

PROJEKT  
**CLIMCITIES**

Adaptacja do zmian klimatu  
Małych i średnich miast Polski



**STRATEGIA ADAPTACJI MIASTA OSTROŁĘKI  
DO ZMIAN KLIMATU DO ROKU 2025  
Z PERSPEKTYWĄ DO 2030**  
*PROJEKT*

WYKONAWCY PROJEKTU:



Iceland   
Liechtenstein  
Norway grants

WARSZAWA 2017, OSTROŁĘKA 2020

*„Zmiany klimatu powodowane przez człowieka są rzeczywistością naukowo stwierdzoną i moralnym zobowiązaniem dla ludzkości. W tym podstawowym zakresie moralnym miasta odgrywają kluczową rolę.”*

Deklaracja „Współczesne niewolnictwo i zmiany klimatyczne – zaangażowanie miast”,  
podpisana przez Burmistrzów i Papieża Franciszka w 2015 r.

**Strategia została opracowana przez zespół autorski w składzie:**

*Dominik Kobus*

*Paulina Legutko-Kobus*

*Anna Degórska*

*Małgorzata Hajto*

*Agnieszka Kuśmierz*

*Izabela Grzegorzczak*

*Anna Romańczak*

*Anna Bojanowicz-Bablok*

*(autorzy załączników zostali wymienieni w poszczególnych dokumentach)*

**przy współpracy z zespołem miejskim w składzie:**

*Elżbieta Godlewska*

*Iwona Suska*

*Monika Jaworowska*

*Maria Rochowicz*

*Agata Kilimon*

*Piotr Brodacki*



## Spis treści

Synteza.....	7
1. Wstęp.....	9
2. Metoda opracowania Strategii .....	11
3. Udział interesariuszy w opracowaniu Strategii .....	15
4. Diagnoza.....	16
4.1. Zagrożenia wynikające ze zmian klimatu .....	16
4.2. Wrażliwość miasta na zmiany klimatu .....	18
4.3. Potencjał adaptacyjny miasta .....	51
4.4. Podatność miasta na zmiany klimatu.....	56
4.5. Analiza ryzyka.....	57
5. Współzależność Strategii z dokumentami strategicznymi i planistycznymi Miasta .....	58
6. Wizja i cel Strategii .....	61
7. Cele szczegółowe i działania adaptacyjne.....	61
8. Wdrażanie Strategii .....	65
8.1. Monitoring realizacji celów i działań adaptacyjnych .....	65
8.2. Ewaluacja Strategii.....	67
8.3. Ramy finansowe .....	68
9. Podsumowanie.....	70
10. Literatura i materiały źródłowe .....	71
11. Wykaz skrótów i oznaczeń .....	73

## Spis załączników

- 1) Tendencje zmian wybranych zjawisk klimatycznych w latach 1981-2015 dla Ostrołęki
- 2) Ocena zmian klimatu i narażenia na czynniki klimatyczne dla horyzontu 2030 i 2050, na podstawie EURO-CORDEX dla Ostrołęki
- 3) Koszty adaptacji do zmian klimatu. Raport ekonomiczny



## Synteza

Opracowanie Strategii adaptacji do zmian klimatu Miasta Ostrołęki nastąpiło na podstawie Porozumienia nr 3/2017 z 22.03.2017 r. zawartego pomiędzy Instytutem Ochrony Środowiska – Państwowym Instytutem Badawczym a Miastem Ostrołęka stanowiącego deklarację udziału Miasta Ostrołęki w projekcie „**Climate change adaptation in small and medium size Cities**” dofinansowanym ze środków Mechanizmu Finansowego EOG 2009-2014 w ramach Funduszu Współpracy Dwustronnej, realizowanym przez Instytut na podstawie umowy z Narodowym Funduszem Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej.

Zmiany klimatu mają wpływ na Miasto Ostrołęka. W oparciu o wyniki prowadzonych w ramach projektu analiz zagrożeń klimatycznych uznano, że najbardziej groźnymi dla Miasta Ostrołęki zjawiskami związanymi ze zmianami klimatu są: upały, fale upałów, fale chłodu, susze, intensywne opady i związane z nimi podtopienia, zagrożenia powodziowe, wiatr i burze. Zjawiska te stanowią zagrożenie dla prawidłowego funkcjonowania miasta oraz zdrowia i życia jego mieszkańców.

W perspektywie roku 2050 należy się spodziewać pogłębienia tendencji zmian zjawisk klimatycznych zaobserwowanych w przeszłości. Do roku 2050 przewidywane jest zwiększenie liczby dni upalnych oraz większe natężenie fal upałów. Prognozowany jest znaczący wzrost liczby dni gorących i wydłużenie trwania okresów z maksymalną temperaturą dobową przekraczającą 25°C. Wrośnie także liczba dni z temperaturą minimalną >20°C (nocy tropikalnych).

Prognozowana jest tendencja spadkowa niekorzystnych zjawisk związanych z występowaniem niskich temperatur w okresie zimowym. Ponadto prognozowane jest zwiększenie liczby dni z temperaturą średniodobową >10°C, co jest wskaźnikiem wydłużenia okresu wegetacyjnego. W zakresie opadów przewidywany jest, w horyzoncie do roku 2050, wzrost zarówno liczby dni z opadem, jak i wysokość rocznej sumy opadów atmosferycznych, na co będzie miała wpływ wysokość opadów zwłaszcza w chłodnej porze roku.

Uwzględniając obserwowane i prognozowane zagrożenia Miasto Ostrołęka podjęło wysiłki na rzecz zwiększenia bezpieczeństwa i poprawy warunków życia mieszkańców w zmieniających się warunkach klimatycznych. Pierwszym krokiem tych prac jest opracowanie **Strategii adaptacji do zmian klimatu Miasta Ostrołęka**. Na potrzeby Strategii dokonano szczegółowej analizy, w której oceniono warunki klimatyczne miasta, wrażliwość miasta na zmiany klimatu oraz potencjał adaptacyjny miasta do reagowania na zagrożenia związane ze zmianami klimatu. Na podstawie diagnozy przyjęto cele i działania adaptacyjne, które służyć będą zapewnieniu wysokiej jakości życia i bezpieczeństwa mieszkańców Ostrołęki w warunkach zmian klimatu. Zarówno diagnoza, jak i cele oraz działania adaptacyjne wypracowane zostały w oparciu o metodę ekspercko-partycypacyjną wspólnie przez zespół ekspertów IOS-PIB oraz przedstawicieli miasta i organizacji społecznych.

Oceniono, że na zmiany klimatu szczególnie wrażliwe są następujące sektory: **zdrowie publiczne i jakość życia, dobra kultury i społeczne usługi publiczne, różnorodność biologiczna oraz gospodarka ściekowa**.

W ramach Strategii zaplanowano działania służące zapewnieniu zabezpieczenia miasta przed skutkami ekstremalnych zjawisk związanych ze zmianami klimatu, zwiększeniu dostępności do infrastruktury usług publicznych przystosowanej do zmian klimatu, tworzeniu struktur przestrzennych

odpornych na zmiany klimatu, a także podniesieniu świadomości społecznej dotyczącej adaptacji do zmian klimatu.

Działania adaptacyjne podejmowane będą na wielu polach. Dotyczą systemów ostrzegania o zagrożeniach wynikających ze zmian klimatu, edukacji na temat zagrożeń, ich skutków, dobrych praktyk adaptacji oraz organizacji miasta, instrumentów planowania rozwoju miasta, w tym planowania przestrzennego oraz funkcjonowania służb miejskich. Polegają one także na podejmowaniu działań technicznych realizowanych w przestrzeni miasta.

Skuteczność działań adaptacyjnych zależy w dużym stopniu od zaangażowania w ich realizację władz lokalnych, służb miejskich, mieszkańców miasta i organizacji społecznych. Tylko wspólne zaangażowanie pozwoli skutecznie dążyć do zapewnienia wysokiej jakości życia i bezpieczeństwa mieszkańców Ostrołęki w warunkach zmian klimatu.



## 1. Wstęp

Zjawiska powodowane przez zmiany klimatu są zagrożeniem dla społecznego i gospodarczego rozwoju wielu krajów na świecie, w tym także Polski. Na forum Ramowej konwencji Narodów Zjednoczonych w sprawie zmian klimatu<sup>1</sup> trwają prace zmierzające do ograniczenia emisji gazów cieplarnianych, których oczekiwanym skutkiem byłoby łagodzenie zmian klimatu. Jednak wyniki badań naukowych jednoznacznie wskazują, że zmiany klimatu są nieuniknione i jest wysoce prawdopodobne, że ekstremalne zjawiska klimatyczne będące skutkiem tych zmian mogą nasilać się i pojawiać się częściej.

Zjawiska ekstremalne przynoszą szkody i straty. W latach 2001-2011 na skutek niekorzystnych zjawisk pogodowych zarejestrowano w Polsce straty w wysokości ponad 56 mld zł. Szacuje się, że w przypadku niepodjęcia działań przystosowawczych do zmian klimatu straty te w latach 2021-2030 mogą wynieść ponad 120 mld zł<sup>2</sup>. Zjawiska ekstremalne powodują także szkody społeczne. Życie ludzkie, cierpienie i trauma poszkodowanych w wyniku zjawisk ekstremalnych nie mają ceny. Przygotowanie się do zmieniających się warunków klimatycznych – adaptacja do zmian klimatu – staje się więc uzasadnioną strategią działania na poziomie międzynarodowym, krajowym i lokalnym.

Na poziomie międzynarodowym, realizując art. 4 Konwencji Klimatycznej, w 2006 r. Strony Konwencji przyjęły *Program działań z Nairobi w sprawie oddziaływania, wrażliwości i adaptacji do zmian klimatu*, w którym wskazano na potrzebę oceny możliwego wpływu zmian klimatu na dziedzinę życia i tworzenie strategii ograniczenia tego wpływu. Wypełniając ustalenia tego programu Unia Europejska przyjęła w 2013 r. *Strategię UE w zakresie przystosowania się do zmiany klimatu*<sup>3</sup>, w której zwrócono uwagę, że "trzy czwarte ludności Europy mieszka na obszarach miejskich, które często nie są dobrze przygotowane jeśli chodzi o środki przystosowawcze".

Realizując politykę UE w zakresie adaptacji do zmian klimatu Rząd RP podjął decyzję o potrzebie opracowania strategii adaptacji dla sektorów i obszarów wrażliwych na zmiany klimatu. W efekcie w Ministerstwie Klimatu (ówcześnie Ministerstwie Środowiska) opracowany został *Strategiczny Plan Adaptacji dla sektorów i obszarów wrażliwych na zmiany klimatu do roku 2020 z perspektywą do roku 2030* (dalej SPA 2020)<sup>4</sup>. Został on 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.” W SPA 2020 dostrzeżono szczególną wrażliwość miast na zmiany klimatu wynikającą z dużej gęstości populacji

<sup>1</sup> Ramowa konwencja Narodów Zjednoczonych w sprawie zmian klimatu, sporządzona w Nowym Jorku dnia 9 maja 1992 r. (Dz. U. 1996 nr 53 poz. 238). Oficjalna strona konwencji <http://unfccc.int/>. (dalej: Konwencja Klimatyczna).

<sup>2</sup> *Strategiczny Planu Adaptacji dla sektorów i obszarów wrażliwych na zmiany klimatu do roku 2020 z perspektywą do roku 2030* <http://klimada.mos.gov.pl/dokumenty/>.

<sup>3</sup> Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów. *Strategia UE w zakresie przystosowania się do zmiany klimatu*. Com(2013) 216 Final

<sup>4</sup> Dokument został opracowany na podstawie analiz wykonanych przez Instytut Ochrony Środowiska - Państwowy Instytut Badawczy w ramach projektu pn. "Opracowanie i wdrożenie Strategicznego Planu Adaptacji dla sektorów i obszarów wrażliwych na zmiany klimatu - KLIMADA", realizowanego na zlecenie MŚ w latach 2011-2013 ze środków Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej. Tekst SPA2020 znajduje się na stronach projektu KLIMADA <http://klimada.mos.gov.pl/>.

ludzkiej i potęgowaną negatywnym oddziaływaniem antropopresji na środowisko. Wskazano jednocześnie na znaczenie miast i samorządu lokalnego w procesie adaptacji.

Zmiany klimatu są zjawiskiem globalnym, jednak skutki tych zmian są odczuwane przede wszystkim lokalnie. Ekspozycja na zagrożenie związane ze zjawiskami klimatycznymi, wrażliwość na te zjawiska, zdolność do podejmowania działań adaptacyjnych są charakterystyczne dla każdego miasta. Każde miasto w inny sposób reaguje na skutki zmian klimatu, a poszczególne elementy miasta – mieszkańcy i ich grupy, zabudowa, infrastruktura, usługi – różnią się pod względem wrażliwości na zmiany klimatu. Każde miasto ma także swój niepowtarzalny kapitał, a samorząd narzędzia do podejmowania działań w sytuacji zagrożenia. Samorząd ponosi więc odpowiedzialność za to, aby decyzje o rozwoju miasta były podejmowane z uwzględnieniem zmian klimatu i nie powodowały większego lub niekontrolowanego zagrożenia dla mieszkańców miasta w warunkach zmieniającego się klimatu, w szczególności dla tych grup społecznych, które są bardziej wrażliwe od innych. Strategia adaptacji jest narzędziem, które ma wspierać samorząd w realizacji jego misji tj. zapewnienia wysokiej jakości życia mieszkańcom w sytuacji zmieniających się warunków klimatycznych.

Mając powyższe na uwadze, Miasto Ostrołęka przystąpiło do Porozumienia nr 3/2017 z 22.03.2017 r. zawartego pomiędzy Instytutem Ochrony Środowiska – Państwowym Instytutem Badawczym a Miastem Ostrołęka stanowiącego deklarację udziału Miasta Ostrołęki w projekcie „**Climate change adaptation in small and medium size Cities**” dofinansowanym ze środków Mechanizmu Finansowego EOG 2009-2014 w ramach Funduszu Współpracy Dwustronnej, realizowanym przez Instytut na podstawie umowy z Narodowym Funduszem Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej<sup>5</sup>. W ramach tego projektu opracowana została niniejsza **Strategia adaptacji Miasta Ostrołęki do zmian klimatu**.

Przystępując do projektu Miasto Ostrołęka zostało włączone do grona miast Polski podejmujących wysiłki na rzecz zapewnienia stabilnych warunków rozwoju miasta w obliczu zagrożeń, jakie niosą ze sobą zmiany klimatu. W gronie tym znajdują się 44 największe polskie miasta, które uczestniczą w projekcie "Opracowanie miejskich planów adaptacji w miastach powyżej 100 tys. mieszkańców", realizowanym przez Ministerstwo Klimatu. Projekt podjęty w 44 miastach jest realizacją zobowiązań Rządu polskiego wyrażoną w SPA 2020. W gronie tym jest także stolica Polski, w której powstaje *Strategia adaptacji do zmian klimatu dla m.st. Warszawy do roku 2030 z perspektywą do roku 2050*, opracowywana w ramach projektu "ADAPTCITY"<sup>6</sup> oraz Radom, w którym realizowany jest projekt "RadomKlima"<sup>7</sup>. Miasto Ostrołęka wraz z czterema innymi miastami biorącymi udział w projekcie "ClimCities" – Bełchatowem, Nowym Sączem, Siedlcami, Tomaszowem Mazowieckim, podejmuje działania na rzecz zwiększenia bezpieczeństwa i poprawy warunków życia mieszkańców w zmieniających się warunkach klimatycznych.

Celem opracowania Strategii jest przystosowanie miasta do zmian klimatu, zwiększenie jego odporności na zjawiska ekstremalne oraz zwiększenie potencjału do radzenia sobie w sytuacji wystąpienia ekstremalnych zjawisk klimatycznych.

<sup>5</sup> Szczegółowe informacje o projekcie są dostępne na stronie <http://climcities.ios.gov.pl/>.

<sup>6</sup> Informacje o projekcie znajdują się na stronie <http://adaptcity.pl/>.

<sup>7</sup> Informacje o projekcie znajdują się na stronie <http://life.radom.pl/>.

## 2. Metoda opracowania Strategii

Strategia jest narzędziem do podejmowania działań adaptacyjnych, które są uzasadnione kompleksową diagnozą zagrożeń dla miasta wynikających ze zmian klimatu, zarówno istniejących, jak i prognozowanych oraz oceną podatności miasta na zjawiska klimatyczne.

W opracowaniu Strategii uwzględniane są wytyczne Ministerstwa Klimatu zawarte w "Podręczniku adaptacji dla miast"<sup>8</sup>. W nawiązaniu do tego dokumentu oraz przy wykorzystaniu doświadczeń krajowych i zagranicznych w zakresie planowania adaptacji do zmian klimatu, opracowana została metoda prac nad Strategią (rys. 1).

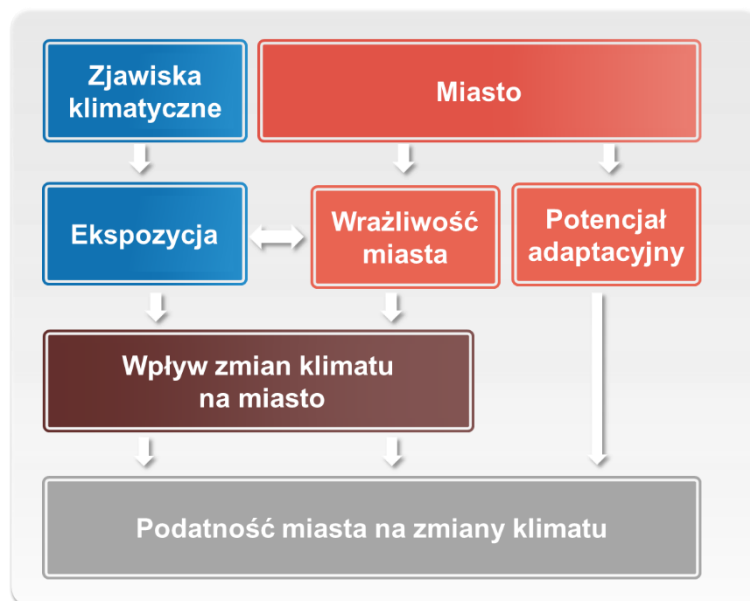


Rys. 1. Proces opracowania strategii adaptacji miasta do zmian klimatu

Metoda opracowania Strategii oparta jest o przyjęte w literaturze ramy pojęciowe (rys. 2).

Zjawiska klimatyczne	ekstremalne zjawiska atmosferyczne, a także wynikające z tych zdarzeń zjawiska pochodne, które stanowią zagrożenie dla społeczeństwa, środowiska i gospodarki
Podatność na zmiany klimatu	stopień, w jakim miasto jest niezdolne do poradzenia sobie z negatywnymi skutkami zmian klimatu. Podatność zależy od wrażliwości miasta na negatywne skutki zmian klimatu oraz jego potencjału adaptacyjnego;
Potencjał adaptacyjny	zasoby miasta, które można wykorzystać w dostosowaniu się do zmian klimatu. Określane są przez pięć kategorii: zasoby finansowe, zasoby ludzkie, zasoby instytucjonalne, zasoby infrastrukturalne, zasoby wiedzy;
Wrażliwość na zmiany klimatu	stopień, w jakim miasto podlega wpływowi zjawisk klimatycznych. Wrażliwość zależy od charakteru układu miejskiego i jego poszczególnych elementów, który jest w miarę stały (cechy fizyczne miasta, populacja zamieszkująca miasto) i raczej trudno podlega zmianom. Wrażliwość jest rozpatrywana w kontekście wpływu zjawisk klimatycznych („wrażliwość na...”). Wpływ może być bezpośredni i pośredni.

<sup>8</sup> Podręcznik dostępny jest na stronie internetowej projektu KLIMADA <http://klimada.mos.gov.pl/>. (dalej: Podręcznik).



Rys. 2. Ramy pojęciowe strategii adaptacji miasta do zmian klimatu

Proces opracowania Strategii wyznaczają kolejne etapy:

- 1) Szczegółowa analiza zjawisk klimatycznych i ich pochodnych. W analizie uwzględnione zostały wybrane zjawiska klimatyczne i ich pochodne, które mogą stanowić zagrożenie dla miasta, takie jak upały, mrozy, oblodzenia, intensywne opady, powodzie, podtopienia, susze, opady śniegu, porywy wiatru, burze oraz koncentracja zanieczyszczeń powietrza. Charakterystykę zmian klimatu opracowano na podstawie danych meteorologicznych i hydrologicznych z lat 1981-2015 pozyskanych z Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej – PIB. Analizy przyszłych warunków klimatycznych obejmowały horyzont 2030 (jako średnia z dziesięciolecia 2026-2035) i 2050 (jako średnia z dziesięciolecia 2046-2055). Szczegółowe informacje dotyczące danych, metod i wyników analizy zostały przedstawione w załączniku 1 do Strategii.
  - 2) Ocena wrażliwości miasta na zmiany klimatu. Wrażliwość miasta jest analizowana poprzez wpływ zjawisk klimatycznych na sektory. Uwzględniono sektory wskazane w SPA 2020, a jednocześnie wymienione w Podręczniku. Pod pojęciem sektor rozumie się wydzieloną część funkcjonowania miasta wyróżnioną ze względu na określony typ aktywności społeczno-gospodarczej lub specyficzne aspekty zagospodarowania przestrzeni miejskiej. Sektory tworzą swoistą dla każdego miasta strukturę funkcjonalno-przestrzenną. Sektory zostały zdefiniowane poprzez komponenty, które opisują funkcjonowanie miasta oraz dają się (choćby pośrednio) określić w przestrzeni (przykładowo na sektor transportu składa się sieć dróg, obiekty obsługi i komunikacja miejska). Dokonano podziału miasta na jednostki przestrzenne czyli obszary wrażliwości. Podstawą delimitacji jest proporcja terenów zabudowanych i terenów biologicznie czynnych. Obszary wrażliwości są zróżnicowane przede wszystkim pod względem koncentracji wrażliwych komponentów miasta, w szczególności mieszkańców, najważniejszego – z punktu widzenia oceny wrażliwości – komponentu układu osadniczego miasta. Ponadto sposób zagospodarowania terenu, a w szczególności charakter i intensywność zabudowy, mają wpływ na warunki klimatyczne w mieście. Obszary wrażliwości są więc także zróżnicowane pod względem wpływu miasta na warunki klimatyczne.
- Oceniono wrażliwość każdego z sektorów i elementów miasta na każde z wymienionych w punkcie 1 zjawisk klimatycznych. Analiza wrażliwości została przeprowadzona w oparciu

o czterostopniową skalę oceny, uwzględniającą kryteria odnoszące się do bezpieczeństwa ludzi, strat finansowych oraz zakłócenia w funkcjonowaniu miasta. Skala ta jest następująca:

- **Brak wrażliwości:** brak ofiar śmiertelnych; brak uszkodzonych; brak strat finansowych; brak zakłócenia w funkcjonowaniu miasta;
- **Niska wrażliwość:** obniżenie komfortu życia ludzi; pojedyncze przypadki uszkodzonych; minimalne straty finansowe; minimalne zakłócenia w funkcjonowaniu miasta;
- **Średnia wrażliwość:** zagrożenie zdrowia ludzi; znacząca liczba uszkodzonych w wyniku; znaczące straty finansowe; znaczące zakłócenia w funkcjonowaniu miasta;
- **Wysoka wrażliwość:** pojawienie się ofiar śmiertelnych; wysoka liczba uszkodzonych; wysokie straty finansowe; uniemożliwienie funkcjonowania miasta.

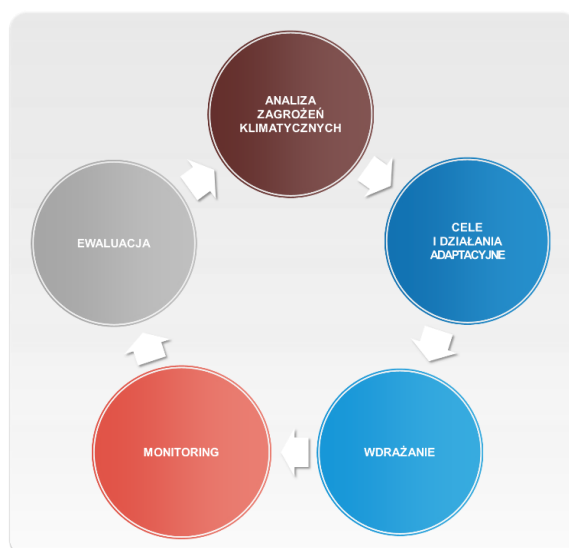
Ocenę wrażliwości wypracowano wspólnie z przedstawicielami miasta.

- 3) Określenie potencjału adaptacyjnego miasta do radzenia sobie w sytuacji zagrożenia zjawiskami ekstremalnymi. Potencjał adaptacyjny został określony w pięciu kategoriach zasobów: finansowych, ludzkich, infrastrukturalnych, instytucjonalnych i wiedzy. Zasoby te są kluczowe w podejmowaniu działań adaptacyjnych, zarówno planowanych i długoterminowych, jak i w reakcji na nagłe, nawet niespodziewane zagrożenie. Zasoby te także są niezbędne do radzenia sobie z negatywnymi skutkami zmian klimatu, jak i do wykorzystania szans, jakie powstają w zmieniających się warunkach. Należy także podkreślić, że zdolności adaptacyjne miasta, a więc na poziomie lokalnym, mogą być różne od tych zdolności na poziomie kraju, jednocześnie potencjał adaptacyjny lokalnych systemów jest zależny od tych na poziomie kraju i regionu (w szczególności w kontekście sytuacji ekonomicznej kraju oraz otoczenia prawnego, w którym miasto funkcjonuje).

W określeniu potencjału adaptacyjnego, oprócz dostępnych danych statystycznych, wykorzystano wyniki ankiety dotyczącej wymienionych zasobów, która została wypełniona przez przedstawicieli urzędu miasta. Ocena potencjału adaptacyjnego miasta została także wykorzystana w planowaniu działań adaptacyjnych: zidentyfikowane braki w zasobach będą przedmiotem działań adaptacyjnych.

- 4) Ocena podatności miasta na zmiany klimatu. Ocena podatności stanowi wypadkową oceny wrażliwości i potencjału adaptacyjnego miasta i pozwala na ustalenie, które ze zjawisk klimatycznych stanowią dla miasta największe zagrożenie. Podatność miasta na poszczególne zjawiska klimatyczne oceniana jest w skali, jaką zastosowano w ocenie wrażliwości. Potencjał adaptacyjny miasta może być wystarczający do zredukowania niekorzystnego wpływu zjawisk klimatycznych na miasto (wówczas ocena podatności miasta może być obniżona w stosunku do wrażliwości) lub potencjał adaptacyjny miasta jest niewystarczający do zredukowania niekorzystnego wpływu zjawisk klimatycznych na miasto (wówczas ocena podatności miasta pozostaje na tym samym poziomie, co ocena wrażliwości).
- 5) Analiza ryzyka. W analizie ryzyka uwzględniono tendencje prognozowanych zmian w zjawiskach klimatycznych oraz ich skutki. Analiza miała na celu ustalenie, które ze zidentyfikowanych zagrożeń wymagają najpilniejszych działań adaptacyjnych. Ryzyko oceniane jest w skali:
- **Bardzo wysoki priorytet** – wskazuje zagrożenia wymagające bezwzględnego wdrożenia działań adaptacyjnych, najszybciej jak to możliwe
  - **Wysoki priorytet** – wskazuje zagrożenia wymagające wdrożenia działań adaptacyjnych w horyzoncie 2030.
  - **Średni priorytet** – wskazuje zagrożenia wymagające działań adaptacyjnych, które mogą być wdrażane w horyzoncie dłuższym niż 2030.

- **Niski priorytet** – wskazuje zjawiska, które nie będą wymagały podejmowania działań.
- 6) Określenie wizji miasta i celu głównego Strategii. Wizja miasta została ustalona wspólnie z przedstawicielami miasta i nawiązuje do polityki rozwoju miasta wyrażonej w dokumentach strategicznych i planistycznych miasta.
- 7) Określenie celów szczegółowych i działań adaptacyjnych. Cele szczegółowe Strategii są odpowiedzią na rozpoznane zagrożenia związane ze zmianami klimatu. Dla zrealizowania wskazanych celów sformułowane zostały działania adaptacyjne z zakresu:
- informowania i ostrzegania o zagrożeniach,
  - edukacji o zagrożeniach, ich skutkach, właściwych i niewłaściwych zachowaniach,
  - działań technicznych (inwestycje w środowisku),
  - działań organizacyjnych.
- 8) Określenie zasad wdrażania Strategii. Wdrożenie Strategii przesądza o sukcesie miasta w adaptacji do zmian klimatu. Istotną rolę w tym procesie pełni opracowanie systemu wdrażania Strategii oraz weryfikacja zawartych w niej zapisów poprzez monitorowanie i ewaluację. Proces wdrażania Strategii będzie polegał na realizacji sformułowanych w niej celów i działań adaptacyjnych. Monitoring ma na celu gromadzenie oraz analizę danych na temat przebiegu realizacji Strategii. Pozwala spostrzec ewentualne nieprawidłowości w realizacji i wprowadzić niezbędne korekty umożliwiające osiągnięcie wcześniejszych założeń. Oznacza to, że istnieje potrzeba cyklicznego monitorowania Strategii. W Strategii określono wskaźniki monitorowania celów i działań adaptacyjnych.
- W ewaluacji wdrożenia Strategii określono wskaźniki kontekstowe. Wskaźniki kontekstowe pozwalają zmierzyć poziom adaptacji miasta. Nie odnoszą się bezpośrednio do efektów poszczególnych celów strategicznych, ale do poziomu celu głównego. Uwzględniają działania interesariuszy nie koniecznie wskazanych wprost w Strategii. Pozwalają także porównać miasto z innymi miastami o podobnej skali, problemach rozwojowych i adaptacyjnych oraz podobnej roli i charakterystyce.



Rys. 3. Proces wdrażania Strategii

W opracowaniu Strategii dołożono wszelkich starań, by zapewnić rzetelną diagnozę zagrożeń związanych ze zmianami klimatu i wiarygodny plan działania. Były to jednak oceny prognostyczne,

które są co do zasady obarczone pewnym poziomem niepewności. W analizach tych na obarczone niepewnością prognozy klimatyczne nakładają się niepewności dotyczące przyszłego rozwoju miasta społecznego, gospodarczego i przestrzennego. Niemniej jednak dane, materiały, a w szczególności rozmowy, dyskusje i konsultacje społeczne prowadzone w trakcie prac nad Strategią pozwoliły skutecznie przeprowadzić procesy diagnozy i planowania adaptacji.

### 3. Udział interesariuszy w opracowaniu Strategii

Opracowana Strategia powstała jako dokument z wykorzystaniem metody partycypacyjnej. Na potrzeby opracowania dokonano mapowania interesariuszy, wskazując zarówno tych wewnętrznych (odpowiedzialnych ze strony Urzędu Miasta za Strategię i działania adaptacyjne), jak i zewnętrznych tj. mieszkańców, przedstawicieli organizacji pozarządowych oraz innych niż Urząd Miasta służb i urzędów.

Szczególnie istotne znaczenie, z punktu widzenia wdrażania na poziomie lokalnym zarządzania partycypacyjnego i implementacji zrównoważonego rozwoju, ma zapewnienie mieszkańcom możliwości udziału w tworzeniu strategii adaptacji ich miasta do zmian klimatu. Bowiem to właśnie mieszkańcy dysponują unikatową wiedzą na temat codziennego funkcjonowania miasta, jego problemów i lokalnej specyfiki. Ponadto, aktywny udział mieszkańców w projektowaniu działań adaptacyjnych przyczyni się do zwiększenia akceptacji społecznej na etapie realizacji strategii.

Interesariusze, w tym mieszkańcy, brali udział w spotkaniach warsztatowych i konsultacyjnych, których celem było opracowanie strategii adaptacji dla miasta Ostrołęki. Zgodnie z przyjętą metodą opracowania Strategii, w czasie prac nad dokumentem zorganizowano 3 spotkania (tab. 1).

Tab. 1. Udział interesariuszy w opracowaniu Strategii

Lp./ data spotkania	Tematyka/cel spotkania	Interesariusze	Efekty/ustalenia
1./09.05.2017	Prezentacja założeń projektu, w tym metody opracowania Strategii, przedstawienie celów i korzyści dla miasta wynikających z posiadania strategii	Urząd Miasta (Zespół Miejski ds. opracowania Strategii i inne wydziały związane z działaniami adaptacyjnymi, w tym szczególnie referat zarządzania kryzysowego), Państwowa Straż Pożarna, WIOŚ – delegatura Ostrołęka, Energa Ciepło Ostrołęka, Przedstawiciele Rady Miasta, Przedstawiciele Ostrołęckiego Towarzystwa Budownictwa Społecznego (OTBS)	Doprecyzowanie mapy interesariuszy, ustalenie z Miastem ostatecznego harmonogramu prac, przedstawienie przez interesariuszy podstawowych problemów w mieście związanych z ekstremalnymi zjawiskami pogodowymi.
2./12.07.2017	Przedstawienie wyników analiz klimatycznych, określenie potencjału adaptacyjnego miasta, sformułowanie wizji i celu głównego Strategii,	Urząd Miasta (Zespół Miejski ds. opracowania Strategii i inne wydziały związane z działaniami adaptacyjnymi, w tym szczególnie referat zarządzania kryzysowego), Państwowa Straż Pożarna, WIOŚ – delegatura Ostrołęka,	Zatwierdzenie wyboru sektorów najbardziej wrażliwych w mieście na zmiany klimatu; wypracowanie metodą warsztatową wizji i celu głównego Strategii; przedstawienie propozycji

Lp./ data spotkania	Tematyka/cel spotkania	Interesariusze	Efekty/ustalenia
		Powiatowa Stacja Sanitarno-Epidemiologiczna, Ekomena (organizacja ekologiczna), Przedstawiciel OR PCK Ostrołęka	działań adaptacyjnych do ujęcia w Strategii
3./07.09.2017	Podsumowanie wyników prac nad dokumentem (diagnoza, wyniki analizy podatności i analizy ryzyka), przedstawienie propozycji celów szczegółowych i działań adaptacyjnych, określenie systemu monitorowania strategii	Urząd Miasta (Zespół Miejski ds. opracowania Strategii i inne wydziały związane z działaniami adaptacyjnymi, w tym szczególnie referat zarządzania kryzysowego), Państwowa Straż Pożarna, Powiatowa Stacja Sanitarno-Epidemiologiczna, Ekomena (organizacja ekologiczna), MZK spółka z o.o., Przedstawiciele Rady Miasta, Ostrołęckie Przedsiębiorstwo Wodociągów i Kanalizacji	Uzgodnienie i doprecyzowanie celów szczegółowych i działań adaptacyjnych do zapisania w projekcie Strategii, wypracowanie metodą warsztatową priorytetyzacji celów i działań adaptacyjnych oraz wskaźników monitorowania.

Zaangażowanie interesariuszy w proces opracowania Strategii przyczynia się do większej akceptacji działań podejmowanych przez samorząd lokalny w zakresie adaptacji. Partycypacja stanowi także element zwiększania świadomości i edukacji mieszkańców w zakresie możliwych działań adaptacyjnych.

## 4. Diagnoza

### 4.1. Zagrożenia wynikające ze zmian klimatu

Zmiany klimatu mają wpływ na Miasto Ostrołęka i tereny je otaczające. Szczegółowa analiza danych klimatycznych i hydrologicznych z wielolecia 1981-2015 umożliwiła ocenę ekspozycji miasta na zmiany klimatu przy uwzględnieniu wybranych wskaźników charakteryzujących poszczególne zjawiska klimatyczne (tab. 2). Wyniki oceny stanowią podstawę wyboru ekstremalnych zjawisk klimatycznych i ich pochodnych, będących największym zagrożeniem dla mieszkańców i sektorów miejskich.

Tab. 2. Ocena ekspozycji miasta Ostrołęka na zjawiska klimatyczne

Wskaźniki klimatyczne i hydrologiczne	Ocena
Średnia roczna temperatura	++
Średnia roczna temperatura maksymalna	+++
Średnia roczna temperatura minimalna	+++
Liczba dni z temperaturą maksymalną $>30^{\circ}\text{C}$ , dni upalne	+++
Liczba dni z temperaturą średnią dobową $<-10^{\circ}\text{C}$ , dni mroźne	+++
Liczba fal upałów (przynajmniej trzydniowe okresy z temperaturą maksymalną powietrza $> 30^{\circ}\text{C}$ )	+++



Wskaźniki klimatyczne i hydrologiczne	Ocena
Roczna suma dni w fali upałów	+++
Liczba dni z temperaturą minimalną $>20^{\circ}\text{C}$ , upałów noce tropikalne	++
Liczba fal chłodu (fal mroźnych) (przynajmniej trzydniowe okresy z dobową temperaturą minimalną $< -10^{\circ}\text{C}$ )	+++
Roczna suma dni fali chłodu	+++
Liczba dni z przejściem temperatury przez $0^{\circ}\text{C}$	++
Liczba dni z dobową temperaturą maksymalną $<0^{\circ}\text{C}$ , dni mroźne	++
Wskaźnik stopniodni ogrzewania	+
Wskaźnik stopniodni chłodzenia	+
Roczne sumy wysokości opadów	++
Liczba dni w roku z opadem $\geq 10\text{mm}$	++
Liczba dni w roku z opadem $\geq 20\text{mm}$	+++
Liczba dni w roku z opadem $\geq 30\text{mm}$	+++
Maksymalne, miesięczne sumy opadów w roku	++
Okres opadu $\geq 1\text{mm}$ o czasie trwania ponad 5 dni	++
Liczba dni z opadem i $T_{\text{sr}}$ od $-5^{\circ}\text{C}$ do $2,5^{\circ}\text{C}$	+++
Najdłuższy okres bezopadowy (liczba dni)	++
Okresy bezopadowe o czasie trwania ponad 5 dni	+
Liczba dni w roku między pierwszym a ostatnim śniegiem	+
Liczba dni z pokrywą śniegu od października do maja	+
Maksymalna grubość pokrywy śnieżnej w okresie od października do maja	+
Liczba dni z porywem wiatru o prędkości $\geq 17\text{ m/s}$	++
Maksymalne porywy wiatru	+++
Liczba dni z burzą w roku	+++
Okresy niżówkowe	++
Susze	++

**Skala ocen tendencji zmian wskaźników klimatycznych:**

	Tendencja wzrostowa
	Tendencja spadkowa
	Brak tendencji

**Skala ocen zagrożenia klimatycznego dla miasta:**

+	Brak zagrożenia
++	Zagrożenie słabe
+++	Zagrożenie silne

W drodze rozmów i dyskusji przeprowadzonych w mieście w oparciu o wyniki analiz zagrożeń klimatycznych uznano, że najbardziej groźnymi dla Miasta Ostrołęki zjawiskami związanymi ze zmianami klimatu są: upały, fale upałów, fale chłodu, susze, intensywne opady i związane z nimi podtopienia, zagrożenia powodziowe, wiatr i burze. Zjawiska te stanowią zagrożenie dla prawidłowego funkcjonowania miasta oraz zdrowia i życia jego mieszkańców.

W perspektywie roku 2050 należy się spodziewać pogłębienia tendencji zmian omawianych zjawisk klimatycznych zaobserwowanych w przeszłości, opracowanych na podstawie danych meteorologicznych z wielolecia 1981-2015.

- Do roku 2050 przewidywane jest zwiększenie liczby dni upalnych oraz większego natężenia fal upałów. Prognozowany jest znaczący wzrost liczby dni gorących i wydłużenie trwania okresów z maksymalną temperaturą dobową przekraczającą 25°C. Wrośnie także liczba dni z temperaturą minimalną >20°C (nocy tropikalnych).
- Prognozowana jest tendencja spadkowa niekorzystnych zjawisk związanych z występowaniem niskich temperatur w okresie zimowym. Liczba dni mroźnych z temperaturą maksymalną poniżej 0°C oraz liczba dni z temperaturą minimalną poniżej -10°C ulegną zmniejszeniu.
- Prognozowana liczba dni z przymrozkiem w ciągu roku ulegnie zmniejszeniu, w szczególności zmniejszy się ilość okresów z przymrozkiem, trwających przynajmniej 5 dni. Prognozowane jest zmniejszenie się liczby dni z przejściem temperatury przez 0°C.
- Prognozowane jest znaczące zmniejszenie się wartości indeksu stopniodni dla temperatury średnio dobowej <17°C oraz nieznaczne zwiększenie wartości indeksu stopniodni dla temperatury średnio dobowej >27°C, co oznacza zmniejszone zapotrzebowaniem na energię w miesiącach zimowych i nieco zwiększonym w miesiącach letnich.
- Prognozowane jest zwiększenie się liczby dni z temperaturą średnio dobową >10°C, co jest wskaźnikiem wydłużenia okresu wegetacyjnego.
- Przewidywany jest wzrost zarówno liczby dni z opadem, jak i wysokość rocznej sumy opadów atmosferycznych w horyzoncie do roku 2050, na co będzie miała wpływ wysokość opadów zwłaszcza w chłodnej porze roku.
- Wystąpienie opadu ekstremalnego w horyzoncie do roku 2050 nieznacznie wzrasta, co wyraża się zwiększoną liczbą dni z opadem  $\geq 10$  mm i  $\geq 20$  mm.
- Zagrożenie suszą w horyzoncie do roku 2050 prognozy nie wskazują na istotne zmiany.

## 4.2. Wrażliwość miasta na zmiany klimatu

### 4.2.1 Obszary wrażliwości miasta na zmiany klimatu

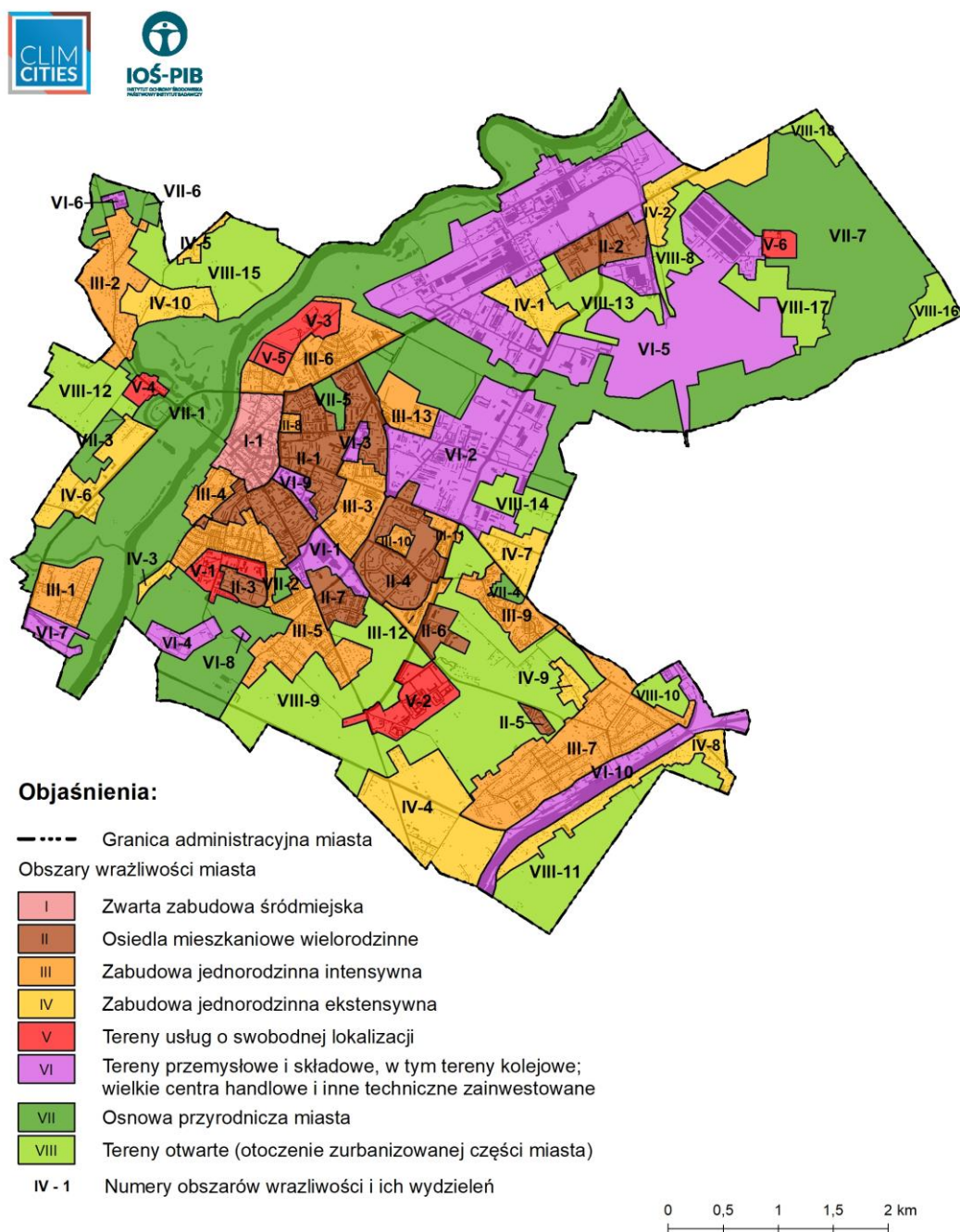
Wrażliwość miasta na zmiany klimatu jest cechą w miarę statyczną, gdyż zdeterminowana jest stałymi fizycznymi elementami miasta. Do takich elementów miasta należy jego struktura funkcjonalno-przestrzenna, rozumiana jako układ i wzajemne relacje terenów pełniących w mieście określone funkcje. W nawiązaniu do struktury funkcjonalno-przestrzennej miasta dokonano podziału miasta na obszary wrażliwości (Rys. 4). Obszary wrażliwości pomocne były w rozpoznaniu zróżnicowania wrażliwości miasta w jego przestrzeni.

Dokonano podziału miasta na osiem typów obszarów wrażliwości:

- I – Zwarta zabudowa śródmiejska

- II – Osiedla mieszkaniowe wielorodzinne
- III – Zabudowa jednorodzinna intensywna
- IV – Zabudowa jednorodzinna ekstensywna
- V – Tereny usług o swobodnej lokalizacji
- VI – Tereny przemysłowe i składowe, w tym tereny kolejowe, centra handlowe i inne techniczne zainwestowane (bez znacznego udziału budynków mieszkalnych)
- VII – Osnowa przyrodnicza miasta
- VIII – Tereny otwarte (otoczenie zurbanizowanej części miasta).

Obszary te były wykorzystane w dalszych analizach i posłużyły do oceny przestrzennego zróżnicowania wrażliwości miasta.



Rys. 4. Mapa obszarów wrażliwości miasta Ostrołęki

Intensywna zabudowa wielorodzinna koncentruje się w centralnym rejonie miasta, głównie na osiedlach: Śródmieście oraz Centrum. Zabudowa jednorodzinna występuje również w części centralnej, a także na osiedlach peryferyjnych, takich jak Łazek, Leśne, Leśniewo lub Stacja. W północnym oraz północno-wschodnim rejonie miasta występują tereny przemysłowe o znacznej powierzchni, na których zlokalizowane są, między innymi, duże zakłady przemysłu celulozowo-papierniczego oraz energetycznego (VI-5). Wyróżniające się w rejonie centralnym obszary z grupy VI (VI-1, VI-3 oraz VI-9) są związane z położeniem centrum handlowego oraz targowiska z przylegającymi budynkami, w których zlokalizowane są funkcje handlowo-usługowe.

#### 4.2.2 Udział powierzchni uszczelnionej i powierzchni biologicznie czynnej

Podczas analizy wrażliwości miasta Ostrołęki na zjawiska związane ze zmianami klimatu uwzględniono informacje dotyczące udziału powierzchni uszczelnionej (rys. 5) oraz biologicznie czynnej (rys. 6) w poszczególnych wydzielonych obszarach wrażliwości miasta. Te czynniki zagospodarowania terenu mają istotne znaczenie dla poziomu wrażliwości miasta.

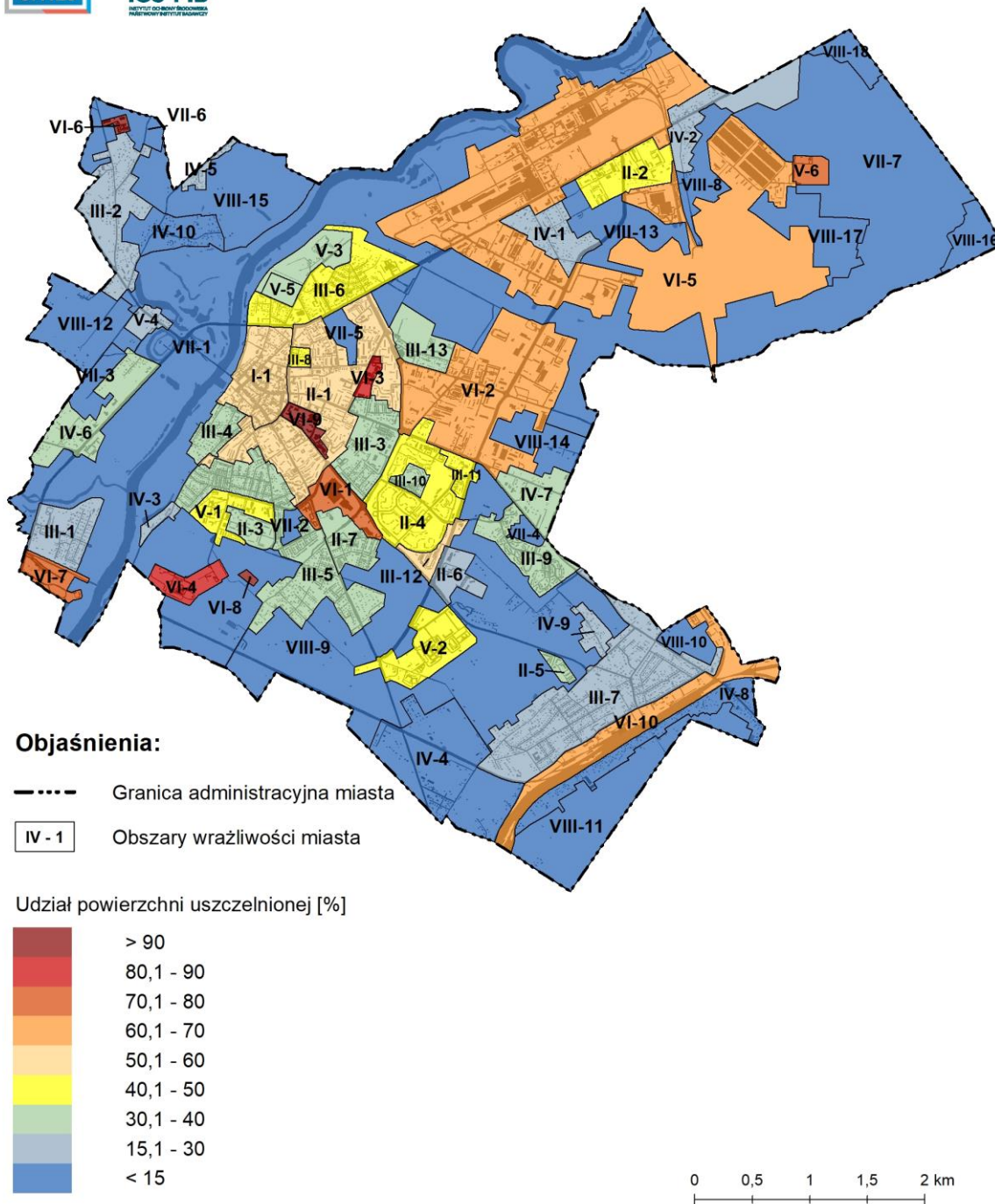
Obszary biologicznie czynne korzystnie wpływają na kształtowanie warunków klimatycznych miasta, poprzez obniżenie temperatury powierzchni oraz temperatury powietrza i jednocześnie poprawiają warunki wilgotności powietrza. Ich deficyt potęguje występowanie zjawiska miejskiej wyspy ciepła i prowadzi do obniżenia komfortu termicznego mieszkańców.

Powierzchnie biologicznie czynne sprzyjają retencjonowaniu wody, a ich brak (większy udział terenów powierzchni uszczelnionych) jest czynnikiem sprzyjającym zjawiskom lokalnych podtopień spowodowanych nawalnymi deszczami. Prowadzi do tego również zwiększony spływ powierzchniowy wody z terenów uszczelnionych, pokrytych sztucznymi nawierzchniami (np. asfaltem, betonem lub kostką).

Powierzchnie uszczelnione występują w największym stopniu na obszarach, na których są zlokalizowane centra handlowe oraz targowisko (VI-1, VI-3 i VI-9, odpowiednio: powyżej 90%, 80-90% oraz 70-80%). Udział powierzchni biologicznie czynnej nie przekracza na tych obszarach wrażliwości 30%. Kolejną grupę obszarów o znaczącym udziale powierzchni uszczelnionych stanowią tereny przemysłowe oraz składowe (np. VI-2 i VI-5). Wymienione obszary można uznać za szczególnie wrażliwe na zmiany klimatu.

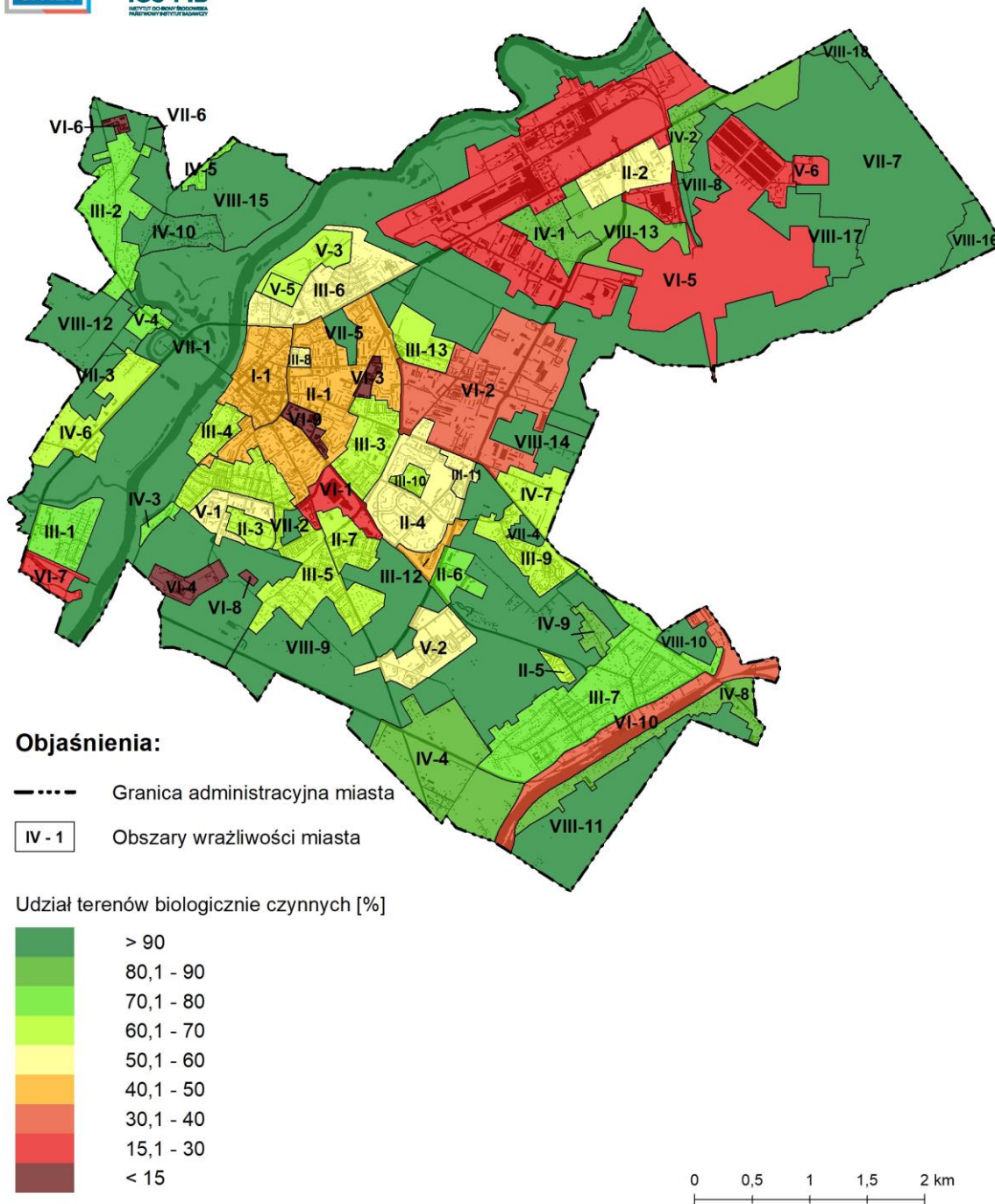
Tereny najintensywniej zamieszkałe (np. obszar Starego Miasta – I-1 czy osiedla z intensywną zabudową wielorodzinną w obszarze II-1) charakteryzują się udziałem powierzchni biologicznie czynnej na poziomie 40-50%. Część tych obszarów jest zamieszkała w znacznym stopniu przez osoby należące do grupy szczególnie wrażliwej, czyli w wieku powyżej 65 lat. Wybrane obszary zabudowy wielorodzinnej (np. II-4 na osiedlu Centrum) posiadają udział powierzchni biologicznie czynnej w przedziale 50-60%, co stanowi dość znaczny udział, jak na warunki miejskie, i należy dążyć do jego utrzymania.

Tereny zabudowy jednorodzinnej posiadają opisywany wskaźnik (udział terenów zielonych) na poziomie powyżej 60, a nawet 70%. Tereny otwarte wraz z osnową przyrodniczą miasta posiadają udział powierzchni biologicznie czynnej przewyższający obecnie poziom 90%. Są to południowe rejony miasta i, przede wszystkim, tereny w otoczeniu rzek: Narew i Czeczotka, stanowiące korytarze ekologiczne w mieście Ostrołęka.



Rys. 5. Udział powierzchni uszczelnionej w obszarach wrażliwości w Ostrołęce

Źródło danych: BDOT 10k



Rys. 6. Udział powierzchni biologicznie czynnej w obszarach wrażliwości w Ostrołęce

Źródło danych: BDOT 10k

### 4.2.3 Miejska Powierzchniowa Wyspa Ciepła

Fale upałów związane z sytuacją pogodową (silne promieniowanie słoneczne, bezwietrzna pogoda) w mieście są dodatkowo wzmacniane przez specyfikę podłoża tj. zabetonowane i wyasfaltowane powierzchnie i zablokowaną przez wysokie budynki możliwość przewietrzania miasta. Nagrzaniu miasta sprzyjać może także uboga zieleń oraz uboga sieć otwartych zbiorników wodnych. Efektem ogrzania obszarów miejskich w stosunku do okolicznych obszarów niezurbanizowanych jest tzw. miejska wyspa ciepła (MWC). W lecie miejska wyspa jest efektem wzajemnego oddziaływania promieniowania słonecznego i czynników antropogenicznych (uwalnianie energii ze źródeł technicznych i infrastruktury), a w zimie przede wszystkim z procesów ogrzewania miasta oraz emisji ciepła z silników spalinowych. Z miejską wyspą ciepła wiąże się zwiększona koncentracja zanieczyszczeń powietrza, zwłaszcza pyłów oraz ozonu troposferycznego. Zjawisko to oddziałuje negatywnie na komfort i zdrowie ludzi, może również zagrażać infrastrukturze miejskiej poprzez zwiększone zapotrzebowanie na wodę i energię.

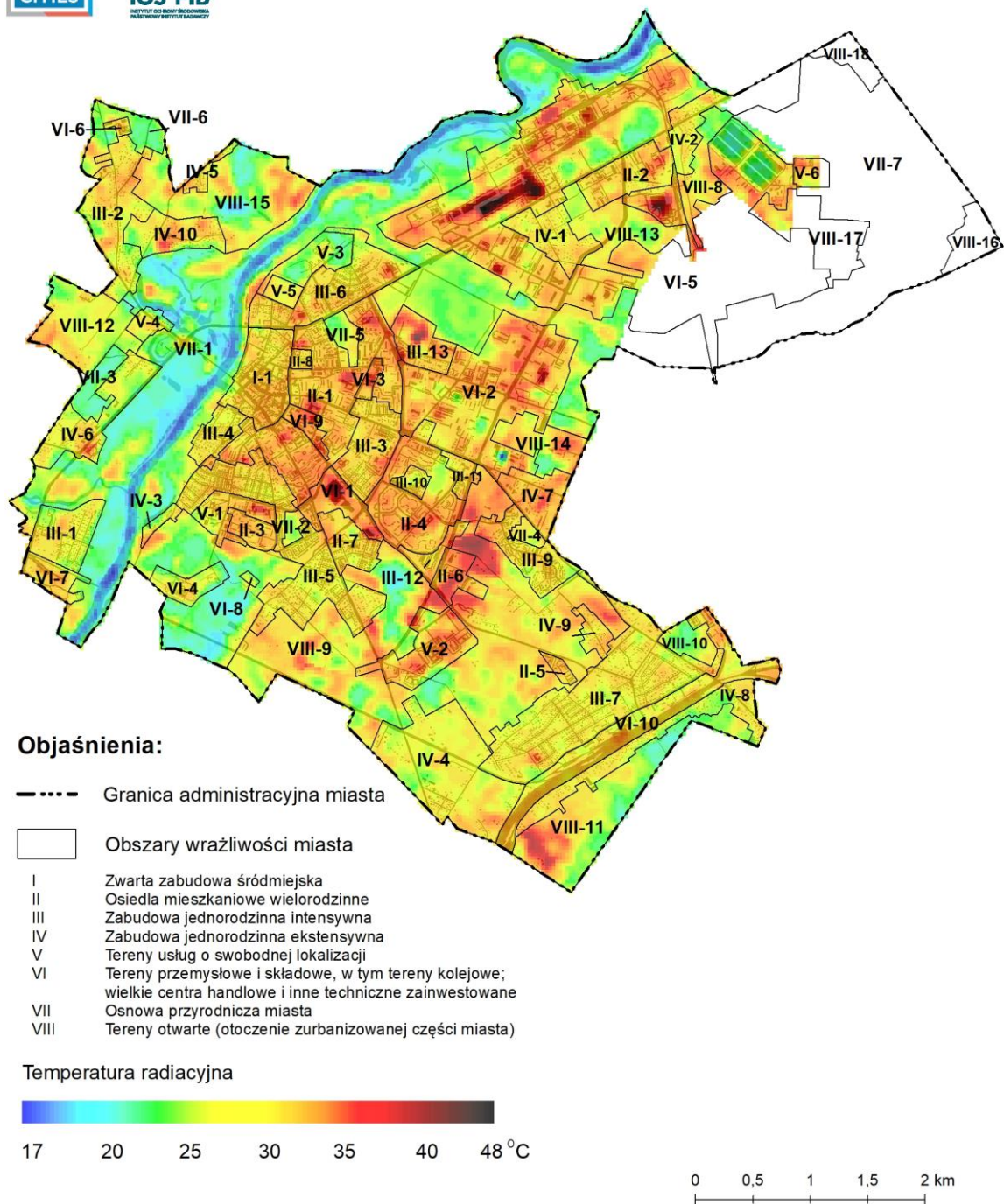
Na potrzeby Strategii, opracowany został rozkład Miejskiej Powierzchniowej Wyspy Ciepła (MPWC, rys. 7) na podstawie zdjęcia satelitarnego zarejestrowanego z pokładu satelity Landsat 8. Na podstawie oceny warunków meteorologicznych do wykonania i zobrazowania MPWC wybrano termin 4 lipca 2015 roku. Rozkład temperatury powierzchni obliczono na podstawie prawa Planck'a, a obraz satelitarny poddano korekcji radiometrycznej i atmosferycznej<sup>9</sup>.

W zobrazowanym dniu, temperatury powierzchni na obszarze Ostrołęki mieściły się w zakresie od 17 do 48°C. Najniższe były temperatury w osnowie przyrodniczej miasta – szczególnie obszar rzeki Narwi oraz tereny zielone położone w jej pobliżu (17-20°C), obszar przy rzece Czeczotka, a także teren ogródków działkowych i parku miejskiego (20-25°C).

Znaczny stopień uszczelnienia powierzchni oraz zabudowa na wybranych obszarach centralnej części miasta przyczyniły się do widocznego wzrostu temperatury powierzchniowej - do zakresu 35-40°C. Dotyczy to zwłaszcza obszarów VI-1, VI-9 oraz VI-3. Na obszarze zabudowy wielorodzinnej temperatura również była wyższa, niż na terenach ze znaczącym udziałem powierzchni biologicznie czynnych i mieściła się w zakresie 25-35°C. Obszar zabudowy jednorodzinnej również charakteryzował się temperaturą wyższą od osnowy przyrodniczej i terenów otwartych. Na przedstawionym rysunku widać, jak występujące tereny zieleni miejskiej wpływają na obniżenie temperatury powierzchni, przyczyniając się do podniesienia komfortu i jakości życia mieszkańców w okresach występowania upałów.

Wyraźnie zaznaczają się również miejsca wysokiej temperatury powierzchni na wybranych, znacząco uszczelnionych, obszarach przemysłowych (np. VI-5, VI-2). Zjawisko to może z kolei negatywnie oddziaływać na panujące tam warunki pracy.

<sup>9</sup> Mapa temperatury radiacyjnej została wykonana przez Katarzynę Osińską-Skotak i Aleksandrę Radecką.



Rys. 7. Powierzchniowa wyspa ciepła w Ostrołęce na podstawie zdjęcia satelitarne z 4 lipca 2015 r.<sup>10</sup>

Źródło danych: Landsat 8

<sup>10</sup> Mapa nie zawiera danych satelitarnych dla terenu przyłączonej w 2018 r. północno-wschodniej miasta. Teren ten ulega obecnie przekształceniom w związku z budową obiektów elektrowni węglowej.



#### 4.2.4 Obszary zagrożenia powodziowego

Powodzie należą do krótkotrwałych, lecz niebezpiecznych zdarzeń powodujących wysokie straty, przy czym szczególnie wysokie straty ekonomiczne powodzie przynoszą w miastach. Powodzie rzeczne związane są z długotrwałymi intensywnymi opadami lub wodami roztopowymi i z zatorami lodowymi. Są one silnie uzależnione od stanu zagospodarowania zlewni. Z tego względu zabezpieczenie miasta przed takimi powodziami jest problemem regionalnym.

Miasto Ostrołęka położone jest w dolinie rzeki Narwi, do której w granicach miasta uchodzą rzeki Omulew i Czeczotka. Średnie stany wody w rzece Narwi (wodowskaz Ostrołęka) kształtują się na poziomie 150-230 cm, przy amplitudzie rocznej 160-340 cm. Zanotowane wartości ekstremalne to: stan najwyższy w kwietniu 1958 r. – 526 cm, stan najniższy w listopadzie 1971 r. – 49 cm. Przepływ średni to 100 m<sup>3</sup>/sek., niski 35,5 m<sup>3</sup>/sek., przepływ wysoki z prawdopodobieństwem 50% to 375 m<sup>3</sup>/sek., z prawdopodobieństwem 1% – 1120 m<sup>3</sup>/sek. Średnie stany wody w rzece Omulwi (wodowskaz Kruki) kształtują się na poziomie 180 cm przy amplitudzie rocznej ca. 100 cm. Zanotowane wartości ekstremalne to: stan najwyższy w maju 1938 r. – 272 cm, najniższy w sierpniu 1952 r. – 110 cm.<sup>11</sup>

Poziom rzeki Narwi okresowo przekracza poziom stanu alarmowego i stwarza ona wówczas zagrożenie powodziowe dla miasta. W jego granicach brzegi tej rzeki obwałowane są na odcinkach: lewy brzeg – 4,40 km, prawy brzeg – 1,95 km. Prawobrzeżna część miasta na odcinku od mostu im. Madalińskiego do mostu kolejowego o długości 2,30 km nie posiada zabezpieczenia w postaci wału przeciwpowodziowego. Na tym odcinku ma ujście rzeka Omulew. Natomiast na odcinku pomiędzy rondem im. Siemowita i ul. Brzozową – rolę wału przeciwpowodziowego spełnia nasyp ulicy Warszawskiej. Teren pomiędzy rzeką Narew a ul. Warszawską traktowany jest jako teren zalewowy. Nie posiada również obwałowania lewobrzeżna część miasta na odcinku od ENERGA Zespołu Elektrowni SA Ostrołęka do ujścia rzeki Czeczotka<sup>12</sup>.

Ostrołęka została wymieniona w *Planie zarządzania ryzykiem powodziowym dla obszaru dorzecza Wisły*, jako jedna spośród siedmiu gmin położonych w zlewni rzeki Narwi o bardzo wysokim poziomie ryzyka powodziowego (tab. 3).<sup>13</sup>

Tab. 3. Ryzyko powodziowe w gminach powodowane przez rzekę Narew

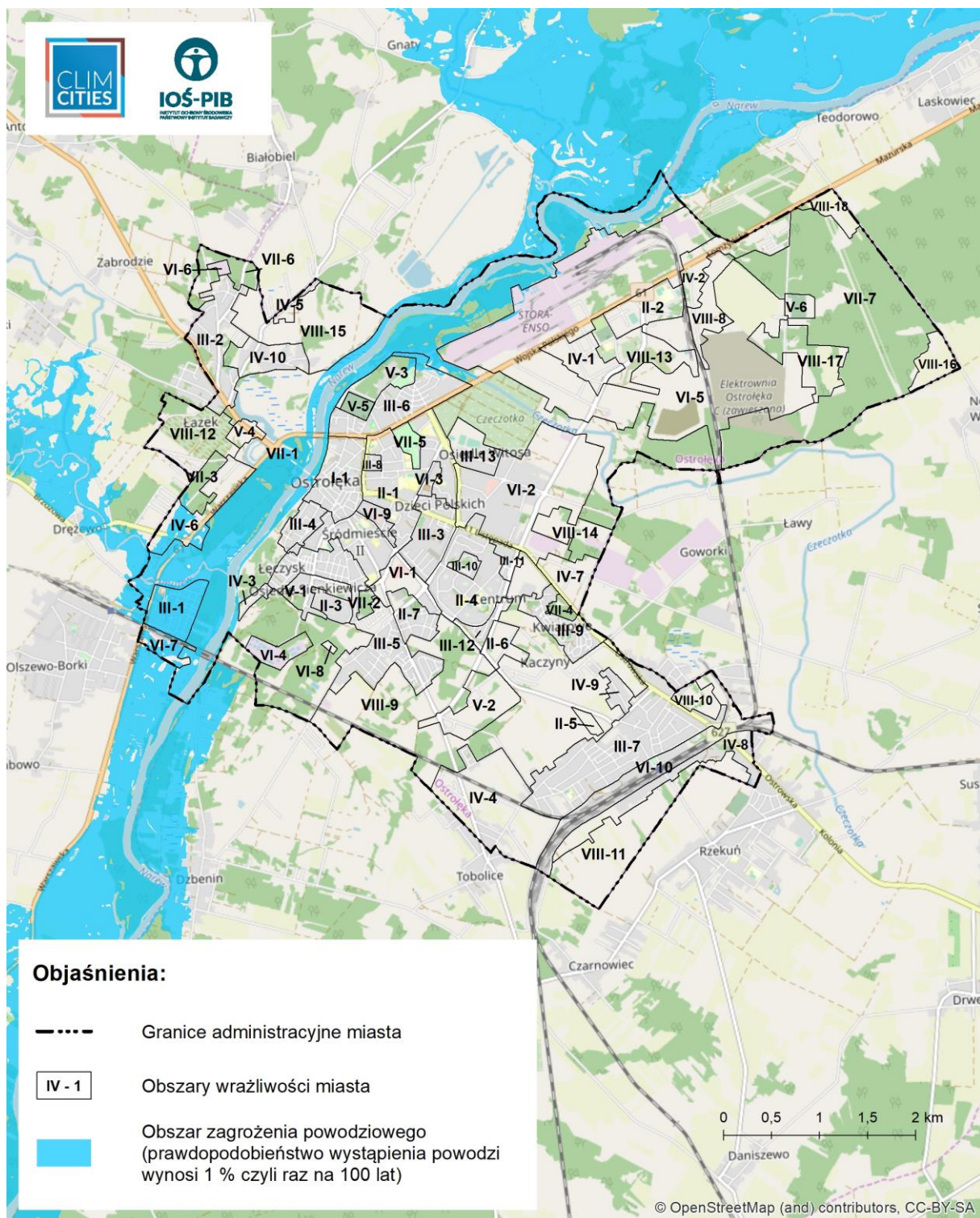
Zlewnia	Kluczowe problemy na podstawie MZP i MRP		
	Bardzo wysoki poziom ryzyka	Wysoki poziom ryzyka	Umiarkowany poziom ryzyka
Narew	<i>Nieporęt, Lelis, Olszewo-Borki, Dąbrówka, Rząśnik, Ostrołęka, Warszawa</i>	<i>Serock, Różan, Rzewnie, Szeków, Rzekuń, Obryte, Pułtusk, Zatory, Pomiechówek, Goworowo, Marki, Radzymin, Długosiodło, Somianka</i>	<i>Maków Mazowiecki, Młynarze, Nowy Dwór Mazowiecki, Pokrzywnica</i>

*Źródło: Plan zarządzania ryzykiem powodziowym dla obszaru dorzecza Wisły*

<sup>11</sup> *Studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego miasta Ostrołęki, czerwiec 2016*

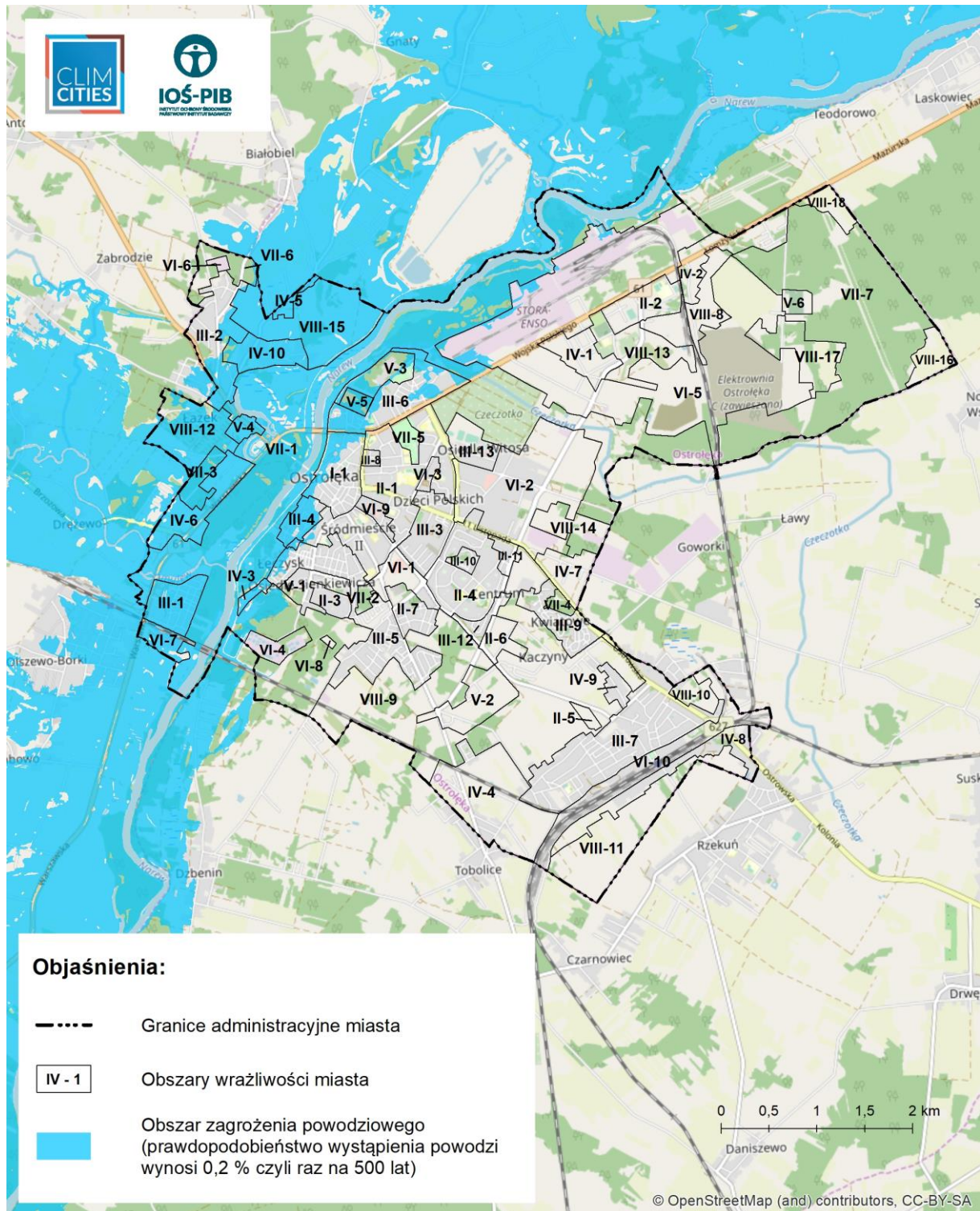
<sup>12</sup> *Plan Zarządzania Kryzysowego Miasta Ostrołęki, Ostrołęka 2016*

<sup>13</sup> *Plan zarządzania ryzykiem powodziowym dla obszaru dorzecza Wisły (Dz.U. poz. 1841 z 2016 r.)*



Rys. 8. Mapa obszarów zagrożenia powodziowego – prawdopodobieństwo wystąpienia powodzi 1% czyli raz na 100 lat

Źródło danych: KZGW



Rys. 9. Mapa obszarów zagrożenia powodziowego – prawdopodobieństwo wystąpienia powodzi 0,2% czyli raz na 500 lat,

Źródło danych: KZGW

Na rysunkach 8 oraz 9 przedstawiono mapy obszarów zagrożenia powodziowego z prawdopodobieństwem wystąpienia powodzi odpowiednio: 1% oraz 0,2%. Mapy te, udostępniane przez Krajowy Zarząd Gospodarki Wodnej, uzyskano w wyniku matematycznego modelowania hydraulicznego. W procesie modelowania wykorzystano bardzo dokładne dane przestrzenne,

pozyskane metodą lotniczego skaningu laserowego tj.: numeryczny model terenu oraz numeryczny model powierzchni terenu. Przez prawdopodobieństwo wystąpienia powodzi np. 1 % (czyli raz na 100 lat), należy rozumieć, że do obliczeń wykorzystano przepływ wody (maksymalny) o wartości prawdopodobieństwa wystąpienia 1%. Przepływy te oblicza się na podstawie wartości maksymalnych przepływów rocznych, obserwowanych w wieloletnim (z co najmniej 30 lat) w danym przekroju wodowskazowym rzeki. Przepływ maksymalny o prawdopodobieństwie wystąpienia 1% oznacza, że statystycznie takie natężenie przepływu może pojawić się w danym przekroju 1 raz na 100 lat. Nie oznacza to, że powódź o prawdopodobieństwie wystąpienia 1% występuje w odstępach stuletnich. Należy pamiętać, że jest to wielkość statystyczna, bazująca na danych historycznych.<sup>14</sup>

Tereny w granicach Ostrołęki, szczególnie zagrożone powodzią, są zlokalizowane w jej zachodniej części, głównie na prawym brzegu rzeki. Są to w znacznej mierze obszary zielone i niezabudowane. Przy średnich stanach wód następuje jednak podtapianie również obszarów zamieszkałych (np. ob. intensywnej zabudowy jednorodzinnej III-1 – Osiedle Leśne, które nie jest chronione obwałowaniem), jak i innych obiektów (np. TKKF „Załoga” lub port rzeczny). Powódź o prawdopodobieństwie 0,2% zagraża również innym terenom zamieszkanym, głównie o intensywnej i luźnej zabudowie jednorodzinnej (np. części osiedla Stare Miasto – ob. III-4, czy obszarom I-1, III-2, IV-3).

W dalszej części Strategii przedstawiono lokalizację wybranych obiektów, w tym instytucji publicznych, w odniesieniu do określonych obszarów zagrożenia powodziowego.

Ryzyko wystąpienia powodzi na obszarze miasta będzie się zwiększało wraz ze zmianami klimatu, które wskazują na wzrost prawdopodobieństwa występowania opadów ekstremalnych.

#### 4.2.5 Wrażliwość wybranych sektorów i ich komponentów na zmiany klimatu

W analizie wrażliwości miasta na zjawiska związane ze zmianami klimatu uwzględniono cechy i funkcjonowanie sektorów miasta.. Pod pojęciem sektor rozumie się wydzieloną część funkcjonowania miasta wyróżnioną ze względu na określony typ aktywności społeczno-gospodarczej lub specyficzne problemy. Sektory tworzą swoistą dla każdego miasta strukturę funkcjonalno-przestrzenną.

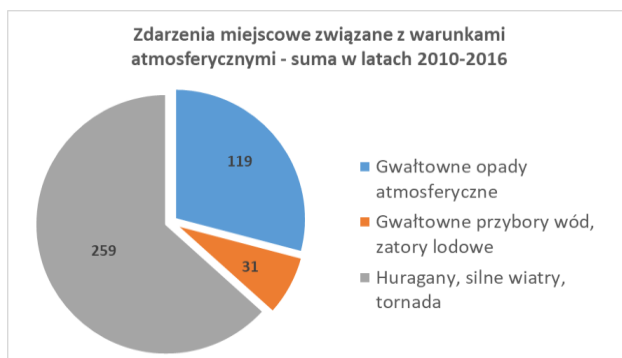
W przeprowadzonych analizach uwzględniono następujące sektory: zdrowie publiczne, gospodarka wodna, gospodarka ściekowa, transport, energetyka, bioróżnorodność, dobra kultury i społeczne usługi publiczne, a także gospodarka (baza ekonomiczna miasta). Sektory zostały zdefiniowane poprzez komponenty, które opisują ich funkcjonowanie oraz dają się (choćby pośrednio) określić w przestrzeni. Analizy wykazały, że spośród wymienionych sektorów najbardziej wrażliwe na zmiany klimatu są: **zdrowie publiczne i jakość życia, dobra kultury i społeczne usługi publiczne, różnorodność biologiczna oraz gospodarka ściekowa.**

Analizom poddano dostępne informacje dotyczące historycznych zdarzeń związanych z panującymi warunkami atmosferycznymi i ich wpływem na życie mieszkańców oraz wynikające z nich straty.

Spośród ogólnej liczby odnotowanych w Ostrołęce przez Państwową Straż Pożarną zdarzeń związanych z oddziaływaniem warunków atmosferycznych, które wiązały się z podjęciem interwencji

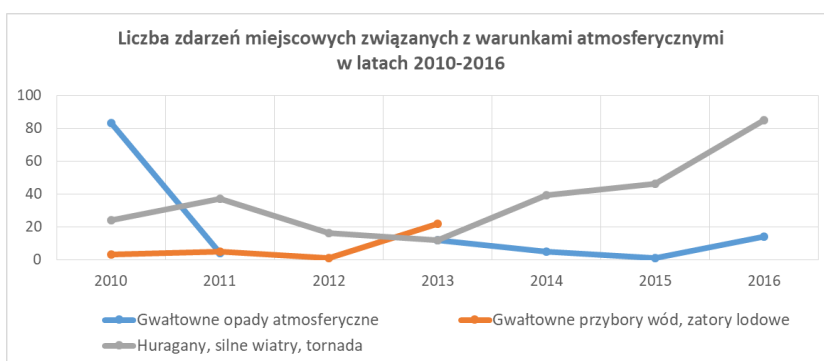
<sup>14</sup> <http://www.kzgw.gov.pl/index.php/pl/materialy-informacyjne/mapy-zagrozenia-powodziowego-i-mapy-ryzyka-powodziowego>

przez PSP, największą grupę stanowią zdarzenia będące skutkiem silnego wiatru i huraganu (rys. 10). Interwencje te dotyczyły przede wszystkim usuwania drzew przewróconych na jezdnie czy zabezpieczenia uszkodzonych dachów. Kolejną grupę stanowiły zdarzenia powstałe w wyniku gwałtownych opadów atmosferycznych, a także gwałtownych przyborów wody w rzece i zatorów lodowych.



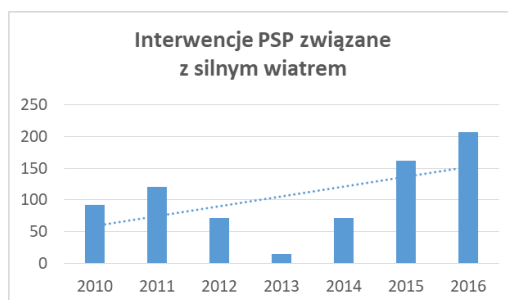
Rys. 10. Udział kategorii zdarzeń miejscowych w ogólnej liczbie zdarzeń związanych z warunkami atmosferycznymi w latach 2010-2016

Źródło danych: Komenda PSP w Ostrołęce



Rys. 11. Liczba zdarzeń miejscowych związanych z warunkami atmosferycznymi w latach 2010-2016

Źródło danych: Komenda PSP w Ostrołęce



Rys. 12. Liczba interwencji PSP związanych z silnym wiatrem

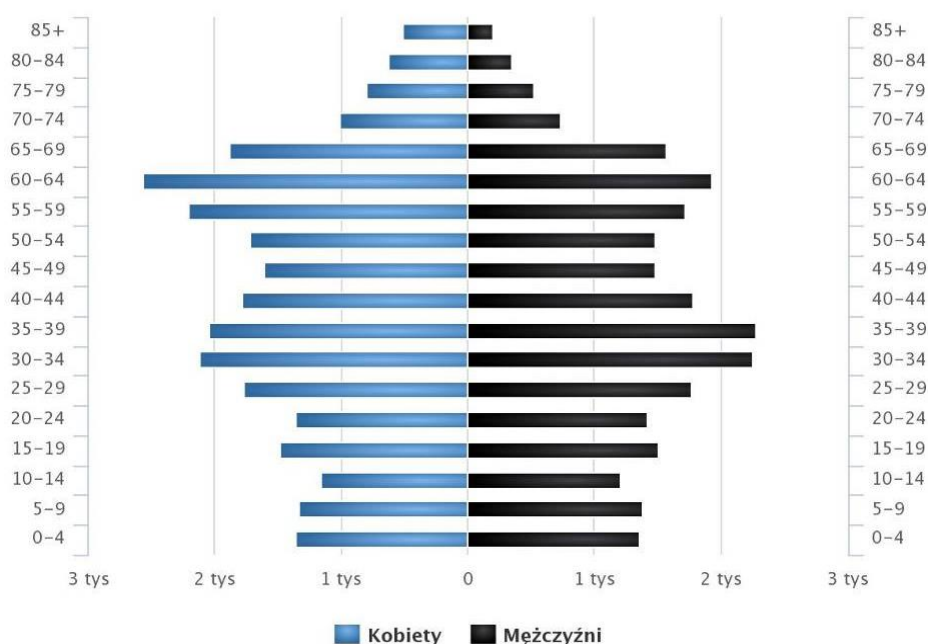
Źródło danych: Komenda PSP w Ostrołęce

Jak wynika z rysunków 11 i 12 w latach 2015 i 2016 liczba zdarzeń związanych z silnym wiatrem i huraganami, jak również wynikających z nich interwencji PSP była większa niż w latach wcześniejszych. Silny wiatr i huragany wpływają niekorzystnie zarówno na jakość życia mieszkańców, stanowiąc bezpośrednie zagrożenie ich zdrowia i mienia, a także na inne sektory, będą

przyczyną występowania szkód i awarii (np. w budownictwie, energetyce i przemyśle oraz transporcie).

### Zdrowie publiczne i jakość życia

Ostrołękę zamieszkują 52 262 osoby<sup>15</sup>, z czego 52,3% stanowią kobiety, a 47,7% mężczyźni. Średnia gęstość zaludnienia wynosi 1 562 os./km<sup>2</sup>. Średni wiek mieszkańców wynosi 41,2 lat i jest porównywalny do średniego wieku mieszkańców województwa mazowieckiego (41,1) oraz całej Polski (41,2). Z danych literaturowych wynika, że grupy wiekowe szczególnie wrażliwe na zjawiska związane ze zmianami klimatu to dzieci oraz osoby starsze. Dzieci w wieku poniżej 5 lat stanowią 5,2% ogólnej populacji mieszkańców miasta, natomiast grupa osób w wieku powyżej 65 lat to 16,7% mieszkańców. Na rysunku 13 przedstawiono piramidę wieku.

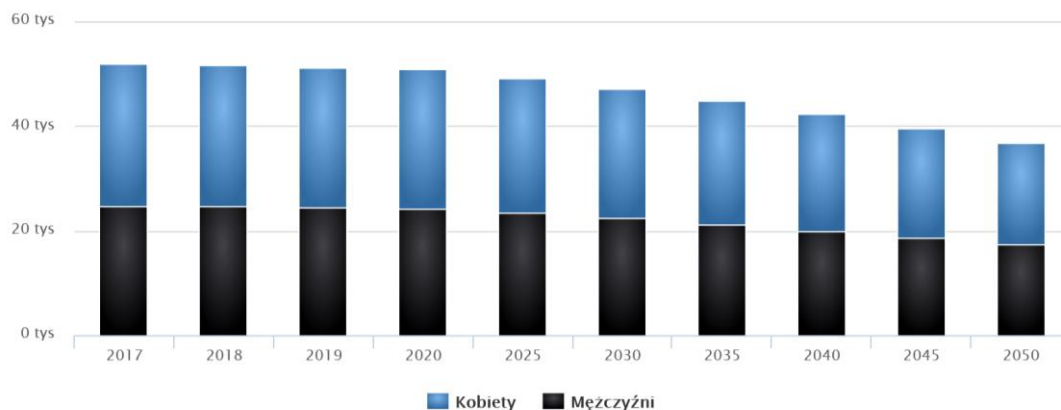


Rys. 13. Piramida wieku mieszkańców Ostrołęki, 2017 r.

Źródło: <http://www.polskawliczbach.pl>, dane GUS

Prognozowana przez Główny Urząd Statystyczny liczba mieszkańców Ostrołęki w 2050 roku wynosi 36 732, z czego 19 248 to kobiety, a 17 484 mężczyźni. Rysunek 14 przedstawia prognozowaną na lata 2017-2050 liczebność mieszkańców.

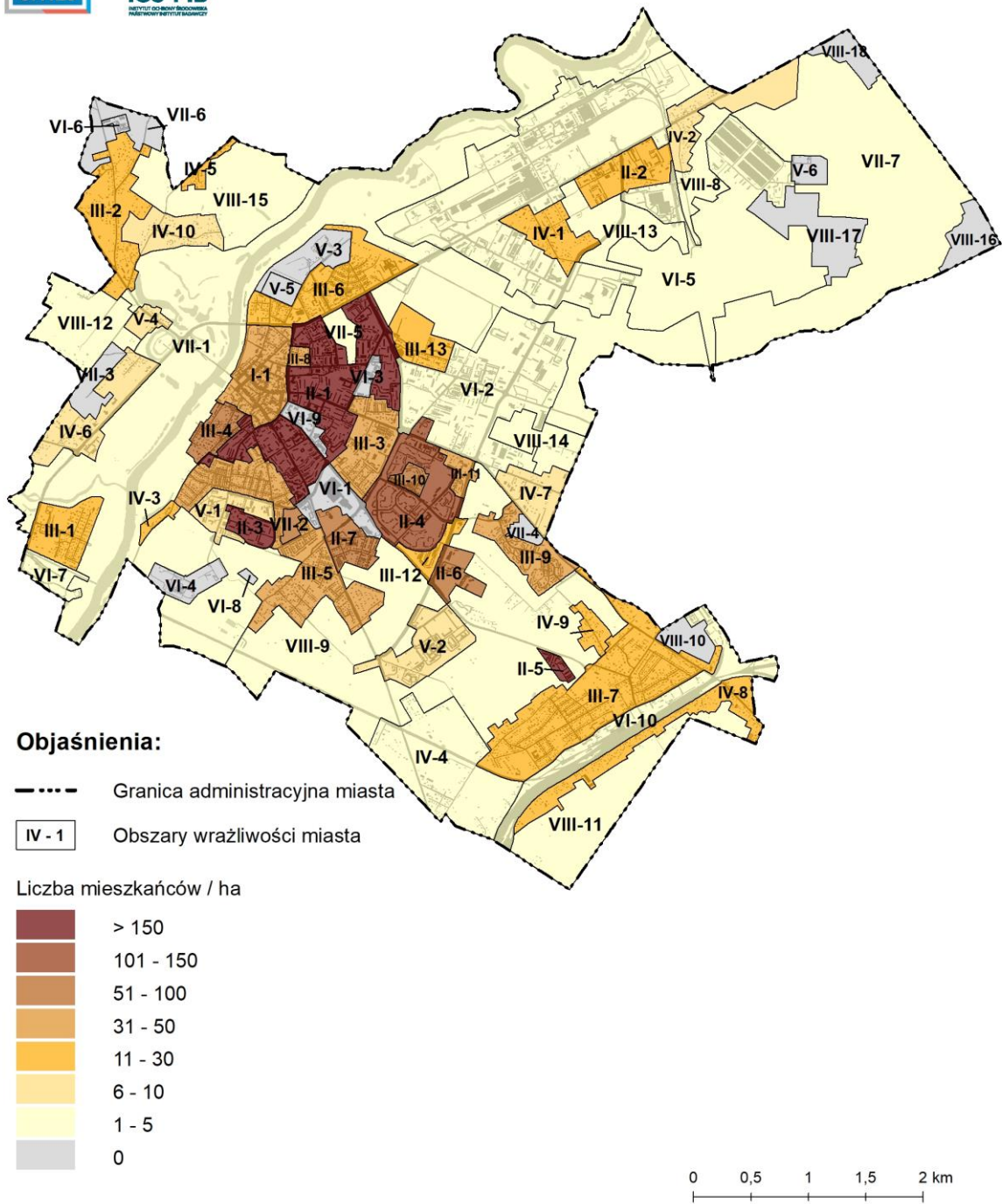
<sup>15</sup> Wg danych GUS, stan na 31.12.2018 r.



Rys. 14. Prognozowana populacja Ostrołęki w latach 2017–2050

Źródło: <http://www.polskawliczbach.pl>, dane GUS

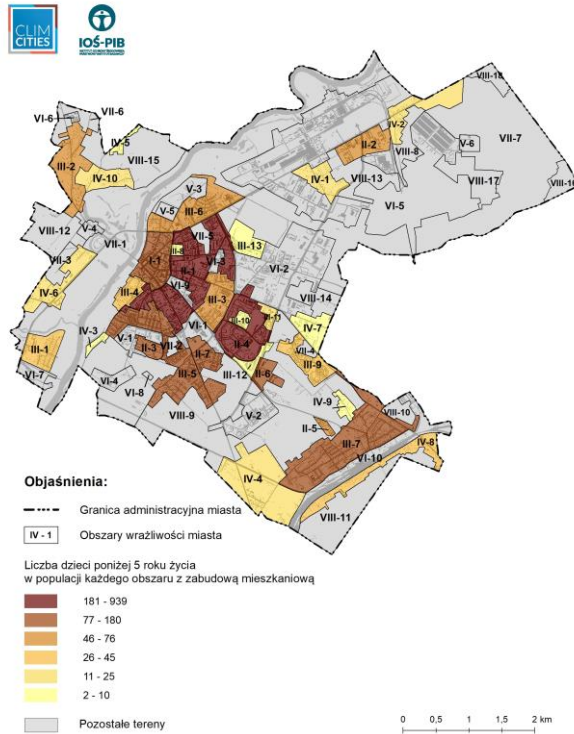
Najwyższa gęstość zaludnienia (powyżej 150 os./ha) występuje w centralnych rejonach miasta, przede wszystkim na obszarach intensywnej zabudowy wielorodzinnej (II-1,II-3,II-4) – rysunek 15. Znacząca, w skali miasta, jest również gęstość zaludnienia bezpośrednio przylegających do rzeki Narwi obszarów zwartej zabudowy śródmiejskiej (I-1 Stare Miasto) oraz obszarów intensywnej zabudowy jednorodzinnej III-4, które są potencjalnie narażone na zagrożenie powodziowe. Wyrażona w liczbach bezwzględnych grupa mieszkańców wrażliwych – dzieci poniżej 5 lat – najliczniej zamieszkuje ob. zabudowy wielorodzinnej, natomiast stanowi ona znaczący udział populacji terenów o intensywnej i luźnej zabudowy jednorodzinnej, w tym narażonych na zagrożenie powodziowe od strony rzeki Narwi oraz Omulwi (rys. 16 i rys. 17). Podobnie w przypadku osób starszych – najliczniej takie osoby zamieszkują rejon Śródmieścia oraz Osiedla Centrum. Pierwszy z tych obszarów charakteryzuje się podwyższoną, w stosunku do otoczenia, temperaturą powierzchniową, zwłaszcza w okresie występowania dni upalnych, co obrazuje przedstawiona wcześniej powierzchniowej wyspy ciepła. Procentowy udział tej grupy mieszkańców jest znaczący na obszarach zabudowy jednorodzinnej, w tym w prawobrzeżnej części miasta narażonej na zagrożenie powodziowe (rys. 18 i rys. 19).



Rys. 15. Mapa gęstości zaludnienia miasta Ostrołęki

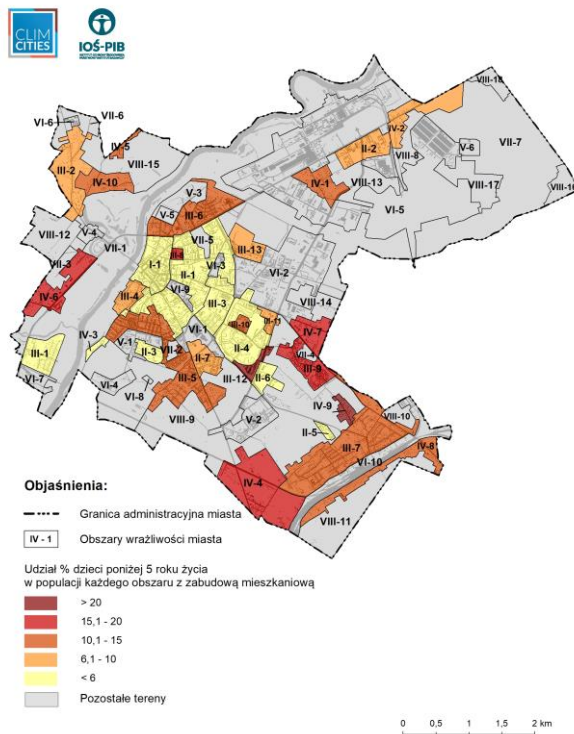
Źródło danych: UM w Ostrołęce





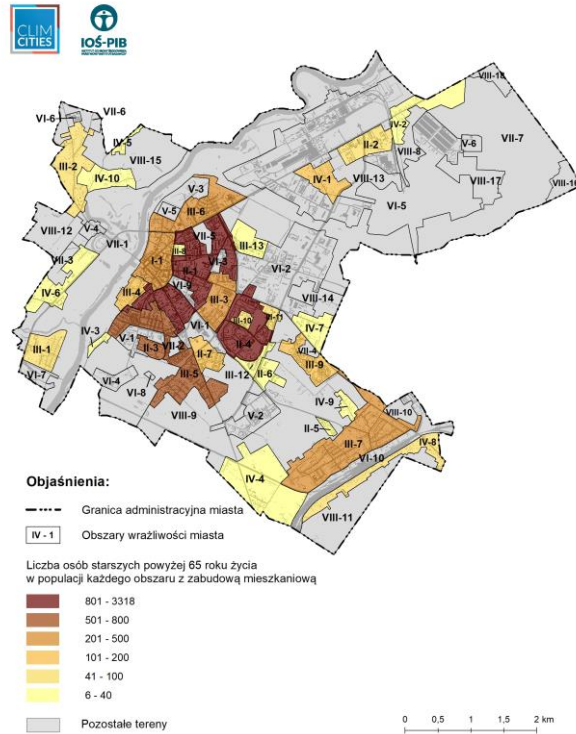
Rys. 16. Liczba dzieci poniżej 5 roku życia w populacji każdego obszaru z zabudową mieszkaniową

Źródło danych: UM w Ostrołęce



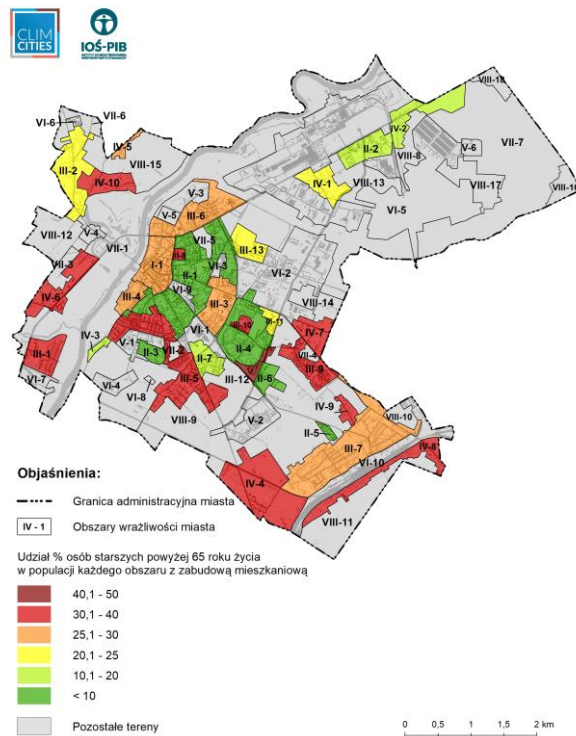
Rys. 17. Udział procentowy dzieci poniżej 5 roku życia w populacji każdego obszaru z zabudową mieszkaniową

Źródło danych: UM w Ostrołęce



Rys. 18. Liczba osób starszych powyżej 65 roku życia w populacji każdego obszaru z zabudową mieszkaniową

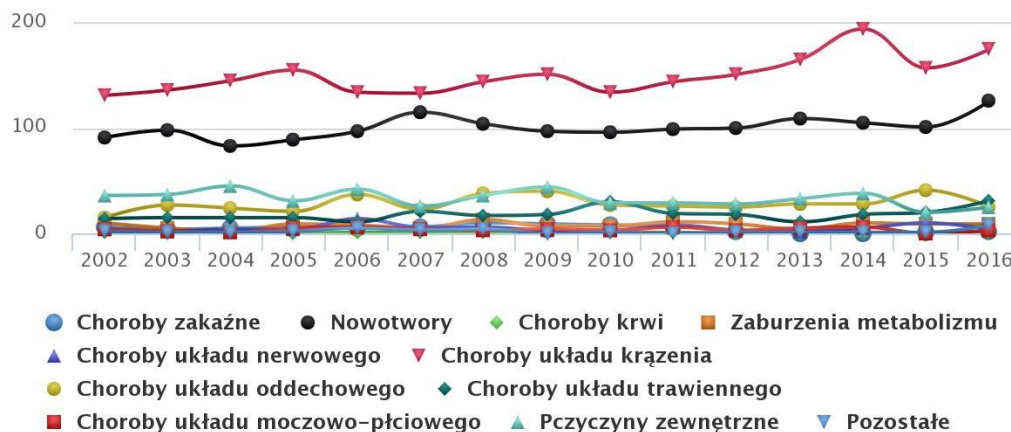
Źródło danych: UM w Ostrołęce



Rys. 19. Udział procentowy osób starszych powyżej 65 roku życia w populacji każdego obszaru z zabudową mieszkaniową

Źródło danych: UM w Ostrołęce

Jedną z głównych przyczyn zgonów w Ostrołęce są choroby układu krążenia. Zauważalny jest rosnący trend liczby zgonów związanych z tą przyczyną na przestrzeni ostatnich kilkunastu lat (rysunek 20). Razem z chorobami układu oddechowego dolegliwości te mogą być w pewnym stopniu związane z czynnikami klimatycznymi, np. falami upałów, czy zanieczyszczeniem powietrza (podwyższonymi poziomami stężenia aerozoli lub ozonu troposferycznego w okresie wiosenno-letnim, a także zwiększonym poziomem alergenów). Fale upałów zwiększają ryzyko odwodnienia, przegrzania, a także wystąpienia ataków astmy i alergii, oraz problemów z oddychaniem.



Rys. 20. Przyczyny zgonów w Ostrołęce w latach 2002 - 2016

Źródło: <http://www.polskawliczbach.pl>, dane GUS

W ramach prac nad Strategią poddano analizie wrażliwość poszczególnych komponentów na zjawiska klimatyczne i pochodne. Wynik analizy przedstawiono w tabeli 4. Zastosowane oznaczenia poszczególnych poziomów wpływu zjawisk przedstawiono w poniższej tabeli. Tak samo oznaczono wrażliwość w tabelach odnoszących się do pozostałych komponentów, zawartych w dalszej części dokumentu.

++	<b>wpływ znaczący</b>
+	<b>wpływ średni</b>
-	<b>wpływ niewielki / brak wpływu</b>

Tab. 4. Ocena wrażliwości komponentów sektora zdrowie publiczne i jakość życia

Komponenty	Zjawiska klimatyczne i pochodne									
	Termiczne		Termiczno-opadowe		Opadowe				Wiatr	Zanieczyszczenie powietrza
	Upały	Mrozy	Temperatury progowe	Oblodzenie	Powodzie	Deszcze nawalne / burze Podtopienia	Susze	Opady śniegu		
Populacja miasta	+	+	+	-	++	+	-	+	+	+
Osoby > 65 roku życia	++	++	+	++	+	+	-	+	+	++
Dzieci < 5 roku życia	+	+	+	+	+	+	-	-	+	++
Osoby przewlekle chore (choroby układu krążenia i układu oddechowego)	++	++	+	-	+	+	-	-	+	++
Osoby niepełnosprawne z ograniczoną mobilnością	+	+	+	++	+	+	-	+	+	+

Komponenty	Zjawiska klimatyczne i pochodne									
	Termiczne		Termiczno-opadowe		Opadowe				Wiatr	Zanieczyszczenie powietrza
	Upały	Mrozy	Temperatury progowe	Oblodzenie	Powodzie	Deszcze nawalne / burze Podtopienia	Susze	Opady śniegu		
Osoby bezdomne	+	++	+	+	+	+	-	+	+	+
Infrastruktura ochrony zdrowia	+	+	-	+	+	+	-	+	+	-
Infrastruktura pomocy społecznej	++	+	-	-	+	+	-	+	+	-

Zwiększająca się intensywność i długość trwania fal upałów może wpływać na obniżenie jakości życia (stres termiczny) oraz powodować zagrożenie dla zdrowia i życia. Największe ryzyko dotyczy grup wrażliwych, do których należą: ludzie starsi (powyżej 65 lat), małe dzieci, osoby chore na choroby układu oddechowego i sercowo-naczyniowego, osoby niepełnosprawne, a także bezdomni.

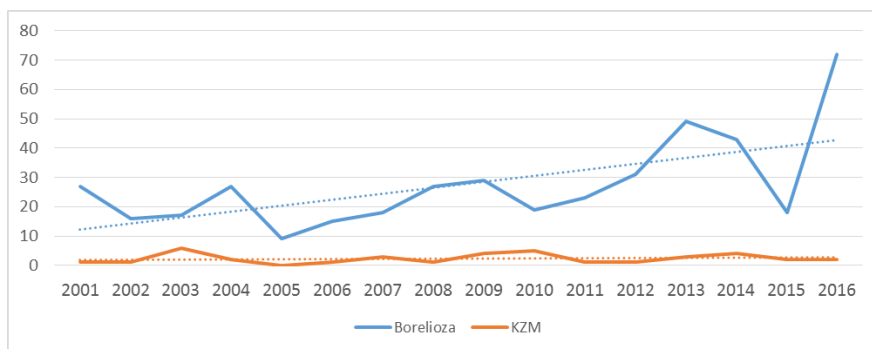
Podobna sytuacja występuje w odniesieniu do zagrożenia silnymi mrozami, któremu podlega również grupa osób bezdomnych. Z szacunkowych danych udostępnionych przez Urząd Miasta wynika, że na terenie miasta Ostrołęki przebywa ok. 100 osób bezdomnych oraz zagrożonych bezdomnością. Jest to zjawisko bardzo zmienne w czasie. Bezdomni przebywają w znajdujących się w Ostrołęce: noclegowni i schronisku, a także na terenie działek ogrodniczych, przystanków autobusowych, pustostanów czy poczekalni dworców PKS i PKP.

Część populacji miasta jest narażona na zagrożenie powodziowe od strony rzeki Narwi, w największym stopniu dotyczy to ludności zamieszkującej prawobrzeżną część miasta, a szczególnie dla ludności zamieszkałej przy ulicach: Warszawskiej, Obozowej, Ogródkowej oraz na osiedlach Leśne, Łazek i Otok (obszary wrażliwości III-1, III-2, IV-10). Szczególnie zagrożonych jest około 290 gospodarstw zamieszkałych przez około 1500 osób<sup>16</sup>. Zagrożenie zalaniem przez występujące wody rzeki Narwi (przy stanie wody 597 cm) obejmuje również ważne drogi komunikacyjne: Warszawa – Ostrołęka, Ostrołęka – Myszyniec, Ostrołęka - Przasnysz oraz Ostrołęka - Łomża w okolicach mostu przez rzekę Czeczotka. Przerwanie wałów przeciwpowodziowych po lewej stronie rzeki przy stanie wody powyżej 5,0 m może doprowadzić do zalania znacznej części miasta o zabudowie jednorodzinnej (głównie Stare Miasto). W tym przypadku zalane zostaną również osiedla położone wzdłuż ulic: Kurpiowskiej, Traugutta, Kościuszki i Sienkiewicza<sup>17</sup>.

Ze zmianami klimatu, w tym wzrastającą temperaturą powietrza, wiąże się wzrastające zagrożenie zachorowalnością na choroby klimatozależne, np. odkleszczowe: boreliozą i kleszczowym zapaleniem mózgu (KZM). Zgodnie z danymi udostępnionymi przez Inspekcję Sanitarną, liczba zachorowań na tego typu choroby wykazuje w Ostrołęce w ostatnich latach tendencję rosnącą, przy czym w większym stopniu dotyczy to boreliozy (rysunek 21).

<sup>16</sup> Plan Zarządzania Kryzysowego Miasta Ostrołęki, Ostrołęka 2016

<sup>17</sup> Tamże



Rys. 21. Zmienność liczby zachorowań na choroby odkleszczowe w latach 2001 – 2016 w Ostrołęce

Źródło danych: Państwowy Powiatowy Inspektor Sanitarny w Ostrołęce

Na jakość życia mieszkańców Ostrołęki wpływają również inne zjawiska klimatyczne lub związane z klimatem, takie jak występujące po deszczach nawalnych podtopienia dróg i posesji, czy zagrożenie silnym wiatrem. Występujące okresowo miejsca podtopień dróg zostały oznaczone na mapie zamieszczonej w dalszej części opracowania.

Czynniki związane z klimatem oddziałują również na obiekty infrastruktury ochrony zdrowia oraz infrastruktury społecznej. Najważniejszą placówką świadczącą usługi o zasięgu ponadlokalnym w zakresie zdrowia jest Mazowiecki Szpital Specjalistyczny im. dr. Józefa Psarskiego, który jest zlokalizowany poza strefami zagrożenia powodziowego. W jego przypadku występuje narażenie na silny wiatr (szczególnie wyższe piętra budynku). Na powodzie i podtopienia narażone są natomiast wybrane placówki podstawowej opieki zdrowotnej (2 z 18 położonych na terenie miasta).

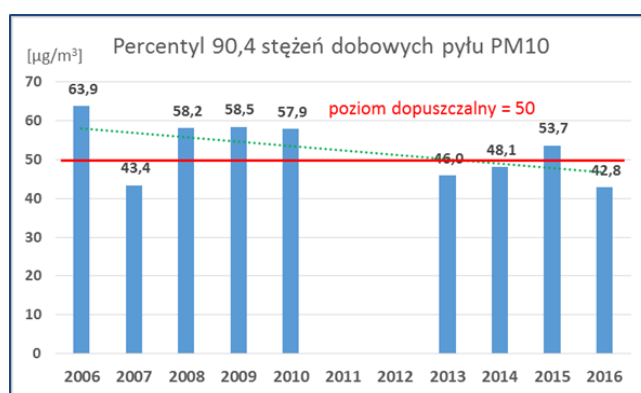
Łącznie na terenie miasta zlokalizowanych jest 15 obiektów infrastruktury pomocy społecznej, wsparcia rodziny i pieczy zastępczej oraz opieki nad dziećmi w wieku do lat 3 (np. Miejski Ośrodek Pomocy Rodzinie, Domy Pomocy Społecznej, Ośrodek Interwencji Kryzysowej, Placówka Pieczy Zastępczej „Korczakówka”, Organizator Rodzinnej Pieczy Zastępczej, placówki wsparcia dziennego dla dzieci, Środowiskowy Dom Samopomocy, Warsztat Terapii Zajęciowej, Żłobek Miejski). Są one narażone na występowanie upałów i mrozów (w większości brak wyposażenia w klimatyzację, w wybranych przypadkach wskazane jest wykonanie izolacji termicznej i występują nieszczelności okien i drzwi), jak również silnego wiatru (w części wskazana byłaby modernizacja dachów).

Ze zmianami klimatu wiąże się inny czynnik oddziałujący na zdrowie i jakość życia mieszkańców, w szczególności wybranych grup wrażliwych (dzieci, osoby starsze i przewlekle chore), jakim jest zanieczyszczenie powietrza. W Ostrołęce, podobnie jak w przypadku znaczącego obszaru kraju, występują problemy związane z koncentracją w powietrzu pyłu zawieszzonego i jego wybranych składników (np. benzo(a)pirenu należącego do grupy wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych), zwłaszcza w okresie jesienno-zimowym. Jest to związane przede wszystkim z funkcjonowaniem tzw. niskich źródeł emisji w sektorze komunalno-bytowym (indywidualne systemy grzewcze wykorzystujące paliwo stałe, głównie węgiel) i występującymi przypadkami spalania odpadów w gospodarstwach domowych. Pewien udział w tworzeniu się zanieczyszczeń pyłowych posiada również transport samochodowy, zwłaszcza w centralnych rejonach miasta i przy ulicach o dużym natężeniu ruchu, zwłaszcza ciężarowego, w tym drogach tranzytowych, które przebiegają przez Ostrołękę. Na jakość powietrza wpływają również źródła przemysłowe i emisja z wysokich źródeł energetycznych.

Na obszarze miasta funkcjonuje należąca do WIOŚ w Warszawie stacja monitoringu powietrza, zlokalizowana przy ul. Hallera, na której wykonywane są metodami manualnymi pomiary stężenia

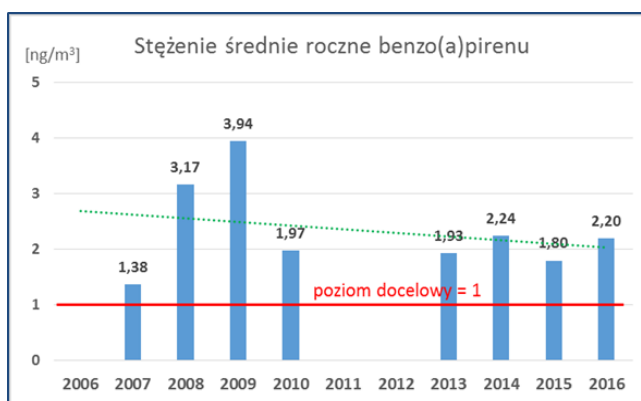
pyłu PM10 i jego wybranych składników. Na terenie miasta funkcjonuje również 6 stałych miejskich punktów monitoringu prowadzących pomiary automatyczne. Dane bieżące z tych stacji prezentowane są na stronie [https://www.ostroleka.pl/miasto/jakosc\\_powietrza](https://www.ostroleka.pl/miasto/jakosc_powietrza).

W ostatnich latach na stacji pomiarowej WIOŚ w mieście zarejestrowano występowanie przekroczeń dopuszczalnego poziomu stężenia pyłu PM10, określonego dla koncentracji średnich dobowych<sup>18</sup>. Wskaźnikiem, który można odnieść do poziomu dopuszczalnego jest wartość percentyla 90,4 z serii średnich dobowych stężeń pyłu. Przekroczenie poziomu  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  oznacza niedotrzymanie normy w danym roku. Zmienność wartości tego wskaźnika w ostatnich 10 latach wskazuje na tendencję malejącą (Rys. 22), podobnie, jak w przypadku zawartego w pyłe PM10 benzo(a)pirenu B(a)P. Jest to związek z grupy WWA wykazujący właściwości rakotwórcze. W ostatnich latach (dla których dostępne były dane) corocznie przekroczona była norma określona dla tej substancji (poziom docelowy stężenia średniego rocznego, wynoszący  $1 \text{ ng}/\text{m}^3$ ), co jest zjawiskiem powszechnym na zabudowanych obszarach w Polsce (Rys. 23).



Rys. 22. Zmienność wartości percentyla 90,4 z serii stężeń dobowych pyłu zawieszono PM10 w Ostrołęce w latach 2006-2016

Źródło danych: WIOŚ w Warszawie

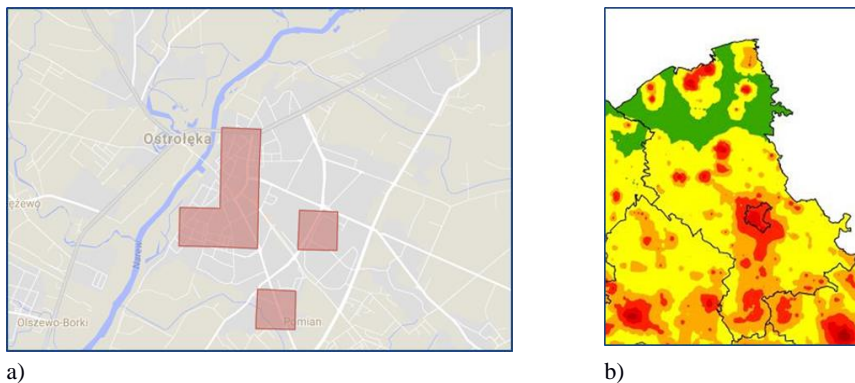


Rys. 23. Zmienność wartości stężeń średnich rocznych benzo(a)pirenu zawartego w pyłe zawieszonym PM10 w Ostrołęce w latach 2006-2016

Źródło danych: WIOŚ w Warszawie

<sup>18</sup> Poziom dopuszczalny wynosi  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  dla stężeń dobowych PM10. W ciągu roku kalendarzowego może być on przekroczony w ciągu 35 dni.

Obszary występowania przekroczeń stężeń zanieczyszczeń powietrza szacuje się, między innymi, w oparciu o wyniki modelowania matematycznego. W przypadku pyłu PM10 przekroczenia występują w wybranych rejonach miasta, natomiast norma określona dla B(a)P nie jest dotrzymana na całym jego obszarze oraz terenach okolicznych. Przykłady tego typu analiz ilustruje rysunek 24.



Rys. 24. Oszacowane obszary przekroczeń norm dla: a) stężeń dobowych PM10 w 2015 roku; b) stężeń średnich rocznych B(a)P w 2016 roku (kolor czerwony),

*Źródło: WIOŚ w Warszawie*

Zanieczyszczeniem, którego poziom stężenia wzrasta w okresie wiosenno-letnim, jest ozon troposferyczny. Jest to zanieczyszczenie wtórne, powstające z tzw. prekursorów (głównie tlenków azotu, niemetanowych lotnych związków organicznych (NMLZO), a także tlenku węgla i metanu), czemu sprzyja wysoka temperatura i nasłonecznienie. Stężenia ozonu nie są aktualnie mierzone na obszarze Ostrołęki, jednak wyniki modelowania matematycznego nie wskazują na występowanie na jej terenie przekroczeń norm. Mogą być one jednak wysokie podczas dni gorących, zwłaszcza przy długo utrzymujących się falach upałów. Ryzyko to może wzrastać wobec zjawiska zwiększającej się liczby dni upalnych związanego ze zmianami klimatu, o ile nie będzie ograniczana emisja prekursorów ozonu (np. pochodzących z transportu samochodowego tlenków azotu).

Zjawiskiem, które stanowi pewną uciążliwość dla mieszkańców Ostrołęki wpływającą na obniżenie jakości życia, jest emisja związków złośliwych, związana głównie z funkcjonowaniem przemysłu celulozowo-papierniczego, a także oczyszczalni ścieków. Związki złośliwe mogą być dotkliwsze dla mieszkańców w sytuacji występowania upałów.

### ***Dobra kultury i społeczne usługi publiczne***

Zgodnie z przyjętą metodologią w skład tego sektora wchodzi: zabytki, obiekty kultury (usługi wyższego rzędu: teatry, muzea, kina, biblioteki) oraz obiekty nauki i oświaty (uczelnie, szkoły, przedszkola).

#### **Zabytki**

Na terenie miasta Ostrołęka w rejestrze zabytków znajduje się 27 pozycji, które stanowią budynki mieszkalne, pokoszarowe, sakralne, użyteczności publicznej. W większości stan tych zabytków należy uznać za dobry. Do najważniejszych obiektów wpisanych do rejestru zabytków należą: układ urbanistyczny Starego Miasta, zespół sakralny p.w. Św. Antoniego, kościół p.w. Nawiedzenia NMP (Fara w Ostrołęce), stara część cmentarza parafialnego, budynek dawnego starostwa pl. Generała J. Bema 3, ratusz pl. Generała J. Bema 1, fortyfikacje ziemne (tzw. fort Bema), ul. Warszawska.

Ponadto, w ewidencji konserwatora zabytków znalazła się duża grupa budynków – przede wszystkim mieszkalnych, pochodzących głównie z 1 połowy XIX wieku. W ewidencji wojewódzkiego konserwatora zabytków znajdują się cmentarze: cmentarz żołnierzy radzieckich z II wojny światowej w Wojciechowicach oraz mogiła „Czwartaków” poległych w bitwie w obronie Ostrołęki 26 maja 1831 r., ul. Staszica przy kościele pobernardyńskim. Ochronie konserwatorskiej podlegają również 24 stanowiska archeologiczne, znajdujące się na terenie miasta.

### Obiekty kultury

Usługi kultury w Ostrołęce są związane z działalnością:

- Ostrołęckiego Centrum Kultury (ul. Inwalidów Wojennych 23) wraz z filią KULTOWNIA w Wojciechowicach (Aleja Wojska Polskiego 40) – w budynku OCK znajduje się kino.
- Galerii Ostrołęka (pl. Generała J. Bema 14),
- muzeów: Muzeum Kultury Kurpiowskiej (pl. Generała J. Bema 8), Muzeum Żołnierzy Wyklętych w Ostrołęce (ul. Traugutta 19), Pomnik – Mauzoleum żołnierzy poległych w bitwie pod Ostrołęką 26 maja 1831 roku – tzw. fort Bema (ul. Warszawska 2a).
- bibliotek, do najważniejszych należą: Miejska Biblioteka Publiczna (ul. Bartosza Głowackiego 42) oraz Biblioteka Pedagogiczna (ul. Marszałka Józefa Piłsudskiego 38).

### Obiekty nauki i oświaty

Na terenie Ostrołęki działają dwie szkoły wyższe: Wyższa Szkoła Administracji Publicznej w Ostrołęce (niepubliczna szkoła wyższa – ul. Janusza Korczaka 73), Wyższa Szkoła Ekonomiczno-Społeczna w Ostrołęce (niepaństwowa uczelnia zawodowa – ul. Kołobrzeska 15).

W Ostrołęce funkcjonuje 28 szkół i placówek oświatowych prowadzonych przez miasto tj. 11 przedszkoli publicznych, 7 szkół podstawowych, 3 licea ogólnokształcące, 4 zespoły szkół zawodowych (szkoły branżowe i technika), Specjalny Ośrodek Szkolno-Wychowawczy, Poradnia Psychologiczno-Pedagogiczna oraz Centrum Kształcenia Zawodowego.

Żaden z obiektów oświatowych i naukowych nie znajduje się w zasięgu zagrożenia powodzią o prawdopodobieństwie wystąpienia 1%, a dwie ze szkół znajdują się w zasięgu powodzi pięćsetletniej.

### Usługi publiczne – Administracja

Ostrołęka, będąc miastem na prawach powiatu jest siedzibą urzędów i instytucji, spośród których najważniejsze zestawiono w tabeli 5.

Tab. 5. Wykaz głównych urzędów zlokalizowanych na obszarze Ostrołęki

Urząd / Instytucja	Adres
Urząd Miasta Ostrołęki	Pl. Gen. Józefa Bema 1 ul. Gen. T. Kościuszki 45
Kasa Rolniczego Ubezpieczenia Społecznego Oddział Regionalny	ul. dr Adama Kuklińskiego 3
Komenda Miejska Państwowej Straży Pożarnej w Ostrołęce	ul. Celna 11
Komenda Miejska Policji w Ostrołęce	ul. Janusza Korczaka 16
Komenda Miejskiej Państwowej Straży Pożarnej	ul. Celna 11
Mazowiecki Ośrodek Doradztwa Rolniczego w Warszawie Oddział Ostrołęka	ul. Targowa 4



Urząd / Instytucja	Adres
Mazowiecki Urząd Wojewódzki w Warszawie Delegatura - Placówka Zamiejscowa w Ostrołęce	ul. gen. Augusta Emila Fieldorfa „Nila” 15
Ochotnicza Straż Pożarna w Ostrołęce	ul. B. Głowackiego 44
Powiatowa Stacja Sanitarno-Epidemiologiczna w Ostrołęce	ul. Targowa 4
Powiatowy Inspektorat Nadzoru Budowlanego w Ostrołęce	ul. Tadeusza Kościuszki 21 ul. Szpitalna 2
Powiatowy Inspektorat Weterynarii w Ostrołęce	ul. Składowa 8a
Powiatowy Urząd Pracy w Ostrołęce	ul. 11-go Listopada 68
Prokuratura Okręgowa	ul. Tadeusza Kościuszki 19
Prokuratura Rejonowa	ul. Rejtana 4
Sąd Okręgowy	ul. Wiktora Gomulickiego 5
Sąd Rejonowy	ul. Mazowiecka 3
Starostwo Powiatowe w Ostrołęce	Pl. Gen. Józefa Bema 5
Straż Miejska Ostrołęki	ul. Berka Joselewicza 2
Urząd Celný w Ciechanowie Oddział Celný w Ostrołęce	ul. dr Adama Kuklińskiego 3
Urząd Marszałkowski Województwa Mazowieckiego Delegatura w Ostrołęce	ul. Józefa Piłsudskiego 38
Urząd Skarbowy w Ostrołęce	ul. Przechodnia 6
Urząd Stanu Cywilnego	ul. Berka Joselewicza 2
Urząd Statystyczny w Warszawie Oddział w Ostrołęce	ul. Insurekcyjna 3
Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska w Warszawie, Delegatura w Ostrołęce	ul. Targowa 4
Wojewódzki Urząd Pracy Filia w Ostrołęce	ul. Poznańska 17
ZUS Inspektorat w Ostrołęce	ul. dr A. Kuklińskiego 3

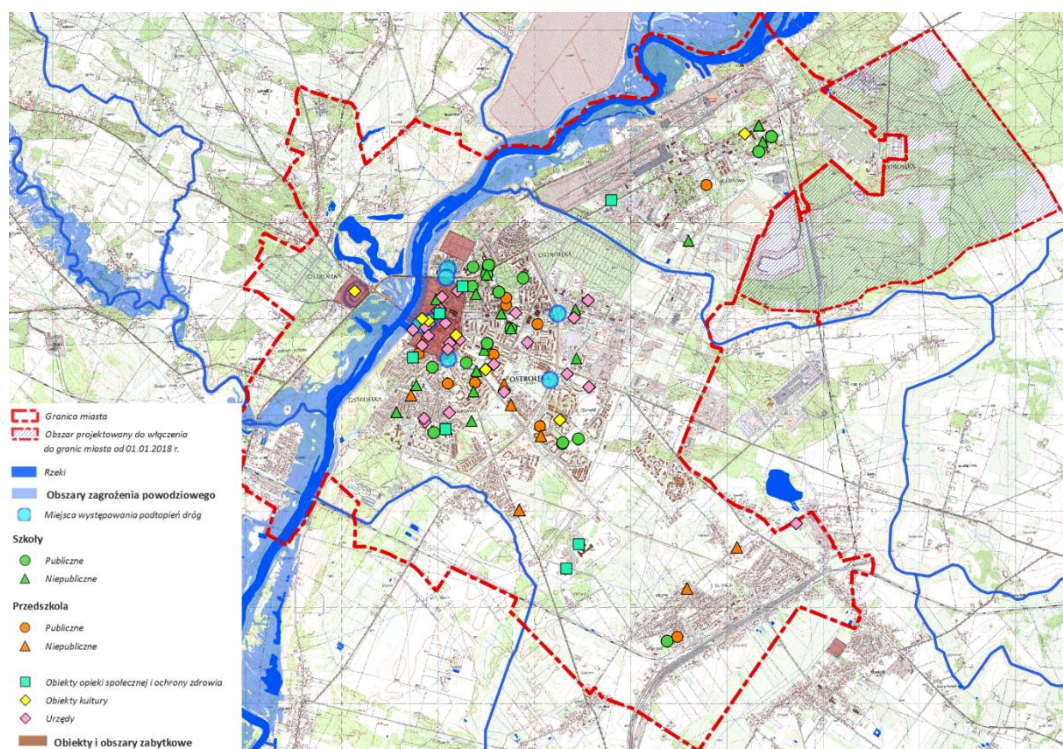
Oceniony wpływ poszczególnych zjawisk klimatycznych na komponenty sektora dobra kultury i społeczne usługi publiczne zaprezentowano w tabeli 6.

Tab. 6. Ocena wrażliwości komponentów sektora dobra kultury i społeczne usługi publiczne

Komponenty	Zjawiska klimatyczne i pochodne									
	Termiczne		Termiczno-opadowe		Opadowe				Wiatr	Zanieczyszczenie powietrza
	Upały	Mrozy	Temperatury progowe	Obłożenie	Powodzie	Deszcze nawalne / burze Podtopienia	Susze	Opady śniegu		
Zabytki	+	-	++	-	++	+	-	+	++	+
Obiekty kultury (usługi wyższego rzędu: muzea, kina, biblioteki)	+	-	-	-	+	+	-	-	+	-
Obiekty nauki i oświaty (uczelnie, szkoły, przedszkola)	+	+	-	-	+	+	-	++	++	-
Usługi publiczne - Administracja	+	+	-	-	++	+	-	+	+	-

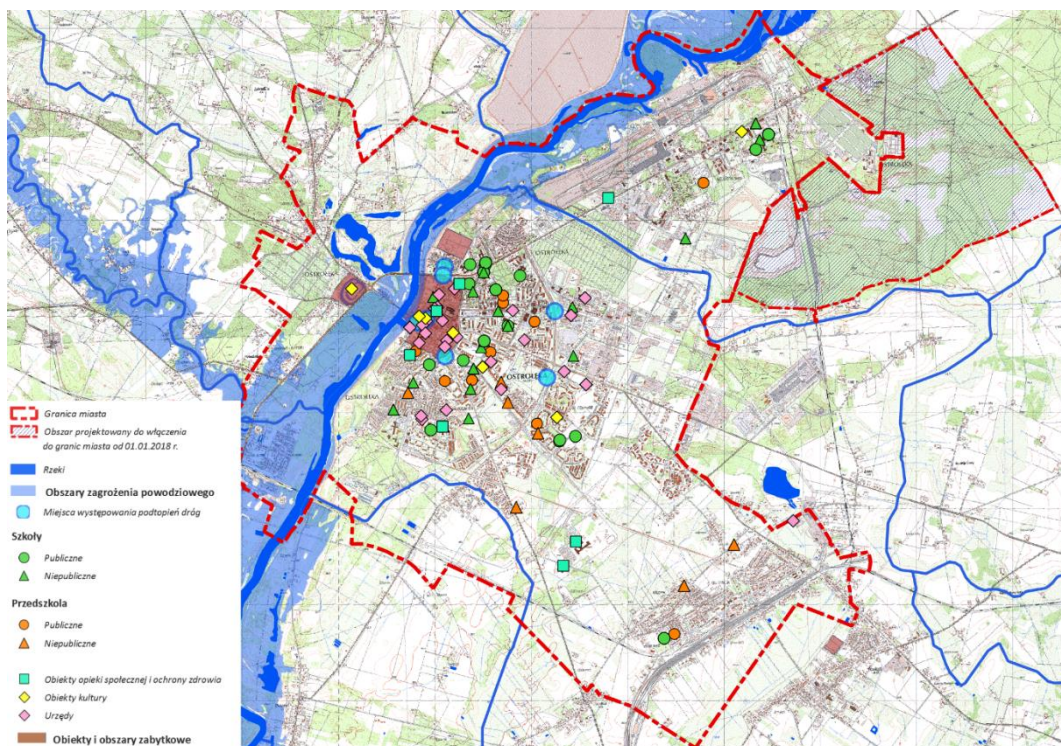
Na rysunkach 25-27 przedstawiono lokalizację obiektów związanych z funkcjonowaniem usług publicznych i administracji względem obszarów zagrożenia powodziowego (o różnym stopniu prawdopodobieństwa). Wyróżniono szkoły i przedszkola (z podziałem na publiczne i niepubliczne),

obiekty pomocy społecznej i ochrony zdrowia, związane z działalnością kulturalną, a także urzędy. Zaznaczono również obiekty i obszary zabytkowe. Jak wynika z map, w przypadku wystąpienia powodzi rzecznej (o największym zasięgu spośród prezentowanych) w obszarze bezpośredniego zagrożenia znajduje się kilka urzędów oraz innych placówek świadczących usługi publiczne. Są one również narażone na zagrożenia związane z lokalnymi podtopieniami występującymi wskutek nawalnych deszczy, których intensywność i częstotliwość będzie, zgodnie z prognozami, wzrastała wskutek zmian klimatu. W ostatnich latach dochodziło do przypadków zalania budynków edukacyjnych podczas burz i deszczy nawalnych.



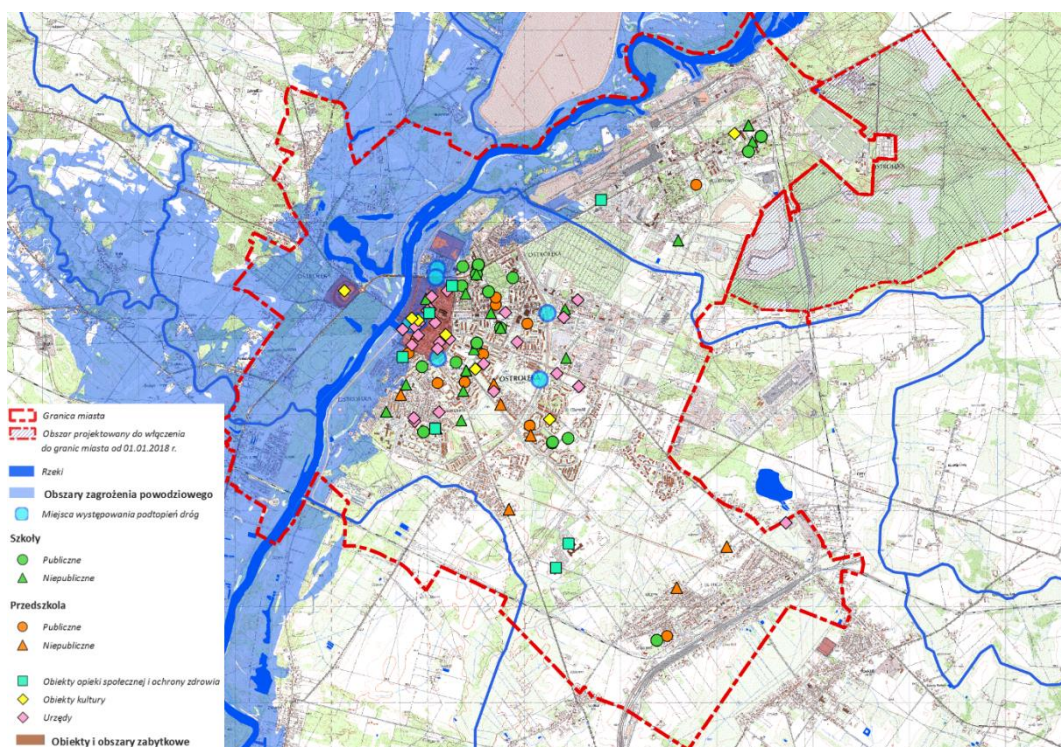
Rys. 25. Położenie obiektów względem obszarów zagrożenia powodziowego – prawdopodobieństwo wystąpienia powodzi 10% czyli raz na 10 lat

Źródło danych: KZGW, UM w Ostrołęce, NID



Rys. 26. Położenie obiektów względem obszarów zagrożenia powodziowego – prawdopodobieństwo wystąpienia powodzi 1% czyli raz na 100 lat

Źródło danych: KZGW, UM w Ostrołęce, NID



Rys. 27. Położenie obiektów względem obszarów zagrożenia powodziowego – prawdopodobieństwo wystąpienia powodzi 0,2% czyli raz na 500 lat

Źródło danych: KZGW, UM w Ostrołęce, NID

Zagrożenie wynikające z wysokiej temperatury powietrza oraz fal upałów dotyczy większości obiektów związanych ze świadczeniem usług publicznych. Wynika to po części z ich lokalizacji głównie w centralnej części miasta, gdzie temperatura w czasie upałów jest wyższa w stosunku do otoczenia oraz w braku ich wyposażenia w systemy klimatyzacji. Jednym z możliwych rozwiązań adaptacyjnych jest prowadzenie termoizolacji budynków oraz wprowadzanie elementów zielonej infrastruktury (np. zielone dachy i ściany lub ogrody kieszonkowe).

Obiekty zabytkowe podlegają zagrożeniu związanemu z przechodzeniem przez temperatury progowe np. przez 0°C (co wiąże się z wpływem zamarzania wody) oraz negatywnym oddziaływaniem zanieczyszczeń powietrza na substancję materialną.

Bezpośrednie zagrożenie dla budynków (w tym szczególnie zabytkowych) stanowi bardzo silny wiatr, który może uszkodzić jego elementy (np. dachy), jak również prowadzić do uszkodzenia elementów otoczenia (np. ogrodzenie lub wyposażenie placówek edukacyjnych) przez złamane drzewa. Tego typu sytuacje miały miejsca w Ostrołęce, podobnie, jak uszkodzenie nagrobków na terenie cmentarza. Zwiększenie gwałtowności porywów wiatru oraz częstości ich występowania może wpływać na wzrost opisywanych zagrożeń.

### **Różnorodność biologiczna**

Spośród określonych Ustawą o ochronie przyrody z 2004 r. form ochrony przyrody, na terenie Miasta Ostrołęki występują:

#### **obszary Natura 2000 - obszary specjalnej ochrony ptaków:**

- Obszar Specjalnej Ochrony Ptaków (OSO Natura 2000 „Dolina Dolnej Narwi” PLB140014) o powierzchni 26 527,9 ha, z czego w granicach miasta Ostrołęki - 524,8 ha; bardzo ważna ostoja ptaków wodno-błotnych, zarówno w okresie lęgowym, jak i wędrownym; co najmniej 35 gatunków ptaków z Załącznika I Dyrektywy Ptasiej oraz 19 gatunków z Polskiej Czerwonej Księgi (PCK); w granicach obszaru na terenie miasta Ostrołęki występują siedliska przyrodnicze z Załącznika I Dyrektywy Siedliskowej: łągi wierzbowe, topolowe, olszowe, jesionowe, olsy źródłiskowe;
- Obszar Specjalnej Ochrony Ptaków (OSO) Natura 2000 „Doliny Omulwi i Płodownicy” PLB140005 o powierzchni 34 386,7 ha, z czego w granicach miasta Ostrołęki - 23 ha; teren chroniący rzadkie i zagrożone w skali europejskiej gatunki ptaków w dolinach rzecznych, na największych w regionie torfowiskach niskich; 15 gatunków ptaków z Załącznika I Dyrektywy Rady 79/409/EWG, 8 gatunków z Polskiej Czerwonej Księgi (PCK); w granicach tego obszaru, na terenie miasta występują także siedliska przyrodnicze z Załącznika I Dyrektywy Siedliskowej: starorzecza i naturalne zbiorniki wodne ze zbiorowiskami z Nymphaeion Potamion oraz łągi wierzbowe, topolowe, olszowe, jesionowe, olsy źródłiskowe;
- pomniki przyrody – 8, w postaci pojedynczych drzew (7 dębów szypułkowych i 1 jesion wyniosły).

Poza ww. formami ochrony przyrody główne elementy struktury przyrodniczej Miasta Ostrołęki to:

- korytarze ekologiczne: ponadlokalny – Dolina Środkowej Narwi (koryto rzeki wraz z pasmem zarośli i lasów łęgowych, łąk, szuwarów i ziołorośli) i lokalne – Rzeka Czeczotka i Rzeka Omulew,
- węzły ekologiczne, w których przecinają się korytarze ekologiczne: o znaczeniu ponadlokalnym (krajowym i międzynarodowym) – pomiędzy ul. Warszawską a korytem rzeki Narew (ujściowy

odcinek Omulwi i dolina Narwi), lokalny – na północ od ul. Sowińskiego (ujściowy odcinek Czeczotki i dolina Narwi),

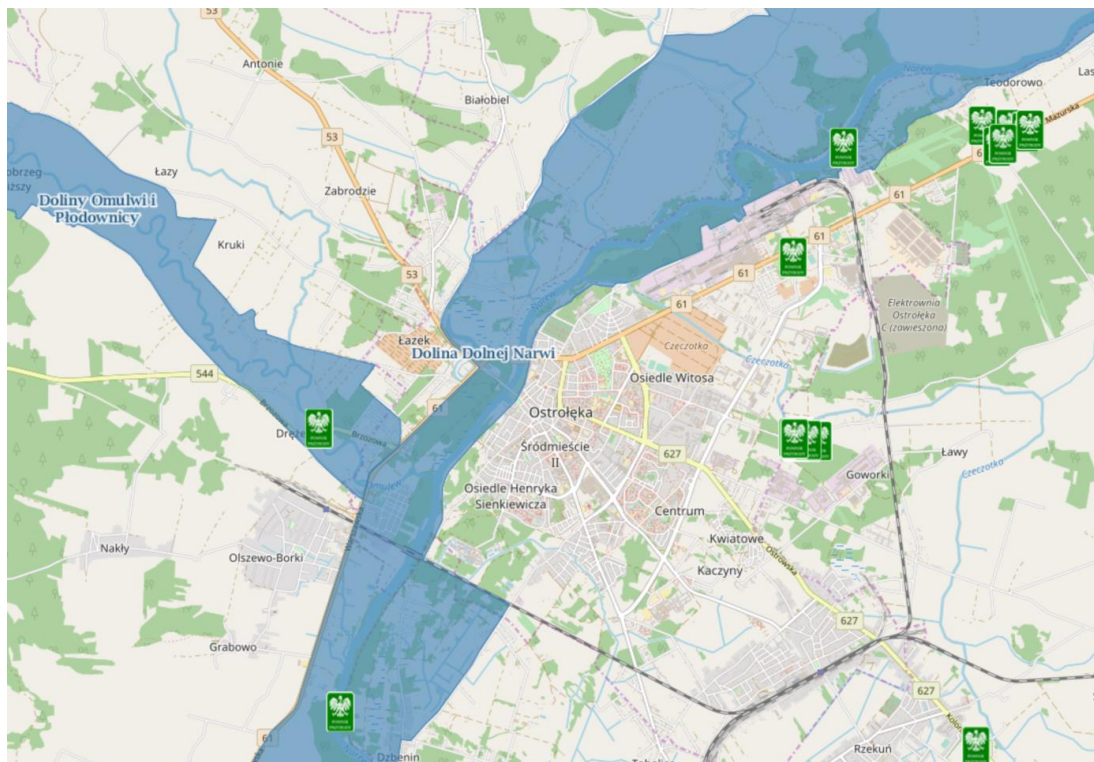
- biocentra, czyli obszary o najwyższej różnorodności biologicznej w stosunku do otaczających terenów, wpływające na zasilanie biologiczne terenów otaczających: *starorzecza i łągi doliny Narwi* – kompleks starorzecza, łąk i łągów, które są odcięte od koryta Narwi wałem przeciwpowodziowym i ulicami: Mostową, Stacha Konwy, Słoneczną i Otok; *okolice ul. Chemicznej* – bory sosnowe, zadrzewienia, łąki i nieużytki, które podlegają naturalnej sukcesji.

Szate roślinną miasta i okolic tworzą: lasy, tereny użytkowane rolniczo z dużym udziałem łąk i pastwisk, a także nieużytków, ogrody działkowe, zielen urządzone, zielen towarzysząca terenom zabudowanym. Kompleksy leśne są zgrupowane na obrzeżach miasta i jego bezpośredniego sąsiedztwa. W części prawobrzeżnej znajduje się kompleks leśny, który jest położony w bliskości centrum miasta, nad rzeką. Jest to kompleks o zróżnicowanych siedliskach, od suchych do bagiennych. Lasy wilgotniejszych siedlisk pokrywają teren w okolicy oczyszczalni ścieków na lewym brzegu Narwi. W obrębie miasta, poza dolinami rzek, występują trzy większe kompleksy leśne. Pomimo antropopresji część lasów ma charakter zbliżony do naturalnego, zarówno pod względem struktury, składu gatunkowego drzewostanów, jak i runa. Oprócz tych większych kompleksów leśnych, w granicach miasta, w jego południowo-zachodniej części, w pobliżu linii kolejowej, znajdują się płaty lasów sosnowych o różnej wielkości. Powstały one w większości w wyniku naturalnej sukcesji na nieużytkowanych gruntach, zwłaszcza porolnych. Ponadto, poza obszarem zwartej zabudowy miejskiej, występują dość licznie zgrupowania zadrzewień olszowych i wierzbowo-topolowych typu łąkowego na terenach podmokłych o różnych wielkościach oraz zadrzewień brzoźowych na terenach suchszych. W parku miejskim spotkać można około stuletnie zadrzewienia sosnowe. Blisko rzeki i w strefie wylewów występuje roślinność wodna, szuwarowa oraz zbiorowiska trawiaste.<sup>19</sup>

Tab. 7. Ocena wrażliwości komponentów sektora bioróżnorodność

Komponenty	Zjawiska klimatyczne i pochodne									
	Termiczne		Termiczno-opadowe		Opadowe				Wiatr	Zanieczyszczenie powietrza
	Upały	Mrozy	Temperatury progowe	Oblodzenie	Powodzie	Deszcze nawalne / burze Podtopienia	Susze	Opady śniegu		
Lasy w granicach miasta	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+
Obszary Natura 2000	+	-	-	-	++	-	++	-	+	+
Pomniki przyrody	-	-	-	-	-	-	-	+	++	+
Parki i zielen miejska	+	+	-	-	+	-	++	+	++	+

<sup>19</sup> Studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego miasta Ostrołęki, 2011 (zmiana Studium..., 2016 r.)



Rys. 28. Formy ochrony przyrody na terenie Ostrołęki i okolic (obszary Natura 2000 oraz pomniki przyrody)

Źródło: <http://geoserwis.gdos.gov.pl/mapy/>

Analizowany sektor jest szczególnie wrażliwy na następujące zjawiska i czynniki związane ze zmianami klimatu: susza oraz okresy bezopadowe i niżówkowe, silne i bardzo silne wiatry, deszcze nawalne, burze (w tym gradobicia).

Organizmy żywe charakteryzują się określonymi granicami tolerancji na zmiany poszczególnych czynników środowiska, takich jak temperatura czy wilgotność. Często zmiany w zasięgu, wielkości populacji, parametrach rozrodu wynikają ze zmiany frekwencji i amplitudy zjawisk ekstremalnych, takich jak powódzie, wichury, ulewy. Zjawiska ekstremalne oddziałują na parametry biologiczne populacji, a w konsekwencji na różnorodność biologiczną.

Skutkiem występowania susz hydrologicznych są straty w ekosystemach związanych z wodą (nadrzecznych) i na terenach zieleni miejskiej zależnych od poziomu wód gruntowych. Przykładem zagrożeń są również wiatrolomy powodujące straty w drzewostanie miejskim.

### **Gospodarka ściekowa**

Na terenie miasta funkcjonuje jedna oczyszczalnia ścieków komunalnych, mechaniczno-biologiczna, wybudowana w latach 70-tych, zlokalizowana przy ul. Chemicznej 2. Prawie całe miasto jest skanalizowane - ponad 90% ludności korzysta z kanalizacji i sieć ta jest stale rozbudowywana. Zakłady przemysłowe zlokalizowane w mieście: ENERGA Elektrownie Ostrołęka S.A, Stora Enso Poland S.A. i Stora Enso Narew sp. z o.o. są wyposażone w oczyszczalnie ścieków przemysłowych; łącznie na terenie miasta funkcjonuje 6 oczyszczalni zakładowych. W zakładach tych powstaje także duża ilość wód chłodniczych, stanowiących ścieki przemysłowe niewymagające oczyszczania. Do oczyszczalni zakładów przemysłowych trafiają ścieki przemysłowe, komunalne, opadowe, a do jednej

z nich także pochłódnicze. Odbiornikiem ścieków oczyszczonych w tych oczyszczalniach jest rzeka Narew<sup>20</sup>.

Na terenie Ostrołęki funkcjonuje system kanalizacji rozdzielczej. Ścieki bytowo-gospodarcze odprowadzane są do oczyszczalni ścieków, natomiast wody deszczowe odrębną siecią kanalizacji deszczowej zrzucane są po podczyszczeniu w separatorach do odbiorników powierzchniowych, tzn. do Narwi oraz lokalnych cieków wodnych (rowów i kanałów).

Wody opadowe, nieujęte w kanalizacji deszczowej, trafiają do Narwi, a także do rzeki Czeczotki. Sieć kanalizacji deszczowej na terenie miasta ma ponad 140 km długości. Układ kanalizacji deszczowej obejmuje dziesięć zlewni kanalizacyjnych z niezależnymi wylotami do odbiorników. Główną zlewnię kanalizacji deszczowej miasta stanowi kolektor główny o średnicy 1,8 m, odprowadzający wody deszczowe z południowej i zachodniej części miasta. Trzy zlewnie obejmują Stare Miasto i Śródmieście, skąd ścieki deszczowe odprowadzane są do Narwi. Odprowadzenie wód deszczowych z Alei Wojska Polskiego odbywa się poprzez trzy wyloty kanalizacyjne - dwa do Czeczotki i jeden bezpośrednio do Narwi. Rejon osiedla zabudowy jednorodzinnej między ulicami Traugutta i Kurpiowską obsługiwany jest poprzez niezależny układ sieci kanalizacji deszczowej, której kolektor zbiorczy ma wylot do Czeczotki.<sup>21</sup>

Wody opadowe i roztopowe są odprowadzane do zbiorników przez 18 wylotów kanalizacyjnych. Na sieci kanalizacji deszczowej zainstalowano 9 separatorów substancji ropopochodnych oczyszczających ścieki deszczowe przez wprowadzeniem do odbiorników. Wody opadowe i roztopowe mogą stanowić punktowe źródło zanieczyszczenia jednolitych części wód powierzchniowych na terenie miasta Ostrołęki. Niebezpieczne są wody spływające z dróg, szczególnie w okresie zimowym, gdy stosowane są środki chemiczne do utrzymania przejeźdności szlaków komunikacyjnych i ulic w mieście.

W tabeli 8 przedstawiono wynik oceny wrażliwości na zjawiska klimatyczne poszczególnych komponentów sektora związanego z gospodarką ściekową w Ostrołęce.

Tab. 8. Ocena wrażliwości komponentów sektora gospodarka ściekowa

Komponenty	Zjawiska klimatyczne i pochodne									
	Termiczne		Termiczno-opadowe		Opadowe				Wiatr	Zanieczyszczenie powietrza
	Upały	Mrozy	Temperatury progowe	Oblodzenie	Powodzie	Deszcze nawalne / burze / Podtopienia	Susze	Opady śniegu		
System odprowadzania ścieków	+	+	-	-	+	+	-	-	-	-
Sieć kanalizacyjna	+	+	-	-	+	+	-	-	-	-
Obiekty systemu gospodarki ściekowej (przepompownie, oczyszczalnie)	+	+	-	-	++	+	-	-	+	-

Opisywany sektor jest narażony przede wszystkim na występowanie deszczy nawalnych, prowadzących do lokalnych podtopień terenów o niskiej przepuszczalności, niewystarczającej

<sup>20</sup> Program Ochrony Środowiska Miasta Ostrołęki na lata 2017-2020 z perspektywą do 2024 roku

<sup>21</sup> Studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego miasta Ostrołęki, czerwiec 2016

powierzchni biologicznie czynnej, zagłębień pokrytych nieprzepuszczalną nawierzchnią, z utrudnionym odpływem nadmiaru wody. Obecnie, po silnych deszczach o charakterze nawalnym zdarzają się krótkotrwałe podtopienia w następujących miejscach:

- skrzyżowanie ul. T. Kościuszki i pl. Gen. J. Bema,
- pl. Bema przy wjeździe na most Gen. A. Madalińskiego,
- skrzyżowanie ul. Kaszubskiej i ul. Szpitalnej,
- skrzyżowanie ul. Szpitalnej i wjazdu na stary most,
- skrzyżowanie ul. Goworowskiej i ul. M. Kopernika,
- ul. W. Steyera.

Miejsca te zostały oznaczone na mapach na rys. 26-28.

Utrudnienia (np. w funkcjonowaniu transportu) związane z podtopieniami mają charakter lokalny i krótkotrwałe mogą się jednak zwiększać wskutek prognozowanego wzrostu częstotliwości występowania oraz intensywności nawalnych deszczy.

Podtopienie jest wynikiem intensywnych opadów deszczu, niesprawnego lub niewydolnego systemu kanalizacyjnego w określonym rejonie, dużego stopnia uszczelnienia powierzchni. Zwykle jest skutkiem krótkotrwałych, ale intensywnych deszczów przekraczających 20 mm/godz. Może też wystąpić przy niższej intensywności (ponad 10 mm/godz.) i większej długotrwałości lub przy gwałtownym topieniu się pokrywy śnieżnej.

Jednym z elementów systemu gospodarki ściekowej w Ostrołęce, który jest potencjalnie narażony na skutki zmian klimatu, w tym wystąpienie powodzi, jest oczyszczalnia ścieków zlokalizowana w bezpośrednim sąsiedztwie wału przeciwpowodziowego. Przy bardzo wysokich stanach wody nasyp pod torowiskiem linii kolejowej i wąski przepływ pod mostem kolejowym spowoduje znaczne spiętrzenie wody w górnym odcinku rzeki Narwi (powyżej mostu kolejowego) i przedostanie się wód przepustem pod wałem przeciwpowodziowym na teren oczyszczalni. Ponadto wzbierające wody uniemożliwią odpływ nieczystości z Miejskiej Oczyszczalni Ścieków. Zagrożone zostaną wówczas tereny położone w okolicy oczyszczalni.<sup>22</sup>

Poza opisanymi czterema sektorami, również pozostałe, które zostały poddane analizie, wykazują wrażliwość na zjawiska związane ze zmianami klimatu.

Na **system transportowy miasta** składa się transport indywidualny (ruch pieszy, rowerowy i kołowy) oraz transport publiczny (autobusowy i kolejowy). W pewnym stopniu (oprócz transportu kolejowego) narażony jest on np. na zakłócenia związane z wystąpieniem wysokiego stanu wody w Narwi i powodzi. Dotyczy to w szczególności istotnych szlaków komunikacyjnych: dróg Warszawa – Ostrołęka (nr 61), Ostrołęka – Myszyniec (nr 53), Ostrołęka - Przasnysz (nr 544) oraz Ostrołęka - Łomża (nr 61) w okolicach mostu przez rzekę Czeczotka. Podstawę sieci ulic Ostrołęki stanowią drogi krajowe i wojewódzkie. Te same ulice (wymienione powyżej) obsługują ruch tranzytowy oraz wewnętrzny w mieście, w sytuacji powodzi pogarszają się warunki transportowe. Dotyczy to w szczególności drogi krajowej nr 61, biegnącej na północny wschód w kierunku Łomży i Augustowa i stanowiącej jednocześnie połączenie śródmieścia z dzielnicą przemysłową – Wojciechowice. Innym przykładem jest ul. Warszawska (droga krajowa nr 61) oraz odcinek drogi krajowej nr 53 na terenie

<sup>22</sup> Plan zarządzania kryzysowego Miasta Ostrołęki, marzec 2016



miasta i wsi Zabrodzie, które funkcjonują jako jedyne powiązania uliczne prawobrzeżnej części miasta ze śródmieściem i częścią lewobrzeżną. Obie części są połączone przez dwa mosty. Obciążenie ruchem tranzytowym dróg przebiegających przez miasto przyczynia się do wzrostu zanieczyszczenia powietrza. Oddziaływanie wspomnianych wcześniej okresowych podtopień oraz oblodzenia nawierzchni i intensywnych opadów śniegu może prowadzić do zaburzeń funkcjonowania transportu w mieście. Innym zjawiskiem, na które wrażliwy jest system transportowy są upały. Zagrożenie związane z bardzo silnym wiatrem dotyczy uszkodzeń drzewostanu przyulicznego, co może prowadzić również do zakłóceń transportowych. Elementami podatnymi na wiatr są również np. elementy **infrastruktury komunikacji miejskiej** - przystanki autobusowe.

Na **system zaopatrzenia w wodę** składa się wodociąg komunalny eksploatowany przez Ostrołęckie Przedsiębiorstwo Wodociągów i Kanalizacji, Sp. z o.o. Miasto posiada dwa ujęcia wody – jedno zlokalizowane na prawym, drugie na lewym brzegu Narwi. Lewobrzeżna część miasta zaopatrywana jest w wodę z miejskiego ujęcia wody przy ul. Kurpiowskiej, część prawobrzeżna – z ujęcia wody przy ul. Leśnej. Ujęcie wody przy ul. Kurpiowskiej pracuje w oparciu o pobór wody ze studni ujmujących wody podziemne z utworów czwartorzędowych. Teren ujęcia usytuowany jest w północnej części miasta, w odległości ok. 1,4 km na północny wschód od jego centrum, na lewobrzeżnym tarasie nad zalewowym Narwi. Wzdłuż północnej granicy terenu ujęcia wody przepływa rzeka Czeczotka, lewobrzeżny dopływ Narwi (jest to m.in. odbiornik - w środkowym biegu – ścieków deszczowych z kilku zakładów produkcyjno – usługowych). Lewobrzeżna część miasta prawie w całości wyposażona jest w sieć wodociągową, rozbudowywaną w miarę potrzeb, natomiast na prawym brzegu Narwi miejską sieć posiada przede wszystkim osiedle „Leśne”.

Ponadto do dwóch budynków komunalnych przy ul. Padlewskiego woda dostarczana jest ze studni głębinowej o głębokości 71 m, której wydajność jest niewielka. Na terenie miasta funkcjonują również zakładowe ujęcia wody (w zakładzie produkcji betonów, ujęcie PKP, ujęcie wody dla elektrowni, ujęcie zakładów celulozowo-papierniczych, ujęcie zakładów mleczarskich, ujęcie szpitala wojewódzkiego i ujęcie Przedsiębiorstwa Robót Drogowych i Mostowych). Część z nich to ujęcia wody wyłącznie do celów technologicznych, a niektóre również do celów pitnych.<sup>23</sup>

W „*Studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego miasta Ostrołęki*” wskazano, że istnieją rezerwy w wydajności istniejącego ujęcia wody „Kurpiowska” i istniejącej stacji uzdatniania wody. Rezerwa ta stanowi średnio 50% obecnej wydajności ujęcia, a przy maksymalnym zużyciu w dniach gorących w lecie – ok. 30% obecnej wydajności. Ujęcie „Leśna” posiada około 90% rezerwy swej wydajności. Mimo tych rezerw należy dążyć do ograniczania zużycia wody w mieście, zwłaszcza wobec prognozowanego wzrostu częstotliwości występowania susz i okresów upalnych. **System zaopatrzenia w ciepło** w mieście również podlega oddziaływaniu zjawisk klimatycznych. Podstawę systemu ciepłowniczego Ostrołęki stanowi elektrociepłownia, czyli źródło ciepła oraz system rozprowadzający, na który składa się sieć ciepłownicza i węzły cieplne. Analiza zmienności szczytowego zapotrzebowania na ciepło na przestrzeni ostatnich kilkunastu lat wskazuje na tendencję malejącą, co może być efektem, między innymi, łagodniejszych zim. System powinien być jednak przygotowany na epizodyczne gwałtowne wzrosty zapotrzebowania na ciepło w czasie występowania fal mroźów.

Sieć ciepłownicza Ostrołęki częściowo poprowadzona jest pod ziemią, a częściowo na powierzchni, na estakadach. Z sieci cieplnej korzysta ponad 80% mieszkańców lewobrzeżnej części

<sup>23</sup> *Studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego miasta Ostrołęki, czerwiec 2016*

Ostrołęki. Sieci nie posiada część prawobrzeżna oraz lewobrzeżne osiedla i zespoły domów jednorodzinnych położone w znacznej odległości od centrum, na obrzeżach miasta. W przypadku sieci istotnym elementem jest wymiana sieci kanałowych na preizolowane, nie tylko ze względu na efektywność przesyłu, ale także na zagrożenia związane z ulewami, gdzie kanały sieciowe będą narażone na zalanie i uszkodzenia ciepłociągów. W ostatnich latach dochodziło do awarii sieci i przyłączy wskutek korozji rur spowodowanych nieszczelnością kanałów i zalaniem podczas gwałtownych opadów.

Podstawę **sytemu elektroenergetycznego** Ostrołęki stanowi ENERGA Elektrownia Ostrołęka S.A. Zróżnicowany jest stan techniczny sieci energetycznej. Część z linii przesyłowych istniejąca na terenach zurbanizowanych jest napowietrzna. Są one wrażliwe na oddziaływanie silnego wiatru – bezpośrednio lub poprzez zniszczenia spowodowane przewróconymi drzewami. Zagrożenie ze strony silnego wiatru istnieje w zimie, kiedy oprócz naporu wiatru linie są obciążone oblodzeniem lub mokrym śniegiem. Jednak także w lecie konstrukcje słupów energetycznych mogą nie wytrzymać naporu wiatru powodując przerwy w dostawie energii elektrycznej. Awarie sieci średniego oraz niskiego napięcia w Ostrołęce w ostatnich latach zdarzały się przeważnie w okresie wiosenno-letnim (np. seria awarii w czerwcu 2016 roku). Uszkodzenia mogą być związane również z zalaniem elementów infrastruktury energetycznej podczas nawalnych deszczy.

Wzrost temperatury powietrza oraz powszechniejsze występowanie fal dni upalnych będzie się wiązało, między innymi, ze zwiększeniem zapotrzebowania na energię elektryczną wskutek coraz powszechniej wykorzystywanych systemów klimatyzacji. Kolejnym czynnikiem związanym ze zmianami klimatu, który może oddziaływać niekorzystnie na system energetyczny w Ostrołęce, jest niski stan wody w rzece Narwi. Może być on spowodowany występowaniem suszy hydrologicznej (wskutek długotrwałych okresów upalnych i bezopadowych) – co miało miejsce np. w roku 2015, lub brak opadów połączony z powstawaniem zatorów lodowych w nurcie rzeki powyżej Ostrołęki w okresie zimowym (np. w roku 2014). Z rzeki Narew pobierana jest woda do celów chłodniczych w blokach energetycznych wytwarzających energię w technologii konwencjonalnej. W celu przeciwdziałania temu zagrożeniu w roku 2017 rozpoczęto inwestycję hydrotechniczną, której przedmiotem jest budowa urządzenia spiętrzającego - jazu powłokowego w korycie rzeki. Według informacji przekazywanych przez inwestora ma to zagwarantować zapewnienie niezbędnej ilości wody do celów chłodniczych dla wszystkich bloków energetycznych w ENERGA Elektrowni Ostrołęka SA, bez względu na poziom wody i niekorzystne warunki atmosferyczne.<sup>24</sup>

Sektor **gospodarka** obejmujący takie komponenty jak: przemysł, budownictwo, turystyka i rolnictwo należy uznać za wrażliwy na zjawiska związane ze zmianami klimatu w stopniu średnim. Spośród wymienionych komponentów największą wrażliwość wykazuje przemysł, stanowiący istotną bazę ekonomiczną miasta. Zjawiskami, które mogą na niego oddziaływać są upały oraz podtopienia i silny wiatr. Działalność produkcyjna w sferze gospodarczej miasta zajmuje ważną pozycję, a część obiektów produkcyjnych znajduje się w strefach znacznego narażenia na wysoką temperaturę (zwrócono na to uwagę w opisie miejskiej powierzchniowej wyspy ciepła). Tereny działalności gospodarczej związane z największymi zakładami przemysłowymi znajdują się poza obszarami bezpośredniego zagrożenia powodziowego ze strony wód rzeki Narwi, choć są zlokalizowane w ich sąsiedztwie (elektrownia, zakłady celulozowo-papiernicze). Ze względu na znaczne uszczelnienie powierzchni na terenach przemysłowych istnieje zagrożenie podtopieniami podczas nawalnych deszczy. Silny wiatr może zakłócić funkcjonowanie wybranych zakładów, poprzez bezpośrednie

<sup>24</sup> <http://www.energaostroleka.pl/4947.xml>

oddziaływanie na ich infrastrukturę i budynki (takie przypadki miały miejsce w ostatnich latach) lub pośrednio, powodując zaburzenia w dostawach energii elektrycznej. Komponent związany z budownictwem, jako gałęzią gospodarki, wykazuje średnią wrażliwość w odniesieniu do powodzi i podtopień, niską w odniesieniu do upałów. Dotyczy to jedynie infrastruktury sektora, nie zaś ludności zamieszkującej poszczególne strefy zabudowy, która została uwzględniona w analizie sektora „zdrowie publiczne i jakość życia”. Turystyka wykazuje średnią wrażliwość na upały i powódzie, natomiast niską na podtopienia, susze i opady śniegu. Nie stanowi ona jednak, podobnie jak rolnictwo, istotnego komponentu w sektorze gospodarki miasta Ostrołęka.

### 4.3. Potencjał adaptacyjny miasta

Potencjał adaptacyjny tworzą zasoby miasta, które można wykorzystać w dostosowaniu się do zmian klimatu. Zasoby te rozważane są w pięciu kategoriach:

- zasoby finansowe, które określa się na podstawie analizy budżetu miasta,
- zasoby ludzkie, czyli pracownicy urzędów, służb miejskich, mieszkańcy, członkowie organizacji społecznych,
- zasoby instytucjonalne, które są określane w kontekście organizacji pracy urzędu i służb miejskich, uchwalonych strategii, planów, programów i procedur, które organizują funkcjonowanie instytucji w mieście,
- zasoby infrastrukturalne, w których najważniejszym elementem są środki techniczne jakimi dysponują służby ratownicze i służby miejskie,
- zasoby wiedzy oceniane w kontekście współpracy miasta z instytucjami naukowymi.

Analiza potencjału adaptacyjnego pozwala ocenić możliwości w redukowaniu wrażliwości miasta i jego komponentów na skutki zmian klimatu. Pozwala także wskazać te zasoby, które poprzez działania adaptacyjne wymagają wzmocnienia. Zasoby te są kluczowe w podejmowaniu działań adaptacyjnych, zarówno planowanych i długotrwałych, jak i w reakcji na nagłe zagrożenie. Zasoby te także są niezbędne zarówno do radzenia sobie z negatywnymi skutkami zmian klimatu, jak i wykorzystania szans, jakie powstają w zmieniających się warunkach.

Ocena potencjału adaptacyjnego dla miasta Ostrołęka została przeprowadzona dwuetapowo:

- etap I obejmował ocenę potencjału adaptacyjnego dokonaną przez Zespół Ekspertów i był prowadzony na podstawie dostępnych dokumentów strategicznych oraz danych statystycznych dostępnych w BDL oraz analiz budżetów miasta (w tym sprawozdań z wykonania) – etap ten obejmował analizę dynamiczną zasobów miasta (z lat 2011-2016) zestawioną w tabeli 9,
- etap II to ocena potencjału adaptacyjnego dokonana przez Zespół Miejski.

W wyniku dyskusji przeprowadzonej przez oba Zespoły uzgodniono poziom potencjału dla poszczególnych kategorii zasobów miasta.

Tab. 9. Ocena zasobów miasta i potencjału adaptacyjnego – ujęcie dynamiczne

Kategoria PA	Dane wejściowe do charakterystyki potencjału adaptacyjnego (PA) w mieście Ostrołęka	Zasoby miasta Ostrołęka – ujęcie dynamiczne (2011 – 2016)					
		2011	2012	2013	2014	2015	2016
<b>Zasoby finansowe (PA1)</b> (budżet miasta, dostęp do funduszy zewnętrznych, partnerstwo publiczno-prywatne)	<i>Dochody własne miasta [tys. zł]</i>	108 898	121 708	118 792	131 326	144 367	146 317
	<i>Dochody własne miasta na 1 mieszkańca</i>	2 034	2 280	2 236	2 488	2 747	2 792
	<i>Rezerwa celowa na realizację zadań własnych z zakresu zarządzania kryzysowego [tys. zł]</i>	371	450	450	500	460	485
	<i>Wydatki na: Bezpieczeństwo publiczne i ochrona przeciwpożarowa [% i zł]</i>	3,57% 8 320 849	3,42% 8 585 282	3,26% 8 741 369	2,88% 8 476 476	2,92% 8 000 734	2,93% 8 558 881
	<i>Liczba realizowanych projektów/podpisanych umów w formule PPP</i>	0	0	0	0	0	0
	<i>Wysokość pozyskanych środków unijnych [tys. zł]</i>	6 244	4 134	3 007	13 099	8 636	2 354
	<i>Udział wydatków na zieleni miejską w budżecie [%]</i>	0,41% 900 000	0,23% 600 000	0,24% 600 000	0,24% 723 842	0,24% 620 000	0,22% 560 000
<b>Zasoby ludzkie (PA2)</b> (urzędnicy, mieszkańcy, organizacje społeczne, świadomość)	<i>Liczba zarejestrowanych fundacji, stowarzyszeń i organizacji społecznych na 10 tys. mieszkańców</i>	30	31	32	34	36	37
	<i>Liczba stowarzyszeń</i>	Okolo 100 stowarzyszeń – tylko kilka o profilu ekologicznym i działających na rzecz rozwoju zrównoważonego. Sprawy społeczne i zdrowotne – wspieranie, promowanie postaw prozdrowotnych (kilkanaście organizacji, kilka jako działalność statutową ma zapis mówiący o pomocy ofiarom katastrof i klęsk żywiołowych).					
	<i>Odsetek budżetu miasta przeznaczony na Budżet Obywatelski</i>	2016 – 0,04%, 100 000 zł 2017 – 0,06 % - 200 000 zł					
	<i>Liczba zgłoszonych projektów do realizacji z Budżetu Obywatelskiego.</i>	2016 – 13 (8 spełniło wymogi formalne) 2017 – 29 (20 spełniło wymogi formalne)					
	<i>Senioralna Rada Miasta</i>	Rada Seniorów w Ostrołęce od 2014 roku					
	<i>Komentarze</i>	Podczas powodzi w 1979 r. mieszkańcy aktywnie uczestniczyli w akcji przeciwpowodziowej.					
<b>Zasoby instytucjonalne (PA3)</b> (organizacja pracy urzędów i służb miejskich, wdrożone procedury)	<i>Liczba pracowników – Zarządzanie Kryzysowe</i>	4	4	4	4	4	4
	<i>Komentarze</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>W Ostrołęce funkcjonuje Dom Pomocy Społecznej PCK dla osób przewlekle somatycznie chorych – 17 miejsc i DPS dla osób przewlekle psychicznie chorych – 233 miejsca, Dom Dziennego Pobytu Seniora – 30 miejsc. Świadczone są usługi opiekuńcze i specjalistyczne u starszych osób. Jednak, z uwagi na starzenie się lokalnej społeczności, Miasto rozważa możliwość utworzenia w przyszłości kolejnego domu dziennego pobytu dla starszych osób.</li> <li>W Ostrołęce działają dwa żłobki, prowadzony przez Miasto oraz przez prywatny podmiot. Łącznie placówki oferują 100 miejsc.</li> </ul>					
<b>Zasoby infrastrukturalne (PA4)</b> (środki techniczne, jakie posiadają służby ratownicze i system informowania o zagrożeniach)	<i>Liczba referencyjnych stacji monitoringu zanieczyszczeń powietrza na terenie miasta.</i>	1	1	1	1	1	1
	<i>Liczba stacji monit. zagrożenie powodziowe (ilość punktów pomiar. w Ostrołęce i okolicach)</i>	4	4	4	4	4	4
	<i>Liczba magazynów przeciwpowodziowych na terenie miasta.</i>	1	1	1	1	1	1
	<i>Liczba SOR na 10 tys. mieszkańców</i>	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2

Kategoria PA	Dane wejściowe do charakterystyki potencjału adaptacyjnego (PA) w mieście Ostrołęka	Zasoby miasta Ostrołęka – ujęcie dynamiczne (2011 – 2016)					
		2011	2012	2013	2014	2015	2016
	Liczba łóżek w szpitalach ogólnych (szt.)	470	495	534	522	528	bd.
	Liczba łóżek na 10 tys. mieszkańców	87,9	92,9	100,9	99,2	100,4	
	Liczba oddziałów geriatrycznych	0	0	0	0	0	0
	Liczba przychodni na 10 tys. mieszkańców	10	10	10	11	10	11
	Powierzchnia parków miejskich [ha].	13,2	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9
	Parki, zieleńce i tereny zieleni osiedlowej [ha].	114,7	118,4	122,53	122,53	123,84	123,84
	Udział lasów w powierzchni miasta [%]	bd	bd	bd	9,0%	9,0%	9,0%
	Udział obszarów chronionych na mocy ust. o ochronie przyrody [%] – obszary NATURA 2000	19,1%	19,1%	19,1%	19,1%	19,1%	19,1%
	<i>Komentarze</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Monitoring zagrożenia powodziowego w mieście i okolicy: Nowogród, Ostrołęka I (miasta + 1 elektrownia) – Narew, Zaruzie – Róż, Białobrzeg Bliższy - Omulew</li> <li>• Lewobrzeżna Ostrołęka chroniona jest wałem nominalnie klasy II (podczas gdy nowe obwałowania prawego brzegu, chroniące tereny o znacznie mniej intensywnej zabudowie wykonano już jako obiekty klasy I), wymagającym jednak modernizacji – polegającej głównie na uzupełnieniu niedoborów wysokości korony wału. Problem zabezpieczenia zwartej zabudowy miejskiej na lewym brzegu Narwi sprowadza się do potrzeby ponownej oceny stopnia ochrony istniejącym wałem przeciw powodziowym, która powinna być dokonana w kontekście prawidłowego (racjonalnego) doboru klasy (parametrów) obwałowań na obu brzegach rzeki. Ponadto od czasu realizacji w/w obwałowań uległy zmianie normatywy projektowania obiektów budowlanych gospodarki wodnej, w tym obiektów ochrony od powodzi, oraz wielkości przepływów przyjmowanych jako miarodajne dla doboru rzędnych korony wałów. Obowiązujące rozporządzenie dla obiektów budowlanych gospodarki wodnej znacznie zaostrza kryteria ochrony. Dla terenów chronionych, na których liczba mieszkańców przekracza 300 osób powinna być przyjmowana w zasadzie I - najwyższa - klasa ważności.</li> <li>• 8 pomników przyrody w 2015, we wcześniejszych latach 7, obszary specjalnej ochrony ptaków: Dolina Dolnej Narwi); Dolina Omulwi i Płodownicy (kod obszaru: PLB 140005). Ponadto rzeka Narew łącznie z przylegającym do niej pasem łąk i terenów podmokłych stanowi korytarz ekologiczny należący do Sieci Ekologicznej ECONET, natomiast rzeka Omulew wraz z otoczeniem znajduje się w zasięgu międzynarodowego obszaru węzłowego w ramach ww. sieci</li> <li>• Udział terenów, na których obowiązują miejscowe plany zagospodarowania przestrzennego, w stosunku do powierzchni miasta wynosi ok 74% (z pozostałych 26% powierzchni miasta, nie objętych ustaleniami żadnego planu miejscowego, ok. 5% stanowi teren rzeki Narew i jej bezpośredniego otoczenia). Brak planu dla rejonu stacji kolejowej i „Kaczyn” jest niekorzystny wobec występującego na tym terenie dużego ruchu inwestycyjnego.</li> </ul>					
<b>Zasoby wiedzy (PA5)</b> (dostęp do wiedzy, współpraca z instytucjami naukowymi)	Liczba uczelni wyższych w mieście (w tym jednostki zamiejscowe)	2	2	2	2	2	2
	<i>Komentarze</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Na terenie miasta nie funkcjonuje żadna szkoła wyższa ani instytut o profilu przyrodniczym.</li> </ul>					

Czynniki potencjału adaptacyjnego, decydujące o jego poziomie dla miasta dla poszczególnych kategorii wymieniono w tabeli 10.

Tab. 10. Analiza potencjału adaptacyjnego

Kategorie potencjału adaptacyjnego	Wysoki potencjał adaptacyjny	Niski potencjał / Możliwości wzmocnienia potencjału adaptacyjnego
Zasoby finansowe	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Miasto dysponuje rezerwą budżetową na usuwanie skutków zagrożeń związanych ze zmianami klimatu (np. powódzie, silne wiatry, upały, susze).</li> <li>● Miasto posiada zdolności finansowe, które umożliwiają dostęp do funduszy zewnętrznych wymagających wkładu własnego.</li> <li>● Obserwowana w latach 2011-2016 tendencja wzrostowa w zakresie udziału dochodów własnych miasta.</li> <li>● 8 (na 48) miejsce w 2016 roku w rankingu zamożności miast na prawach powiatów per capita<sup>25</sup>.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Pomimo wzrastających dochodów własnych miasta, praktycznie nie zwiększa się rezerwa celowa na realizację zadań własnych z zakresu zarządzania kryzysowego.</li> <li>● Zmniejsza się odsetek wydatków z budżetu miasta na bezpieczeństwo publiczne i ochronę przeciwpożarową.</li> <li>● Próby realizacji przedsięwzięć w formule PPP nie powiodły się.</li> <li>● Wysokość pozyskiwanych środków unijnych jest zróżnicowana w poszczególnych latach</li> <li>● Stosunkowo niski odsetek dochodów własnych w ogólnej sumie dochodów.</li> <li>● 39 (na 48) miejsce roku w rankingu średnich wydatków inwestycyjnych per capita w latach 2014–2016<sup>26</sup>.</li> <li>● Wskazana mobilizacja środków prywatnych, w tym opracowanie systemów wsparcia dla wdrażania działań adaptacyjnych na terenach prywatnych i gospodarczych, nie należących do miasta.</li> </ul>
Zasoby ludzkie	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Funkcjonowanie budżetu obywatelskiego (dysponuje on jednak niewielkim odsetkiem budżetu miasta).</li> <li>● Ćwiczenia służb raz na 4 lata oraz wspólne działania w przypadku zdarzeń o charakterze kryzysowym.</li> <li>● W Miejskim Ośrodku Pomocy Rodzinie w Ostrołęce od 2003 roku prowadzony jest Program Wolontariatu pn. „Pomóż innym zostając wolontariuszem”.</li> <li>● Mieszkańcy uczestniczą w pracach Komisji Rady Miejskiej w przypadkach spraw związanych np. ze zmianami planu zagospodarowania przestrzennego, budowy ulic, budowy budynków mieszkalnych – socjalnych itp.</li> <li>● Prowadzone są działania edukacyjne dot. ochrony środowiska i zagrożeń w szkołach/przedszkolach.</li> <li>● organizowane są działania edukacyjno – społecznościowe w zakresie ochrony przyrody/ i zieleni.</li> <li>● Co roku rada miasta uchwała "Program współpracy z organizacjami pozarządowymi", który jest realizowany w ramach budżetu miasta i organizacji pozarządowych.</li> <li>● Funkcjonowanie Rady Seniorów.</li> <li>● Funkcjonowanie Młodzieżowej Rady Miasta.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Brak działań edukacyjnych miasta dedykowanych budowaniu świadomości klimatycznej (dotychczasowe działania edukacyjne skupiały się na odpadach oraz ochronie przyrody).</li> <li>● Niezadawalający odsetek osób zaangażowanych w wolontariat / funkcjonujący wolontariat nie jest związany z działaniami na rzecz adaptacji do zmian klimatu.</li> <li>● W ramach budżetu obywatelskiego nie wprowadzano projektów związanych z adaptacją do zmian klimatu.</li> <li>● Zbyt rzadko odbywające się wspólne ćwiczenia i działania służb ratowniczych Ostrołęki (raz na 4 lata).</li> <li>● Potrzeba podniesienie świadomości w zakresie zagrożeń i metod adaptacji do zmian klimatu wśród mieszkańców, organizacji pozarządowych i innych interesariuszy miasta.</li> <li>● Potrzeba wspieranie samoorganizacji społeczności lokalnej w sytuacji występowania zjawisk ekstremalnych.</li> </ul>
Zasoby instytucjonalne	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Wyznaczony pracownik socjalny MOPR zajmuje się sprawami osób bezdomnych.</li> <li>● Dwóch pracowników Urzędu współpracuje z</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Nie w pełni zabezpieczone (liczba miejsc w stosunku do potrzeb) miejsca w noclegowniach dla bezdomnych.</li> </ul>

<sup>25</sup> Bogactwo samorządów, Ranking dochodów JST 2016, Wspólnota, [www.wspolnota.org.pl](http://www.wspolnota.org.pl)

<sup>26</sup> Liderzy inwestycji. Ranking wydatków inwestycyjnych samorządów 2014–2016, Wspólnota, [www.wspolnota.org.pl](http://www.wspolnota.org.pl)

Kategorie potencjału adaptacyjnego	Wysoki potencjał adaptacyjny	Niski potencjał / Możliwości wzmocnienia potencjału adaptacyjnego
	<p>organizacjami pozarządowymi działającymi na rzecz osób starszych, w tym emerytów, rencistów i osób niepełnosprawnych. Dodatkowo wśród pracowników MOPR sprawami osób starszych zajmują się: pracownicy socjalni, pracownik Sekcji Usług Opiekuńczych, pracownik kierujący osoby do DPS i ośrodków wsparcia, pracownicy Sekcji ds. Osób Niepełnosprawnych.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• W sytuacjach kryzysowych o dużej skali przekraczających możliwości reagowania przez służby miejskie w ramach funkcjonowania Krajowego Systemu Ratowniczo-Gaśniczego dysponowane są przez KM PSP dodatkowe siły środki OSP z terenu powiatu a jeżeli to nie wystarcza z terenu województwa i województw sąsiednich.</li> <li>• W czasie fal upałów lub mrozów miasto udostępnia na potrzeby mieszkańców kurtyny wodne (aktualnie 4 szt. + 1 należąca do OSP) oraz koksowniki.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zwiększające się zapotrzebowanie na Domy Dniennego Pobytu (rozważane jest utworzenie kolejnego w mieście)</li> <li>• Brak procedur w zakresie udostępniania pomieszczeń klimatyzowanych, mieszczących się w obiektach użyteczności publicznej, w czasie fal upałów dla osób starszych, matek z małymi dziećmi, osób przewlekle chorych.</li> <li>• Wskazane jest wypracowanie zapisów regulujących kwestie uszczelnienia powierzchni i konieczności zagospodarowania wody na terenie działek prywatnych, oraz zachowania terenów niezainwestowanych jako tereny adaptacyjne, regulujące retencję i łagodzenie wysokich temperatur.</li> </ul>
Zasoby infrastrukturalne	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Istniejące obiekty zapewniają stosunkowo dobrą dostępność do usług publicznych w zakresie ochrony zdrowia.</li> <li>• Braki w wyposażeniu służb ratowniczych są uzupełniane z budżetu miasta</li> <li>• W mieście obowiązuje schemat współpracy na wypadek zdarzeń ekstremalnych, polegający na przygotowywaniu komunikatów, publikowaniu ich na stronach własnych urzędu i wysyłaniu do wszystkich lokalnych mediów w mieście i regionie. W zależności od rodzaju zagrożeń przygotowywane są też okazjonalne wydawnictwa informacyjno-edukacyjne - ulotki, plakaty, biuletyny, etc.</li> <li>• Administracja miasta współpracuje ze służbami (np. WIOŚ), których przedstawiciele wchodzi w skład Miejskiego Zespołu Zarządzania Kryzysowego. Współpraca z nimi odbywa się także w sytuacjach prowadzenia wspólnych działań ratowniczych, gdy nie ma potrzeby uruchamiania MZZK.</li> <li>• Podjęcie uchwały Rady Miasta o wprowadzeniu darmowej komunikacji miejskiej,</li> <li>• Automatyczny monitoring zanieczyszczenia powietrza, dostarczający informacji w trybie ciągłym.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Brak miejskiego systemu bezpośredniego ostrzegania mieszkańców miasta przed zagrożeniami poprzez sms, e-mail itp.</li> <li>• Brak oddziału geriatrycznego na terenie miasta.</li> <li>• Szpital wymaga remontów (termomodernizacja) i doposażenia w sprzęt specjalistyczny.</li> <li>• Na terenie miasta brak innych niż obszary NATURA 2000 (związane z dolinami rzecznyymi) obszarowych form ochrony przyrody</li> <li>• Nie zwiększa się powierzchnia parków, zieleni i terenów zieleni osiedlowej</li> <li>• Brak pełnego zabezpieczenia przez powodzią (braki infrastruktury przeciwpowodziowej np. wałów na części terenu miasta)</li> <li>• Braki w błękitno-zielonej infrastrukturze miasta.</li> <li>• Wskazane doposażanie magazynu przeciwpowodziowego w najnowszy sprzęt do zapobiegania i usuwania skutków zagrożeń klimatycznych.</li> </ul>
Zasoby wiedzy	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kompetencja merytoryczna pracowników administracji samorządowej.</li> <li>• Podjęcie współpracy z IOŚ-PIB w ramach opracowania Strategii adaptacji do zmian klimatu dla Miasta Ostrołęki.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Brak współpracy w zakresie generowania wspólnych projektów administracji i instytucji naukowych o tematyce adaptacji do zmian klimatu (przed projektem ClimCities).</li> <li>• Brak instytucji badawczych o charakterze przyrodniczym na terenie miasta.</li> <li>• Do tej pory miasto nie uczestniczyło w projektach badawczych w zakresie działań na rzecz adaptacji do zmian klimatu.</li> </ul>

W Strategii zamieszczona została końcowa, uzgodniona na roboczym spotkaniu z Zespołem Miejskim ocena potencjału adaptacyjnego.

W ocenach przyjęto następującą skalę: wysoki potencjał adaptacyjny, średni potencjał adaptacyjny, niski potencjał adaptacyjny.

Tab. 11. Uzgodniona/wspólna ocena potencjału adaptacyjnego (obejmująca oceny ZE i ZM)

Kategorie potencjału adaptacyjnego	Ocena potencjału
Zasoby finansowe	Średni
Zasoby ludzkie	Średni Niski – aktywność organizacji społecznych i ogólny poziom świadomości w zakresie zmian klimatu, zagrożeń z nimi związanych i adaptacji
Zasoby instytucjonalne	Średni
Zasoby infrastrukturalne	Średni
Zasoby wiedzy	Średni

W żadnej z analizowanych kategorii potencjału nie wskazano oceny „Wysoki” co oznacza, że w żadnej z analizowanych kategorii miasto nie jest w pełni przygotowane do podejmowania działań adaptacyjnych.

#### 4.4. Podatność miasta na zmiany klimatu

Ocena podatności miasta na zmiany klimatu jest wypadkową oceny wrażliwości miasta na te zmiany oraz oceny jego potencjału adaptacyjnego. Przeprowadzone analizy pozwoliły na ustalenie sektorów i komponentów sektorów, które z uwagi na podleganie negatywnemu wpływowi zjawisk klimatycznych wymagają podjęcia działań adaptacyjnych. Wskazano wybrane sektory i ich komponenty, których wrażliwość na zmiany klimatu oceniono jako najwyższą. Są to:

- w sektorze **zdrowie publiczne i jakość życia**:
  - **populacja miasta** jest szczególnie podatna na następujące zjawiska klimatyczne: powódzie i podtopienia, upały oraz silny wiatr;
  - **osoby powyżej 65 roku życia** – są podatne w szczególności na długo utrzymujące się wysokie temperatury, fale mrozów i zanieczyszczenie powietrza, a także podtopienia oraz warunki atmosferyczne powodujące oblodzenia, które mogą utrudniać swobodne poruszanie się po terenie miasta lub powodować urazy;
  - **dzieci poniżej 5 roku życia** – podatne w szczególności na fale upałów i zanieczyszczenie powietrza;
  - **osoby przewlekle chore** (układu krążenia i oddechowego) – na fale upałów, mrozów oraz zanieczyszczenie powietrza;
  - **osoby niepełnosprawne z ograniczoną mobilnością** – podatne na oblodzenia oraz podtopienia;
  - **osoby bezdomne** są najbardziej podatne na upały, mróz;
  - **infrastruktura pomocy społecznej oraz ochrony zdrowia** – jest częściowo podatna na podtopienia oraz upały.



- w sektorze **dobra kultury i społeczne usługi publiczne:**
  - **zabytki oraz obiekty kultury, nauki i oświaty, a także związane ze świadczeniem usług publicznych (administracja)** są podatne na wysokie temperatury i długotrwałe fale upałów; część z nich jest również podatna na podtopienia na skutek nawałnych deszczy, powódź od strony rzeki a także zagrożenia związane z silnym i porywistym wiatrem;
- w sektorze **różnorodność biologiczna:**
  - **lasa w granicach miasta, pomniki przyrody oraz parki i zieleń miejska** są podatne w stopniu średnim na upały i susze, a także na silne wiatry,
  - **bioróżnorodność obszarów Natura 2000** oprócz podatności na okresy suszy wykazuje również podatność na zagrożenie powodziowe;
- w sektorze **gospodarka ściekowa:**
  - **system odprowadzania ścieków i sieć kanalizacyjna** – są w największym stopniu podatne na podtopienia związane z nawałnymi deszczami oraz zagrożone ryzykiem powodziowym;
  - **obiekty systemu gospodarki ściekowej**, w tym system kanalizacji deszczowej, są podatne w największym stopniu na podtopienia związane z opadami o dużym natężeniu; wybrane obiekty (oczyszczalnia ścieków oraz przepompownie) są również podatne na zagrożenie powodziowe.

#### 4.5. Analiza ryzyka

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.

- **Bardzo wysoki priorytet** należy nadać działaniom adaptacyjnym, które pozwolą na zmniejszenie zagrożeń:
  - dla **mieszkańców miasta, zwłaszcza dla grup szczególnie wrażliwych**: osób powyżej 65 roku życia, dzieci poniżej 5 roku życia, osób niepełnosprawnych z ograniczoną mobilnością, osób bezdomnych, wynikających ze zwiększającego się prawdopodobieństwa występowania **upałów**,
  - dla **mieszkańców miasta, zabezpieczenie przed powodzią**, zwłaszcza dla grup zamieszkałych na terenach objętych zagrożeniem powodziowym.
- **Wysoki priorytet** powinny mieć działania adaptacyjne zmniejszające zagrożenia:
  - dla **obiektów oświatowych, pomocy społecznej, ochrony zdrowia oraz administracji publicznej i systemu przyrodniczego miasta**, wynikających z negatywnego oddziaływania **wysokich temperatur (upały)**,
  - dla **systemu kanalizacji deszczowej**, wynikających ze zjawisk klimatycznych takich, jak **podtopienia i powódzie**,
  - dla **obiektów usług publicznych, sieci dróg, obiektów systemu oczyszczania ścieków**, wynikające z negatywnego oddziaływania **powodzi i podtopień**,
  - dla **populacji miasta**, a zwłaszcza: osób powyżej 65 roku życia, dzieci poniżej 5 roku życia, osób przewlekle chorych, wynikające z **zanieczyszczeń powietrza**.

Ponadto wysoki priorytet powinny mieć także działania związane z podniesieniem świadomości społecznej dotyczącej adaptacji do zmian klimatu.

- **Średni priorytet** dotyczy działań adaptacyjnych, które pozwolą na :

- zmniejszenie negatywnego oddziaływania wynikającego ze zjawisk klimatycznych typu **mrozy, temperatury progowe, oblodzenie, susze, opady śniegu, wiatr** dla **populacja miasta**: osób powyżej 65 roku życia, dzieci poniżej 5 roku życia, osób niepełnosprawnych z ograniczoną mobilnością, osób bezdomnych,
  - zapewnienie bezpieczeństwa: **sieci dróg, komunikacji miejskiej, infrastruktury ochrony zdrowia oraz systemów zaopatrzenia w ciepło** w obliczu **podtopień oraz powodzi**,
  - zmniejszenie zagrożeń dla **systemu zaopatrzenia w ciepło** ze względu na **mrozy**,
  - zmniejszenie negatywnego oddziaływania silnego **wiatru** dla **obiektów oświatowych, obiektów kultury, pomocy społecznej, ochrony zdrowia, administracji publicznej oraz zabytków**,
  - zmniejszenie zagrożeń dla **sektora transportu** ze względu na **mrozy, temperatury progowe, oblodzenie, opady śniegu, wiatr**,
  - zmniejszenie negatywnego oddziaływania **suszy** dla **systemu przyrodniczego miasta** (bioróżnorodność).
- Niski priorytet można nadać działaniom adaptacyjnym, które pozwolą na zmniejszenie zagrożeń:
    - dla sektora energetyki: system zaopatrzenia w energię elektryczną, sieć elektroenergetyczna, obiekty systemu zaopatrzenia w energię ze względu na oblodzenie, opady śniegu i wiatr,
    - dla turystyki oraz rolnictwa ze względu na susze,
    - dla systemu zaopatrzenia w ciepło ze względu na mrozy.

## 5. Współzależność Strategii z dokumentami strategicznymi i planistycznymi Miasta

Warunkiem skutecznego wdrożenia Strategii jest zapewnienie spójności adaptacji miasta do zmian klimatu z polityką rozwoju miasta, wyrażoną w dokumentach strategicznych i planistycznych miasta. Równie istotne dla skuteczności adaptacji jest włączanie działań adaptacyjnych do obowiązujących w Mieście strategii, polityk i programów. Powiązanie między obowiązującymi dokumentami strategicznymi i planistycznym a Strategią jest wykorzystane w:

- kreowaniu zrównoważonego rozwoju lokalnego uwzględniającego adaptację do zmian klimatu,
- kształtowaniu struktur przestrzennych, sprzyjających adaptacji,
- współdziałaniu na rzecz adaptacji,
- przygotowaniu na wystąpienie ekstremalnych zjawisk klimatycznych,
- kształtowaniu świadomości klimatycznej.



Rys. 29. Obszary współzależności pomiędzy strategią adaptacji miasta do zmian klimatu i dokumentami strategicznymi i planistycznymi

Tab. 12. Powiązanie Strategii z dokumentami strategicznymi i planistycznymi Miasta

DOKUMENT (ROK UCHWALENIA)	KOMENTARZ
<b>Kreowanie zrównoważonego rozwoju lokalnego uwzględniającego adaptację do zmian klimatu</b>	
<i>Strategia Rozwoju Miasta Ostrołęki do roku 2020 (2012)</i>	Strategia, choć nie operuje pojęciem adaptacji do zmian klimatu, jest dokumentem odnoszącym się do tej problematyki. Wizja rozwoju miasta podkreśla znaczenie jakości życia mieszkańców oraz potrzebę wdrażania zrównoważonego rozwoju.  Cele strategiczne także w sposób pośredni odnoszą się do adaptacji do zmian klimatu podkreślając m.in. potrzebę: wzmacniania kapitału ludzkiego, rozwoju i przekształcania komunikacji (w tym publicznej), rozwoju infrastruktury technicznej oraz poprawy jakości środowiska.
<b>Kształtowanie struktur przestrzennych, sprzyjających adaptacji</b>	
<i>Studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego Miasta Ostrołęki (2016)</i>	Dokument stanowi zapis polityki przestrzennej miasta, uwzględniającej zasadę rozwoju zrównoważonego oraz kształtowania ładu przestrzennego. Studium wprost odnosi się do zagadnień adaptacji do zmian klimatu m.in. poprzez: uwzględnienie w zagospodarowaniu przestrzennym naturalnych barier (tereny zagrożone powodzią), utrzymanie w dobrym stanie obszarów objętych ochroną przyrody (przede wszystkim korytarze ekologiczne rzek i obszary Natura 2000), a także dostosowanie zagospodarowania do wyraźnego podziału obszaru miasta na strefy o odmiennych uwarunkowań przyrodniczych i osadniczych.
<b>Współdziałanie na rzecz adaptacji</b>	
<i>Program ochrony środowiska Miasta Ostrołęki na lata 2017 – 2020, z perspektywą do 2024 roku (2017)</i>	Program odnosi się bezpośrednio do zagadnień adaptacji do zmian klimatu oraz funkcjonowania miasta w warunkach zmieniającego się klimatu. Zarówno cel nadrzędny, jak i priorytety ekologiczne pośrednio odnoszą się do problematyki adaptacji wskazując na potrzebę traktowania czystego środowiska przyrodniczego jako elementu rozwoju i gwaranta wysokiej jakości życia. W dokumencie są także cele bezpośrednio związane z łagodzeniem zmian klimatu i adaptacji

DOKUMENT (ROK UCHWALENIA)	KOMENTARZ
	do tych zmian (dotyczą: poprawy jakości powietrza, wdrażania transportu niskoemisyjnego, ochrony przed deficytami wody, ochrony przeciwpowodziowej oraz budowania i podnoszenia świadomości ekologicznej mieszkańców).
<i>Program rewitalizacji dla Miasta Ostrołęki (2017)</i>	Program odnosi się bezpośrednio do zagadnień adaptacji do zmian klimatu. Co ważne, dokument ten obejmuje swoim zasięgiem obszary o największej kumulacji problemów społecznych i infrastrukturalnych, a więc jest skierowany do grup społecznych wrażliwych na zmiany klimatu Program służy podniesieniu potencjału adaptacyjnego miasta. Zapisane w dokumencie działania mają zmierzać do poprawy jakości i standardu życia mieszkańców.
<i>Założenia do planu zaopatrzenia w ciepło, energię elektryczną i paliwa gazowe dla miasta Ostrołęki (2015)</i>	Program jest dokumentem, który odnosi się bezpośrednio do zagadnień adaptacji do zmian klimatu. Wskazuje potrzeby i możliwości racjonalnego użytkownika ciepła, energii elektrycznej i paliw gazowych, a więc do funkcjonowania miasta w warunkach zmieniającego się klimatu. Promuje także wykorzystanie źródeł odnawialnych.
<i>Plan gospodarki niskoemisyjnej dla miasta Ostrołęki (2016)</i>	Program w założeniu ma się przyczynić do: poprawy jakości powietrza, zmniejszenia zużycia energii finalnej oraz podniesienia efektywności energetycznej. Odnosi się bezpośrednio do zagadnień łagodzenia wpływu człowieka na powietrze atmosferyczne i klimat, zarówno w misji dokumentu, jak i wizji oraz celach strategicznych. W dokumencie podkreślana jest potrzeba edukacji i budowania pożądanych postaw mieszkańców w zakresie: ecodrivingu oraz wykorzystania odnawialnych źródeł energii. Działania edukacyjne podnoszą potencjał adaptacyjny miasta.
<i>Plan zrównoważonego rozwoju publicznego transportu zbiorowego dla miasta Ostrołęka na lata 2014-2023 (2014)</i>	Plan bezpośrednio odnosi się do zagadnień funkcjonowania miasta w warunkach zmieniającego się klimatu. Celem jest przekształcanie transportu publicznego w transport przyjazny mieszkańcom, niskoemisyjny. Plan odnosi się do budowy i rozwoju infrastruktury, ale także stawia na promowanie komunikacji rowerowej, zdrowego stylu życia i przemieszczania się po mieście.
<i>Strategia Rozwiązywania Problemów Społecznych Miasta Ostrołęki na lata 2017-2023 (2017)</i>	Strategia odnosi się pośrednio do zagadnień adaptacji do zmian klimatu, poprzez wspieranie grup społecznych najbardziej wrażliwych na zmiany klimatu. Cele i działania kierowane do osób zagrożonych wykluczeniem, w tym wsparcie grup szczególnie wrażliwych (osób starszych, dzieci, osób bezdomnych, przewlekle chorych) zgodnie z zapisami dokumentu powinno uwzględniać współpracę różnych podmiotów (publicznych i społecznych). Dokument podkreśla także potrzebę podnoszenia jakości życia wśród mieszkańców zaliczonych do grup zagrożonych wykluczeniem społecznym.
<b>Przygotowanie na wystąpienie ekstremalnych zjawisk klimatycznych</b>	
<i>Plan Zarządzania Kryzysowego Miasta Ostrołęki (2016)</i>	Plan bezpośrednio odnosi się do zagadnień adaptacji do zmian klimatu. Zawiera analizę głównych zagrożeń (w tym powodziowych) oraz ocenę ryzyka ich wystąpienia. Jest to także podstawa współpracy wszystkich służb zaangażowanych w zarządzanie kryzysowe – zawiera więc zasady postępowania i przedsięwzięcia na wypadek wystąpienia sytuacji kryzysowych.

## 6. Wizja i cel Strategii

Działania podejmowane na rzecz adaptacji do zmian klimatu są spójne z zasadami zrównoważonego rozwoju, zapewniającymi, że dążenie do dobrobytu gospodarczego mieszkańców miasta odbywać się będzie w harmonii z przyrodą i z uwzględnieniem potrzeb najsłabszych mieszkańców miasta. W kontekście zagrożeń, jakie dla miasta przynoszą zmiany klimatu zasady te nabierają dodatkowego znaczenia. Mając powyższe na uwadze w ramach prac nad Strategią wypracowana została wizja miasta w perspektywie 2030 roku oraz cel główny Strategii.

Wizja, czyli stan docelowy, jaki w 2030 roku osiągnie miasto w zakresie adaptacji do zmian klimatu, została sformułowana w następujący sposób:

**Ostrołęka miastem zrównoważonego rozwoju  
o wysokiej odporności i znacznym potencjale adaptacyjnym  
do zmian klimatu**

Osiągnięcie stanu zapisanego w wizji będzie możliwe dzięki realizacji zapisanych w Strategii celów i działań. Cel główny strategiczny został sformułowany następująco: **Zapewnienie wysokiej jakości życia i bezpieczeństwa mieszkańców Ostrołęki w warunkach zmian klimatu.**

## 7. Cele szczegółowe i działania adaptacyjne

Cel główny Strategii będzie realizowany przez cele szczegółowe, które zostały sformułowane w odpowiedzi na zidentyfikowane zagrożenia. Wskazano następujące cele szczegółowe:

Cel główny	Zapewnienie wysokiej jakości życia i bezpieczeństwa mieszkańców Ostrołęki w warunkach zmian klimatycznych			
Cele szczegółowe	Cel 1.	Cel 2.	Cel 3.	Cel 4.
Cele szczegółowe	Zapewnienie zabezpieczenia miasta przed skutkami ekstremalnych zjawisk związanych ze zmianami klimatu	Dostępność do infrastruktury usług publicznych przystosowanej do zmian klimatu	Tworzenie struktur przestrzennych odpornych na zmiany klimatu	Podniesienie świadomości społecznej dotyczącej adaptacji do zmian klimatu

Zwiększenie gotowości i zdolności do reagowania na skutki zmian klimatu opisane przez cele szczegółowe wymaga działania w różnych obszarach funkcjonowania miasta - jego organizacji, edukacji i ostrzegania mieszkańców o zagrożeniach oraz rozwiązań technicznych w przestrzeni miasta. W ujęciu horyzontalnym działania adaptacyjne w Strategii obejmują:

- informowanie i ostrzeganie o zagrożeniach związanych ze zmianami klimatu,
- edukację o zagrożeniach, ich skutkach, właściwych i niewłaściwych zachowaniach w sytuacji wystąpienia zagrożeń, dobrych praktykach adaptacji,

- działania techniczne (inwestycje w środowisku), takie jak rozbudowa infrastruktury błękitno-zielonej,
- działania organizacyjne, wzmacniające instrumenty planowania rozwoju miasta, w tym planowania przestrzennego oraz poprawiających funkcjonowanie służb miejskich.

Wypracowano następujące działania adaptacyjne, które będą służyć realizacji celów szczegółowych.

W każdym celu określono priorytet poszczególnych działań stosując następującą skalę: bardzo wysoki, wysoki, średni, niski.

<b>Cel 1. Zapewnienie zabezpieczenia miasta przed skutkami ekstremalnych zjawisk związanych ze zmianami klimatu</b>		
<b>Działanie</b>	<b>Priorytet</b>	<b>Podmiot odpowiedzialny</b>
Działanie 1.1. Budowa, przebudowa, remont, modernizacja budowli przeciwpowodziowych	wysoki	Miasto Ostrołęka
Działanie 1.2. Budowa i wdrożenie systemów ostrzegawczych przed ekstremalnymi zjawiskami pogodowymi	bardzo wysoki	Miasto Ostrołęka
Działanie 1.3 Wprowadzenie na obszary zurbanizowane błękitno-zielonej infrastruktury, zabezpieczającej przed skutkami deszczy nawalnych i suszy	wysoki	Miasto Ostrołęka, OPWiK
Działanie 1.4. Utrzymanie (w dobrym stanie) infrastruktury związanej z melioracjami wodnymi	średni	Miasto Ostrołęka
Działanie 1.5. Rozbudowa i modernizacja kanalizacji deszczowej (burzowej) na terenach zurbanizowanych	wysoki	Miasto Ostrołęka, OPWiK
Działanie 1.6. Poprawa technicznego wyposażenia służb miejskich, OSP i KM PSP	średni	Miasto Ostrołęka,

<b>Cel 2. Dostępność do infrastruktury usług publicznych przystosowanej do zmian klimatu</b>		
<b>Działanie</b>	<b>Priorytet</b>	<b>Podmiot odpowiedzialny</b>
Działanie 2.1. Wdrażanie systemów sprzyjających efektywności energetycznej, w tym zarządzania energią	wysoki	Miasto Ostrołęka, placówki oświatowe i kulturalne, podmioty lecznicze i gospodarcze
Działanie 2.2. Likwidacja konwencjonalnych źródeł ciepła lub wymiana na inne w tym szersze zastosowanie OZE	wysoki	Miasto Ostrołęka, placówki oświatowe i kulturalne, podmioty lecznicze i gospodarcze
Działanie 2.3. Działania na rzecz wdrożenia transportu zrównoważonego - budowa i rozbudowa ścieżek rowerowych wraz z obiektem „Parkuj & Jedź” i zakup autobusów niskoemisyjnych	średni	Miasto Ostrołęka, MZK
Działanie 2.4. Ograniczenie zużycia wody w budynkach użyteczności publicznej i placówkach oświatowo-kulturalnych np. poprzez ponowne wykorzystanie „wody szarej” i używanie deszczówki	średni	Miasto Ostrołęka, przedsiębiorstwa, spółdzielnie, wspólnoty
Działanie 2.5. Wprowadzanie elementów zazieleniających obszary zabudowane (tzw. zielone dachy, zielone ściany, ogrody kieszonkowe) - w tym szczególnie działania pożądane na obszarach rewitalizacji:	średni	Miasto Ostrołęka, spółdzielnie i wspólnoty mieszkaniowe, przedsiębiorcy

Poddziałanie 2.5.1. dla podobszarów rewitalizacji II (w obszarach wrażliwości: I-1, II-1) i III (w obszarach wrażliwości: II-3, III-5) wprowadzanie zieleni w formie ogrodów kieszonkowych oraz zielonych dachów i ścian Poddziałanie 2.5.2. dla podobszarów rewitalizacji I (w obszarach wrażliwości: II-2, IV-2, IV-1) i IV (w obszarze wrażliwości: III-5) wprowadzanie elementów infrastruktury błękitno-zielonej w formie oczek wodnych/stawów pełniących funkcje retencyjne oraz zieleni o wysokiej zdolności łagodzenia skutków upałów		
Działanie 2.6. Termomodernizacje obiektów użyteczności publicznej, placówek służby zdrowia, budynków mieszkalnych (w tym socjalnych) i wprowadzanie zieleni posiadającej właściwości izolujące (zmniejszającej nagrzewanie a zimą utratę ciepła)	wysoki	Miasto Ostrołęka, spółdzielnie i wspólnoty mieszkaniowe, OTBS Sp. z o.o., UMWM w Warszawie

Cel 3. Tworzenie struktur przestrzennych odpornych na zmiany klimatu		
Działanie	Priorytet	Podmiot odpowiedzialny
Działanie 3.1. Uwzględnianie w dokumentach planistycznych rozwiązań kształtowania przestrzeni i ich funkcjonowania umożliwiających ochronę powietrza i przewietrzanie miasta	wysoki	Miasto Ostrołęka
Działanie 3.2. Uwzględnianie w dokumentach planistycznych map ryzyka powodziowego, map zagrożenia powodziowego, obszarów szczególnego zagrożenia powodzią oraz terenów zagrożonych podtopieniami	bardzo wysoki	Miasto Ostrołęka
Działanie 3.3. Konsekwentne wdrażanie zasad zagospodarowania dla obszarów zagrożonych powodzią Poddziałanie 3.3.1. Unikanie zagospodarowania na obszarach szczególnego zagrożenia powodzią Poddziałanie 3.3.2. Określenie warunków możliwego zagospodarowywania obszarów chronionych obwałowaniami Poddziałanie 3.3.3. Określenie warunków zagospodarowania na obszarach o niskim ( $p=0,2\%$ ) prawdopodobieństwie wystąpienia powodzi	bardzo wysoki	Miasto Ostrołęka
Działanie 3.4. Zwiększanie powierzchni terenów biologicznie czynnych poprzez rekultywację gruntów zdegradowanych i zdewastowanych w celu przywrócenia im wartości przyrodniczych	średni	Miasto Ostrołęka, właściciele gruntów zdegradowanych i zdewastowanych
Działanie 3.5. Kształtowanie struktur przestrzennych zapewniających utrzymanie różnorodności biologicznej (ze szczególnym uwzględnieniem korytarzy ekologicznych oraz czynnej ochrony siedlisk przyrodniczych i gatunków chronionych)	średni	Miasto Ostrołęka
Działanie 3.6. Tworzenie warunków planistycznych dla zachowania siedlisk i gatunków na terenach podmokłych, w dolinach rzecznych i na terenach zmeliorowanych w stanie co najmniej nie pogorszonym	niski	Właściciele gruntów, Miasto Ostrołęka
Działanie 3.7. Budowa, modernizacja i pielęgnacja terenów zieleni Poddziałanie 3.7.1. Projektowanie nowych terenów zieleni jako przestrzeni publicznych sprzyjających integracji społecznej oraz łagodzących skutki ekstremalnych zjawisk pogodowych (np. fale upałów) w mieście Poddziałanie 3.7.2. Przebudowa istniejących skwerów i placów w kierunku tzw. skwerów i placów klimatycznych	wysoki	Miasto Ostrołęka, zarządzający nieruchomościami, spółdzielnie mieszkaniowe

Poddziałanie 3.7.3. Zaprojektowanie w parkach miejskich i na terenach zieleni osiedlowej zbiorników retencyjnych na wodę opadową (z możliwością wykorzystania jej do podlewania) Poddziałanie 3.7.4. Kształtowanie terenów zielonych i infrastruktury na obszarze przybrzeżnym rzeki Narwi, zgodnie z programem Pisa-Narew		
Działanie 3.8. Utrzymanie zieleni i jej przebudowa (na struktury gatunkowe odporne na zjawiska klimatyczne) przy drogach gminnych, powiatowych, wojewódzkich, krajowych	wysoki	Miasto Ostrołęka

Cel 4. Podniesienie świadomości społecznej dotyczącej adaptacji do zmian klimatu		
Działanie	Priorytet	Podmiot odpowiedzialny
Działanie 4.1. Edukacja społeczeństwa na rzecz kreowania prawidłowych zachowań w sytuacji wystąpienia ekstremalnych zjawisk pogodowych (kampania informacyjna i edukacyjna)	wysoki	Miasto Ostrołęka, organizacje pozarządowe, Policja, Straż Pożarna,
Działanie 4.2. Poprawa świadomości mieszkańców na temat skutków fal upałów oraz działań profilaktycznych (szczególnie dla grup narażonych tj. osób 65+ oraz bezdomnych)	wysoki	Miasto Ostrołęka, organizacje pozarządowe, MOPR
Działanie 4.3. Opracowanie i prowadzenie akcji promocyjno-edukacyjnych w zakresie ochrony powietrza w tym gospodarki niskoemisyjnej oraz promowanie rozwiązań przyczyniających się do redukcji emisji zanieczyszczeń	średni	Miasto Ostrołęka, organizacje pozarządowe, media, placówki szkolne i oświatowe
Działanie 4.4. Tworzenie programów edukacyjnych poprawiających świadomość i wiedzę na temat źródeł zagrożenia powodziowego i ryzyka powodziowego	bardzo wysoki	Miasto Ostrołęka, organizacje pozarządowe
Działanie 4.5. Poprawa świadomości mieszkańców na temat zagrożeń związanych z chorobami klimatyzależnymi (w tym odkleszczowymi)	wysoki	Miasto Ostrołęka, organizacje pozarządowe, PSSE
Działanie 4.6. Działania edukacyjne i promocyjne, propagujące i upowszechniające wiedzę o konieczności, celach, zasadach i sposobach oszczędnego użytkowania wody	średni	Miasto Ostrołęka, organizacje pozarządowe
Działanie 4.7. Opracowanie Katalogu Dobrych Praktyk możliwych do wdrożenia w Ostrołęce w zakresie błękitno-zielonej infrastruktury dla spółdzielni mieszkaniowych i indywidualnych właścicieli posesji wraz z akcją promocyjną	wysoki	Miasto Ostrołęka, organizacje pozarządowe
Działanie 4.8. Aktywizacja społeczności lokalnej na rzecz działań adaptacyjnych – wydzielenie w budżecie obywatelskim działań skierowanych na adaptacje do zmian klimatu	wysoki	Miasto Ostrołęka, Rady Osiedli
Działanie 4.9. Podnoszenie kompetencji w zakresie współpracy wszystkich służb odpowiedzialnych za reagowanie w sytuacjach kryzysowych	bardzo wysoki	Miasto Ostrołęka, Policja, Straż Pożarna,
Działanie 4.10. Podnoszenie kompetencji urzędników w zakresie zarządzania rozwojem miasta uwzględniającym ekstremalne zjawiska pogodowe oraz adaptacje do zmian klimatu	bardzo wysoki	Miasto Ostrołęka



## 8. Wdrażanie Strategii

### 8.1. Monitoring realizacji celów i działań adaptacyjnych

Koordinację procesu wdrożenia strategii powierza się komórkom organizacyjnym Urzędu Miasta Ostrołęka odpowiedzialnym za gospodarkę komunalną, ochronę środowiska, zarządzanie kryzysowe we współpracy z innymi niezbędnymi komórkami, a także jednostkami organizacyjnymi miasta i spółkami miejskimi. Do ich zadań będzie należało nadzorowanie projektów adaptacyjnych prowadzonych przez pozostałe komórki organizacyjne Urzędu Miasta, jednostki organizacyjne i spółki miejskie oraz koordynację działań pomiędzy Urzędem Miasta a podmiotami zewnętrznymi. Komórki organizacyjne odpowiedzialne za gospodarkę komunalną, ochronę środowiska i zarządzania kryzysowe zobowiązane będą również do monitorowania realizacji działań adaptacyjnych, przeprowadzenia ewaluacji oraz upowszechnienia Strategii. W oparciu o informacje przekazane przez komórki organizacyjne Urzędu Miasta oraz dane pochodzące ze statystyki publicznej, raz na cztery lata przygotowujący będzie Raport okresowy. Raport ten zawiera opis działań zrealizowanych w ramach poszczególnych celów, analizę jakościową tych działań, zestawienie wskaźników z analizą ich zmian. Po zatwierdzeniu raportu przez Prezydenta Miasta będzie on udostępniony w sposób umożliwiający opinii publicznej zapoznanie się z jego treścią. System monitoringu Strategii dostarcza informacji na temat stopnia osiągnięcia założonej wizji i wyznaczonych celów poprzez analizę wskaźników. Z uwagi na fakt, że Strategia jest dokumentem otwartym, powinna dynamicznie reagować na zmieniające się potrzeby wynikające z uwarunkowań klimatycznych. Wskaźniki mogą być zatem przez cały okres obowiązywania Strategii doskonalone oraz uzupełniane o kolejne, wynikające z realizacji projektów adaptacyjnych.

Wskaźniki monitoringu realizacji celów i działań adaptacyjnych:

#### Cel 1. Zapewnienie zabezpieczenia miasta przed skutkami ekstremalnych zjawisk związanych ze zmianami klimatu

Wskaźnik [jednostka miary]	Wartość bazowa [rok]	Źródło informacji o wartości bazowej	Wartość docelowa / lub tendencja zmian
Liczba wybudowanych, przebudowanych, wyremontowanych, zmodernizowanych budowli przeciwpowodziowych [szt.]		Urząd Miasta	
Długość wałów przeciwpowodziowych [km]	6,359 km [2016]	Urząd Miasta	wzrost
Długość sieci kanalizacji sanitarnej oraz deszczowej [km]	162,1/140 [2015]	Urząd Miasta	180/wzrost

#### Cel 2. Dostępność do infrastruktury usług publicznych przystosowanej do zmian klimatu

Wskaźnik [jednostka miary]	Wartość bazowa [rok]	Źródło informacji o wartości bazowej	Wartość docelowa / lub tendencja zmian
Powierzchnia założonych instalacji zielonej infrastruktury: zielone dachy, zielone ściany, ogrody deszczowe, ogrody sąsiedzkie) [m2]		Urząd Miasta	wzrost

Wskaźnik [jednostka miary]	Wartość bazowa [rok]	Źródło informacji o wartości bazowej	Wartość docelowa / lub tendencja zmian
Długość wybudowanych/urządzonych ścieżek rowerowych [m]	17 000 m [2015]	Urząd Miasta	25 000 m
Liczba obiektów użyteczności publicznej, placówek służby zdrowia, budynków mieszalnych (w tym socjalnych) poddanych termomodernizacji [szt.]	2 [2015]	Urząd Miasta	6 w następnych latach do 2024
Liczba instalacji wykorzystujących OZE [szt.]	5 [2015]	Urząd Miasta	7

### Cel 3. Tworzenie struktur przestrzennych odpornych na zmiany klimatu

Wskaźnik [jednostka miary]	Wartość bazowa [rok]	Źródło informacji o wartości bazowej	Wartość docelowa /lub tendencja zmian
Udział powierzchni objętej obowiązującymi planami miejscowymi w powierzchnia miasta [%]	74 [2019]	Bank Danych Lokalnych	wzrost
Udział parków, zieleńców i terenów zieleni osiedlowej w powierzchni ogółem [%]	4,3 [2016]	Bank Danych Lokalnych	Wzrost do 5%
Lesistość [%]	9,0 [2016]	Bank Danych Lokalnych	stała
Liczba przebudowanych skwerów i placów w kierunku tzw. skwerów i placów klimatycznych [szt.]	0 [2016]	Urząd Miasta	wzrost

### Cel 4. Podniesienie świadomości społecznej dotyczącej adaptacji do zmian klimatu

Wskaźnik [jednostka miary]	Wartość bazowa [rok]	Źródło informacji o wartości bazowej	Wartość docelowa /lub tendencja zmian
Istnienie Katalogu Dobrych Praktyk możliwych do wdrożenia w Ostrołęce w zakresie błękitno-zielonej infrastruktury dla spółdzielni mieszkaniowych i indywidualnych właścicieli posesji	0	Urząd Miasta	1
Liczba akcji edukacyjnych w zakresie adaptacji do zmian klimatu\ liczba osób biorących w nich udział		Urząd Miasta	wzrost
Liczba urzędników podnoszących kompetencje w zakresie zarządzania rozwojem miasta uwzględniającym ekstremalne zjawiska pogodowe oraz adaptacje do zmian klimatu (szkolenia, studia podyplomowe, udział w projektach itp.) [osoby]		Urząd Miasta	wzrost
Wysokość środków przeznaczonych na działania edukacyjne w zakresie adaptacji do zmian klimatu [zł]		Urząd Miasta	wzrost

## 8.2. Ewaluacja Strategii

Zadaniem ewaluacji jest sprawdzenie czy w wyniku podejmowanych działań powstały spodziewane rezultaty oraz, czy przełożyły się one na realizację wyznaczonych celów. W procesie ewaluacji wykorzystywane są informacje pochodzące z monitoringu oraz dodatkowe badania ewaluacyjne i wskaźniki kontekstowe (tab.13). Ze względu na znaczący horyzont czasowy Strategii przewiduje się przygotowanie ewaluacji w trybie *on-going* podczas realizacji Strategii oraz *ex-post* po zakończeniu obowiązywania Strategii. Ewaluacja *on-going* stwarza szansę obiektywnego przyjrzenia się dotychczasowym wynikom realizacji Strategii i pozwala zweryfikować pierwotne założenia, które były podstawą do jej stworzenia. Natomiast ewaluacja *ex-post* ma charakter podsumowujący efekty realizacji Strategii. Za wykonanie lub zlecenie wykonania badań oraz raportów ewaluacyjnych odpowiadać będzie komórka organizacyjna Urzędu Miasta odpowiedzialna za gospodarkę komunalną i ochronę środowiska we współpracy z innymi komórkami.

Tab. 13. Wskaźniki adaptacji miasta do zmian klimatu

Wskaźnik [jednostka miary]	Wartość bazowa [rok]	Źródło informacji	Wartość docelowa
Wysokość odszkodowań wypłaconych ze względu na zdarzenia spowodowane przez zjawiska ekstremalne na terenie miasta [zł]	51 560 [2010] 9 164 [2016]	Komórka organizacyjna Urzędu Miasta odpowiedzialna za zarządzanie kryzysowe/ gospodarkę Komunalną i ochronę środowiska	spadek
Liczba interwencji Straży Pożarnej z przyczyn klimatycznych (intensywne opady, silny wiatr, przybór wód, wyładowania atmosferyczne)	208 [2016]	Komenda Miejska Państwowe Straży Pożarnej	spadek
Liczba rodzin, które otrzymały zasiłki celowe ze względu na zjawiska ekstremalne na terenie miasta	3 [2016]	Jednostka organizacyjna miasta i komórka organizacyjna Urzędu Miasta odpowiedzialne za pomoc społeczną	spadek
Wydatki na bezpieczeństwo publiczne i ochronę przeciwpożarową w przeliczeniu na 1000 mieszkańców [zł]	165 tys. [2016]	Komórka organizacyjna Urzędu Miasta odpowiedzialna za sprawy finansowe	wzrost
Ocena komfortu życia w mieście przez mieszkańców – badanie jakościowe		Badanie jakościowe z mieszkańcami	wzrost

Wnioski płynące z ewaluacji stanowią istotny materiał pomocny przy aktualizacji zapisów Strategii w sytuacji zmieniających się potrzeb i nowych wyzwań dla Miasta. O konieczności aktualizacji Strategii decydować będzie Zespół ds. wdrażania i monitorowania Strategii na podstawie raportów z monitoringu i ewaluacji.

Osiągnięcie zakładanych wartości wskaźników programowych będzie wymagało szerokiego zaangażowania w realizację zamierzeń i projektów określonych w Strategii zarówno samorządu lokalnego i jednostek mu podległych, jak i podmiotów zewnętrznych. Z tego powodu istotnym elementem procesu wdrażania Strategii będzie jej upowszechnianie poprzez przekazywanie informacji dotyczących kierunków działań, promowanie rozwiązań zaproponowanych w dokumencie podczas spotkań z lokalnymi środowiskami i organizacjami.

### 8.3. Ramy finansowe

Podstawowym źródłem finansowania Strategii będą środki własne pochodzące z budżetu Miasta. Do dyspozycji pozostaje również budżet partycypacyjny, spółdzielni oraz wspólnot mieszkaniowych. Wdrożenie działań adaptacyjnych wymaga jednak zaangażowania znaczących nakładów, przewyższających możliwości budżetowe Samorządu. Koniecznością więc staje się aktywne stosowanie różnych wariantów montażu finansowego, które ukazano w tabeli 14. Z uwagi na fakt, że adaptacja obejmuje szerokie grono interesariuszy, przedstawione poniżej propozycje finansowania skierowane są nie tylko do jednostek samorządu terytorialnego, ale również do jednostek mu podległych oraz podmiotów zewnętrznych istotnych z punktu widzenia realizacji działań wskazanych w Strategii.

Tab. 14. Zewnętrzne potencjalne źródła finansowania wdrażania Strategii

Źródło finansowania	Opis	Rodzaje działań adaptacyjnych
<b>Program Operacyjny Infrastruktura i Środowisko (POIS), lub inny właściwy program w nowej perspektywie finansowej Unii Europejskiej</b>	Oś priorytetowa II <i>Ochrona środowiska, w tym adaptacja do zmian klimatu</i> Działanie 2.1. <i>Adaptacja do zmian klimatu wraz z zabezpieczeniem i zwiększeniem odporności na klęski żywiołowe, w szczególności katastrofy naturalne oraz monitoring środowiska</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– zadania służące osiągnięciu dobrego stanu wód</li> <li>– wsparcie systemów małej retencji, remont urządzeń wodnych oraz gospodarowanie wodami opadowymi w mieście</li> <li>– rozwój systemów wczesnego ostrzegania przed zjawiskami ekstremalnymi, systemów monitoringu środowiska</li> <li>– działania edukacyjne w obszarze zmian klimatu i adaptacji do nich</li> </ul>
<b>Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej</b>	<i>Przeciwdziałanie zagrożeniom środowiska z likwidacją ich skutków</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– działania infrastrukturalne (obwałowania przeciwpowodziowe, zbiorniki wodne, poldery, systemy retencionowania wody deszczowej)</li> <li>– działania dotyczące opracowania i wdrożenia systemu monitoringu zagrożeń i systemu wczesnego ostrzegania przed zagrożeniami, w tym budowa systemów monitoringu i ostrzegania przed nadzwyczajnymi zjawiskami klimatycznymi</li> <li>– przedsięwzięcia w zakresie metod i narzędzi do analizowania zagrożeń spowodowanych zmianami klimatu, w tym lokalne i regionalne plany i strategie w zakresie działań adaptacyjnych</li> </ul>
<b>Wojewódzki Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w Warszawie</b>	Zgodnie przyjętymi Programami Priorytetowymi	<ul style="list-style-type: none"> <li>– zadania związane z ochroną wód, gospodarką wodną w tym zagospodarowaniem wód opadowych</li> <li>– edukacja ekologiczna</li> <li>– działania mające na celu zapobieganie zagrożeniom środowiska oraz usuwające ich skutki poprzez zakup sprzętu ratowniczego</li> </ul>
<b>Mechanizm finansowy Life</b>	<i>Dostosowywanie się do skutków zmiany klimatu</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– tworzenie bazy wiedzy służącej realizacji działań adaptacyjnych,</li> <li>– przygotowanie strategii i planów działania mających na celu dostosowywanie się do</li> </ul>

Źródło finansowania	Opis	Rodzaje działań adaptacyjnych
		skutków zmiany klimatu na poziomie lokalnym – wspieranie rozwoju i prezentacji innowacyjnych technologii, systemów, metod i instrumentów służących dostosowywaniu się do skutków zmiany klimatu,
	<i>Zarządzanie i informacja w zakresie klimatu</i>	– zwiększanie poziomu świadomości w zakresie zagadnień dotyczących klimatu, – wspieranie komunikacji, zarządzania i rozpowszechniania informacji w dziedzinie klimatu
<b>Program Ramowy UE Horyzont 2020</b>	Program w zakresie badań naukowych i innowacji	– innowacyjne projekty badawczo-rozwojowe ukierunkowane na rozwój wiedzy oraz wdrażanie nowatorskich rozwiązań w dziedzinie adaptacji do zmian klimatu – projekty związane poprawą bezpieczeństwa przeciwpowodziowego, gospodarką energetyczną i wodną, transportem miejskim, a także projekty których celem jest poprawa jakości życia w mieście
<b>Oplaty środowiskowe</b>	Oplaty za zbiorowe unieszkodliwianie zanieczyszczeń na przykład za odprowadzanie wód opadowych i roztopowych do kanalizacji	– inwestycje proekologiczne, pro klimatyczne, adaptacyjne oraz infrastrukturalne dotyczące adaptacji do zmian klimatu

Źródło: IOŚ-PIB, Podręcznik adaptacji dla miast.

## 9. Podsumowanie

Uwzględnienie prognozowanych zmian klimatu w planowaniu rozwoju miasta jest niezbędne dla zapewnienia bezpiecznego i sprawnego funkcjonowania miasta oraz wysokiej jakości życia mieszkańców. Przyjmując Strategię władze i mieszkańcy Miasta Ostrołęki dostrzegają najważniejsze zagrożenia i wyzwania związane ze zmianami klimatu, do których należą: upały, fale upałów, fale chłodu, susze, intensywne opady i związane z nimi podtopienia, zagrożenia powodziowe, wiatr i burze. Ponieważ, jak wskazują prognozy i analizy klimatyczne, w perspektywie roku 2050 należy się spodziewać pogłębienia tendencji zmian zjawisk klimatycznych zaobserwowanych w przeszłości, to miasto powinno tworzyć struktury przestrzenne, społeczne i gospodarcze przygotowane na te zjawiska.

Koniecznością i wyzwaniem staje się więc kształtowanie polityki rozwoju i wizji miasta uwzględniającej nowe warunki klimatyczne i adaptacje do zmian klimatu. Cele zapisane w Strategii dotyczą głównie tych sektorów, które zostały uznane za najbardziej wrażliwe na zmiany klimatu w Ostrołęce tj.: zdrowie publiczne i jakość życia, dobra kultury i społeczne usługi publiczne, bioróżnorodność oraz gospodarka ściekowa. W Strategii określone są kierunki działań adaptacyjnych, będące odpowiedzią władz i mieszkańców Ostrołęki na wskazane zagrożenia.

Skuteczność działań adaptacyjnych zależy w dużym stopniu od zaangażowania w ich realizację wszystkich interesariuszy - władz lokalnych, służb miejskich, mieszkańców miasta i organizacji społecznych.

## 10. Literatura i materiały źródłowe

### Literatura

- Bergier T, Kronnenberg J, Lisicki P. 2013. Przyroda w mieście - Rozwiązania. Zrównoważony Rozwój - Zastosowania Nr 4/2013. Fundacja Sendzimira
- Bergier T, Kronnenberg J, Wagner I. 2014. Woda w mieście - Rozwiązania. Zrównoważony Rozwój - Zastosowania Nr 5/2014. Fundacja Sendzimira
- Błażejczyk K, Baranowski J, Błażejczyk A. 2016. Wpływ klimatu na stan zdrowia w Polsce stan aktualny oraz prognoza do 2100 roku. Warszawa
- Błażejczyk K., Kuchcik M., Milewski P., Dudek W., Kręcisz B., Błażejczyk A., Szmyd J., Degórska B., Pałczyński C. 2014. Miejska wyspa ciepła w Warszawie. Uwarunkowania klimatyczne i urbanistyczne. Warszawa
- EEA 2012. Urban adaptation to climate change in Europe. Challenges and opportunities for cities together with supportive national and European policies.
- Podręcznik adaptacji dla miast. Wytyczne do przygotowania Miejskiego Planu Adaptacji do zmian klimatu. 2015. Ministerstwo Środowiska

### Dokumenty strategiczne i planistyczne

- Strategiczny plan adaptacji dla sektorów i obszarów wrażliwych na zmiany klimatu do roku 2020 z perspektywą do roku 2030 (SPA 2020)
- Studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego Miasta Ostrołęki, czerwiec 2016
- Strategia rozwoju Miasta Ostrołęki do roku 2020
- Program Rewitalizacji dla Miasta Ostrołęki na lata 2017-2023
- Program Ochrony Środowiska Miasta Ostrołęki na lata 2013-2016 z perspektywą do 2020 roku
- Plan Gospodarki Odpadami dla Miasta Ostrołęki na lata 2009-2012 z uwzględnieniem lat 2013 – 2016
- Regulamin utrzymania czystości i porządku na terenie miasta Ostrołęki
- Założenia do planu zaopatrzenia w ciepło, energię elektryczną i paliwa gazowe dla miasta Ostrołęki
- Plan gospodarki niskoemisyjnej dla miasta Ostrołęki
- Plan Zrównoważonego Rozwoju Publicznego Transportu Zbiorowego dla Miasta Ostrołęka na lata 2014 – 2023
- Strategia Rozwiązywania Problemów Społecznych – Program lokalny w zakresie pomocy społecznej w mieście Ostrołęka na lata 2009 – 2016
- Miejski Program Promocji Zdrowia i Profilaktyki na lata 2009 – 2015 w Mieście Ostrołęka
- Strategia Oświatowa Miasta Ostrołęki na lata 2014 – 2020
- Wieloletnia prognoza finansowa na lata 2017-2036

Plan Inwestycyjny dla Miasta Ostrołęki i subregionu ostrołęckiego  
Plan Zarządzania Kryzysowego Miasta Ostrołęki  
Program Ochrony Środowiska Miasta Ostrołęki na lata 2017 – 2020 z perspektywą do 2024 roku  
Opracowanie Ekofizjograficzne Dla Miasta Ostrołęki  
Miejscowe plany zagospodarowania przestrzennego  
Plan zarządzania ryzykiem powodziowym dla obszaru dorzecza Wisły

### **Źródła danych**

Centralny Ośrodek Dokumentacji Geodezyjnej i Kartograficznej: Baza Danych Obiektów Topograficznych (BDOT 10k), ortofotomapa, mapa topograficzna w skali 1: 10 000, <http://geoportal.gov.pl/>

Główny Urząd Statystyczny: Bank Danych Lokalnych <https://bdl.stat.gov.pl/BDL/start/>,

Generalna Dyrekcja Ochrony Środowiska: Centralny Rejestr Form Ochrony Przyrody <http://geoserwis.gdos.gov.pl/mapy>

Państwowy Monitoring Środowiska <http://www.gios.gov.pl/pl/stan-srodowiska/pms>  
<http://www.wios.warszawa.pl.pl/>

Krajowy Zarząd Gospodarki Wodnej <http://http://www.kzgw.gov.pl/index.php/pl/>

Urząd Miasta, spółki miejskie Ostrołęki, KM Państwowej Straży Pożarnej, Powiatowa Stacja Sanitarno-Epidemiologiczna, Mazowiecki Szpital Specjalistyczny w Ostrołęce (*ludność, informacja o osobach bezdomnych, ciepłownictwo, czynna akcja zimowa, zużycie wody, podtopienia, interwencje pogotowia ratunkowego, interwencje straży pożarnej*)



## 11. Wykaz skrótów i oznaczeń

**B(a)P** – benzo(a)piren

**GUS** – Główny Urząd Statystyczny

**IOŚ-PIB** – Instytut Ochrony Środowiska – Państwowy Instytut Badawczy

**KM PSP** – Komenda Miejska Państwowej Straży Pożarnej

**KZGW** – Krajowy Zarząd Gospodarki Wodnej

**MOPR** – Miejski Ośrodek Pomocy Rodzinie

**MPWC** – miejska powierzchniowa wyspa ciepła

**MZK** – Miejski Zakład Komunikacji

**NID** – Narodowy Instytut Dziedzictwa

**OPWiK** - Ostrołęckie Przedsiębiorstwo Wodociągów i Kanalizacji

**OSP** – Ochotnicza Straż Pożarna

**OTBS** – Ostrołęckie Towarzystwo Budownictwa Społecznego

**PA** – potencjał adaptacyjny

**PM10** – pył zawieszony o frakcji cząstek o średnicy aerodynamicznej do 10 µm

**PM2,5** – pył zawieszony o frakcji cząstek o średnicy aerodynamicznej do 2,5 µm

**PSP** – Państwowa Straż Pożarna

**PSSE** – Powiatowa Stacja Sanitarno-Epidemiologiczna

**RZGW** – Regionalny Zarząd Gospodarki Wodnej

**UM** – Urząd Miasta

**UMWM** - Urząd Marszałkowski Województwa Mazowieckiego

**WIOŚ** – Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska

**ZE** – Zespół Ekspertów pracujący przy opracowaniu Strategii

**ZM** – Zespół Miejski pracujący przy opracowaniu Strategii





**ZAŁĄCZNIK 1**

**Strategia adaptacji do zmian klimatu  
miasta Ostrołęki  
do roku 2025 z perspektywą do 2030**

**TENDENCJE ZMIAN WYBRANYCH  
ZJAWISK KLIMATYCZNYCH  
W LATACH 1981-2015  
DLA OSTROŁĘKI**



**WYKONAWCY PROJEKTU:**



**INSTYTUT OCHRONY ŚRODOWISKA  
– PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY**



**VISTA ANALYSE**

**Iceland  
Liechtenstein  
Norway grants**

**Warszawa, 2017**

**Zespół autorski:**

*Danuta Limanówka*

*Anna Romańczak*

przy współudziale *Katarzyny Osińskiej-Skotak* i *Małgorzaty Bidłasik* (w zakresie opracowania mapy powierzchniowej miejskiej wyspy ciepła)

## Spis treści

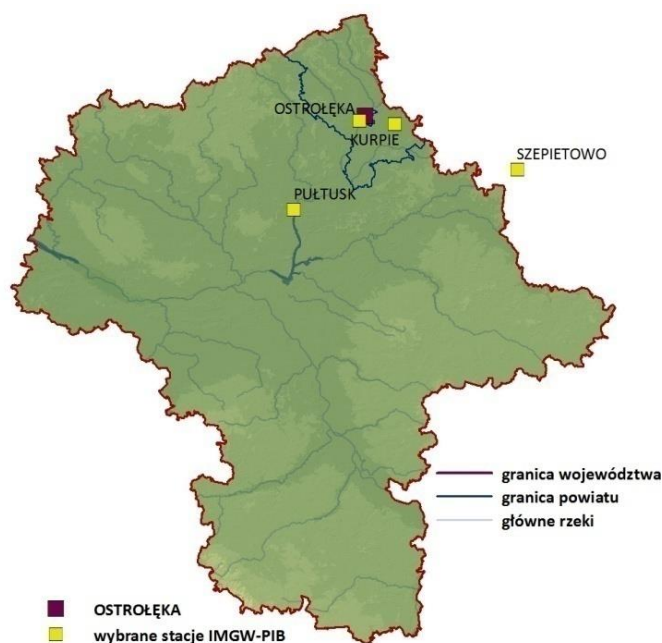
1.	Wstęp .....	5
2.	Charakterystyka termiczna miasta .....	8
2.1.	Temperatura średnia .....	9
2.2.	Temperatura maksymalna .....	11
2.3.	Temperatura minimalna .....	13
2.4.	Fale upałów, fale zimna, dni mroźne .....	15
2.5.	Miejska wyspa ciepła .....	17
2.6.	Temperatura przejściowa .....	19
2.7.	Zmienność liczby dni grzewczych i chłodzących .....	20
3.	Charakterystyka pluwianna miasta .....	21
3.1.	Sumy miesięczne i roczne opadów .....	21
3.2.	Opady o dużym natężeniu .....	23
3.3.	Długotrwałe opady .....	25
3.4.	Warunki termiczno-opadowe .....	26
3.5.	Długotrwałe okresy bezopadowe .....	26
3.6.	Prawdopodobieństwo wystąpienia maksymalnego dobowego opadu .....	27
3.7.	Pokrywa śnieżna .....	28
3.8.	Okresy niżówkowe .....	30
3.9.	Susze .....	31
4.	Charakterystyka warunków anemometrycznych miasta .....	32
4.1.	Silny i bardzo silny wiatr .....	32
4.2.	Burze .....	34
5.	Podsumowanie .....	35



## 1. Wstęp

Głównym założeniem opracowania, wynikającym z projektu jest określenie ekspozycji miasta na dany czynnik klimatyczny. Szczególna uwaga została zwrócona na zagrożenia wynikające ze zmian klimatu. Zjawiska klimatyczne zostały przeanalizowane w kontekście tendencji zmian ich wartości w latach 1981-2015. Opracowany materiał stanowił podstawę analizy wrażliwości poszczególnych sektorów miasta na uwzględnione w opracowaniu czynniki klimatyczne i ich pochodne.

Obszar badań niniejszego opracowania obejmuje miasto i najbliższe okolice Ostrołęki. Miasto Ostrołęka położone jest na wysokości 92 m n.p.m., o współrzędnych geograficznych  $\lambda$  53o04'58'' N i  $\phi$  21o34'21'' E (rys. 1) w północno wschodniej Polsce na Nizinie Północnomazowieckiej i w sąsiedztwie Puszczy Zielonej (woj. mazowieckie) i fragmenty Niziny Wschodniobałtyckiego-Białoruskiego. Przez miasto Ostrołęka przepływają trzy rzeki: Narew, Omulew i Czeczotka.



**Rysunek 1** Mapa okolic Ostrołęki wraz z lokalizacją stacji meteorologicznych IMGW-PIB

Dane pomiarowe wykorzystane w opracowaniu do analizy zjawisk termicznych, anemometrycznych i pokrywy śnieżnej pochodzą ze stacji synoptycznej IMiGW-PIB Pułtusk (stacja II rzędu) oddalonej o 51 km od miasta (Tab. 1). Wybór tej stacji jest uwarunkowany dostępnością odpowiednio długiej serii pomiarów (1981-2015). Tego warunku nie spełniała stacja synoptyczna Ostrołęka, oddalona o 3 km od centrum miasta, ale dane pomiarowe tej stacji z okresu 1981-1999 zostały wykorzystane do celów porównawczych przebiegów zmiennych klimatycznych. Ponadto do analiz warunków pluwialnych użyto dane ze stacji opadowej Kurpie (oddalona o 5 km).

**Tabela 1 Stacje synoptyczne uwzględnione w opracowaniu**

Kod WMO stacji synoptycznej	Nazwa stacji	Długość geograficzna $\lambda$ E	Szerokość geograficzna $\phi$ N	Hs Wysokość m n.p.m.
285	Ostrołęka	21° 32' 02''	53° 03' 57''	94
3701	Pułtusk	21° 06'	52° 44'	95
3801	Szepietowo	22° 33'	52° 51'	150
92703	Kurpie	21° 46'	53° 03'	110

W ocenie miejskiej wyspy ciepła wykorzystano zdjęcie satelitarne zarejestrowane z pokładu satelity Landsat 8 w dniu 5 lipca 2015 r. Wyboru odpowiedniego terminu wykonania powierzchniowej MWC dokonano po przeanalizowaniu danych meteorologicznych ze stacji synoptycznej IMGW-PIB Pułtusk. Rozkład temperatury powierzchni obliczono na podstawie prawa Planck'a, obraz satelitarny poddano korekcji radiometrycznej i atmosferycznej.

Warunki hydrologiczne (stresory) rejonu Ostrołęki przedstawiono w oparciu o okresy niżówkowe (niskie przepływy wody w rzece) oraz niedobory wody (problem zaopatrzenia w wodę). Wykorzystano pomiary ze stacji wodowskazowej Ostrołęka na rzece Narew (rys. 2, tab. 2).



**Rysunek 2 Lokalizacja wodowskazów w rejonie Ostrołęki**

**Tabela 2 Stacja wodowskazowa uwzględniona w opracowaniu**

Stacja wodowskazowa	Rzeka	Kod	Km rzeki (wg MPHP)	Powierzchnia zlewni [km <sup>2</sup> ]	Wielolecie
Ostrołęka	Narew	13430	145,41	21920,99	1981-2015

Niżówkę zdefiniowano jako okres, w którym przepływy były równe lub niższe od założonej wartości progowej przepływu, zwany również przepływem granicznym (Zielińska 1963, Ozga-Zielińska, Brzeziński 1997; Tallaksen). Stosując kryterium gospodarcze wartość przepływu



granicznego przyjmuje się na poziomie Q70%, a określony na podstawie krzywej sum czasów trwania przepływów wraz z wyższymi. Niżówki są również wskaźnikiem wyznaczania susz hydrologicznych (Tokarczyk 2010).

W ocenie podatności miasta na występowania suszy hydrologicznej wykorzystano wskaźnik standaryzowany odpływu SRI (ang. Standardized Runoff Index) (Shukla, Wood, 2008). Wskaźnik charakteryzuje wilgotnościowe warunki hydrologiczne w zlewni na podstawie wielkości odpływu ze zlewni. Klasyfikację wskaźnika SRI przeprowadza się wykorzystując przedziały wartości dla standaryzowanego wskaźnika opadu (SPI).

Ukształtowanie powierzchni Ostrołęki i okolicy cechuje niewielkie zróżnicowanie, a wysokości bezwzględne sięgają do 150 m n.p.m. Klimat miasta ma charakter przejściowy, który jest kształtowany przez wpływ mas powietrza kontynentalnego (wschodnie) i oceanicznego (zachodnie) z przewagą wschodnich. Brak większych barier orograficznych ułatwia ich przepływ zarówno w układzie południkowym, jak i równoleżnikowym. Zróżnicowanie elementów meteorologicznych Ostrołęki i okolicy przedstawia się następująco. Wzrost wskaźnika kontynentalizmu w tej części województwa przejawia się spadkiem średniej rocznej temperatury do 7,7°C w Ostrołęce(1981-1999) a w Szepietowie 7,5°C, natomiast w Pułtuskowi wynosi 8,1°C. Ważną informacją klimatologiczną jest liczba tzw. dni charakterystycznych. Dni upalne z temperaturą maksymalną powyżej 30,0°C występują średnio od 4 do 7 dni w roku. Najdłuższy okres upałów zanotowano w latach 2015 (21 dni w Pułtuskowi), 1994 (18, 19 dni w Ostrołęce i Pułtuskowi) i 2010 (13 dni w Szepietowie). Najwyższa maksymalna dobową temperaturą powietrza 37,0°C odnotowana została 30 lipca 1994 roku na stacji w Pułtuskowi. Dni silnie mroźne w czasie których temperatura minimalna spada poniżej -20,0°C występują sporadycznie i tylko w ciągu jednego dnia. Na badanym obszarze rekordowo niską temperaturę dobową powietrza minus 34,0°C zanotowano 8 i 30 stycznia 1987 roku.

Średnia roczna suma opadów z okresu 1981-2015 w Pułtuskowi wynosi 566 mm. Opady atmosferyczne (roczne sumy) zmieniły się od 385 mm (2015 r.) do 824 mm (2010 r.). Maksymalny dobowy opad w okresie 1981-2015 wystąpił 19 lipca 2004 roku i wynosił 90,5 mm. Maksymalna grubość pokrywy śnieżnej 57 cm wystąpiła w Pułtuskowi w dniach 16-18 luty i 16 marca 2010 roku.

W rejonie Ostrołęki i okolic średnie prędkości wiatru wynosiły ok. 4 m/s. Maksymalna prędkość wiatru może dochodzić do 19 m/s i w tym rejonie występuje duże prawdopodobieństwo maksymalnych porywów wiatru związanych z ogólną cyrkulacją atmosfery. W okresie 1981-2015 notowano porywy wiatru dochodzące do 38 m/s (7 marca 2002 r.).

Niebezpiecznym zjawiskiem są burze, a w badanym wieloleciu największą ich ilość zaobserwowano w roku 2001, bo aż 43 dni. Najczęściej pojawiają się w lipcu (średnio 7) i czerwcu (średnio 6).

Charakterystyka termiczna miasta uwzględnia zagrożenia wynikające ze zmian klimatu: z systematycznego wzrostu temperatury powietrza, zwiększającej się liczby fal upałów, występowania miejskiej wyspy ciepła. Przeanalizowano także możliwe negatywne skutki skrajnych wartości temperatur (upały) oraz (mrozy) na wybrane sektory miasta.

Upały w znaczący, negatywny sposób wpływają na człowieka, środowisko, infrastrukturę gospodarczą i komunikacyjną. Takie sytuacje pogodowe, gdy temperatura przekracza 30°C najbardziej zagrażają zdrowiu i życiu osób chorych, seniorów, dzieci i kobiet w ciąży. Wysoka temperatura powietrza przyczynia się do niszczenia nawierzchni dróg, torów kolejowych oraz linii energetycznych. Powoduje wysychanie ściółki leśnej, a w efekcie pożary lasów, potęguje zjawisko suszy atmosferycznej, glebowej i hydrologicznej.

Przymrozki są zjawiskiem powodującym straty ekonomiczne w niektórych działach rolnictwa, zwłaszcza w sadownictwie i warzywnictwie. Zniszczenia, które niosą ze sobą, mają bezpośredni wpływ na wielkość i jakość oczekiwanych plonów.

Silny mróz stanowi poważne zagrożenie dla ludzi i zwierząt. W wyniku przechłodzenia organizmu mogą nastąpić zgony, szczególnie wśród osób bezdomnych lub będących pod wpływem alkoholu. Silny mróz w połączeniu z brakiem pokrywy śnieżnej powoduje wymarzenie zbóż ozimych i drzew owocowych. Straty zauważalne są w produkcji rolnej i sadowniczej. W gospodarce natomiast zaburza normalną pracę systemów energetycznych (zwiększone zużycie energii elektrycznej) i komunikacyjnych oraz zakładów przemysłowych. Mróz może spowodować rozległe awarie: trakcji i torów kolejowych, magistrali ciepłowniczych, instalacji i urządzeń hydrotechnicznych, wodociągów, sieci kanalizacyjnej i linii przesyłowych wysokiego napięcia. Takie warunki pogodowe doprowadzają do znacznych utrudnień dla społeczności zamieszkującej na terenach zurbanizowanych.

Niska temperatura ma również negatywny wpływ na transport żywności. Przejście temperatury przez 0°C (zmiana temperatury z ujemnej na dodatnią i odwrotnie) oraz gwałtowne zmiany temperatury w ciągu doby lub z dnia na dzień zaliczane są do zjawisk szkodliwych, nie tylko w rolnictwie, sadownictwie (ogrody działkowe w mieście) ale również w komunikacji i budownictwie. Z kolei dni z temperaturą powietrza w przedziale od -5°C do +2,5°C przy jednoczesnym wystąpieniu opadów (>1mm) zalicza się do niebezpiecznych zjawisk, powodujących oblodzenia, gołoledź czy opady deszczu ze śniegiem.

W ostatnich latach obserwuje się wzrost zagrożeń wywołanych ekstremalnymi zjawiskami meteorologicznymi, takimi jak intensywne kilkudniowe opady deszczu o charakterze rozlewnym oraz krótkotrwałe deszcze ulewne i nawałne powodujące wezbrania i powodzie lokalne typu flashflood. Podczas występowania opadu >30 mm/dobę, tzw. opadu zagrażającego tworzą się lokalne podtopienia oraz zalania terenów i pomieszczeń niżej położonych; na ulicach i powierzchniach zwartych tworzy się stojąca warstwa wody, a w terenach o zróżnicowanej rzeźbie następuje szybki jej spływ; pojawia się erozja i spływ gleb; utrudnienia w ruchu pieszym i drogowym.

Susza jest zjawiskiem o charakterze tymczasowym, naturalnie występującym w środowisku, związanym z ograniczoną dostępnością wody na określonym obszarze. Z reguły jest zjawiskiem długotrwałym, mogącym trwać od miesięcy do kilku lat, przechodzącym różne fazy rozwoju (susza meteorologiczna, glebowa, hydrologiczna). Podobna zmienność może dotyczyć obszaru objętego suszą – obszar może się zmieniać w zależności od panujących na nim warunków lokalnych. Z praktycznego punktu widzenia susza jest traktowana jak zagrożenie naturalne, mogące powodować wiele negatywnych skutków dla społeczeństwa (np. możliwe problemy zaopatrzenia gospodarstw domowych w wodę i wynikające z tego uciążliwości codziennego życia), gospodarki (np. ograniczenia dostaw wody na cele technologiczne) i środowiska (wpływ na ekosystemy, zwłaszcza gatunki flory i fauny związane ze środowiskiem wodnym).

## 2. Charakterystyka termiczna miasta

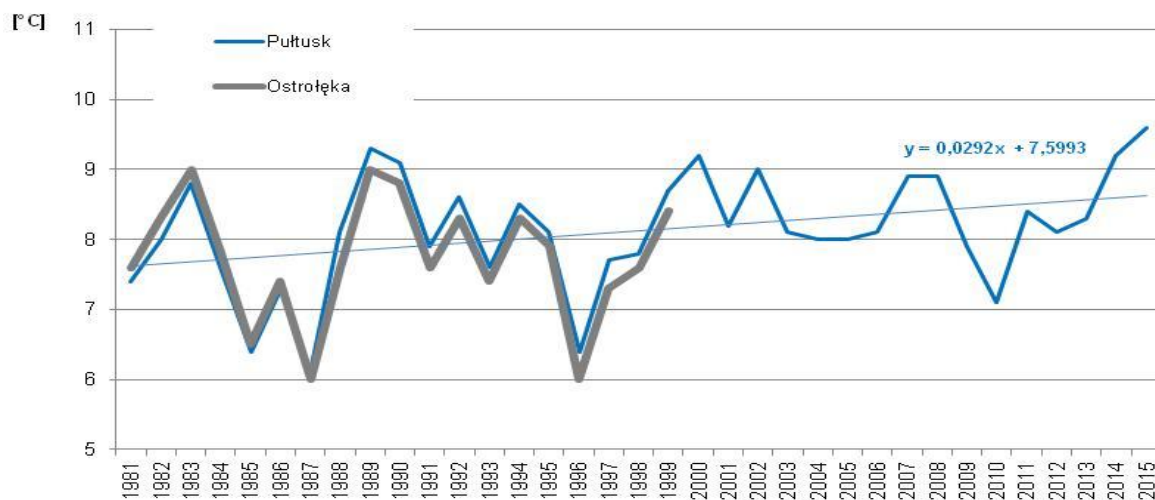
Charakterystyka warunków termicznych miasta Ostrołęki obejmuje analizę wskaźników opisujących zjawiska klimatyczne znaczące ze względu na funkcjonowanie miasta:

- temperaturę średnią, temperaturę maksymalną i temperaturę minimalną,
- okresy upałów,
- okresy chłodu,
- temperaturę przejściową i dni charakterystyczne termicznie,
- zmienność liczby dni grzewczych i chłodzący.

Do analizy zmian temperatury zastosowano także metodę percentyli 2. i 98. Percentyl 2. wskazuje wartości badanych elementów, poniżej których występuje 2% wszystkich wartości w danym okresie, natomiast percentyl 98. odcina 2% największych wartości temperatury.

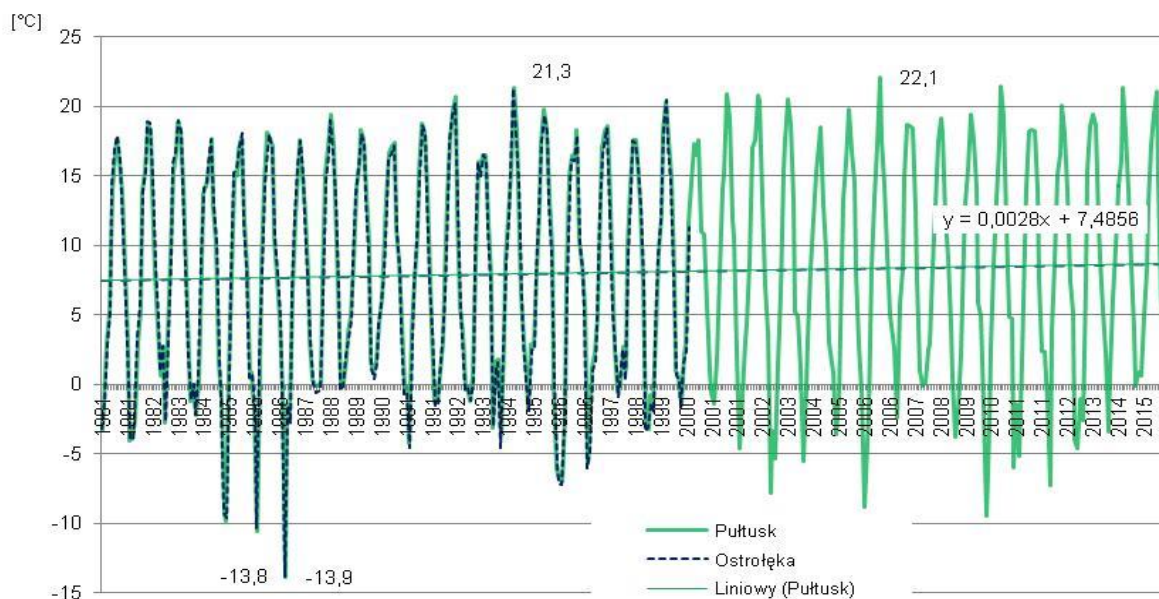
## 2.1. Temperatura średnia

Przebieg średniej rocznej temperatury powietrza w latach 1981-2015 na stacji synoptycznej Pułtusk, reprezentującej warunki termiczne miasta Ostrołęka, wskazuje na stopniowe ocieplanie klimatu omawianego obszaru (rys. 3).



Rysunek 3 Wieloletnia zmienność średniej rocznej temperatura powietrza ( $T_{sr}$ ), Pułtusk i Ostrołęka

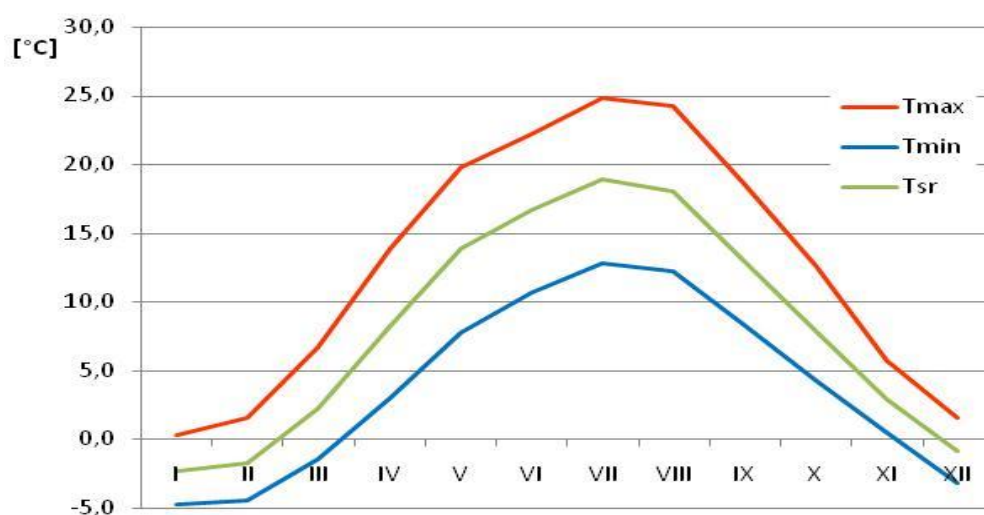
Średnia roczna temperatura powietrza wynosi 8,1°C. W 35 letnim okresie (1981-2015) zmieniała się od 6,1°C w 1987 roku do 9,6°C w 2015 r. Przebieg rocznej temperatury wskazuje na słaby, dodatni trend zmian temperatury na poziomie około 0,3°C w dziesięciolecie.



**Rysunek 4 Zakres zmian średniej miesięcznej temperatury w Pultusku i Ostrołęce w latach 1981-2015**

W wieloleciu średnia miesięczna temperatura wahała się od  $-13,9^{\circ}\text{C}$  w styczniu 1987 r. do  $22,1^{\circ}\text{C}$  w lipcu 2007 r. (rys. 4). Przez większość analizowanego okresu temperatura powietrza osiągała wartości dodatnie.

Roczny przebieg temperatur średniej, maksymalnej i minimalnej powietrza przedstawiono na rysunku 5.

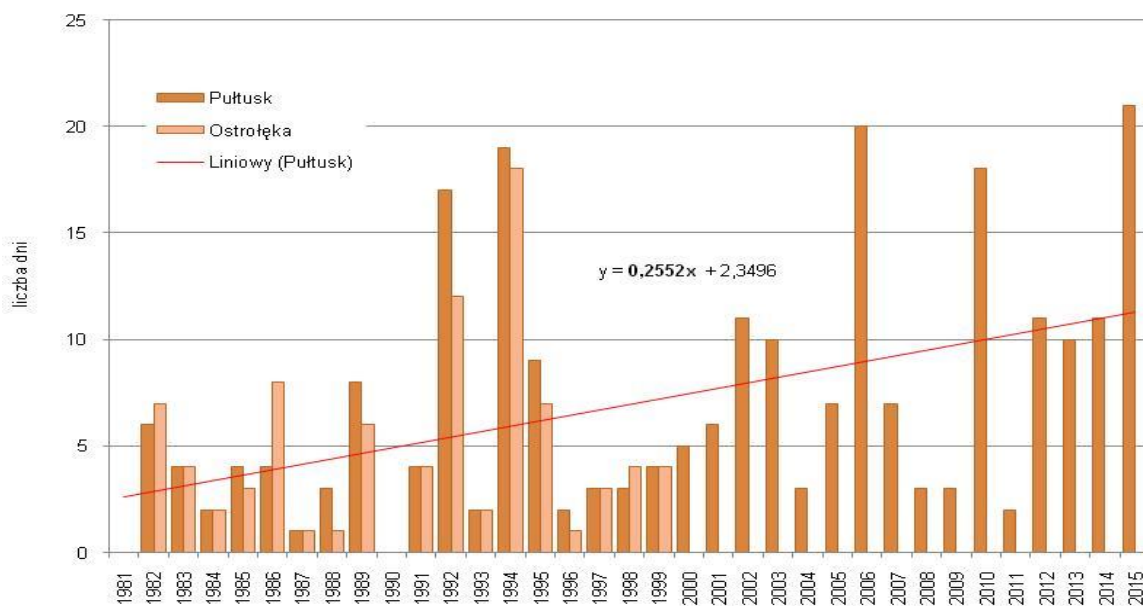


**Rysunek 5 Przebieg roczny maksymalnej temperatury ( $T_{\text{max}}$ ) średniej miesięcznej ( $T_{\text{sr}}$ ) i minimalnej temperatury powietrza ( $T_{\text{min}}$ ) w Pultusku (1981-2015)**

W przebiegu rocznym najchłodniejszym miesiącem jest styczeń ze średnią temperaturą powietrza  $-2,3^{\circ}\text{C}$ , a najcieplejszym lipiec  $18,9^{\circ}\text{C}$  (rys. 5).

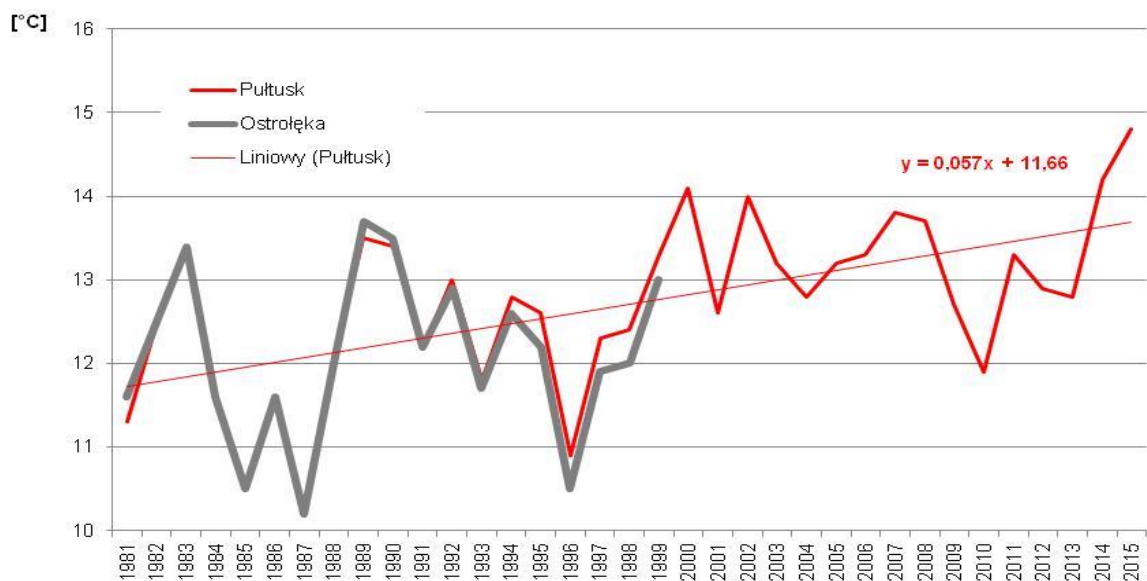
## 2.2. Temperatura maksymalna

Na stacji Pułtusk percentyl 98 w roku wyniósł 30°C w wieloleciu 1981–2015, w Ostrołęce natomiast 28,9°C z okresu 1981–1999. Liczba dni z temperaturą maksymalną większą od 30°C (rys. 6) wskazuje na wzrost wartości temperatury w ciągu doby. Wyraźnie zwiększa się liczba dni z najwyższą temperaturą dobową przekraczającą przyjęty próg, średnio o 2,5 dnia/dekadę.



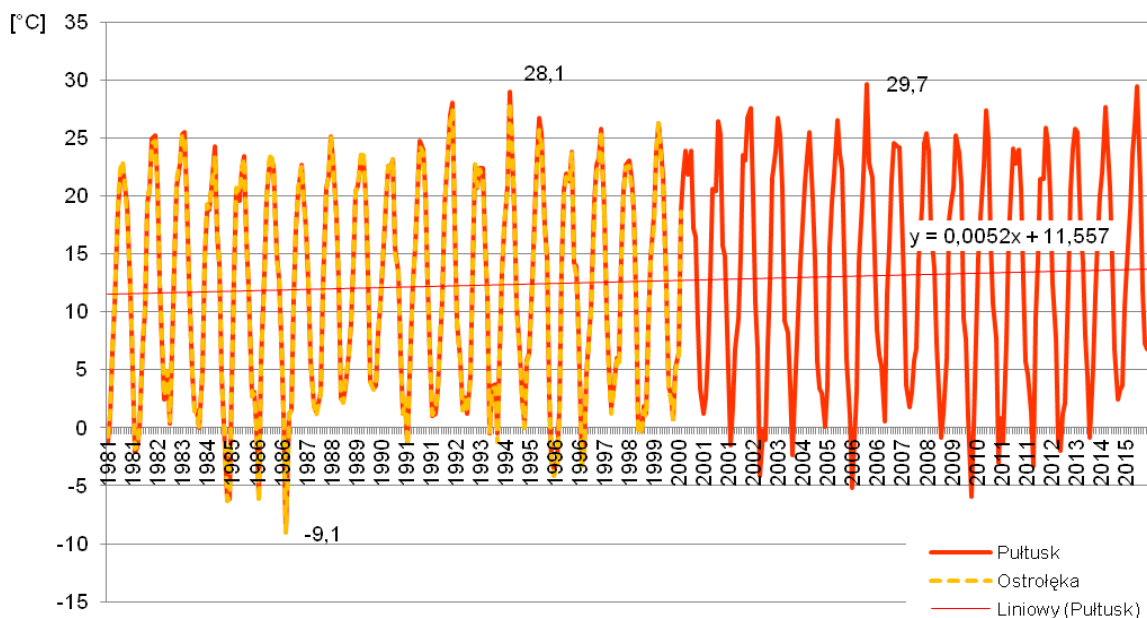
Rysunek 6 Liczba dni z temperaturą maksymalną większą od 30°C, Pułtusk i Ostrołęka

W ciągu roku w Pułtusku dni upalne występują przeciętnie 7 razy. Najwięcej dni z takimi warunkami termicznymi było w roku 2015 (21 dni). We wspólnym dla obu stacji okresie (1981–1999) było średnio w roku 5/4,6 dni upalnych (Pułtusk/Ostrołęka), najwięcej – 18/19 dni (Pułtusk/Ostrołęka) – w 1994 r., a w latach 1981 i 1990 nie odnotowano takich epizodów.



**Rysunek 7** Wieloletnia zmienność średniej temperatury maksymalnej (Tmax) w latach 1981–2015, Pultusk i Ostrołęka

Średnia roczna temperatura maksymalna wynosi 12,7°C (w Ostrołęce 12,0°C w latach 1981–1999). Najniższą wartość, 10,2°C, osiągnęła w 1987 r., a najwyższą, 14,8°C, w 2015 r. (rys. 7). Na stacji Ostrołęka i Pultusk w okresie 1981–1999 warunki były bardzo zbliżone: średnia roczna temperatura maksymalna wynosiła 12,2°C/12,1°C (Pultusk/Ostrołęka); najwyższa 13,5°C/13,7°C, a najniższa 10,2°C. Obserwuje się wyraźny wzrost temperatury maksymalnej o około 0,6°C w skali dziesięciolecia.

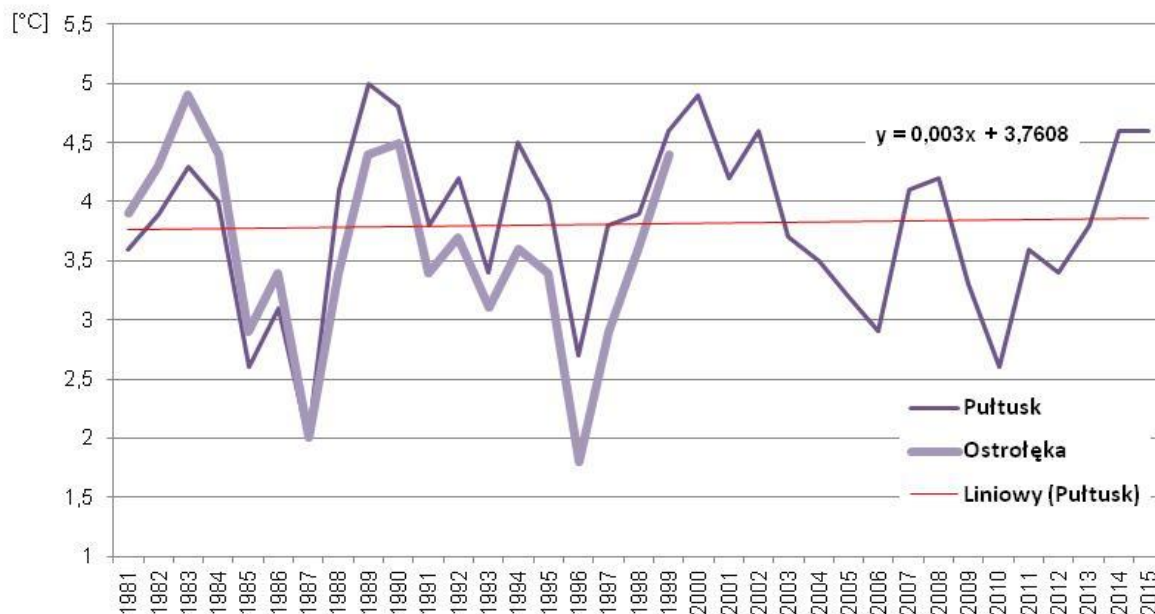


**Rysunek 8** Zakres zmian maksymalnej temperatury w wieloleciu 1981–2015, Pultusk i Ostrołęka

Średnia miesięczna temperatura maksymalna zmieniała się w zakresie od  $-9,1^{\circ}\text{C}$  w styczniu 1987 r. do  $29,7^{\circ}\text{C}$  w lipcu 2006 r. z niewielką tendencją wzrostową.

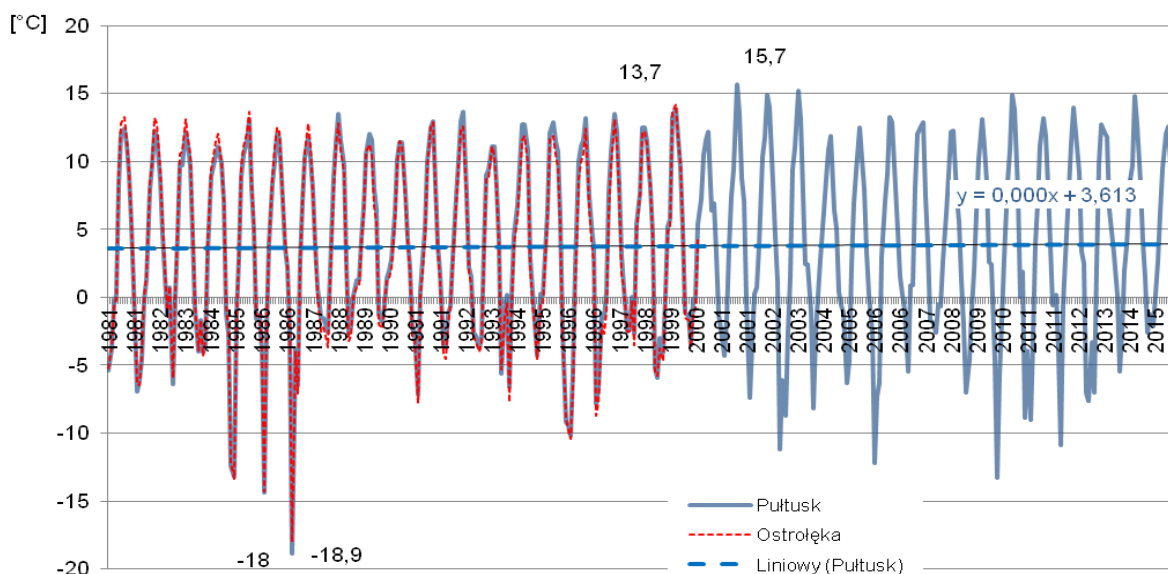
### 2.3. Temperatura minimalna

W Pułtusk dla temperatury minimalnej obliczony percentyl 2. Wynosi  $-14,4^{\circ}\text{C}$  (na stacji Ostrołęka  $-15,4^{\circ}\text{C}$ ). Oznacza to, że 2% wyników pomiarów temperatury minimalnej znajduje się poniżej tej wartości.



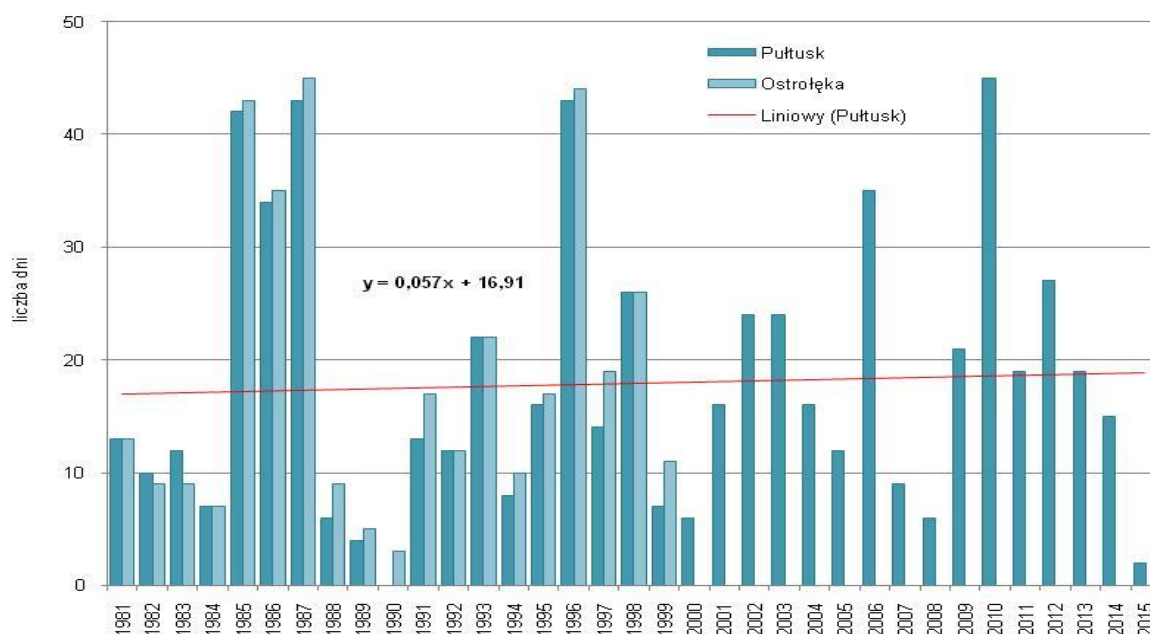
**Rysunek 9** Wieloletnia zmienność średniej temperatury minimalnej ( $T_{\min}$ ) w latach 1981-2015, Pułtusk i Ostrołęka

Średnia roczna temperatura minimalna w Pułtusk wynosi  $3,8^{\circ}\text{C}$ . Najniższą wartość,  $2^{\circ}\text{C}$ , zanotowano w 1987 r., a najwyższą,  $5^{\circ}\text{C}$ , w 1989 r. (rys. 9). Na stacji Ostrołęka okresie 1981–1999 średnia temperatura minimalna wynosiła  $3,6^{\circ}\text{C}$ , była niższa o  $0,2^{\circ}\text{C}$  w stosunku do temperatury na stacji Pułtusk. Przebieg temperatury minimalnej na obydwu stacjach jest zbliżony. Przez większość lat temperatura na stacji w Ostrołęce jest niższa (maksymalnie o  $0,9^{\circ}\text{C}$  w 1996 r.), w latach 1981–1987 przyjmuje wyższe wartości (maksymalnie o  $0,6^{\circ}\text{C}$  w 1983 r.). Obserwuje się słaby wzrost temperatury minimalnej o około  $0,03^{\circ}\text{C}$  w skali dziesięciolecia.



**Rysunek 10 Zakres zmian minimalnej temperatury w wieloleciu 1981–2015, Pultusk i Ostrołęka**

Najniższą wartość temperatura minimalna (-18,9°C) osiągnęła w styczniu 1987 r., a najwyższą (15,7°C) w lipcu roku 2001 (rys. 10).



**Rysunek 11 Liczba dni z temperaturą minimalną mniejszą od -10°C, Pultusk i Ostrołęka**

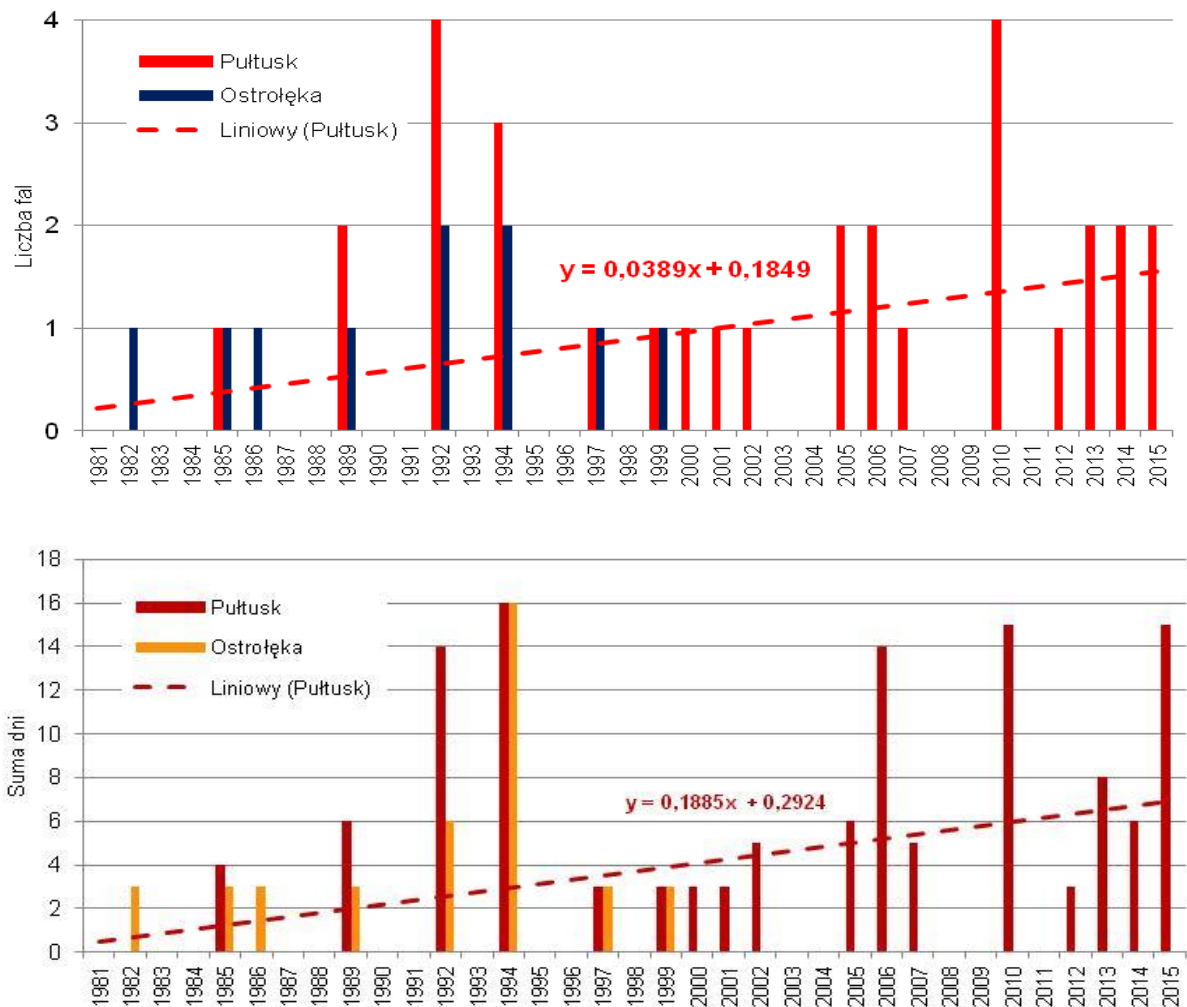
Liczba dni z temperaturą minimalną mniejszą niż -10°C (dni mroźne) w 35-leciu nieznacznie wzrasta o około 0,6 dnia w ciągu dekady (rys.11). Przeciętnie w roku występuje 18 dni mroźnych (19 dni w Ostrołęce w latach 1981–1999, przy 17 dniach w Pultusku). Najwięcej dni z taką temperaturą było w latach 1985 i 1987 (42 dni), a najmniej w roku 2015 (1 dzień).



## 2.4. Fale upałów, fale zimna, dni mroźne

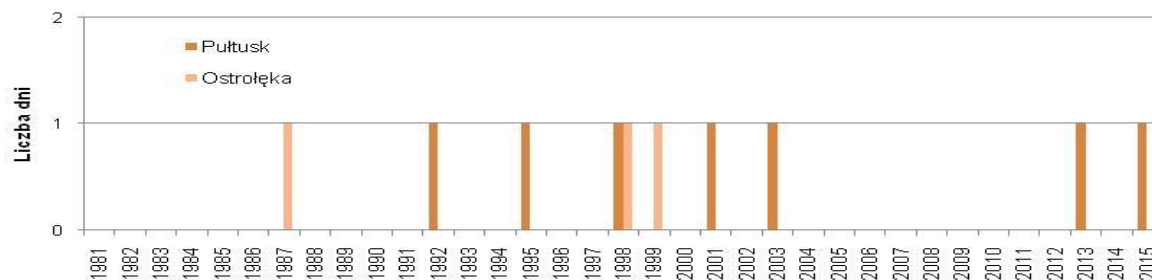
Fale upałów definiowane są jako okresy przynajmniej trzech dni z temperaturą maksymalną powietrza powyżej 30°C, fala chłodu natomiast to okres przynajmniej 3 dni z temperaturą minimalną poniżej -10°C.

W Pułtusk w całym analizowanym okresie (1981–2015) zanotowano 31 fal upałów trwających od 3 do 11 dni, przy czym należy podkreślić, że to zjawisko nie wystąpiło przez 18 lat (rys. 12). Najdłuższą falę upałów zanotowano w roku 2015, która utrzymywała się od 3 do 13 sierpnia 2015 r. Na stacji Ostrołęka w latach 1981-1999 zanotowano 12 fal upałów, trwających od 3 do 11 dni (najdłuższa w dniach 24 lipca – 3 sierpnia 1994 r.), a w Pułtusku w analogicznym okresie 10 fal upałów trwających od 3 do 10 dni. W dwóch przypadkach fale upałów, odnotowane w Ostrołęce nie znalazły potwierdzenia w Pułtusku.



Rysunek 12 Liczba fal upałów i suma dni w falach w wieloleciu 1981–2015, Pułtusk i Ostrołęka

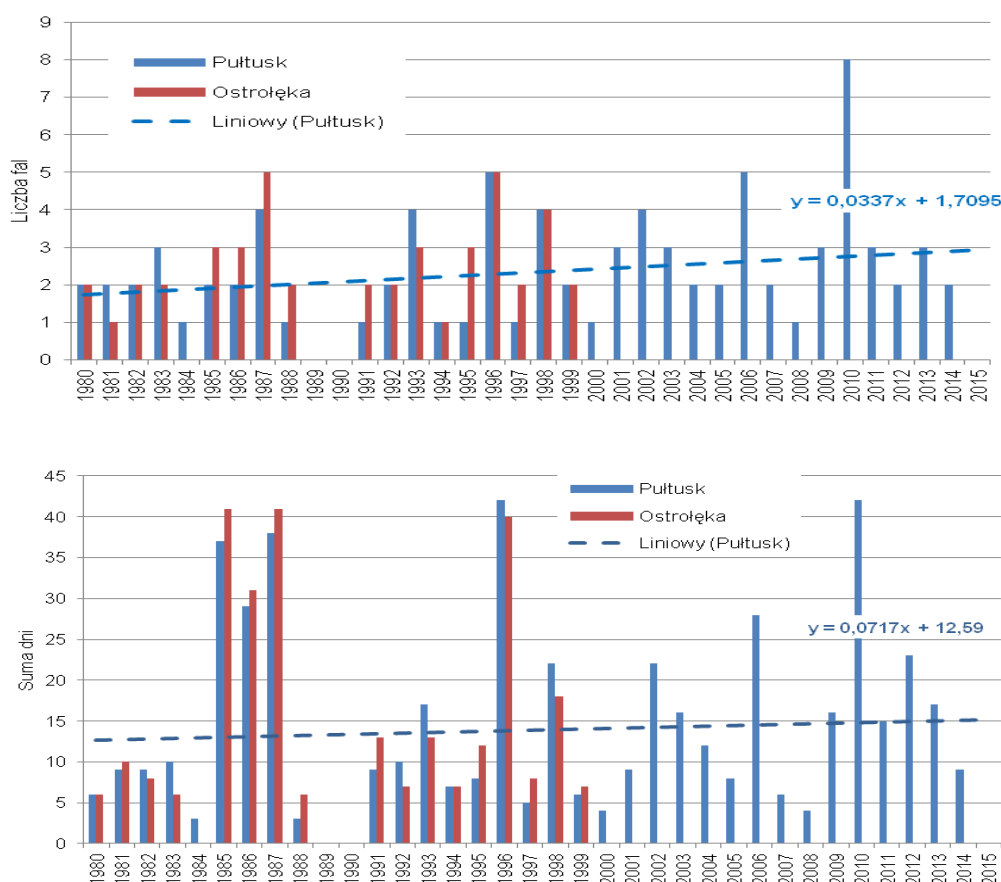
Zwiększa się liczba fal upałów (o 0,4 zjawiska/dekadę) i czas jej trwania o 1,8 dnia/dekadę.



Rysunek 13 Liczba dni z temperaturą minimalną >20°C w wieloleciu, Pułtusk i Ostrołęka

Na uwagę zasługują dni z temperaturą minimalną większą od 20°C (rys. 13), tzw. noce tropikalne. To bardzo rzadkie zjawisko, w badanym 35-leciu występowało 7 razy (Pułtusk), w latach 1981–1999 natomiast 3 razy (Ostrołęka i Pułtusk).

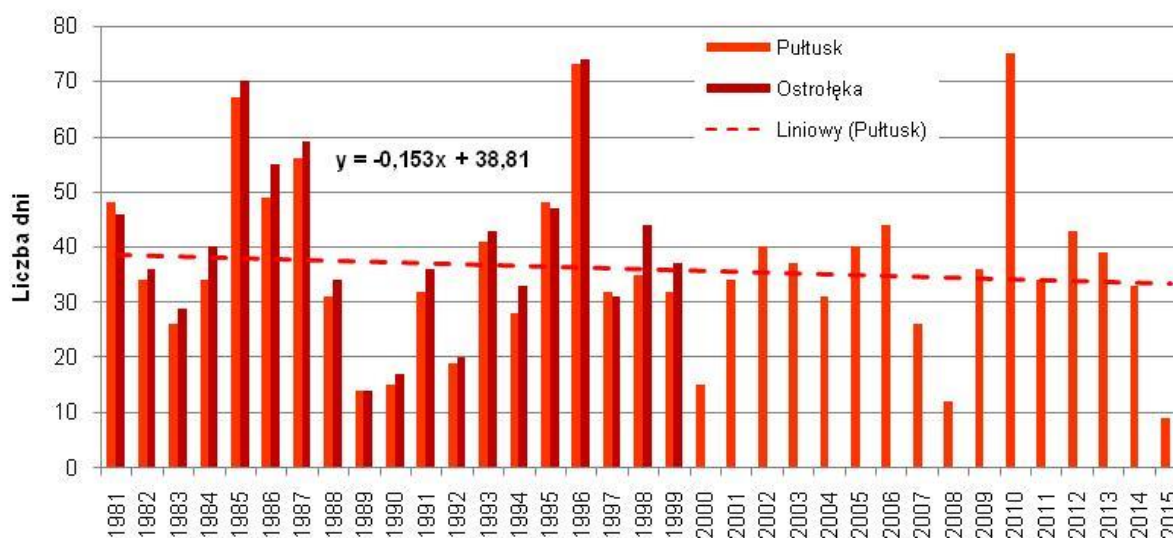
W Pułtusku fale chłodu są znacznie częściej obserwowane niż fale upałów. Takich sytuacji odnotowano 84 w latach 1981-2015, 40/44 w latach 1981-1999 (Pułtusk/Ostrołęka). Ponadto to zjawisko klimatyczne zazwyczaj trwa dłużej, do 21 dni (najdłuższa od 2 do 22 stycznia 1987 r.). Stwierdza się niewielki wzrost zarówno liczby fal chłodu o około 0,03, jak i czasu trwania fali (liczba dni) o 0,7 dnia w ciągu dekadę (rys. 14).



Rysunek 14 Liczba fal chłodu i suma dni w falach w wieloleciu 1981–2015, Pułtusk i Ostrołęka

W analizowanym okresie tylko w trzech sezonach zimowych fale chłodu nie wystąpiły, ale można się spodziewać corocznie.

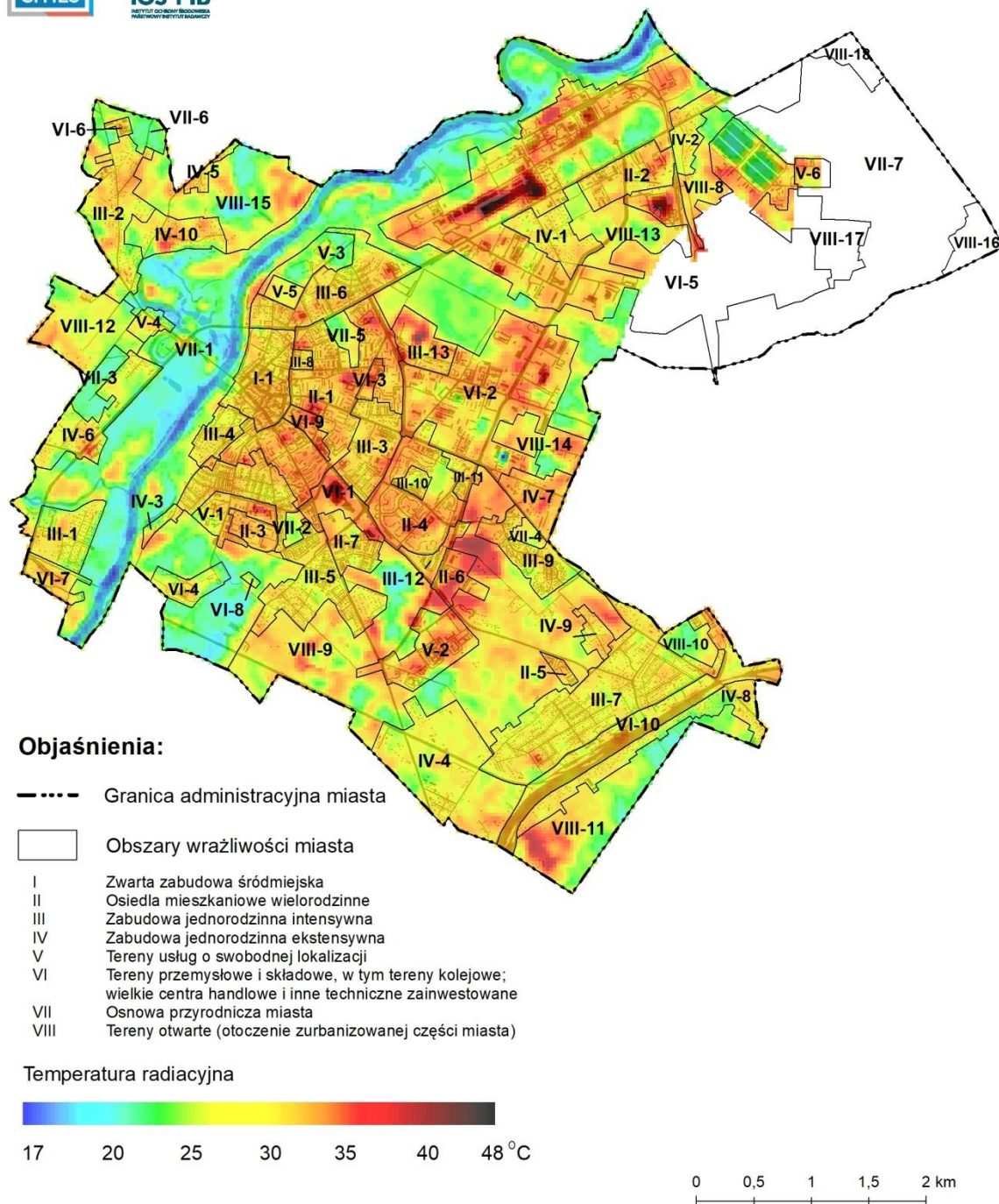
Obserwowany jest spadek liczby dni mroźnych (temperatura maksymalna mniejsza od 0°C) o około 1,5 dnia w ciągu dziesięciolecia (rys. 15). Najniższe wartości tego wskaźnika zanotowano w roku 2015 (9 dni) natomiast najwyższe w roku 2010 (75 dni). W latach 1981–1999 najczęściej dni mroźne występowały w roku 1996 r., odpowiednio 76 dni w Ostrołęce, a 73 Pułtusk.



Rysunek 15 Liczba dni z dobową temperaturą maksymalną mniejszą od 0°C (Tmax<0°C, dni mroźne) w wieloleciu 1981–2015, Pułtusk i Ostrołęka

## 2.5. Miejska wyspa ciepła

Miejska wyspa ciepła (MWC) definiowana jest jako zjawisko klimatyczne polegające na występowaniu podwyższonej temperatury powietrza w mieście w stosunku do otaczających je terenów peryferyjnych (niezabudowanych). W związku z brakiem danych o temperaturze powietrza w różnych obszarach miasta opracowano tzw. powierzchnię miejską wyspę ciepła (powierzchniowa MWC). To obraz dostarczający informacji o temperaturze różnych powierzchni, a zatem nie o temperaturze powietrza, ale umożliwiający ocenę zróżnicowania termicznego różnych części miasta istotną w ocenie wrażliwości miasta na zagrożenia klimatyczne. W tym celu na opracowaną mapę nałożono obszary wrażliwości miasta (rys. 16).



Dane źródłowe: Landsat, opracowanie: K. Osińska-Skotak

**Rysunek 16 Powierzchniowa Miejska wyspa ciepła w Ostrołęce w dniu 4 lipca 2015 r. <sup>1</sup>**

Na podstawie utworzonej mapy powierzchniowej MWC przeprowadzono analizę przestrzenną warunków termicznych na obszarze Ostrołęki. Zaobserwowano duże kontrasty termiczne w obrębie

<sup>1</sup> Mapa nie zawiera danych satelitarnych dla terenu przyłączonej w 2018 r. północno wschodniej miasta. Teren ten ulega przekształceniom w związku z budową obiektów elektrowni węglowej.

miasta. Różnice wartości temperatury powierzchni pomiędzy wyznaczonymi obszarami wrażliwości dochodzą do 33°C.

Wśród analizowanych obszarów wrażliwości najwyższą temperaturą powierzchni, na poziomie około 35–40°C, wyróżniają się tereny produkcyjne, bazowe, składowe i magazynowe, w tym tereny kolejowe. Na tych terenach temperatura powierzchni miejscowo przekracza 40°C, maksymalnie dochodząc do 48°C. Na części pojedynczych obszarów zaznacza się temperatura 15°C–25°C, co sugeruje pewien udział terenów biologicznie czynnych.

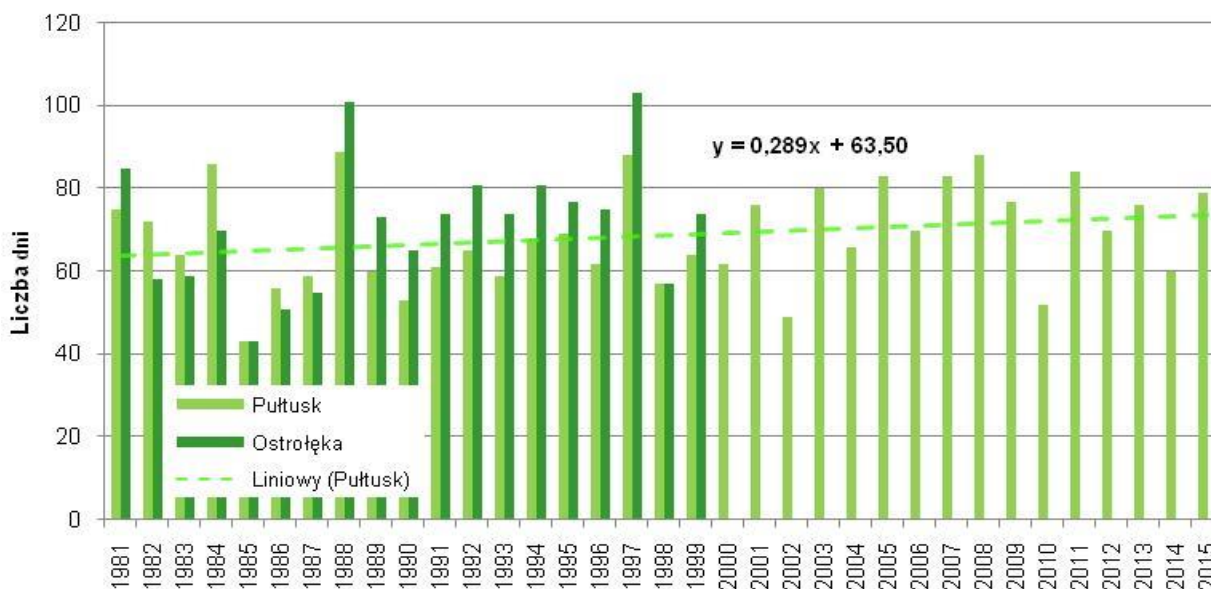
W ścisłym centrum miasta (zwarta zabudowa śródmiejska, osiedla mieszkaniowe wielorodzinne, zabudowa jednorodzinna intensywna) temperatura powierzchni wynosi od około 30°C do blisko 35°C. Obszar zwartej zabudowy jednorodzinnej ekstensywnej i intensywnej położony na obrzeżach miasta jest nieco chłodniejszy – około 30°C, a lokalnie 25°C, co może wskazywać na wpływ terenów biologicznie czynnych.

Osnowa przyrodnicza miasta obejmująca dolinę rzeki i tereny zielone to obszar o temperaturze powierzchni poniżej 25°C. Należy zauważyć, że najniższe wartości temperatury, około 15°C, występują na obszarze, gdzie znajdują się akweny wodne

Tereny otwarte (otoczenie zurbanizowanej części miasta) charakteryzują się dużymi wewnętrznymi kontrastami termicznymi. Temperatura powierzchni tych obszarów przyjmuje wartości od 20°C do 35°C, wskazując na duże zróżnicowania zagospodarowania terenu.

## 2.6. Temperatura przejściowa

Warunki termiczne, w których temperatura powietrza przechodzi przez punkt 0°C (rys. 17) występują na stacji w Pułtusku średnio przez 69 dni w roku, a zakres ich zmienności w wieloleciu waha się od 43 w 1985 r. do 89 w 1988 r. W badanym 35-leciu stwierdzono wzrost liczby takich dni średnio o około 3 dni na 10 lat.



Rysunek 17 Liczba dni z przejściem temperatury przez 0°C w roku, Pułtusk i Ostrołęka

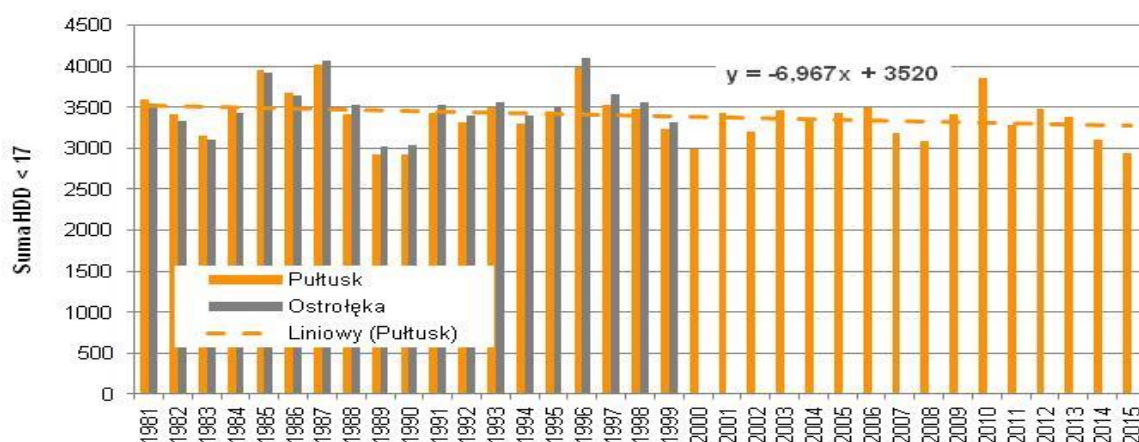
Na stacji w Ostrołęce (1981-1999) liczba dni z przejściem temperatury przez 0°C była nieco większa, i wynosiła przeciętnie 71 dni w roku. Największą liczbę zanotowano w roku 1997 (103), a najmniejszą w roku 1985 (43 dni).

## 2.7. Zmienność liczby dni grzewczych i chłodzących

Wskaźnik stopniodni < 17 (liczba dni grzewczych) wyliczony został na podstawie temperatury średniej dobowej dla dni ze średnią dobową temperaturą poniżej lub równą 15°C wg wzoru zamieszczonego poniżej:

$$Sd(17^{\circ}\text{C}) = \sum_{i=1}^n [17^{\circ}\text{C} - t_{sr}(i)] \quad \text{dla } t_{sr}(i) \leq 15^{\circ}\text{C}$$

$$Sd(17^{\circ}\text{C}) = 0 \quad \text{dla } t_{sr}(i) > 15^{\circ}\text{C}$$



**Rysunek 18 Wskaźnik stopniodni <17 ogrzewania w wieloleciu 1981–2015, Pułtusk i Ostrołęka**

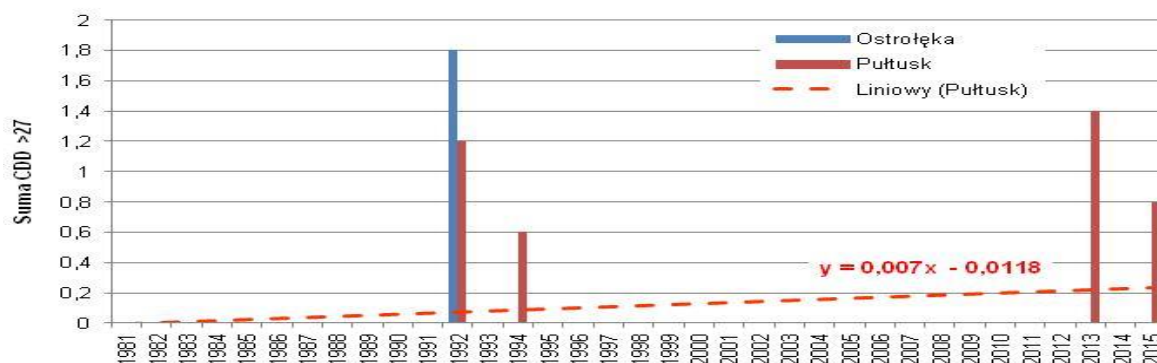
Na rysunku 18 przedstawiono wartości wskaźnika stopniodni ogrzewania w latach 1981–2015 z tendencją spadkową o około 69 stopniodni w skali dziesięciolecia. Oznacza to mniejsze zapotrzebowanie na energię niezbędną do ogrzewania budynków przy niskich temperaturach.

W okresie letnim nadmierny ( $t_{sr} \geq 27^{\circ}\text{C}$ ) wzrost temperatury wymaga włączania klimatyzacji i chłodzenia lokali użytkowych. Liczbę stopniodni chłodzenia wyznacza się wg wzoru:

$$Sd(27^{\circ}\text{C}) = \sum_{i=1}^n [t_{sr}(i) - 27^{\circ}\text{C}] \quad \text{dla } t_{sr}(i) \geq 27^{\circ}\text{C}$$

$$Sd(27^{\circ}\text{C}) = 0 \quad \text{dla } t_{sr}(i) < 27^{\circ}\text{C}$$

W latach 1992, 1994, 2013 i 2015 wartości średniej temperatury dobowej przekroczyły poziom temperatury 27°C, powyżej którego wymagane było chłodzenie mieszkań (rys. 19).



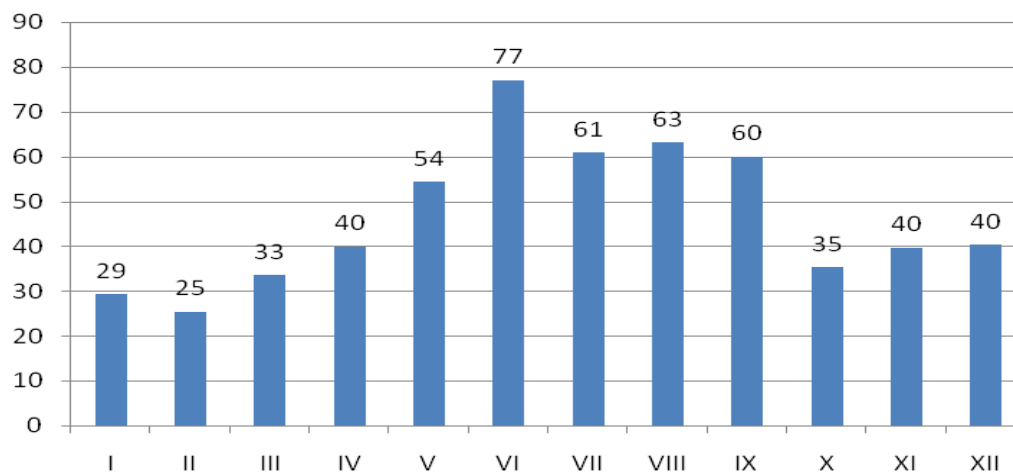
Rysunek 19 Wskaźnik stopniodni >27 chłodzenia w wieloleciu 1981–2015, Pułtusk i Ostrołęka

Pomimo niewielkiej liczby tego wskaźnika, zwiększa się on o około 0,07 stopniodnia na dziesięciolecie. Problem związany z chłodzeniem za pomocą urządzeń klimatyzacyjnych nie jest istotny dla miasta Ostrołęki.

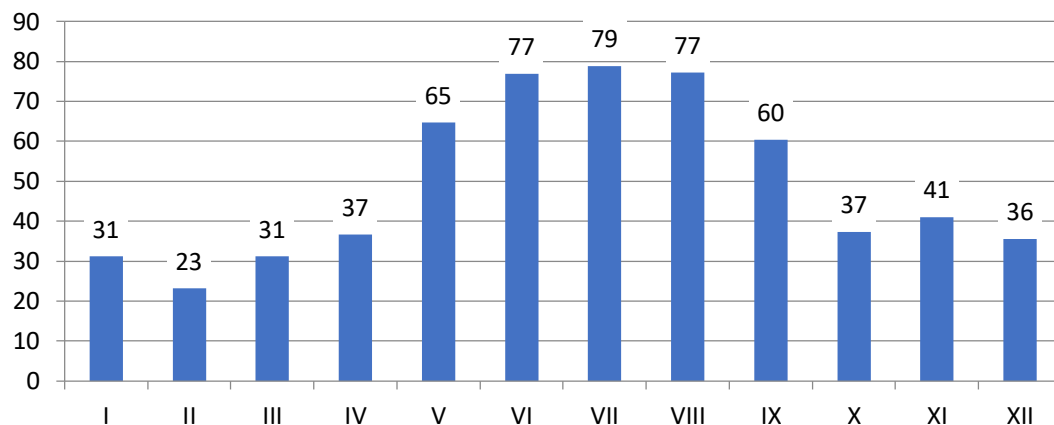
### 3. Charakterystyka pluwialna miasta

#### 3.1. Sumy miesięczne i roczne opadów

Średnie miesięczne sumy opadów atmosferycznych na stacji Ostrołęka przedstawione zostały na wykresie (rys. 20). Najmniej obfitym w wieloleciu miesiącem jest luty ze średnią sumą opadów 25 mm. Najbardziej deszczowym miesiącem w wieloleciu jest czerwiec ze średnim opadem 77 mm.



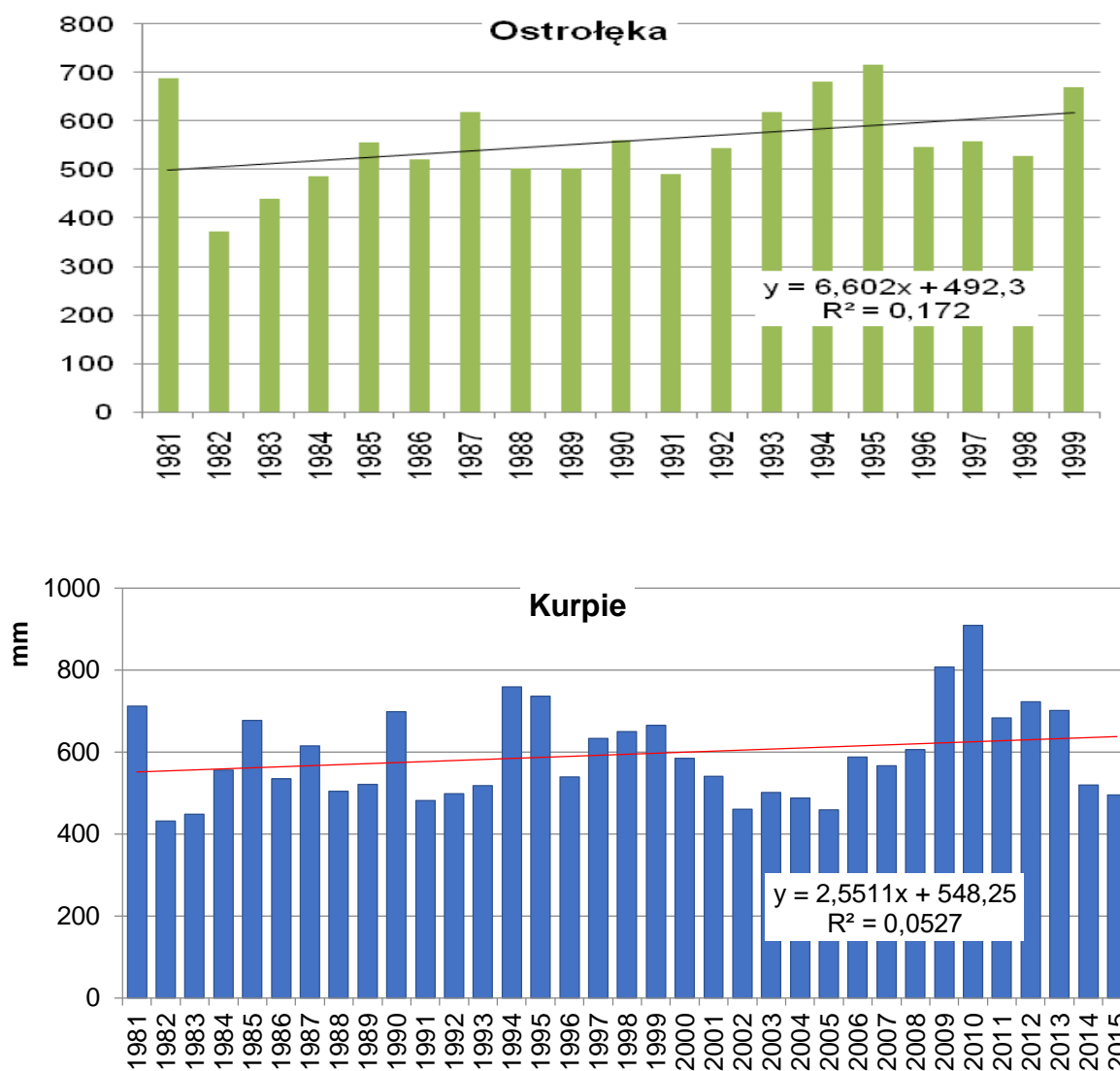
Rysunek 20 Przebieg roczny średniej miesięcznej sumy opadów na stacji Ostrołęka (1981–1999)



**Rysunek 21 Przebieg roczny średniej miesięcznej sumy opadów na stacji Kurpie (1981–2015)**

W celach porównawczych przedstawiono przebieg roczny średniej miesięcznej sumy opadów na stacji Kurpie w latach 1981–2015 (rys. 21). Najmniejsze opady wystąpiły w lutym (23 mm), najwyższe zaś w lipcu (79 mm), ale w pozostałych letnich miesiącach (czerwcu i lipcu) wysokość opadów była tylko nieco niższa – po 77 mm.



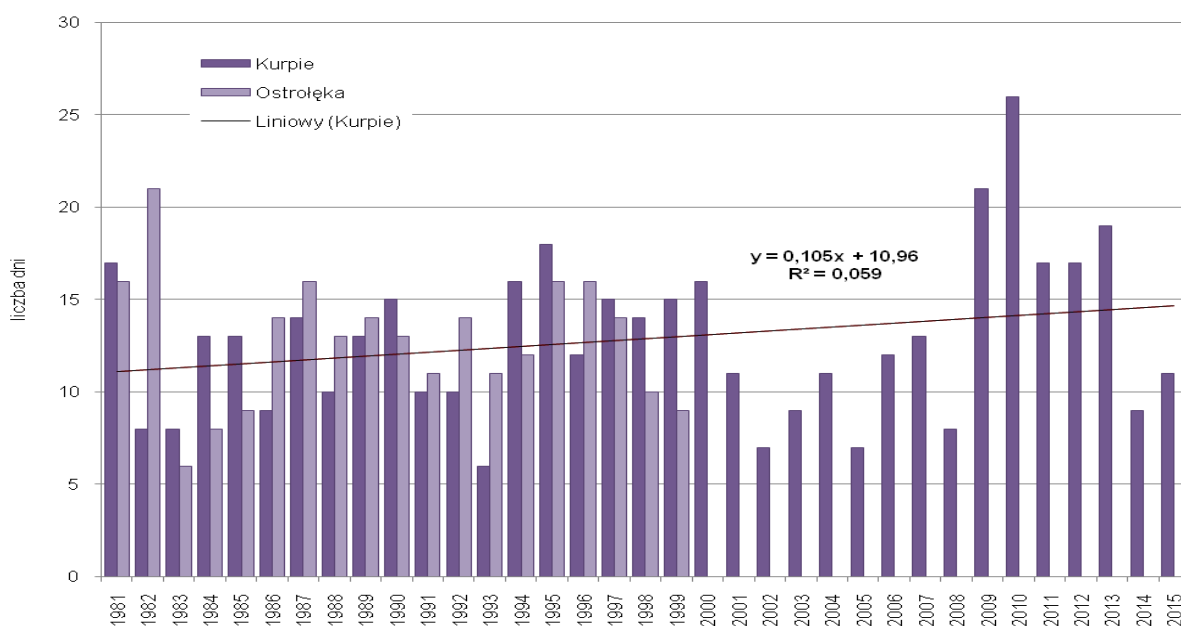


Rysunek 22 Przebieg wieloletni rocznej sumy opadów na stacji Ostrołęka i Kurpie

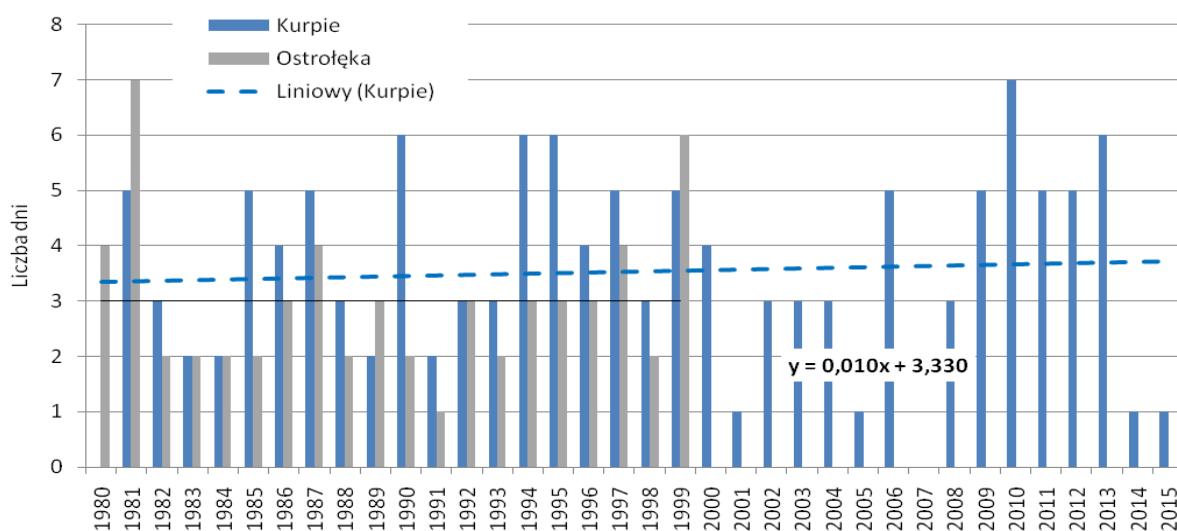
W Ostrołęce w wieloleciu 1981–2015 najwyższa roczna suma 717 mm wystąpiła w 1995 r., najniższa – 372 mm w roku 1982. Analiza rocznych sum opadów wskazuje na wzrost wysokości opadów średnio o 66 mm na dziesięciolecie. Ze względu na krótką serię danych opadowych na stacji Ostrołęka przeanalizowano również zmienność opadów na stacji Kurpie w latach 1981–2015. W 35-leciu zaznacza się również wzrost rocznych sum opadów o 25 mm.

### 3.2. Opady o dużym natężeniu

W ciągu roku występuje przeciętnie 13 dni z opadem większym lub równym 10 mm. W analizowanym wieloleciu liczba dni zmienia się od 6 w 1983 r. (Ostrołęka) i 1993 r. (Kurpie) do 26 w 2010 r. (Kurpie). W Ostrołęce w latach 1981-1999 najczęściej takich dni wystąpiło w 1982 r. – 21 dni. Powoli wzrasta liczba dni z opadem o takim natężeniu, średnio o 1 dzień w ciągu dziesięciolecia (rys. 23).

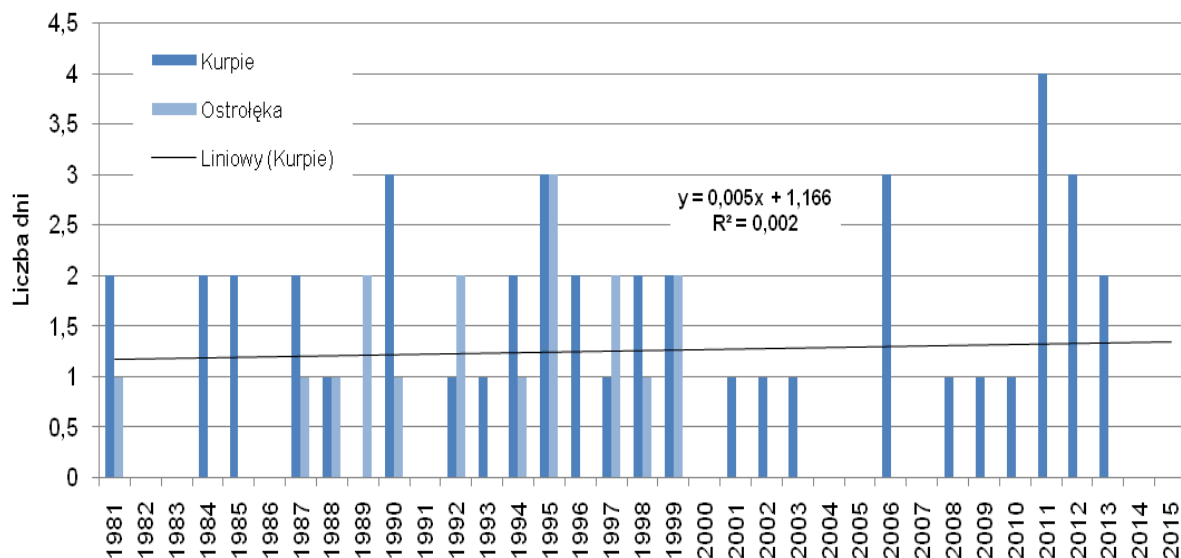


Rysunek 23 Wieloletnia zmienność liczby dni opadem ≥10mm w latach 1981–2015, Ostrołęka i Kurpie



Rysunek 24 Wieloletnia zmienność liczby dni opadem ≥20mm w latach 1981–2015, Ostrołęka i Kurpie

Dni w roku z opadem równym lub większym od 20 mm (opadem umiarkowanie silnym) było 3/4 w roku (Kurpie/Ostrołęka). W 35-leciu liczba dni z takim opadem zmieniała się od 0 w 2007 r. do 7 dni w 1981 r. (Ostrołęka) i 2010 r. (Kurpie). Liczba dni z umiarkowanie silnym opadem nieco się zwiększa o 0,1 dnia w ciągu dziesięciolecia (rys. 24).

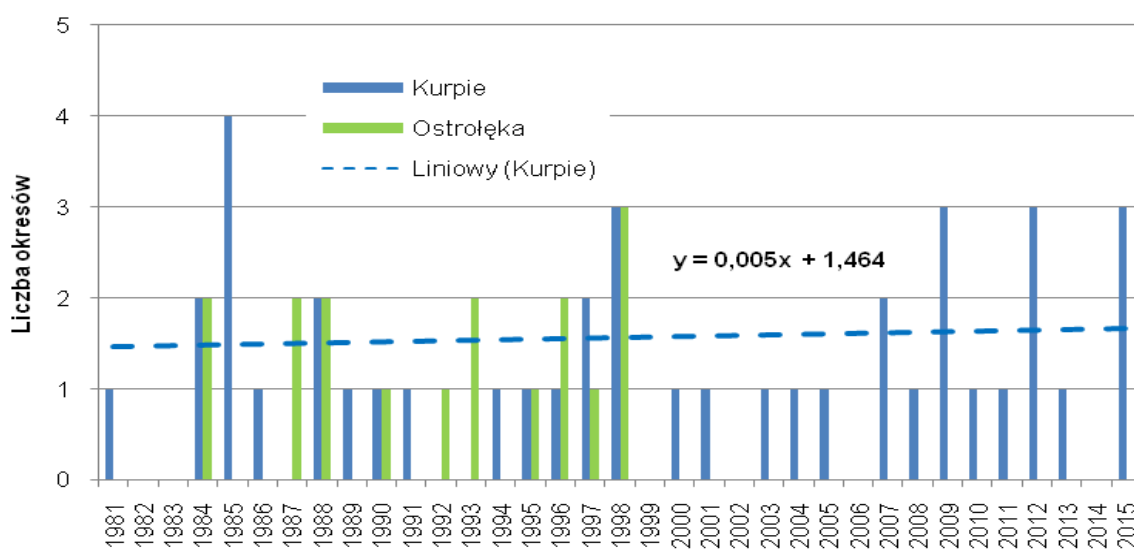


**Rysunek 25** Wieloletnia zmienność liczby dni opadem  $\geq 30$  mm w latach 1981–2015, Ostrołęka i Kurpie

Opad silny o wysokości równej lub większej od 30 mm występuje przeciętnie raz w roku, najczęściej zanotowano w roku 2011 (4). Takich incydentów opadowych w badanym 35-leciu nie było w 10 latach. Liczba dni z opadem silnym pozostaje na stałym poziomie w badanym okresie (rys. 25).

### 3.3. Długotrwałe opady

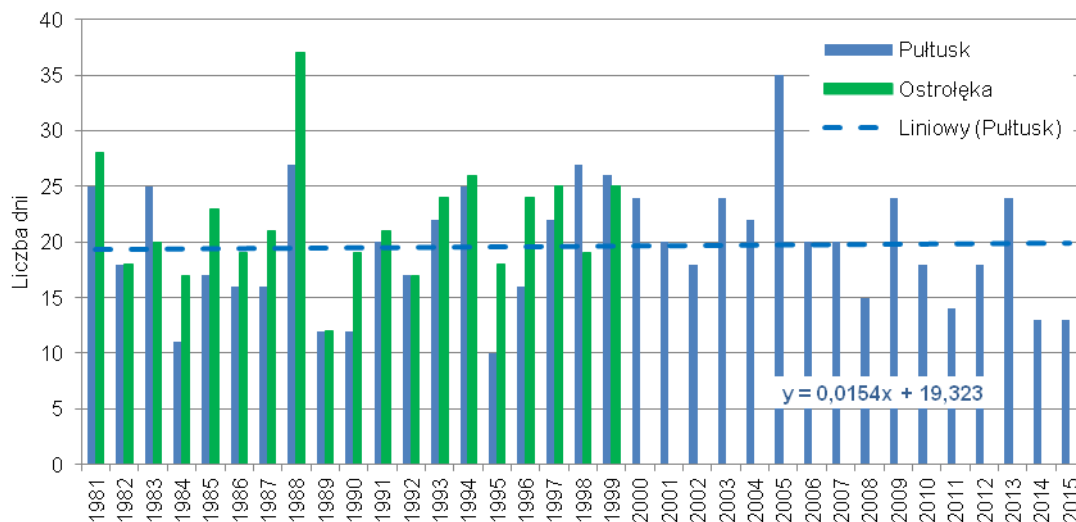
Opady o czasie trwania ponad 5 dni (długotrwałe opady) zdarzają się nieco częściej. Liczba okresów opadowych wzrasta w okresie dziesięciolecia średnio o 0,05 (Rys. 26). W niektórych latach (1980, 1982, 1983, 1987, 1992, 1993, 1999, 2002, 2006, 2014) brak było takich opadów natomiast w latach 1998–2009, 2012, 2015 zaobserwowano po trzy takie okresy, a w 1985 r. wystąpiły cztery.



**Rysunek 26** Liczba ciągów z opadem  $\geq 1$  mm o czasie trwania ponad 5 dni w wieloletniu 1981–2015, Kurpie i Ostrołęka

### 3.4. Warunki termiczno-opadowe

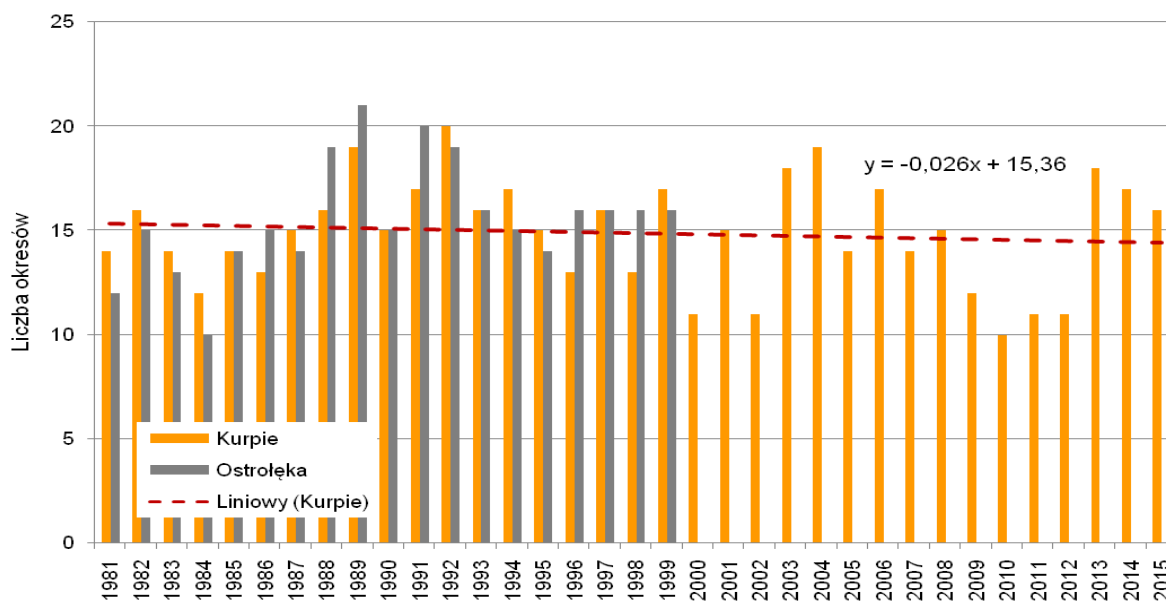
Liczba dni z opadem (>0,1 mm) i temperaturą średnią dobową od -5°C do 2,5°C (rys. 27) zmienia się. Zaistniałe warunki pogodowe sprzyjają powstawaniu gołoledzi, która stanowi zagrożenia na drogach. Najwięcej takich dni w Pułtuskowi wystąpiło w roku 2005 (35) a najmniej w roku 1984 (11).



Rysunek 27 Wieloletni przebieg liczby dni z opadem (>0,1mm) i temperaturą średnią dobową w zakresie od -5°C do 2,5°C (1981-2015), Pułtusk i Ostrołęka

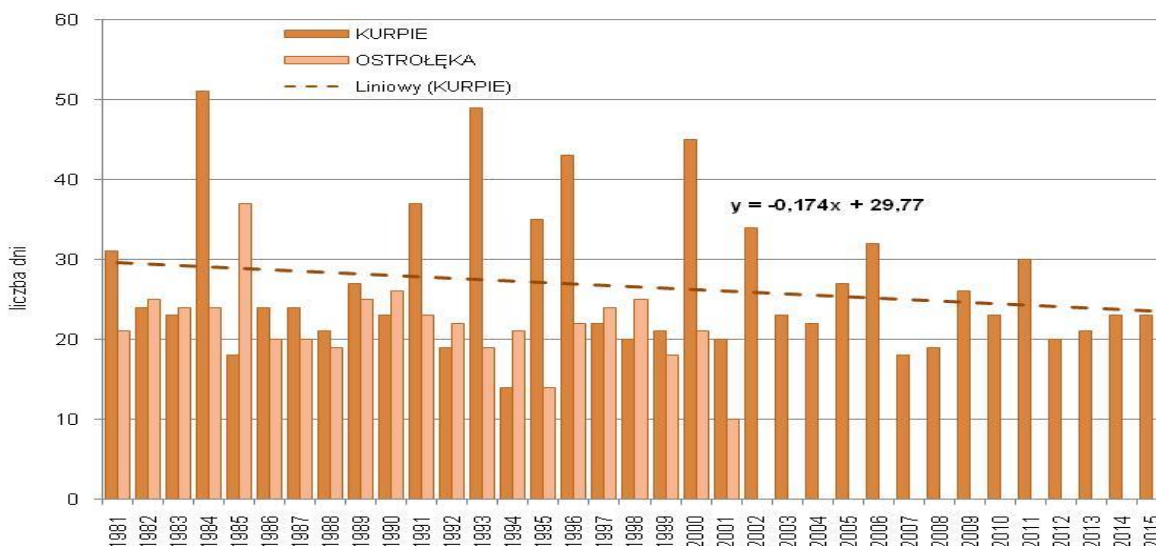
### 3.5. Długotrwałe okresy bezopadowe

Przeciwnym w stosunku do opadów zjawiskiem meteorologicznym są okresy bezopadowe czyli takie, w których opad nie przekroczył 1 mm. Te z kolei prowadzą do wielu niekorzystnych zjawisk przyrodniczych, wynikających z braku wody.



Rysunek 28 Wieloletni przebieg liczby okresów bezopadowych w wieloleciu 1981–2015, Kurpie i Ostrołęka

Zmienność okresów bezopadowych o czasie trwania ponad 5 dni przedstawiono na rysunku 28. Okresy bezopadowe występowały w badanym wieloleciu średnio 15/16 razy w roku (Kurpie/Ostrołęka). Największą liczbę odnotowano w 1989 r. (21 okresów bezopadowych w Ostrołęce) oraz 1991 r. (20 w Ostrołęce) i 1992 r. (20 na stacji Kurpie), najmniejszą (10 okresów bezopadowych) natomiast w 1984 r. (Ostrołęka) i 2010 r. (Kurpie). Liczba tych okresów wykazuje niewielką tendencję spadkową, średnio o 0,3 okresu/dekadę.

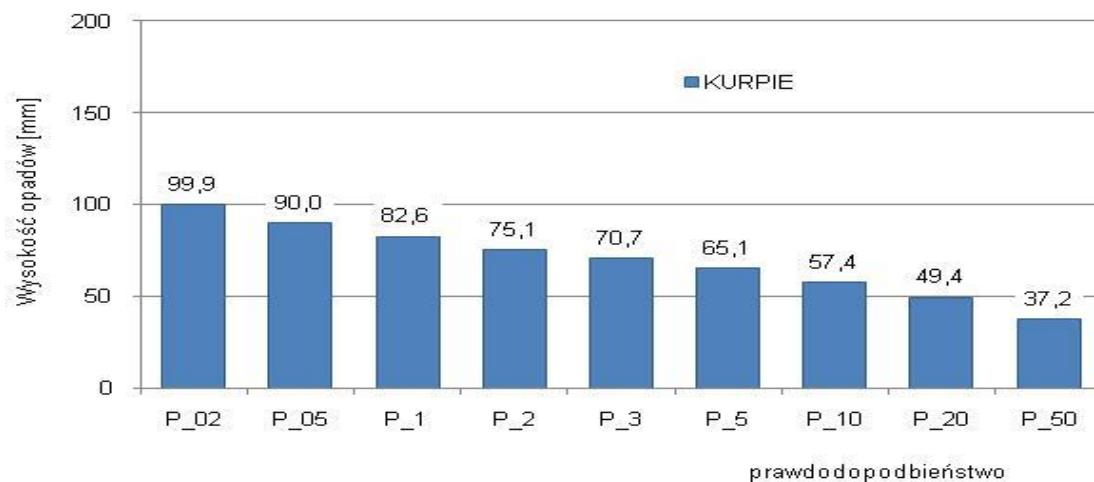


Rysunek 29 Najdłuższe okresy bezopadowe w wieloleciu 1981-2015, Kurpie i Ostrołęka

Czas trwania najdłuższych w roku ciągłych okresów bezopadowych jest bardzo zróżnicowany (rys. 29). Najdłuższy okres bezopadowy trwał 51/37 dni (Kurpie/Ostrołęka) w 1984 r., najkrótszy 14/10 dni (Kurpie/Ostrołęka) odpowiednio w latach 1994 i 2000. Intensywność tego zjawiska zmniejsza się średnio o 1,7 dnia na dekadę.

### 3.6. Prawdopodobieństwo wystąpienia maksymalnego dobowego opadu

Prawdopodobieństwo wystąpienia maksymalnych opadów dobowych (najwyższa zanotowana wartość dla każdego roku) obliczono metodą Gumbela opartą na I rozkładzie ekstremalnym Fishera-Tippetta, uwzględniając serię największych opadów rocznych z okresu 1980–2015 (rys. 29).



**Rysunek 30** Prawdopodobieństwo (0,2, 0,5, 1, 2, 3, 5, 10, 20 i 50%) wystąpienia maksymalnej sumy opadu o czasie trwania 24 h na stacji Kurpie

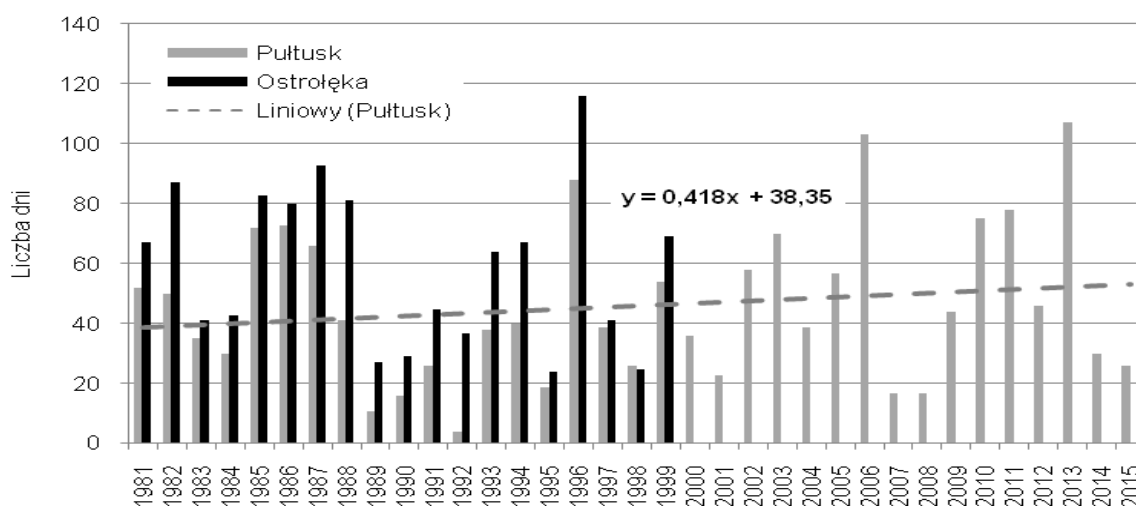
W oparciu o prawdopodobieństwo wystąpienia maksymalnego opadu dobowego (mm) dla zadanych wartości P [%] można stwierdzić, że:

- Opad  $\geq 30$  mm/dobę może wystąpić na tym obszarze raz na 2 lata. Opad ten może powodować lokalne podtopienia i zalania terenów oraz pomieszczeń niżej położonych.
- Opad  $\geq 50$  mm/dobę może wystąpić raz na 10 lat. Konsekwencją takiego opadu mogą być powódzie miejskie, przyczyniające się do powierzchniowego zalania terenu oraz niżej położonych pomieszczeń.
- Opad  $\geq 70$  mm/dobę może wystąpić raz na 50 lat. Konsekwencją takiego opadu mogą być powódzie miejskie.

### 3.7. Pokrywa śnieżna

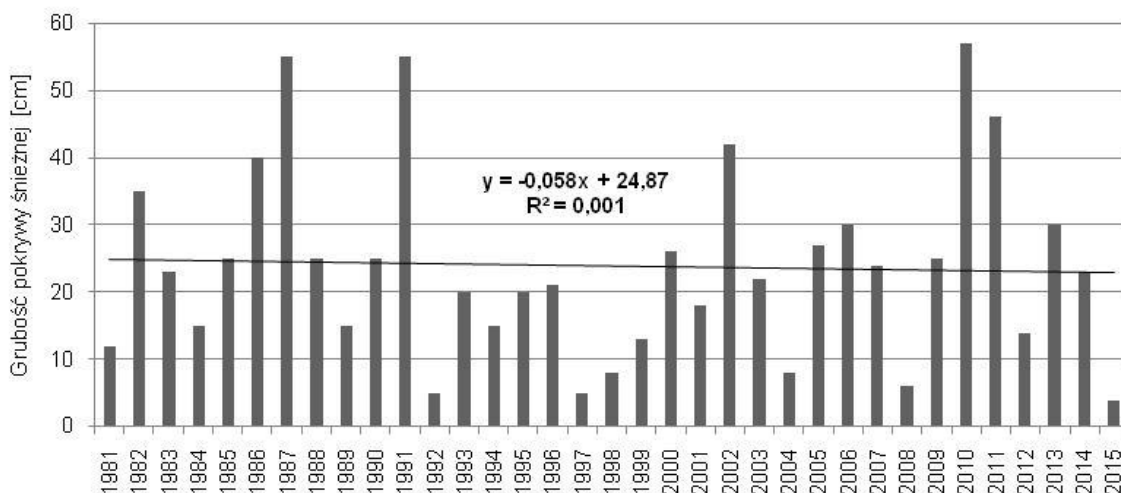
Warunki śnieżne w Pułtusku i Ostrołęce scharakteryzowano na podstawie następujących wskaźników: liczby dni z pokrywą śnieżną (warstwą śniegu o grubości powyżej 1 cm pokrywającą ponad połowę powierzchni), maksymalnej grubości pokrywy oraz dat pierwszego i ostatniego dnia z pokrywą śnieżną w danym sezonie zimowym. tj. w okresie od X do V.

Średnia roczna liczba dni z pokrywą śnieżną w okresie 1981-2015 wynosiła 45 dni. Najwięcej dni ze śniegiem zanotowano w sezonie 2012/2013 – 107 dni. Stwierdzono wzrostową tendencję liczby dni z pokrywą śnieżną, średnio o 4,1 dnia na dekadę (rys. 31).



**Rysunek 31 Liczba dni z pokrywą śnieżną od października do maja w latach 1981–2015, Pultusk i Ostrołęka**

Okres zalegania pokrywy śnieżnej jest zróżnicowany w wieloleciu zarówno ze względu na datę wystąpienia się pierwszego śniegu, jak i datę zaniku czyli ostatniego śniegu. W analizowanym wieloleciu pokrywa śnieżna pojawiała się najwcześniej w październiku (28 października 2012 r.) , zanikała natomiast najpóźniej w kwietniu (20 kwietnia 1999 r.).



**Rysunek 32 Maksymalna grubość pokrywy śnieżnej w okresie od października do maja dla wielolecia 1980–2015, Pultusk**

Zmniejsza się natomiast maksymalna grubość pokrywy śnieżnej o około 0,6 cm na dekadę (rys. 32). Najmniejsza maksymalna grubość pokrywy śnieżnej zaobserwowana została w sezonie 2014/2015 – 4 cm, a największa w sezonie 2009/2010 – 57 cm.

### 3.8. Okresy niżówkowe

W okolicy miasta Ostrołęki znajdują się 4 stacje wodowskazowe na rzece Narew i jej dopływach. Na potrzeby analizy okresów niżówkowych i susz hydrologicznych wybrano stację wodowskazową Ostrołękę, położoną na odcinku rzeki Narew przepływającym przez miasto.

W wieloleciu 1981–2015 zidentyfikowano łącznie 62 niżówki, w tym 40 w okresie letnim (tab. 4 i 5). W zależności od czasu trwania największy udział mają niżówki o długości trwania ponad 30 dni (ponad połowa przypadków niżówek) oraz trwające od 11 do 21 dni (25,8% niżówek). Najrzadziej występują niżówki o czasie trwania od 21 do 30 dni (5 przypadków).

**Tabela 3. Liczba niżówek w wieloleciu 1981-2015**

Stacja wodowskazowa	Rzeka	Liczba niżówek				
		ogółem	do 10 dni	od 11 do 20 dni	od 21 do 30 dni	ponad 30 dni
Ostrołęka	Narew	62	8	16	5	33

**Tabela 4. Niżówki letnie i zimowe w wieloleciu 1981-2015**

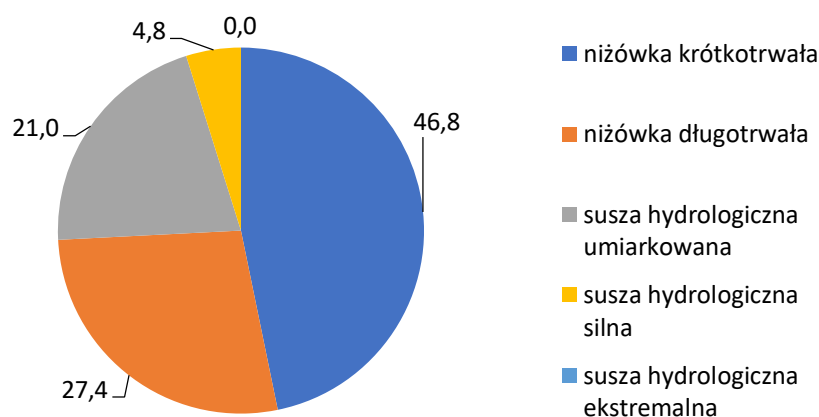
Stacja wodowskazowa	Rzeka	Liczba dni niżówek 1981-2015	Liczba dni niżówek letnich NI	Liczba dni niżówek zimowych Nz	NI/Nz
Ostrołęka	Narew	62	40	22	1,82

Analiza niżówek i susz hydrologicznych w Ostrołęce (tab. 6, rys. 33) wskazała, że na tym odcinku rzeki Narwi przeważają niżówki krótkotrwałe, które stanowią ok. 47% wszystkich niżówek zidentyfikowanych w wieloleciu 1981-2015 na posterunku wodowskazowym Ostrołęka. W przypadku suszy hydrologicznej przeważa susza umiarkowana – 21% wszystkich zidentyfikowanych okresów susz. Susza hydrologiczna ekstremalna nie została zaobserwowana na tym posterunku wodowskazowym.

**Tabela 5. Liczba niżówek i susz hydrologicznych w wieloleciu 1981-2015**

Stacja wodowskazowa	Rzeka	Liczba niżówek i susz hydrologicznych				
		niżówka krótkotrwała	niżówka długotrwała	susza hydrologiczna umiarkowana	susza hydrologiczna silna	susza hydrologiczna ekstremalna
Ostrołęka	Narew	29	17	13	3	0





Rysunek 33. Liczba niżówek i susz hydrologicznych w wieloleciu 1981-2015, wodowskaz Ostrołęka

### 3.9. Susze

Dla obszaru miasta Ostrołęki przeprowadzono analizę wskaźnika SRI do oceny podatności regionalnej na występowanie suszy hydrologicznej dla posterunku wodowskazowego Ostrołęka na rzece Narwi, przyjmując 1, 6 i 12-miesięczne okresy akumulacji.

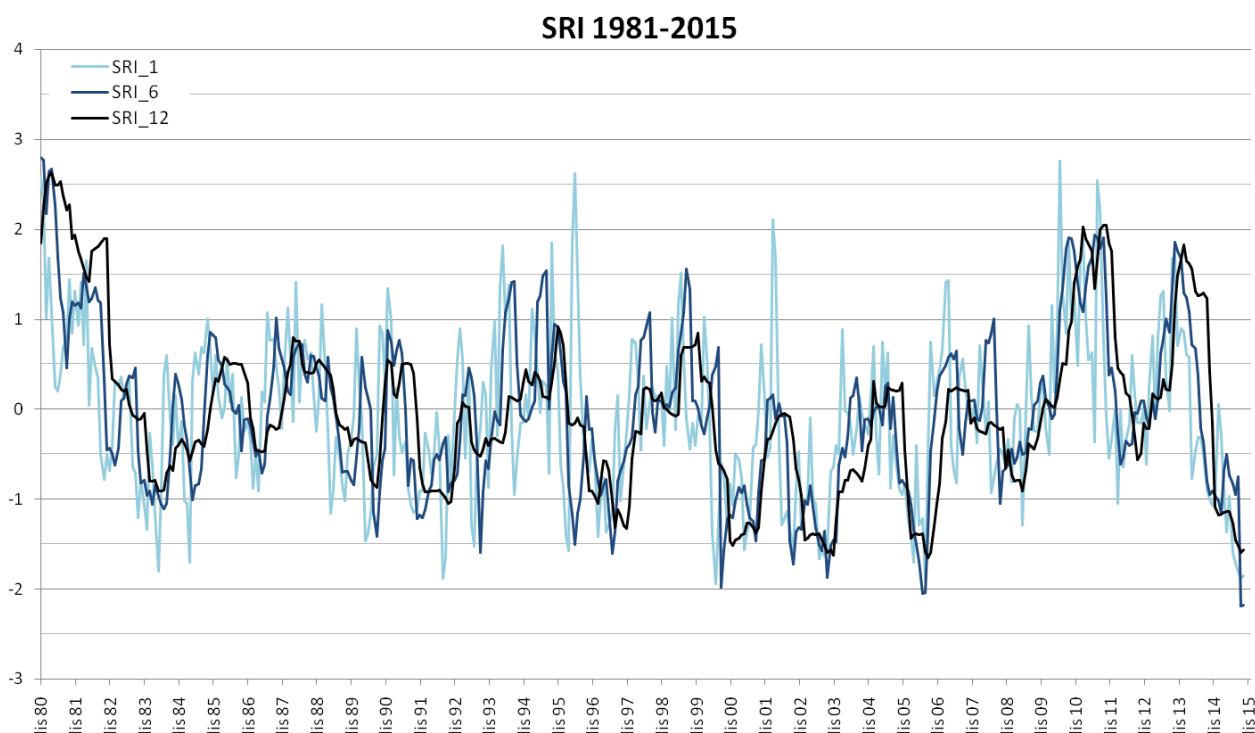
Tabela 6 Charakterystyka wielolecia 1981-2015 na podstawie wskaźnika SRI

Wartość SRI	Klasyfikacja okresu	Udział miesięcy w wieloleciu 1981-2015 [%]					
		wodowskaz Ostrołęka, rzeka Narew					
		SRI 1		SRI 6		SRI 12	
		li.	%	li.	%	li.	%
$\geq 2,0$	ekstremalnie mokry	7	1,7	6	1,4	13	3,1
$1,5 \leq \text{SRI} < 2,0$	bardzo mokry	12	2,9	17	4,0	26	6,2
$1,0 \leq \text{SRI} < 1,5$	umiarkowanie mokry	27	6,4	37	8,8	11	2,6
$-1,0 \leq \text{SRI} < 1,0$	bliski warunkom normalnym	311	74,0	304	72,4	315	75,0
$-1,5 \leq \text{SRI} < -1,0$	umiarkowanie suchy	43	10,2	40	9,5	44	10,5
$-2,0 \leq \text{SRI} < -1,5$	bardzo suchy	20	4,8	12	2,9	11	2,6
$\text{SRI} < -2,0$	ekstremalnie suchy	0	0,0	4	1,0	0	0,0

W badanym wieloleciu przeważały okresy bliskie warunkom normalnym na wodowskazie Ostrołęka na rzece Narew, zlokalizowanym w mieście (wartości SRI w przedziale 72-74%). Okresy

umiarkowanie suche stanowiły na tym odcinku rzeki 9,5-10,5% w zależności od przyjętego okresu akumulacji, przy czym 2,6-4,8% wszystkich przypadków wielolecia to okresy bardzo suche, a 1% ekstremalnie suche w okresie 6 miesięcznym. Okresy mokre pojawiają się około 11-14%, z czego większość przypada jednak na okresy tylko umiarkowanie mokre.

Zmienność współczynnika SRI na przestrzeni lat 1981-2015 wskazuje na trend malejący wartości współczynnika SRI, czyli wzrost liczby okresów suchych (rys. 34). Oznacza to, że zasoby wód powierzchniowych regionu systematycznie maleją.



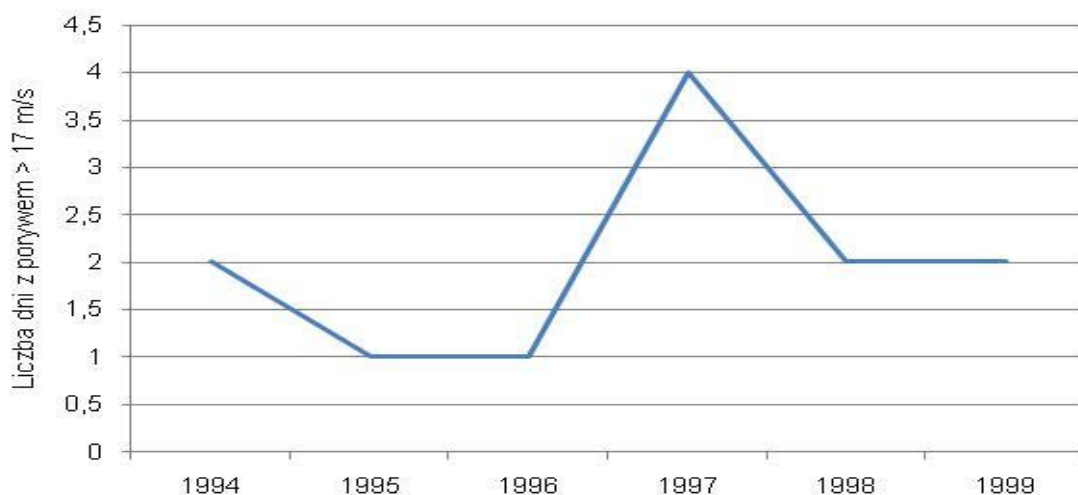
**Rysunek 34. Zmienność wskaźnika SRI w wieloleciu 1981-2015 (rzeka Narew, posterunek wodowskazowy Ostrołęka)**

## 4. Charakterystyka warunków anemometrycznych miasta

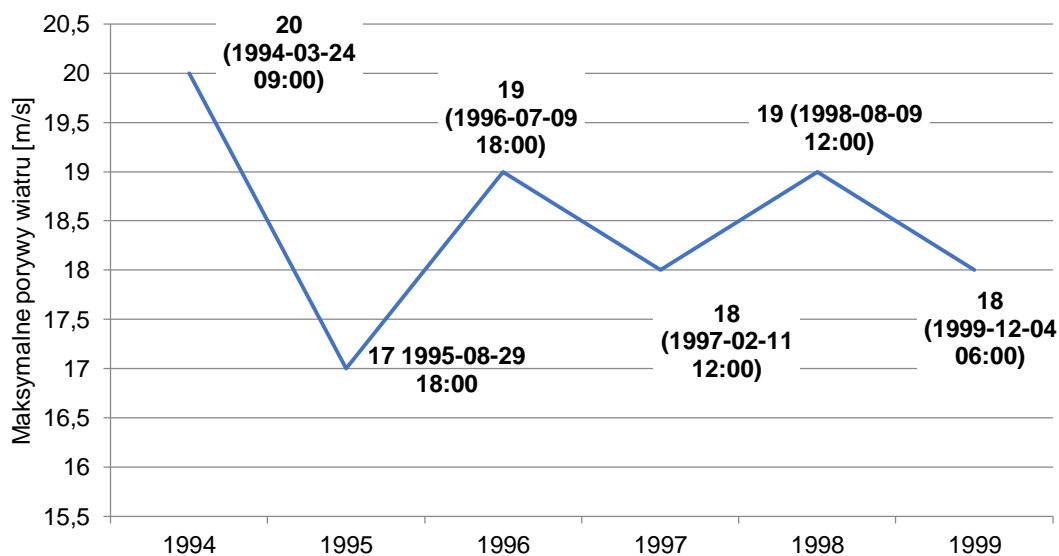
### 4.1. Silny i bardzo silny wiatr

Wiatr obok temperatury i opadów jest kolejnym czynnikiem meteorologicznym mającym zasadniczy wpływ na funkcjonowanie miasta. W opracowaniu przyjęto prędkość 17m/s jako próg wiatru bardzo silnego.

Dane pomiarowe prędkości wiatru ze stacji w Ostrołęce pochodzą z krótszego okresu 1994-1999 (rys. 35 i 36). Maksymalne porywy wiatru osiągały prędkość do 20 m/s.



Rysunek 35 Przebieg liczby dni z porywem  $\geq 17$  m/s w Ostrołęce w latach 1994-1999



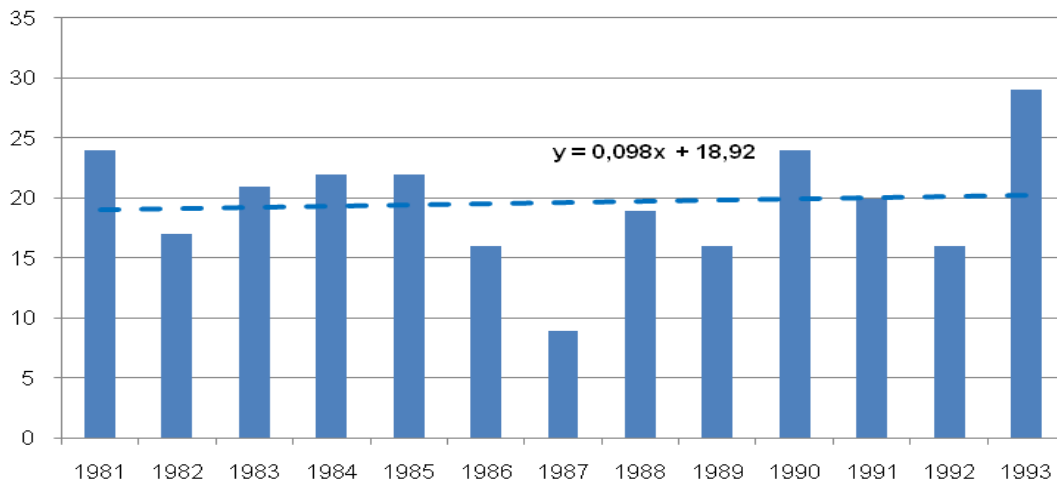
Rysunek 36 Maksymalne porywy wiatru w Ostrołęce w latach 1994-1999

Ze względu na brak danych z Ostrołęki z długiego okresu pomiarowego do charakterystyki tego zjawiska wykorzystano wyniki z Projektu KLIMAT realizowanego przez IMGW-PIB. Z analizy warunków anemologicznych wykonanej dla województwa mazowieckiego wynika, że na tym obszarze istnieje duże prawdopodobieństwo wystąpienia maksymalnych porywów wiatru związanych z ogólną cyrkulacją atmosfery. W okresie 1971-2010 notowane porywy wiatru dochodzą do 40 m/s. Na terenie Mazowsza mogą występować również trąby powietrzne. W sierpniu 2010 r. zanotowano trąbę powietrzną w okolicach Garwolina, w lipcu 2011 r. w powiecie przysuskim.

## 4.2. Burze

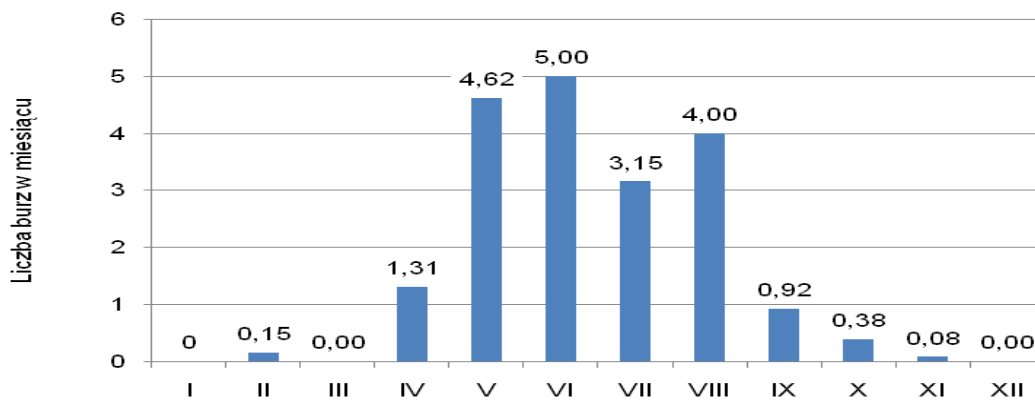
Innym, obok porywów wiatru, zjawiskiem ekstremalnym mogącym powodować znaczne szkody w gospodarce miejskiej są burze.

W Ostrołęce liczba dni z burzą (rys.37) zwiększa się średnio o 0,9 dnia w ciągu dziesięciolecia.



Rysunek 37 Wieloletni przebieg liczby dni z burzą w Ostrołęce (1981–1993)

Najwięcej dni z burzami (rys. 38) występuje zazwyczaj w lipcu (5 dni) a najmniej w styczniu i grudniu, w miesiącach w których burza w wieloleciu nie wystąpiła ani raz (0).



Rysunek 38 Przebieg roczny średniej miesięcznej liczby dni z burzą w Ostrołęce (1981–1993)

W województwie mazowieckim średnia liczba dni z burzą w roku wahała się od 23 do 29 dni w wieloleciu 1971-2010. Najczęściej burze pojawiały się w lipcu i czerwcu, nieco rzadziej w maju i sierpniu. W miesiącach zimowych występowały sporadycznie lub nie były w ogóle notowane (projekt KLIMAT).

## 5. Podsumowanie

W tabeli 8 zawarto wskaźniki klimatyczne i hydrologiczne na podstawie których określono ich zmienność w kontekście oceny i oddziaływania na klimat Ostrołęki i okolic. Kolor czerwony wskazuje na tendencję wzrostową, a niebieski na spadkową. Kolorem zielonym natomiast oznaczono brak tendencji. Ilość plusów czy minusów oznacza wagę wskaźnika, a tym samym stopień zagrożenia dla procesów gospodarki miejskiej.

**Tabela 7 Ocena ekspozycji miasta Ostrołęka na zjawiska klimatyczne**

Wskaźniki klimatyczne i hydrologiczne	Ocena
Średnia roczna temperatura	++
Średnia roczna temperatura maksymalna	+++
Średnia roczna temperatura minimalna	+++
Liczba dni z temperaturą maksymalną >30°C, dni upalne	+++
Liczba dni z temperaturą średnią dobową <-10°C, dni mroźne	+++
Liczba fal upałów (przynajmniej trzydniowe okresy z temperaturą maksymalną powietrza > 30°C)	+++
Roczna suma dni w fali upałów	+++
Liczba dni z temperaturą minimalną >20°C, upałów noce tropikalne	++
Liczba fal chłodu (fal mroźnych) (przynajmniej trzydniowe okresy z dobową temperaturą minimalną < -10°C)	+++
Roczna suma dni fali chłodu	+++
Liczba dni z przejściem temperatury przez 0°C	++
Liczba dni z dobową temperaturą maksymalną <0°C, dni mroźne	++
Wskaźnik stopniodni ogrzewania	+
Wskaźnik stopniodni chłodzenia	+
Roczne sumy wysokości opadów	++
Liczba dni w roku z opadem ≥10mm	++
Liczba dni w roku z opadem ≥20mm	+++
Liczba dni w roku z opadem ≥30mm	+++
Maksymalne, miesięczne sumy opadów w roku	++
Okres opadu ≥1mm o czasie trwania ponad 5 dni	++
Liczba dni z opadem i T <sub>sr</sub> od -5°C do 2,5°C	+++
Najdłuższy okres bezopadowy (liczba dni)	++
Okresy bezopadowe o czasie trwania ponad 5 dni	+
Liczba dni w roku między pierwszym a ostatnim śniegiem	+
Liczba dni z pokrywą śniegu od października do maja	+

Wskaźniki klimatyczne i hydrologiczne	Ocena
Maksymalna grubość pokrywy śnieżnej w okresie od października do maja	+
Liczba dni z porywem wiatru o prędkości $\geq 17$ m/s	++
Maksymalne porywy wiatru	+++
Liczba dni z burzą w roku	+++
Okresy niżówkowe	++
Susze	++

Skala ocen tendencji zmian wskaźników klimatycznych:

	Tendencja wzrostowa
	Tendencja spadkowa
	Brak tendencji

Skala ocen zagrożenia klimatycznego dla miasta:

+	Brak zagrożenia
++	Zagrożenie słabe
+++	Zagrożenie silne



**ZAŁĄCZNIK 2**

**Strategia adaptacji do zmian klimatu  
miasta Ostrołęki  
do roku 2025 z perspektywą do 2030**

**OCENA ZMIAN KLIMATU I NARAŻENIA  
NA CZYNNIKI KLIMATYCZNE DLA HORYZONTU  
2030 I 2050, NA PODSTAWIE EURO-CORDEX  
DLA OSTROŁĘKI**



**WYKONAWCY PROJEKTU:**



**INSTYTUT OCHRONY ŚRODOWISKA  
– PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY**



**VISTA ANALYSE**

**Iceland  
Liechtenstein  
Norway grants**

**Warszawa, 2017**

**Zespół autorski:**

*Paweł Durka*

*Jacek W. Kamiński*

*Joanna Strużewska*

*Maciej Jefimow*



## Spis treści

<b>Podsumowanie</b> .....	<b>5</b>
<b>1. Metodyka analizy</b> .....	<b>6</b>
1.1 Dane źródłowe.....	6
1.2 Indeksy klimatyczne.....	7
1.3 Algorytm analiz.....	8
<b>2. Fale upałów</b> .....	<b>8</b>
2.1 Percentyl 98% temperatury maksymalnej dobowej w roku .....	9
2.2 Liczba dni z temperaturą maksymalną >30°C w roku.....	10
2.3 Liczba okresów o długości przynajmniej 3 dni z temperaturą maksymalną >30°C w roku.....	11
2.4 Czas trwania okresów o długości przynajmniej 3 dni z temperaturą maksymalną >30°C w roku .....	12
2.5 Liczba dni z temperaturą maksymalną >25°C w roku.....	12
2.6 Liczba okresów o długości przynajmniej 5 dni z temperaturą maksymalną >25°C w roku.....	13
2.7 Czas trwania okresów o długości przynajmniej 5 dni z temperaturą maksymalną >25°C w roku .....	14
2.8 Liczba dni z temperaturą minimalną >20°C w roku.....	15
<b>3. Fale chłodu</b> .....	<b>15</b>
3.1 Percentyl 2% temperatury minimalnej dobowej w roku .....	16
3.2 Liczba dni z temperaturą maksymalną <0°C w roku.....	17
3.3 Liczba dni z temperaturą minimalną <-10°C w roku .....	17
3.4 Liczba okresów o długości przynajmniej 3 dni z temperaturą minimalną <-10°C w roku .....	18
3.5 Czas trwania okresów o długości przynajmniej 3 dni z temperaturą minimalną <-10°C w roku .....	19
<b>4. Przymrozki</b> .....	<b>19</b>
4.1 Liczba dni z temperaturą minimalną <0°C w roku.....	20
4.2 Liczba okresów o długości przynajmniej 5 dni z temperaturą minimalną <0°C w roku.....	20
4.3 Czas trwania okresów o długości przynajmniej 5 dni z temperaturą minimalną <0°C w roku..	21
4.4 Liczba dni z przejściem temperatury przez 0°C w roku.....	22
<b>5. Średnie warunki termiczne</b> .....	<b>22</b>
5.1 Stopniodni dla temperatury średniodobowej <17°C w roku .....	23
5.2 Stopniodni dla temperatury średniodobowej >27°C w roku .....	24
5.3 Liczba dni z temperaturą średniodobową >10°C w roku .....	24
5.4 Wartość temperatury średniorocznej.....	25
<b>6. Susze</b> .....	<b>25</b>
6.1 Najdłuższy okres bez opadu (opad <1 mm/d) w roku.....	26
6.2 Liczba okresów bez opadu dłuższych od 5 dni w roku .....	26
<b>7. Dni z opadem</b> .....	<b>27</b>
7.1 Suma roczna opadu .....	27
7.2 Liczba dni z opadem ≥1 mm/d w roku.....	28
7.3 Liczba okresów z opadem ≥1 mm/d dłuższych od 5 dni w roku .....	29
7.4 Średnie warunki opadowe .....	29
<b>8. Opad ekstremalny</b> .....	<b>30</b>
8.1 Liczba dni z opadem ≥10 mm/d w roku.....	30
8.2 Liczba dni z opadem ≥20 mm/d w roku.....	31
<b>9. Indeksy temperaturowo-opadowe</b> .....	<b>31</b>
<b>ZAŁĄCZNIK A</b> .....	<b>33</b>
Wartość temperatury średniomiesięcznej dla każdego miesiąca roku .....	33
Styczeń – Kwiecień RCP4.5 .....	33

Styczeń – Kwiecień RCP8.5 .....	33
Maj – Sierpień RCP4.5 .....	34
Wrzesień – Grudzień RCP8.5 .....	35
<b>ZAŁĄCZNIK B .....</b>	<b>37</b>
Miesięczna suma opadu dla wszystkich miesięcy roku .....	37
Styczeń – Kwiecień RCP4.5 .....	37
Styczeń – Kwiecień RCP8.5 .....	37
Maj – Sierpień RCP4.5 .....	38
Maj – Sierpień RCP8.5 .....	38
Wrzesień – Grudzień RCP4.5 .....	39
Wrzesień – Grudzień RCP8.5 .....	40
<b>ZAŁĄCZNIK C .....</b>	<b>41</b>
Maksymalny opad dobowy w miesiącu dla każdego miesiąca roku .....	41
Styczeń – Kwiecień RCP4.5 .....	41
Styczeń – Kwiecień RCP8.5 .....	41
Maj – Sierpień RCP4.5 .....	42
Maj – Sierpień RCP8.5 .....	42
Wrzesień – Grudzień RCP4.5 .....	43
Wrzesień – Grudzień RCP8.5 .....	43

## Podsumowanie

Dla Ostrołęki przeprowadzono analizę zmian klimatu dla horyzontu 2030 (jako średnia z dziesięciolecia 2026-2035) oraz 2050 (jako średnia z dziesięciolecia 2046-2055). Analizę przeprowadzono w oparciu o wiązkę wyników EURO-CORDEX w rozdzielczości ok. 12,5 km. Celem uchwycenia niepewności wyników modelowania, wynikającego z różnych możliwych ścieżek rozwoju gospodarczego i związanego z nim tempa wzrostu zawartości gazów cieplarnianych w atmosferze, analizy przeprowadzono dla dwóch scenariuszy opisanych akronimami RCP4.5 oraz RCP8.5. Wyniki EURO-CORDEX skalibrowano na podstawie obserwacji IMGW dla temperatury ze stacji Pułtusk (3701), a dla opadu ze stacji Ostrołęka (12285)

W odniesieniu do zmian charakterystyk temperaturowych prognozowany jest wzrost temperatury średniorocznej, wyrażający się wzrostem temperatur średniomiesięcznych przede wszystkim w miesiącach zimowych (styczniu, lutym, listopadzie i grudniu) oraz w czerwcu i lipcu

- Do roku 2050 przewidywane jest zwiększenie się ilości dni upalnych (temperatura maksymalna  $> 30^{\circ}\text{C}$ ) oraz zwiększenie się ilości fal upałów. Prognozowany jest dość znaczący wzrost liczby dni gorących oraz wydłużenie czasu trwania okresów występowania dni gorących. Prognozowany jest także wzrost ilości nocy tropikalnych (dni z temperaturą minimalną  $>20^{\circ}\text{C}$ ).
- Prognozowane jest osłabienie niekorzystnych zjawisk związanych z występowaniem niskich temperatur w okresie zimowym. Zmniejszeniu ulegnie liczba dni mroźnych z temperaturą maksymalną poniżej  $0^{\circ}\text{C}$  oraz liczba dni z temperaturą minimalną poniżej  $-10^{\circ}\text{C}$ , zmaleje też liczba fal chłodu.
- Zmniejszeniu ulegnie prognozowana liczba dni przymrozkowych w ciągu roku, jak również ilość długotrwałych okresów przymrozkowych, trwających co najmniej 5 dni. W związku z przewidywanym zmniejszeniem się liczby dni przymrozkowych prognozowane jest zmniejszenie się liczby dni z przejściem temperatury przez  $0^{\circ}\text{C}$ .
- Prognozowane jest znaczące zmniejszenie się wartości indeksu stopniodni dla temperatury średniodobowej  $<17^{\circ}\text{C}$  oraz nieznaczne zwiększenie się wartości indeksu stopniodni dla temperatury średniodobowej  $>27^{\circ}\text{C}$ , co oznacza zmniejszone zapotrzebowaniem na energię w miesiącach zimowych i nieco zwiększonym w miesiącach letnich.
- Prognozowane jest zwiększenie się liczby dni z temperaturą średniodobową  $>10^{\circ}\text{C}$ , co jest wskaźnikiem wydłużenia okresu wegetacyjnego niektórych roślin
- Dla charakterystyk opadowych prognozowany jest wzrost zarówno ilości dni z opadem jak i wysokość sumy rocznej opadu, wyrażający się wzrost miesięcznej sumy opadu dla większości miesięcy w roku.
- Prognozowany jest nieznaczny wzrost liczby dni z opadem ekstremalnym zwłaszcza dla scenariusza RCP8.5 w horyzoncie 2050.
- Na podstawie prognozowanej długości najdłuższego okresu oraz liczby okresów bez opadu dłuższych od 5 dni w roku nie ulegnie zagrożenie suszą w horyzoncie do roku 2050 może ulec nieznacznemu wzrostowi .

## 1. Metodyka analizy

Analizy zmian klimatu dla warunków klimatu przyszłego obejmowały horyzont 2030 (obliczony jako średnia z 10 lat 2026-2035) i 2050 (obliczony jako średnia z 10 lat 2046-2055). Dla warunków klimatu bieżącego przeprowadzono obliczenia dla horyzontu 2010 (obliczonego jako średnia z 10 lat 2006-2015) na podstawie wyników modelowania i danych obserwacyjnych. Wskaźniki narażenia na czynniki klimatyczne, obliczone dla horyzontu 2010 mają dwa zastosowania:

- Obserwowane - pozwalają oszacować systematyczną różnicę pomiędzy obserwowaną i modelowaną zmiennością
- Modelowanie - pozwalają ocenić trend prognozowanych zmian w długim horyzoncie czasowym (2006-2055)

### 1.1 Dane źródłowe

Warunki przyszłego klimatu odtworzono w oparciu o wyniki symulacji klimatycznych obliczonych w ramach projektu EURO-CORDEX (<http://www.euro-cordex.net>), przy zastosowaniu najnowszych dostępnych projekcji klimatycznych wg. 5 Raportu Oceny Międzyrządowego Panelu ds. Zmian Klimatu (dalej AR5 IPCC - <https://www.ipcc.ch/report/ar5>) z roku 2013. Wykorzystano wyniki dostępnych realizacji symulacji regionalnych modeli klimatu (RCM – ang. Regional Climate Model) dla obszaru obejmującego całą Europę na siatce regularnej w rozdzielczości 0.11o (ok. 12,5km).

Celem uchwycenia niepewności wyników modelowania, wynikającego z różnych możliwych ścieżek rozwoju gospodarczego i związanego z nim tempa wzrostu zawartości gazów cieplarnianych w atmosferze, analizy przeprowadzono dla dwóch scenariuszy opisanych akronimami RCP4.5 oraz RCP8.5. Umiarkowany scenariusz RCP4.5 zakłada dalszy wzrost stężeń CO<sub>2</sub>, odpowiednio do 540 ppm w r. 2100 oraz osiągnięcie wymuszenia radiacyjnego na poziomie 4.5 W/m<sup>2</sup>, zaś scenariusz ekstrapolacyjny RCP8.5 odpowiada wzrostowi stężeń CO<sub>2</sub> do 940 ppm w r. 2100 i ciągły wzrost wymuszenia radiacyjnego do poziomu 8.5 W/m<sup>2</sup> ([http://sedac.ipcc-data.org/ddc/ar5\\_scenario\\_process/RCPs.html](http://sedac.ipcc-data.org/ddc/ar5_scenario_process/RCPs.html)).

Jako dane referencyjne dla klimatu bieżącego wykorzystane zostały obserwacje przekazane na potrzeby realizacji projektu przez Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej. Dla Ostrołęki przekazane zostały dane ze stacji Ostrołęka(469) oraz Pułtusk(3701).

Podstawowe parametry meteorologiczne (dostępne zarówno dla klimatu bieżącego jak też przyszłego) pozwalające na określenie ekspozycji i wrażliwości na zmiany klimatu to:

- temperatura średniodobowa [°C]
- temperatura maksymalna dobową [°C]
- temperatura minimalna dobową [°C]
- wysokość opadu w ciągu doby (suma) [mm/doba]

## 1.2 Indeksy klimatyczne

Celem oceny narażenia na zmiany klimatu obliczono następujące indeksy klimatyczne:

	Indeksy temperaturowe
Fale upałów	Percentyl 98% temperatury maksymalnej dobowej w roku
	Liczba dni z temperaturą maksymalną $> 30^{\circ}\text{C}$ w roku
	Liczba okresów o długości przynajmniej 3 dni (i czas trwania) z temperaturą maksymalną $> 30^{\circ}\text{C}$ w roku
	Liczba dni z temperaturą maksymalną $> 25^{\circ}\text{C}$ w roku
	Liczba okresów o długości przynajmniej 5 dni (i czas trwania) z temperaturą maksymalną $> 25^{\circ}\text{C}$ w roku
	Liczba dni z temperaturą minimalną $> 20^{\circ}\text{C}$ w roku
Fale chłodu	Percentyl 2% temperatury minimalnej dobowej w roku
	Liczba dni z temperaturą maksymalną $< 0^{\circ}\text{C}$ w roku
	Liczba dni z temperaturą minimalną $< -10^{\circ}\text{C}$ w roku
	Liczba okresów o długości przynajmniej 3 dni (i czas trwania) z temperaturą minimalną $< -10^{\circ}\text{C}$ w roku
Przymrozki	Liczba dni z temperaturą minimalną $< 0^{\circ}\text{C}$ w roku
	Liczba okresów o długości przynajmniej 5 dni (i czas trwania) z temperaturą minimalną $< 0^{\circ}\text{C}$ w roku
	Liczba dni z przejściem temperatury przez $0^{\circ}\text{C}$ w roku
Średnie warunki termiczne	Stopniodni dla temperatury średniodobowej $< 17^{\circ}\text{C}$ w roku
	Stopniodni dla temperatury średniodobowej $> 27^{\circ}\text{C}$ w roku
	Liczba dni z temperaturą średniodobową $> 10^{\circ}\text{C}$ w roku
	Wartość temperatury średniorocznej
	Wartości temperatury średniomiesięcznej
	Indeksy opadowe
Susze	Najdłuższy okres bez opadu (opad $< 1\text{mm/d}$ ) w roku
	Liczba okresów bez opadu dłuższych od 5 dni w roku
Dni z opadem	Suma roczna opadu
	Liczba dni z opadem $\geq 1\text{mm/d}$ w roku
	Liczba okresów z opadem $\geq 1\text{mm/d}$ dłuższych od 5 dni w roku
Opad ekstremalny	Liczba dni z opadem $\geq 10\text{mm/d}$ w roku
	Liczba dni z opadem $\geq 20\text{mm/d}$ w roku
Średnie warunki opadowe	Miesięczna suma opadu
	Maksymalny opad dobowy w miesiącu

	Indeksy temperaturowo-opadowe
Indeksy temperaturowo-opadowe	Liczba dni z opadem przy temp. $-5^{\circ}\text{C}$ do $2.5^{\circ}\text{C}$

### 1.3 Algorytm analiz

- Dla każdego parametru i każdej lokalizacji stworzono wektory obserwacji średniodobowych 2006-2015 (dane IMGW)
- Dla każdego modelu Euro-Cordex (kilkanaście modeli – w zależności od parametru), każdego scenariusza, każdego parametru i każdej lokalizacji stworzono wektory wartości średniodobowych 2006-2015
- Dla każdego modelu, każdego scenariusza, każdego parametru i każdej lokalizacji wykonano korektę statystyczną (statystyczny downscaling) z wykorzystaniem pakietu statystycznego R (funkcje z pakietu QMAP), mający na celu redukcję systematycznego błędu
- Dla każdego modelu, każdego scenariusza, każdego parametru i każdej lokalizacji wykonano ocenę zgodności wyników skorygowanych z obserwacjami na podstawie danych przekazanych przez IMGW
- Dla każdego scenariusza, każdego parametru i każdej lokalizacji wykonano analizę wiązki w oparciu o wartości skorygowane
- Dla każdego modelu, każdej lokalizacji i każdego scenariusza obliczony zestaw indeksów klimatycznych
  - Na podstawie skorygowanych wyników projekcji klimatycznych dla 3 horyzontów czasowych jako średnia z 10-lecia (2010←2006-2015, 2020←2026-2035, 2050←2046-2055)
  - Na podstawie obserwacji (IMGW) jako średnia z 10-lecia 2010←2006-2015
- Dla każdej lokalizacji i każdego scenariusza obliczono średnie wartości indeksów do dostarczenia dla zespołów miejskich

#### EURO-CORDEX:

We acknowledge the World Climate Research Programme's Working Group on Regional Climate, and the Working Group on Coupled Modelling, former coordinating body of CORDEX and responsible panel for CMIP5. We also thank the climate modelling groups for producing and making available their model output. We also acknowledge the Earth System Grid Federation infrastructure an international effort led by the U.S. Department of Energy's Program for Climate Model Diagnosis and Intercomparison, the European Network for Earth System Modelling and other partners in the Global Organisation for Earth System Science Portals (GO-ESSP)

## 2. Fale upałów

Zagrożenie falami upałów w Ostrołęce zostało ocenione na podstawie analizy następujących indeksów:

- Percentyl 98% temperatury maksymalnej dobowej w roku;

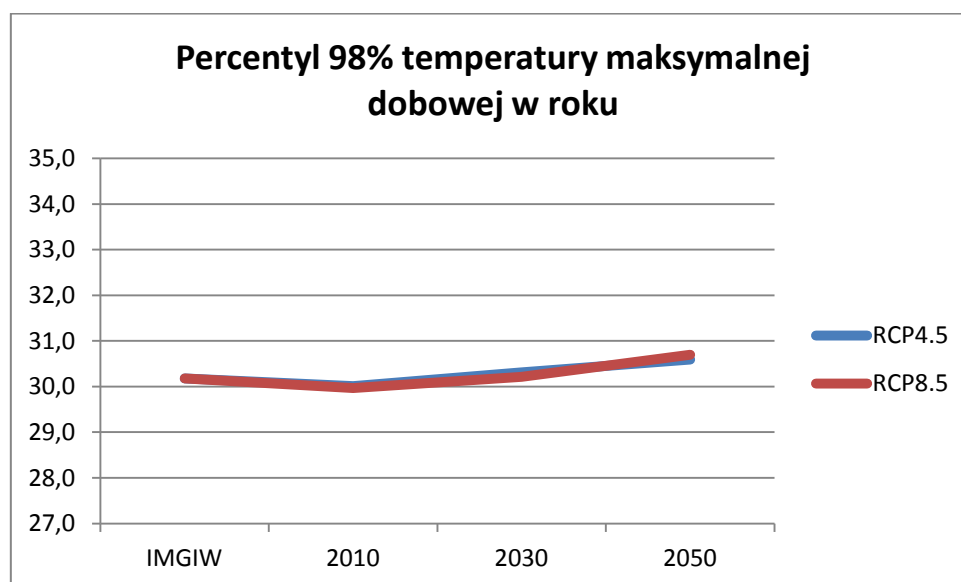
- Liczba dni z temperaturą maksymalną  $>30^{\circ}\text{C}$  w roku;
- Liczba okresów o długości przynajmniej 3 dni z temperaturą maksymalną  $>30^{\circ}\text{C}$  w roku;
- Czas trwania okresów o długości przynajmniej 3 dni z temperaturą maksymalną  $>30^{\circ}\text{C}$  w roku;
- Liczba dni z temperaturą maksymalną  $>25^{\circ}\text{C}$  w roku;
- Liczba okresów o długości przynajmniej 5 dni z temperaturą maksymalną  $>25^{\circ}\text{C}$  w roku;
- Czas trwania okresów o długości przynajmniej 5 dni z temperaturą maksymalną  $>25^{\circ}\text{C}$  w roku;
- Liczba dni z temperaturą minimalną  $>20^{\circ}\text{C}$  w roku.

W odniesieniu do powyższych indeksów zagrożenie falami upałów w horyzoncie do roku 2050 prognozowane jest nasilenie niekorzystnych zjawisk związanych z występowaniem wysokich temperatur w okresie letnim.

- Prognozowany jest wzrost wartości temperatur maksymalnych w okresie letnim.
- Do roku 2050 przewidywane jest zwiększenie się ilości dni upalnych (temperatura maksymalna  $> 30^{\circ}\text{C}$ ) oraz zwiększenie się ilości fal upałów (liczba okresów o długości przynajmniej 3 kolejnych dni z temperaturą maksymalną  $> 30^{\circ}\text{C}$ ), choć prognozowany średni czas trwania fal upałów nie ulegnie znaczącym zmianom w stosunku do klimatu bieżącego.
- Prognozowany jest dość znaczący wzrost liczby dni gorących (z temperaturą maksymalną  $>25^{\circ}\text{C}$ ). Liczba okresów o długości przynajmniej 5 dni z temperaturą maksymalną  $>25^{\circ}\text{C}$  pozostanie na poziomie zbliżonym do klimatu bieżącego, jednak czas trwania tych okresów ulegnie wydłużeniu.
- Prognozowany jest także wzrost ilości nocy tropikalnych (dni z temperaturą minimalną  $>20^{\circ}\text{C}$ ).

Szczegółowy opis zmienności indeksów przedstawiono poniżej w sekcjach 2.1 – 2.8

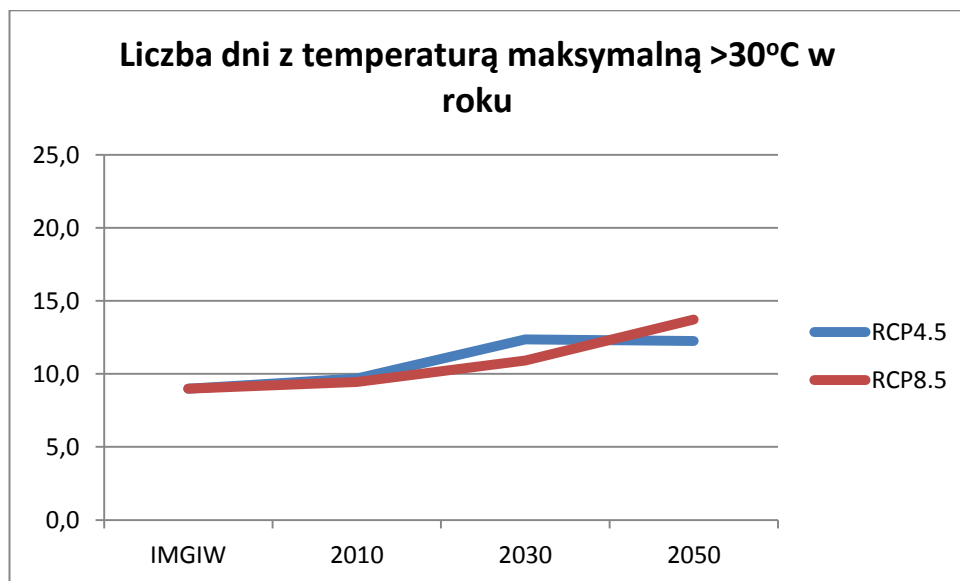
## 2.1 Percentyl 98% temperatury maksymalnej dobowej w roku



Rysunek 1 Percentyl 98% temperatury maksymalnej dobowej w roku, dla scenariusza umiarkowanej (RCP4.5 – niebieska linia) i wysokiej emisji gazów cieplarnianych (RCP8.5 – czerwona linia)

Dla percentyla 98% temperatury maksymalnej dobowej w roku zmiany nie są duże, jednakże wyniki wiązki EURO-CORDEX uzyskane dla ciągu kolejnych dziesięcioleci wskazują na istnienie trendu wzrostowego (Rysunek 1). Zmiany są względnie niewielkie, a temperatura zmienia się od średnio 29,99°C w dziesięcioleciu 2006-2015 poprzez średnio 30,26°C w latach 2026-2035 do średnio 30,64°C w okresie 2046-2055. Dla klimatu bieżącego wyniki wiązki EURO-CORDEX odpowiadają wartości obserwowanym. **Prognozowany jest wzrost temperatur maksymalnych w okresie letnim.**

## 2.2 Liczba dni z temperaturą maksymalną >30°C w roku

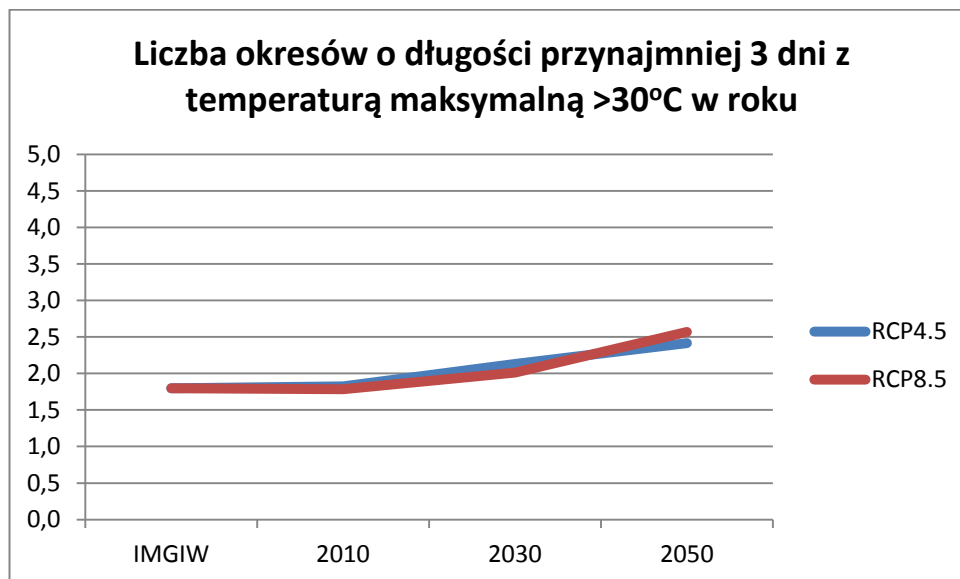


Rysunek 2 Liczba dni z temperaturą maksymalną >30°C w roku (RCP4.5 – niebieska linia) i wysokiej emisji gazów cieplarnianych (RCP8.5 – czerwona linia)

Wyniki uzyskane dla liczby dni z temperaturą maksymalną >30°C w roku wskazują na wystąpienie zauważalnego trendu wzrostowego dla scenariusza RCP8.5 i niewielkiego w przypadku RCP4.5 (Rysunek 2). Uśredniając, liczba dni z zadaną temperaturą zmienia się od średnio 9,57 dnia w dziesięcioleciu 2006-2015 poprzez średnio 11,64 dnia dla lat 2026-2035 do średnio 12,99 dnia w okresie 2046-2055. Dla klimatu bieżącego wartości obserwowane i uzyskane na podstawie EURO-CORDEX są zbliżone. **Prognozowane jest zwiększenie się ilości dni upalnych (temperatura maksymalna >30°C)**



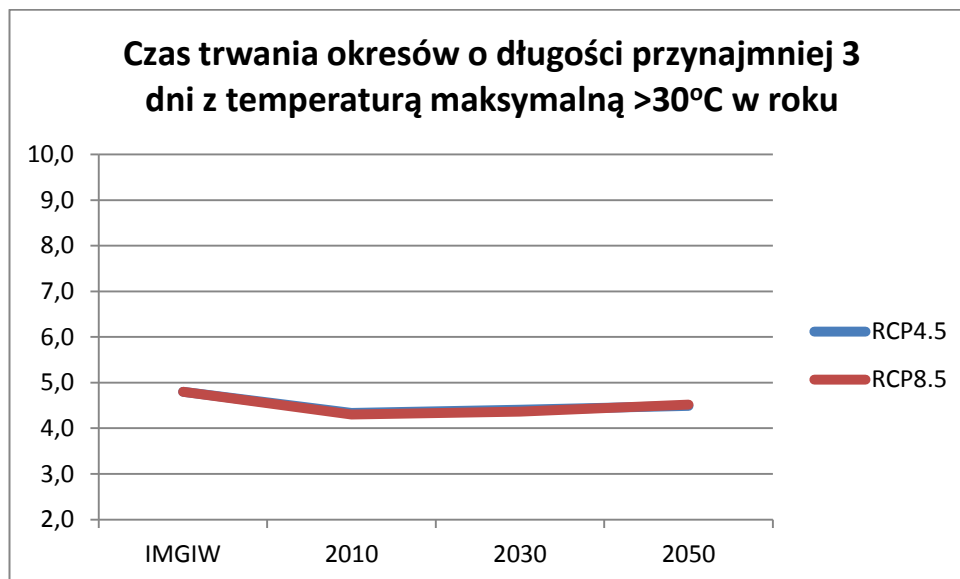
## 2.3 Liczba okresów o długości przynajmniej 3 dni z temperaturą maksymalną >30°C w roku



Rysunek 3 Liczba okresów o długości przynajmniej 3 dni z temperaturą maksymalną >30°C w roku (RCP4.5 – niebieska linia) i wysokiej emisji gazów cieplarnianych (RCP8.5 – czerwona linia)

W odniesieniu do liczby okresów o długości przynajmniej 3 dni z temperaturą maksymalną >30°C w roku widać niewielką tendencję do wzrostu liczby tych okresów na przestrzeni dziesięcioleci (Rysunek 3). Ich liczba zmienia się nieznacznie od średnio 1,80 w latach 2006-2015 poprzez średnio 2,07 w latach 2026-2035 do średnio 2,49 w latach 2046-2055. Zbieżność wartości obserwowanych i wyników wiązki EURO-CORDEX jest duża. **Prognozowane jest zwiększenie się ilości fal upałów (liczba okresów o długości przynajmniej 3 kolejnych dni z temperaturą maksymalną powyżej 30°C)**

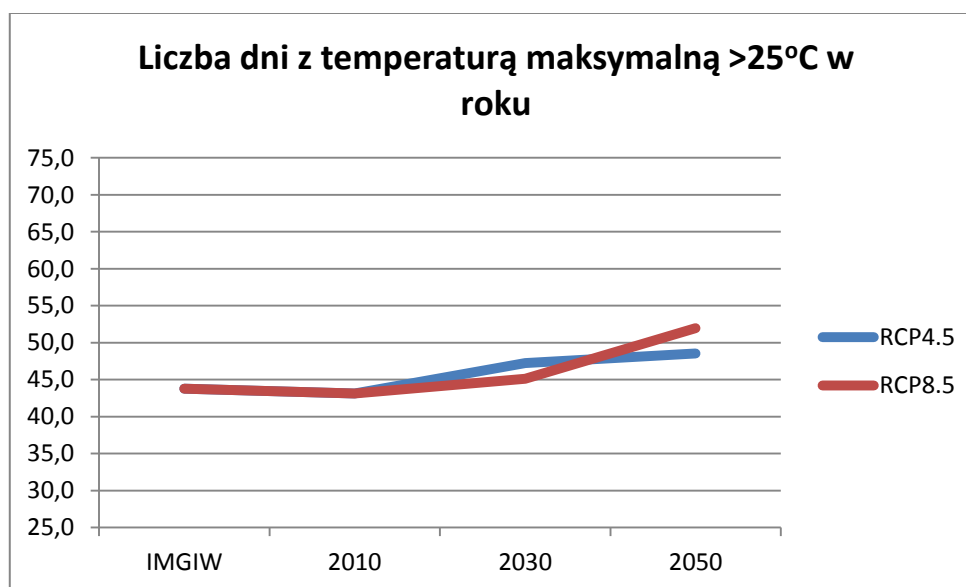
## 2.4 Czas trwania okresów o długości przynajmniej 3 dni z temperaturą maksymalną >30°C w roku



Rysunek 4 Czas trwania okresów o długości przynajmniej 3 dni z temperaturą maksymalną >30°C w roku (RCP4.5 – niebieska linia) i wysokiej emisji gazów cieplarnianych (RCP8.5 – czerwona linia)

Analizując wyniki wiązki EURO-CORDEX dla czasu trwania okresów o długości przynajmniej 3 dni z temperaturą maksymalną >30°C w roku można zauważyć brak trendu w przypadku obu scenariuszy (Rysunek 4). Wyznaczony czas trwania okresów zmienia się od średnio 4,32 dnia w dziesięcioleciu 2006-2015 poprzez średnio 4,39 dnia w okresie 2026-2035 do średnio 4,51 dnia w latach 2046-2055. Dla klimatu bieżącego wartości wiązki wyników EURO-CORDEX są nieznacznie zaniżone. **Prognozowany średni czas trwania fal upałów nie ulegnie znaczącym zmianom w stosunku do klimatu bieżącego.**

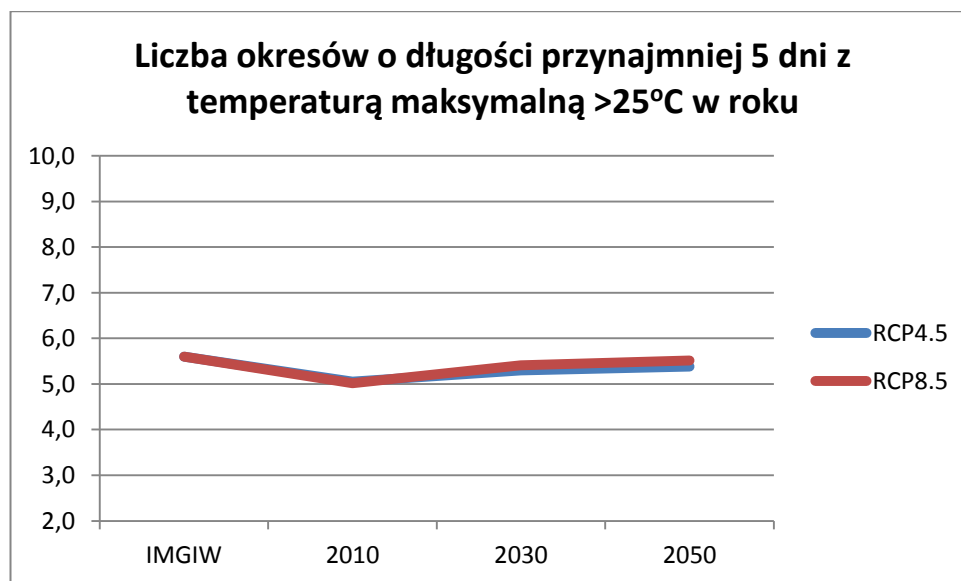
## 2.5 Liczba dni z temperaturą maksymalną >25°C w roku



Rysunek 5 Liczba dni z temperaturą maksymalną >25°C w roku (RCP4.5 – niebieska linia) i wysokiej emisji gazów cieplarnianych (RCP8.5 – czerwona linia)

W przypadku liczby dni z temperaturą maksymalną  $>25^{\circ}\text{C}$  w roku wyniki wiązki EURO-CORDEX jednoznacznie wskazują na wystąpienie trendu wzrostowego, a siła tego trendu zależy od wyboru scenariusza oraz okresu (Rysunek 5). Przeciętnie liczba dni zmienia się od średnio 43,13 dnia w latach 2006-2015 poprzez średnio 46,15 dnia w latach 2026-2035 do średnio 50,25 dnia w latach 2046-2055. Dla klimatu bieżącego wartości wiązki wyników EURO-CORDEX są zbieżne. **Prognozowany jest wzrost liczby dni gorących (z temperaturą maksymalną  $>25^{\circ}\text{C}$ ).**

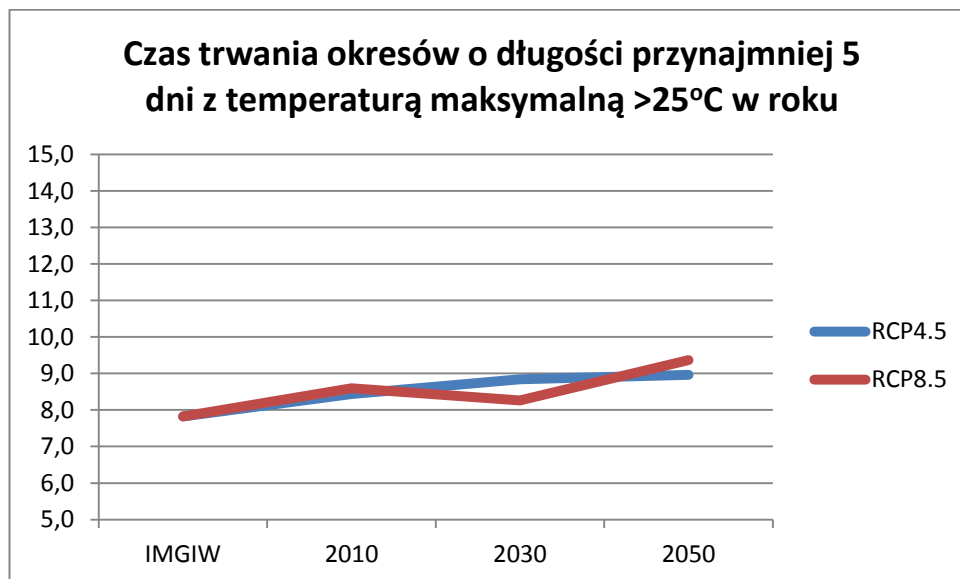
## 2.6 Liczba okresów o długości przynajmniej 5 dni z temperaturą maksymalną $>25^{\circ}\text{C}$ w roku



**Rysunek 6 Liczba okresów o długości przynajmniej 5 dni z temperaturą maksymalną  $>25^{\circ}\text{C}$  w roku (RCP4.5 – niebieska linia) i wysokiej emisji gazów cieplarnianych (RCP8.5 – czerwona linia)**

Dla liczby okresów o długości przynajmniej 5 dni z temperaturą maksymalną  $>25^{\circ}\text{C}$  w roku widoczne jest wystąpienie nieznacznego trendu wzrostowego (Rysunek 6). Zmiany są relatywnie niskie i ukazują wzrost od średnio 5,03 okresu w dziesięcioleciu 2006-2015 poprzez średnio 5,35 w okresie 2026-2035 do średnio 5,45 okresu w latach 2046-2055. Zbieżność wartości obserwowanych i wyników wiązki EURO-CORDEX jest dobra. **Prognozowana liczba okresów o długości przynajmniej 5 dni z temperaturą maksymalną  $>25^{\circ}\text{C}$  pozostanie na poziomie zbliżonym do klimatu bieżącego.**

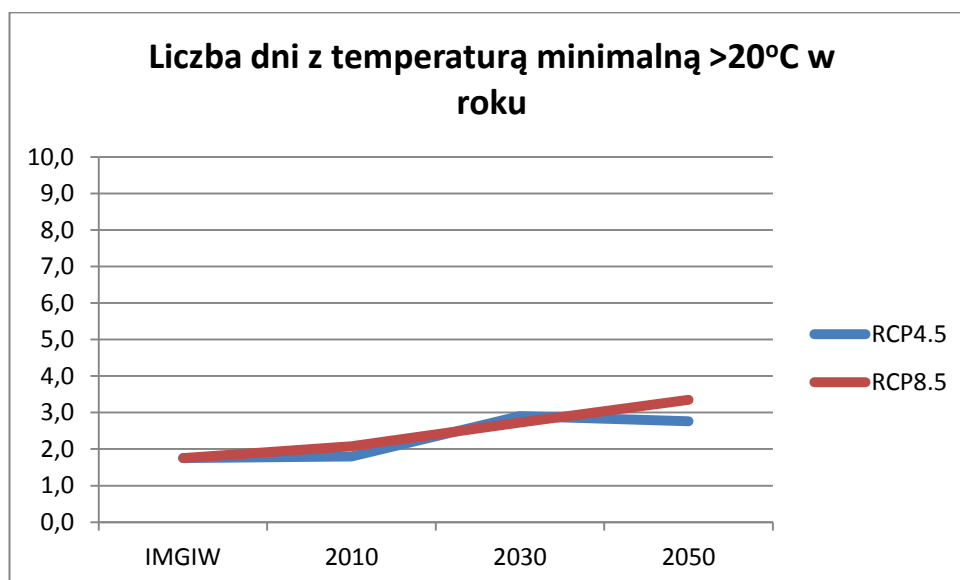
## 2.7 Czas trwania okresów o długości przynajmniej 5 dni z temperaturą maksymalną >25°C w roku



Rysunek 7 Czas trwania okresów o długości przynajmniej 5 dni z temperaturą maksymalną >25°C w roku (RCP4.5 – niebieska linia) i wysokiej emisji gazów cieplarnianych (RCP8.5 – czerwona linia)

Wyniki wiązki EURO-CORDEX uzyskane dla dwóch scenariuszy w ciągu kolejnych dziesięcioleci w odniesieniu do czasu trwania okresów o długości przynajmniej 5 dni z temperaturą maksymalną >25°C w roku nie są jednoznaczne (Rysunek 7). Dla scenariusza RCP4.5 widoczny jest stały, nieznaczny wzrost, natomiast dla drugiego z nich spadek w dziesięcioleciu 2026-2035 i zauważalny wzrost w kolejnym okresie. Wartości zmieniają się od średnio 8,52 dnia w latach 2006-2015 poprzez średnio 8,55 dnia w okresie 2026-2035 do średnio 9,16 dnia w dziesięcioleciu 2026-2035. Dla klimatu bieżącego wartości wiązki EURO-CORDEX są zbliżone do obserwacji. **Prognozowany jest niewielki wzrost czasu trwania okresów o długości przynajmniej 5 dni z temperaturą maksymalną >25°C w roku.**

## 2.8 Liczba dni z temperaturą minimalną >20°C w roku



Rysunek 8 Liczba dni z temperaturą minimalną >20°C w roku (RCP4.5 – niebieska linia) i wysokiej emisji gazów cieplarnianych (RCP8.5 – czerwona linia)

Wyniki uzyskane z wiązki EURO-CORDEX dla liczby dni z temperaturą minimalną >20°C w roku wskazują na wystąpienie drobnego lecz, stałego trendu wzrostowego dla scenariusza RCP8.5, dla drugiego z nich choć początkowo uzyskano pewien zauważalny wzrost to w ostatnim z rozpatrywanych dziesięcioleci widoczny jest spadek (Rysunek 8). Uśredniając, liczba dni zmienia się od przeciętnie 1,94 dnia w dziesięcioleciu 2006-2015 poprzez średnio 2,82 dnia w latach 2026-2035 do średnio 3,06 dnia w okresie 2026-2055. Wyniki wiązki EURO-CORDEX uzyskane na przestrzeni dziesięcioleci różnią się nieznacznie od bieżących obserwacji klimatu. **Prognozowany jest wzrost ilości nocy tropikalnych (dni z temperaturą minimalną >20°C).**

## 3. Fale chłodu

Zagrożenie falami chłodu w Ostrołęce zostało ocenione na podstawie analizy następujących indeksów:

- Percentyl 2% temperatury minimalnej dobowej w roku;
- Liczba dni z temperaturą maksymalną <0°C w roku;
- Liczba dni z temperaturą minimalną <-10°C w roku;
- Liczba okresów o długości przynajmniej 3 dni z temperaturą minimalną <-10°C w roku;
- Czas trwania okresów o długości przynajmniej 3 dni z temperaturą minimalną <-10°C w roku.

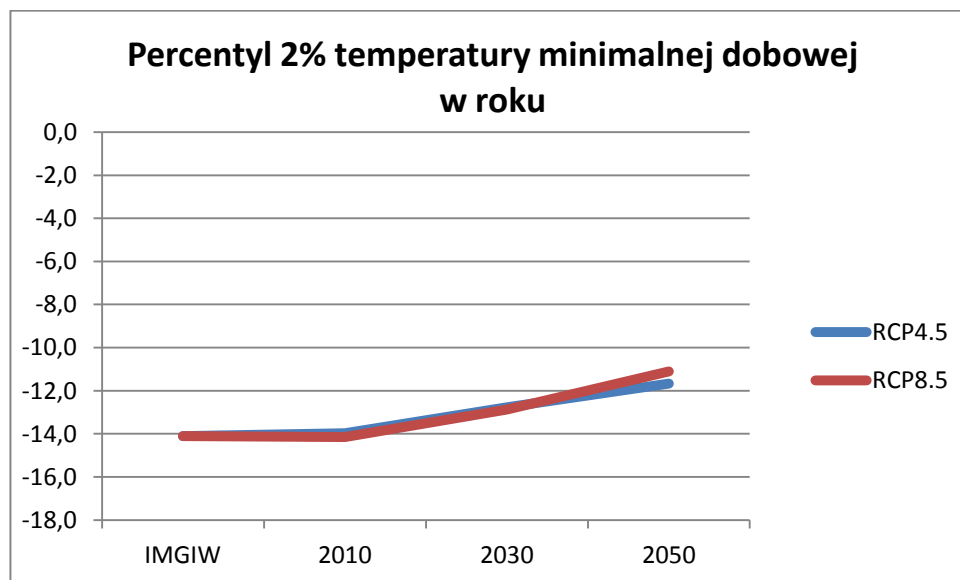
W odniesieniu do powyższych indeksów zagrożenie falami chłodu w horyzoncie do roku 2050 prognozowane jest osłabienie niekorzystnych zjawisk związanych z występowaniem niskich temperatur w okresie zimowym.

- Prognozowany jest wzrost temperatur minimalnych okresu zimowego.
- Prognozowana liczba dni mroźnych z temperaturą maksymalną poniżej 0°C ulegnie zmniejszeniu.
- Prognozowana liczba dni z temperaturą minimalną poniżej -10°C ulegnie zmniejszeniu. Przy nieznacznym spadku liczby fal chłodu wyrażonych jako okresy o długości przynajmniej 3 dni

z temperaturą minimalną  $<-10^{\circ}\text{C}$ . Prognozowany czasu trwania tych okresów nie ulegnie znaczącym zmianom w stosunku do klimatu bieżącego.

Szczegółowy opis zmienności indeksów przedstawiono poniżej w sekcjach 3.1 – 3.5

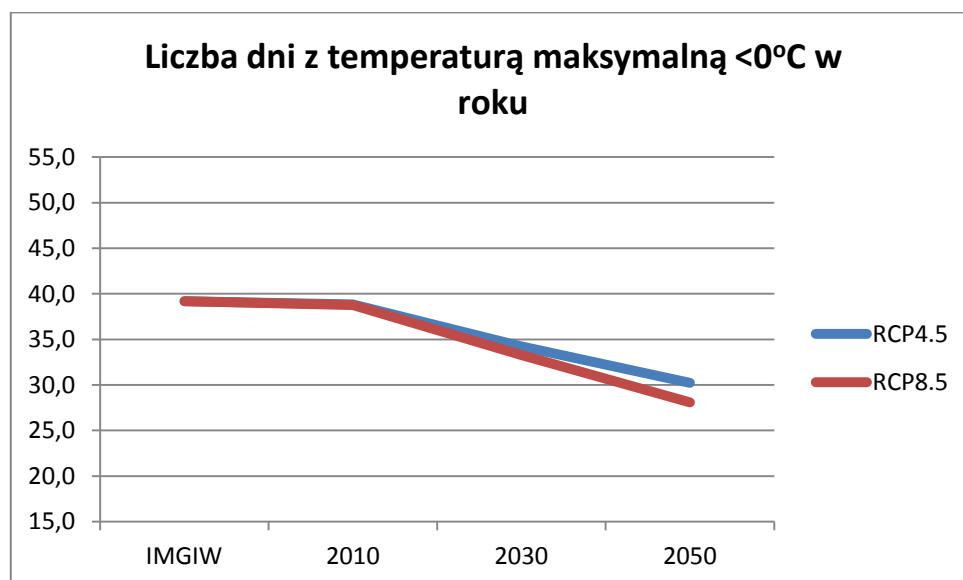
### 3.1 Percentyl 2% temperatury minimalnej dobowej w roku



Rysunek 9 Percentyl 2% temperatury minimalnej dobowej w roku (RCP4.5 – niebieska linia) i wysokiej emisji gazów cieplarnianych (RCP8.5 – czerwona linia)

W odniesieniu do percentyla 2% temperatury minimalnej dobowej w roku wartości wiązki EURO-CORDEX wskazują na tendencję do wzrostu temperatury na przestrzeni analizowanych okresów, a uzyskane wartości są zbliżone dla obu z analizowanych scenariuszy (Rysunek 9). Temperatura rośnie od średnio  $-14,07^{\circ}\text{C}$  w okresie 2006-2015 poprzez średnio  $-12,82^{\circ}\text{C}$  w latach 2026-2035 do średnio  $-11,39^{\circ}\text{C}$  w okresie 2046-2055. Wartości bieżącej obserwacji klimatu oraz uzyskane wartości wiązki EURO-CORDEX są sobie niemal równe. **Prognozowany jest wzrost temperatur minimalnych okresu zimowego.**

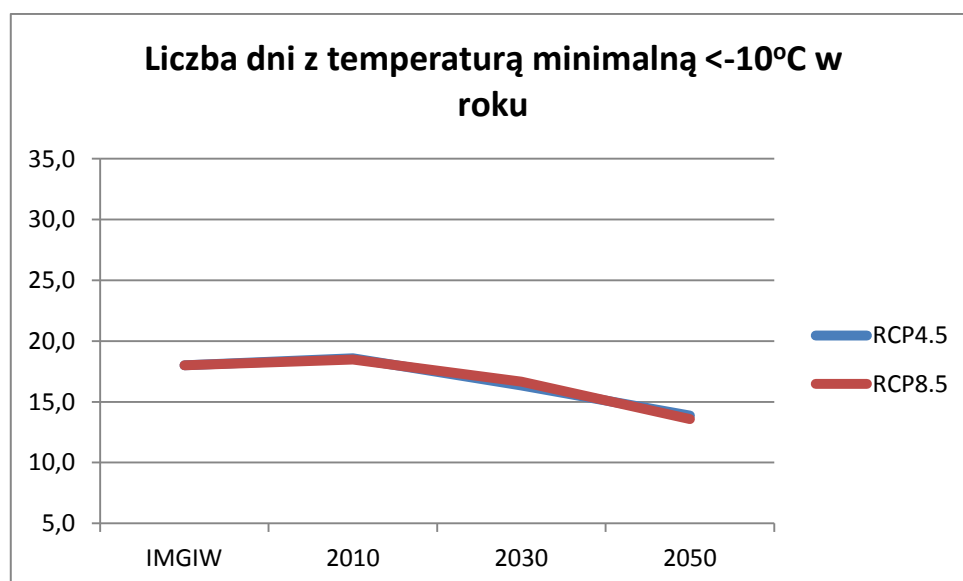
### 3.2 Liczba dni z temperaturą maksymalną $<0^{\circ}\text{C}$ w roku



Rysunek 10 Liczba dni z temperaturą maksymalną  $<0^{\circ}\text{C}$  w roku (RCP4.5 – niebieska linia) i wysokiej emisji gazów cieplarnianych (RCP8.5 – czerwona linia)

W przypadku liczby dni temperaturą maksymalną  $<0^{\circ}\text{C}$  w roku wartości wiązki EURO-CORDEX wskazują na dość silny trend spadkowy (Rysunek 10). Dni te zmieniają się od średnio 38,81 dnia w latach 2006-2015 poprzez średnio 33,75 dnia w latach 2026-2035 do średnio 29,17 dnia dla lat 2046-2055. Dla klimatu bieżącego wartości wiązki EURO-CORDEX odbiegają nieznacznie od wartości obserwowanych. **Prognozowana liczba dni mroźnych z temperaturą maksymalną poniżej  $0^{\circ}\text{C}$  ulegnie zmniejszeniu.**

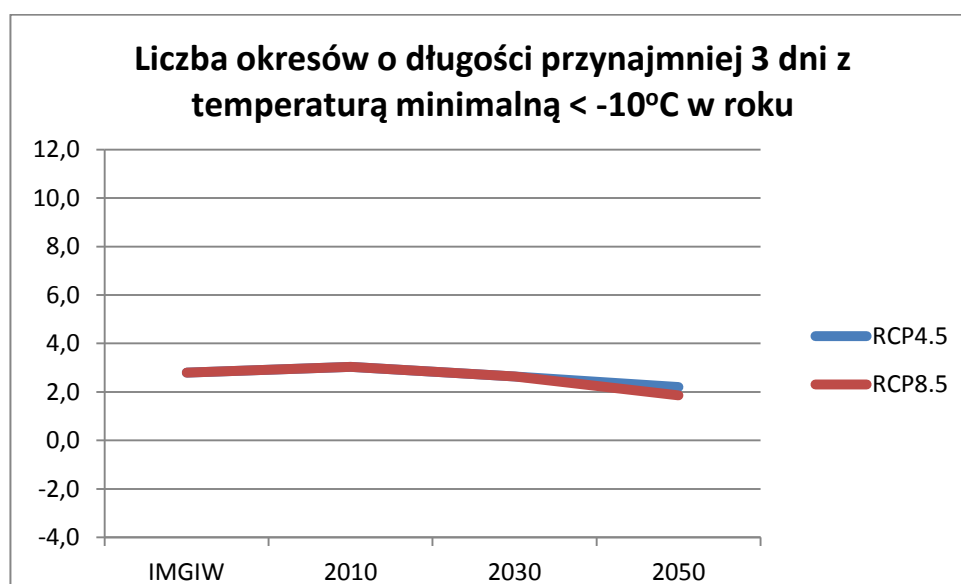
### 3.3 Liczba dni z temperaturą minimalną $<-10^{\circ}\text{C}$ w roku



Rysunek 11 Liczba dni z temperaturą minimalną  $<-10^{\circ}\text{C}$  w roku (RCP4.5 – niebieska linia) i wysokiej emisji gazów cieplarnianych (RCP8.5 – czerwona linia)

Dla liczby dni z temperaturą minimalną  $<-10^{\circ}\text{C}$  w roku wartości wiązki EURO-CORDEX wskazują na mały trend spadkowy liczby dni chłodnych, można też zauważyć zbieżność otrzymanych wartości dla obu scenariuszy (Rysunek 11). W przypadku uśrednienia liczba dni zmienia się od przeciętnie 18,53 dnia w latach 2006-2015 poprzez średni 16,51 dnia w latach 2026-2035 do średnio 13,72 dnia w latach 2046-2055. Dla klimatu bieżącego wartości wiązki EURO-CORDEX różnią się nieznacznie od obserwacji. **Prognozowana liczba dni z temperaturą minimalną poniżej  $-10^{\circ}\text{C}$  ulegnie zmniejszeniu.**

### 3.4 Liczba okresów o długości przynajmniej 3 dni z temperaturą minimalną $<-10^{\circ}\text{C}$ w roku

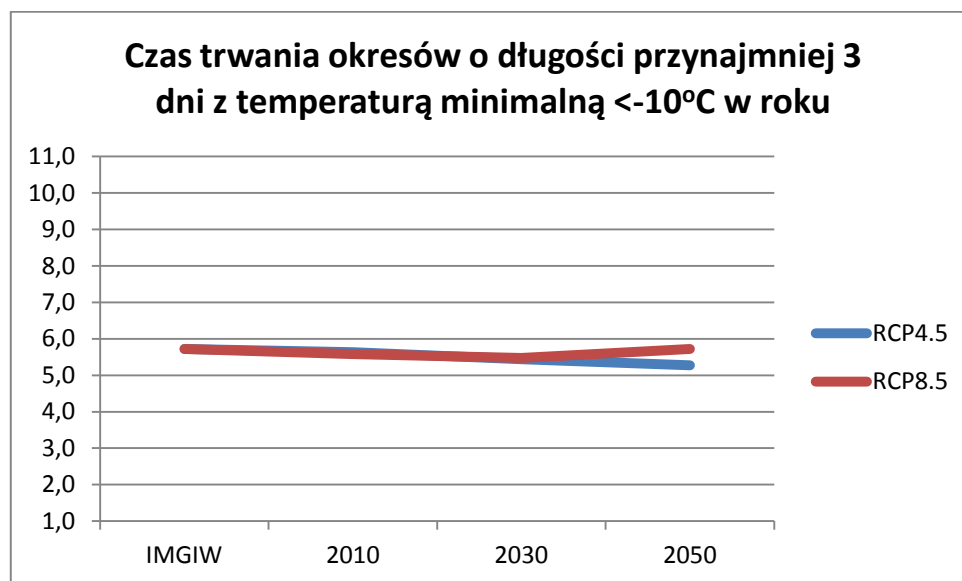


Rysunek 12 Liczba okresów o długości przynajmniej 3 dni z temperaturą minimalną  $<-10^{\circ}\text{C}$  w roku (RCP4.5 – niebieska linia) i wysokiej emisji gazów cieplarnianych (RCP8.5 – czerwona linia)

Wyniki wiązki EURO-CORDEX uzyskane dla dwóch scenariuszy w ciągu kolejnych dziesięcioleci dla liczby okresów o długości przynajmniej 3 dni z temperaturą minimalną  $<-10^{\circ}\text{C}$  w roku wskazują na niewielki trend spadkowy i dość dużą zgodność wyników dla obu scenariuszy (Rysunek 12). Liczba okresów zmniejsza się od średnio 3,03 okresu w latach 2006-2015 poprzez średnio 2,64 okresu w latach 2026-2035 do średnio 2,03 w latach 2046-2055. Dla klimatu bieżącego wartości wiązki EURO-CORDEX są zbliżone do wartości obserwacji. **Prognozowany jest nieznaczny spadek liczby fal chłodu wyrażonych jako okresy o długości przynajmniej 3 dni z temperaturą minimalną  $<-10^{\circ}\text{C}$ .**



### 3.5 Czas trwania okresów o długości przynajmniej 3 dni z temperaturą minimalną <-10°C w roku



Rysunek 13 Czas trwania okresów o długości przynajmniej 3 dni z temperaturą minimalną <-10°C w roku (RCP4.5 – niebieska linia) i wysokiej emisji gazów cieplarnianych (RCP8.5 – czerwona linia)

W odniesieniu do czasu trwania okresów o długości przynajmniej 3 dni z temperaturą minimalną <-10°C w roku nie można wskazać na wystąpienie trendu (Rysunek 13). Wartości zmieniają się od średnio 5,61 dnia w latach 2006-2015 poprzez średnio 5,46 dnia w latach 2026-2035 do średnio 5,50 dnia w latach 2046-2055. Wartości wiązki EURO-CORDEX na przestrzeni dziesięcioleci w dużym stopniu odpowiadają obserwacji. **Prognozowany czas trwania okresów o długości przynajmniej 3 dni z temperaturą minimalną <-10°C w roku nie ulegnie znaczącym zmianom w stosunku do klimatu bieżącego.**

## 4. Przymrozki

Zagrożenie przymrozkami zostało ocenione na podstawie analizy następujących indeksów:

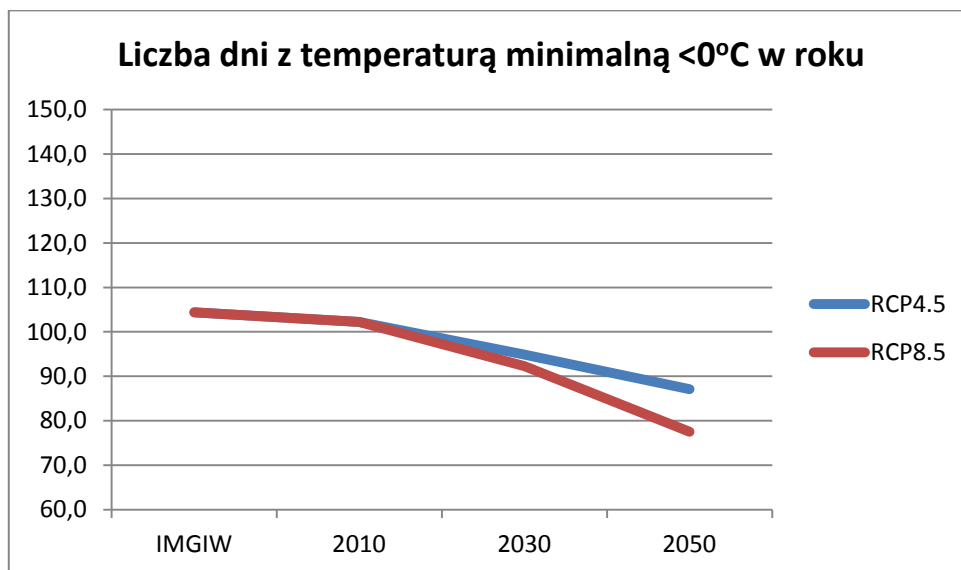
- Liczba dni z temperaturą minimalną <0°C w roku;
- Liczba okresów o długości przynajmniej 5 dni z temperaturą minimalną <0°C w roku;
- Czas trwania okresów o długości przynajmniej 5 dni z temperaturą minimalną <0°C w roku;
- Liczba dni z przejściem temperatury przez 0°C w roku.

W odniesieniu do powyższych indeksów zagrożenie przymrozkami w horyzoncie do roku 2050 prognozowane jest niższe narażenie na występowanie tego zjawiska.

- Prognozowana liczba dni przymrozkowych w ciągu roku (z temperaturą minimalną <0°C) ulegnie zmniejszeniu.
- 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 nieznaczny trend spadkowy do roku 2050.
- W związku z przewidywanym zmniejszeniem się liczby dni przymrozkowych prognozowane jest zmniejszenie się liczby dni z przejściem temperatury przez 0°C.

Szczegółowy opis zmienności indeksów przedstawiono poniżej w sekcjach 4.1 – 4.4

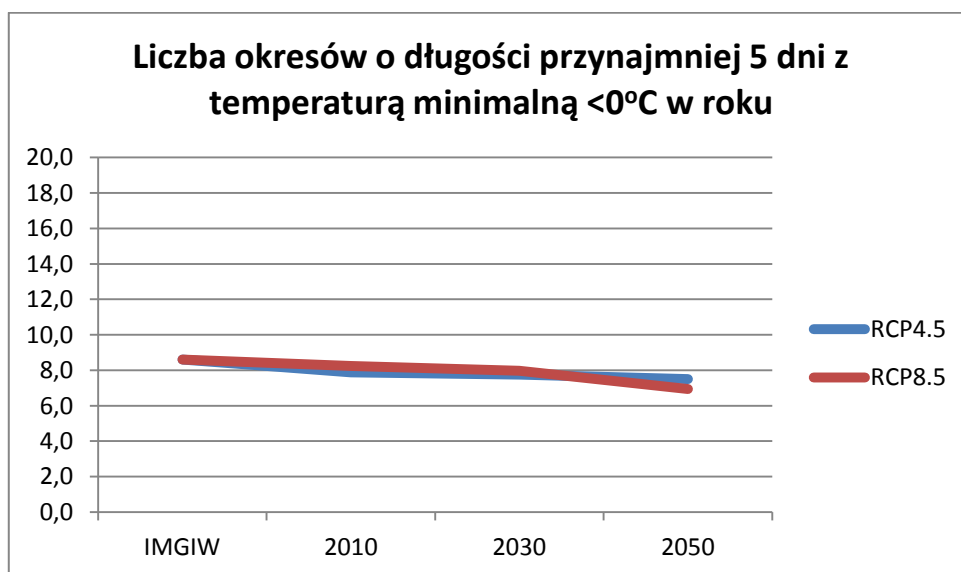
#### 4.1 Liczba dni z temperaturą minimalną <0°C w roku



Rysunek 14 Liczba dni z temperaturą minimalną <0°C w roku (RCP4.5 – niebieska linia) i wysokiej emisji gazów cieplarnianych (RCP8.5 – czerwona linia)

Dla liczby dni z temperaturą minimalną <0°C w roku widoczny jest stały trend spadkowy, a którego siła rośnie w kolejnych okresach, intensywniej dla scenariusza RCP8.5 (Rysunek 14). Liczba dni zmienia się od średnio 102,20 dnia w okresie 2006-2015 poprzez średnio 93,59 dnia w latach 2026-2035 do średnio 82,35 dnia w okresie 2046-2055. Dla klimatu bieżącego wartości indeksu obliczone na podstawie wyników EURO-CORDEX odbiegają nieznacznie od wartości obserwowanych. **Prognozowana liczba dni przymrozkowych w ciągu roku (z temperaturą minimalną <0°C) ulegnie zmniejszeniu.**

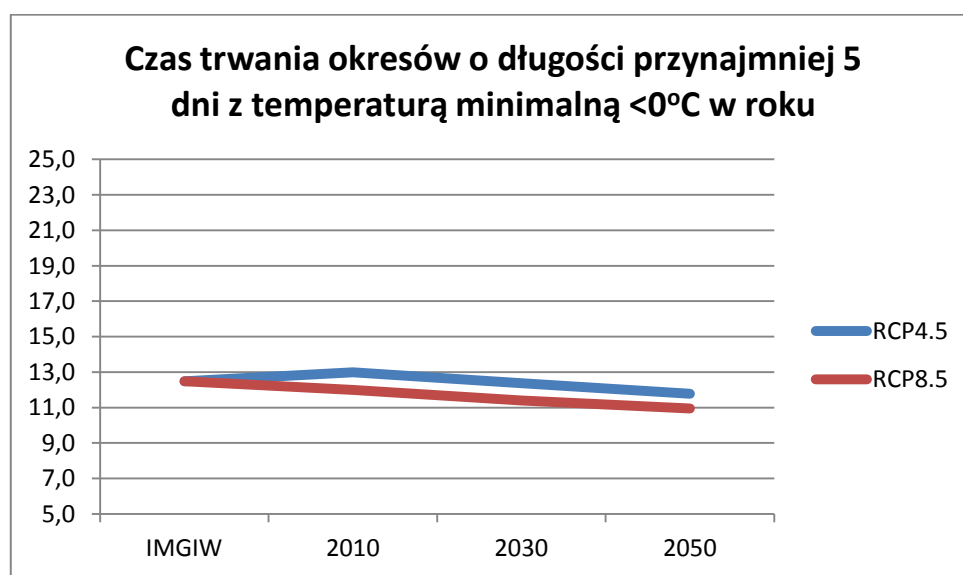
#### 4.2 Liczba okresów o długości przynajmniej 5 dni z temperaturą minimalną <0°C w roku



Rysunek 15 Liczba okresów o długości przynajmniej 5 dni z temperaturą minimalną <0°C w roku (RCP4.5 – niebieska linia) i wysokiej emisji gazów cieplarnianych (RCP8.5 – czerwona linia)

W przypadku liczby okresów o długości przynajmniej 5 dni z temperaturą minimalną  $<0^{\circ}\text{C}$  w roku można dostrzec pewne nieznaczne zmiany sugerujące trend spadkowy, silniejsze dla scenariusza RCP8.5 (Rysunek 15). Liczba okresów zmienia się od średnio 8,06 okresu w latach 2006-2015 poprzez średnio 7,86 okresie 2026-2035 do średnio 7,22 w okresie 2046-2055. Wartości pochodzące z bieżącego klimatu i uzyskane na podstawie wyniki EURO-CORDEX mają dużą zgodność. **Prognozowane jest zmniejszenie się okresów z temperaturą minimalną  $<0^{\circ}\text{C}$ , trwających przynajmniej 5 dni.**

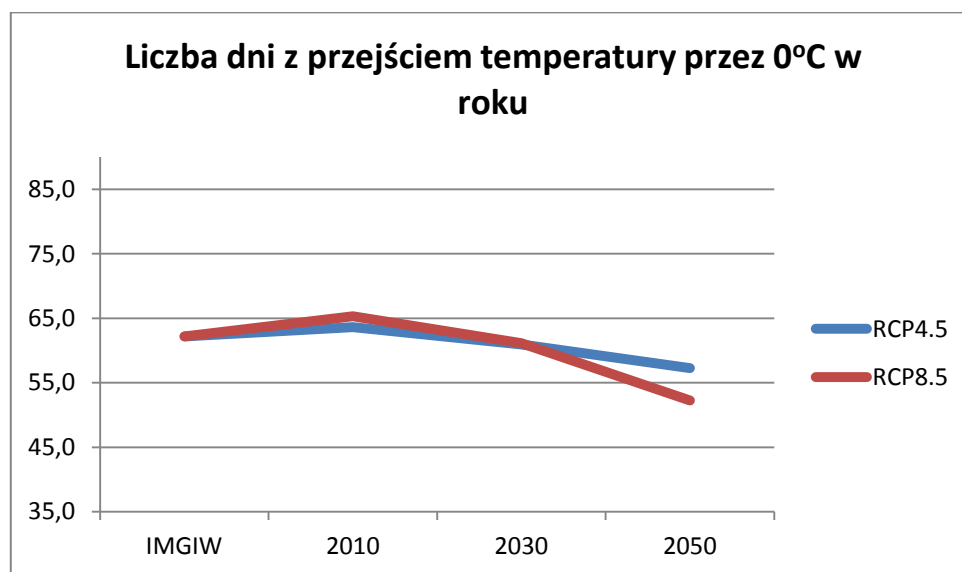
#### 4.3 Czas trwania okresów o długości przynajmniej 5 dni z temperaturą minimalną $<0^{\circ}\text{C}$ w roku



Rysunek 16 Czas trwania okresów o długości przynajmniej 5 dni z temperaturą minimalną  $<0^{\circ}\text{C}$  w roku (RCP4.5 – niebieska linia) i wysokiej emisji gazów cieplarnianych (RCP8.5 – czerwona linia)

Na podstawie wartości wiązki EURO-CORDEX otrzymanych dla czasu trwania okresów o długości przynajmniej 5 dni z temperaturą minimalną  $<0^{\circ}\text{C}$  w roku można zauważyć lekki trend spadkowy oraz różnice w uzyskanych wartościach zależnie od wyboru scenariusza (Rysunek 16). Wartości zmieniają się od średnio 12,50 dnia w latach 2006-2015 poprzez średnio 11,89 dnia w okresie 2026-2035 do średnio 11,36 dnia w latach 2046-2055. W tym przypadku wyniki wiązki EURO-CORDEX są nieco zaniżone w stosunku do wartości dla klimatu bieżącego. **Prognozowany czas trwania okresów o długości przynajmniej 5 dni z temperaturą minimalną  $<0^{\circ}\text{C}$  nie będzie ulegał większym zmianom, choć wykazuje nieznaczną tendencję spadkową do roku 2050.**

#### 4.4 Liczba dni z przejściem temperatury przez 0°C w roku



Rysunek 17 Liczba dni z przejściem temperatury przez 0°C w roku (RCP4.5 – niebieska linia) i wysokiej emisji gazów cieplarnianych (RCP8.5 – czerwona linia)

Wartości indeksu na podstawie wyników EURO-CORDEX dla liczby dni z przejściem temperatury przez 0°C uzyskane w ciągu rozpatrywanych dziesięcioleci wskazują trend spadkowy, który z biegiem czasu przybiera na sile, zwłaszcza w przypadku scenariusza RCP8.5 (Rysunek 17). Liczba ta zmienia się od średnio 64,48 dnia w okresie 2006-2015 poprzez średnio 61,03 dnia w latach 2026-2035 do średnio 54,76 dnia w dziesięcioleciu 2046-2055. Dla klimatu bieżącego wartości wiązki EURO-CORDEX są bardzo zbliżone do wartości obserwacji. **Prognozowane jest zmniejszenie się liczby dni z przejściem temperatury przez 0°C. Na podstawie analizy innych indeksów wiązać to można z prognozowanym zmniejszeniem się liczby dni z temperaturą minimalną poniżej 0°C.**

### 5. Średnie warunki termiczne

Zagrożenia związane ze średnimi warunkami termicznymi zostały ocenione na podstawie analizy następujących indeksów:

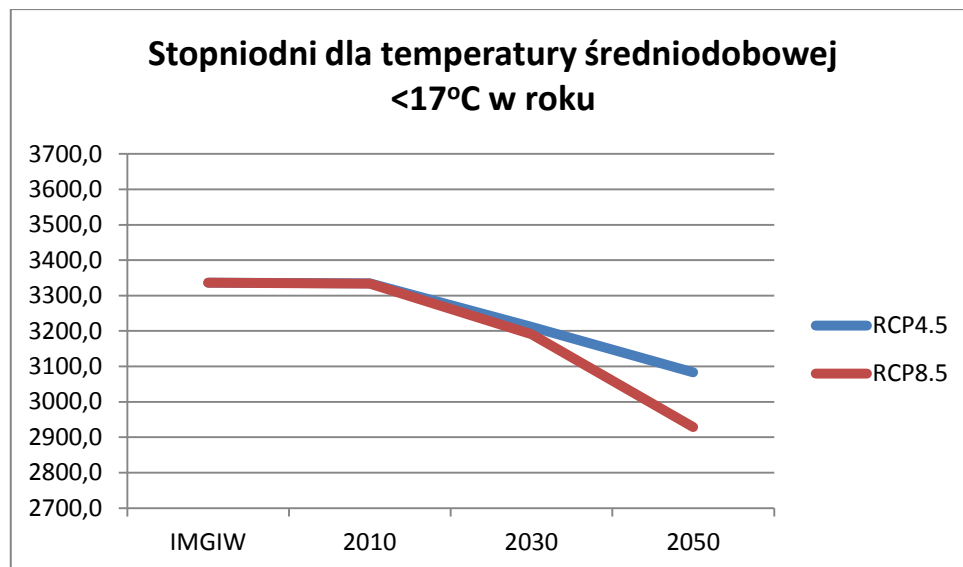
- Stopniodni dla temperatury średniodobowej <17°C w roku;
- Stopniodni dla temperatury średniodobowej >27°C w roku;
- Liczba dni z temperaturą średniodobową >10°C w roku;
- Wartość temperatury średniorocznej;
- Wartość temperatury średniomiesięcznej dla każdego miesiąca roku.

W odniesieniu do średnich warunków termicznych bardziej znaczące zmiany występują przeważnie dla scenariusza RCP8.5 w horyzoncie 2050.

- Prognozowane jest znaczące zmniejszenie się wartości indeksu stopniodni dla temperatury średniodobowej <17°C oraz nieznaczne zwiększenie się wartości indeksu stopniodni dla temperatury średniodobowej >27°C, co oznacza zmniejszone zapotrzebowaniem na energię w miesiącach zimowych i nieco zwiększonym w miesiącach letnich
- Prognozowane jest zwiększenie się liczby dni z temperaturą średniodobową >10°C, co jest wskaźnikiem wydłużenia okresu wegetacyjnego niektórych roślin
- Prognozowany jest wzrost temperatury średniorocznej.

- W odniesieniu do poszczególnych miesięcy, prognozowany jest wzrost temperatur miesięcy 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.
- Szczegółowy opis zmienności indeksów przedstawiono poniżej w sekcjach 5.1 – 5.4 oraz w Załączniku A

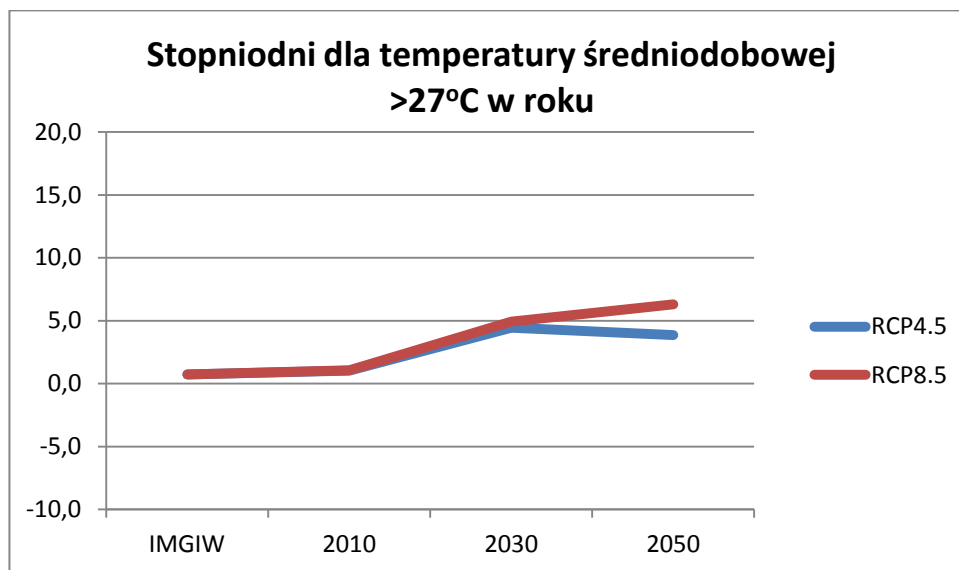
## 5.1 Stopniodni dla temperatury średniodobowej <17°C w roku



Rysunek 18 Stopniodni dla temperatury średniodobowej <17°C w roku (RCP4.5 – niebieska linia) i wysokiej emisji gazów cieplarnianych (RCP8.5 – czerwona linia)

Dla stopniodni o temperaturze średniodobowej <17°C w roku zauważalny jest dość silny trend spadkowy, którego siła rośnie w kolejnych okresach (Rysunek 18). Wartości zmieniają się od średnio 3335,14 stopniodnia w okresie 2006-2015 poprzez średnio 3201,26 stopniodnia w latach 2026-2035 do średnio 3005,81 stopniodnia w okresie 2046-2055. Zauważalna jest duża zgodność bieżących obserwacji i wartości wiązki EURO-CORDEX w przypadku obu scenariuszy. **Prognozowane jest znaczące zmniejszenie się wartości indeksu stopniodni dla temperatury średniodobowej <17°**

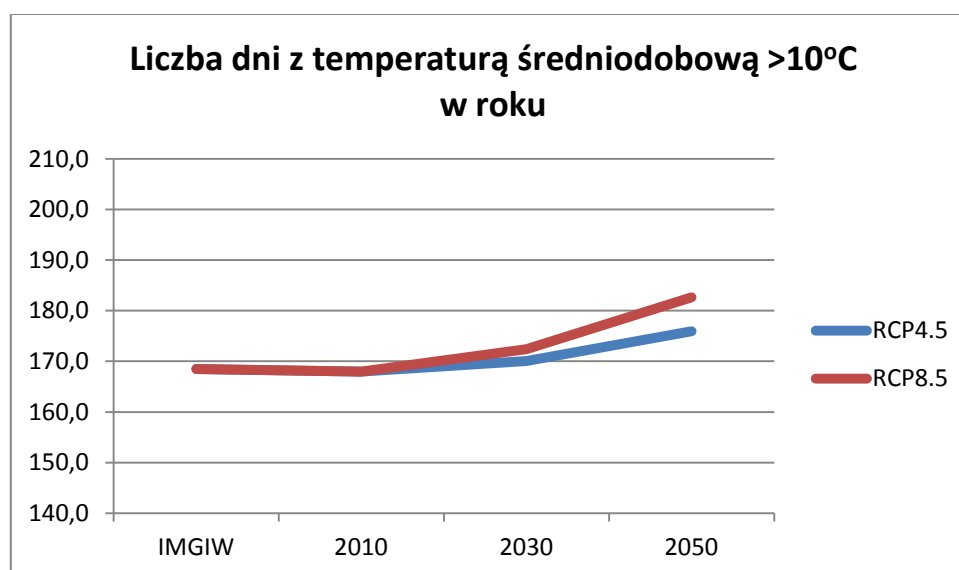
## 5.2 Stopniodni dla temperatury średniodobowej >27°C w roku



Rysunek 19 stopniodni dla temperatury średniodobowej >27°C w roku (RCP4.5 – niebieska linia) i wysokiej emisji gazów cieplarnianych (RCP8.5 – czerwona linia)

Analizując wyniki wiązki EURO-CORDEX otrzymane dla indeksu opisującego stopniodni dla temperatury średniodobowej >27°C w roku widać dość silne zmiany w początkowym okresie których intensywność z czasem maleje (Rysunek 19). Ilość stopniodni zmienia się od średnio 1,05 stopniodnia w latach 2006-2015 poprzez średnio 4,69 stopniodnia w okresie 2026-2035 do średnio 5,07 stopniodnia w okresie 2046-2055. Wartości indeksu obliczone na podstawie wyników EURO-CORDEX dla klimatu bieżącego są nieznacznie wyższe od obserwowanych. **Prognozowane jest nieznaczne zwiększenie się wartości indeksu stopniodni dla temperatury średniodobowej >27°C.**

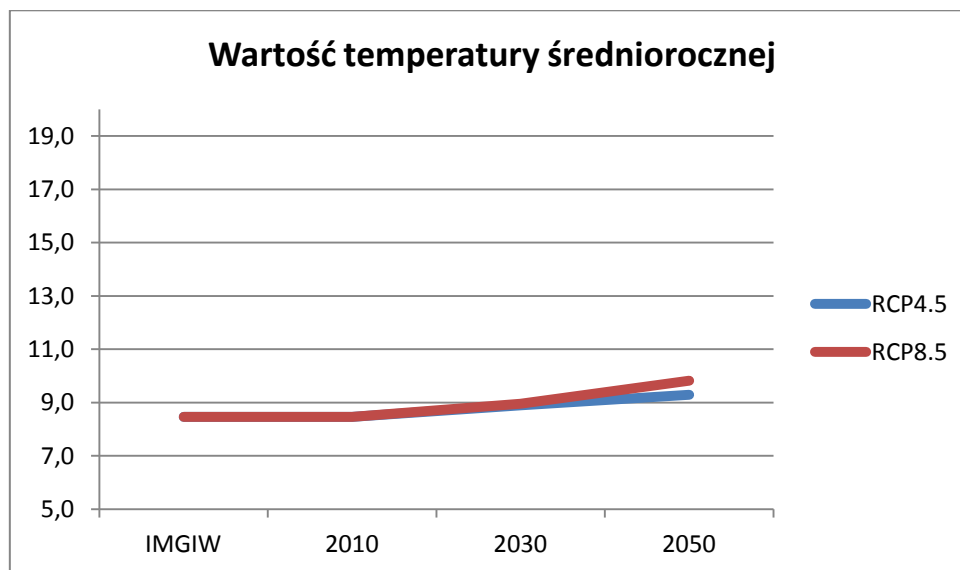
## 5.3 Liczba dni z temperaturą średniodobową >10°C w roku



Rysunek 20 Liczba dni z temperaturą średniodobową >10°C w roku (RCP4.5 – niebieska linia) i wysokiej emisji gazów cieplarnianych (RCP8.5 – czerwona linia)

W przypadku liczby dni z temperaturą średniodobową  $>10^{\circ}\text{C}$  w roku zauważalna jest tendencja wzrostowa, początkowo dość nieznaczna do roku 2030, następnie jest silniejsza (Rysunek 20). Wartości wiązki EURO-CORDEX wskazują na zmianę od średnio 167,95 dnia w dziesięcioleciu 2006-2015 poprzez średnio 171,25 dnia dla lat 2026-2045 do średnio 179,29 dnia w okresie 2046-2055. Wartość indeksu obliczona na podstawie wyników EURO-CORDEX dla klimatu bieżącego jest zbliżona do wartości uzyskanych na podstawie obserwacji. **Prognozowane jest zwiększenie się liczby dni z temperaturą średniodobową  $>10^{\circ}\text{C}$ .**

## 5.4 Wartość temperatury średniorocznej



Rysunek 21 Wartość temperatury średniorocznej (RCP4.5 – niebieska linia) i wysokiej emisji gazów cieplarnianych (RCP8.5 – czerwona linia)

W odniesieniu do wartości temperatury średniorocznej widoczny jest nieznaczny trend wzrostowy, silniejszy dla scenariusza RCP8.5 (Rysunek 21). Zachodzące zmiany są wraz z upływem czasu coraz silniej zauważalne, a temperatura zmienia się od średnio  $8,46^{\circ}\text{C}$  w latach 2006-2015 poprzez przeciętnie  $8,92^{\circ}\text{C}$  w latach 2026-2035 do średnio  $9,55^{\circ}\text{C}$  w latach 2046-2055. Wartość temperatury średniorocznej obliczona na podstawie wyników EURO-CORDEX dla klimatu bieżącego jest zbliżona do wartości uzyskanych na podstawie obserwacji. **Prognozowany jest wzrost temperatury średniorocznej.**

## 6. Susze

Zagrożenie suszami zostało ocenione na podstawie analizy następujących indeksów:

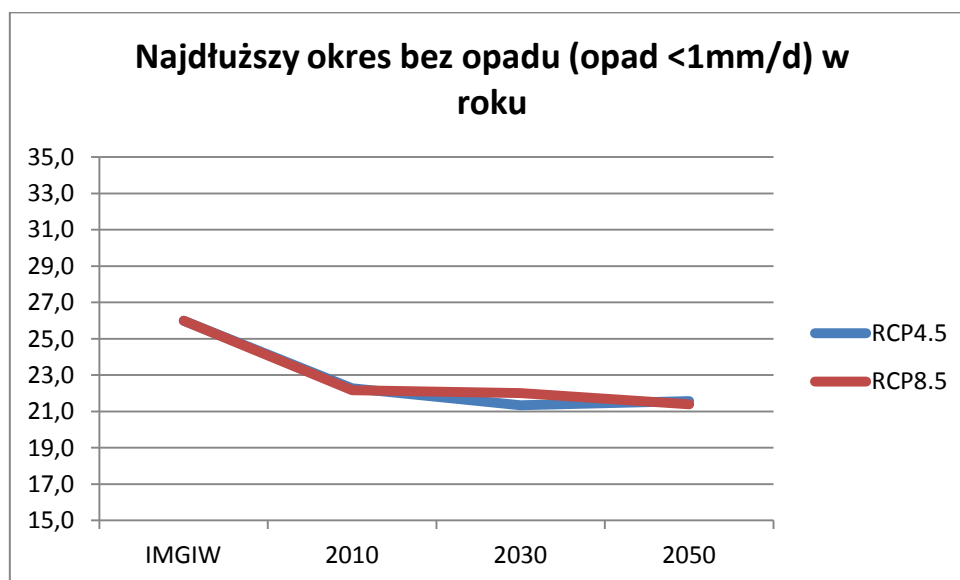
- Najdłuższy okres bez opadu (opad  $<1$  mm/d) w roku;
- Liczba okresów bez opadu dłuższych od 5 dni w roku.

W odniesieniu do powyższych indeksów zagrożenie suszą w horyzoncie do roku 2050 prognozy nie wskazują na istotne zmiany.

Prognozowana długość najdłuższego okresu bezopadowego wykazuje nieznaczny spadek w horyzoncie do roku 2050, natomiast liczba okresów bez opadu dłuższych od 5 dni w roku nie ulegnie wzrostowi.

Szczegółowy opis zmienności indeksów przedstawiono poniżej w sekcjach 6.1 – 6.2

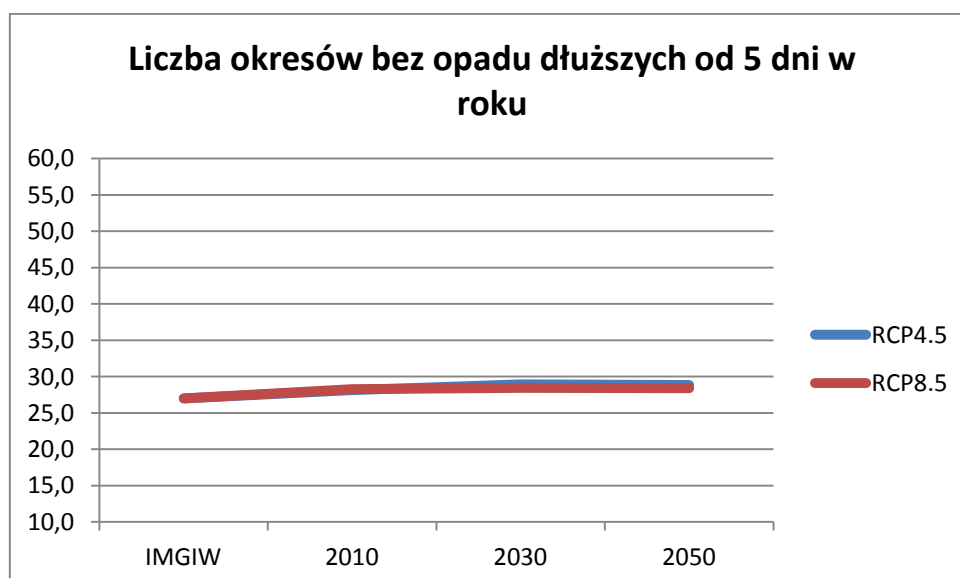
## 6.1 Najdłuższy okres bez opadu (opad <1 mm/d) w roku



Rysunek 22 Najdłuższy okres bez opadu (opad <1mm/d) w roku (RCP4.5 – niebieska linia) i wysokiej emisji gazów cieplarnianych (RCP8.5 – czerwona linia)

Dla najdłuższego okresu bez opadu w roku widoczne są pewne zmiany, trudno jednak o wskazanie konkretnego ich trendu (Rysunek 22). Czas trwania okresu bez opadu zmienia się od średnio 22,22 dnia w dziesięcioleciu 2006-2015 poprzez średnio 21,68 dnia w latach 2026-2035 do średnio 21,49 dnia w okresie 2046-2055. Wartość indeksu obliczona na podstawie wyników wiązki EURO-CORDEX dla klimatu bieżącego jest niższa od obserwowanej. **Prognozowana długość najdłuższego okresu bezopadowego nie wykazuje znaczących zmian w horyzoncie do roku 2050.**

## 6.2 Liczba okresów bez opadu dłuższych od 5 dni w roku



Rysunek 23 Liczba okresów bez opadu dłuższych od 5 dni w roku (RCP4.5 – niebieska linia) i wysokiej emisji gazów cieplarnianych (RCP8.5 – czerwona linia)



Wartości wiązki EURO-CORDEX dla liczby okresów bez opadu dłuższych od 5 dni w roku w zasadzie nie wykazują trendu (Rysunek 23). Liczba okresów zmienia się od średnio 28,22 okresu w latach 2006-2015 poprzez średnio 28,70 w latach 2026-2035 do średnio 28,63 okresu w ostatnim z analizowanych okresów. Wartość indeksu obliczona na podstawie wyników wiązki EURO-CORDEX dla klimatu bieżącego jest nieco wyższa od obserwowanej. **Prognozowana liczba okresów bez opadu dłuższych od 5 dni w roku nie ulegnie zmianie w horyzoncie do roku 2050.**

## 7. Dni z opadem

Zagrożenia związane z dniami wilgotnymi zostały ocenione na podstawie analizy następujących indeksów:

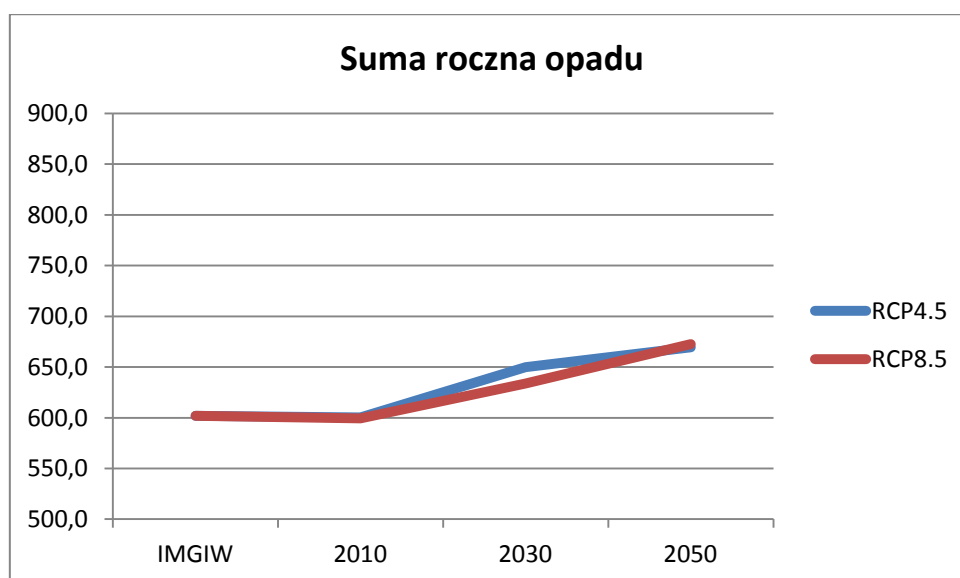
- Suma roczna opadu;
- Liczba dni z opadem  $\geq 1$  mm/d w roku;
- Liczba okresów z opadem  $\geq 1$  mm/d dłuższych od 5 dni w roku.

W odniesieniu do powyższych indeksów opisujących ilość dni z opadem i wysokość opadu w horyzoncie do roku 2050 zaznacza się trend rosnący.

Prognozowany jest wzrost rocznej sumy opadu oraz wzrost liczby dni z opadem  $\geq 1$  mm/d w roku, zwłaszcza dla scenariusza RCP8.5. Liczby okresów z opadem  $\geq 1$  mm/d dłuższych od 5 dni może nieznacznie wrosnąć.

Szczegółowy opis zmienności indeksów przedstawiono poniżej w sekcjach 7.1 – 7.4

### 7.1 Suma roczna opadu

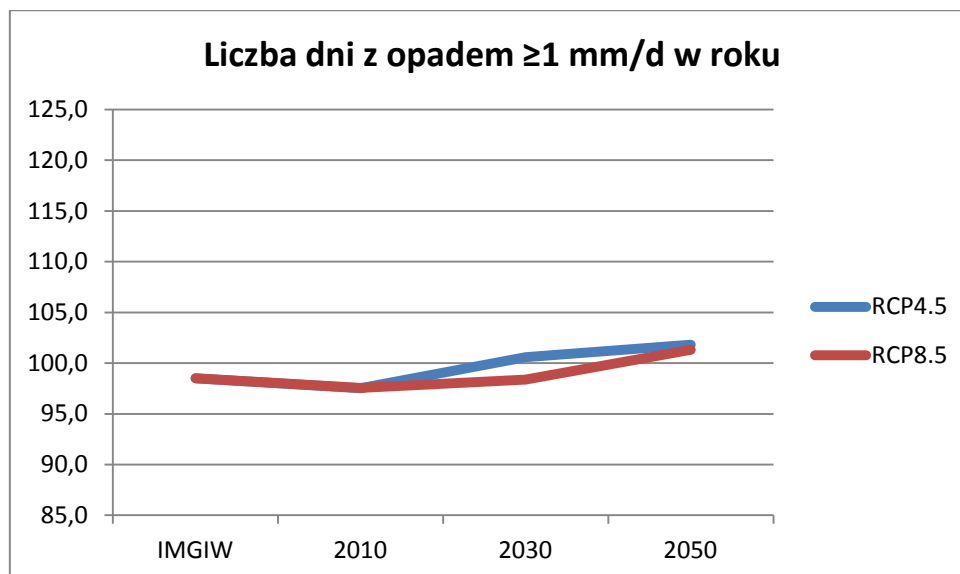


Rysunek 24 Suma roczna opadu (RCP4.5 – niebieska linia) i wysokiej emisji gazów cieplarnianych (RCP8.5 – czerwona linia)

Analiza wyników wiązki EURO-CORDEX przeprowadzonego dla sumy rocznej opadu pozwala na zauważenie wystąpienia trendu wzrostowego, znaczniejszego w przypadku scenariusza RCP4.5 (Rysunek 24). Suma ta zmienia się od średnio 599,84 mm w dziesięcioleciu 2006-2015 poprzez średnio 641,75 mm w latach 2026-2035 do średnio 670,97 mm w ostatnim okresie analizy. Wartość

indeksu obliczona na podstawie wyników EURO-CORDEX dla klimatu bieżącego jest zbliżona do wartości uzyskanych na podstawie obserwacji. **Prognozowany jest wzrost rocznej sumy opadu.**

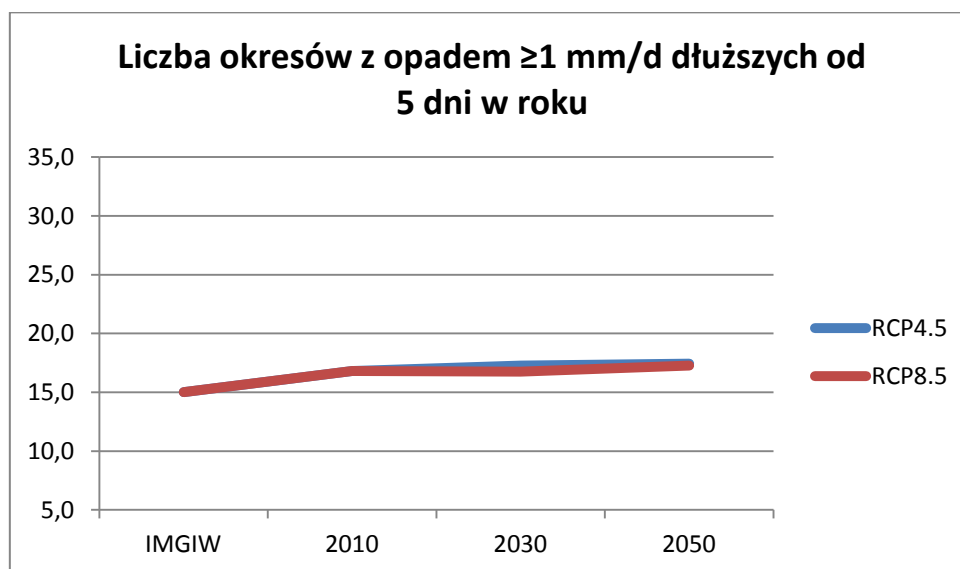
## 7.2 Liczba dni z opadem $\geq 1$ mm/d w roku



Rysunek 25 Liczba dni z opadem  $\geq 1$  mm/d w roku (RCP4.5 – niebieska linia) i wysokiej emisji gazów cieplarnianych (RCP8.5 – czerwona linia)

Dla liczby dni z opadem  $\geq 1$  mm/d w roku widoczny jest lekki trend wzrostowy dla obu scenariuszy w ciągu kolejnych dziesięcioleciach (Rysunek 25). Zmiany liczby dni z zadanym opadem są relatywnie niewielkie, a liczba ta zmienia się od 97,55 dnia w okresie 2006-2015 poprzez średnio 99,48 dnia w latach 2026-2035 do średnio 101,57 dnia w dziesięcioleciu 2046-2055. Wartość indeksu obliczona na podstawie wyników EURO-CORDEX dla klimatu bieżącego jest nieco niższa do wartości uzyskanych na podstawie obserwacji. **Prognozowany jest wzrost liczby dni z opadem  $\geq 1$  mm/d w roku, zwłaszcza dla scenariusza RCP4.5.**

### 7.3 Liczba okresów z opadem $\geq 1$ mm/d dłuższych od 5 dni w roku



Rysunek 26 Liczba okresów z opadem  $\geq 1$  mm/d dłuższych od 5 dni w roku (RCP4.5 – niebieska linia) i wysokiej emisji gazów cieplarnianych (RCP8.5 – czerwona linia)

W przypadku liczby okresów z opadem  $\geq 1$  mm/d dłuższych od 5 dni w roku wyniki wiązki EURO-CORDEX wskazują na słaby trend wzrostowy (Rysunek 26). Przeciętnie, liczba okresów zmienia się od 16,81 okresu w dziesięcioleciu 2006-2015 poprzez średnio 17,01 okresu w latach 2026-2035 do średnio 17,36 okresu w ostatnim okresie analizy. Wartości uzyskane na podstawie EURO-CORDEX dla klimatu bieżącego są wyższe niż obliczone na podstawie obserwacji. **Prognozowany jest nieznaczny wzrost liczby okresów z opadem  $\geq 1$  mm/d dłuższych od 5 dni.**

### 7.4 Średnie warunki opadowe

Średnimi warunkami opadowymi zostały ocenione na podstawie analizy następujących indeksów:

- Miesięczna suma opadu dla wszystkich miesięcy roku;
- Maksymalny opad dobowy w miesiącu dla każdego miesiąca roku.

Dla miesięcznej sumy opadu od stycznia do marca występuje przewaga trendu wzrostowego. Największy wzrost odnotowuje się w marcu w scenariuszu RCP4.5.

Dla maja, lipca i czerwca zaznacza się niewielki wzrost opadów, zwłaszcza w dziesięcioleciu 2046-2055. Miesiąc sierpień nie charakteryzuje się żadną z tendencji.

Miesięczne sumy opadu od września do grudnia wskazują na przewagę trendu wzrostowego, z wyłączeniem grudnia. Maksymalny opad dobowy dla miesięcy od września do listopada pomimo nieznacznych fluktuacji wskazuje na lekki trend wzrostowy, za wyjątkiem grudnia w scenariuszu RCP4.5.

Szczegółowy opis zmienności indeksów przedstawiono poniżej w Załączniku B i Załączniku C

## 8. Opad ekstremalny

Zagrożenia związane z opadem ekstremalnym zostały ocenione na podstawie analizy następujących indeksów:

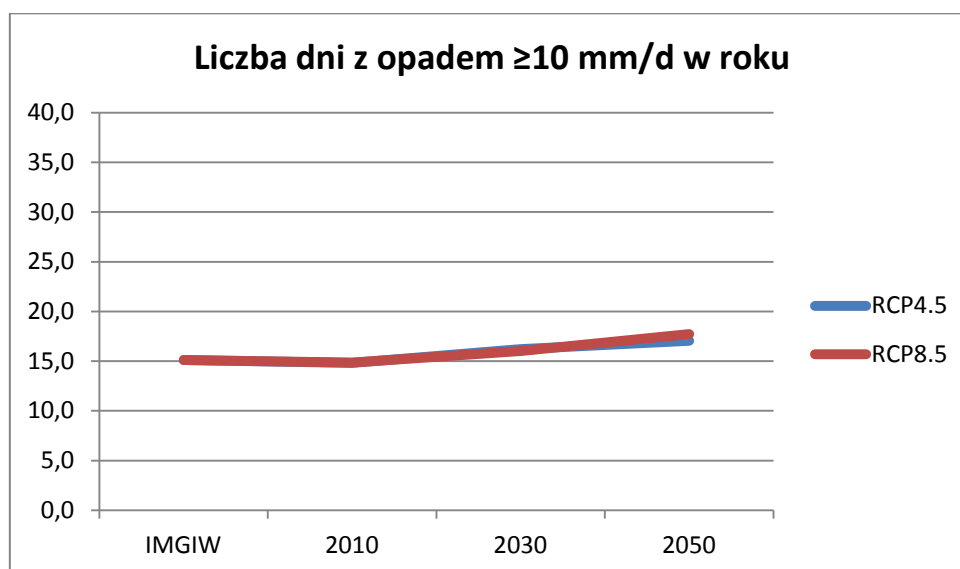
- Liczba dni z opadem  $\geq 10$  mm/d w roku;
- Liczba dni z opadem  $\geq 20$  mm/d w roku.

W odniesieniu do powyższych indeksów narażenie na opad ekstremalny w horyzoncie do roku 2050 nieznacznie wrasta.

Prognozowany jest nieznaczny wzrost liczby dni z opadem  $\geq 10$  mm/d w roku oraz wzrost liczby dni z opadem  $\geq 20$  mm/d w roku, zwłaszcza dla scenariusza RCP8.5 w horyzoncie 2050.

Szczegółowy opis zmienności indeksów przedstawiono poniżej w sekcjach 8.1 – 8.2

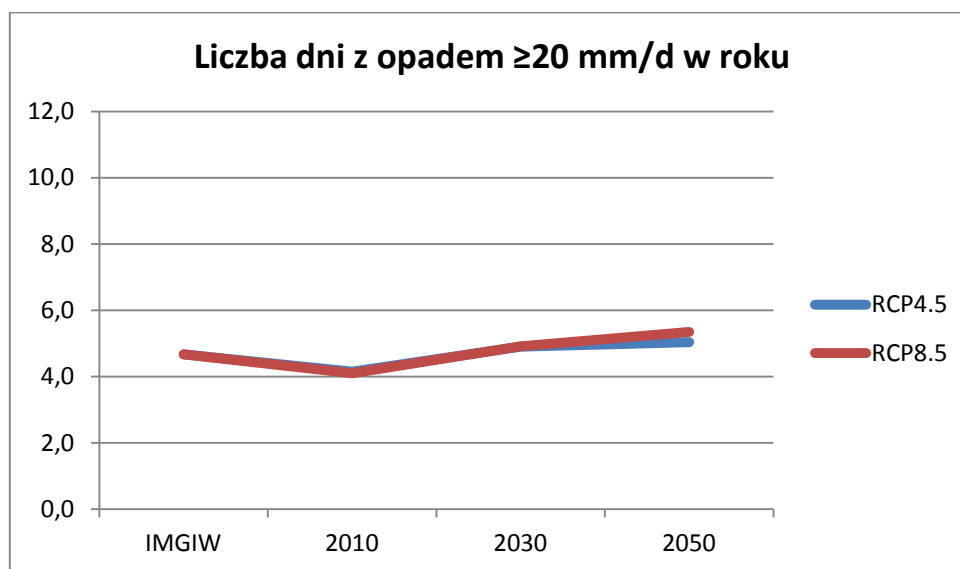
### 8.1 Liczba dni z opadem $\geq 10$ mm/d w roku



Rysunek 27 Liczba dni z opadem  $\geq 10$  mm/d w roku (RCP4.5 – niebieska linia) i wysokiej emisji gazów cieplarnianych (RCP8.5 – czerwona linia)

W odniesieniu do liczby dni z opadem  $\geq 10$  mm/d w roku widoczne są pewne zmiany, które wskazują na niezbyt silny trend wzrostowy w przypadku obu scenariuszy (Rysunek 27). Zmiana liczby dni jest relatywnie mała i rośnie od średnio 14,84 dnia w latach 2006-2015 poprzez średnio 16,11 dnia w latach 2026-2035 do średnio 17,38 dnia w okresie 2046-2055. Wartości indeksu obliczone na podstawie obserwacji oraz wyników EURO-CORDEX są zbliżone. **Prognozowany jest nieznaczny wzrost liczby dni z opadem  $\geq 10$  mm/d w roku.**

## 8.2 Liczba dni z opadem $\geq 20$ mm/d w roku



Rysunek 28 Liczba dni z opadem  $\geq 20$  mm/d w roku (RCP4.5 – niebieska linia) i wysokiej emisji gazów cieplarnianych (RCP8.5 – czerwona linia)

Dla liczby dni z opadem  $\geq 20$  mm/d w roku można zauważyć pewne zmiany, które nie są duże, jednakże można ustalić wystąpienia lekkiego trendu do wzrostu. Liczba dni z zadaniem opadem zmienia się przeciętnie od 4,12 dnia w dziesięcioleciu 2006-2015 poprzez średnio 4,90 dnia w okresie 2026-2035 do średnio 5,19 dnia w latach 2046-2055 (Rysunek 28). Wartości indeksu obliczone na podstawie obserwacji oraz wyników EURO-CORDEX wykazują zgodność. **Prognozowany jest wzrost liczby dni z opadem  $\geq 20$  mm/d w roku, zwłaszcza dla scenariusza RCP8.5 w horyzoncie 2050.**

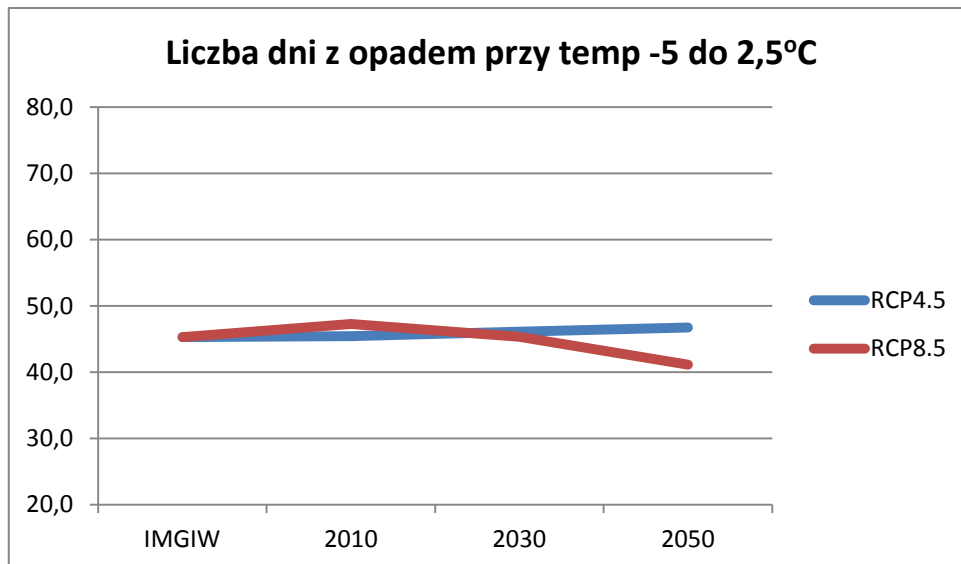
## 9. Indeksy temperaturowo-opadowe

Zagrożenia zostały ocenione również na podstawie analizy następujących indeksów łączonych:

- Liczba dni z opadem przy temperaturze  $-5$  do  $2,5^{\circ}\text{C}$ .

W zależności od scenariusza prognozowana jest mała zmienność lub niewielki spadek liczby dni z opadem przy temp  $-5$  do  $2,5^{\circ}\text{C}$ .

Liczba dni z opadem przy temperaturze  $-5$  do  $2,5^{\circ}\text{C}$



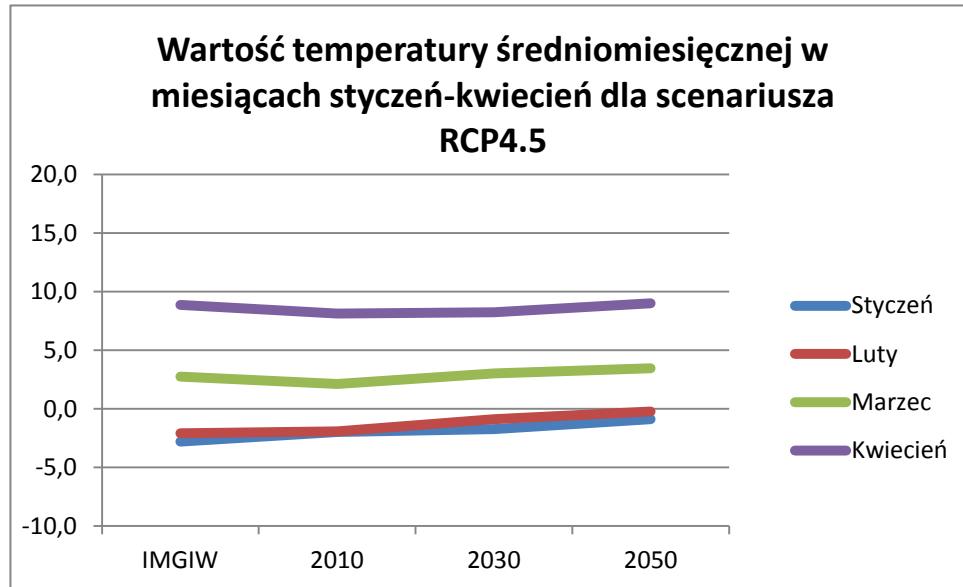
Rysunek 29 Liczba dni z opadem przy temp -5 do 2,5°C (RCP4.5 – niebieska linia) i wysokiej emisji gazów cieplarnianych (RCP8.5 – czerwona linia)

Dla liczby dni z opadem przy temperaturze -5 do 2,5°C pojawiają się pewne zmiany, a ich kierunek zależy od scenariusza (Rysunek 29). Dla RCP4.5 uzyskano wyniki, które wskazują na minimalny trend wzrostowy, natomiast dla scenariusza RCP8.5 wyniki wiązki EURO-CORDEX wskazują na silniejszy trend spadkowy. Liczba dni zmienia się od średnio 46,33 dnia w latach 2006-2015 poprzez średnio 45,72 dnia w latach 2026-2035 do średnio 43,91 dnia w latach 2046-2055. Wyniki wiązki EURO-CORDEX oraz pochodzące z obserwacji dla klimatu bieżącego są zgodne.

## ZAŁĄCZNIK A

Wartość temperatury średniomiesięcznej dla każdego miesiąca roku

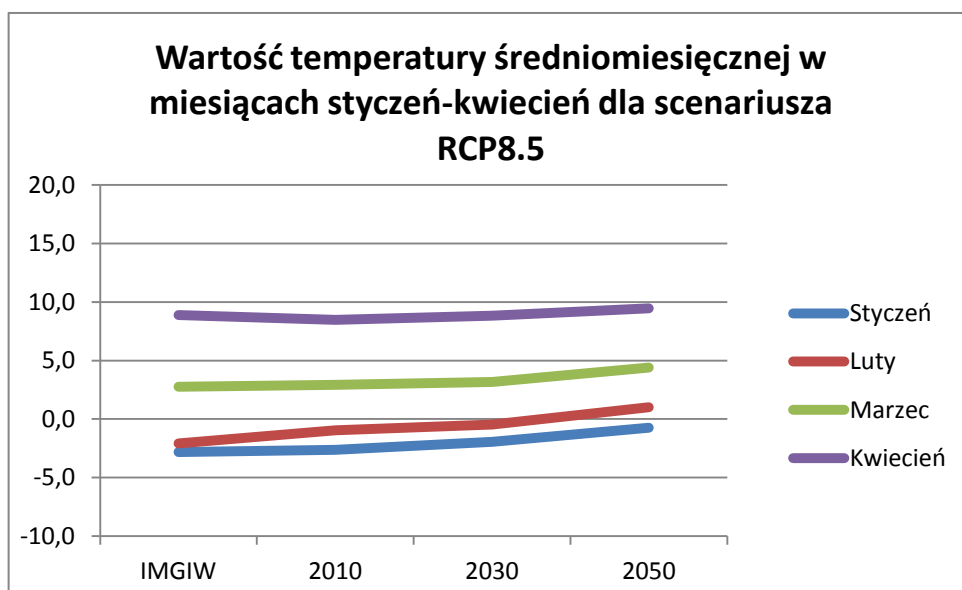
Styczeń – Kwiecień RCP4.5



Rysunek A1 Wartość temperatury średniomiesięcznej w miesiącach styczeń-kwiecień dla scenariusza RCP4.5

Wartość temperatury średniomiesięcznej z wiązki EURO-CORDEX dla miesięcy od stycznia do kwietnia zgodnie ze scenariuszem RCP4.5 wskazuje stały trend wzrostowy (Rysunek A1). W kolejnych okresach wartość temperatury średniomiesięcznej zmienia się o średnio  $0,58^{\circ}\text{C}$  w dziesięciolecie 2026-2035 i o średnio  $0,68^{\circ}\text{C}$  w latach 2046-2055. Największy wzrost temperatury otrzymano dla lutego, natomiast najniższy dla kwietnia; odpowiednio o  $1,69^{\circ}\text{C}$  i o  $0,88^{\circ}\text{C}$ .

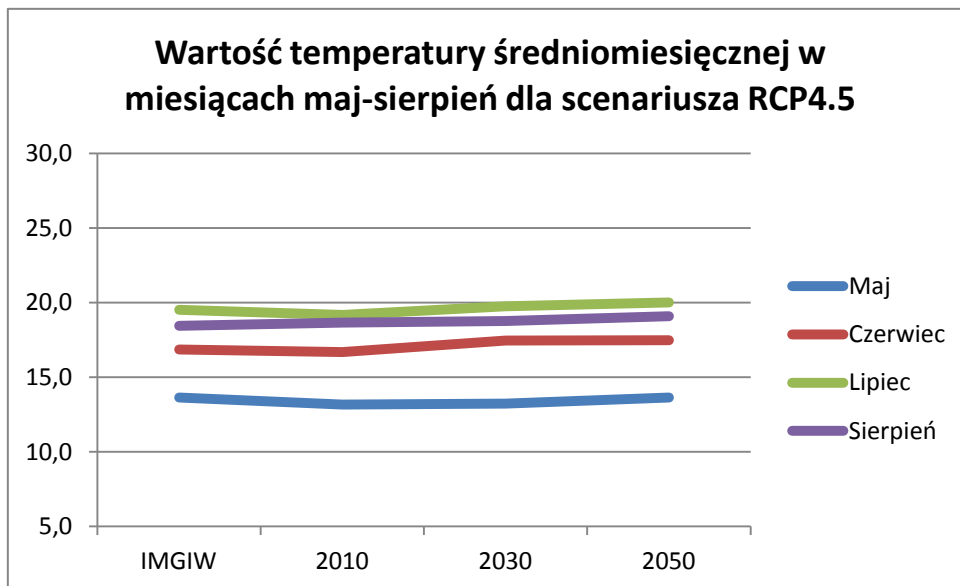
Styczeń – Kwiecień RCP8.5



Rysunek A2 Wartość temperatury średniomiesięcznej w miesiącach styczeń-kwiecień dla scenariusza RCP8.5

Dla wartości temperatury średniomiesięcznej uzyskanej z wiązki EURO-CORDEX dla scenariusza RCP8.5 i miesięcy od stycznia do kwietnia można wskazać wystąpienie stałego trendu wzrostowego (Rysunek A2). W ostatnim z analizowanych okresów widoczny jest najwyższy wzrost temperatury dla lutego wynoszący 1,99°C, natomiast najniższy dla kwietnia - 0,99°C w odniesieniu do wartości wyznaczonych dla lat 2006-2015.

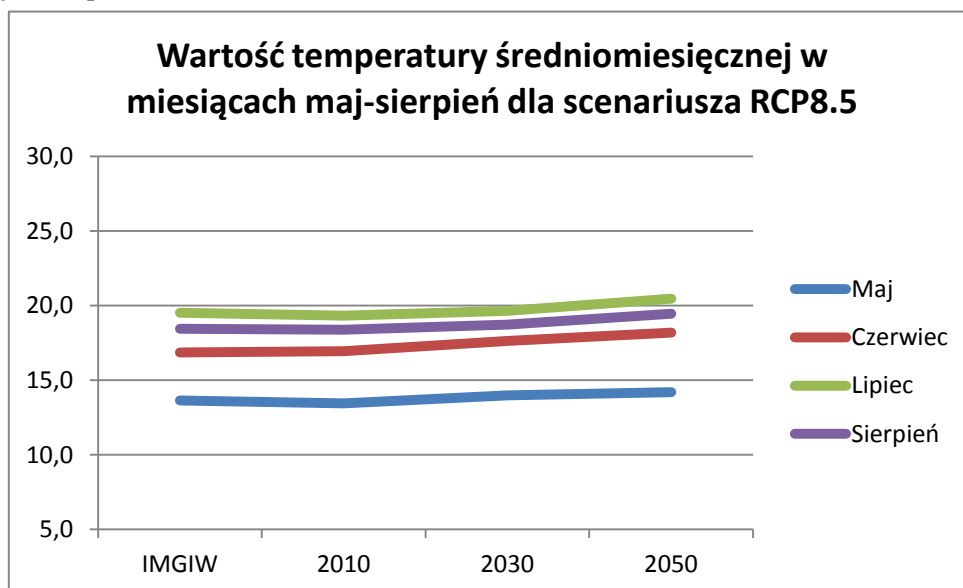
### Maj – Sierpień RCP4.5



Rysunek A3 Wartość temperatury średniomiesięcznej w miesiącach maj-sierpień dla scenariusza RCP4.5

Na podstawie wiązki EURO-CORDEX przeprowadzonego dla temperatury średniomiesięcznej dla scenariusza RCP4.5 od maja do sierpnia można zauważyć wystąpienie słabej tendencji do wzrostu temperatury oraz okresów z brakiem zmian (Rysunek A3). Najwyższy wzrost temperatury wyznaczono dla lipca, natomiast najmniejszy dla sierpnia; odpowiednio o 0,84°C i o 0,44°C w ostatnim z rozpatrywanych okresów.

### Maj – Sierpień RCP8.5

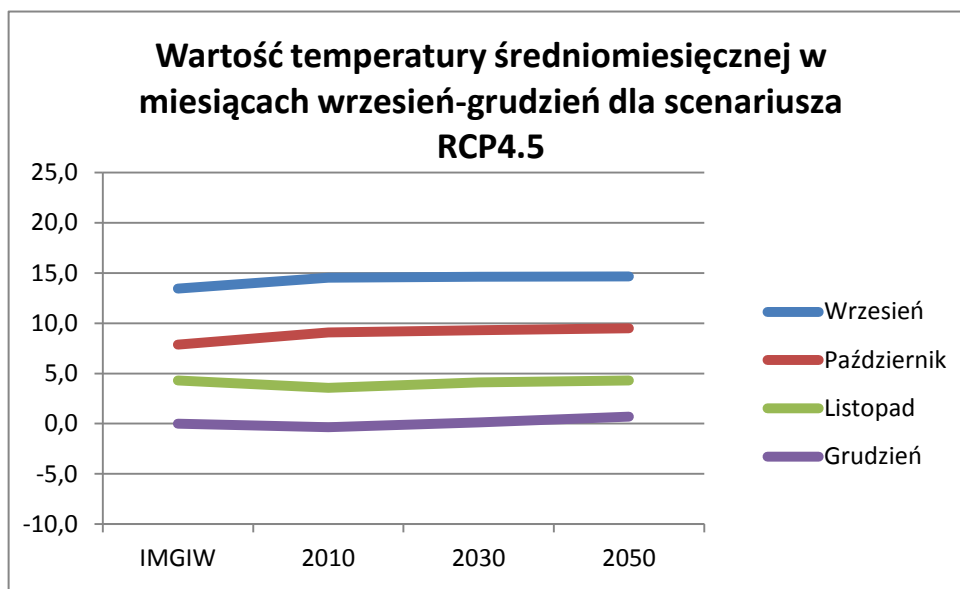


Rysunek A4 Wartość temperatury średniomiesięcznej w miesiącach maj-sierpień dla scenariusza RCP8.5



W odniesieniu do wartości temperatury średniomiesięcznej z wiązki EURO-CORDEX od maja do sierpnia dla scenariusza RCP8.5 można zauważyć, iż na przestrzeni dziesięcioleci i dla wszystkich miesięcy występuje dość równomierny, lekki trend do wzrostu (Rysunek A4). Największy wzrost temperatury w ostatnim dziesięcioleciu w stosunku do danych uzyskanych dla lat 2006-2015 wynosi 1,23°C i widoczny jest dla czerwca, natomiast najmniejszy równy 0,76°C dla maja.

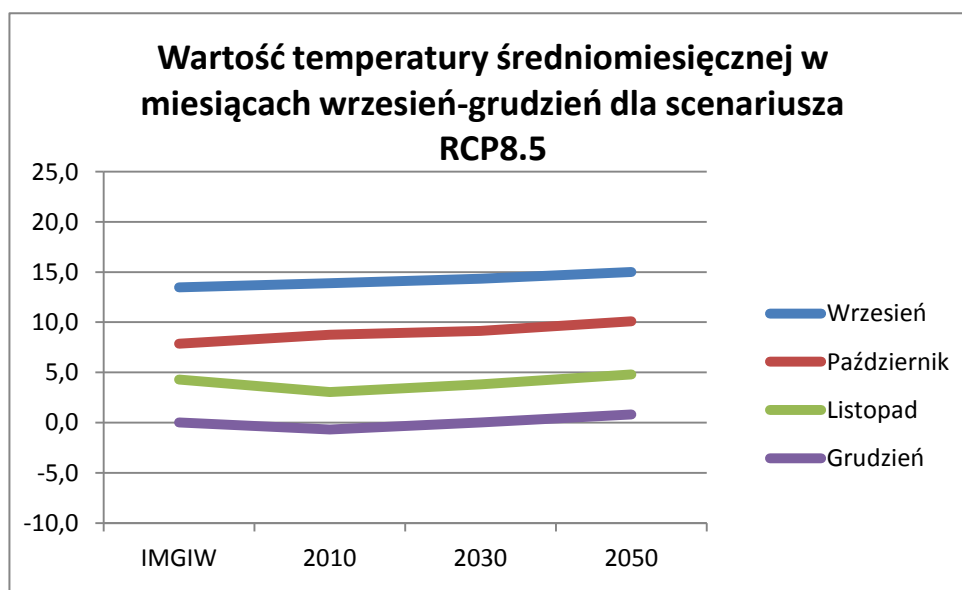
#### Wrzesień – Grudzień RCP4.5



Rysunek A5 Wartość temperatury średniomiesięcznej w miesiącach wrzesień-grudzień dla scenariusza RCP4.5

Wartość temperatury średniomiesięcznej od września do grudnia uzyskanych z wiązki EURO-CORDEX dla scenariusza RCP4.5 wskazuje na minimalny trend wzrostowy (Rysunek A5). Dla ostatniego z analizowanych dziesięcioleci największy wzrost temperatury równy 1,04°C otrzymano dla grudnia, natomiast najmniejszy dla września - 0,12°C.

#### Wrzesień – Grudzień RCP8.5



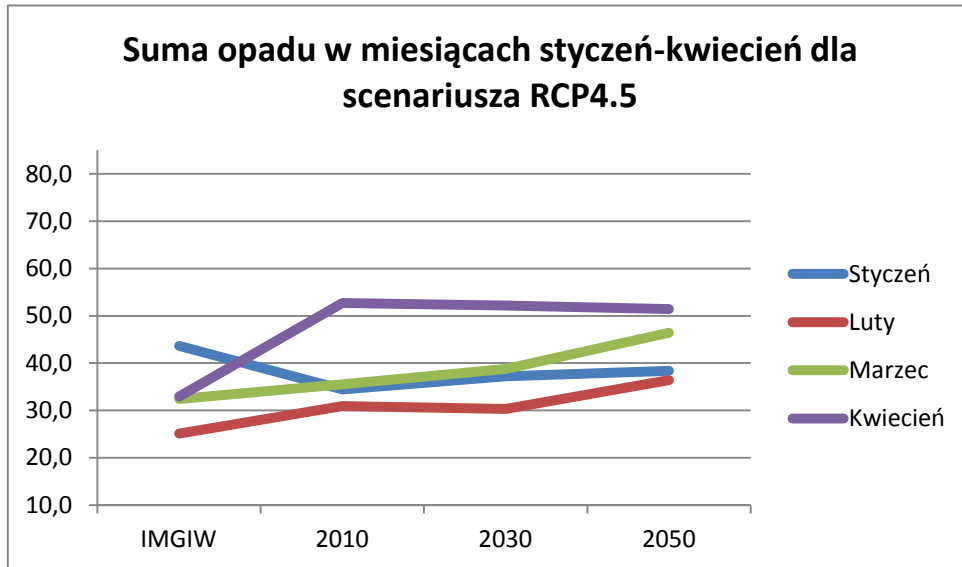
Rysunek A6 Wartość temperatury średniomiesięcznej w miesiącach wrzesień-grudzień dla scenariusza RCP8.5

Temperatura średniomiesięcznej z wiązki EURO-CORDEX dla miesięcy od września do grudnia dla scenariusza RCP8.5 wskazuje na stały i mniej więcej równomierny trend wzrostowy dla wszystkich miesięcy (Rysunek A6). Największy wzrost temperatury widoczny jest dla listopada, natomiast najniższy dla września; odpowiednio o 1,75°C i o 1,12°C w ostatnim z analizowanych okresów.

## ZAŁĄCZNIK B

### Miesięczna suma opadu dla wszystkich miesięcy roku

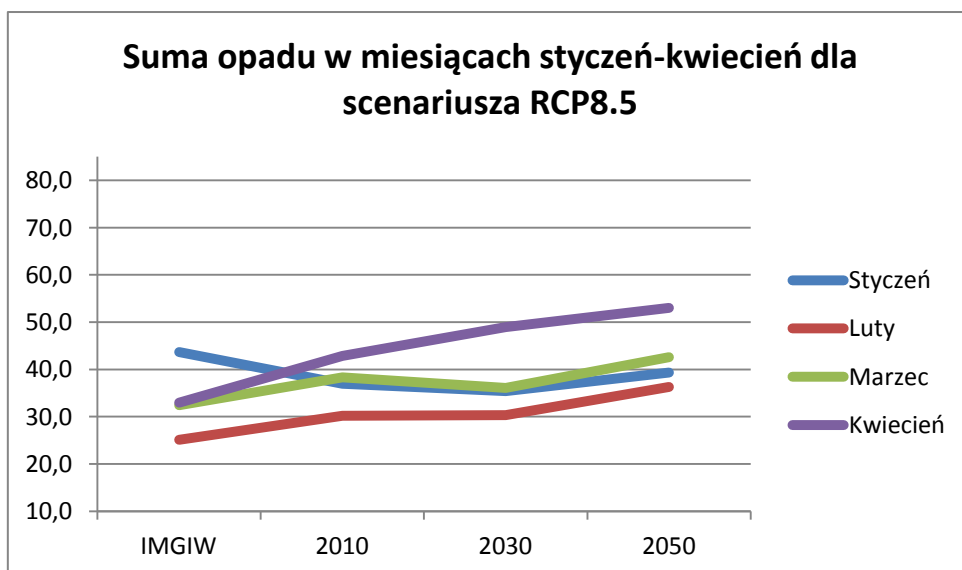
#### Styczeń – Kwiecień RCP4.5



Rysunek B1 Suma opadu w miesiącach styczeń-kwiecień dla scenariusza RCP4.5

W przypadku wielkości miesięcznej sumy opadu z wiązki EURO-CORDEX od stycznia do kwietnia zgodnie ze scenariuszem RCP4.5 zaznacza się przewaga trendu wzrostowego, dochodzącego nawet do 7,6 mm (Rysunek B1). Największy wzrost miesięcznej sumy opadu w ostatnim z analizowanych okresów w odniesieniu do pierwszego dziesięciolecia zauważalny jest dla marca i wynosi 10,88 mm, natomiast największy spadek dla kwietnia, równy 1,28 mm. Wartości wyników EURO-CORDEX i pochodzące z obserwacji dla klimatu bieżącego różnią się w zależności od miesiąca.

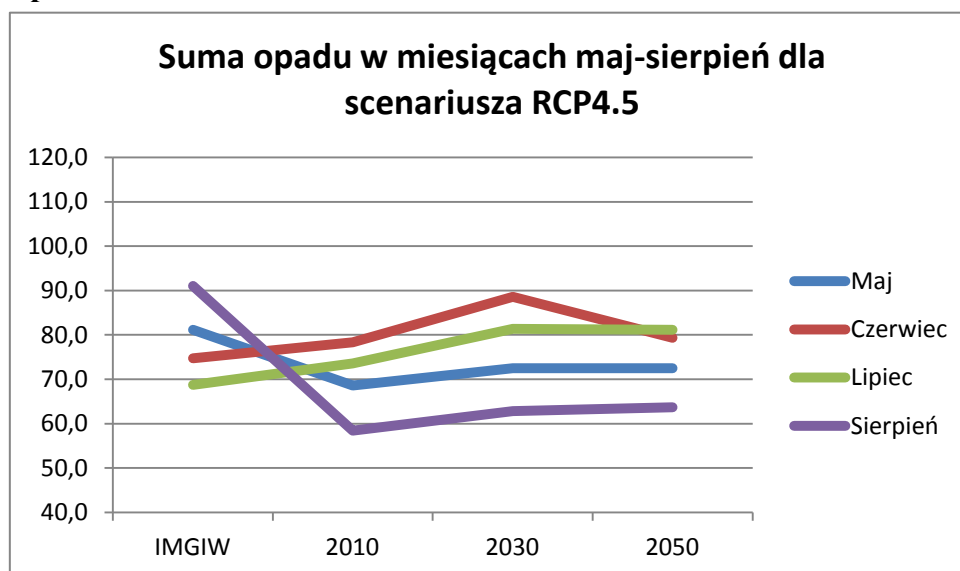
#### Styczeń – Kwiecień RCP8.5



Rysunek B2 Suma opadu w miesiącach styczeń-kwiecień dla scenariusza RCP8.5

Na podstawie wyników EURO-CORDEX dla miesięcznej sumy opadu od stycznia do kwietnia na podstawie scenariusza RCP8.5 wskazują na stały i równomierny trend wzrostowy w ostatnim z analizowanych dziesięcioleci (Rysunek B2). Uśrednione zmiany z ciągu dziesięciolecia są prawie równomierne dla wszystkich z analizowanych miesięcy, a największy wzrost otrzymano dla marca, najmniejszy dla stycznia; odpowiednio o 6,50 mm i o 3,95 mm w ostatnim z rozpatrywanych dziesięcioleci w odniesieniu do lat 2006-2015. Wartości wiązki i pochodzące z obserwacji dla klimatu bieżącego wykazują zgodność.

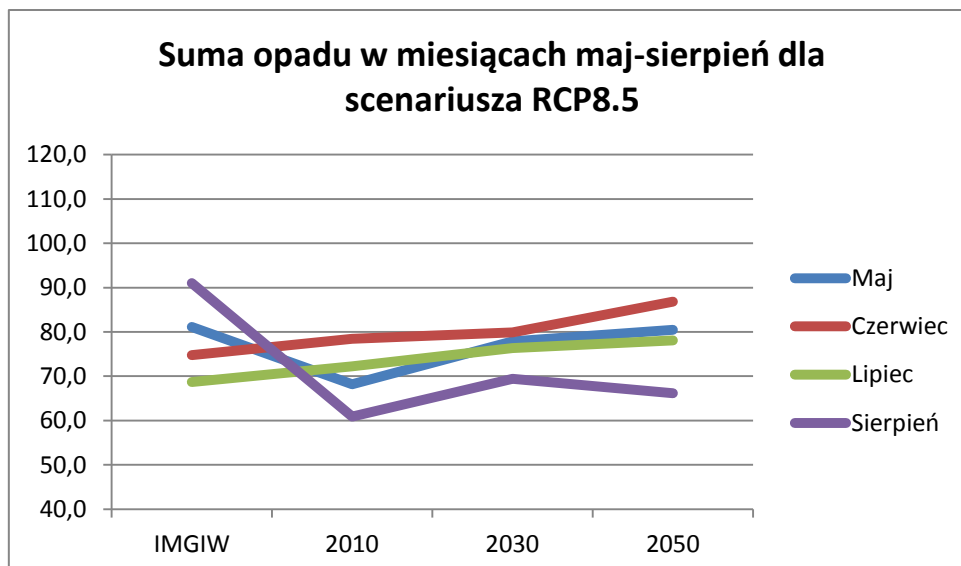
### Maj – Sierpień RCP4.5



Rysunek B3 Suma opadu w miesiącach maj-sierpień dla scenariusza RCP4.5

Dla sumy opadu w miesiącach od maja do sierpnia wyniki EURO-CORDEX w ciągu kolejnych dziesięcioleci dla scenariusza RCP4.5 wskazują trend wzrostowy w dziesięcioleciu 2026-2035, ze zmianami dochodzącymi nawet do 10,2 mm. Okres 2046-2055 to natomiast przewaga braku zmian (Rysunek B3). Dla ostatniego z analizowanych dziesięcioleci i w odniesieniu do lat 2006-2015 największy wzrost równy 7,59 mm otrzymano dla lipca, natomiast najniższy wynoszący 1,00 mm dla czerwca. Obserwacje dla klimatu bieżącego oraz uzyskane z wiązki EURO-CORDEX różnią się dość znacznie.

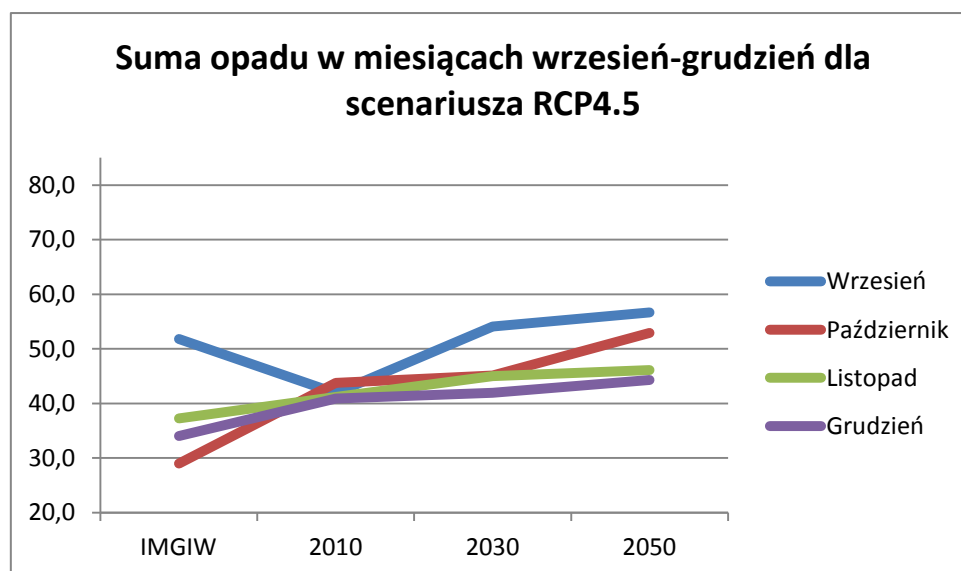
### Maj – Sierpień RCP8.5



Rysunek B4 Suma opadu w miesiącach maj-sierpień dla scenariusza RCP8.5

Wyniki EURO-CORDEX dla sumy opadu od maja do sierpnia dla scenariusza RCP8.5 wskazuje, z różną siłą, trend wzrostowy, z wyjątkiem dziesięciolecia 2046-2055 dla sierpnia, kiedy to widoczny jest spadek (Rysunek B4). Największy wzrost względem dziesięciolecia 2046-2055 w stosunku do pierwszego okresu otrzymano dla maja i wynosi on 12,29 mm, natomiast najniższy równy 5,89 mm dla lipca. Wyniki wiązki EURO-CORDEX i wartości obserwacji dla klimatu bieżącego różnią się dość znacznie.

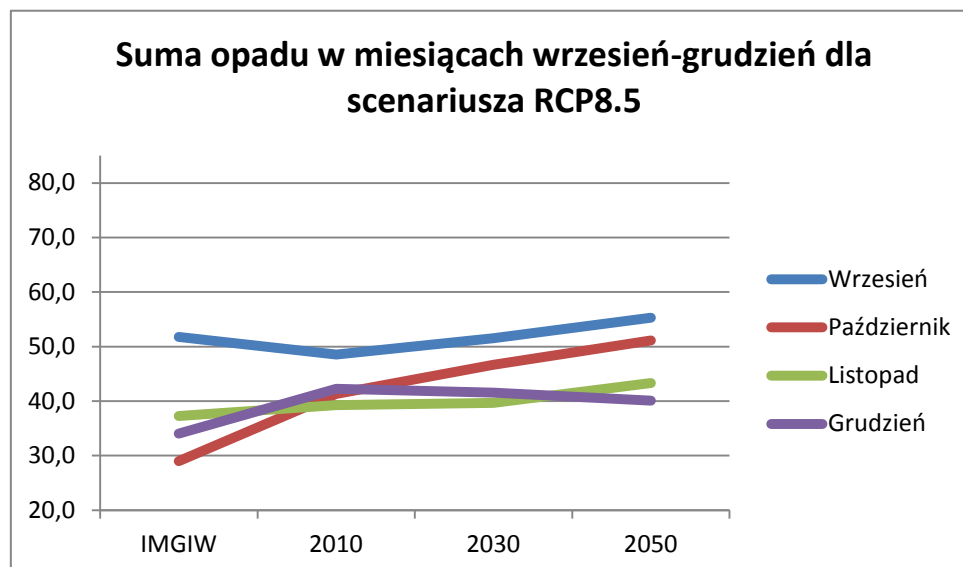
#### Wrzesień – Grudzień RCP4.5



Rysunek B5 Suma opadu w miesiącach wrzesień-grudzień dla scenariusza RCP4.5

Na podstawie wiązki EURO-CORDEX dla miesięcy od września do grudnia dla miesięcznej sumy opadu scenariusz RCP4.5 wskazuje na stały trendu wzrostowy o różnej sile (Rysunek B5). Największy wzrost dla ostatniego z rozważanych dziesięcioleci widoczny jest dla września, natomiast najmniejszy dla grudnia; odpowiednio o 14,77 mm i o 3,40. Wyniki wiązki EURO-CORDEX oraz obserwacje bieżące różnią się zauważalnie.

## Wrzesień – Grudzień RCP8.5



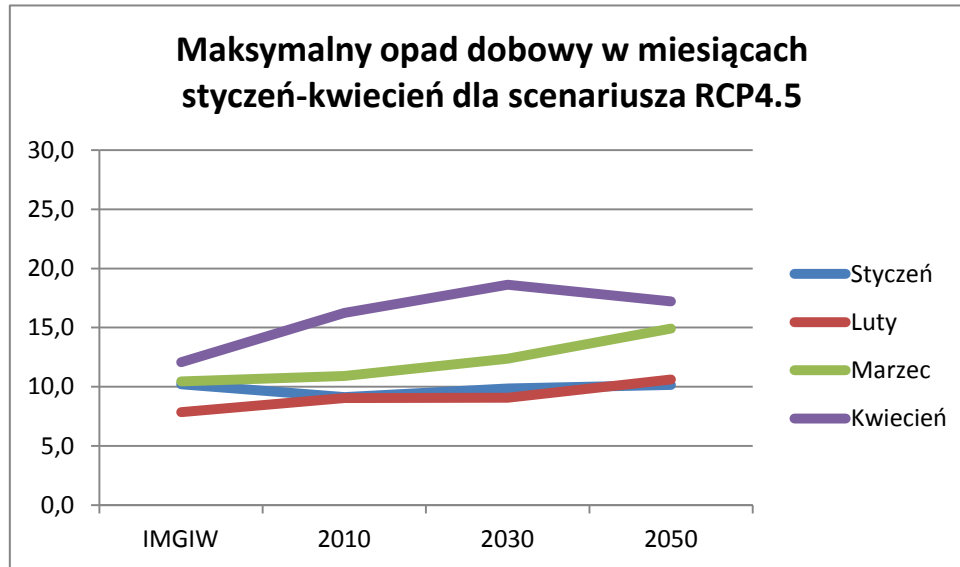
Rysunek B6 Suma opadu w miesiącach wrzesień-grudzień dla scenariusza RCP8.5

W przypadku sumy opadu w miesiącach od września do grudnia wyniki wiązki EURO-CORDEX w scenariuszu RCP8.5 wskazują na tendencję do wzrostu, z wyjątkiem grudnia (Rysunek B6). Największy wzrost w ostatnim dziesięcioleciu w stosunku do pierwszego okresu analizy równy 9,79 mm otrzymano dla października, natomiast największy spadek dla grudnia - 2,18 mm. Wartości pochodzące z obserwacji dla klimatu bieżącego oraz uzyskane z wiązki EURO-CORDEX są zgodne.

## ZAŁĄCZNIK C

### Maksymalny opad dobowy w miesiącu dla każdego miesiąca roku

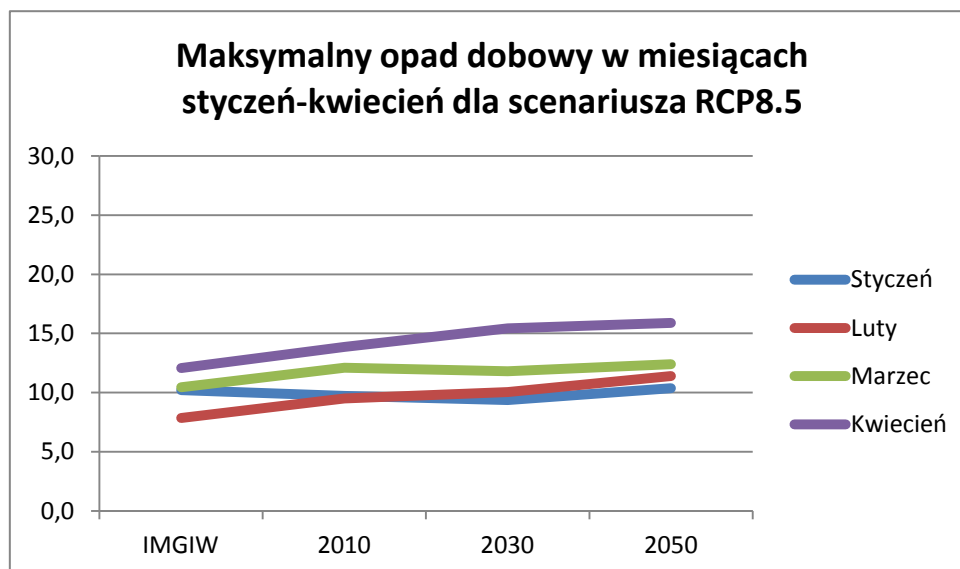
#### Styczeń – Kwiecień RCP4.5



Rysunek C1 Maksymalny opad dobowy w miesiącach styczeń-kwiecień dla scenariusza RCP4.5

Wyniki wiązki EURO-CORDEX uzyskane dla maksymalnego opadu dobowego w miesiącach od stycznia do kwietnia, dla scenariusza RCP4.5 wskazują lekki trend wzrostowy (Rysunek C1). Dla dziesięciolecia 2046-2055 w stosunku do lat 2006-2015 największy wzrost maksymalnego opadu dobowego wyniósł 4,03 mm dla marca, natomiast najniższy dla kwietnia - 0,98 mm. Wartości uzyskane z wiązki EURO-CORDEX oraz pochodzące z obserwacji dla klimatu bieżącego są zgodne.

#### Styczeń – Kwiecień RCP8.5

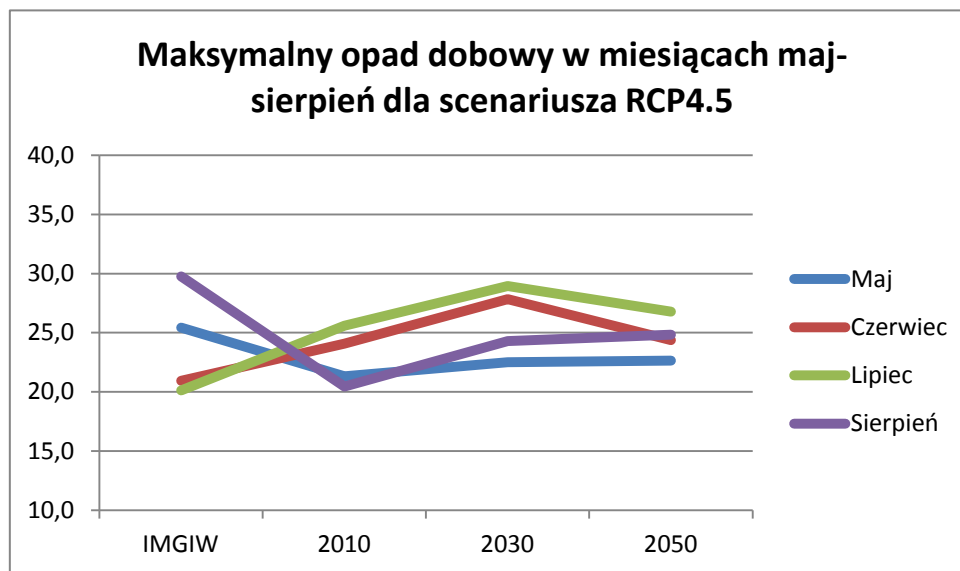


Rysunek C2 Maksymalny opad dobowy w miesiącach styczeń-kwiecień dla scenariusza RCP8.5

Na podstawie wielkości maksymalnego opadu dobowego od stycznia do kwietnia uzyskanych z wiązki EURO-CORDEX dla scenariusza RCP8.5 zauważalny jest nieznaczny wzrost indeksu

(Rysunek C2). Największy wzrost maksymalnego opadu dobowego w ostatnim z analizowanych okresów w odniesieniu do pierwszego dziesięciolecia zauważalny jest dla kwietnia i wynosi 2,02 mm, natomiast najmniejszy dla marca - 0,27 mm. Wyniki wiązki EURO-CORDEX odbiegają do pewnego stopnia od obserwacji dla klimatu bieżącego.

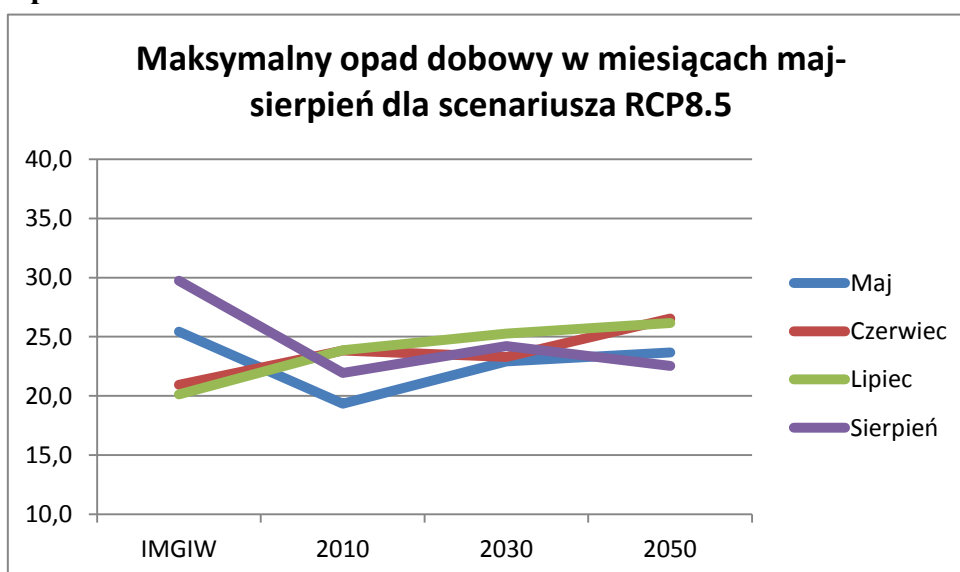
### Maj – Sierpień RCP4.5



Rysunek C3 Maksymalny opad dobowy w miesiącach maj-sierpień dla scenariusza RCP4.5

Wartość maksymalnego opadu dobowego dla miesięcy od maja do sierpnia dla scenariusza RCP4.5 wskazuje na wystąpienie lekkiego trendu wzrostowego z wyjątkiem wartości dla czerwca i lipca w okresie 2046-2055 dla którego widoczny jest nieznaczny spadek (Rysunek C3). Największy wzrost dla dziesięciolecia 2046-2055 w stosunku do pierwszego okresu otrzymany został dla sierpnia i wynosi on 4,37 mm, natomiast najniższy równy 0,30 mm dla czerwca. Wyniki z wiązki EURO-CORDEX i wartości obserwacji dla klimatu bieżącego różnią się zauważalnie

### Maj – Sierpień RCP8.5

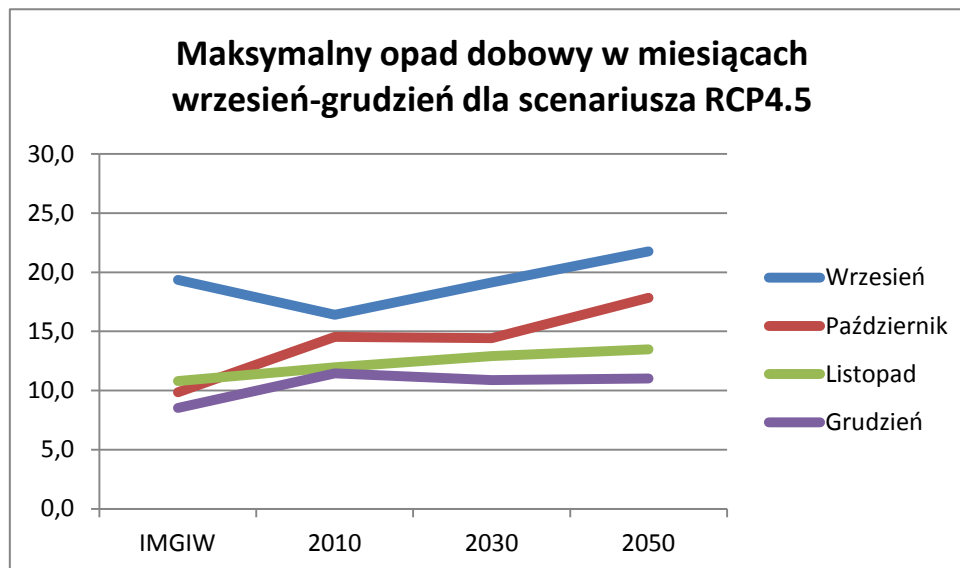


Rysunek C4 Maksymalny opad dobowy w miesiącach maj-sierpień dla scenariusza RCP8.5



Na podstawie wiązki EURO-CORDEX dla scenariusz RCP8.5 wartość maksymalnego opadu dobowego dla miesięcy od maja do sierpnia wskazuje na lekki trend wzrostowy (Rysunek C4). Największy wzrost dla ostatniego z rozważanych dziesięcioleci widoczny jest dla maja, natomiast najmniejszy dla sierpnia; odpowiednio o 4,33 mm i o 0,60 mm w ostatnim z analizowanych okresów. Wartości pochodzące z obserwacji dla klimatu bieżącego oraz uzyskane z wiązki EURO-CORDEX różnią się.

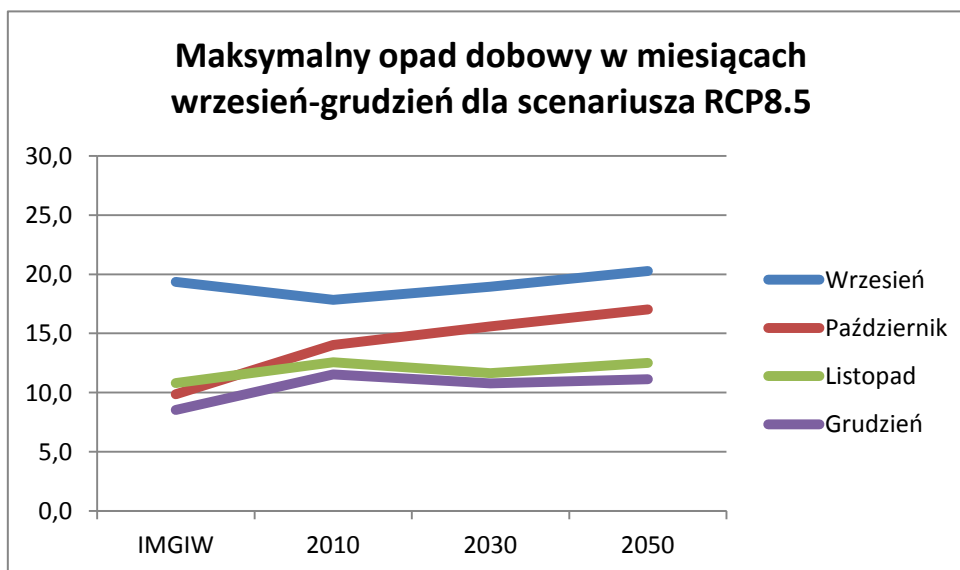
### Wrzesień – Grudzień RCP4.5



Rysunek C5 Maksymalny opad dobowy w miesiącach wrzesień-grudzień dla scenariusza RCP4.5

Dla wartości maksymalnego opadu dobowego od września do grudnia dla scenariusza RCP4.5 widoczny jest lekki trend wzrostowy, którego siła zależy od wyboru miesiąca i dziesięciolecia (Rysunek C5). Największy wzrost w ciągu analizowanych dziesięcioleci otrzymany został dla września, natomiast spadek dla grudnia; odpowiednio o 5,34 mm i o 0,44 mm względem okresu 2006-2015. Wyniki wiązki EURO-CORDEX oraz wartości obserwacji dla klimatu bieżącego odbiegają od siebie nieznacznie.

### Wrzesień – Grudzień RCP8.5



Rysunek C6 Maksymalny opad dobowy w miesiącach wrzesień-grudzień dla scenariusza RCP8.5

Maksymalny opad dobowy według scenariusza RCP8.5 dla miesięcy od września do grudnia wskazuje tendencję do lekkich wzrostów dla września i października, oraz spadków dla listopada i grudnia (Rysunek C6). Dla lat 2046-2055 w stosunku do lat 2006-2015 największy wzrost maksymalnego opadu dobowego otrzymano dla października - 3,00 mm, natomiast największy spadek dla grudnia - 0,39 mm. Wartości uzyskane z wiązki EURO-CORDEX oraz pochodzące z obserwacji dla klimatu bieżącego różnią się.



**Strategia adaptacji do zmian klimatu  
miasta Ostrołęki  
do roku 2025 z perspektywą do 2030**

**KOSZTY ADAPTACJI DO ZMIAN KLIMATU  
RAPORT EKONOMICZNY**



**WYKONAWCY PROJEKTU:**



**INSTYTUT OCHRONY ŚRODOWISKA  
– PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY**



**VISTA ANALYSE**

**Iceland  
Liechtenstein  
Norway grants**



**Zespół autorski:**

Ewelina Siwiec  
Jan Gąska

## Spis treści

Streszczenie .....	6
1. Koszty adaptacji do zmian klimatu.....	8
2. Ocena ryzyka wystąpienia strat w Ostrołęce .....	13
1.1 Analiza danych historycznych o skutkach zjawisk ekstremalnych .....	13
1.2 Ocena ryzyka .....	15
3. Zastosowanie analizy kosztów i korzyści w procesie decyzyjnym .....	19
Podsumowanie .....	23

## Spis tabel

Tab.1. Koszty adaptacji do zmian klimatu

Tab.2. Koszty wybranych projektów adaptacyjnych w miastach Polski

Tab.3. Zasiłki celowe wypłacone przez Miejski Ośrodek Pomocy Rodzinie w latach 2006 – 2016

Tab.4. Etapy przygotowania analizy kosztów i korzyści

Tab.5. Koszty i korzyści ogrodów deszczowych

## Spis wykresów

Wyk. 1. Liczba interwencji Straży Pożarnej spowodowanych silnym wiatrem i opadami deszczu

Wyk. 2. Liczba interwencji Straży Pożarnej w latach 2010–2016 w poszczególnych miesiącach

Wyk. 3. Liczba okresów o długości przynajmniej 3 dni z temperaturą maksymalną  $> 30^{\circ}\text{C}$

Wyk. 4. Liczba okresów o długości przynajmniej 3 dni z temperaturą minimalną  $< 10^{\circ}\text{C}$

Wyk. 5. Zmiana średniego dziennego opadu w symulacjach klimatycznych

Wyk. 6. Zmiana liczby dni z opadem większym niż 10 i 20 mm w symulacjach klimatycznych

Wyk. 7. Zmiana częstotliwości opadów występujących obecnie co 2 lata w Ostrołęce

Wyk. 8. Zmiana częstotliwości opadów występujących obecnie co 5 lat w Ostrołęce

Wyk. 9. Zmiana częstotliwości opadów występujących obecnie co 10 lat w Ostrołęce

Wyk. 10. Zmiana częstotliwości opadów występujących obecnie co 100 lat w Ostrołęce

## Streszczenie

Koszty adaptacji do zmian klimatu są jednym z bardziej dyskutowanych dziś zagadnień adaptacyjnych. Precyzyjne koszty działań adaptacyjnych określone są poziomem planów oraz projektów adaptacyjnych. Nie mniej jednak na etapie przygotowania Strategii, możemy przyjrzeć się szacunkowym kosztom działań adaptacyjnych z perspektywy projektów adaptacyjnych zrealizowanych dotychczas w wybranych miastach Polski. Okazuje się, że wiele Samorządów realizuje działania związane z retencjonowaniem wód opadowych bądź rozbudową zielonej infrastruktury. Szczegółowe zestawienie kosztów projektów adaptacyjnych zawarto w Rozdziale 1.

W średniej wielkości miastach istnieją dwie podstawowe kategorie kosztów zmian klimatycznych: Pierwsza to koszty zdrowotne związane z falami gorąca i chłodu, a druga to straty materialne spowodowane ekstremalnymi zjawiskami klimatycznymi. Koszty zdrowotne (koszty chorób klimatozależnych) nie są uwzględniane w dostępnych statystykach z przyczyn metodycznych – wpływ zmian klimatycznych na zdrowie jest bowiem trudny do przełożenia na wskaźniki monetarne. W Rozdziale 2 przygotowano analizę danych historycznych o skutkach zjawisk ekstremalnych oraz ocenę ryzyka wystąpienia przyszłości opadów 2, 5, 10 i 100 – letnich powodujących straty

Doświadczenia norweskiego partnera projektu Climcities – firmy Vista Analyse – wskazują, że najczęściej opłacalność działań adaptacyjnych oceniania jest przy wykorzystaniu analizy kosztów i korzyści. W Rozdziale 3 zawarto zatem wskazówki przydatne do przygotowania takiej analizy, opracowane przez firmę Vista Analyse.





## 1. Koszty adaptacji do zmian klimatu

Koszty adaptacji do zmian klimatu są jednym z bardziej dyskutowanych dziś zagadnień adaptacyjnych. Dyskusja sprowadza się często do oceny wysokości sum potrzebnych na realizację inwestycji oraz źródeł ich finansowania. Tymczasem koszty adaptacji swoim zasięgiem obejmują również trudne do wymiernego oszacowania koszty społeczne i środowiskowe. I o ile wycena kosztów działań adaptacyjnych w przypadku inwestycji nie jest trudnym zadaniem, problem jest kwantyfikacja kosztów społecznych i środowiskowych. Poniższa tab. 1 zawiera zestawienie przykładowych kosztów, które powinny zostać uwzględnione na etapie przygotowania projektu adaptacyjnego.

Tab. 1. Koszty adaptacji do zmian klimatu.

<i>Koszty ekonomiczne</i>	<i>Koszty społeczne i środowiskowe</i>
Przygotowanie planów, wykup terenu pod inwestycje	Zmiana formy użytkowania terenu, która będzie stresująca dla osiedlonych na danym obszarze gatunków
Koszty inwestycji np. błękitno-zielonej infrastruktury	Uciążliwość wynikająca z ograniczeń komunikacyjnych w mieście
Koszty utrzymania inwestycji	Ograniczenia produkcji i usług w mieście

Źródło: Materiały e-learningowe projektu ClimCities, opracowanie własne

Zgodnie ze metodyką zaproponowaną w Strategicznym planie adaptacji dla sektorów i obszarów wrażliwych na zmiany klimatu do roku 2020 z perspektywa do roku 2030 na koszty adaptacji należy spojrzeć z dwóch stron. Z jednej strony ocenić koszty działań adaptacyjnych (koszty działania), a z drugiej strony należy rozważyć, ile dotychczas kosztuje oraz ile będzie kosztować nie podejmowanie działań adaptacyjnych (koszty bezczynności, koszty zaniechania, braku adaptacji). Koszty bezczynności opierają się na oszacowaniu potencjalnych strat związanych ze zjawiskami ekstremalnymi przy założeniu, że nie zostały podjęte żadne dodatkowe działania zapobiegawcze oraz adaptacyjne. Porównanie kosztów adaptacji oraz kosztów bezczynności pozwala przesądzić o finansowej opłacalności adaptacji. Z uwagi na brak szczegółowych danych dotyczących wysokości start, w przypadku Ostrołęki nie jest możliwym oszacowanie kosztów bezczynności

Przygotowanie i przyjęcie Miejskiej Strategii Adaptacji stanowi działanie zmierzające w kierunku redukcji skutków zjawisk ekstremalnych, nie mniej jednak o sukcesie w obszarze adaptacji przesądza wdrożenie zapisów, które są zawarte w Strategii. Proces wdrażania Strategii będzie polegał na realizacji sformułowanych w niej celów strategicznych i kierunków działań poprzez szczegółowe zaplanowanie ich realizacji i wykonanie precyzyjnych projektów. Z uwagi na brak informacji o projektach, które zostaną zaakceptowane przez Samorząd oraz z powodu kilkunastoletniego horyzontu czasowego Strategii, a także wiążącej się z nim niepewności zarówno co do wysokości nakładów, jak i możliwości pozyskania środków, na etapie tworzenia Strategii nie jest możliwe wskazanie precyzyjnych kosztów działań adaptacyjnych. Co więcej w perespекtywie czasowej, którą obejmuje Strategia, mogą zachodzić znaczące zmiany technologiczne, które będą miały wpływ na wysokość przyszłych nakładów na adaptację.

Decydenci mają jednak możliwość zapoznania się z szacunkowymi kosztami działań adaptacyjnych z perspektywy zrealizowanych już projektów adaptacyjnych w wybranych miastach Polski. Poniżej przedstawiono Tab. 2 zawierającą zestawienie kosztów projektów adaptacyjnych. Zaletą Tabeli jest również wskazanie podmiotów, które realizowały projekty adaptacyjne, co pozwala na wymianę wiedzy i doświadczeń pomiędzy jednostkami oraz usprawnia proces wdrażania działań adaptacyjnych.

Tab. 2 . Koszty wybranych projektów adaptacyjnych w miastach Polski

<b>Działanie</b>	<b>Wariant</b>	<b>Lokalizacja</b>	<b>Koszt realizacji/ utrzymania</b>	<b>Jednostka wdrażająca</b>	<b>Źródło</b>
Wprowadzanie elementów zazieleniających obszary zabudowane (rozwój błękitno – zielonej infrastruktury)	Ogrody deszczowe	Marki k. Warszawy, Łódź	2 000 – 2 500 zł za 2 m <sup>2</sup> – koszt inwestycji	Fundacja Sendzimira	<a href="http://sendzimir.org.pl/">http://sendzimir.org.pl/</a>
	Zielone podwórka	Łódź , przy ul. Marynarskiej 11/17a, ul. Lipowej 52, ul. Przybyszewskiego 46/48, ul. Wrocławskiej 10/Limanowskiego 46/48, ul. Piotrkowskiej 71, ul. Harnama 7, ul. Odolanowskiej 8, ul. Kasprzaka 20, ul. Bardowskiego 3	445 184,89 zł – koszt inwestycji w 9 lokalizacjach	Miasto Łódź	Materiał przekazany przez Urząd Miasta Łódź
	Zielony dach	Warszawa, Centrum Nauki Kopernik	12 475 m <sup>2</sup> zielonego terenu zewnętrznego oraz zielony dach o powierzchni około 6900 m <sup>2</sup> – miesięczny koszt utrzymania 9 895 zł netto	Centrum Nauki Kopernik	Materiał przekazany przez Dział Obsługi Gospodarczej i Technicznej, Centrum Nauki Kopernik
	Parki kieszonkowe	Łódź, ul. 28 Pułku Strzelców Kaniowskich 34	121 945,95 zł o powierzchni 0,056 ha – koszt inwestycji	Miasto Łódź	Materiał przekazany przez Urząd Miasta Łódź
	Podwórce miejskie (Woonerfy)	Łódź, ul. Piramowicz	1 958 220, 32 zł za ok. 2400 m <sup>2</sup> – koszt inwestycji	Miasto Łódź	Materiał przekazany przez Urząd Miasta Łódź
		Łódź, ul. Traugutta na odcinku od ul. Sienkiewicza	2 073 446,93 zł za ok. 3400 m <sup>2</sup> – koszt inwestycji	Miasto Łódź	Materiał przekazany przez Urząd Miasta Łódź

Działanie	Wariant	Lokalizacja	Koszt realizacji/ utrzymania	Jednostka wdrażająca	Źródło
		do ul. Piotrkowskiej			
Rozbudowa i modernizacja kanalizacji deszczowej (burzowej) na terenach zurbanizowanych	System kanalizacji deszczowej o łącznej długości 12 km oraz trzy urządzenia służące gospodarowaniu wodami opadowymi	Ząbki	43 000 000 zł	Miasto Ząbki	<a href="http://swiatoze.pl/nfosigw-wesprze-zabki-adaptacji-zmian-klimatu/">http://swiatoze.pl/nfosigw-wesprze-zabki-adaptacji-zmian-klimatu/</a>
Zwiększanie retencji wody w mieście	Studnie chłonne	Działka, zabudowa jednorodzinna, osiedla, parki miejskie.	600 – 900 zł za szt.	b.d.	FPP Enviro
	Oczka wodne	Działka, zabudowa jednorodzinna, osiedla, parki miejskie, tereny podmiejskie.	900 zł za m <sup>2</sup>	b.d.	
	Zbiorniki podziemne	Działka, zabudowa jednorodzinna, osiedla	Zbiorniki o pojemności 1600 l – 1700 zł	b.d.	<a href="http://deszczowka.info">http://deszczowka.info</a>
	Zbiorniki naziemne	Działka, zabudowa jednorodzinna, podwórce miejskie	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zbieracz 50 – 150 zł</li> <li>• Zbiornik od ok. 100 zł</li> </ul>	b.d.	<a href="http://deszczowka.info">http://deszczowka.info</a>
Ograniczenie zanieczyszczenia zbiorników wodnych i eutrofizacji	Osadnik wirowy + SSSB* o powierzchni 150 m <sup>2</sup>	Łódź, Arturówek Górny	26 218 zł – koszt inwestycji, 4 500 zł – koszt utrzymania w ciągu 10 lat	Uniwersytet Łódzki	<a href="http://www.arturówek.pl">www.arturówek.pl</a>
	Osadnik wirowy + separator lamelowy +	Łódź, Arturówek Środkowy	67 404 zł – koszt inwestycji, 9 000 zł – koszt utrzymania w		

<b>Działanie</b>	<b>Wariant</b>	<b>Lokalizacja</b>	<b>Koszt realizacji/ utrzymania</b>	<b>Jednostka wdrażająca</b>	<b>Źródło</b>
	SSSB o powierzchni 120 m <sup>2</sup>		ciągu 10 lat		
	System SSSB o powierzchni 750 m <sup>2</sup> na wlocie rzeki do zbiornika (AG –)	Łódź, Arturówek Górny	141 874 zł – koszt inwestycji, 18 000 zł – koszt utrzymania w ciągu 10 lat		
	Wpusty uliczne + studnia połączeniowa + osadnik wirowy + separator lamelowy + studnia wyrównawcza + SSSB o powierzchni 300 m <sup>2</sup>	Łódź, Wycieczkowa	274 855 zł – koszt inwestycji, 36 000 zł – koszt utrzymania w ciągu 10 lat		
	System SSSB o powierzchni 160 m <sup>2</sup> na wlocie rzeki do zbiornika wraz z modyfikacją budowli piętrzącej	Łódź, Arturówek	74 453 zł – koszt inwestycji, 2 000 zł koszt utrzymania w ciągu 10 lat		
	System SSSB o powierzchni 200 m <sup>2</sup> na wlocie rzek do zbiornika	Łódź, Arturówek	71 644 zł – koszt inwestycji, 2 000 zł koszt utrzymania w ciągu 10 lat	Uniwersytet Łódzki	<a href="http://www.arturówek.pl">www.arturówek.pl</a>

Źródło: IOS – PIB, FPP Enviro

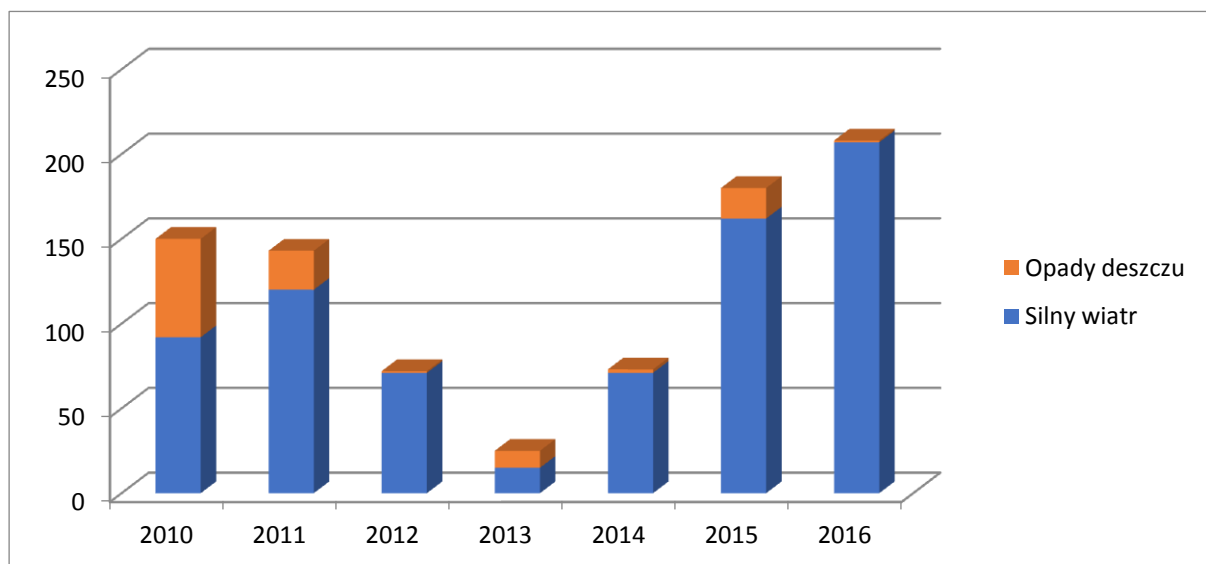
## 2. Ocena ryzyka wystąpienia strat w Ostrołęce

W średniej wielkości miastach istnieją dwie podstawowe kategorie kosztów zmian klimatycznych: pierwsza to koszty zdrowotne związane z falami gorąca i chłodu, a druga to straty materialne spowodowane ekstremalnymi zjawiskami. Koszty zdrowotne (koszty chorób klimatozależnych) nie są uwzględniane w dostępnych statystykach z przyczyn metodycznych – wpływ zmian klimatycznych na zdrowie jest bowiem trudny do przełożenia na wskaźniki monetarne. W oparciu do przekazane materiały przygotowano analizę danych historycznych o skutkach zjawisk ekstremalnych oraz ocenę ryzyka wystąpienia w przyszłości opadów 2, 5, 10 i 100 – letnich powodujących straty..

### 1.1 Analiza danych historycznych o skutkach zjawisk ekstremalnych

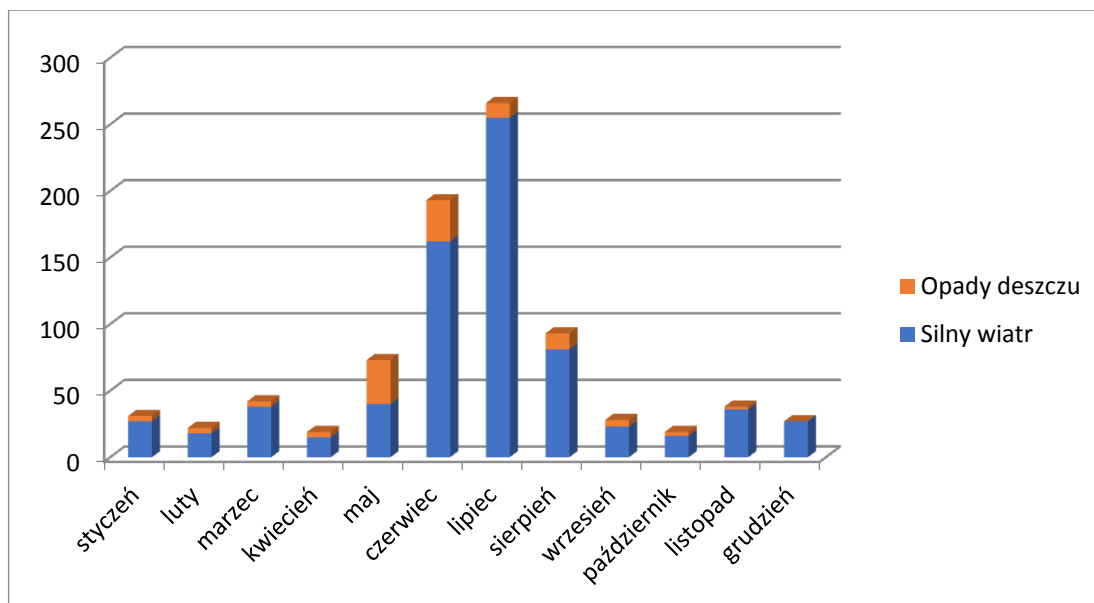
Analiza przekazanych materiałów wykazała, że najczęstszą przyczyną szkód w mieście Ostrołęka jest silny wiatr i opady deszczu, niekiedy określane jako nawałnice. Powodują one nie tylko zniszczenia materialne i podtopienia, ale również zagrażają ludzkiemu życiu i zdrowiu.

Dane otrzymane od Państwowej Straży Pożarnej (PSP) wskazują, że w przeciągu sześciu lat silny wiatr oraz intensywne opady deszczu były przyczyną ponad 850 interwencji (wyk.1).



Wyk. 1. Liczba interwencji Straży Pożarnej spowodowanych silnym wiatrem i opadami deszczu  
Źródło: IOS – PIB na podstawie danych przekazanych przez PSP

W okresie od 2001 do 2016 Straż Pożarna wzywana była 738 razy w celu usunięcia skutków silnych wiatrów oraz 113 razy z powodu opadów deszczu – najczęściej w czerwcu, lipcu oraz sierpniu (wyk.2).



Wyk. 2 . Liczba interwencji Staży Pożarnej w latach 2010–2016 w poszczególnych miesiącach  
 Źródło : IOS –PIB na podstawie danych przekazanych przez PSP

Działania podejmowane przez PSP obejmowały usuwanie przewróconych na jezdnię drzew oraz zabezpieczenie uszkodzonych dachów. Okazuje się również, że koszty interwencji związanych z usuwaniem skutków zjawisk ekstremalnych stanowią znaczącą pozycję w budżecie PSP (średni koszt jednej interwencji wyniósł około 1000 zł).

Z kolei według Miejskiego Ośrodka Pomocy Rodzinie (MOPR) w latach 2011-2016 najdotkliwszą konsekwencją spowodowaną nawałnicą, która przeszła nad miastem w czerwcu 2016. Wtedy też MOPR wypłacił poszkodowanym rodzinom zasiłki celowe na łączną kwotę 11 000 zł. Z kolei w latach 2006 - 2010 znacząca wartość zasiłków celowych została wypłacona w wyniku powodzi (15 870 zł) oraz w wyniku suszy (42 948 zł), która dotknęła aż 40 rodzin. Zestawienie przygotowane na podstawie materiału przekazanego przez MOPR przedstawia tabela 3.

Tab. 3. Zasiłki celowe wypłacone przez Miejski Ośrodek Pomocy Rodzinie w latach 2016– 2006

Rok	Zjawisko	Kwota	Uwagi
2016	Nawałnica (ulewny deszcz z silnym wiatrem)	11 000 zł	Uszkodzenie pokrycia dachowego
2013	Podtopienie	800 zł	Podtopienie budynku mieszkalnego
2011	Huragan	7 500 zł	Pomoc udzielana na wniosek osoby zainteresowanej złożony do kierownika ośrodka pomocy społecznej gminy właściwej ze względu na miejsce zamieszkania osoby/ rodziny rolniczej
2010	Powódź	15 870 zł	
2009	Powódź	1 500 zł	
2008	Susza	1 000 zł	
2006	Susza	42 948 zł	

Źródło: Miejski Ośrodek Pomocy Rodzinie

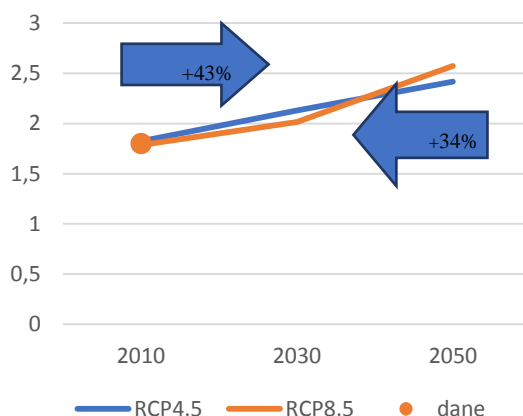


W przypadku Ostrołęki przesłany materiał o skutkach zjawisk ekstremalnych pozwala stwierdzić, że **powodują one w mieście dotkliwe skutki materialne, których naprawa wymaga dodatkowych środków finansowych.**

## 1.2 Ocena ryzyka

Koszty zdrowotne związane z falami upałów i chłodu nie są uwzględniane w odstępnych statystykach z przyczyn metodycznych. W takiej sytuacji ocenę ryzyka wystąpienia tego typu kosztów przeprowadzono w sposób jakościowy, w oparciu o symulacje Zakładu Modelowania Atmosfery i Klimatu IOŚ-PIB.

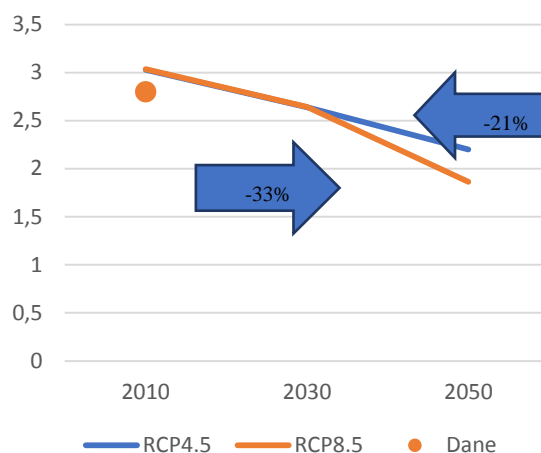
W przypadku Ostrołęki liczba okresów o długości przynajmniej 3 dni z temperaturą maksymalną powyżej 30°C wzrośnie do 2050 roku o 34% w przypadku scenariusza RCP 4.5 i 43% w przypadku scenariusza RCP 8.5 (wyk.3). Spowoduje wzrost zagrożenia dla mieszkańców szczególnie wrażliwych na oddziaływanie fal upałów – osób starszych, chorych, dzieci – i wpłynie na wzrost kosztów zdrowotnych oraz nakładów na ochronę zdrowia.



Wyk. 3. Liczba okresów o długości przynajmniej 3 dni z temperaturą maksymalną > 30°C

Źródło: Zakład Modelowania Atmosfery i Klimatu IOŚ-PIB

Z drugiej strony, w podobnym stopniu do wzrostu częstotliwości fal upałów spadnie częstotliwość fal chłodu. Pozwoli to obniżyć koszty zdrowotne generowane przez fale chłodu. (wyk. 4).

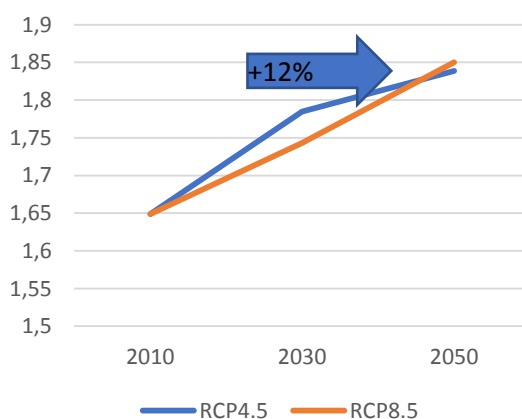


Wyk. 4. Liczba okresów o długości przynajmniej 3 dni z temperaturą minimalną < 10 °C

Źródło: Zakład Modelowania Atmosfery i Klimatu IOŚ-PIB

Analiza danych historycznych dotyczących szkód wykazała, że w średniej wielkości mieście, takim jak Ostrołęka najczęściej przyczynami strat są opady deszczu powodujące podtopienia oraz silny wiatr będący przyczyną uszkodzeń infrastruktury. Z tego powodu ocenę ryzyka wystąpienia strat spowodowanych tymi ekstremami przeprowadzono w oparciu o dostępne dane dotyczące opadów. (symulacje Zakładu Modelowania Atmosfery i Klimatu IOŚ-PIB)

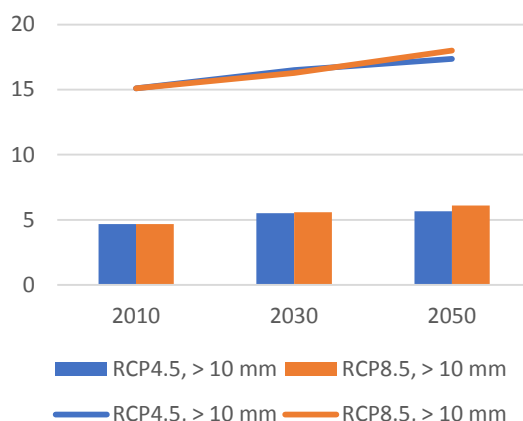
Symulacje wskazują, że średni dzienny opad oraz liczba dni z opadem większym niż 10 i 20 mm będzie wzrastać. Zarówno w przypadku scenariusza RCP 4.5 oraz RCP 8.5 średni dzienny opad rośnie o 12%. Podobnie wzrasta liczba dni z opadem większym niż 10 mm – z 15 do 18 dni w 2050 roku, oraz z opadem większym niż 20 mm – z 5 do 6 dni ( wyk. 5 oraz wyk. 6).<sup>1</sup> W związku z tym, należy się również spodziewać wzrostu wysokości strat spowodowanych przez zjawiska ekstremalne.



Wyk. 5. Zmiana średniego dziennego opadu w scenariuszach klimatycznych

Źródło: Zakład Modelowania Atmosfery i Klimatu IOŚ-PIB

<sup>1</sup> RCP 4.5. oraz RCP 8.5

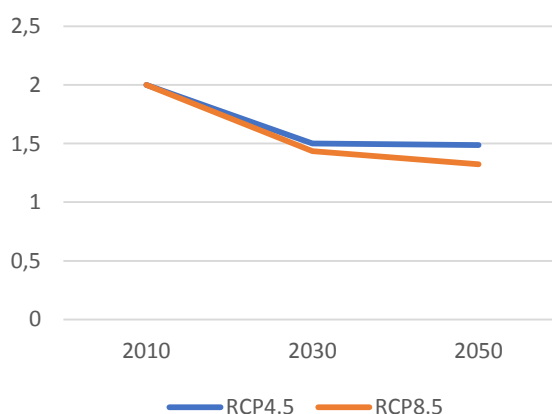


Wykres 6. Zmiana liczby dni z opadem większym niż 10 i 20 mm w symulacjach klimatycznych

Źródło: Zakład Modelowania Atmosfery i Klimatu IOŚ-PIB

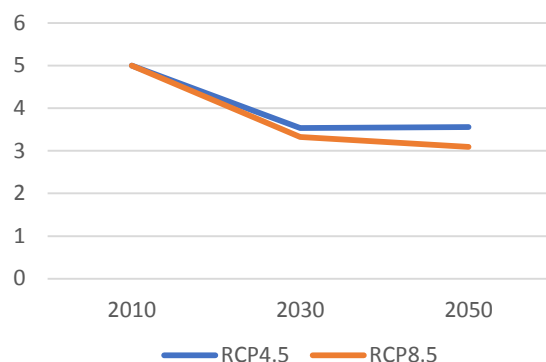
Przytoczone powyżej informacje pokazują kierunek zmian prawdopodobieństwa wystąpienia ekstremalnych opadów. W celu precyzyjnego oszacowania tych zmian, do danych wynikających z modeli klimatycznych dopasowano rozkłady Gamma, odzwierciedlające dzienny rozkład opadów.

Wykresy 7, 8, 9 oraz 10 przedstawiają zmiany czasów powrotu dla opadów, które obecnie występują z częstotliwością 2, 5, 10 i 100-letnią. Pokazują one, że nawet niewielkie zmiany średniej dziennej wartości opadów przekładają się na znaczne zwiększenie częstotliwości ekstremów.



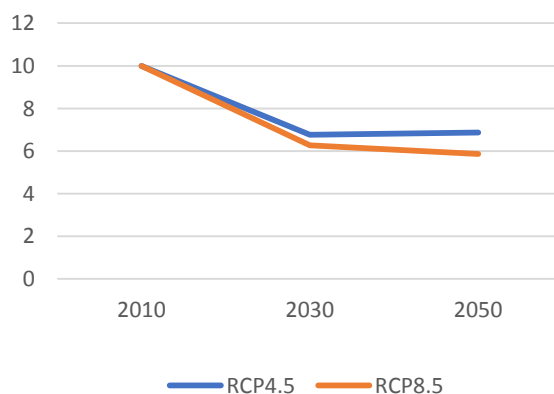
Wyk.7. Zmiana częstotliwości opadów występujących obecnie co 2 lata w Ostrołęce

Źródło: Opracowanie własne

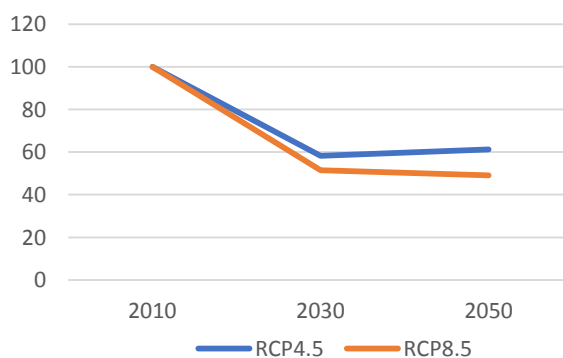


Wyk. 8. Zmiana częstotliwości opadów występujących obecnie co 5 lat w Ostrołęce  
 Źródło: Opracowanie własne

Okazuje się, że opad, który obecnie w Ostrołęce występuje raz na dwa lata (i powoduje straty o bliżej nie sprecyzowanym poziomie z powodu braku danych), w 2050 roku będzie, zgodnie z symulacjami, występował raz na 16 miesięcy. Opad, który obecnie powtarza się co 5 lat w przyszłości będzie występował raz na 3 lata. Oznacza to niemal dwukrotne skrócenie czasu powrotu (wyk. 7 i wyk. 8).



Wyk. 9. Zmiana częstotliwości opadów występujących obecnie co 10 lat w Ostrołęce  
 Źródło: Opracowanie własne



Wyk. 10. Zmiana częstotliwości opadów występujących obecnie co 100 lat w Ostrołęce  
 Źródło: Opracowanie własne

Analogiczne skrócenie czasów powrotów obserwowane jest dla opadów powtarzających się co 10 i co 100 lat. Opad, który powtarza się co 10 lat (powodując straty o bliżej nie sprecyzowanym poziomie z powodu braku danych) w przyszłości będzie powtarzał się raz na 6 lat. Opad który pojawia się co 100 lat będzie dotykał miasto co 49 lat.

**Oznacza to ponad dwukrotne zwiększenie ryzyka wystąpienia strat z powodu opadów deszczu i podtopień. Należy przedsięwziąć istotne działania zmierzające do ograniczenia ich wystąpienia.**

### 3. Zastosowanie analizy kosztów i korzyści w procesie decyzyjnym

W rozdziale zawarto wskazówki przydatne do przygotowania analizy kosztów i korzyści, opracowane przez firmę Vista Analyse.

Projekty adaptacyjne mają szeroki wachlarz oddziaływań, których ważenie jest skomplikowane i podnosi potrzebę zastosowania metodyki pozwalającej na ich porównanie. Analiza kosztów i korzyści (CBA) jest odpowiedzią na tę potrzebę i narzędziem służącym do ustalania priorytetów i oceny różnych działań, które można podjąć, aby osiągnąć cel. CBA umożliwia porównanie projektów poprzez ujęcie ich na wspólnej skali – wyrażenie w jednostkach monetarnych. Pomimo, że analiza próbuje wycenić wszystkie koszty i korzyści projektu w kategoriach pieniężnych, mogą wystąpić przypadki, w których nie można tego zrobić. Wszelkie efekty, których nie można ująć w kategoriach pieniężnych, należy opisać jakościowo i określić liczbowo (np. powierzchnie dotkniętego krajobrazu, liczbę przypadków problemów zdrowotnych). Analiza kosztów i korzyści jest cennym narzędziem do oceny efektu netto projektu, ale nie podstawą podejmowania decyzji. Proces podejmowania decyzji powinien opierać się na całościowej ocenie projektu, a CBA stanowi tylko formę jego wsparcia. Poniżej (tab.4.) umieszczono informacje o kolejnych etapach przygotowania analizy kosztów i korzyści na podstawie Raportu Vista Analyse.

Tab.4. Etapy przygotowania analizy kosztów i korzyści.

Kroki	Opis
1. Określenie problemu i celu	<i>Zidentyfikowanie problemu</i> , który należy rozwiązać oraz kontekstu w jakim występuje poprzez wskazanie grup szczególnie dotkniętych, określenie jego zasięgu oraz czynników wpływających powstanie problemu  Określenie <i>celów</i> projektu np. ochrona zdrowia ludzkiego, ochrona infrastruktury i mienia, zmniejszenie presji na zasoby naturalne, ochrona lasu i parków przed degradacją, zwiększenie odporności ekosystemu
2. Przygotowanie scenariusza bazowego	Opracowanie scenariusza, który opisuje obecną sytuację i spodziewany jej rozwój, jeśli działania adaptacyjne nie zostaną podjęte w celu rozwiązania problemu tzw. scenariusza bazowego. Scenariusz bazowy opiera się zazwyczaj na założeniach dotyczących wzrostu liczby ludności, wzrostu gospodarczego i polityk łagodzących.
3. Określenie rozwiązań alternatywnych	Określenie różnych sposobów (alternatyw) rozwiązania problemu na podstawie oceny problemu, celów projektu oraz scenariusza bazowego. Alternatywne rozwiązania mogą przynieść korzyści netto

Kroki	Opis
	o różnym poziomie.
4. Mapowanie efektów	Następnym etapem analizy jest zidentyfikowanie skutków rozwiązań alternatywnych, zarówno pozytywnych jak i negatywnych, rynkowych i nierynkowych. Należy również rozważyć możliwość pojawienia się dodatkowych skutków, np. wdrożenie zielonej infrastruktury w przyszłości może mieć dodatkowe korzyści, takie jak oczyszczanie powietrza czy tworzenie walorów turystycznych
5. Monetaryzacja efektów	<p>Kluczowe efekty rynkowe projektu adaptacyjnego mogą obejmować koszty wdrożenia, koszty operacyjne oraz koszt utrzymania projektu. Efekty nierynkowe to usługi, dla których wartość rynkowa nie jest dostępna. Wycena skutków nierynkowych często jest obarczona trudnościami metodycznymi i praktycznymi.</p> <p>Po oszacowaniu kosztów i korzyści różnych alternatyw przystępuje się do oszacowania wartości bieżącej netto każdej alternatywy. Wartość bieżąca netto to wartość korzyści projektowych pomniejszoną o wartość kosztów projektu. W celu obliczenia wartości bieżącej netto należy uwzględnić roczne szacunki oczekiwanych kosztów i korzyści, stopę dyskonta społecznego oraz okres realizacji projektu.</p>
6. Opis efektów nie monetarnych	W przypadku projektów, które powodują skutki środowiskowe, wystąpią również pewne skutki nie możliwe do kwantyfikacji. W każdym przypadku powinny zostać opisane jakościowo.
7. Opis efektów dystrybucyjnych	Przygotowanie analizy podziału kosztów i korzyści pomiędzy różnych interesariuszy. Pierwszym krokiem analizy dystrybucji jest zidentyfikowanie zainteresowanych podmiotów, które zostaną dotknięte w sposób zauważalny przez wdrożenie projektu np. mieszkańcy danego obszaru, użytkownicy, dostawcy. Następnie, aby podsumować wszystkie efekty, opracowywana jest macierz łącząca każdy efekt z zainteresowanymi stronami tzw. macierza zainteresowanych stron.
8. Analiza wrażliwości	Z oceną przyszłych kosztów i korzyści wiąże się często niepewność dotycząca rzeczywistych ilości i cen. Celem analizy wrażliwości jest identyfikacja "krytycznych" zmiennych projektu, które mają wpływ na wyniki finansowe projektu.
9. Ocena podsumowująca	Celem tego etapu jest podsumowanie wyników analizy w przejrzysty i prosty sposób oraz przedstawienie rzetelnych zaleceń dotyczących środków dostosowawczych

Źródło: Anne Maren Erlandsen, Haakon Vennemo, Sofie Waage Skjeflo, Cost –Benefit Analysis of Climate Change Adaptation Projects, 2017

Analizy kosztów i korzyści jest narzędziem najczęściej wykorzystywanym do oceny opłacalności działań adaptacyjnych. W niniejszym Raporcie wskazano potencjalne koszty i korzyści płynące z

wdrożenia ogrodów deszczowych. Ogród deszczowy to obszar obsadzony roślinami hydrofitowymi, zlokalizowany w gruncie bądź pojemniku, najczęściej w pobliżu kanalizacji burzowej. Charakteryzuje go specjalnie zaprojektowana struktura podłoża, dzięki której napełnia się wodą opadową, która stopniowo infiltruje do gruntu. Odpowiednio dobrane rośliny usuwają zanieczyszczenia z przepływającej wody deszczowej zbieranej z powierzchni dróg, placów i dachów oraz ograniczają odprowadzanie wody z powierzchni nieprzepuszczalnych do kanalizacji. Ogrody zwiększają retencję wód, co ma ogromne znaczenie w kontekście adaptacji do zmian klimatu i ograniczania szkód spowodowanych przez intensywne opady.<sup>2</sup>

Poniżej umieszczono zestawienie kosztów i korzyści wynikających z wdrożenia ogrodów deszczowych, które należy wziąć pod uwagę podczas przygotowania analizy (tab.5). Miasto, rozważając wybór takiego rozwiązania adaptacyjnego, może wykorzystać przygotowany materiał w celu przeprowadzenia CBA

Tab. 5. Koszty i korzyści ogrodów deszczowych

<i>Koszty</i>	<i>Korzyści</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Koszty inwestycyjne</li> <li>• Koszty utrzymania</li> <li>• Koszt alternatywny</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uniknięte straty (retencja wody)</li> <li>• Poprawa jakości wody</li> <li>• Redukcja hałasu</li> <li>• Poprawa jakości powietrza</li> <li>• Wzrost poziomu bioróżnorodności</li> <li>• Efekty wizualne</li> </ul>

Źródło: Opracowanie własne

Koszty ogrodów deszczowych można podzielić na koszty inwestycji, utrzymania, a także alternatywnego wykorzystania gruntów.

Informacje o kosztach ogrodów deszczowych w Polsce są ograniczone. Według Fundacji Sędzimira koszt 2 m<sup>2</sup> ogrodu deszczowego wynosi od 2 000 do 2 500 zł, a koszty utrzymania, dzięki odpowiednio dobranej strukturze podłoża i roślinności, określane są jako „niewysokie”. Precyzyjne koszty inwestycji i utrzymania ogrodu szacowane są jednak na etapie przygotowania szczegółowego projektu ogrodu, ponieważ ich wysokość zależy od kilku czynników: wielkości ogrodu, warunków glebowych, lokalizacji, rodzaju projektu oraz roślin i użytych materiałów.

W analizie kosztów i korzyści należy również uwzględnić koszt alternatywnego wykorzystania gruntu. Wdrożenie ogrodu deszczowego wymaga pewnego obszaru ziemi, który mógłby być wykorzystany w innym celu (alternatywnym). Z tego powodu w szacunkach należy uwzględnić wartość powierzchni ziemi przeznaczoną pod ogrody deszczowe.

Najważniejszą korzyścią z inwestycji w ogrody deszczowe są straty uniknięte w wyniku przyszłych podtopień. Uniknięta strata obliczana jest jako różnica między spodziewaną z powodu podtopień stratą, a stratą, która pojawi się, gdy działanie adaptacyjne zostanie wdrożone (tzw. nieunikniona strata).

<sup>2</sup> Anne Maren Erlandsen, Haakon Vennemo, Sofie Waage Skjeflo, Siwiec E., Zazielenianie miast poprzez ogrody deszczowe – koszty i korzyści; working paper; 2017

Ponadto ogród deszczowy może poprawić jakość wody poprzez filtrowanie zanieczyszczeń z odpływu wody deszczowej dzięki odpowiednio dobranym roślinom hydrofitowym. Na obszarach miejskich problemem może być również hałas. Zielona infrastruktura, taka jak trawniki, drzewa, ogrody deszczowe w pojemnikach zmniejsza hałas przez pochłanianie i odbijanie fal dźwiękowych.

Zieleń w mieście przyczynia się do poprawy jakości powietrza poprzez filtrowanie cząstek zanieczyszczających oraz gazów, takich jak tlenek węgla (CO), dwutlenek azotu (NO<sub>2</sub>) i dwutlenek siarki (SO<sub>2</sub>). Powietrze słabej jakości prowadzi do nadmiernej śmiertelności i zachorowalności, większej liczby zwolnień lekarskich, a w efekcie wydatków na leczenie, niższej produkcji i spadku dobrobytu.

Pomimo ograniczeń narzuconych przez urbanizację, ekosystemy miejskie są siedliskami różnych gatunków zwierząt i roślin. Prawdopodobnie jednak wizja miasta z bogactwem bioróżnorodności nie będzie główną motywacją do podejmowania adaptacji. Pomimo to różnorodność gatunków roślin i zwierząt wzmacnia efekty wizualne terenów zielonych i bez wątpienia ma wpływ na wzrost atrakcyjności turystycznej miasta.



## Podsumowanie

1. W średniej wielkości miastach istnieją dwie podstawowe kategorie kosztów zmian klimatycznych: pierwsza to koszty zdrowotne związane z falami upałów i chłodu, a druga to straty materialne spowodowane ekstremalnymi zjawiskami.
2. W wyniku zwiększenia częstotliwości fal upałów wrośnie zagrożenie dla wrażliwych grup mieszkańców, co w konsekwencji spowoduje podniesienie poziomu kosztów zdrowotnych oraz nakładów na ochronę zdrowia. W podobnym stopniu do wzrostu częstotliwości fal gorąca spadnie częstotliwość fal chłodu.
3. W przypadku Ostrołęki zjawiska ekstremalne powodują dotkliwe skutki materialne, których naprawa wymaga dodatkowych środków finansowych. Najczęściej przyczynami strat są opady deszczu powodujące podtopienia oraz silny wiatr uszkadzający infrastrukturę (nawałnica).
4. Opad, który obecnie w Ostrołęce występuje raz na dwa lata (i powoduje straty o bliżej nie sprecyzowanym poziomie z powodu braku danych), w 2050 roku będzie, zgodnie z symulacjami, występował raz na 16 miesięcy. Opad, który obecnie powtarza się co 5 lat w przyszłości będzie występował raz na 3 lata. Oznacza to niemal dwukrotne skrócenie czasu powrotu. Analogiczne skrócenie czasów powrotów obserwowane jest dla opadów powtarzających się co 10 i co 100 lat. Opad, który powtarza się co 10 lat (powodując straty o bliżej nie sprecyzowanym poziomie z powodu braku danych) w przyszłości będzie powtarzał się raz na 6 lat. Opad który pojawia się co 100 lat będzie dotykał miasto co 49 lat.
5. Oznacza to ponad dwukrotne zwiększenie ryzyka wystąpienia strat z powodu opadów deszczu i podtopień. Należy zatem przedsięwziąć istotne działania zmierzające do ograniczenia ich wystąpienia