gospodarki ściekowej oraz dla sieci dróg - wynikające z powodzi i podtopień,
  - dla systemu przyrodniczego miasta - wynikające ze zjawisk klimatycznych i ich pochodnych: upały i susze,
  - dla przemysłu i budownictwa- wynikające ze zjawisk klimatycznych: upały, powódzie i podtopienia.
3. Średni priorytet (dedykowany tym przypadkom, gdy istnieje średnie ryzyko negatywnego wpływu danego czynnika klimatycznego na analizowany sektor) dotyczy działań adaptacyjnych, które pozwolą na zmniejszenie zagrożeń:
  - dla populacji miasta i wszystkich grup wrażliwych wynikających z następujących zjawisk klimatycznych: podtopienia, susze, koncentracje zanieczyszczeń powietrza,
  - dla osób powyżej 65 roku życia, dzieci poniżej 5 roku życia i osób z niepełnosprawnością - wynikających z susz i zanieczyszczenia powietrza,
  - dla osób przewlekle chorych - wynikających z podtopień i susz,
  - dla osób bezdomnych - wynikających z podtopień i zanieczyszczenia powietrza,
  - dla infrastruktury ochrony zdrowia i infrastruktury opieki społecznej oraz sieci wodociągowej - wynikających z upałów, powodzi i podtopień,



- dla systemu zaopatrzenia w wodę - wynikających z powodzi, podtopień i susz,
  - dla obiektów systemu zaopatrzenia w wodę - wynikających z podtopień,
  - dla systemu odprowadzenia ścieków, obiektów systemu gospodarki ściekowej - wynikających z upałów,
  - dla sieci dróg, systemu zaopatrzenia w ciepło, sieci i obiektów systemu zaopatrzenia w ciepło - wynikających z upałów i powodzi,
  - dla obiektów usługi transportowej oraz komunikacji miejskiej - wynikających z upałów, powodzi i podtopień,
  - dla systemu zaopatrzenia w energię elektryczną, sieci elektroenergetycznej, obiektów systemu zaopatrzenia w energię, systemu zaopatrzenia w gaz, sieci gazowniczej i obiektów systemu zaopatrzenia w gaz - wynikających z upałów,
  - dla zabytków, obiektów kultury, obiektów nauki i oświaty, turystyki i rolnictwa - wynikających z powodzi i podtopień oraz gwałtownych zjawisk atmosferycznych.
4. Niski priorytet (dedykowany tym przypadkom, gdy istnieje niewielkie ryzyko negatywnego wpływu danego czynnika klimatycznego na analizowany sektor) można nadać działaniom adaptacyjnym, które pozwolą na zmniejszenie zagrożeń:
- dla populacji miasta, osób powyżej 65 roku życia, dzieci poniżej 5 roku życia, osób przewlekłe chorych, osób z niepełnosprawnością w zakresie ograniczonej mobilności oraz osób bezdomnych - wynikających z następujących zjawisk klimatycznych: mrozy, temperatury progowe, oblodzenia, opady śniegu i silne wiatry,
  - dla infrastruktury ochrony zdrowia, infrastruktury opieki społecznej, sieci wodociągowych, sieci kanalizacyjnych, obiektów gospodarki ściekowej - wynikających z następujących zjawisk klimatycznych: mrozy, temperatury progowe, oblodzenia, susze, opady śniegu, wiatry i zanieczyszczenia powietrza,
  - dla systemu zaopatrzenia w wodę - wynikających z mrozów, temperatur progowych, oblodzeń, opadów śniegu, silnych wiatrów i zanieczyszczeń powietrza,
  - dla systemu przyrodniczego miasta i przemysłu - wynikających z następujących zjawisk klimatycznych: mrozy, temperatury progowe, oblodzenia, opady śniegu, wiatry i zanieczyszczeń powietrza,
  - dla wszystkich komponentów tworzących sektor transportu, energetyki oraz sektor dóbr kultury - wynikających ze zjawisk klimatycznych i ich pochodnych: mrozy, temperatury progowe, oblodzenia, susze, opady śniegu, wiatry i zanieczyszczenia powietrza.

Dla komponentów, w odniesieniu do których stwierdzono bardzo wysokie i wysokie ryzyko konieczne jest jak najszybsze (w pierwszej kolejności) podjęcie działań adaptacyjnych służących zmniejszeniu ich podatności na zjawiska klimatyczne. Dla pozostałych komponentów ww. sektorów, dla których ryzyko zostało oszacowane na poziomie średnim i niskim, realizacja działań adaptacyjnych jest możliwa w dalszej perspektywie czasowej.

### 3.9 Podsumowanie diagnozy

Spośród wielu zagrożeń wynikających z postępujących zmian klimatu, szczególne znaczenie mają powodzie i podtopienia, niedobory wody i susze, a także krótkoterminowe zjawiska: fale upałów i gwałtowne występowanie ekstremalnych zjawisk pogodowych (zwłaszcza nawalne opady deszczu i związane z tym skutki).

Zmiany klimatu sprowadzać się będą do zmiany sezonowych sum opadów, z jednoczesnym wzrostem sum opadów w zimie i spadkiem - w lecie. Szczególnie niebezpieczne jest prognozowane nasilenie się częstotliwości i gwałtowności występowania zjawisk ekstremalnych i w konsekwencji ich niekorzystnych skutków. Wyniki analizy scenariuszy klimatycznych wskazują m.in. na następujące główne tendencje:

- wyraźna tendencja wzrostowa średniej temperatury, co już bywa odzwierciedlone w innych wskaźnikach, np. wyraźna jest tendencja wydłużenia termicznego okresu wegetacyjnego, maleje liczba dni z temperaturą minimalną mniejszą od 0°C, a rośnie liczba dni z temperaturą maksymalną wyższą od 25°C; zmniejsza się okres zalegania śniegu;
- tendencje dot. opadów wskazują na zwiększenie opadów jesiennych, zimowych i wiosennych oraz zmniejszenie sumy opadów letnich, przy czym zmianom wartości średnich będą towarzyszyły zmiany częstości występowania zjawisk ekstremalnych prawdopodobnie o większym natężeniu.

W związku z powyższym niezbędne jest podjęcie działań organizacyjnych, inwestycyjnych i edukacyjnych adekwatnych do stwierdzonego ryzyka skutków prognozowanych zmian klimatu.

## 4 Wybrane działania adaptacyjne

Na podstawie wykonanych analiz i warsztatów z przedstawicielami Gminy Wyszków zrzeszonych w zespole ds. przygotowania MPA zidentyfikowano działania adaptacyjne do realizacji przez administrację miejską w horyzoncie MPA.

### **Jakie rodzaje działań adaptacyjnych uwzględni MPA Wyszkowa ?**

Są to trzy grupy działań o odrębnym charakterze:

- działania informacyjno-edukacyjne: propagowanie wiedzy o zmianach klimatu i dobrych praktykach służących adaptacji kierowanych do określonej grupy docelowej,
- działania organizacyjne: zmiany w funkcjonowaniu miasta w zakresie zarządzania: instytucjami, przestrzenią i służb odpowiedzialnych za funkcjonowanie różnych elementów miasta, a także zachowań mieszkańców,
- działania techniczne – działania polegające na realizowaniu inwestycji o charakterze adaptacyjnym w zakresie infrastruktury miasta.

Gwarantem sukcesu we wdrażaniu założeń MPA jest jednoczesna realizacja działań ze wszystkich trzech grup.

### **Jakie mogą być przykładowe działania związane z wdrażaniem MPA?**

Działania takie różnią się w zależności od analizowanego sektora aktywności miasta oraz rodzaju rozpatrywanej grupy działań adaptacyjnych. W przypadku działań technicznych w sektorze gospodarki wodnej można wskazać np.:

- realizację zielono-błękitnej infrastruktury w mieście (projekty, które wykorzystują sieć przyrodniczych powiązań, wpływających pozytywnie zarówno na warunki życia w mieście, jak i funkcjonowanie w nim środowiska przyrodniczego, obejmujące tereny zieleni jak parki, skwery, zieleńce oraz miejskie zasoby wodne jak rzeki, strumyki, rowy, jeziora czy zbiorniki),
- działania dotyczące rozszczelnienia powierzchni nieprzepuszczalnych i zwiększenia retencji wód w mieście (zmiana podłoża na przepuszczalne i półprzepuszczalne, budowa i modernizacja zbiorników retencyjnych w obrębie miasta),
- rozbudowę i modernizację kanalizacji deszczowej (inwestycje w tzw. infrastrukturę szarą – podziemną),
- stworzenie lub rozbudowę miejskiego systemu monitoringu zagrożeń oraz wczesnego ostrzegania przed zagrożeniami (przyczynia się do poprawy bezpieczeństwa mieszkańców oraz zmniejszenia ryzyka oddziaływania zdarzeń meteorologicznych o dużej intensywności),

- inwestycje w infrastrukturę przeciwpowodziową (rozbudowa wałów przeciwpowodziowych lub polderów zalewowych)

- zakup specjalistycznego sprzętu, wykorzystywanego w akcjach ratowniczych oraz przy usuwaniu skutków nadzwyczajnych zagrożeń (doposażenie służb miejskich lub jednostek ochotniczej straży pożarnej czy wodnego pogotowia ratunkowego w specjalistyczny sprzęt ratowniczy, np. samochody pożarnicze czy łodzie lub innego rodzaju sprzęt, np. mobilne wały przeciwpowodziowe

Zaproponowane do realizacji przedsięwzięcia zostały zebrane w poniższej tabeli:

L.p.	Przedsięwzięcie do realizacji/rozpoczęcia	Podmiot realizujący	Okres realizacji		Efekt realizacji
			od	do	
1	Termomodernizacja obiektów użyteczności publicznej oraz mieszkań komunalnych i socjalnych	Urząd Miejski	2023	2030	Podnoszenie komfortu termicznego mieszkańców i jakości życia w mieście, ograniczenie zużycia energii, redukcja emisji zanieczyszczeń pochodzących z niskiej emisji
2	Budowa i modernizacja dróg rowerowych	Urząd Miejski	2023	2030	Zwiększenie odporności na negatywne skutki zwiększonej koncentracji zanieczyszczeń powietrza, smog. Promowanie ekologicznego transportu publicznego.
3	Inwestycje związane z zaopatrzeniem w wodę i odprowadzeniem ścieków (w tym rozbudowa sieci wodociągów)	Urząd Miejski PWiK Sp. z o.o.	2023	2030	Zwiększenie odporności miasta na negatywne skutki związane z występowaniem ekstremalnych opadów deszczu. Zwiększenie odporności na występowanie suszy z powodu wysokich temperatur oraz fal upałów.
4	Promowanie elektromobilności / stacji ładowania samochodów elektrycznych	Urząd Miejski	2023	2030	Promowanie ekologicznego transportu publicznego i osobowego.

5	System odwodnienia miasta ze szczególnym uwzględnieniem retencji, powtórnego wykorzystania wód opadowych i błękitno-zielonej infrastruktury	Urząd Miejski	2023	2030	Zwiększenie odporności miasta na negatywne skutki związane z występowaniem ekstremalnych opadów deszczu. Zmniejszenie liczby podtopień.
6	Edukacja „klimatyczna”	Urząd Miejski Placówki Oświatowe Instytucje Kultury	2023	2030	Zwiększenie świadomości mieszkańców w zakresie korzyści związanych z działaniami proekologicznymi
7	Tworzenie nowych terenów zieleni publicznej i rozbudowa istniejących	Urząd Miejski Właściciele terenów	2023	2030	Zwiększenie odporności miasta na negatywne skutki związane z występowaniem ekstremalnych opadów deszczu i ekstremalnymi temperaturami.
8	Dofinansowanie i finansowanie działalności służb realizujących zadania z zakresu ratownictwa i zarządzania kryzysowego	Urząd Miejski Straże Pożarne Inne służby	2023	2030	Ograniczanie skutków ekstremalnych zjawisk klimatycznych
9	Tworzenie miejscowych planów zagospodarowania przestrzennego z uwzględnieniem Miejskiego Planu Adaptacji	Urząd Miejski	2023	2030	Zwiększenie odporności miasta na negatywne skutki związane z występowaniem ekstremalnych zjawisk klimatycznych. Odpowiednie kształtowanie zabudowy i powierzchni biologicznie czynnych.
10	Ochrona korytarzy wentylacji na obszarach miasta	Urząd Miejski	2023	2030	Zwiększenie odporności miasta na negatywne skutki związane z występowaniem ekstremalnych temperatur.
11	Promocja/informacja o podjętych i planowanych działaniach adaptacyjnych.	Urząd Miejski	2023	2030	Zwiększenie świadomości ekologicznej mieszkańców.
12	Mobilność Miejska –w tym stworzenie centrum przesiadkowego	Urząd Miejski	2023	2030	Promowanie transportu publicznego. Ograniczenie zanieczyszczenia powietrza i emisji gazów cieplarnianych –

					walka ze wzrostem temperatury otoczenia.
13	Budowa biogazowni na terenie Oczyszczalni Ścieków	PWiK Sp. z o.o.	2023	2030	Ograniczenie zanieczyszczenia powietrza i emisji gazów cieplarnianych – walka ze wzrostem temperatury otoczenia.
14	Ograniczenie zanieczyszczeń powietrza poprzez dofinansowanie wymiany kotłów	Urząd Miejski	2023	2030	Ograniczenie zanieczyszczenia powietrza i emisji gazów cieplarnianych – walka ze wzrostem temperatury otoczenia.
15	Budowa / Wyposażenie instalacji do podczyszczenia wód opadowych	Urząd Miejski PWiK Sp. z o.o.	2023	2030	Zwiększenie odporności miasta na negatywne skutki związane z występowaniem ekstremalnych opadów.
16	Modernizacja oczyszczalni ścieków	PWiK Sp. z o.o.	2023	2030	Zwiększenie odporności miasta na negatywne skutki związane z występowaniem ekstremalnych opadów.
17	Modernizacja/odtworzenie rowów przy drogach gminnych stanowiących system odwodnienia	Urząd Miejski	2023	2030	Zwiększenie odporności miasta na negatywne skutki związane z występowaniem ekstremalnych opadów.
18	Poprawa mikroklimatu poprzez wykonanie nowych nasadzeń	Urząd Miejski	2023	2030	Zwiększenie odporności miasta na negatywne skutki związane z występowaniem ekstremalnych opadów oraz ekstremalnych temperatur.
19	Budowa parkingów „Parkuj i jedź”	Urząd Miejski	2023	2030	Ograniczenie zanieczyszczenia powietrza i emisji gazów cieplarnianych – walka ze wzrostem temperatury otoczenia.
20	Fotowoltaika na budynkach użyteczności publicznej i oświatowych	Urząd Miejski	2023	2030	Ograniczenie zanieczyszczenia powietrza i emisji gazów cieplarnianych – walka ze wzrostem temperatury otoczenia.
21	Utrzymywanie wody w miejscu jej gromadzenia	Urząd Miejski	2023	2030	Zwiększenie odporności miasta na negatywne skutki związane z występowaniem ekstremalnych opadów.

22	Stosowanie podłoża / ziemi, która zatrzymuje wodę – w wierzchnich warstwach gleby	Urząd Miejski	2023	2030	Zwiększenie odporności miasta na negatywne skutki związane z występowaniem ekstremalnych opadów.
23	Stosowanie podłoża / ziemi, która rozprowadza wodę – w głębszych warstwach gleby	Urząd Miejski	2023	2030	Zwiększenie odporności miasta na negatywne skutki związane z występowaniem ekstremalnych opadów.
24	Angażowanie mieszkańców w proces adaptacji do zmian klimatu oraz stosowanie rozwiązań by zatrzymać wodę na poszczególnych działkach	Urząd Miejski	2023	2030	Zwiększenie świadomości ekologicznej mieszkańców. Zwiększenie odporności miasta na negatywne skutki związane z występowaniem ekstremalnych opadów.
25	Zmiana technologii i myślenia – należy dostosować się do wzrostu temperatur – jako normy	Urząd Miejski	2023	2030	Zwiększenie świadomości ekologicznej. Zwiększenie odporności miasta na negatywne skutki związane z występowaniem ekstremalnych zjawisk klimatycznych.
26	Angażowanie przedsiębiorców w zmiany klimatyczne – wskazywanie szans na rozwój działalności	Urząd Miejski	2023	2030	Zwiększenie świadomości ekologicznej przedsiębiorców.
27	Rozwój źródeł ciepła i energii elektrycznej, źródeł energoodnawialnych o małej emisji zanieczyszczeń	Urząd Miejski PEC Sp. z o.o. Właściciele nieruchomości	2023	2030	Ograniczenie zanieczyszczenia powietrza i emisji gazów cieplarnianych – walka ze wzrostem temperatury otoczenia.
28	Tworzenie magazynów energii elektrycznej i cieplnej	Urząd Miejski PEC Sp. z o.o. Właściciele nieruchomości	2023	2030	Ograniczenie zanieczyszczenia powietrza i emisji gazów cieplarnianych – walka ze wzrostem temperatury otoczenia.

## 5 Korzyści dla miasta płynące z adaptacji

Prawidłowo sporządzony Miejski plan adaptacji bazuje na przygotowanych przez władze miast różnego rodzaju planach i dokumentach o charakterze strategicznym, przez co aktywuje lokalne społeczności do współdecydowania o przyszłości środowiska miejskiego. Ponadto stanowi punkt wyjścia do tworzenia i aktualizacji dokumentów dotyczących gospodarki przestrzennej, zarządzania zielenią miejską, gospodarką wodną w mieście, ochroną przeciwpowodziową itd. Ważność MPA będzie rosła, gdyż wymóg sporządzenia przez miasto tego rodzaju dokumentu stanie się w przyszłości warunkiem przyznania środków na realizację działań adaptacyjnych ze źródeł UE.

Adaptacja w systemach ludzkich to proces dostosowania do zaistniałych lub oczekiwanych zmian klimatu i ich skutków w celu złagodzenia szkód lub wykorzystania korzystnych możliwości. W systemach naturalnych jest to proces dostosowania do obecnych i oczekiwanych zmian klimatu i ich skutków; interwencja człowieka może ułatwić dostosowanie (systemów naturalnych) do oczekiwanych zmian klimatu (wg IPCC, 2012: Summary for Policymakers. In: Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation).

Aby być skutecznym, niniejszy Plan adaptacji jest komplementarny z wcześniej opracowanymi dokumentami strategicznymi, planistycznymi i operacyjnymi miasta Wyszkowa, które dotychczas kształtowały politykę rozwoju miasta oraz wdrażały pierwsze działania adaptacyjne. Należy mieć na uwadze, że działania podejmowane w ramach wdrażania Planu adaptacji muszą być zgodne z obowiązującymi przepisami prawa i innymi uwarunkowaniami.

Plan adaptacji do zmian klimatu dla Wyszkowa spełnia funkcję nie tylko dokumentu strategicznego. Jego zadaniem jest także poszerzanie wiedzy i świadomości zaangażowanych podmiotów, interesariuszy i mieszkańców miasta. Skuteczna adaptacja nie ogranicza się bowiem jedynie do realizacji listy działań adaptacyjnych objętych niniejszym dokumentem. Niezwykle istotne jest także podejmowanie skutecznych działań w ramach przedsięwzięć już realizowanych, a także w naszym codziennym życiu. Realizację tej funkcji starano się zapewnić poprzez włączenie w opracowanie dokumentu szerokiego grona interesariuszy, a w szczególności zapewnienie możliwości udziału społeczeństwa w procesie tworzenia Planu Adaptacji miasta Wyszkowa do zmian klimatu.



## 6 Wdrażanie MPA

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 strategii zidentyfikowano bowiem, że najważniejszymi Wydziałami z punktu widzenia wdrażania działań dotyczących adaptacji do zmian klimatu są:

- Wydział Inwestycji i Bezpieczeństwa;
- Wydział Ochrony Środowiska;
- Wydział Gospodarki Komunalnej i Mieszkalnictwa oraz współpracujące z nim jednostki m.in.: Przedsiębiorstwo Wodociągów i Kanalizacji Sp. z o.o., Przedsiębiorstwo Energetyki Ciepłej Sp. z o.o., Wyszkwskie Towarzystwo Budownictwa Społecznego Sp. z o.o.;
- Wydział Zagospodarowania Przestrzennego i Gospodarki Nieruchomościami;
- Wydział Rozwoju.

Aby zapewnić pełną koordynację działań w ramach wdrażania Miejskiego Planu Adaptacji działający Zespół Projektowy do przygotowania dokumentu strategicznego pn.: "Planu Adaptacji do zmian klimatu dla Gminy Wyszków" zostanie przekształcony w zespół ds. adaptacji miasta do zmian klimatu, którego zadaniem będzie:

- Nadzór nad realizacją planu adaptacji (m.in. śledzenie realizacji Miejskiego Planu Adaptacji, aktualizacja planu);
- Przygotowanie sprawozdań we współpracy z innymi jednostkami urzędu z realizacji planu adaptacji w formie raportów raz na pięć lat;
- Nawiązywanie współpracy i wymiana informacji w zakresie adaptacji do zmian klimatu z innymi miastami w Polsce i zagranicą.
- Wykonywanie zadań w ramach MPA, 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.
- dalsza współpraca z ośrodkami naukowymi (np. SGGW) oraz innymi jednostkami samorządu terytorialnego.

Zespół ds. adaptacji miasta do zmian klimatu będzie jednostką podległą bezpośrednio Burmistrzowi Wyszkowa.

## 7 Literatura

1. Analiza uwarunkowań przewietrzania miasta Wyszaków. Załącznik do uchwały nr XLVI/454/17 Rady Miejskiej w Wyszakowie z dnia 30 listopada 2017 r. Multiconsult Polska Sp. z o.o., 2017.
2. Analiza zmian w zagospodarowaniu przestrzennym gminy Wyszaków. Załącznik do zarządzenia Burmistrza nr 75/2020 z dnia 6 maja 2020 r.
3. Center for International Earth Science Information Network, Columbia University. 2016. Global Urban Heat Island (UHI) Data Set, 2013. Palisades, NY: NASA Socioeconomic Data and Applications Center (SEDAC).
4. Climate change adaptation and disaster risk reduction in Europe. Enhancing coherence of the knowledge base, policies and practices. European Environment Agency, 2017.
5. Kondracki J., „Geografia regionalna Polski”, Wydawnictwo Naukowe PWN, 2002.
6. Mapy hydrograficzne, sozologiczne geośrodowiskowe i inne (w tym: geoportale oraz dane udostępnione za pośrednictwem serwisów WMS) oraz komentarze do map hydrograficznych, geośrodowiskowych i sozologicznych.
7. Ocena wpływu zmian klimatu na różnorodność biologiczną oraz wynikające z niej wytyczne dla działań administracji ochrony przyrody do roku 2030, Fundeko, 2012.
8. Ocena wrażliwości terenów miejskich na możliwe zagrożenia wynikające ze zmian klimatu. Instytut Ekologii Terenów Uprzemysłowionych, 2014.
9. Raport o stanie gminy Wyszaków za 2019 rok, 2020.
10. Stolarska M., Łukasiewicz G., Opracowanie projektu planu przeciwdziałania skutkom suszy uwzględniając podział kraju na obszary dorzeczy. Podzadanie 1.4: Identyfikacja obszarów zagrożonych suszą, z uwzględnieniem potrzeb wodnych użytkowników i środowiska naturalnego, wraz z analizą rozkładu przestrzennego występowania zjawiska suszy oraz ich hierarchizacja pod kątem wdrożenia działań łagodzących skutki suszy. WIND-HYDRO, 2020.