Załącznik I.
Wyniki analiz klimatycznych i hydrologicznych dla miasta Zambrowa



Fundusze Europejskie na Infrastrukturę, Klimat, Środowisko
Rzeczpospolita Polska
Dofinansowane przez Unię Europejską

ZAMAWIAJĄCY

Gmina Miasto Zambrów

ul. Fabryczna 3

18-300 Zambrów

WYKONAWCA

Energia dla Miast Sp. z o.o.

os. Kalinowe 17

31-815 Kraków

tel.: 662 239 612

e-mail: biuro@energiadlamiast.pl

OPRACOWANIE

Kamil Krzoski

Anna Owsikowska

Katarzyna Płonka-Peła

Dawid Woźnicki

Spis treści

1. Wskaźniki klimatyczne dla okresu 1993–2025 6
1.1. Wskaźniki temperaturowe 6
1.1.1. Średnia roczna temperatura powietrza 6
1.1.2. Średnia roczna temperatura maksymalna powietrza 7
1.1.3. Średnia roczna temperatura minimalna powietrza 8
1.1.4. Temperatura średniomiesięczna 9
1.1.5. Absolutna maksymalna temperatura powietrza 11
1.1.6. Absolutna minimalna temperatura powietrza 12
1.1.7. Percentyl 98% temperatury maksymalnej 13
1.1.8. Liczba dni upalnych 14
1.1.9. Liczba okresów o długości przynajmniej 3 dni z temperaturą maksymalną nie mniejszą niż 30 °C 15
1.1.10. Liczba dni gorących 16
1.1.11. Liczba okresów o długości przynajmniej 5 dni z temperaturą maksymalną nie mniejszą niż 25 °C 17
1.1.12. Liczba nocy tropikalnych 18
1.1.13. Percentyl 2% temperatury minimalnej 19
1.1.14. Liczba dni mroźnych 20
1.1.15. Liczba dni bardzo mroźnych 21
1.1.16. Liczba fal chłodu 22
1.1.17. Liczba dni przymrozkowych 23
1.1.18. Liczba okresów o długości przynajmniej 5 dni z temperaturą minimalną nie wyższą niż 0 °C 24
1.1.19. Liczba dni z przejściem temperatury powietrza przez punkt 0 °C 25
1.2. Wskaźniki opadowe 26
1.2.1. Roczna suma opadu 26
1.2.2. Liczba dni z opadem nie mniejszym niż 1 mm 27
1.2.3. Liczba okresów dłuższych niż 5 dni z opadem nie mniejszym niż 1 mm 28
1.2.4. Liczba dni w roku z opadem ≥ 10 mm, ≥ 20 mm, ≥ 30 mm, ≥ 40 mm, ≥ 50 mm, ≥60 mm i ≥ 70 mm 29
1.2.5. Miesięczna suma opadów 32
1.2.6. Maksymalny opad dobowy 34
1.2.7. Najdłuższe okresy bez opadu 36
1.2.8. Liczba okresów w roku bez opadu o czasie trwania minimum 5 dni 37
1.3. Pozostałe wskaźniki 38
1.3.1. Średnia prędkość wiatru 38

1.3.2. Maksymalna prędkość wiatru 39
1.3.3. Liczba dni z porywami wiatru powyżej 17 m/s 40
2. Wskaźniki hydrologiczne 40
2.1. Średni roczny przepływ 41
2.2. Przepływ zwyczajny roczny 41
2.3. Średni roczny przepływ maksymalny 42
2.4. Średni roczny przepływ minimalny 42
3. Historyczne alerty RCB 43
3.1. Tendencja wieloletnia ostrzeżeń 43
3.2. Struktura ostrzeżeń według rodzaju zjawisk 44
3.3. Zmiany struktury zagrożeń w czasie 45
3.4. Sezonowość zagrożeń 46
4. Scenariusze zmian klimatu 46
4.1. Wskaźniki temperaturowe 47
4.1.1. Średnia roczna temperatura powietrza 47
4.1.2. Średnia minimalna temperatura powietrza 48
4.1.3. Średnia maksymalna temperatura powietrza 49
4.1.4. Liczba dni upalnych 51
4.1.5. Liczba dni gorących 52
4.1.6. Liczba nocy tropikalnych 53
4.1.7. Liczba dni mroźnych 54
4.1.8. Liczba dni bardzo mroźnych 55
4.2. Wskaźniki opadowe 56
4.2.1. Roczna suma opadu 56
4.2.2. Liczba dni bez opadu 57
4.2.3. Liczba dni z opadem nie mniejszym niż 1 mm 57
4.2.4. Liczba dni z opadem nie mniejszym niż 10 mm 58
4.2.5. Liczba dni z opadem nie mniejszym niż 20 mm 59
4.2.6. Liczba dni z pokrywą śnieżną 59
4.2.7. Grubość pokrywy śnieżnej 60
4.3. Pozostałe wskaźniki meteorologiczne 61
4.3.1. Średnia prędkość wiatru 61
4.3.2. Średni udział ciszy 61
4.3.3. Średni udział wiatrów bardzo słabych 62
4.3.4. Średni udział wiatrów słabych i umiarkowanych 63
4.3.5. Średni udział wiatrów silnych i bardzo silnych 63
4.3.6. Zachmurzenie ogólne 64

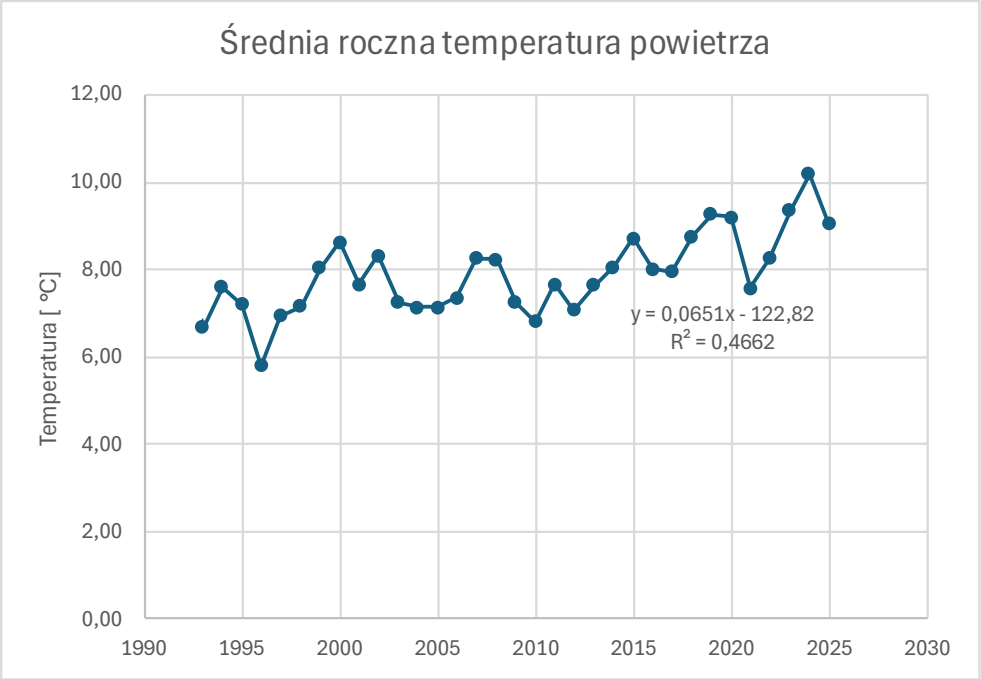
Spis wykresów 65
Spis tabel 69

1. Wskaźniki klimatyczne dla okresu 1993–2025

Niniejszy załącznik do Miejskiego Planu Adaptacji do zmian klimatu koncentruje się na ocenie poziomu podatności obszaru Miasta Zambrów na oddziaływanie wybranych czynników klimatycznych. Analizę przeprowadzono w oparciu o dane historyczne obejmujące lata 1993–2025 oraz prognozy sporządzone dla horyzontu do 2070 roku, z uwzględnieniem dwóch scenariuszy emisyjnych CO_2. Dane historyczne pozyskano z zasobów Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej – Państwowego Instytutu Badawczego. Podstawę analizy stanowiły informacje pochodzące ze stacji synoptycznej o numerze 353230295 Białystok, będącej najbliższą stacją synoptyczną IMGW-PIB reprezentatywną dla obszaru powiatu zambrowskiego, w którym położone jest Miasto Zambrów. Z uwagi na brak stacji synoptycznej zlokalizowanej bezpośrednio w Zambrowie, dane z tej stacji uznano za reprezentatywne dla warunków klimatycznych występujących na terenie miasta, co jest zgodne z powszechnie stosowanym podejściem w analizach klimatycznych prowadzonych dla obszarów nieobjętych bezpośrednim monitoringiem synoptycznym.

1.1. Wskaźniki temperaturowe

1.1.1. Średnia roczna temperatura powietrza

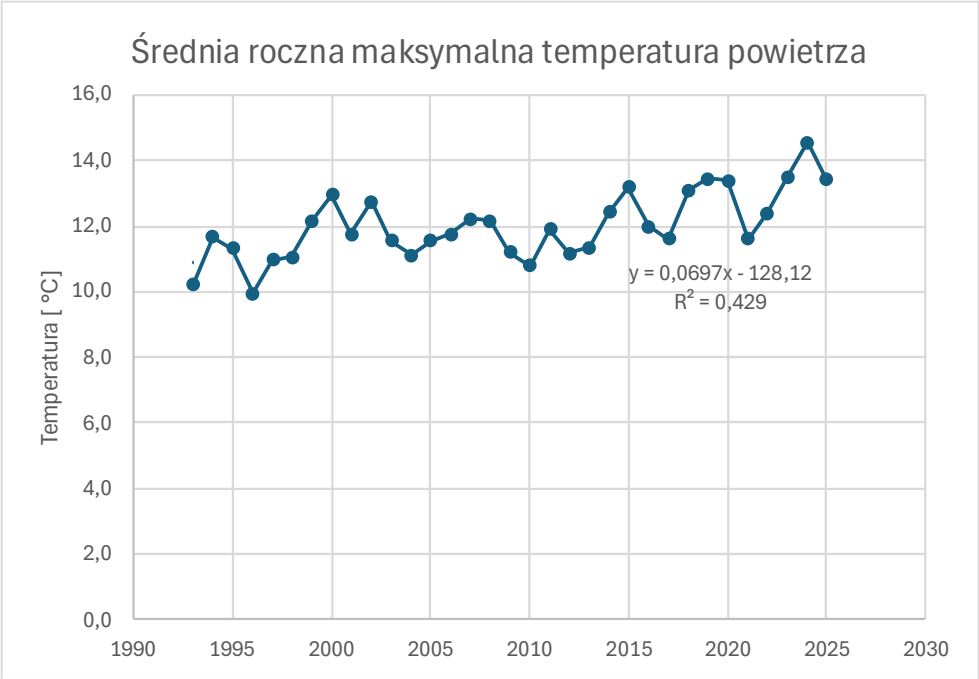


Wykres 1. Średnia roczna temperatura powietrza, źródło: opracowanie własne na podstawie danych IMGW-PIB

Zgodnie z danymi ze stacji synoptycznej Białystok, średnia roczna temperatura powietrza w latach 1993–2025 reprezentatywna dla obszaru Miasta Zambrów wyniosła 7,9 °C, przy czym w analizowanym okresie odnotowano wyraźną zmienność międzyroczną tego parametru. Najniższą wartość średniej rocznej temperatury zarejestrowano w 1996 roku, kiedy wyniosła ona 5,8 °C, natomiast najwyższą w 2024 roku, w którym osiągnęła poziom 10,2 °C. Tak ukształtowany zakres wartości wskazuje, że w ostatnich dekadach na obszarze Zambrowa obserwowane są nie tylko okresowe wahania temperatury, lecz także ogólny kierunek zmian odpowiadający postępującemu ocieplaniu klimatu. Tendencja wzrostowa średniej rocznej temperatury powietrza ma istotne znaczenie dla oceny podatności klimatycznej miasta,

ponieważ wpływa na warunki funkcjonowania mieszkańców, infrastruktury komunalnej, systemów zieleni miejskiej oraz gospodarki wodnej. Wzrost temperatury może prowadzić do większego obciążenia organizmu człowieka w okresach letnich, nasilenia zjawiska stresu cieplnego, zwiększenia zapotrzebowania na chłodzenie budynków oraz pogorszenia warunków retencji wilgoci w glebie. Z perspektywy planowania adaptacyjnego dane te uzasadniają potrzebę wzmacniania odporności miasta poprzez rozwój zieleni, ograniczanie przegrzewania przestrzeni zurbanizowanych, poprawę zacienienia oraz wdrażanie rozwiązań z zakresu błękitno-zielonej infrastruktury.

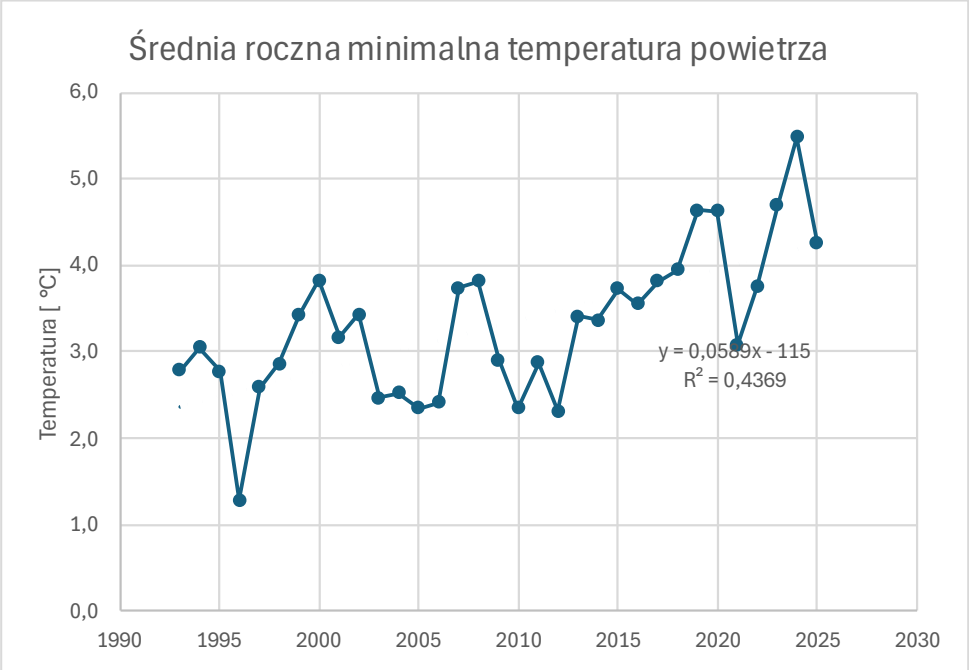
1.1.2. Średnia roczna temperatura maksymalna powietrza



Wykres 2. Średnia roczna temperatura maksymalna powietrza, źródło: opracowanie własne na podstawie danych IMGW-PIB

Średnia roczna temperatura maksymalna powietrza, wyznaczona na podstawie danych ze stacji synoptycznej Białystok dla lat 1993–2025, wyniosła 12 °C. W analizowanym okresie parametr ten charakteryzował się znaczną zmiennością międzyroczną, przy czym najniższą wartość, równą 9,9 °C, odnotowano w 1996 roku, natomiast najwyższą, wynoszącą 14,5 °C, zarejestrowano w 2024 roku. Różnica pomiędzy wartościami skrajnymi wskazuje na istotne rozpiętości warunków termicznych w poszczególnych latach, jednak ogólny przebieg danych potwierdza wzrostową tendencję średniej rocznej temperatury maksymalnej powietrza na obszarze Miasta Zambrów. Wzrost tego wskaźnika należy interpretować jako szczególnie istotny z punktu widzenia oceny zagrożeń związanych z przegrzewaniem przestrzeni miejskiej oraz zwiększaniem uciążliwości termicznej w okresach ciepłych. Wyższe wartości temperatur maksymalnych mogą prowadzić do nasilenia stresu cieplnego mieszkańców, wzrostu zapotrzebowania na chłodzenie budynków, pogorszenia warunków funkcjonowania zieleni miejskiej oraz większego obciążenia infrastruktury komunalnej. Z perspektywy adaptacji do zmian klimatu dane te uzasadniają potrzebę wzmacniania działań ograniczających nagrzewanie powierzchni zurbanizowanych, w tym poprzez rozwój zieleni wysokiej, zwiększanie zacienienia, poprawę retencji wód opadowych oraz stosowanie rozwiązań przestrzennych sprzyjających obniżaniu temperatury w mieście.

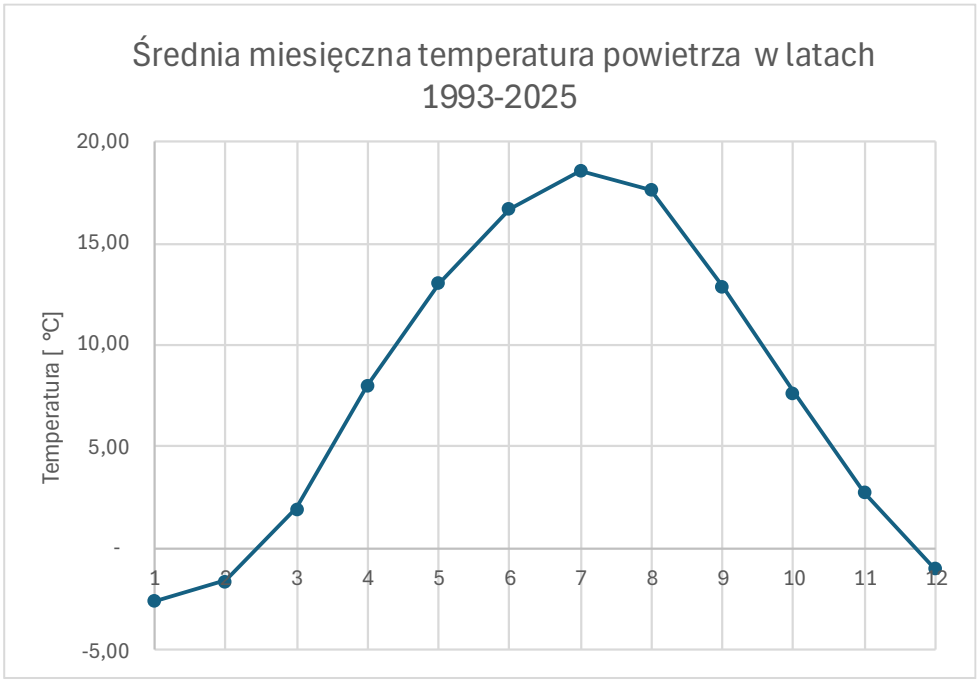
1.1.3. Średnia roczna temperatura minimalna powietrza



Wykres 3. Średnia roczna temperatura minimalna powietrza, źródło: opracowanie własne na podstawie danych IMGW-PIB

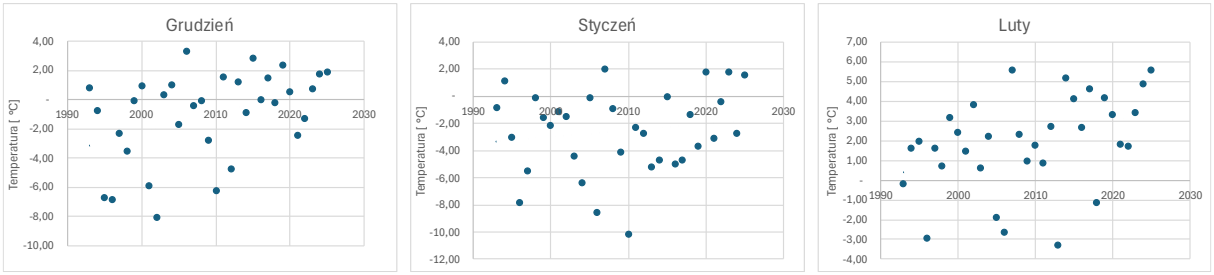
Średnia roczna temperatura minimalna powietrza, odnotowana na stacji synoptycznej Białystok w latach 1993–2025, ukształtowała się na poziomie 3,3 °C. W analizowanym okresie najniższą średnią temperaturę minimalną, wynoszącą 1,3 °C, zarejestrowano w 1996 roku, natomiast najwyższą wartość tego wskaźnika, równą 5,5 °C, odnotowano w 2024 roku. Przebieg danych wskazuje na wzrostową tendencję średniej rocznej temperatury minimalnej powietrza na obszarze Miasta Zambrów, co oznacza, że ocieplenie klimatu przejawia się nie tylko wzrostem temperatur dziennych, lecz również podwyższaniem temperatur nocnych i ograniczaniem skali wychładzania powietrza. Zjawisko to ma istotne znaczenie z punktu widzenia funkcjonowania miasta, ponieważ wyższe temperatury minimalne mogą wpływać na skrócenie okresów chłodnych, zmniejszenie liczby dni z silnym wychłodzeniem, a jednocześnie na pogorszenie warunków regeneracji organizmu podczas cieplejszych nocy w sezonie letnim. W ujęciu adaptacyjnym wzrost tego wskaźnika należy wiązać z potrzebą ograniczania kumulacji ciepła w przestrzeni miejskiej, ochrony terenów biologicznie czynnych oraz wzmacniania roli zieleni i przewietrzania miasta, szczególnie w obszarach intensywnie zabudowanych. Podwyższanie temperatur minimalnych może również oddziaływać na warunki wegetacji roślin, bilans wilgoci w glebie oraz zapotrzebowanie na energię w budynkach, dlatego powinno być uwzględniane zarówno w planowaniu przestrzennym, jak i w działaniach służących zwiększaniu odporności klimatycznej Zambrowa.

1.1.4. Temperatura średniomiesięczna



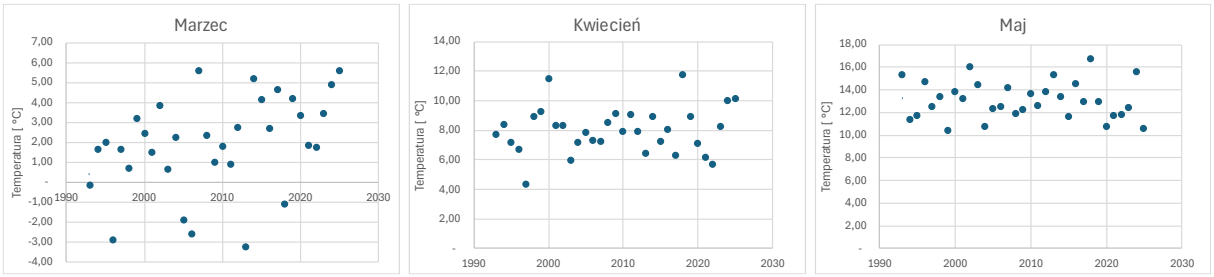
Wykres 4. Temperatura średniomiesięczna, źródło: opracowanie własne na podstawie danych IMGW-PIB

Średnie miesięczne temperatury dla lat 1993–2025, wyznaczone w oparciu o dane stacji synoptycznej Białystok, wykazują typowy przebieg roczny dla klimatu umiarkowanego z wyraźnym podziałem na cztery pory roku. Najwyższe wartości średnie odnotowywano w miesiącach letnich, ze szczytem w lipcu, natomiast najniższe – w miesiącach zimowych, z minimum przypadającym na styczeń. Dane dotyczące poszczególnych pór roku przedstawiono na wykresach poniżej.



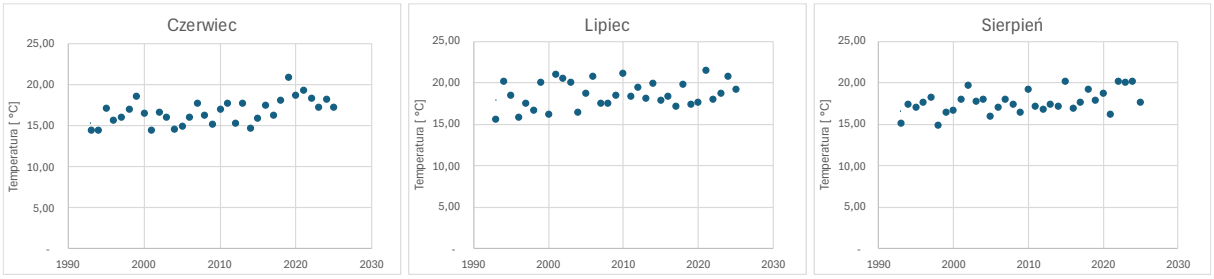
Wykres 5. Temperatura średniomiesięczna w okresie zimowym, źródło: opracowanie własne na podstawie danych IMGW-PIB

W miesiącach zimowych zaobserwowano wzrostowy trend temperatury średniomiesięcznej, przy czym trend ten najsilniej zaznaczył się w grudniu i lutym. W grudniu średniomiesięczne temperatury wahały się od −8 °C w 2002 roku do 3,3 °C w 2006 roku. W styczniu średniomiesięczne temperatury wahały się od −10,2 °C w 2010 roku do 2 °C w 2007 roku. W lutym średniomiesięczne temperatury wahały się od −8,6 °C w 2012 roku do 4,1 °C w 2024 roku. Wzrost temperatur zimowych wskazuje na stopniowe łagodzenie najchłodniejszej części roku, co znajduje odzwierciedlenie również w innych wskaźnikach zimowych analizowanych w dalszej części opracowania.



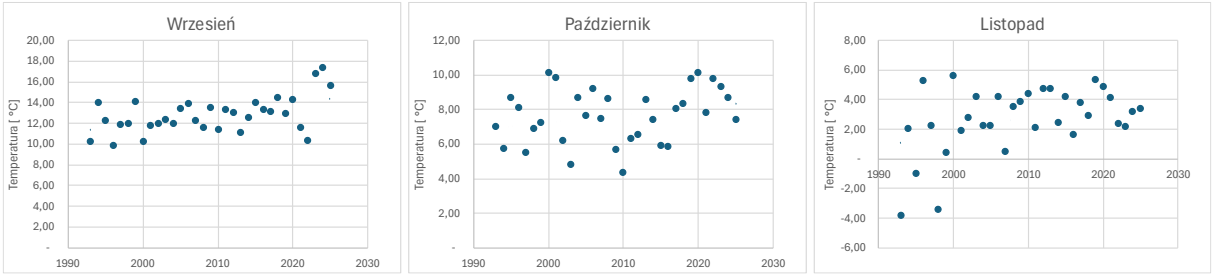
Wykres 6. Temperatura średniomiesięczna w okresie wiosennym, źródło: opracowanie własne na podstawie danych IMGW-PIB

W miesiącach wiosennych trend wzrostowy temperatury średniomiesięcznej odnotowano przede wszystkim dla marca i kwietnia, natomiast w maju nie zaobserwowano jednoznacznie ukierunkowanego trendu. W marcu średniomiesięczne temperatury wahały się od −3,27 °C w 2013 roku do 5,6 °C w 2007 roku. W kwietniu średniomiesięczne temperatury wahały się od 4,37 °C w 1997 roku do 11,74 °C w 2018 roku. W maju średniomiesięczne temperatury wahały się od 10,41 °C w 1999 roku do 16,74 °C w 2018 roku.



Wykres 7. Temperatura średniomiesięczna w okresie letnim, źródło: opracowanie własne na podstawie danych IMGW-PIB

W miesiącach letnich zaobserwowano wzrostowy trend temperatury średniomiesięcznej, widoczny w każdym z trzech miesięcy tego sezonu. W czerwcu średniomiesięczne temperatury wahały się od 14,39 °C w 1993 roku do 20,84 °C w 2019 roku. W lipcu średniomiesięczne temperatury wahały się od 15,52 °C w 1993 roku do 21,49 °C w 2021 roku. W sierpniu średniomiesięczne temperatury wahały się od 14,83 °C w 1998 roku do 20,09 °C w 2022 roku. Wzrost temperatur letnich należy interpretować jako zjawisko o istotnym znaczeniu dla oceny zagrożeń termicznych miasta, ponieważ przekłada się on bezpośrednio na zwiększanie liczby dni gorących i upalnych, a także na nasilenie zjawiska miejskiej wyspy ciepła w obszarach o dużym udziale powierzchni uszczelnionych.

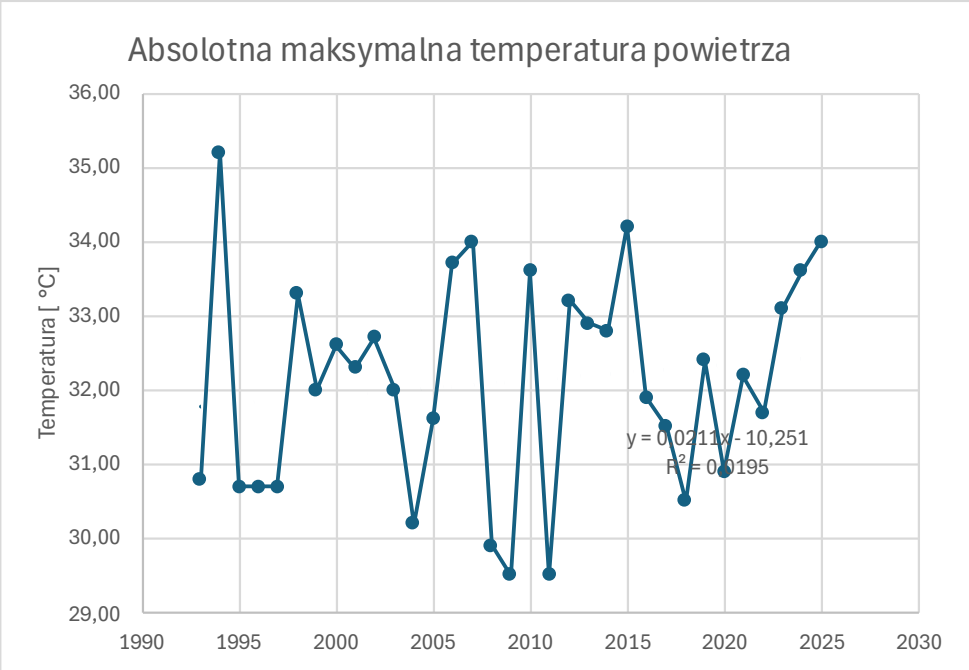


Wykres 8. Temperatura średniomiesięczna w okresie jesiennym, źródło: opracowanie własne na podstawie danych IMGW-PIB

W miesiącach jesiennych zaobserwowano wzrostowy trend temperatury średniomiesięcznej, przy czym najsilniej zaznaczył się on dla listopada. We wrześniu średniomiesięczne temperatury wahały się od 9,85 °C w 1996 roku do 17,41 °C w 2024 roku. W październiku średniomiesięczne temperatury wahały się od 4,38 °C w 2010 roku do 10,18 °C w 2020 roku. W listopadzie średniomiesięczne

temperatury wahały się od −3,79 °C w 1993 roku do 5,68 °C w 2000 roku. Stopniowe podwyższanie temperatur jesiennych prowadzi do wydłużania okresu wegetacyjnego oraz skracania sezonu chłodnego, co ma znaczenie dla planowania utrzymania zieleni miejskiej oraz infrastruktury związanej z gospodarką wodno-kanalizacyjną.

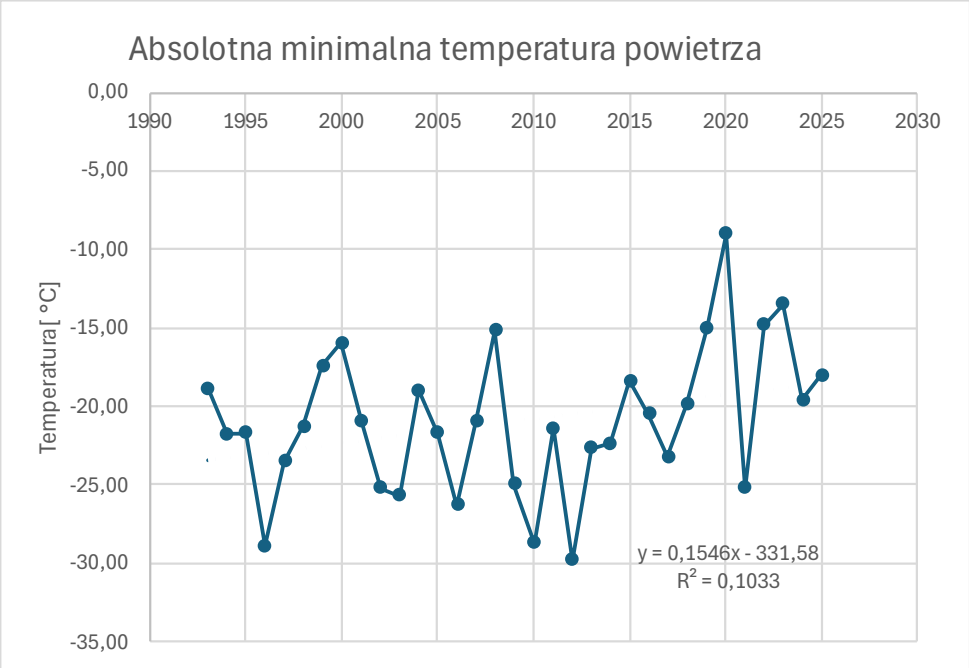
1.1.5. Absolutna maksymalna temperatura powietrza



Wykres 9. Absolutna maksymalna temperatura powietrza, źródło: opracowanie własne na podstawie danych IMGW-PIB

Zgodnie z pomiarami prowadzonymi na stacji synoptycznej Białystok, w latach 1993–2025 absolutna temperatura maksymalna powietrza osiągała wartości przekraczające 29 °C w każdym roku objętym analizą, przy czym w zdecydowanej większości lat wartości te przekraczały 30 °C. Najwyższą wartość tego wskaźnika, wynoszącą 35,2 °C, odnotowano w 1994 roku, natomiast najniższa wartość absolutnej temperatury maksymalnej, równa 29,5 °C, wystąpiła w 2009 roku. Oznacza to, że nawet w latach relatywnie chłodniejszych na obszarze reprezentatywnym dla Zambrowa rejestrowano epizody bardzo wysokiej temperatury, mogące powodować okresowe pogorszenie komfortu termicznego mieszkańców oraz zwiększać obciążenie infrastruktury miejskiej. Przeprowadzona analiza wskazuje na wzrostowy trend zmian absolutnej temperatury maksymalnej powietrza, co należy interpretować jako sygnał narastającego ryzyka występowania epizodów skrajnego gorąca. Z perspektywy adaptacji do zmian klimatu parametr ten ma szczególne znaczenie, ponieważ wartości ekstremalne, nawet jeżeli występują krótkotrwale, mogą generować istotne skutki zdrowotne, środowiskowe i infrastrukturalne. Wzrost absolutnych temperatur maksymalnych uzasadnia potrzebę ograniczania przegrzewania przestrzeni publicznych, zwiększania udziału zieleni wysokiej i powierzchni przepuszczalnych, poprawy retencji wody w mieście oraz uwzględniania ryzyka upałów w planowaniu przestrzennym, projektowaniu budynków, organizacji usług publicznych i zarządzaniu bezpieczeństwem mieszkańców w okresach letnich.

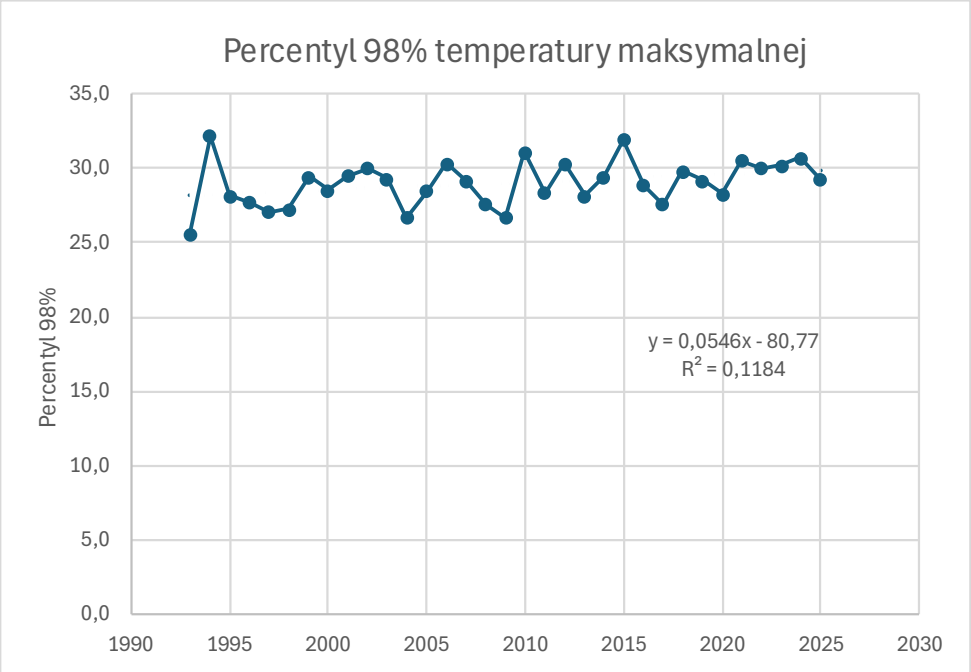
1.1.6. Absolutna minimalna temperatura powietrza



Wykres 10. Absolutna minimalna temperatura powietrza, źródło: opracowanie własne na podstawie danych IMGW-PIB

Zgodnie z pomiarami prowadzonymi na stacji synoptycznej Białystok, w latach 1993–2025 absolutna temperatura minimalna powietrza charakteryzowała się znaczną zmiennością, przy czym jej skrajne wartości wskazują na stopniowe łagodzenie warunków termicznych w najchłodniejszych epizodach roku. Najwyższą wartość absolutnej temperatury minimalnej, wynoszącą −9 °C, odnotowano w 2020 roku, natomiast najniższą wartość tego wskaźnika, równą −29,8 °C, zarejestrowano w 2012 roku. Tak duża rozpiętość pomiędzy wartościami skrajnymi potwierdza, że w analizowanym okresie występowały zarówno epizody silnego wychłodzenia, jak i lata, w których minimalne temperatury osiągały wartości zdecydowanie mniej ekstremalne. Przeprowadzona analiza danych wskazuje jednak na wyraźnie wzrostowy trend absolutnej temperatury minimalnej powietrza, co należy interpretować jako przejaw ograniczania intensywności najniższych temperatur zimowych. Z punktu widzenia funkcjonowania miasta zjawisko to może oznaczać zmniejszenie ryzyka części zagrożeń związanych z bardzo silnym mrozem, w tym oddziaływań na infrastrukturę techniczną, nawierzchnie drogowe, sieci wodociągowe czy koszty ogrzewania budynków. Jednocześnie wzrost temperatur minimalnych nie eliminuje potrzeby uwzględniania zjawisk zimowych w planowaniu miejskim, ponieważ możliwe pozostaje występowanie krótkotrwałych epizodów mrozu, przymrozków oraz przejść temperatury przez 0 °C. W ujęciu adaptacyjnym parametr ten powinien być analizowany łącznie z liczbą dni mroźnych, przymrozkowych i fal chłodu, ponieważ dopiero całościowa ocena warunków zimowych pozwala właściwie określić odporność miasta na zmieniające się warunki termiczne.

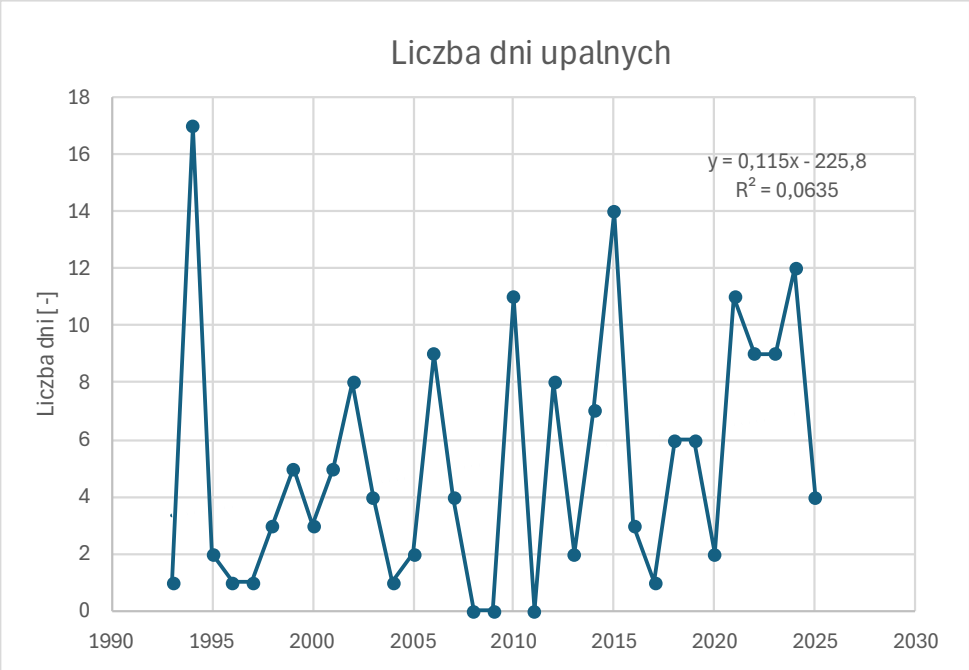
1.1.7. Percentyl 98% temperatury maksymalnej



Wykres 11. Percentyl 98% temperatury maksymalnej, źródło: opracowanie własne na podstawie danych IMGW-PIB

Percentyl 98% temperatury maksymalnej w latach 1993–2025 zawierał się w przedziale od 25,5 °C w 1993 roku do 32,2 °C w 1994 roku. Wskaźnik ten, odnoszący się do najwyższych wartości temperatury maksymalnej z pominięciem pojedynczych skrajnych obserwacji, pozwala ocenić skalę występowania bardzo wysokich temperatur w sposób bardziej stabilny niż analiza samych rekordów termicznych. Przebieg danych przedstawiony na wykresie wskazuje na trend wzrostowy, co oznacza, że na obszarze reprezentatywnym dla Zambrowa stopniowo zwiększa się poziom temperatur charakterystycznych dla najcieplejszych dni w roku. Zjawisko to należy interpretować jako element szerszego procesu ocieplania klimatu, który może prowadzić do częstszego występowania warunków sprzyjających przegrzewaniu przestrzeni miejskiej, pogorszeniu komfortu termicznego mieszkańców oraz zwiększeniu zapotrzebowania na działania adaptacyjne w zakresie zacienienia, retencji wody, ochrony zieleni i ograniczania nagrzewania powierzchni utwardzonych.

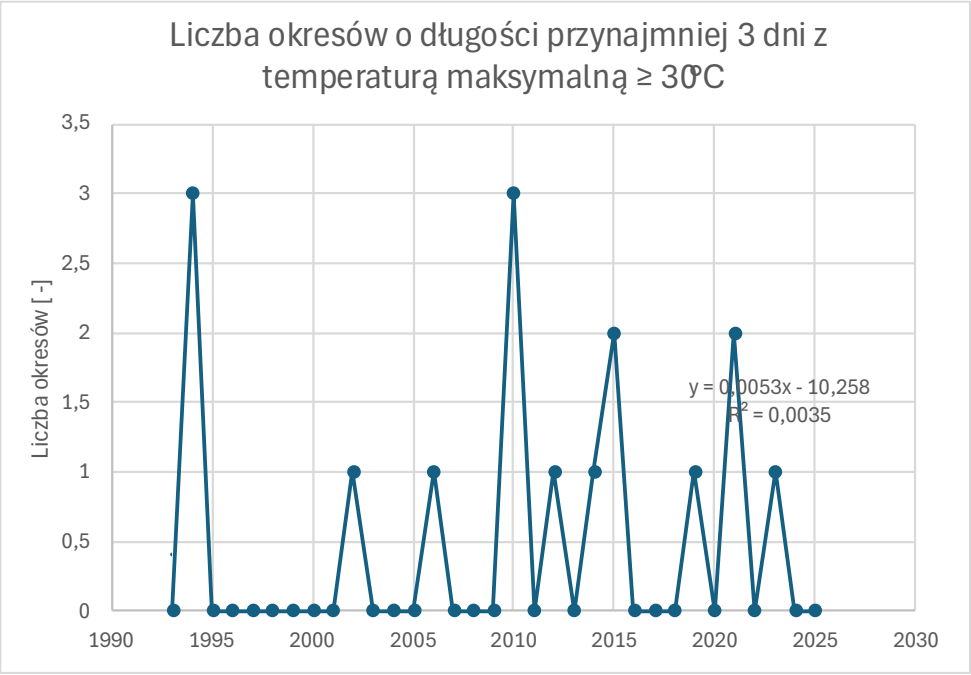
1.1.8. Liczba dni upalnych



Wykres 12. Liczba dni upalnych, źródło: opracowanie własne na podstawie danych IMGW-PIB

Liczba dni upalnych, definiowanych jako dni, w których maksymalna temperatura powietrza osiąga co najmniej 30 °C, w latach 1993–2025 zawierała się w przedziale od 0 dni w 2008, 2009 i 2011 roku do 17 dni w 1994 roku. Średnia roczna liczba dni upalnych w analizowanym okresie wyniosła 5,2 dnia. Tak duża rozpiętość wartości wskazuje na znaczną zmienność międzyroczną tego zjawiska, jednak przebieg danych przedstawionych na wykresie potwierdza rosnący trend liczby dni upalnych na obszarze Miasta Zambrów. Oznacza to, że epizody wysokich temperatur stają się coraz istotniejszym czynnikiem oddziałującym na warunki życia mieszkańców, funkcjonowanie przestrzeni publicznych oraz eksploatację infrastruktury miejskiej. Wzrost liczby dni upalnych może prowadzić do nasilania stresu cieplnego, szczególnie wśród osób starszych, dzieci oraz osób przewlekle chorych, a także do zwiększenia zapotrzebowania na chłodzenie budynków i ograniczenia komfortu korzystania z terenów silnie zurbanizowanych. Z perspektywy adaptacji do zmian klimatu parametr ten uzasadnia potrzebę wzmacniania działań ograniczających przegrzewanie miasta, w tym zwiększania udziału zieleni wysokiej, poprawy zacienienia przestrzeni publicznych, rozwoju błękitno-zielonej infrastruktury oraz stosowania rozwiązań sprzyjających retencji wody i obniżaniu temperatury powierzchni utwardzonych.

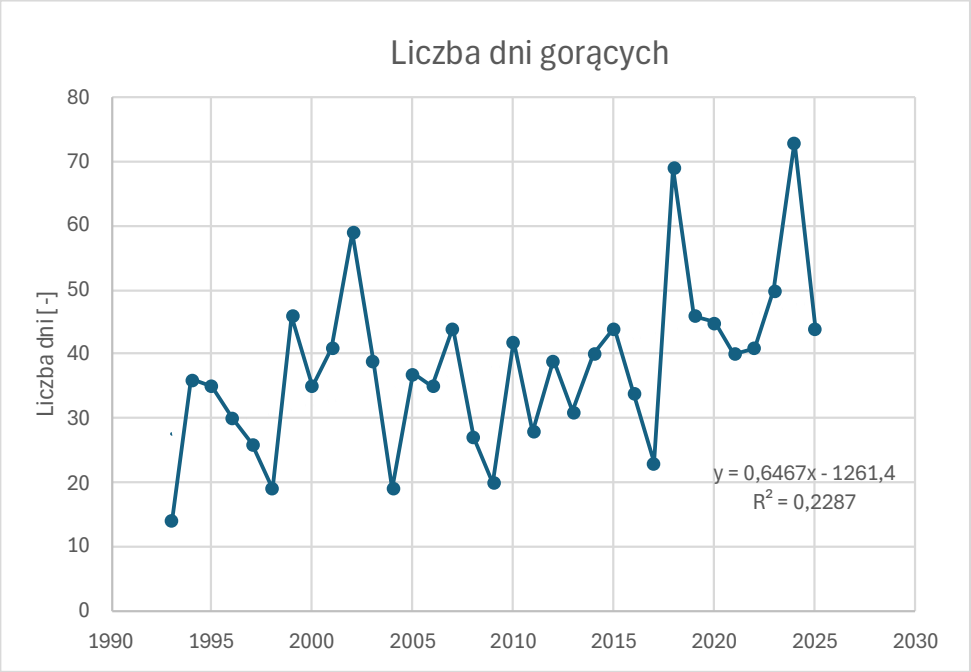
1.1.9. Liczba okresów o długości przynajmniej 3 dni z temperaturą maksymalną nie mniejszą niż 30 °C



Wykres 13. Liczba okresów o długości przynajmniej 3 dni z temperaturą maksymalną nie mniejszą niż 30 °C, źródło: opracowanie własne na podstawie danych IMGW-PIB

Rejestrowana na stacji synoptycznej Białystok w latach 1993–2025 liczba okresów trwających co najmniej 3 dni, w których temperatura maksymalna powietrza osiągała wartość nie niższą niż 30 °C, wykazuje zmienność międzyroczną przy braku jednoznacznego trendu. Największą liczbę takich okresów, równą 3, odnotowano w 1994 i 2010 roku. Mimo braku jednoznacznego trendu wzrostowego w skali całego okresu analizy, w wielu latach po 2000 roku wielokrotnie odnotowywano pojedyncze fale upałów, co potwierdza, że zjawisko to pozostaje stale obecnym elementem warunków klimatycznych miasta. W ujęciu adaptacyjnym jest to zjawisko szczególnie istotne, ponieważ kilkudniowe fale upałów mogą prowadzić do kumulacji stresu cieplnego, pogorszenia warunków zdrowotnych ludności, wzrostu zapotrzebowania na energię elektryczną oraz zwiększonego nagrzewania budynków, ulic i przestrzeni publicznych. Utrzymywanie się wysokiej temperatury przez kilka kolejnych dni może również ograniczać efektywność naturalnego wychładzania miasta, pogarszać stan zieleni miejskiej oraz nasilać problemy związane z niedoborem wilgoci w glebie. Z tego względu obecność wielodniowych okresów upalnych w warunkach klimatycznych miasta powinna być traktowana jako ważna przesłanka dla rozwoju działań adaptacyjnych ukierunkowanych na zwiększanie odporności Zambrowa, w szczególności poprzez wzmacnianie błękitno-zielonej infrastruktury, poprawę warunków przewietrzania przestrzeni zurbanizowanej oraz ograniczanie przegrzewania obszarów o dużym stopniu uszczelnienia powierzchni.

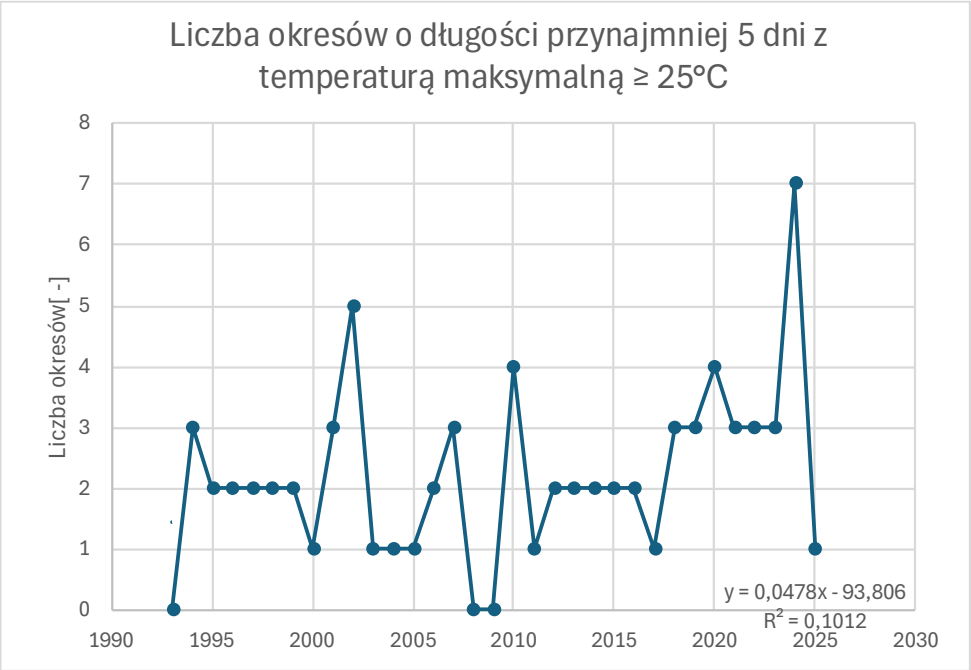
1.1.10. Liczba dni gorących



Wykres 14. Liczba dni gorących, źródło: opracowanie własne na podstawie danych IMGW-PIB

Liczba dni gorących, definiowanych jako dni, w których maksymalna temperatura powietrza osiąga wartość nie niższą niż 25 °C, w latach 1993–2025 zawierała się w przedziale od 14 dni w 1993 roku do 73 dni w 2024 roku, przy średniej dla całego okresu wynoszącej 37,9 dnia. Tak znaczna rozpiętość wartości wskazuje na wyraźne zwiększanie się skali występowania dni o wysokich temperaturach na obszarze Miasta Zambrów, przy czym analiza przebiegu danych przedstawionych na wykresie potwierdza silnie rosnący trend tego parametru. Oznacza to, że okresy ciepłe stają się coraz dłuższe, a warunki termiczne charakterystyczne dla dni gorących występują coraz częściej, co może wpływać zarówno na komfort życia mieszkańców, jak i na funkcjonowanie infrastruktury miejskiej oraz terenów zieleni. Wzrost liczby dni gorących może prowadzić do nasilenia zjawiska przegrzewania przestrzeni zurbanizowanych, większego obciążenia osób wrażliwych na wysoką temperaturę, pogorszenia warunków wilgotnościowych gleb oraz wzrostu zapotrzebowania na energię wykorzystywaną do chłodzenia budynków. Z punktu widzenia planowania adaptacyjnego parametr ten uzasadnia potrzebę konsekwentnego rozwijania działań ograniczających skutki wysokich temperatur, w szczególności poprzez zwiększanie udziału zieleni, ochronę terenów biologicznie czynnych, rozwój błękitno-zielonej infrastruktury oraz kształtowanie przestrzeni miejskiej w sposób sprzyjający poprawie przewietrzania i redukcji nagrzewania powierzchni.

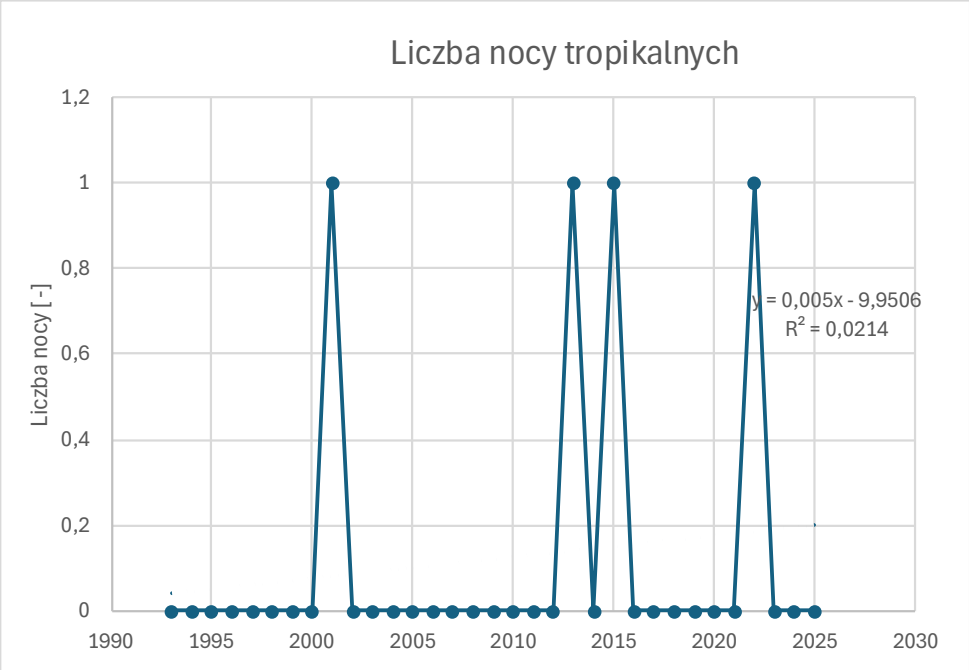
1.1.11. Liczba okresów o długości przynajmniej 5 dni z temperaturą maksymalną nie mniejszą niż 25 °C



Wykres 15. Liczba okresów o długości przynajmniej 5 dni z temperaturą maksymalną nie mniejszą niż 25 °C, źródło: opracowanie własne na podstawie danych IMGW-PIB

Rejestrowana na stacji synoptycznej Białystok w latach 1993–2025 liczba okresów trwających co najmniej 5 dni, w których temperatura maksymalna powietrza osiągała wartość nie niższą niż 25 °C, wykazuje tendencję wzrostową. W analizowanym okresie liczba takich epizodów wahała się od 0 w latach 1993, 2008, 2009 do 7 w 2024 roku, przy średniej wynoszącej 2,2. Wskazuje to na wyraźne zwiększanie się częstości występowania dłuższych ciągów dni gorących na obszarze Miasta Zambrów. Oznacza to, że coraz częściej obserwowane są nie tylko pojedyncze dni o wysokiej temperaturze, lecz również wielodniowe okresy utrzymywania się warunków termicznych sprzyjających przegrzewaniu przestrzeni miejskiej oraz kumulacji oddziaływań niekorzystnych dla mieszkańców i infrastruktury. Zjawisko to ma istotne znaczenie z punktu widzenia oceny podatności klimatycznej miasta, ponieważ długotrwałe okresy gorąca mogą prowadzić do pogorszenia komfortu termicznego, nasilenia stresu cieplnego, wzrostu zapotrzebowania na energię elektryczną wykorzystywaną do chłodzenia pomieszczeń, a także do osłabienia kondycji zieleni miejskiej i przyspieszonego przesuszania gleb. W warunkach miejskich wielodniowe utrzymywanie się wysokiej temperatury może ponadto zwiększać nagrzewanie nawierzchni utwardzonych i budynków, ograniczać możliwości regeneracji termicznej w godzinach nocnych oraz obniżać jakość użytkowania przestrzeni publicznych. Z perspektywy działań adaptacyjnych rosnąca liczba okresów minimum pięciodniowych z temperaturą maksymalną nie niższą niż 25 °C stanowi przesłankę do wzmacniania rozwiązań ukierunkowanych na ograniczanie skutków upałów i długotrwałego gorąca, w szczególności poprzez rozwój błękitno-zielonej infrastruktury, zwiększanie udziału terenów zacienionych, poprawę retencji wód opadowych oraz kształtowanie przestrzeni miejskiej w sposób sprzyjający obniżaniu temperatury.

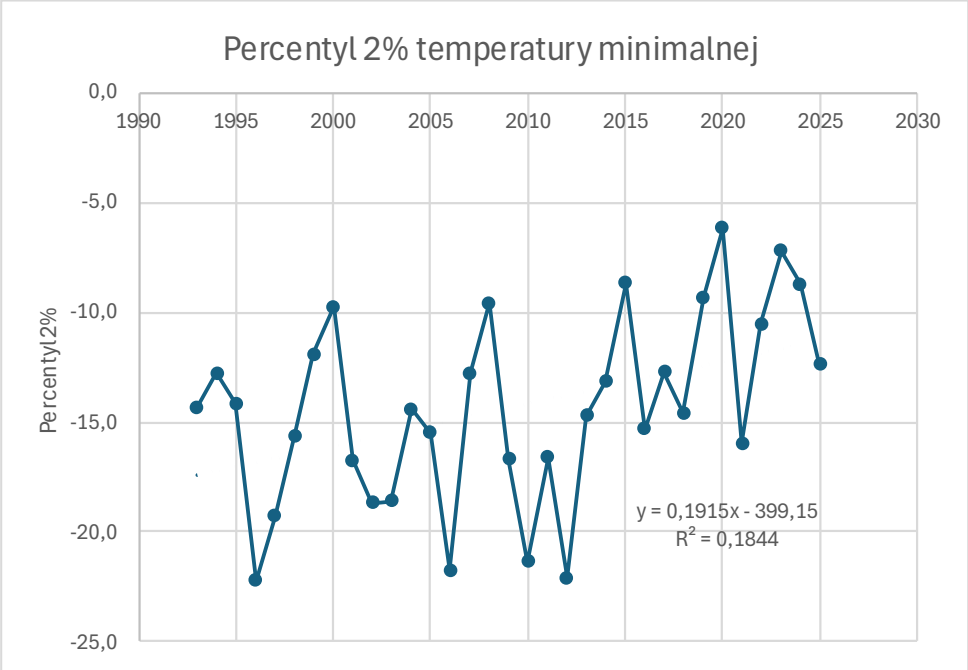
1.1.12. Liczba nocy tropikalnych



Wykres 16. Liczba nocy tropikalnych, źródło: opracowanie własne na podstawie danych IMGW-PIB

Liczba nocy tropikalnych, rozumianych jako przypadki, w których minimalna temperatura powietrza nie spada poniżej 20 °C, w latach 1993–2025 charakteryzowała się znaczną zmiennością międzyroczną i zawierała się w przedziale od 0 do 1. Zjawisko to wystąpiło na obszarze reprezentatywnym dla Zambrowa jedynie w pojedynczych latach, tj. w 2001, 2013, 2015 i 2022 roku, w pozostałych latach analizowanego okresu nie odnotowano występowania nocy tropikalnych. Mimo niewielkiej skali zjawiska w ujęciu liczbowym, jego pojawianie się w kilku latach analizowanego okresu należy traktować jako sygnał stopniowych zmian warunków termicznych, w których minimalne temperatury w okresie letnim osiągają wartości coraz wyższe. Z punktu widzenia oceny podatności klimatycznej miasta parametr ten ma istotne znaczenie, ponieważ noce tropikalne ograniczają możliwość nocnej regeneracji organizmu po upalnych dniach, zwiększają uciążliwość termiczną dla mieszkańców oraz mogą nasilać negatywne skutki zdrowotne, zwłaszcza wśród osób starszych, dzieci i osób z chorobami układu krążenia oraz oddechowego. W warunkach miejskich, w których oddziaływanie miejskiej wyspy ciepła może dodatkowo podnosić temperatury nocne w stosunku do otoczenia, częstsze występowanie nocy tropikalnych sprzyja kumulacji ciepła w zabudowie, utrudnia wychładzanie budynków i przestrzeni publicznych oraz może prowadzić do wzrostu zapotrzebowania na energię wykorzystywaną do chłodzenia pomieszczeń. W ujęciu adaptacyjnym pojawianie się nocy tropikalnych uzasadnia potrzebę wzmacniania działań ograniczających efekt przegrzewania miasta, w tym rozwoju zieleni miejskiej, zwiększania zacienienia, poprawy warunków przewietrzania oraz wdrażania rozwiązań z zakresu błękitno-zielonej infrastruktury, które wspierają obniżanie temperatury w przestrzeni zurbanizowanej i poprawę komfortu życia mieszkańców.

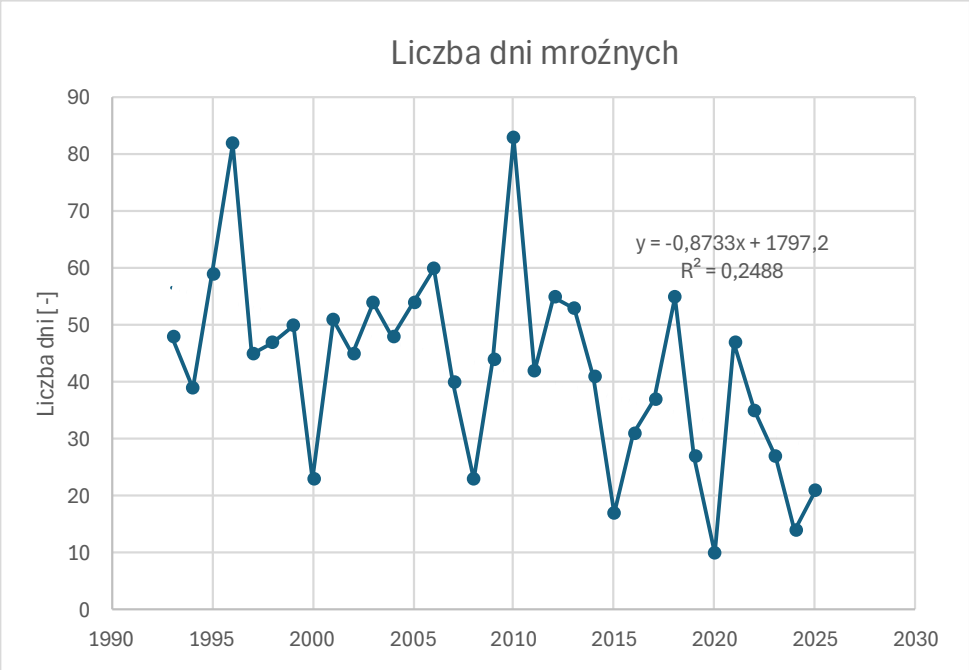
1.1.13. Percentyl 2% temperatury minimalnej



Wykres 17. Percentyl 2% temperatury minimalnej, źródło: opracowanie własne na podstawie danych IMGW-PIB

Percentyl 2% temperatury minimalnej w latach 1993–2025 zawierał się w zakresie od −22,2 °C w 1996 roku do −6,2 °C w 2020 roku. Wskaźnik ten opisuje dolny zakres rozkładu temperatur minimalnych, a więc pozwala ocenić charakter najchłodniejszych epizodów występujących w poszczególnych latach, bez ograniczania analizy wyłącznie do pojedynczych wartości absolutnie skrajnych. Przebieg danych przedstawionych na wykresie wskazuje na silny trend wzrostowy, co oznacza, że najniższe temperatury minimalne rejestrowane na obszarze reprezentatywnym dla Zambrowa stają się z czasem mniej surowe. Zjawisko to należy interpretować jako jeden z przejawów łagodzenia warunków zimowych, powiązany z ogólnym wzrostem temperatury powietrza oraz zmniejszaniem intensywności najchłodniejszych okresów roku. W kontekście funkcjonowania miasta może to prowadzić do ograniczenia części zagrożeń związanych z bardzo niskimi temperaturami, w tym oddziaływań na infrastrukturę techniczną, sieci wodociągowe, nawierzchnie drogowe, systemy ogrzewania oraz bezpieczeństwo mieszkańców w okresach silnego mrozu. Jednocześnie wzrost wartości tego wskaźnika nie oznacza całkowitego zaniku ryzyk zimowych, ponieważ nadal możliwe jest występowanie przymrozków, krótkotrwałych epizodów mrozu oraz przejść temperatury przez 0 °C, które mogą powodować oblodzenia, degradację nawierzchni i utrudnienia w utrzymaniu infrastruktury miejskiej. Z perspektywy adaptacji do zmian klimatu wskaźnik ten powinien być analizowany łącznie z liczbą dni mroźnych, bardzo mroźnych, przymrozkowych oraz fal chłodu, ponieważ dopiero takie ujęcie pozwala właściwie określić kierunek zmian warunków zimowych i ich znaczenie dla odporności klimatycznej Zambrowa.

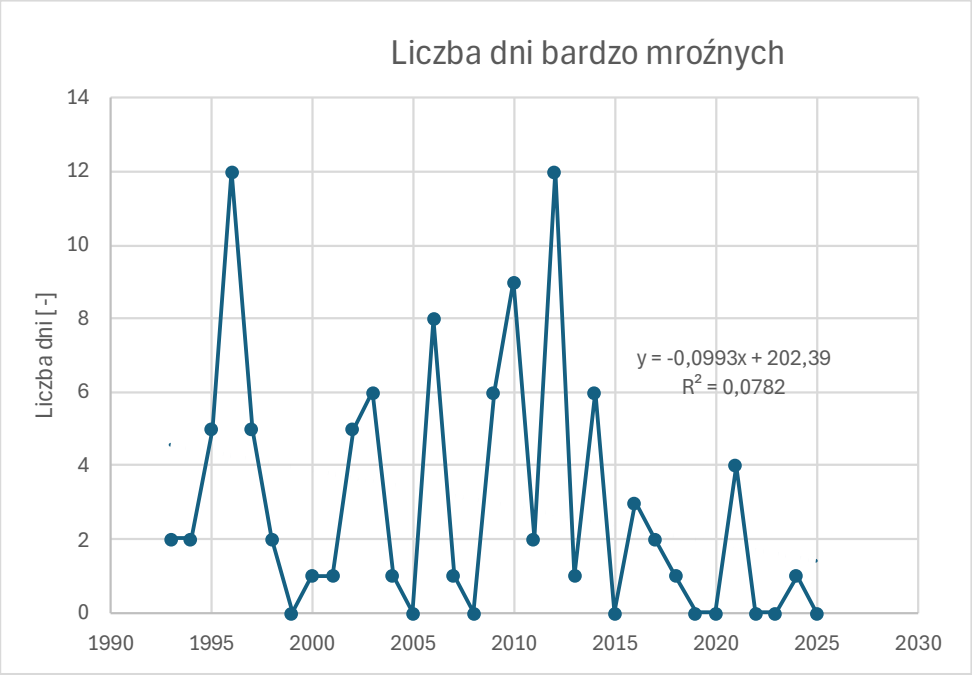
1.1.14. Liczba dni mroźnych



Wykres 18. Liczba dni mroźnych, źródło: opracowanie własne na podstawie danych IMGW-PIB

Liczba dni mroźnych, definiowanych jako dni, w których maksymalna temperatura powietrza utrzymuje się poniżej 0 °C, w latach 1993–2025 zawierała się w przedziale od 10 dni w 2020 roku do 83 dni w 2010 roku, przy średniej rocznej wynoszącej 42,6 dnia. Tak znaczna rozpiętość wartości wskazuje na dużą zmienność warunków zimowych w analizowanym okresie, jednak przebieg danych przedstawionych na wykresie jednoznacznie obrazuje silnie malejący trend tego parametru na obszarze Miasta Zambrów. Oznacza to, że zimy stają się stopniowo łagodniejsze, a okresy z utrzymywaniem się temperatury maksymalnej poniżej 0 °C występują coraz rzadziej i obejmują coraz krótszą część roku. Zjawisko to należy wiązać z ogólnym wzrostem temperatury powietrza oraz zmianą charakteru sezonu zimowego, w którym mniejsze znaczenie zyskują długotrwałe okresy mrozu, natomiast większego znaczenia mogą nabierać warunki przejściowe, związane z wahaniami temperatury wokół 0 °C. Z punktu widzenia funkcjonowania miasta spadek liczby dni mroźnych może prowadzić do ograniczenia części obciążeń związanych z ogrzewaniem budynków, zimowym utrzymaniem infrastruktury oraz oddziaływaniem silnego mrozu na sieci techniczne i nawierzchnie drogowe. Jednocześnie nie oznacza to całkowitego wyeliminowania ryzyk zimowych, ponieważ krótkotrwałe epizody mrozu, przymrozki oraz cykle zamarzania i odmarzania nadal mogą powodować oblodzenia, uszkodzenia nawierzchni, utrudnienia komunikacyjne oraz zagrożenia dla bezpieczeństwa mieszkańców. W ujęciu adaptacyjnym obserwowany spadek liczby dni mroźnych powinien być analizowany łącznie z innymi wskaźnikami zimowymi, w szczególności liczbą dni bardzo mroźnych, dni przymrozkowych, fal chłodu oraz dni z przejściem temperatury przez punkt 0 °C, ponieważ dopiero takie zestawienie pozwala właściwie ocenić zmieniający się profil zagrożeń klimatycznych w sezonie chłodnym.

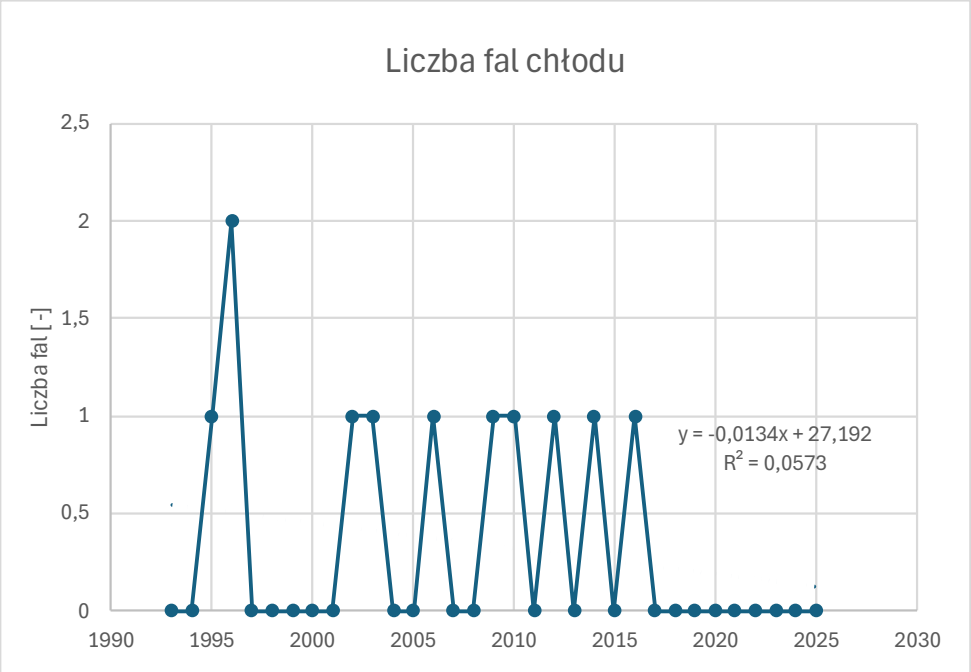
1.1.15. Liczba dni bardzo mroźnych



Wykres 19. Liczba dni bardzo mroźnych, źródło: opracowanie własne na podstawie danych IMGW-PIB

Liczba dni bardzo mroźnych, definiowanych jako dni, w których maksymalna temperatura powietrza utrzymuje się poniżej −10 °C, w latach 1993–2025 zawierała się w przedziale od 0 do 12 dni, przy średniej rocznej wynoszącej 3 dni. Brak występowania tego typu dni odnotowano w latach 1999, 2005, 2008, 2015, 2019, 2020, 2022, 2023, 2025, natomiast najwyższą wartość, równą 12 dni, zarejestrowano w 1996 i 2012 roku. Przebieg danych przedstawionych na wykresie wskazuje na silnie malejący trend liczby dni bardzo mroźnych na obszarze Miasta Zambrów, co należy interpretować jako przejaw stopniowego łagodzenia najbardziej surowych warunków zimowych. Szczególnie istotne jest zmniejszające się znaczenie tego zjawiska w ostatnich latach analizowanego okresu, ponieważ może ono świadczyć o ograniczaniu częstotliwości epizodów ekstremalnie niskiej temperatury, które wcześniej stanowiły jedno z istotnych zagrożeń sezonu chłodnego. Z punktu widzenia funkcjonowania miasta spadek liczby dni bardzo mroźnych może zmniejszać ryzyko awarii infrastruktury technicznej, uszkodzeń sieci wodociągowych, zwiększonego zużycia energii na ogrzewanie oraz negatywnego oddziaływania silnego mrozu na zdrowie mieszkańców. Jednocześnie obserwowany trend nie powinien prowadzić do pomijania zagrożeń zimowych w planowaniu miejskim, ponieważ nawet przy rzadszym występowaniu bardzo silnych mrozów nadal możliwe są epizody przymrozkowe, oblodzenia oraz przejścia temperatury przez 0 °C, które mogą generować istotne utrudnienia komunikacyjne i eksploatacyjne. W ujęciu adaptacyjnym wskaźnik ten potwierdza zmianę charakteru sezonu zimowego w Zambrowie i uzasadnia potrzebę elastycznego podejścia do zarządzania ryzykiem klimatycznym, obejmującego zarówno malejące zagrożenia związane z ekstremalnym mrozem, jak i utrzymujące się ryzyka wynikające z niestabilnych warunków termicznych w okresie chłodnym.

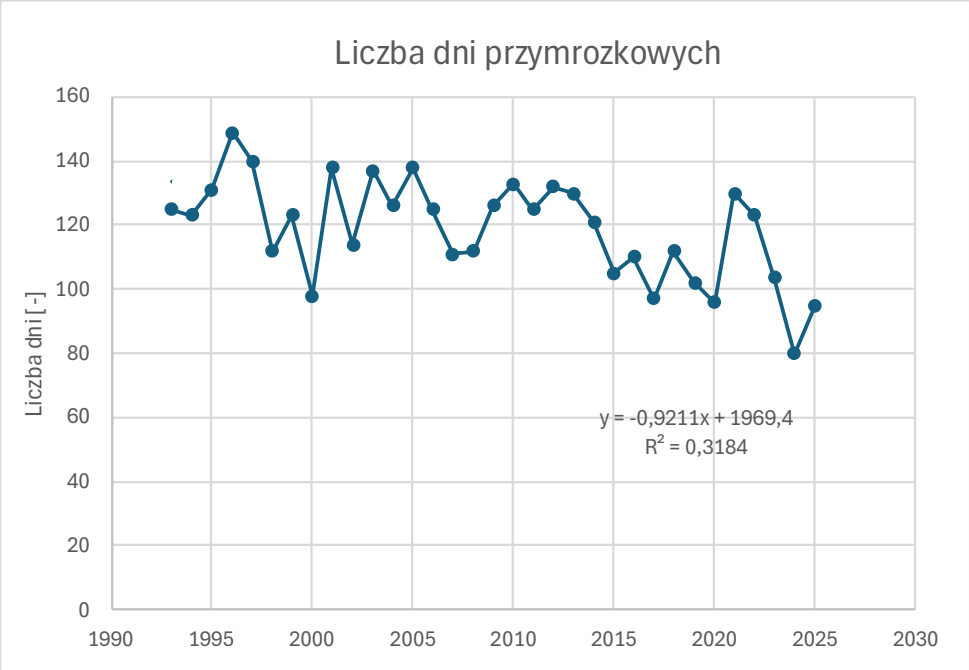
1.1.16. Liczba fal chłodu



Wykres 20. Liczba fal chłodu, źródło: opracowanie własne na podstawie danych IMGW-PIB

Fale chłodu, definiowane jako okresy trwające co najmniej 3 dni, w których minimalna temperatura powietrza spada poniżej −10 °C, w latach 1993–2025 wystąpiły na terenie reprezentatywnym dla Zambrowa jedynie w wybranych latach, tj. w 1995, 1996, 2002, 2003, 2006, 2009, 2010, 2012, 2014, 2016 roku. Od 2017 roku na obszarze miasta nie odnotowano występowania tego typu zjawiska, co wskazuje na wyraźne ograniczenie częstotliwości dłuższych epizodów bardzo niskiej temperatury minimalnej. Przebieg danych potwierdza tym samym zmianę charakteru sezonu zimowego, polegającą na stopniowym zmniejszaniu znaczenia długotrwałych okresów silnego wychłodzenia. Z punktu widzenia funkcjonowania miasta może to oznaczać ograniczenie części zagrożeń związanych z ekstremalnym mrozem, w tym ryzyka oddziaływania niskich temperatur na zdrowie mieszkańców, infrastrukturę techniczną, sieci wodociągowe, systemy ogrzewania oraz zimowe utrzymanie dróg i przestrzeni publicznych. Jednocześnie brak fal chłodu w ostatnich latach nie powinien być interpretowany jako całkowite wyeliminowanie ryzyka zimowych, ponieważ nadal możliwe są krótkotrwałe spadki temperatury poniżej 0 °C, przymrozki, oblodzenia oraz cykle zamarzania i odmarzania, które mogą powodować utrudnienia komunikacyjne i eksploatacyjne. W ujęciu adaptacyjnym obserwowany zanik fal chłodu należy traktować jako element szerszego procesu łagodzenia warunków zimowych, który powinien być analizowany łącznie z trendami dotyczącymi liczby dni mroźnych, bardzo mroźnych, przymrozkowych oraz dni z przejściem temperatury przez punkt 0 °C.

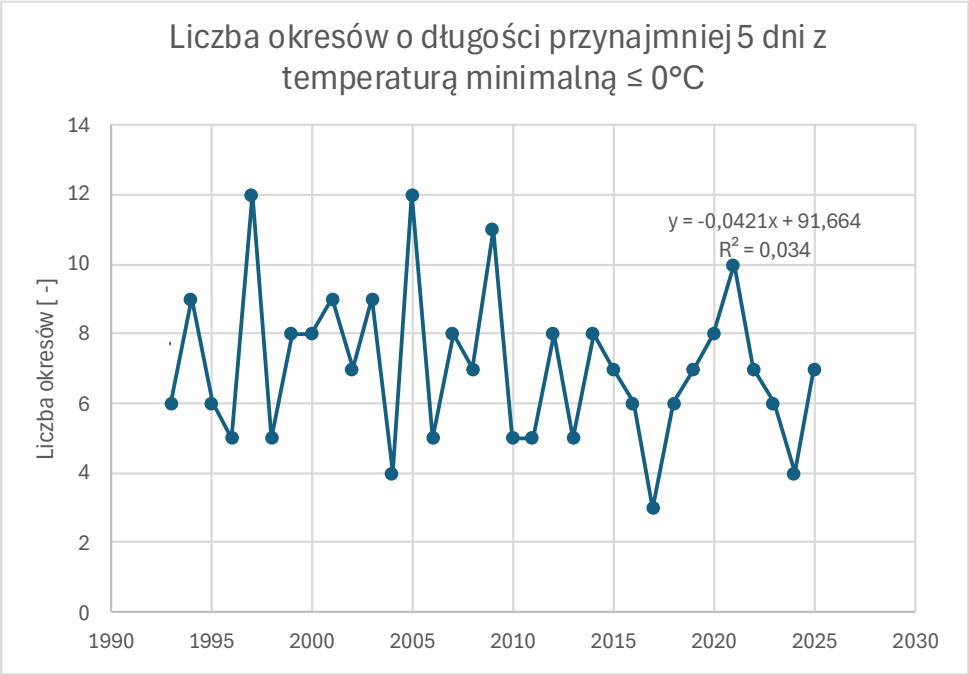
1.1.17. Liczba dni przymrozkowych



Wykres 21. Liczba dni przymrozkowych, źródło: opracowanie własne na podstawie danych IMGW-PIB

Liczba dni przymrozkowych, definiowanych jako dni, w których minimalna temperatura powietrza spada poniżej 0 °C, w latach 1993–2025 zawierała się w przedziale od 80 dni w 2024 roku do 149 dni w 1996 roku, przy średniej rocznej na poziomie 118,9 dnia. Przebieg danych przedstawionych na wykresie wskazuje na silnie malejący trend tego parametru na obszarze Miasta Zambrów, co oznacza stopniowe skracanie okresu występowania warunków sprzyjających przymrozkom. Zjawisko to wpisuje się w szerszą tendencję łagodzenia sezonu chłodnego, widoczną również w spadku liczby dni mroźnych, bardzo mroźnych oraz zaniku fal chłodu w ostatnich latach analizowanego okresu. Z punktu widzenia funkcjonowania miasta mniejsza liczba dni przymrozkowych może ograniczać część zagrożeń związanych z oblodzeniem nawierzchni, uszkodzeniami infrastruktury technicznej, negatywnym wpływem niskich temperatur na zieleń miejską oraz kosztami zimowego utrzymania przestrzeni publicznych. Jednocześnie przymrozki, nawet przy malejącej częstości ich występowania, nadal pozostają istotnym czynnikiem ryzyka, zwłaszcza w okresach przejściowych, kiedy wahania temperatury wokół 0 °C mogą prowadzić do cykli zamarzania i odmarzania. Może to skutkować degradacją nawierzchni drogowych i chodników, lokalnymi oblodzeniami oraz zagrożeniami dla bezpieczeństwa pieszych i użytkowników transportu. W ujęciu adaptacyjnym obserwowany spadek liczby dni przymrozkowych powinien być interpretowany nie jako całkowite ograniczenie ryzyk zimowych, lecz jako zmiana ich charakteru, wymagająca elastycznego planowania utrzymania infrastruktury oraz bieżącego monitorowania warunków termicznych w sezonie chłodnym.

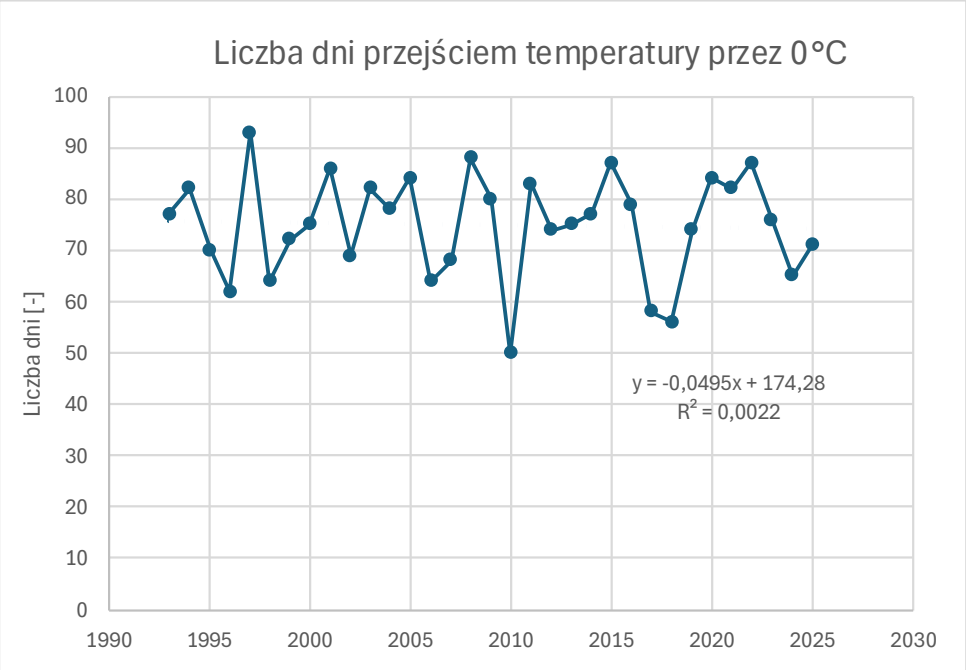
1.1.18. Liczba okresów o długości przynajmniej 5 dni z temperaturą minimalną nie wyższą niż 0 °C



Wykres 22. Liczba okresów o długości przynajmniej 5 dni z temperaturą minimalną nie wyższą niż 0 °C, źródło: opracowanie własne na podstawie danych IMGW-PIB

Rejestrowana na stacji synoptycznej Białystok w latach 1993–2025 liczba okresów trwających co najmniej 5 dni, w których temperatura minimalna powietrza była nie wyższa niż 0 °C, zawierała się w przedziale od 3 okresów w 2017 roku do 12 okresów w 1997 i 2005 roku, przy średniej rocznej wynoszącej 7,1 okresu. Parametr ten wykazuje malejący trend, co wskazuje na stopniowe ograniczanie częstotliwości dłuższych epizodów utrzymywania się temperatur minimalnych na poziomie ujemnym lub bliskim zera. Zjawisko to należy interpretować jako kolejny przejaw łagodzenia warunków zimowych na obszarze Miasta Zambrów, spójny z obserwowanym spadkiem liczby dni mroźnych, bardzo mroźnych i przymrozkowych oraz zanikiem fal chłodu w ostatniej części analizowanego okresu. Z punktu widzenia funkcjonowania miasta zmniejszenie liczby wielodniowych okresów z temperaturą minimalną nie wyższą niż 0 °C może ograniczać część obciążeń związanych z zimowym utrzymaniem dróg, chodników i przestrzeni publicznych, a także zmniejszać ryzyko długotrwałego oddziaływania niskich temperatur na sieci techniczne, nawierzchnie oraz obiekty komunalne. Jednocześnie utrzymywanie się takich okresów, nawet przy malejącej częstości ich występowania, nadal może generować lokalne zagrożenia związane z oblodzeniem, spadkiem bezpieczeństwa komunikacyjnego, cyklami zamarzania i odmarzania oraz pogorszeniem warunków użytkowania infrastruktury miejskiej. W ujęciu adaptacyjnym wskaźnik ten potwierdza potrzebę dalszego monitorowania zmian w sezonie chłodnym, ponieważ malejąca liczba epizodów zimowych nie eliminuje całkowicie ryzyk związanych z niestabilnymi warunkami termicznymi, lecz wskazuje na zmianę ich charakteru i sezonowej dynamiki.

1.1.19. Liczba dni z przejściem temperatury powietrza przez punkt 0 °C

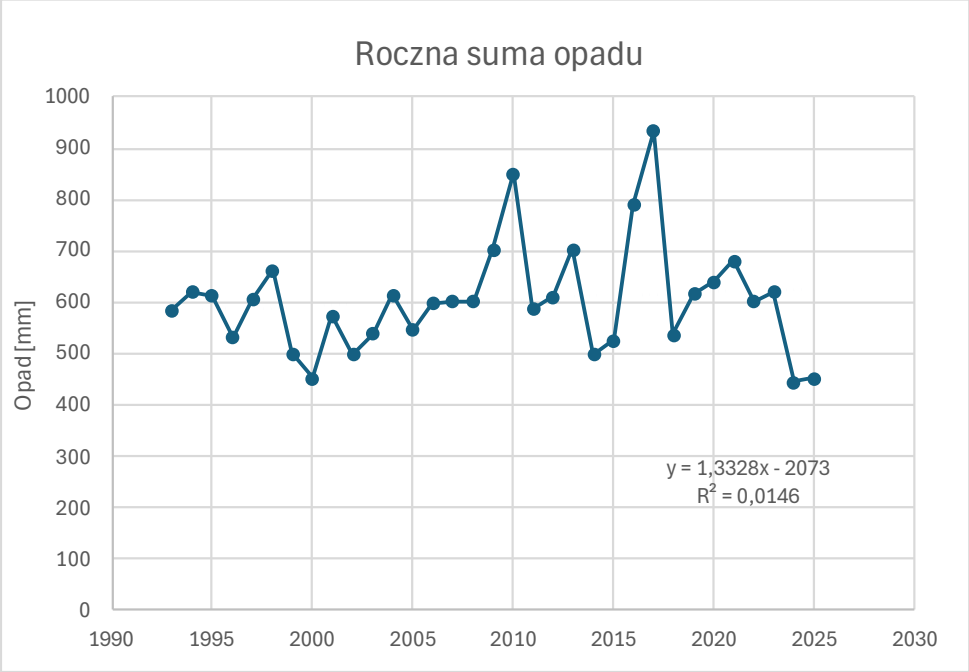


Wykres 23. Liczba dni z przejściem temperatury powietrza przez punkt 0 °C, źródło: opracowanie własne na podstawie danych IMGW-PIB

Rejestrowana na stacji synoptycznej Białystok w latach 1993–2025 liczba dni z przejściem temperatury powietrza przez punkt 0 °C zawierała się w przedziale od 50 dni w 2010 roku do 93 dni w 1997 roku, przy średniej rocznej wynoszącej 74,9 dnia. Parametr ten wykazuje umiarkowanie malejący trend, jednak jego zmienność międzyroczna pozostaje znaczna, a liczba dni z przejściem przez granicę zamarzania pozostaje silnie uzależniona od przebiegu warunków pogodowych w poszczególnych latach. Zjawisko to ma istotne znaczenie dla funkcjonowania miasta, ponieważ przejścia temperatury przez 0 °C sprzyjają cyklom zamarzania i odmarzania, które mogą negatywnie oddziaływać na nawierzchnie drogowe, chodniki, infrastrukturę techniczną oraz bezpieczeństwo użytkowników przestrzeni publicznych. Nawet przy obserwowanym spadku liczby dni mroźnych, bardzo mroźnych i przymrozkowych, utrzymywanie się relatywnie wysokiej liczby przejść przez punkt 0 °C wskazuje, że ryzyka związane z oblodzeniami, lokalnym pogorszeniem warunków komunikacyjnych oraz degradacją materiałów budowlanych i nawierzchni mogą nadal pozostawać aktualne. W ujęciu adaptacyjnym parametr ten powinien być traktowany jako ważne uzupełnienie oceny zmian sezonu zimowego, ponieważ pokazuje, że łagodzenie klimatu nie musi oznaczać prostego zaniku wszystkich zagrożeń zimowych, lecz może prowadzić do zmiany ich charakteru w kierunku większego znaczenia niestabilnych warunków przejściowych.

1.2. Wskaźniki opadowe

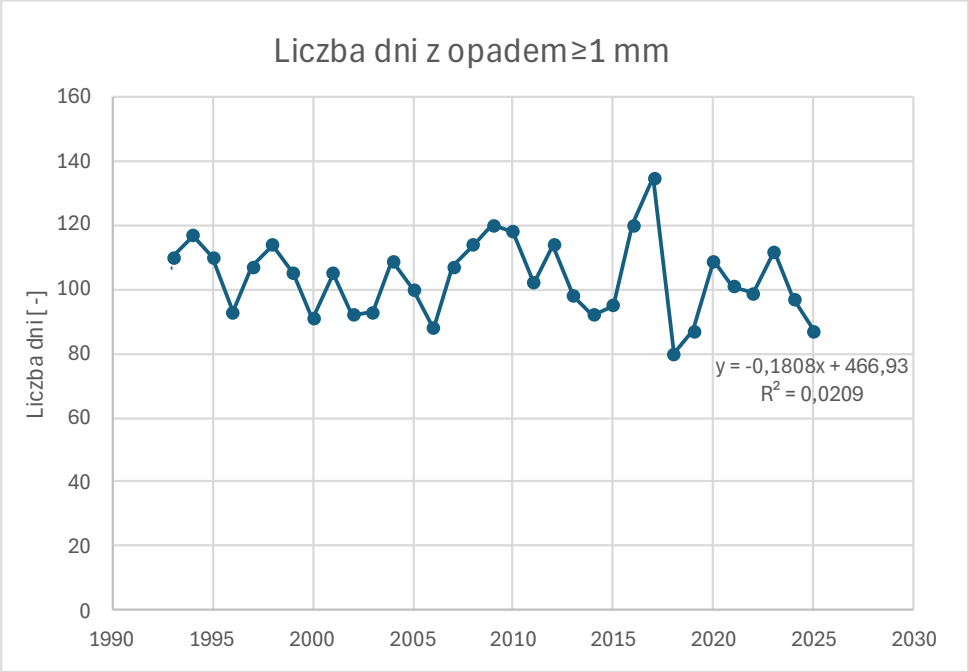
1.2.1. Roczna suma opadu



Wykres 24. Roczna suma opadu, źródło: opracowanie własne na podstawie danych IMGW-PIB

Rejestrowana na stacji synoptycznej Białystok w latach 1993–2025 roczna suma opadów zawierała się w przedziale od 444,8 mm w 2024 roku do 934,2 mm w 2017 roku, przy średniej dla całego analizowanego okresu wynoszącej 604,5 mm. Dane te wskazują na znaczną zmienność międzyroczną warunków opadowych, co oznacza, że na obszarze miasta występowały zarówno lata wyraźnie suchsze, jak i lata charakteryzujące się podwyższoną sumą opadów. Przebieg analizowanego wskaźnika sugeruje nieznaczny trend rosnący, który należy interpretować ostrożnie, z uwzględnieniem dużej naturalnej zmienności opadów w poszczególnych latach oraz silnej zależności sumy rocznej od pojedynczych intensywnych zdarzeń opadowych. Z punktu widzenia podatności klimatycznej Zambrowa wahania rocznej sumy opadów mogą mieć znaczenie dla bilansu wodnego miasta, warunków wilgotnościowych gleb, kondycji zieleni miejskiej oraz dostępności wody dla ekosystemów. Szczególnie istotne jest analizowanie tego parametru łącznie z długością okresów bezopadowych oraz częstotliwością opadów intensywnych, ponieważ stabilna lub umiarkowanie rosnąca suma opadów nie musi oznaczać poprawy bilansu wodnego, lecz może współwystępować z większą nieregularnością opadów. W ujęciu adaptacyjnym dane te uzasadniają potrzebę wzmacniania retencji wód opadowych, ograniczania szybkiego odpływu powierzchniowego, ochrony terenów biologicznie czynnych oraz rozwoju błękitno-zielonej infrastruktury, która może zwiększać zdolność miasta do magazynowania wody i łagodzenia skutków okresowych niedoborów opadów oraz oddziaływania opadów intensywnych.

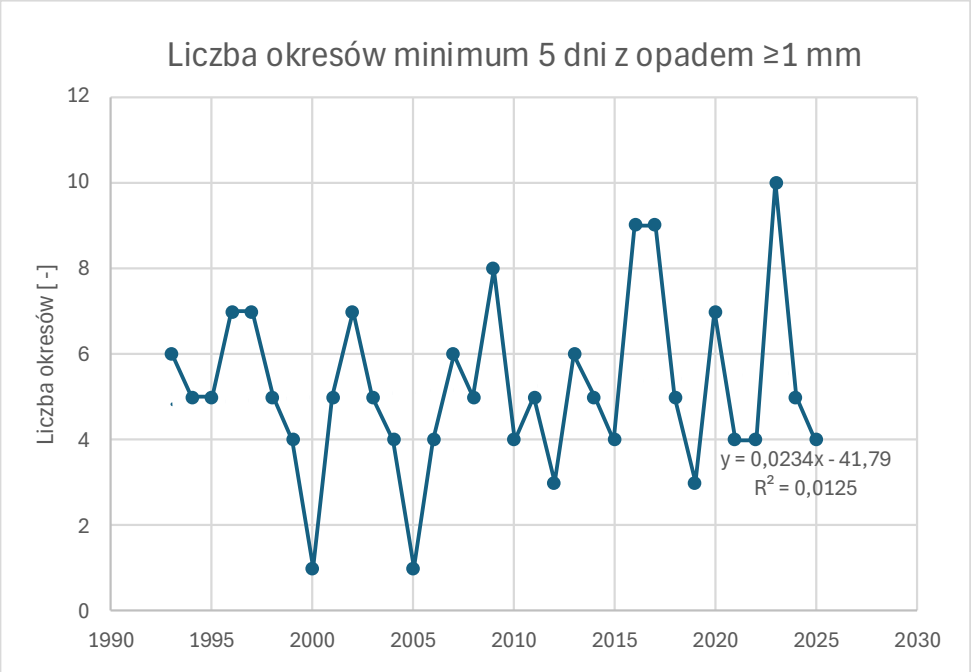
1.2.2. Liczba dni z opadem nie mniejszym niż 1 mm



Wykres 25. Liczba dni z opadem nie mniejszym niż 1 mm, źródło: opracowanie własne na podstawie danych IMGW-PIB

Rejestrowana na stacji synoptycznej Białystok w latach 1993–2025 liczba dni z opadem nie mniejszym niż 1 mm zawierała się w przedziale od 80 dni w 2018 roku do 135 dni w 2017 roku, przy średniej dla okresu wynoszącej 103,7 dnia. Parametr ten wykazuje umiarkowanie malejący trend, co oznacza, że w analizowanym okresie stopniowo ograniczała się liczba dni, w których występował opad o wartości pozwalającej uznać go za istotny z punktu widzenia bilansu wodnego. Zjawisko to należy interpretować łącznie z roczną sumą opadów oraz długością okresów bezopadowych, ponieważ zmniejszająca się liczba dni opadowych przy stabilnej lub rosnącej sumie rocznej może wskazywać na większą nierównomierność rozkładu opadów w czasie. W praktyce oznacza to, że zasilanie wodne gleb, zieleni miejskiej oraz terenów biologicznie czynnych może być mniej regularne, co w okresach cieplejszych może zwiększać podatność miasta na przesuszenie i pogorszenie warunków wegetacyjnych. Z perspektywy adaptacji do zmian klimatu spadek liczby dni z opadem nie mniejszym niż 1 mm uzasadnia potrzebę wzmacniania działań służących zatrzymywaniu wody opadowej w miejscu jej wystąpienia, ograniczaniu szybkiego odpływu powierzchniowego oraz rozwojowi błękitno-zielonej infrastruktury. Szczególnego znaczenia nabiera w tym kontekście zwiększanie retencji krajobrazowej i miejskiej, ochrona powierzchni przepuszczalnych oraz takie kształtowanie przestrzeni publicznych, aby poprawiały one zdolność Zambrowa do łagodzenia skutków okresowych niedoborów opadów.

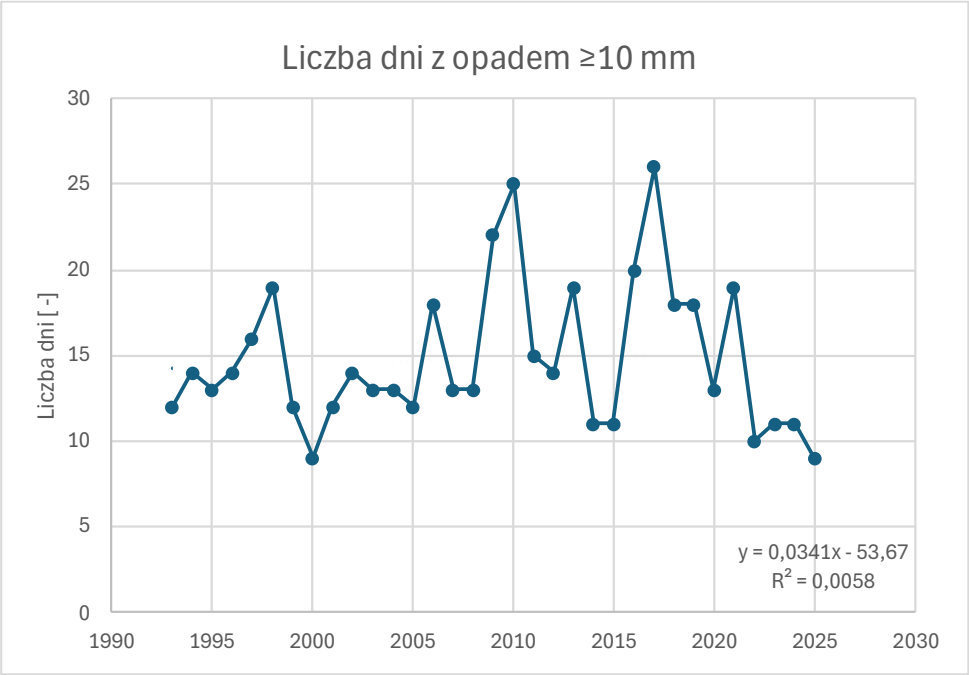
1.2.3. Liczba okresów dłuższych niż 5 dni z opadem nie mniejszym niż 1 mm



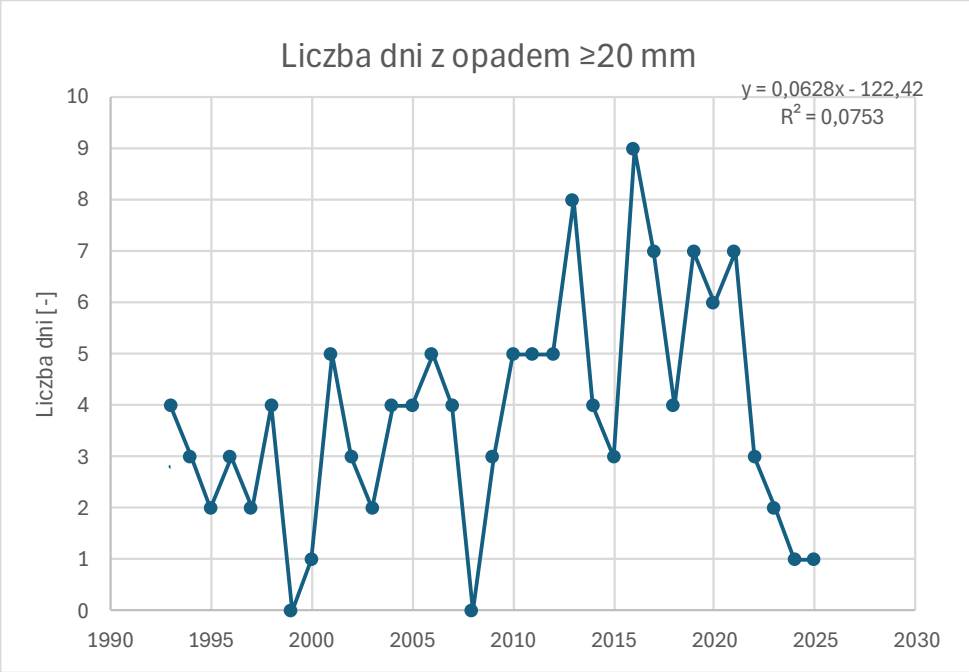
Wykres 26. Liczba okresów dłuższych niż 5 dni z opadem nie mniejszym niż 1 mm, źródło: opracowanie własne na podstawie danych IMGW-PIB

Rejestrowana na stacji synoptycznej Białystok w latach 1993–2025 liczba okresów trwających co najmniej 5 dni, w których opad dobowy był nie mniejszy niż 1 mm, zawierała się w przedziale od 1 okresu w 2000 i 2005 roku do 10 okresów w 2023 roku, przy średniej rocznej wynoszącej 5,2 okresu. Parametr ten wykazuje nieznacznie rosnący trend, jednak jego zmienność międzyroczna pozostaje istotna. Zjawisko to ma znaczenie dla oceny warunków wilgotnościowych miasta, ponieważ regularne, rozłożone w czasie opady sprzyjają zasilaniu gleb, utrzymaniu dobrej kondycji zieleni miejskiej oraz ograniczaniu ryzyka przesuszenia terenów biologicznie czynnych. Zmienna liczba takich okresów wskazuje, że gospodarka wodna miasta w istotnym stopniu zależy zarówno od pojedynczych zdarzeń opadowych, jak i od dłuższych sekwencji opadowych, których rozkład w czasie ulega znacznym wahaniom. Z perspektywy adaptacji do zmian klimatu obserwacje te uzasadniają potrzebę rozwijania rozwiązań zwiększających zdolność Zambrowa do zatrzymywania i wykorzystywania wód opadowych, zwłaszcza w przestrzeniach publicznych, terenach zieleni oraz obszarach o dużym udziale powierzchni uszczelnionych. Szczególnego znaczenia nabiera ochrona powierzchni przepuszczalnych, zwiększanie retencji lokalnej, wdrażanie elementów błękitno-zielonej infrastruktury oraz ograniczanie szybkiego odprowadzania wód opadowych do kanalizacji, tak aby miasto mogło skuteczniej reagować zarówno na okresowe niedobory opadów, jak i na ich bardziej nierównomierny rozkład w czasie.

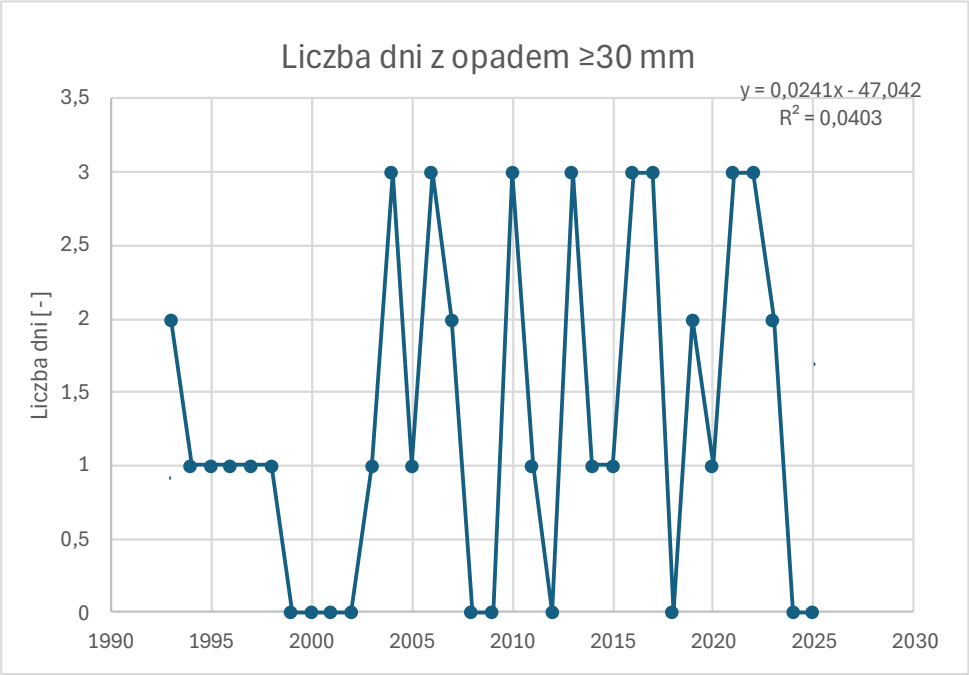
1.2.4. Liczba dni w roku z opadem ≥ 10 mm, ≥ 20 mm, ≥ 30 mm, ≥ 40 mm, ≥ 50 mm, ≥60 mm i ≥ 70 mm



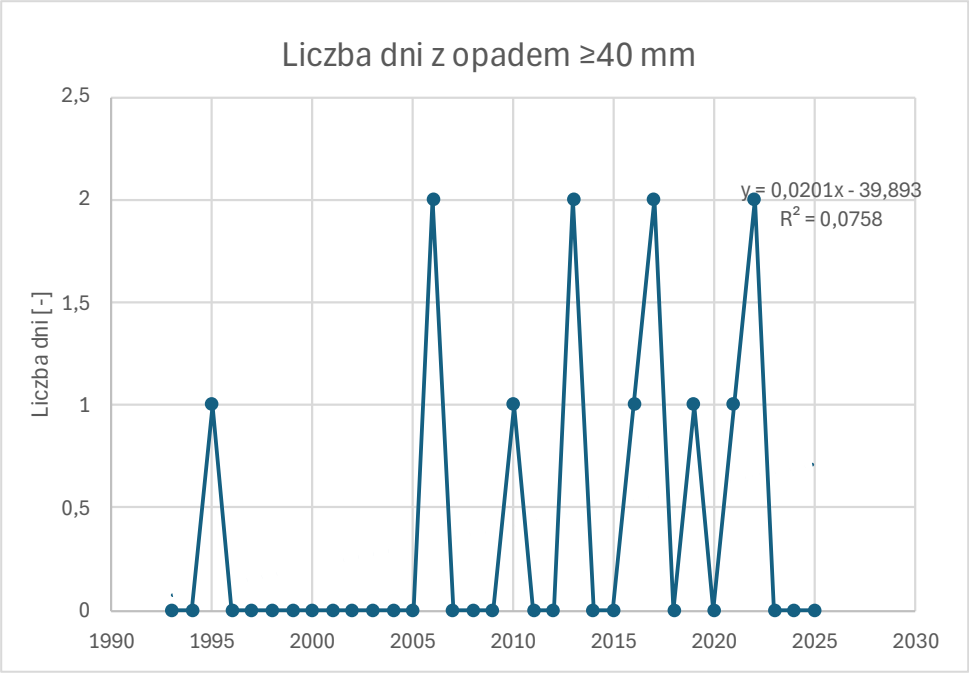
Wykres 27. Liczba dni z opadem nie mniejszym niż 10 mm, źródło: opracowanie własne na podstawie danych IMGW-PIB



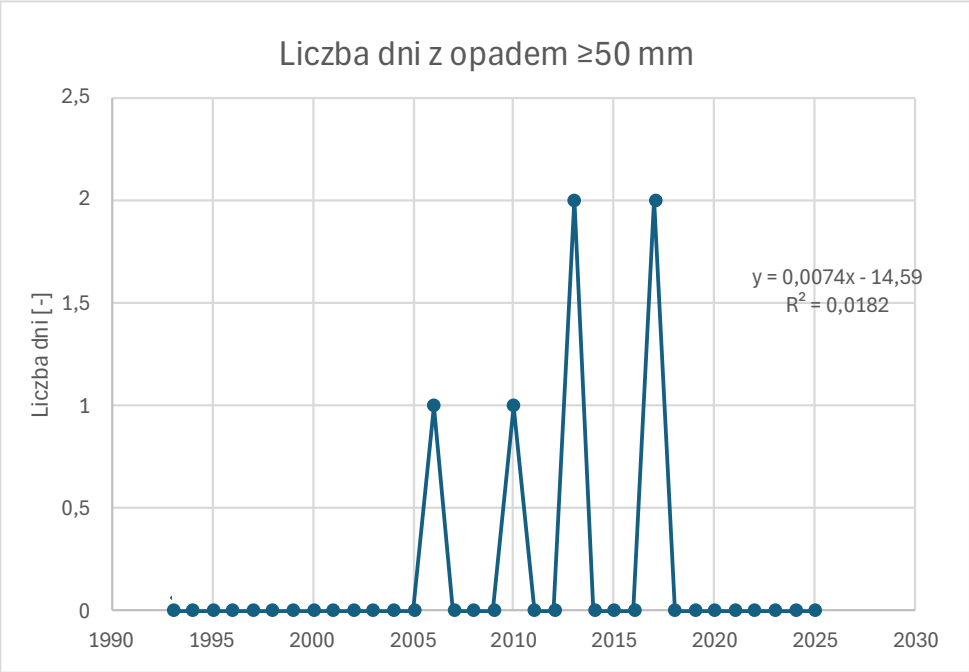
Wykres 28. Liczba dni z opadem nie mniejszym niż 20 mm, źródło: opracowanie własne na podstawie danych IMGW-PIB



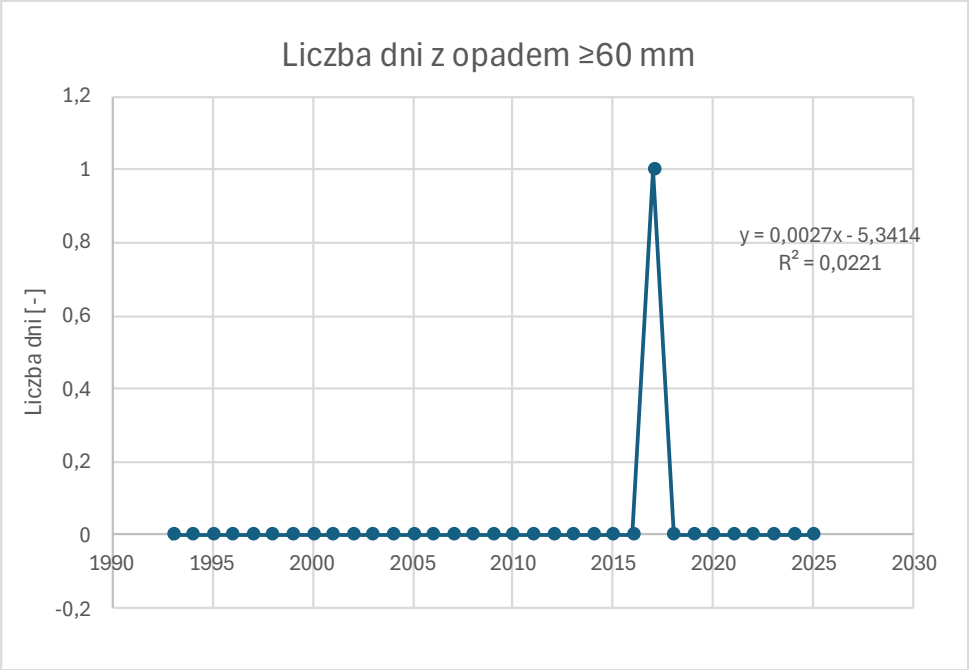
Wykres 29. Liczba dni z opadem nie mniejszym niż 30 mm, źródło: opracowanie własne na podstawie danych IMGW-PIB



Wykres 30. Liczba dni z opadem nie mniejszym niż 40 mm, źródło: opracowanie własne na podstawie danych IMGW-PIB



Wykres 31. Liczba dni z opadem nie mniejszym niż 50 mm, źródło: opracowanie własne na podstawie danych IMGW-PIB

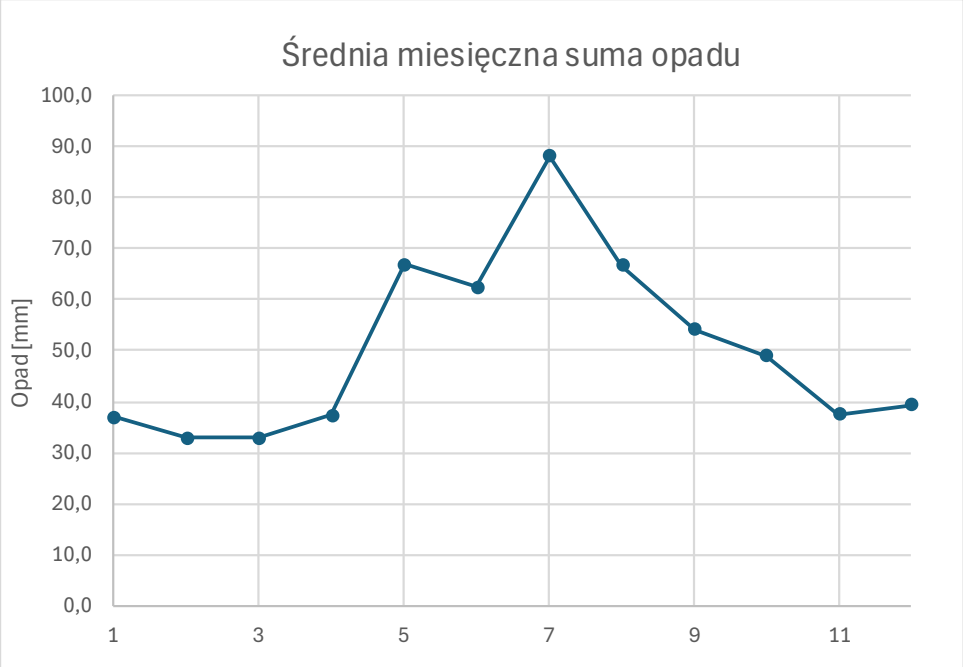


Wykres 32. Liczba dni z opadem nie mniejszym niż 60 mm, źródło: opracowanie własne na podstawie danych IMGW-PIB

Rejestrowana w latach 1993–2025 na stacji synoptycznej Białystok liczba dni z opadem nie mniejszym niż 10 mm wykazuje tendencję rosnącą i zawiera się w przedziale od 9 w 2000 roku do 26 w 2017 roku, przy średniej rocznej wynoszącej 14,8 dnia. Liczba dni z opadem nie mniejszym niż 20 mm także wykazuje tendencję rosnącą i zawiera się w przedziale od 0 w 1999 roku do 9 w 2016 roku, przy średniej rocznej na poziomie 3,8 dnia. Liczba dni z opadem nie mniejszym niż 30 mm również wykazuje tendencję rosnącą i zawiera się w przedziale od 0 do 3 w 2004 roku, przy średniej rocznej wynoszącej 1,3 dnia. Liczba dni z opadem nie mniejszym niż

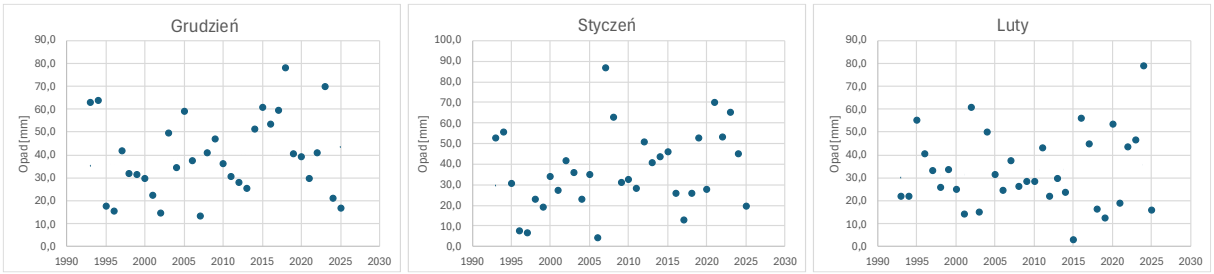
40 mm wykazuje również nieznaczny trend rosnący i zawiera się w przedziale od 0 do 2 dni, którą to wartość odnotowano w 2006 roku. Liczba dni z opadem nie mniejszym niż 50 mm pozostaje bardzo zmienna i osiąga maksymalną wartość 2 dni odnotowaną w 2013 roku. Dzień z opadem nie mniejszym niż 60 mm odnotowano jedynie w 2017 roku, natomiast dni z największym opadem dobowym nie mniejszym niż 70 mm w analizowanym okresie nie wystąpiły. Obserwowany wzrost częstotliwości dni z większymi sumami opadów dobowych, przy jednoczesnym braku znaczącego wzrostu rocznej liczby dni opadowych, wskazuje na postępującą koncentrację opadów w pojedynczych, intensywnych zdarzeniach. Z perspektywy adaptacji do zmian klimatu zjawisko to ma istotne znaczenie, ponieważ intensywne opady dobowe zwiększają ryzyko podtopień, lokalnych zalań, przeciążania kanalizacji deszczowej, erozji gleb oraz uszkodzeń infrastruktury miejskiej. Trend ten uzasadnia potrzebę wzmacniania zdolności retencyjnej miasta, rozbudowy systemów odbioru wód opadowych, ochrony powierzchni przepuszczalnych oraz wdrażania elementów błękitno-zielonej infrastruktury wspierającej zatrzymywanie wody w miejscu jej wystąpienia.

1.2.5. Miesięczna suma opadów



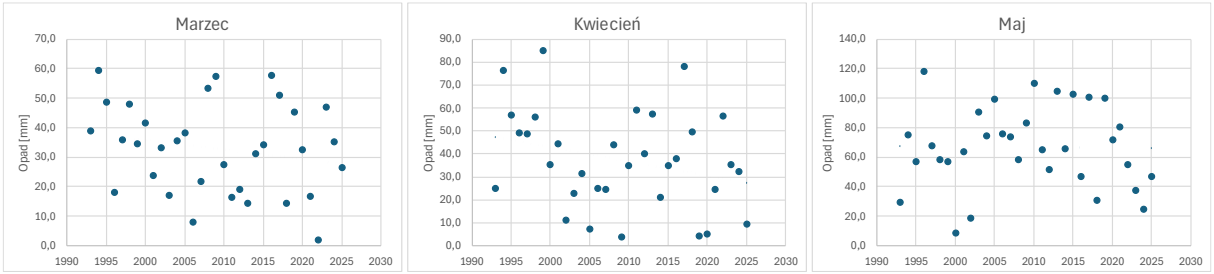
Wykres 33. Średnia miesięczna suma opadu, źródło: opracowanie własne na podstawie danych IMGW-PIB

Średnia miesięczna suma opadów rejestrowana na stacji synoptycznej Białystok w latach 1993–2025, reprezentatywna dla obszaru Miasta Zambrów, zawiera się w przedziale od około 32,9 mm do około 88,2 mm. Szczyt opadów przypada na lipiec, charakteryzujący się największą średnią miesięczną sumą opadu, z kolei najmniejsze sumy opadów obserwuje się w okresie wczesnowiosennym, szczególnie w marcu i lutym, gdy średnie miesięczne sumy opadów osiągają roczne minimum. Tak ukształtowany roczny rozkład opadów potwierdza dominację letniego maksimum opadowego, typowego dla klimatu umiarkowanego przejściowego.



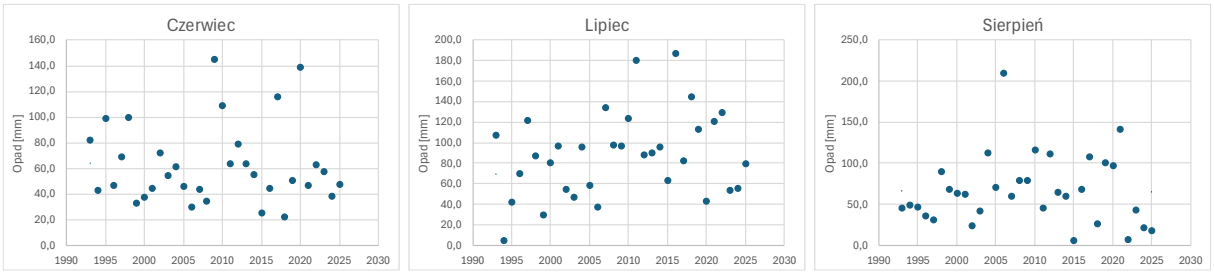
Wykres 34. Średnia miesięczna suma opadu w okresie zimowym, źródło: opracowanie własne na podstawie danych IMGW-PIB

W miesiącach zimowych nie zaobserwowano tendencji zmian miesięcznych sum opadów. W grudniu średnia miesięczna suma opadów osiągnęła największą wartość zarejestrowano w 2018 roku (78,1 mm), natomiast najmniejszą w 2007 roku (13,5 mm). W styczniu średnia miesięczna suma opadów osiągnęła maksimum w 2007 roku (87 mm) i minimum w 2006 roku (4,2 mm). W lutym średnia miesięczna suma opadów osiągnęła maksimum w 2024 roku (79,3 mm) i minimum w 2015 roku (3,1 mm).



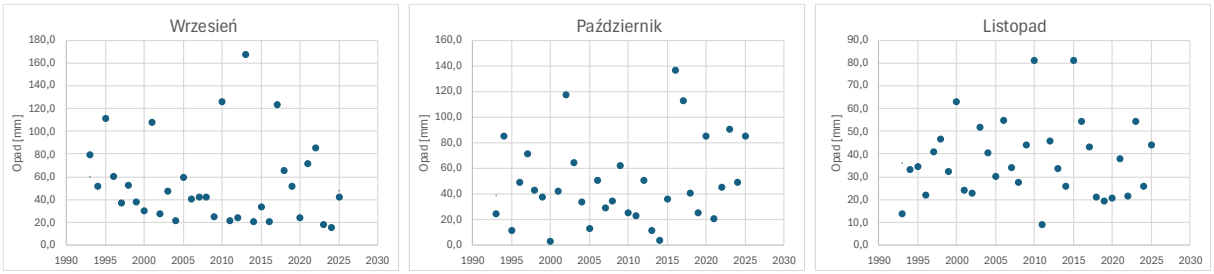
Wykres 35. Średnia miesięczna suma opadu w okresie wiosennym, źródło: opracowanie własne na podstawie danych IMGW-PIB

W miesiącach wiosennych obserwuje się zróżnicowane tendencje zmian miesięcznych sum opadów. W marcu średnia miesięczna suma opadów wykazuje trend malejący; największą wartość zanotowano w 1994 roku (59,5 mm), najmniejszą w 2022 roku (2,1 mm). W kwietniu trend pozostaje malejący, z maksimum w 1999 roku (85,3 mm) oraz minimum w 2009 roku (3,7 mm). W maju średnia miesięczna suma opadów wykazuje brak jednoznacznego trendu, przy maksimum w 1996 roku (118 mm) i minimum w 2000 roku (8,7 mm).



Wykres 36. Średnia miesięczna suma opadu w okresie letnim, źródło: opracowanie własne na podstawie danych IMGW-PIB

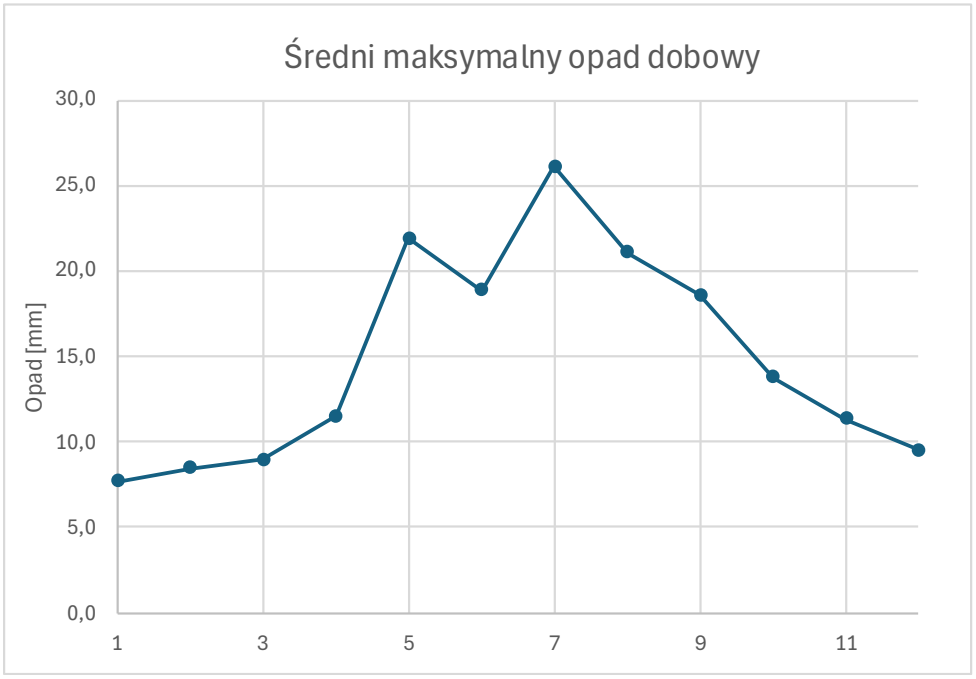
W miesiącach letnich średnia miesięczna suma opadów osiąga najwyższe wartości w cyklu rocznym. W czerwcu nie występuje trend zmian miesięcznej sumy opadów, największą wartość zanotowano w 2009 roku (144,8 mm), najmniejszą w 2018 roku (22,4 mm). W lipcu średnia miesięczna suma opadów wykazuje trend rosnący, z maksymalną wartością w 2016 roku (186,6 mm) i minimalną w 1994 roku (5 mm). W sierpniu nie zaobserwowano jednoznacznego trendu, z maksimum w 2006 roku (209,3 mm) i minimum w 2015 roku (5,2 mm).



Wykres 37. Średnia miesięczna suma opadu w okresie jesiennym, źródło: opracowanie własne na podstawie danych IMGW-PIB

W miesiącach jesiennych obserwowane są zróżnicowane tendencje zmian miesięcznych sum opadów. We wrześniu średnia miesięczna suma opadów nie wykazuje trendu kierunkowego, z maksymalną wartością w 2013 roku (167,3 mm) i minimalną w 2024 roku (15,9 mm). W październiku trend miesięcznej sumy opadów określono jako rosnący, przy maksimum w 2016 roku (136,7 mm) i minimum w 2000 roku (2,8 mm). W listopadzie średnia miesięczna suma opadów wykazuje brak jednoznacznego trendu; największą wartość zarejestrowano w 2010 roku (81,4 mm), najmniejszą w 2011 roku (9 mm). Zróżnicowane tendencje zmian miesięcznych sum opadów wskazują na postępujące przekształcanie sezonowego rozkładu opadów na obszarze reprezentatywnym dla Zambrowa, co należy uwzględniać w planowaniu gospodarki wodnej miasta, w szczególności w zakresie retencji wód opadowych oraz przeciwdziałania okresowym deficytom wody.

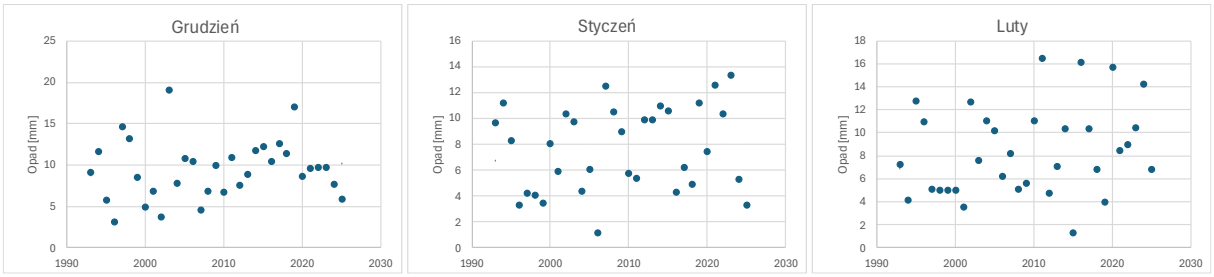
1.2.6. Maksymalny opad dobowy



Wykres 38. Średni maksymalny opad dobowy, źródło: opracowanie własne na podstawie danych IMGW-PIB

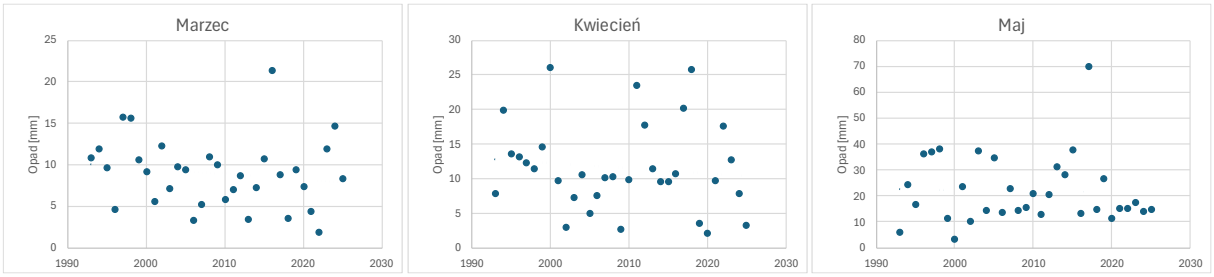
Średni maksymalny opad dobowy rejestrowany na stacji synoptycznej Białystok w latach 1993–2025 charakteryzuje się wyraźną zmiennością sezonową – największe wartości średniego maksymalnego opadu dobowego występują w miesiącach letnich, ze szczytem w lipcu, natomiast najmniejsze wartości obserwowane są w okresie zimowym, z minimum w styczniu i grudniu. Tak ukształtowany roczny rozkład maksymalnych opadów dobowych jest typowy dla klimatu

umiarkowanego i odzwierciedla dominację letnich opadów konwekcyjnych, charakteryzujących się dużą intensywnością.



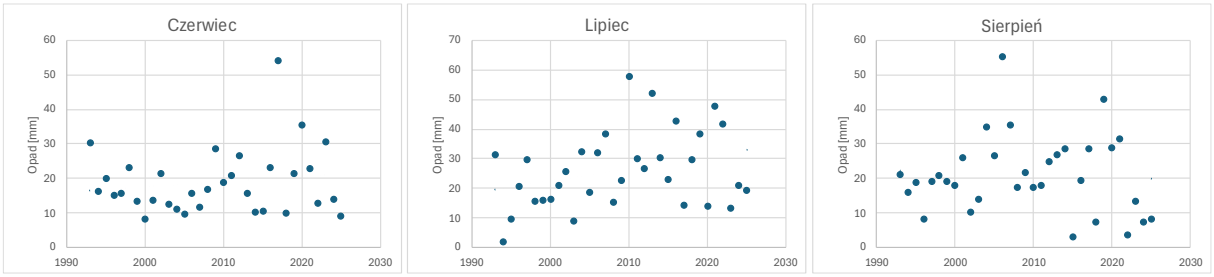
Wykres 39. Miesięczny maksymalny opad dobowy w okresie zimowym, źródło: opracowanie własne na podstawie danych IMGW-PIB

Maksymalny opad dobowy w miesiącach zimowych charakteryzuje się stosunkowo niskimi wartościami i zróżnicowanym trendem. W grudniu maksymalny opad dobowy wykazuje brak jednoznacznego trendu; największą wartość zanotowano w 2003 roku (19,1 mm), najmniejszą w 1996 roku (3,1 mm). W styczniu maksymalny opad dobowy wykazuje trend nieznacznie rosnący, przy maksimum w 2023 roku (13,4 mm) i minimum w 2006 roku (1,2 mm). W lutym maksymalny opad dobowy również wykazuje trend rosnący; największą wartość zarejestrowano w 2011 roku (16,5 mm), najmniejszą w 2015 roku (1,3 mm).



Wykres 40. Miesięczny maksymalny opad dobowy w okresie wiosennym, źródło: opracowanie własne na podstawie danych IMGW-PIB

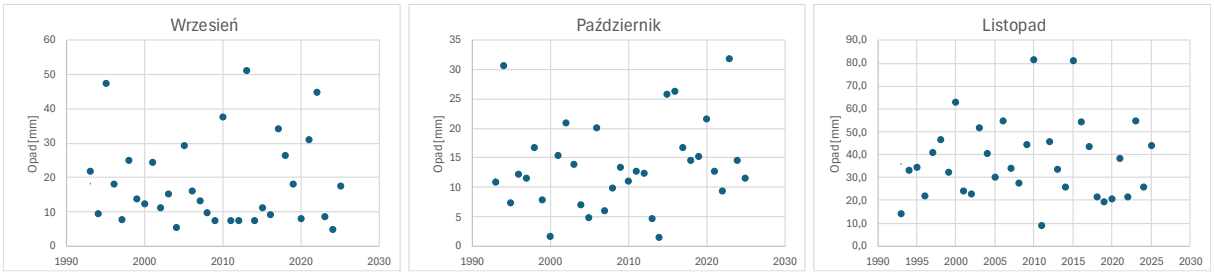
W miesiącach wiosennych nie obserwuje się tendencji zmian maksymalnego opadu dobowego. W marcu największą wartość zarejestrowano w 2016 roku (21,3 mm), najmniejszą w 2022 roku (1,8 mm). W kwietniu maksimum odnotowano w 2000 roku (26,1 mm) i minimum w 2020 roku (2,1 mm). W maju wartość maksymalną odnotowano w 2017 roku (69,9 mm) i minimalną w 2000 roku (3,3 mm).



Wykres 41. Miesięczny maksymalny opad dobowy w okresie letnim, źródło: opracowanie własne na podstawie danych IMGW-PIB

W miesiącach letnich maksymalny opad dobowy osiąga najwyższe wartości w cyklu rocznym. W czerwcu maksymalny opad dobowy wykazuje trend rosnący; największą wartość zarejestrowano w 2017 roku (54,2 mm), najmniejszą w 2000 roku (8,3 mm). W lipcu maksymalny opad dobowy wykazuje trend rosnący, z maksimum w 2010 roku (57,9 mm) i minimum w 1994

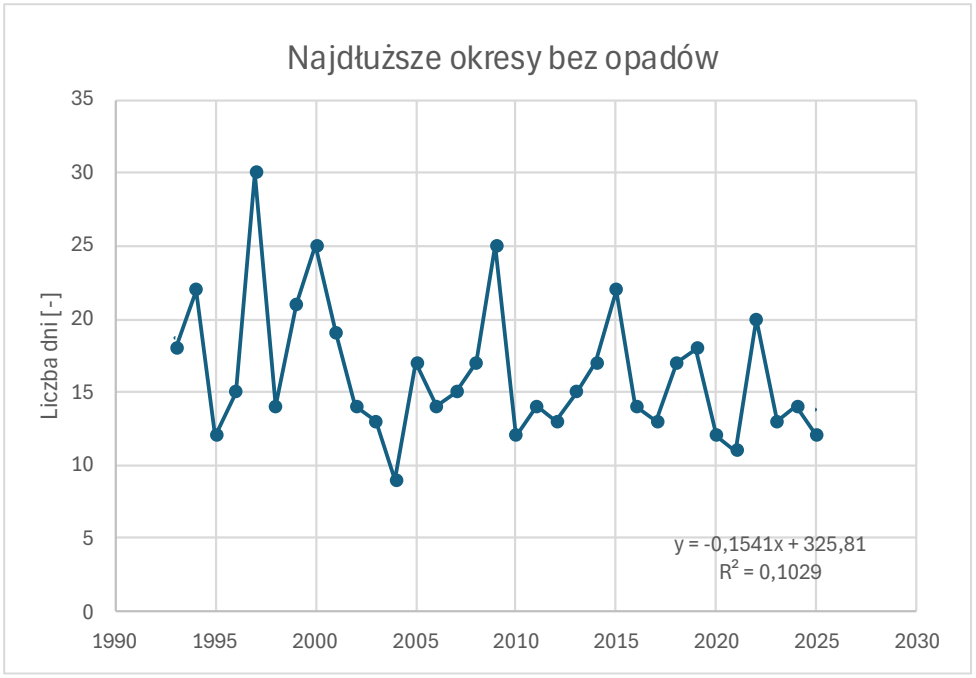
roku (2 mm). W sierpniu maksymalny opad dobowy wykazuje trend malejący, z maksimum w 2006 roku (55,4 mm) i minimum w 2015 roku (3 mm).



Wykres 42. Miesięczny maksymalny opad dobowy w okresie jesiennym, źródło: opracowanie własne na podstawie danych IMGW-PIB

W miesiącach jesiennych nie obserwuje się wyraźnych tendencji zmian maksymalnego opadu dobowego. We wrześniu największą wartość zarejestrowano w 2013 roku (51,1 mm), najmniejszą w 2024 roku (4,8 mm). W październiku maksymalną wartość odnotowano w 2023 roku (31,9 mm) i minimalną w 2014 roku (1,5 mm). W listopadzie największą wartość zarejestrowano w 2025 roku (29,1 mm), najmniejszą w 2020 roku (2,7 mm).

1.2.7. Najdłuższe okresy bez opadu

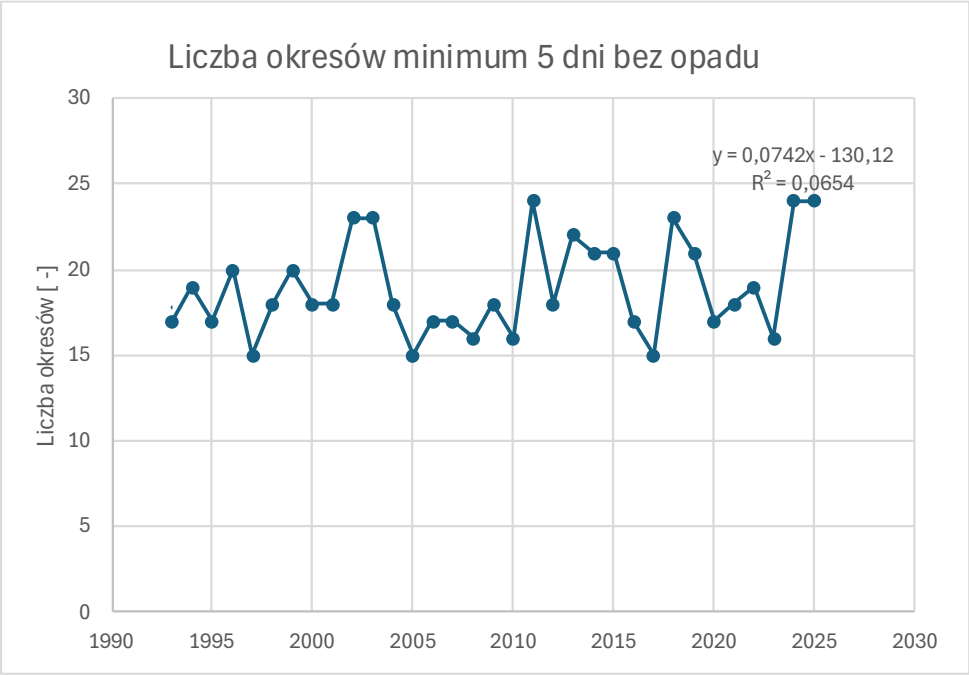


Wykres 43. Najdłuższe okresy bez opadów, źródło: opracowanie własne na podstawie danych IMGW-PIB

Najdłuższy okres bezopadowy w latach 1993–2025, zarejestrowany na stacji synoptycznej Białystok, wystąpił w 1997 roku i trwał 30 dni. Najkrótszy maksymalny okres bez opadów w skali roku odnotowano w 2004 roku, kiedy wyniósł on 9 dni, przy średniej rocznej wynoszącej 16,3 dnia. Parametr ten cechuje się znaczną zmiennością międzyroczną i wykazuje trend malejący, co należy interpretować ostrożnie z uwzględnieniem dużej naturalnej zmienności tego zjawiska w poszczególnych latach. Nawet pojedyncze wielotygodniowe okresy bez opadów mogą prowadzić do okresowego pogorszenia bilansu wodnego, przesuszenia gleb, obniżenia kondycji zieleni miejskiej oraz zwiększenia zapotrzebowania na podlewanie terenów zieleni i utrzymanie przestrzeni publicznych. W warunkach rosnących temperatur powietrza skutki

okresów bezopadowych mogą być dodatkowo wzmacniane przez intensywniejsze parowanie i większe straty wilgoci z powierzchni biologicznie czynnych. Z perspektywy adaptacji do zmian klimatu wskaźnik ten powinien być analizowany łącznie z roczną sumą opadów, liczbą dni z opadem oraz liczbą dłuższych okresów bezopadowych, ponieważ dopiero takie ujęcie pozwala właściwie ocenić ryzyko występowania suszy miejskiej i okresowych deficytów wody. Dane te uzasadniają potrzebę wzmacniania retencji lokalnej, ochrony powierzchni przepuszczalnych oraz rozwoju błękitno-zielonej infrastruktury, która może zwiększać zdolność Zambrowa do zatrzymywania wody i łagodzenia skutków dłuższych przerw w opadach.

1.2.8. Liczba okresów w roku bez opadu o czasie trwania minimum 5 dni

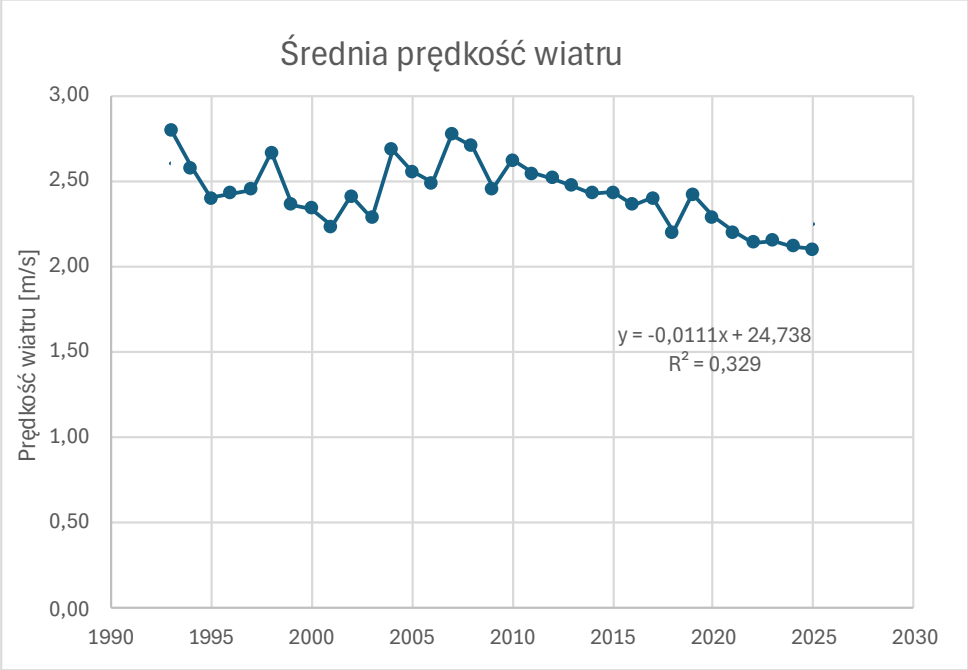


Wykres 44. Liczba okresów minimum 5 dni bez opadu, źródło: opracowanie własne na podstawie danych IMGW-PIB

Liczba okresów bezopadowych trwających co najmniej 5 dni, obserwowana w latach 1993–2025 na stacji synoptycznej Białystok, zawierała się w przedziale od 15 okresów w 1997, 2005 i 2017 roku do 24 okresów w 2011 roku, przy średniej rocznej wynoszącej 18,9 okresu. Wartości tego parametru wykazują nieznaczny trend wzrostowy, co należy interpretować jako sygnał stopniowych zmian w rozkładzie opadów, szczególnie w kontekście równoczesnego wzrostu temperatury powietrza i zwiększonego parowania. Zjawisko to może prowadzić do okresowego pogarszania warunków wilgotnościowych gleb, osłabienia kondycji zieleni miejskiej oraz zwiększenia podatności terenów biologicznie czynnych na przesuszenie, zwłaszcza w okresach wiosennych i letnich. Z perspektywy adaptacji do zmian klimatu rosnąca liczba minimum pięciodniowych okresów bez opadu uzasadnia potrzebę wzmacniania retencji lokalnej, ograniczania szybkiego odpływu wód opadowych oraz rozwoju błękitno-zielonej infrastruktury, która może zwiększać odporność Zambrowa na skutki okresowych niedoborów wody. Skuteczne zarządzanie ryzykiem suszy miejskiej wymaga również uwzględniania tego parametru w lokalnych dokumentach planistycznych oraz w strategiach gospodarki wodnej.

1.3. Pozostałe wskaźniki

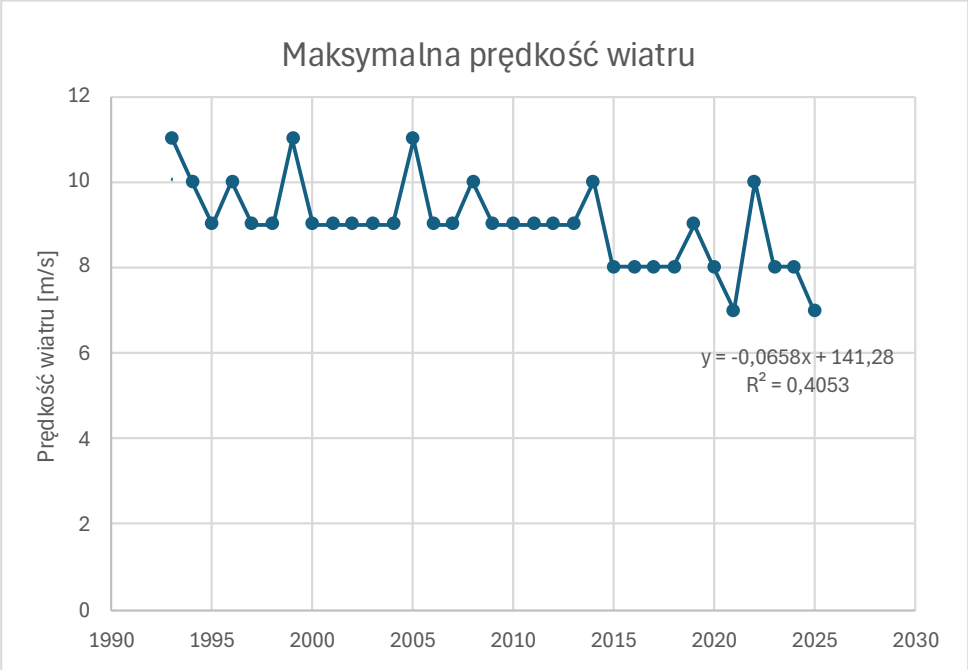
1.3.1. Średnia prędkość wiatru



Wykres 45. Średnia prędkość wiatru, źródło: opracowanie własne na podstawie danych IMGW-PIB

Średnia prędkość wiatru odnotowana na stacji synoptycznej Białystok w latach 1993–2025 wyniosła 2,4 m/s. W analizowanym okresie wartości tego parametru charakteryzowały się umiarkowaną zmiennością międzyroczną, przy czym najwyższą średnią prędkość wiatru, równą 2,8 m/s, zarejestrowano w 1993 roku, natomiast najniższą, wynoszącą 2,1 m/s, odnotowano w 2025 roku. Przebieg danych wskazuje na malejącą tendencję średniej prędkości wiatru na obszarze reprezentatywnym dla Miasta Zambrów, co może mieć znaczenie dla oceny warunków przewietrzania przestrzeni miejskiej oraz rozpraszania zanieczyszczeń powietrza. Niższa średnia prędkość wiatru może sprzyjać częstszemu występowaniu warunków stagnacyjnych, zwłaszcza w obszarach zwartej zabudowy, dolinach terenowych i przestrzeniach o ograniczonej cyrkulacji powietrza. W kontekście rosnących temperatur powietrza parametr ten należy analizować również w powiązaniu z ryzykiem przegrzewania miasta, ponieważ słabsza wymiana powietrza może ograniczać naturalne wychładzanie przestrzeni zurbanizowanych i pogarszać komfort termiczny mieszkańców. Z perspektywy adaptacji do zmian klimatu obserwowana tendencja uzasadnia potrzebę uwzględniania korytarzy przewietrzania, układu zieleni oraz struktury zabudowy w planowaniu przestrzennym, tak aby wspierać naturalną cyrkulację powietrza i ograniczać negatywne skutki wysokich temperatur oraz lokalnej kumulacji zanieczyszczeń.

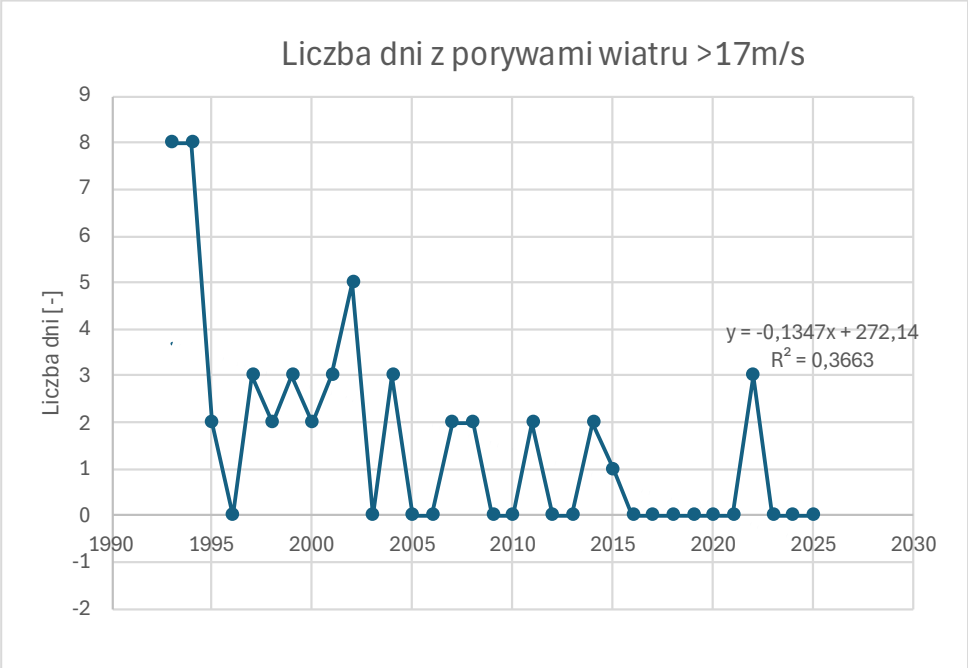
1.3.2. Maksymalna prędkość wiatru



Wykres 46. Maksymalna prędkość wiatru, źródło: opracowanie własne na podstawie danych IMGW-PIB

Maksymalna prędkość wiatru rejestrowana na stacji synoptycznej Białystok w latach 1993–2025 wykazuje tendencję malejącą. Najwyższą wartość tego parametru, równą 11 m/s, odnotowano w 1993 roku, natomiast najniższą, wynoszącą 7 m/s, zarejestrowano w 2021 roku, przy średniej rocznej wartości maksymalnej wynoszącej 9 m/s. Spadkowy przebieg maksymalnych prędkości wiatru może wskazywać na zmniejszenie częstotliwości lub intensywności najsilniejszych epizodów wietrznych w analizowanym okresie, choć parametr ten, ze względu na swoją zmienność, powinien być interpretowany łącznie z liczbą dni z porywami wiatru oraz lokalnymi uwarunkowaniami terenowymi. Z punktu widzenia funkcjonowania miasta niższe wartości maksymalnej prędkości wiatru mogą oznaczać ograniczenie części zagrożeń związanych z uszkodzeniami drzewostanu, infrastruktury technicznej, elementów małej architektury oraz budynków. Jednocześnie malejąca intensywność wiatru nie eliminuje potrzeby uwzględniania tego czynnika w zarządzaniu ryzykiem klimatycznym, ponieważ nawet pojedyncze epizody silnego wiatru mogą powodować lokalne szkody i zakłócenia w funkcjonowaniu miasta. W ujęciu adaptacyjnym wskaźnik ten powinien być analizowany także w kontekście przewietrzania przestrzeni miejskiej, jakości powietrza oraz możliwości naturalnego ograniczania przegrzewania obszarów zabudowanych.

1.3.3. Liczba dni z porywami wiatru powyżej 17 m/s



Wykres 47. Liczba dni z porywami wiatru powyżej 17 m/s, źródło: opracowanie własne na podstawie danych IMGW-PIB

Liczba dni z porywami wiatru powyżej 17 m/s rejestrowana przez stację Białystok w latach 1993–2025 wykazuje tendencje silnie malejące – największą wartość (8 dni) odnotowano w latach 1993 i 1994, w latach 1996, 2003, 2005, 2006, 2009, 2010, 2016–2021 i od 2023 zjawisko to nie wystąpiło.

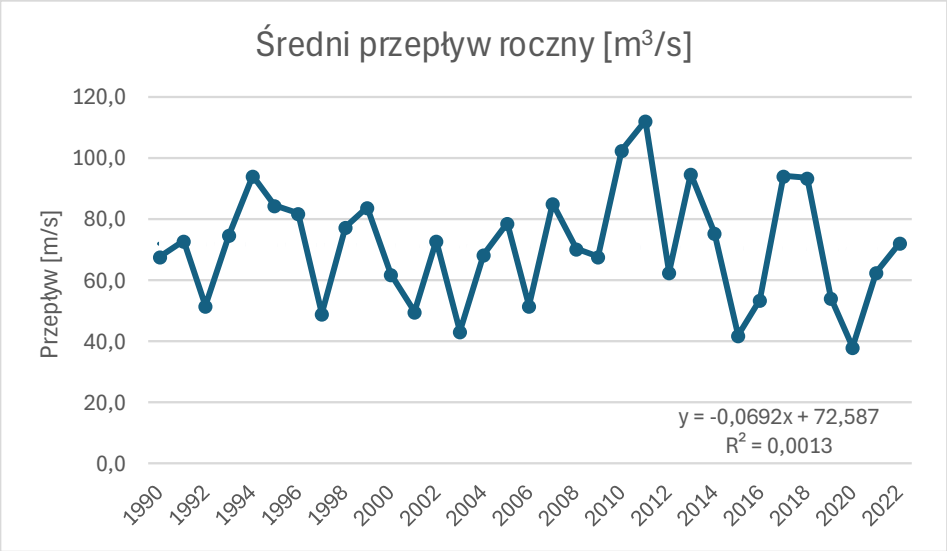
2. Wskaźniki hydrologiczne

Wskaźniki hydrologiczne takie jak przepływ średnioroczny, średni roczny przepływ maksymalny i minimalny oraz przepływ zwyczajny roczny wyznaczono na podstawie danych historycznych dla lat hydrologicznych 1990–2022 rejestrowanych na stacji pomiarowej 153220010 Piątnica-Łomża zlokalizowanej na Narwi. Wykorzystanie danych hydrologicznych ze stacji Piątnica-Łomża do charakterystyki obszaru Zambrowa jest uzasadnione jako regionalny punkt odniesienia, ze względu na powiązanie hydrograficzne obu obszarów. Stacja prowadzi pomiary na Narwi, natomiast przepływająca przez Zambrów Jabłonka jest dopływem Gaci, która uchodzi do Narwi. Obszar miasta należy zatem do tego samego systemu rzecznego.

Powiązanie to pozwala wykorzystać obserwacje ze stacji do przedstawienia szerszego tła hydrologicznego, pomocnego w interpretacji sezonowej zmienności warunków wodnych oraz regionalnych okresów niedoboru i zwiększonej dostępności wody.

Reprezentatywność tych danych należy jednak rozumieć w ujęciu regionalnym, a nie jako bezpośrednie odzwierciedlenie warunków w lokalnych ciekach Zambrowa. Ze względu na różnice wielkości zlewni, retencji i tempa reakcji na opady nie należy przenosić wartości stanów wody i przepływów z Narwi na Jabłonkę ani wykorzystywać ich samodzielnie do określania lokalnego zagrożenia powodziowego.

2.1. Średni roczny przepływ



Wykres 48. Średni roczny przepływ, źródło: opracowanie własne na podstawie danych IMGW-PIB

Średni roczny przepływ Narwi na stacji Piątnica-Łomża osiągnął w latach hydrologicznych wartość 71,4 m³/s i nie wykazuje jednoznacznego trendu kierunkowego. Wartość maksymalną równą 112,6 m³/s parametr ten osiągnął w 2011 roku, minimalną równą z kolei 38,3 m³/s w 2020 roku.

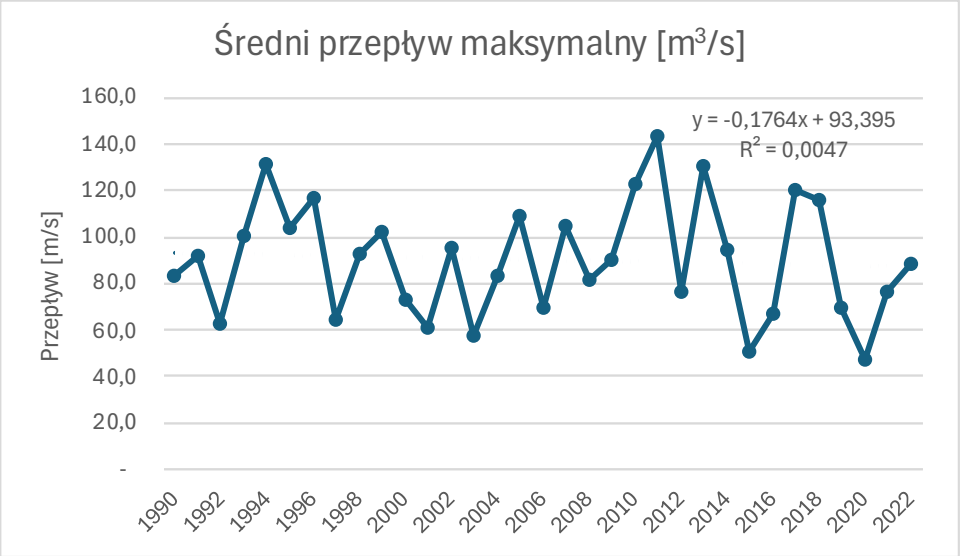
2.2. Przepływ zwyczajny roczny



Wykres 49. Przepływ zwyczajny roczny, źródło: opracowanie własne na podstawie danych IMGW-PIB

Zwyczajny roczny przepływ Narwi na stacji Piątnica-Łomża osiągnął w latach hydrologicznych wartość 56,6 m³/s i nie wykazuje jednoznacznego trendu kierunkowego. Wartość maksymalną równą 104,0 m³/s parametr ten osiągnął w 2011 roku. Minimalny przepływ zwyczajny równy z kolei 34,5 m³/s odnotowano w 2020 roku.

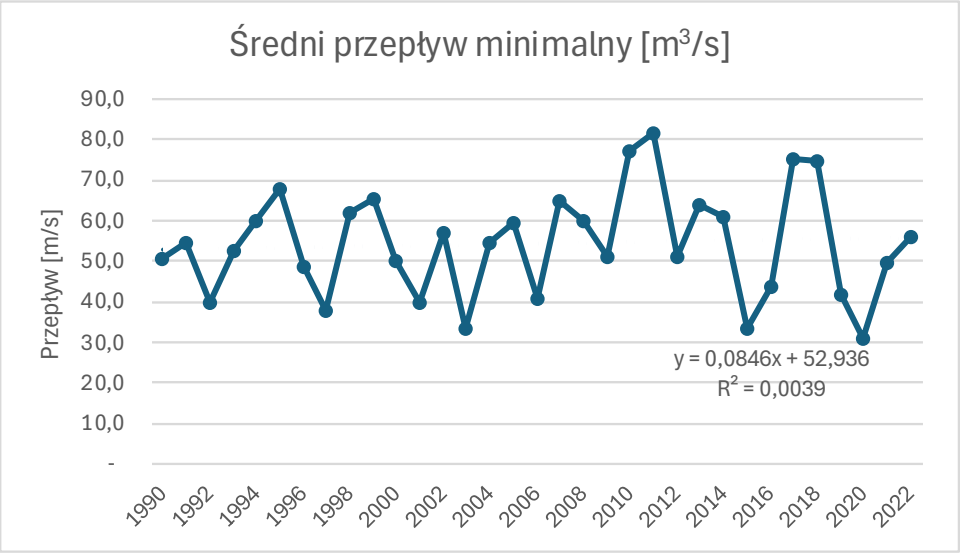
2.3. Średni roczny przepływ maksymalny



Wykres 50. Średni roczny przepływ maksymalny, źródło: opracowanie własne na podstawie danych IMGW-PIB

Średni roczny przepływ maksymalny Narwi na stacji Piątnica-Łomża osiągnął w latach hydrologicznych wartość 90,4 m³/s i nie wykazuje jednoznacznego trendu kierunkowego. Wartość maksymalną równą 143,5 m³/s średni maksymalny przepływ roczny osiągnął w 2011 roku, wartość minimalną równą z kolei 47,4 m³/s w 2020 roku.

2.4. Średni roczny przepływ minimalny



Wykres 51. Średni roczny przepływ minimalny, źródło: opracowanie własne na podstawie danych IMGW-PIB

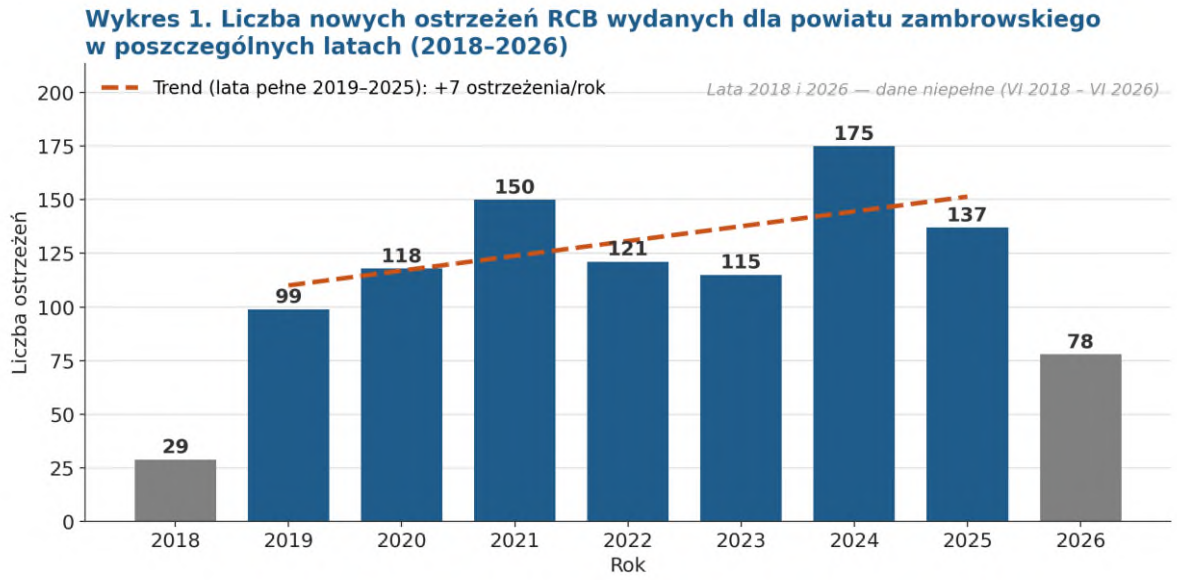
Średni roczny przepływ minimalny Narwi na stacji Piątnica-Łomża osiągnął w latach hydrologicznych wartość 54,4 m³/s i również nie wykazuje jednoznacznego trendu kierunkowego. Wartość maksymalną równą 81,7 m³/s średni minimalny przepływ roczny osiągnął w 2011 roku, wartość minimalną równą 31,2 m³/s odnotowano z kolei w 2020 roku.

3. Historyczne alerty RCB

Istotnym źródłem informacji o lokalnym narażeniu miasta na niebezpieczne zjawiska pogodowe są ostrzeżenia meteorologiczne publikowane przez Rządowe Centrum Bezpieczeństwa (RCB) we współpracy z Instytutem Meteorologii i Gospodarki Wodnej – Państwowym Instytutem Badawczym (IMGW-PIB). Ostrzeżenia te informują o prognozowanym wystąpieniu zjawisk mogących powodować zagrożenie dla życia, zdrowia i mienia, a przypisany im stopień (od 1 do 3) odzwierciedla przewidywaną intensywność zjawiska oraz skalę jego potencjalnych skutków.

Na potrzeby opracowania przeanalizowano komplet ostrzeżeń meteorologicznych wydanych dla obszaru obejmującego powiat zambrowski w okresie od czerwca 2018 r. do czerwca 2026 r. Zbiór źródłowy obejmuje 1 351 rekordów, na które składa się 1 022 nowych ostrzeżeń, 185 zmian (aktualizacji) już obowiązujących ostrzeżeń oraz 144 odwołania. Podstawą dalszej analizy ilościowej są wyłącznie nowe ostrzeżenia (1 022), ponieważ zmiany i odwołania nie stanowią odrębnych zdarzeń, lecz odnoszą się do komunikatów już wydanych. Należy zaznaczyć, że lata 2018 i 2026 obejmują dane niepełne (odpowiednio od czerwca 2018 r. oraz do czerwca 2026 r.), w związku z czym przy ocenie tendencji wieloletnich uwzględniono przede wszystkim lata pełne (2019–2025).

3.1. Tendencja wieloletnia ostrzeżeń

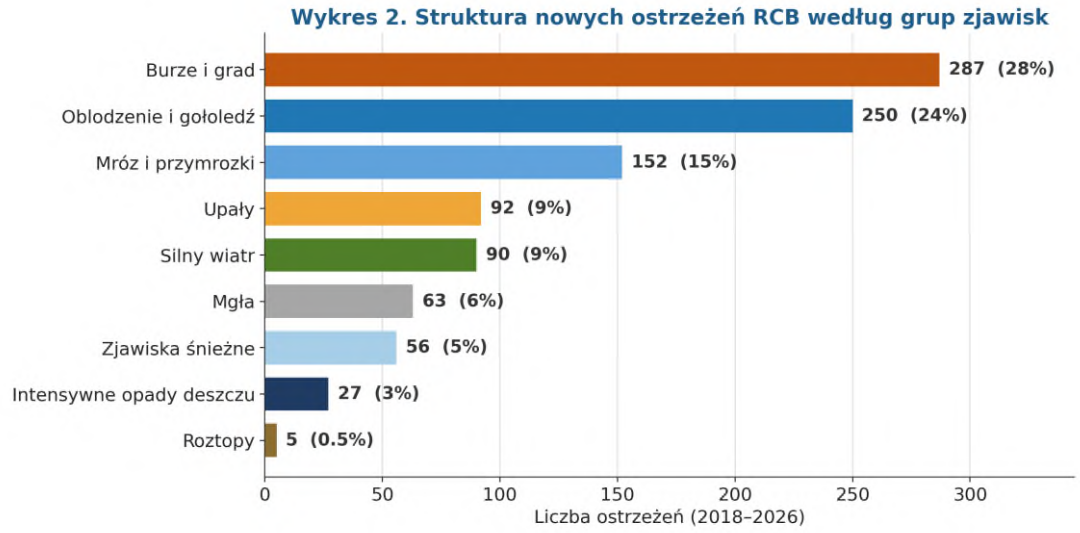


Wykres 52. Liczba nowych ostrzeżeń RCB wydanych dla powiatu zambrowskiego w poszczególnych latach (opracowanie własne na podstawie danych RCB/IMGW-PIB).

W analizowanym okresie liczba ostrzeżeń meteorologicznych wykazuje tendencję wzrostową. W latach 2019–2021 wydawano średnio 122 ostrzeżenia rocznie, podczas gdy w latach 2023–2025 średnia ta wzrosła do 142 ostrzeżeń rocznie, co oznacza wzrost o ok. 16%. Dopasowany trend liniowy dla lat pełnych wskazuje na systematyczny przyrost rzędu ok. 7 ostrzeżeń rocznie. Rekordowy pod tym względem był rok 2024, w którym wydano 175 ostrzeżeń, wobec 99 w roku 2019. Mimo rocznej zmienności, charakterystycznej dla zjawisk atmosferycznych, kierunek zmian pozostaje jednoznaczny: liczba sytuacji wymagających ostrzegania mieszkańców rośnie. Samo pierwsze półrocze 2026 r. przyniosło już 78 ostrzeżeń, co potwierdza utrzymywanie się wysokiego poziomu zagrożenia.

Skalę zjawiska dobrze oddaje liczba dni objętych ostrzeżeniem. W latach pełnych mieściła się ona w przedziale od 105 dni (2019 r.) do 139 dni (2024 r.), co oznacza, że średnio co trzeci dzień w roku na obszarze powiatu obowiązywało przynajmniej jedno ostrzeżenie meteorologiczne. Mediana czasu obowiązywania pojedynczego ostrzeżenia wynosi 11 godzin, przy czym ostrzeżenia przed upałem są zdecydowanie najdłuższe (mediana 33 godziny), a ostrzeżenia przed burzami najkrótsze (mediana 10 godzin).

3.2. Struktura ostrzeżeń według rodzaju zjawisk

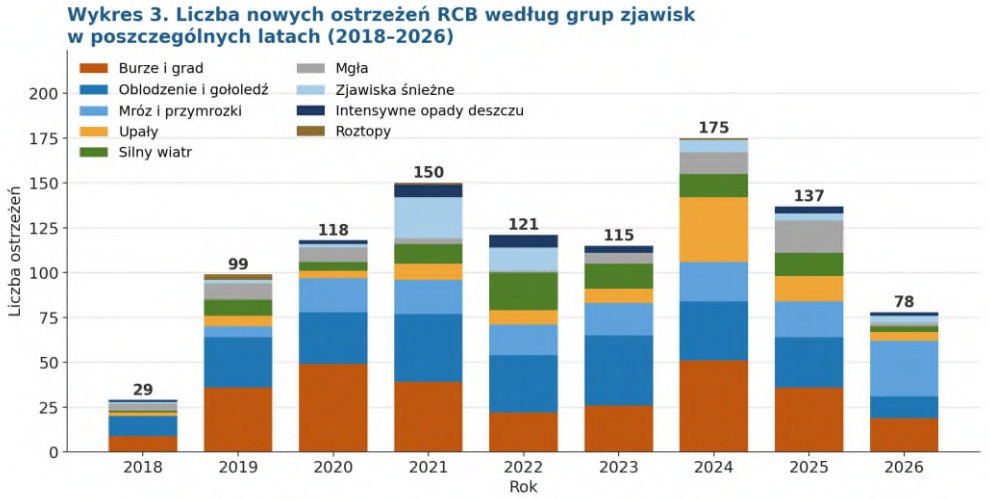


Wykres 53. Struktura nowych ostrzeżeń RCB według grup zjawisk w latach 2018–2026 (opracowanie własne).

Pod względem rodzaju zjawiska zdecydowanie dominują ostrzeżenia związane z konwekcją atmosferyczną. Burze, burze z gradem oraz silne deszcze z burzami stanowią łącznie 287 ostrzeżeń (28% wszystkich). Drugą co do liczebności grupą są zjawiska zimowe związane z oblodzeniem i gołoledzią (oblodzenie oraz opady marznące) – łącznie 250 ostrzeżeń (24%). Trzecie miejsce zajmują mróz i przymrozki (152 ostrzeżenia; 15%). Upały, mające największe znaczenie z punktu widzenia adaptacji do zmian klimatu na obszarach zurbanizowanych, odpowiadają za 92 ostrzeżenia (9%). Pozostałe grupy stanowią: silny wiatr (90; 9%), mgła (63; 6%), zjawiska śnieżne (56; 5%), intensywne opady deszczu (27; 3%) oraz roztopy (5; 0,5%).

W obrębie grupy zjawisk konwekcyjnych najczęstsze są burze z gradem (157 ostrzeżeń), następnie burze (101) oraz silne deszcze z burzami (29). Analiza treści komunikatów pokazuje, że prognozowane porywy wiatru towarzyszące burzom sięgały mediany 75 km/h, a w 49 przypadkach zapowiadano porywy co najmniej 90 km/h, przy maksimum 115 km/h. Prognozowane sumy opadu w czasie burz osiągały lokalnie mediany rzędu 40 mm, a w skrajnych przypadkach do 80 mm – są to wartości mogące powodować lokalne podtopienia i przeciążenie sieci kanalizacji deszczowej. Znamienna jest również skala nietrafionych prognoz konwekcyjnych: spośród 144 odwołanych ostrzeżeń aż 88 (61%) dotyczyło burz, co odzwierciedla wysoką niepewność prognozowania tego typu zjawisk.

3.3. Zmiany struktury zagrożeń w czasie



Wykres 54. Liczba nowych ostrzeżeń RCB według grup zjawisk w poszczególnych latach (opracowanie własne).

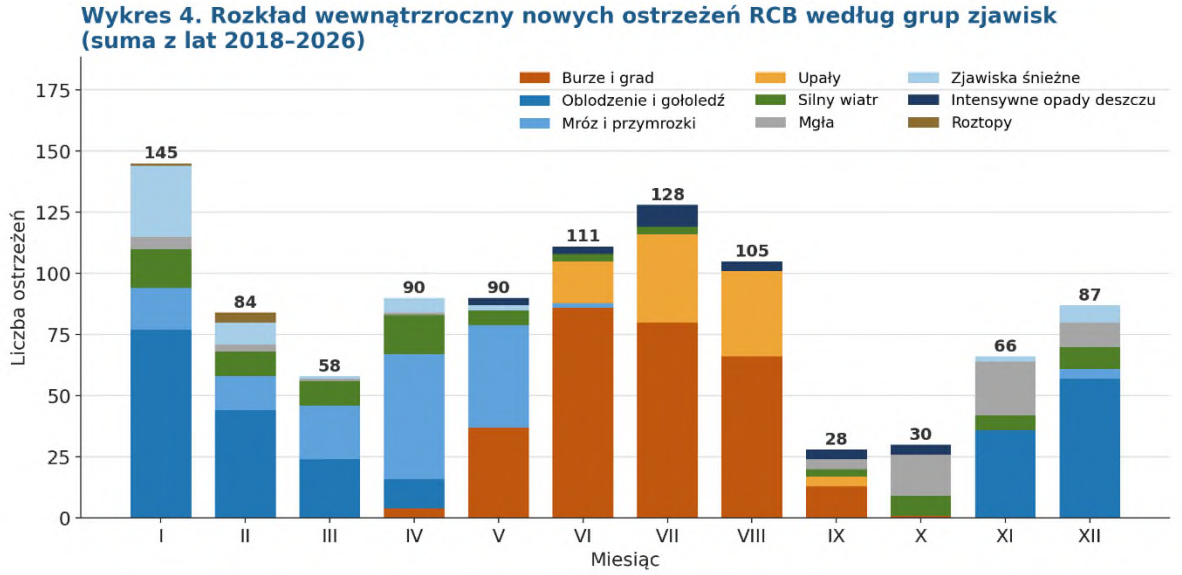
Analiza rozkładu ostrzeżeń w poszczególnych latach pokazuje, że za wzrost ich ogólnej liczby odpowiadają przede wszystkim zjawiska o charakterze termicznym. Liczba ostrzeżeń przed upałami wzrosła z 4–9 rocznie w latach 2019–2023 do 36 w rekordowym 2024 r., a trend liniowy dla lat pełnych wskazuje na przyrost o ok. 3 ostrzeżenia rocznie – najsilniejszy spośród wszystkich grup zjawisk. Rok 2024 wyróżnia się zatem jako sezon o wyjątkowej kumulacji zjawisk ciepłych. Liczba ostrzeżeń przed burzami i gradem pozostaje wysoka, lecz bez wyraźnego trendu – waha się od 22 (2022 r.) do 51 (2024 r.). Zjawiska zimowe (oblodzenie, gołoledź, śnieg) utrzymują się na stosunkowo stabilnym, choć zmiennym poziomie, bez tendencji wzrostowej, co jest spójne z obserwowanym w skali kraju ociepleniem i stopniowym zanikiem zjawisk mroźnych. Zwraca natomiast uwagę wyraźny wzrost liczby ostrzeżeń przed przymrozkami i mrozem w 2026 r. (31 w samym pierwszym półroczu, w tym 22 dotyczące przymrozków), związanych z wiosennymi przymrozkami zagrażającymi roślinności oraz uprawom, co ma istotne znaczenie w powiecie o silnie rolniczym charakterze otoczenia miasta. Systematycznie rośnie także liczba ostrzeżeń przed gęstą mgłą (z 1 w 2022 r. do 18 w 2025 r.), co przekłada się bezpośrednio na bezpieczeństwo ruchu drogowego.

Tabela 1. Liczba nowych ostrzeżeń RCB według grup zjawisk w poszczególnych latach (2018–2026).

Grupa zjawisk	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	Razem
Burze i grad	9	36	49	39	22	26	51	36	19	287
Oblodzenie i gołoledź	11	28	29	38	32	39	33	28	12	250
Mróz i przymrozki	0	6	19	19	17	18	22	20	31	152
Upały	2	6	4	9	8	8	36	14	5	92
Silny wiatr	1	9	5	11	21	14	13	13	3	90
Mgła	4	9	8	3	1	6	12	18	2	63
Zjawiska śnieżne	1	2	2	23	13	0	7	4	4	56
Intensywne opady deszczu	1	0	2	7	7	4	0	4	2	27
Roztopy	0	3	0	1	0	0	1	0	0	5
RAZEM (nowe ostrzeżenia)	29	99	118	150	121	115	175	137	78	1022

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych RCB/IMGW-PIB. Lata 2018 i 2026 – dane niepełne.

3.4. Sezonowość zagrożeń



Wykres 55. Rozkład wewnątrz roczny nowych ostrzeżeń RCB według grup zjawisk (opracowanie własne).

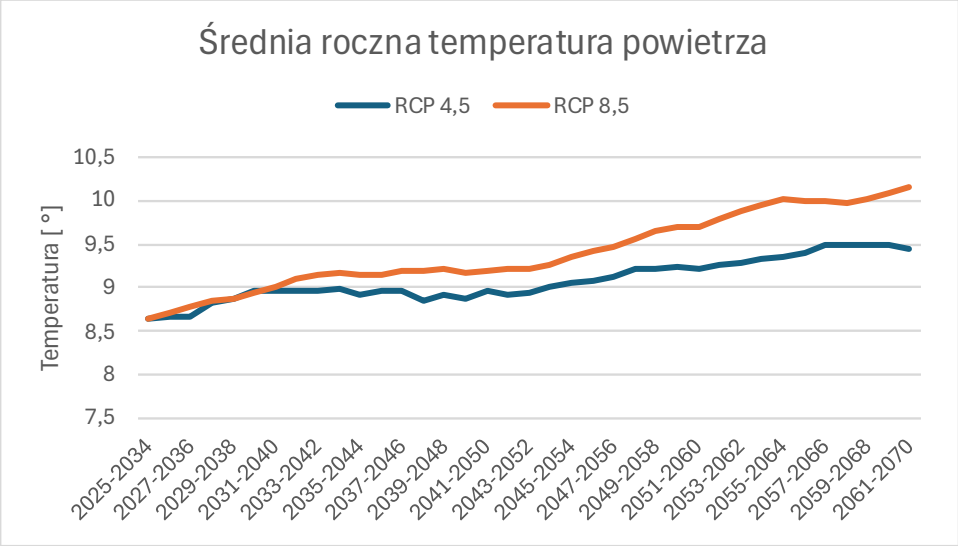
Rozkład ostrzeżeń w cyklu rocznym wskazuje na dwa wyraźne maksima zagrożeń. Pierwsze przypada na miesiące zimowe – styczeń jest miesiącem o największej liczbie ostrzeżeń w całym zbiorze (145), zdominowanym przez oblodzenie i gołoledź (77) oraz zjawiska śnieżne (29). Drugie maksimum obejmuje okres od czerwca do sierpnia (łącznie 344 ostrzeżenia), w którym niemal wyłącznie występują burze, grad i upały. Na sezon ciepły (maj–wrzesień) przypada 45% wszystkich ostrzeżeń. Odrębnym zjawiskiem jest kwiecień i maj, gdy dominują ostrzeżenia przed przymrozkami (łącznie 93), oraz okres jesienny (październik–listopad), gdy najczęstszym zagrożeniem staje się gęsta mgła (39 ostrzeżeń). Najmniej ostrzeżeń wydawano we wrześniu (28) i październiku (30), które stanowią sezonowe okno względnego spokoju pogodowego.

4. Scenariusze zmian klimatu

Scenariusze zmian klimatu dla obszaru Polski, opracowane w układzie powiatowym, zostały przygotowane przez Instytut Ochrony Środowiska – Państwowy Instytut Badawczy, w oparciu o dane projektu EURO-CORDEX (Coordinated Downscaling Experiment), stanowiącego europejski komponent światowego Programu Badań nad Klimatem (World Climate Research Programme – WCRP), który wykorzystuje symulacje klimatyczne bazujące na najnowszych modelach uwzględnionych w 5. Raporcie Oceny Międzyrządowego Zespołu ds. Zmian Klimatu (AR5 IPCC) opublikowanym w latach 2013–2014. Scenariusze te, udostępnione na stronie internetowej Instytutu, przyjęto w niniejszym opracowaniu pod oznaczeniami RCP 4,5 oraz RCP 8,5, których nazwy odnoszą się do prognozowanego poziomu globalnego wymuszenia radiacyjnego w górnych warstwach atmosfery, zależnego od koncentracji gazów cieplarnianych. W przypadku scenariusza RCP 4,5 do 2060 roku zakłada się osiągnięcie wymuszenia radiacyjnego na poziomie 4,5 W/m^2, stężenia CO_2 do 540 ppm. oraz wzrostu średniej temperatury globalnej o 2,5 °C, natomiast scenariusz RCP 8,5 przewiduje, że pod koniec XXI wieku stężenie CO_2 osiągnie około 940 ppm., wymuszenie radiacyjne wzrośnie do 8,5 W/m^2, a średnia temperatura Ziemi zwiększy się o 4,5 °C względem epoki przedindustrialnej. Na potrzeby analizy zmian klimatu dla Miasta Zambrów wykorzystano scenariusze opracowane przez IOŚ-PIB dla powiatu zambrowskiego, w perspektywie do 2070 roku.

4.1. Wskaźniki temperaturowe

4.1.1. Średnia roczna temperatura powietrza



Wykres 56. Średnia roczna temperatura powietrza, źródło: opracowanie własne na podstawie danych projekcji klimatycznych dla Polski, KLIMADA 2.0, https://klimada2.ios.gov.pl/klimat-scenariusze-portal/

Wyniki analiz opartych na scenariuszach RCP 4,5 oraz RCP 8,5 wskazują na systematyczny wzrost średniej rocznej temperatury powietrza na obszarze miasta. W wariancie RCP 4,5 przewiduje się, że średnia roczna temperatura wzrośnie z 8,65 °C w dekadzie 2025–2034 do 9,45 °C w latach 2061–2070, co odpowiada zmianie o 0,80 °C, przy czym najniższą wartość prognozuje się dla dekady 2025–2034 (8,65 °C), a najwyższą dla okresu 2057–2066 (9,49 °C). W scenariuszu RCP 8,5 wzrost ten obejmuje zakres od 8,64 °C w dekadzie 2025–2034 do 10,15 °C w latach 2061–2070, czyli o 1,51 °C, przy najniższej wartości prognozowanej dla dekady 2025–2034 (8,64 °C) i najwyższej dla okresu 2061–2070 (10,15 °C). Oznacza to, że przebieg zmian prognozowany w scenariuszu RCP 8,5 należy ocenić jako mniej korzystny i wiążący się z większą skalą zagrożeń klimatycznych dla Miasta Zambrów. Oba analizowane scenariusze przewidują stopniowy wzrost średniomiesięcznej temperatury w każdym miesiącu roku.

Tabela 2. Średnia miesięczna temperatura w scenariuszu RCP4,5, źródło: opracowanie własne na podstawie danych projekcji klimatycznych dla Polski, KLIMADA 2.0, https://klimada2.ios.gov.pl/klimat-scenariusze-portal/

RCP 4,5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2021–2030	−2,32	−1,68	2,52	7,77	13,14	16,95	19,04	18,26	13,98	8,77	3,91	0,18
2031–2040	−0,79	−0,18	3,07	8,52	13,56	17,1	19,35	18,46	14,49	9,14	4	0,68
2041–2050	−1,37	−0,5	2,81	8,37	13,73	17,6	19,74	18,93	14,54	9,22	4,13	0,28
2051–2060	−0,96	−0,36	3,69	8,94	13,59	17,31	19,57	18,96	14,6	9,59	4,57	1,19
2061–2070	−0,52	−0,13	3,78	8,63	13,62	17,73	20,02	19,27	15,02	9,86	4,65	1,48

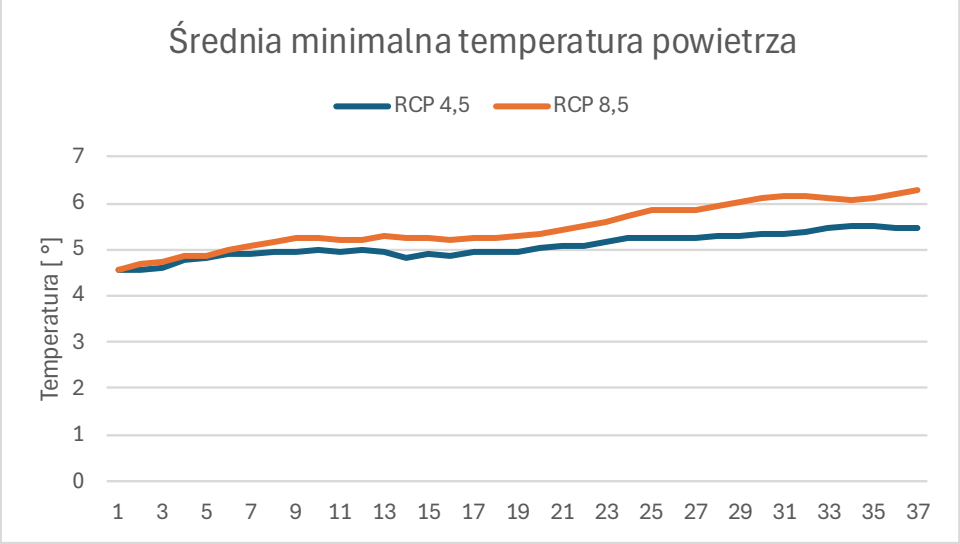
W scenariuszu RCP 4,5 największy wzrost średniomiesięcznej temperatury w latach 2021–2070 prognozowany jest w styczniu i wynosi 1,80 °C, najmniejszy z kolei w maju (0,48 °C). Prognozuje się, że najcieplejszym miesiącem w całym analizowanym okresie będzie lipiec, a najzimniejszym styczeń. Średnie temperatury w tych miesiącach w latach 2061–2070 wyniosą odpowiednio 20,02 °C i −0,52 °C.

Tabela 3. Średnia miesięczna temperatura w scenariuszu RCP8,5, źródło: opracowanie własne na podstawie danych projekcji klimatycznych dla Polski, KLIMADA 2.0, https://klimada2.ios.gov.pl/klimat-scenariusze-portal/

RCP 8,5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2021–2030	−2,43	−1,47	2,58	8,22	13,46	16,86	19,03	18,17	13,97	8,68	4,03	−0,22
2031–2040	−1,45	−0,23	3,34	8,96	13,6	17,3	19,38	18,6	14,47	9,37	4,19	0,54
2041–2050	−1,55	0,02	3,74	8,95	13,68	17,45	19,67	18,97	14,69	9,93	4,54	0,29
2051–2060	−0,71	0,96	4,66	9,48	13,73	17,86	19,68	19,11	15,05	10,22	5,03	1,31
2061–2070	0,38	1,06	4,52	9,7	14,3	17,97	20,35	19,78	15,9	10,67	5,48	1,73

W scenariuszu RCP 8,5, podobnie jak w RCP 4,5, największy wzrost średniomiesięcznej temperatury w latach 2021–2070 prognozowany jest w styczniu i wynosi 2,81 °C, najmniejszy z kolei w maju (0,84 °C). Prognozuje się, że najcieplejszym miesiącem w całym analizowanym okresie będzie lipiec, a najzimniejszym styczeń. Średnie temperatury w tych miesiącach w latach 2061–2070 wyniosą odpowiednio 20,35 °C i 0,38 °C.

4.1.2. Średnia minimalna temperatura powietrza



Wykres 57. Średnia minimalna temperatura powietrza, źródło: opracowanie własne na podstawie danych projekcji klimatycznych dla Polski, KLIMADA 2.0, https://klimada2.ios.gov.pl/klimat-scenariusze-portal

Wyniki analiz opartych na scenariuszach RCP 4,5 oraz RCP 8,5 wskazują na systematyczny wzrost średniej minimalnej temperatury powietrza na obszarze miasta. W wariancie RCP 4,5 przewiduje się wzrost średniej minimalnej temperatury z 4,56 °C w dekadzie 2025–2034 do 5,46 °C w latach 2061–2070, co odpowiada zmianie o 0,90 °C, przy czym najniższą wartość prognozuje się dla dekady 2025–2034 (4,56 °C), a najwyższą dla okresu 2059–2068 (5,50 °C). W scenariuszu RCP 8,5 wzrost obejmuje zakres od 4,57 °C w dekadzie 2025–2034 do 6,27 °C w latach 2061–2070, czyli o 1,70 °C, przy najniższej wartości w dekadzie 2025–2034 (4,57 °C) i najwyższej w okresie 2061–2070 (6,27 °C). Oba analizowane scenariusze przewidują stopniowy wzrost średniomiesięcznej temperatury minimalnej w każdym miesiącu roku.

Tabela 4. Średnia miesięczna minimalna temperatura w scenariuszu RCP4,5, źródło: opracowanie własne na podstawie danych projekcji klimatycznych dla Polski, KLIMADA 2.0, https://klimada2.ios.gov.pl/klimat-scenariusze-portal/

RCP 4,5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2021–2030	−4,95	−5,09	−1,55	2,87	7,76	11,81	13,95	13,36	9,43	5,05	1,26	−2,19
2031–2040	−3,38	−3,32	−0,92	3,5	8,28	11,94	14,31	13,47	9,92	5,5	1,3	−1,56
2041–2050	−3,88	−3,46	−0,96	3,44	8,38	12,29	14,64	13,78	10,09	5,61	1,47	−1,88
2051–2060	−3,41	−3,35	−0,05	4,02	8,46	12,2	14,45	13,98	10,19	5,96	1,85	−1,13
2061–2070	−2,98	−3,14	−0,09	3,81	8,41	12,56	14,92	14,33	10,44	6,16	1,96	−0,82

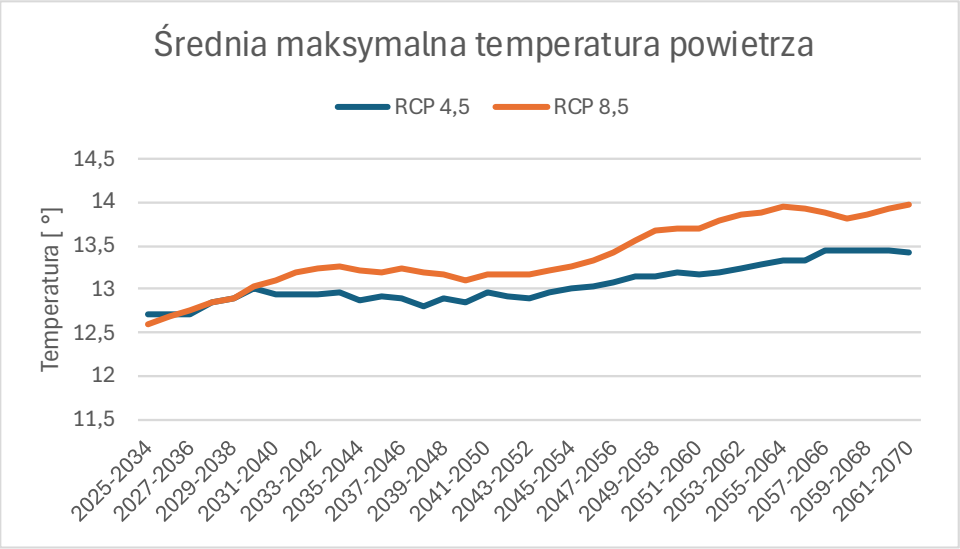
W scenariuszu RCP 4,5 największy wzrost średniomiesięcznej temperatury minimalnej w latach 2021–2070 prognozowany jest w styczniu i wynosi 1,97 °C, najmniejszy z kolei w maju (0,65 °C). Prognozuje się, że miesiącem z najwyższą średnią minimalną temperaturą powietrza w całym analizowanym okresie będzie lipiec, a najzimniejszym styczeń. Średnie temperatury minimalne w tych miesiącach w latach 2061–2070 wyniosą odpowiednio 14,92 °C i −2,98 °C.

Tabela 5. Średnia miesięczna minimalna temperatura w scenariuszu RCP8,5, źródło: opracowanie własne na podstawie danych projekcji klimatycznych dla Polski, KLIMADA 2.0, https://klimada2.ios.gov.pl/klimat-scenariusze-portal/

RCP 8,5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2021–2030	−5,16	−4,94	−1,2	3,31	7,86	11,63	13,75	13,13	9,52	5,05	1,36	−2,65
2031–2040	−3,9	−3,09	−0,48	4,09	8,45	12,27	14,23	13,69	9,97	5,84	1,44	−1,61
2041–2050	−4,02	−2,95	−0,05	4	8,53	12,43	14,73	14,08	10,28	6,33	1,92	−2,13
2051–2060	−3,03	−1,94	1,11	4,74	8,68	12,94	14,64	14,21	10,75	6,74	2,44	−0,84
2061–2070	−2,21	−1,83	0,85	4,96	9,04	12,98	15,49	15,03	11,54	7,19	2,74	−0,49

W scenariuszu RCP 8,5, inaczej niż w RCP 4,5, największy wzrost średniomiesięcznej temperatury minimalnej w latach 2021–2070 prognozowany jest w lutym i wynosi 3,11 °C, najmniejszy z kolei w maju (1,18 °C). Prognozuje się, że najcieplejszym miesiącem w całym analizowanym okresie będzie lipiec, a najzimniejszym styczeń. Średnie temperatury minimalne w tych miesiącach w latach 2061–2070 wyniosą odpowiednio 15,49 °C i −2,21 °C.

4.1.3. Średnia maksymalna temperatura powietrza



Wykres 58. Średnia maksymalna temperatura powietrza, źródło: opracowanie własne na podstawie danych projekcji klimatycznych dla Polski, KLIMADA 2.0, https://klimada2.ios.gov.pl/klimat-scenariusze-portal

Wyniki analiz opartych na scenariuszach RCP 4,5 oraz RCP 8,5 wskazują na systematyczny wzrost średniej maksymalnej temperatury powietrza na obszarze miasta. W wariancie RCP 4,5 przewiduje się wzrost średniej maksymalnej temperatury z 12,71 °C w dekadzie 2025–2034 do 13,41 °C w latach 2061–2070, co odpowiada zmianie o 0,70 °C, przy czym najniższą wartość prognozuje się dla dekady 2025–2034 (12,71 °C), a najwyższą dla okresu 2059–2068 (13,45 °C). W scenariuszu RCP 8,5 wzrost obejmuje zakres od 12,60 °C w dekadzie 2025–2034 do 13,97 °C w latach 2061–2070, czyli o 1,37 °C, przy najniższej wartości w dekadzie 2025–2034 (12,60 °C) i najwyższej w okresie 2061–2070 (13,97 °C). Oba analizowane scenariusze przewidują stopniowy wzrost średniomiesięcznej temperatury maksymalnej w każdym miesiącu roku.

Tabela 6. Średnia miesięczna maksymalna temperatura w scenariuszu RCP4,5, źródło: opracowanie własne na podstawie danych projekcji klimatycznych dla Polski, KLIMADA 2.0, https://klimada2.ios.gov.pl/klimat-scenariusze-portal/

RCP 4,5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2021–2030	0,1	1,01	6,65	12,94	18,55	22,08	24,36	23,51	18,9	12,71	6,47	1,94
2031–2040	1,2	2,46	6,86	13,73	18,95	22,18	24,43	23,69	19,49	12,92	6,52	2,79
2041–2050	0,56	2,06	6,53	13,47	19,2	22,95	24,98	24,14	19,45	13,09	6,72	2,3
2051–2060	1,04	2,28	7,4	14,11	18,92	22,45	24,71	24,09	19,38	13,31	7,08	3,17
2061–2070	1,5	2,29	7,57	13,54	18,86	22,87	25,26	24,46	20,12	13,79	7,22	3,42

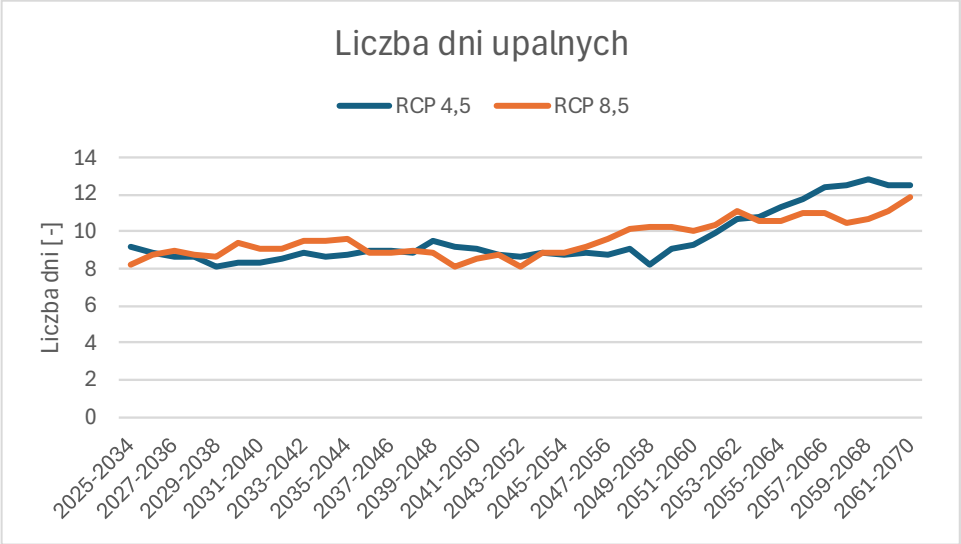
W scenariuszu RCP 4,5 największy wzrost średniomiesięcznej temperatury maksymalnej w latach 2021–2070 prognozowany jest w grudniu i wynosi 1,48 °C, najmniejszy z kolei w maju (0,31 °C). Prognozuje się, że miesiącem z najwyższą średnią maksymalną temperaturą powietrza w całym analizowanym okresie będzie lipiec, a najzimniejszym styczeń. Średnie temperatury maksymalne w tych miesiącach w latach 2061–2070 wyniosą odpowiednio 25,26 °C i 1,50 °C.

Tabela 7. Średnia miesięczna maksymalna temperatura w scenariuszu RCP8,5, źródło: opracowanie własne na podstawie danych projekcji klimatycznych dla Polski, KLIMADA 2.0, https://klimada2.ios.gov.pl/klimat-scenariusze-portal/

RCP 8,5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2021–2030	−0,31	1,18	6,4	13,23	18,73	21,85	24,09	23,27	18,73	12,3	6,49	1,75
2031–2040	0,97	2,86	7,07	14,08	19,06	22,5	24,66	23,92	19,54	13,29	6,58	2,64
2041–2050	0,7	2,75	7,35	13,99	19,01	22,7	24,66	24,13	19,59	13,78	6,89	2,33
2051–2060	1,58	3,6	8,64	14,61	18,92	23,02	24,75	24,32	19,95	14,17	7,62	3,22
2061–2070	2,23	3,33	8,16	14,62	19,4	23	25,35	24,83	20,78	14,52	7,9	3,52

W scenariuszu RCP 8,5, inaczej niż w RCP 4,5, największy wzrost średniomiesięcznej temperatury maksymalnej w latach 2021–2070 prognozowany jest w styczniu i wynosi 2,54 °C, najmniejszy z kolei w maju (0,67 °C). Prognozuje się, że najcieplejszym miesiącem w całym analizowanym okresie będzie lipiec, a najzimniejszym styczeń. Średnie temperatury maksymalne w tych miesiącach w latach 2061–2070 wyniosą odpowiednio 25,35 °C i 2,23 °C.

4.1.4. Liczba dni upalnych

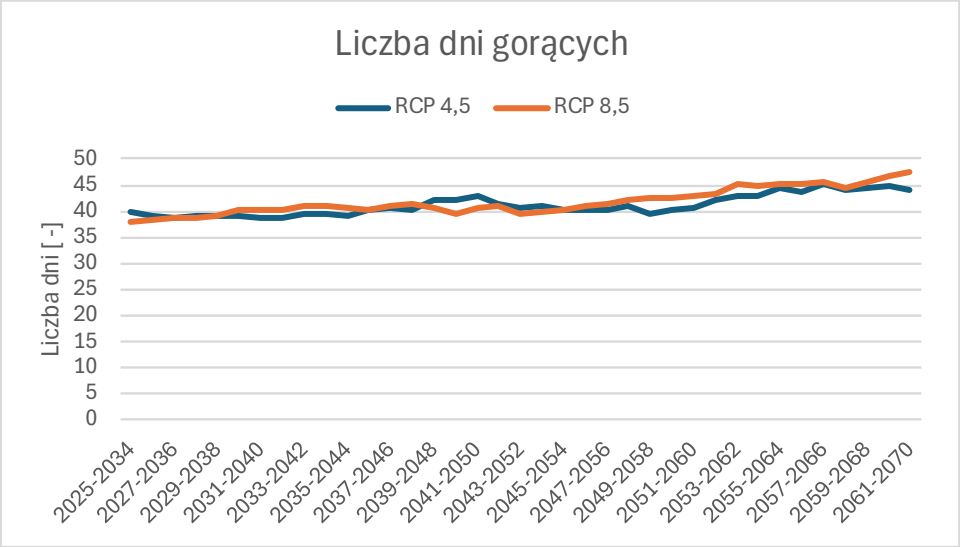


Wykres 59. Liczba dni upalnych, źródło: opracowanie własne na podstawie danych projekcji klimatycznych dla Polski, KLIMADA 2.0, https://klimada2.ios.gov.pl/klimat-scenariusze-portal/

Prognozy sporządzone dla obu analizowanych scenariuszy klimatycznych wskazują na utrzymywanie się tendencji wzrostowej liczby dni upalnych definiowanych jako dni, w których maksymalna dobowa temperatura przekracza 30 °C.

W wariancie RCP 4,5 przewiduje się wzrost średniej liczby takich dni z około 9,23 w dekadzie 2025–2034 do około 12,51 w latach 2061–2070, co oznacza zmianę o 3,28 dnia, przy czym najniższą wartość prognozuje się dla dekady 2029–2038 (8,15 dnia), a najwyższą dla okresu 2059–2068 (12,82 dnia). Podobną dynamikę zmian prezentuje scenariusz RCP 8,5, zgodnie z którym liczba dni upalnych wzrośnie z około 8,20 w dekadzie 2025–2034 do około 11,87 w dekadzie 2061–2070, czyli o około 3,67 dnia, przy najmniejszej liczbie w dekadzie 2040–2049 (8,06 dnia) i największej w okresie 2061–2070 (11,87 dnia). Oznacza to, że w wariancie tym należy spodziewać się większego nasilenia zjawiska dni z temperaturą maksymalną powyżej 30 °C.

4.1.5. Liczba dni gorących

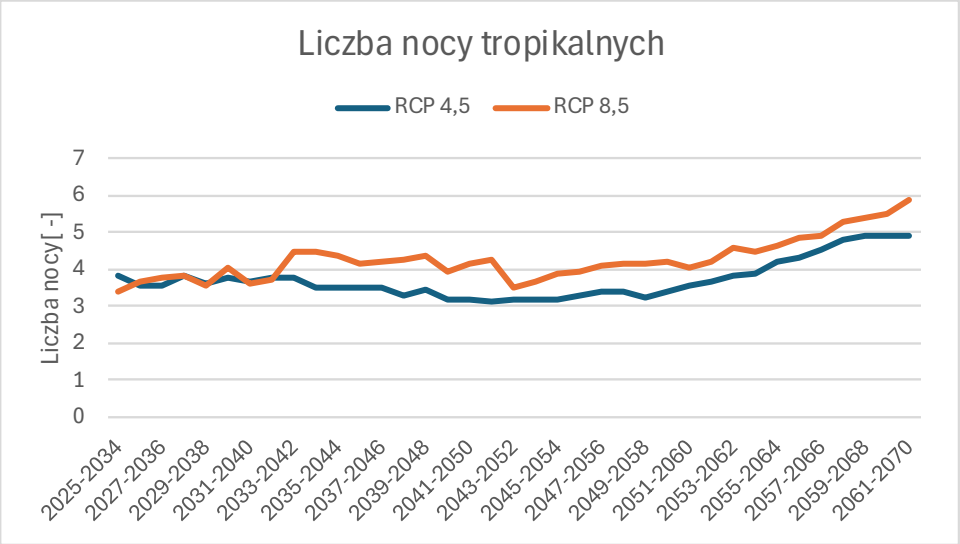


Wykres 60. Liczba dni gorących, źródło: opracowanie własne na podstawie danych projekcji klimatycznych dla Polski, KLIMADA 2.0, https://klimada2.ios.gov.pl/klimat-scenariusze-portal/

Prognozy sporządzone dla obu analizowanych scenariuszy klimatycznych wskazują na utrzymywanie się tendencji wzrostowej liczby dni gorących definiowanych jako dni, w których maksymalna dobowa temperatura przekracza 25 °C.

W wariancie RCP 4,5 przewiduje się wzrost średniej liczby takich dni z około 40,00 w dekadzie 2025–2034 do około 44,10 w latach 2061–2070, co oznacza zmianę o 4,10 dnia, przy czym najniższą wartość prognozuje się dla dekady 2027–2036 (38,55 dnia), a najwyższą dla okresu 2057–2066 (45,15 dnia). Podobną dynamikę zmian prezentuje scenariusz RCP 8,5, zgodnie z którym liczba dni gorących wzrośnie z około 37,97 w dekadzie 2025–2034 do około 47,61 w dekadzie 2061–2070, czyli o około 9,64 dnia, przy najmniejszej liczbie w dekadzie 2025–2034 (37,97 dnia) i największej w okresie 2061–2070 (47,61 dnia). Oznacza to, że w wariancie tym należy spodziewać się większego nasilenia zjawiska dni z temperaturą maksymalną powyżej 25 °C.

4.1.6. Liczba nocy tropikalnych

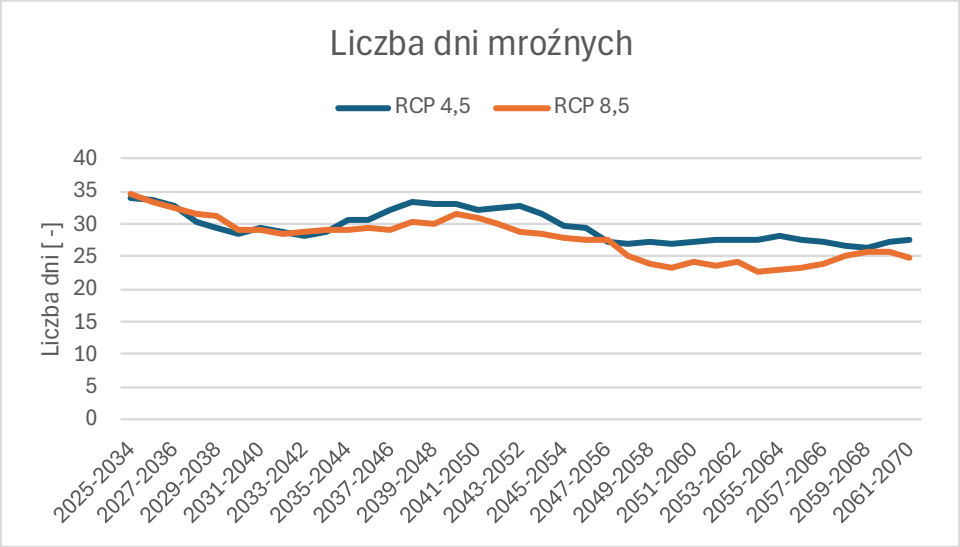


Wykres 61. Liczba nocy tropikalnych, źródło: opracowanie własne na podstawie danych projekcji klimatycznych dla Polski, KLIMADA 2.0, https://klimada2.ios.gov.pl/klimat-scenariusze-portal/

Prognozy sporządzone dla obu analizowanych scenariuszy klimatycznych wskazują na utrzymywanie się tendencji wzrostowej liczby nocy tropikalnych definiowanych jako noce, w których minimalna dobowa temperatura nie spada poniżej 20 °C.

W wariancie RCP 4,5 przewiduje się wzrost średniej liczby nocy tropikalnych z około 3,81 w dekadzie 2025–2034 do około 4,91 w latach 2061–2070, co oznacza zmianę o 1,10 nocy, przy czym najniższą wartość prognozuje się dla dekady 2042–2051 (3,12 nocy), a najwyższą dla okresu 2059–2068 (4,93 nocy). Podobną dynamikę zmian prezentuje scenariusz RCP 8,5, zgodnie z którym liczba nocy tropikalnych wzrośnie z około 3,41 w dekadzie 2025–2034 do około 5,88 w dekadzie 2061–2070, czyli o około 2,47 nocy, przy najmniejszej liczbie w dekadzie 2025–2034 (3,41 nocy) i największej w okresie 2061–2070 (5,88 nocy).

4.1.7. Liczba dni mroźnych

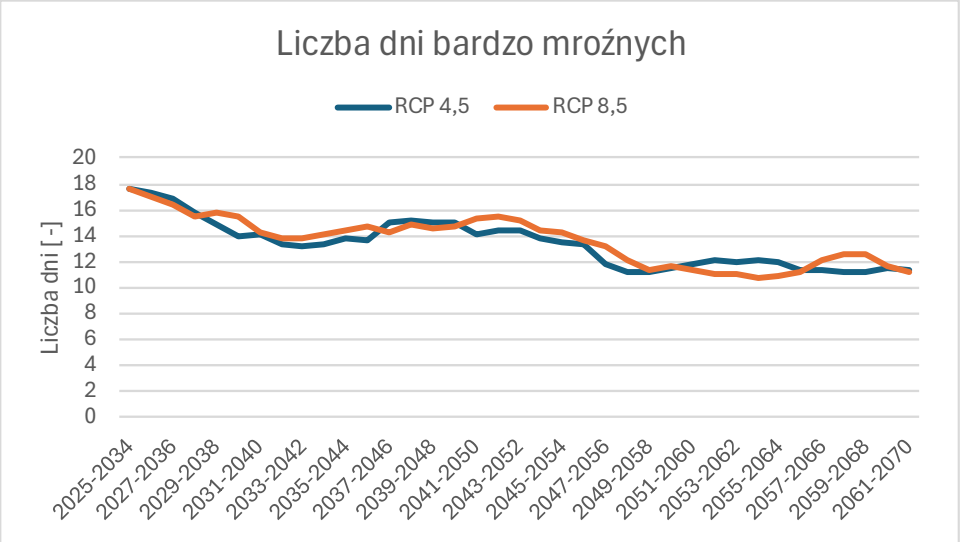


Wykres 62. Liczba dni mroźnych, źródło: opracowanie własne na podstawie danych projekcji klimatycznych dla Polski, KLIMADA 2.0, https://klimada2.ios.gov.pl/klimat-scenariusze-portal/

Prognozy sporządzone dla obu analizowanych scenariuszy klimatycznych wskazują na utrzymywanie się tendencji spadkowej liczby dni mroźnych definiowanych jako dni, w których maksymalna dobowa temperatura nie przekracza 0 °C.

W wariancie RCP 4,5 przewiduje się spadek średniej liczby takich dni z około 34,12 w dekadzie 2025–2034 do około 27,51 w latach 2061–2070, co oznacza zmianę o 6,61 dnia, przy czym najniższą wartość prognozuje się dla dekady 2059–2068 (26,45 dnia), a najwyższą dla okresu 2025–2034 (34,12 dnia). Podobną dynamikę zmian prezentuje scenariusz RCP 8,5, zgodnie z którym liczba dni mroźnych spadnie z około 34,55 w dekadzie 2025–2034 do około 24,77 w dekadzie 2061–2070, czyli o około 9,78 dnia, przy najmniejszej liczbie w dekadzie 2054–2063 (22,76 dnia) i największej w okresie 2025–2034 (34,55 dnia).

4.1.8. Liczba dni bardzo mroźnych



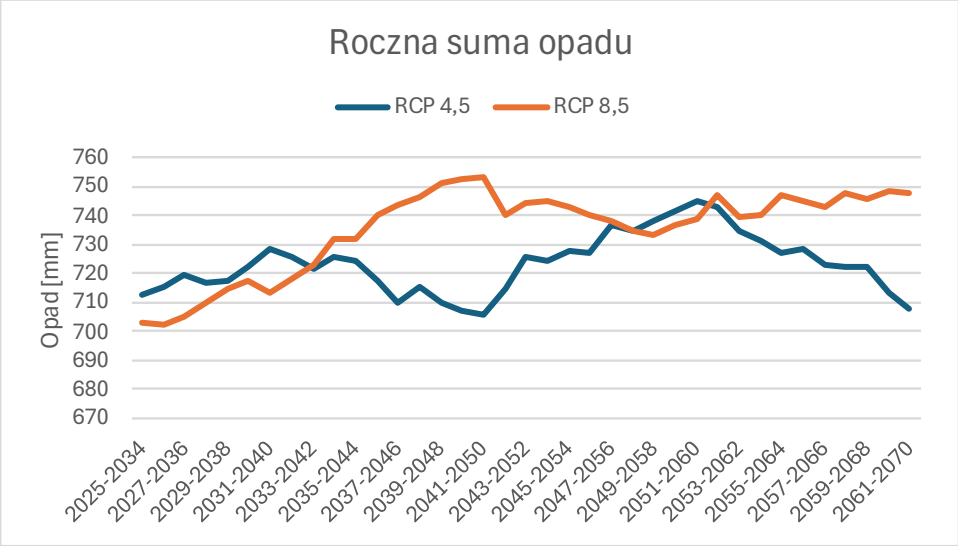
Wykres 63. Liczba dni bardzo mroźnych, źródło: opracowanie własne na podstawie danych projekcji klimatycznych dla Polski, KLIMADA 2.0, https://klimada2.ios.gov.pl/klimat-scenariusze-portal/

Prognozy sporządzone dla obu analizowanych scenariuszy klimatycznych wskazują na utrzymywanie się tendencji spadkowej liczby dni bardzo mroźnych definiowanych jako dni, w których maksymalna dobowa temperatura nie przekracza −10 °C.

W wariancie RCP 4,5 przewiduje się spadek średniej liczby takich dni z około 17,65 w dekadzie 2025–2034 do około 11,31 w latach 2061–2070, co oznacza zmianę o 6,34 dnia, przy czym najniższą wartość prognozuje się dla dekady 2058–2067 (11,14 dnia), a najwyższą dla okresu 2025–2034 (17,65 dnia). Podobną dynamikę zmian prezentuje scenariusz RCP 8,5, zgodnie z którym liczba dni bardzo mroźnych spadnie z około 17,68 w dekadzie 2025–2034 do około 11,17 w dekadzie 2061–2070, czyli o około 6,51 dnia, przy najmniejszej liczbie w dekadzie 2054–2063 (10,72 dnia) i największej w okresie 2025–2034 (17,68 dnia).

4.2. Wskaźniki opadowe

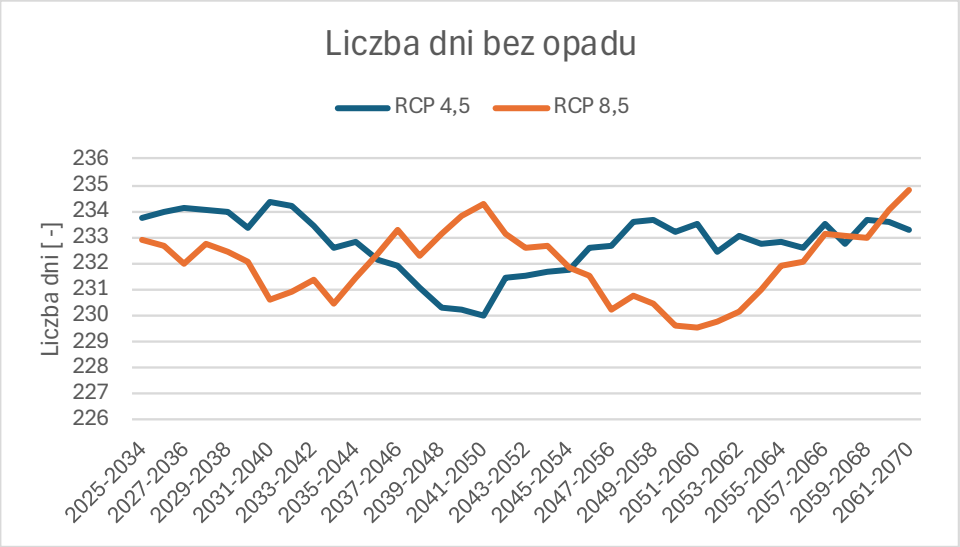
4.2.1. Roczna suma opadu



Wykres 64. Roczna suma opadu, źródło: opracowanie własne na podstawie danych projekcji klimatycznych dla Polski, KLIMADA 2.0, https://klimada2.ios.gov.pl/klimat-scenariusze-portal/

Prognozy sporządzone dla obu analizowanych scenariuszy klimatycznych wskazują na zróżnicowane tendencje rocznej sumy opadów. W scenariuszu RCP 4,5 roczna suma opadów spadnie z 712,42 mm w latach 2025–2034 do 708,25 mm w latach 2061–2070, co oznacza zmianę o 4,17 mm. Największa średnioroczna suma opadów w tym scenariuszu prognozowana jest na okres 2051–2060 i wynosi 744,82 mm, najmniejsza z kolei na lata 2041–2050 (705,88 mm). W scenariuszu RCP 8,5 roczna suma opadów wzrośnie z 703,15 mm w latach 2025–2034 do 748,24 mm w latach 2061–2070, co oznacza zmianę o 45,09 mm. Największa średnioroczna suma opadów w tym scenariuszu prognozowana jest na okres 2041–2050 i wynosi 753,13 mm, najmniejsza z kolei na lata 2026–2035 (702,34 mm). Należy zaznaczyć, że pomimo stosunkowo niewielkich zmian sumarycznych, istotnym aspektem zmian opadowych pozostaje ich nierównomierny rozkład czasowy oraz wzrost częstotliwości intensywnych zdarzeń opadowych.

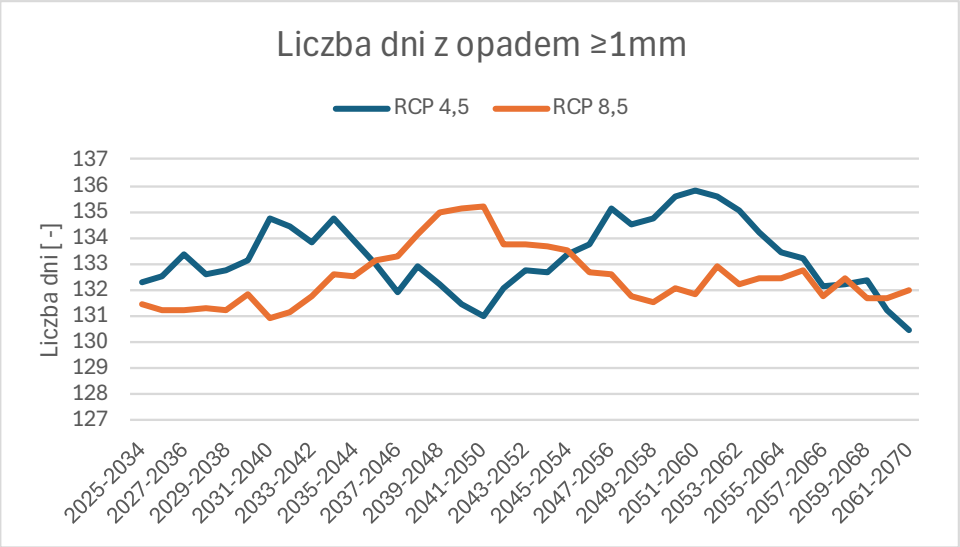
4.2.2. Liczba dni bez opadu



Wykres 65. Liczba dni bez opadu, źródło: opracowanie własne na podstawie danych projekcji klimatycznych dla Polski, KLIMADA 2.0, https://klimada2.ios.gov.pl/klimat-scenariusze-portal/

Prognozowana roczna liczba dni bez opadu wykazuje zróżnicowane tendencje w obu analizowanych scenariuszach. W scenariuszu RCP 4,5 liczba dni bez opadu wzrośnie z 232,92 w latach 2025–2034 do 234,78 w latach 2061–2070, co oznacza zmianę o 1,86 dnia. Największa liczba dni bez opadu w tym scenariuszu prognozowana jest na okres 2061–2070 i wynosi 234,78, najmniejsza z kolei na lata 2051–2060 (229,49 dnia). W scenariuszu RCP 8,5 liczba dni bez opadu spadnie z 233,76 w latach 2025–2034 do 233,26 w latach 2061–2070, co oznacza zmianę o 0,50 dnia. Największa roczna liczba dni bez opadu w tym scenariuszu prognozowana jest na okres 2031–2040 i wynosi 234,36 dnia, najmniejsza z kolei na lata 2041–2050 (230,02 dnia).

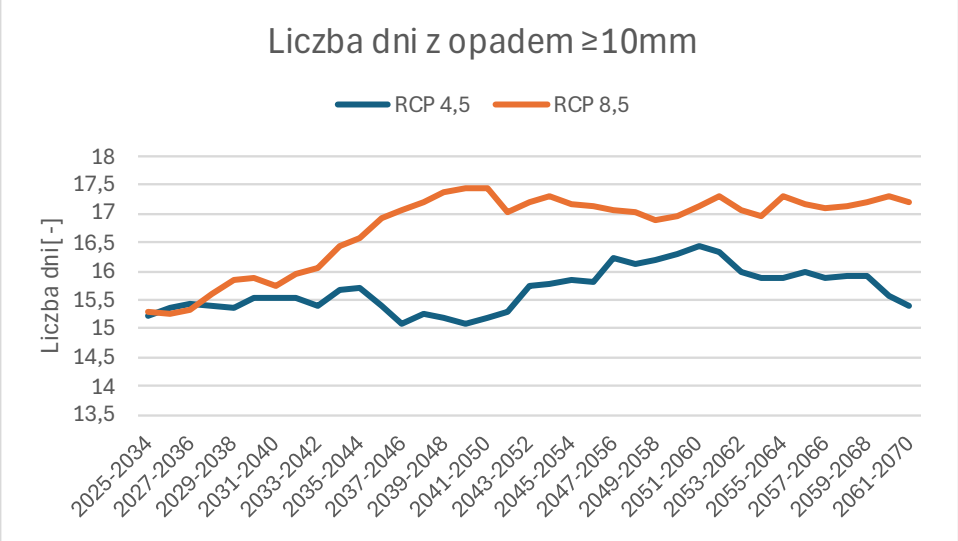
4.2.3. Liczba dni z opadem nie mniejszym niż 1 mm



Wykres 66. Liczba dni z opadem nie mniejszym niż 1mm, źródło: opracowanie własne na podstawie danych projekcji klimatycznych dla Polski, KLIMADA 2.0, https://klimada2.ios.gov.pl/klimat-scenariusze-portal/

Prognozowana roczna liczba dni z opadem nie mniejszym niż 1 mm wykazuje zróżnicowane tendencje w obu analizowanych scenariuszach. W scenariuszu RCP 4,5 liczba dni z opadem nie mniejszym niż 1 mm spadnie z 132,28 w latach 2025–2034 do 130,42 w latach 2061–2070, co oznacza zmianę o 1,86 dnia. Największa liczba dni z opadem nie mniejszym niż 1 mm w tym scenariuszu prognozowana jest na okres 2051–2060 i wynosi 135,81, najmniejsza z kolei na lata 2061–2070 (130,42 dnia). W scenariuszu RCP 8,5 liczba dni z opadem nie mniejszym niż 1 mm wzrośnie z 131,44 w latach 2025–2034 do 131,94 w latach 2061–2070, co oznacza zmianę o 0,50 dnia. Największa roczna liczba dni z opadem nie mniejszym niż 1 mm w tym scenariuszu prognozowana jest na okres 2041–2050 i wynosi 135,18 dnia, najmniejsza z kolei na lata 2031–2040 (130,94 dnia).

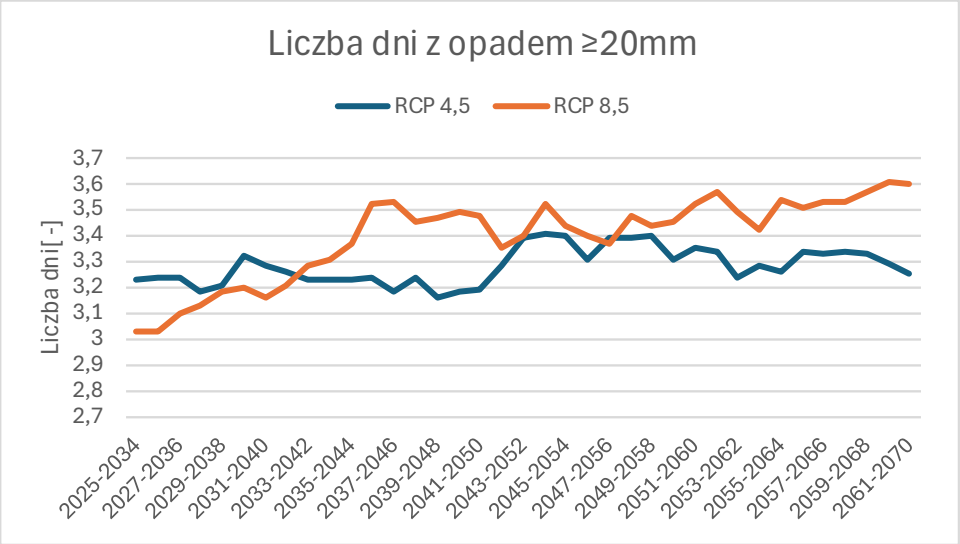
4.2.4. Liczba dni z opadem nie mniejszym niż 10 mm



Wykres 67. Liczba dni z opadem nie mniejszym niż 10mm, źródło: opracowanie własne na podstawie danych projekcji klimatycznych dla Polski, KLIMADA 2.0, https://klimada2.ios.gov.pl/klimat-scenariusze-portal/

W obu analizowanych scenariuszach roczna liczba dni z opadem nie mniejszym niż 10 mm wykazuje tendencję rosnącą. W scenariuszu RCP 4,5 liczba dni z opadem nie mniejszym niż 10 mm nieznacznie wzrośnie z 15,23 w latach 2025–2034 do 15,40 w latach 2061–2070, co oznacza zmianę o 0,17 dnia. Największa liczba dni z opadem nie mniejszym niż 10 mm w tym scenariuszu prognozowana jest na okres 2051–2060 i wynosi 16,43, najmniejsza z kolei na lata 2037–2046 (15,09 dnia). W scenariuszu RCP 8,5 liczba dni z opadem nie mniejszym niż 10 mm wzrośnie z 15,30 w latach 2025–2034 do 17,21 w latach 2061–2070, co oznacza zmianę o 1,91 dnia. Największa roczna liczba dni z opadem nie mniejszym niż 10 mm w tym scenariuszu prognozowana jest na okres 2041–2050 i wynosi 17,45 dnia, najmniejsza z kolei na lata 2026–2035 (15,26 dnia).

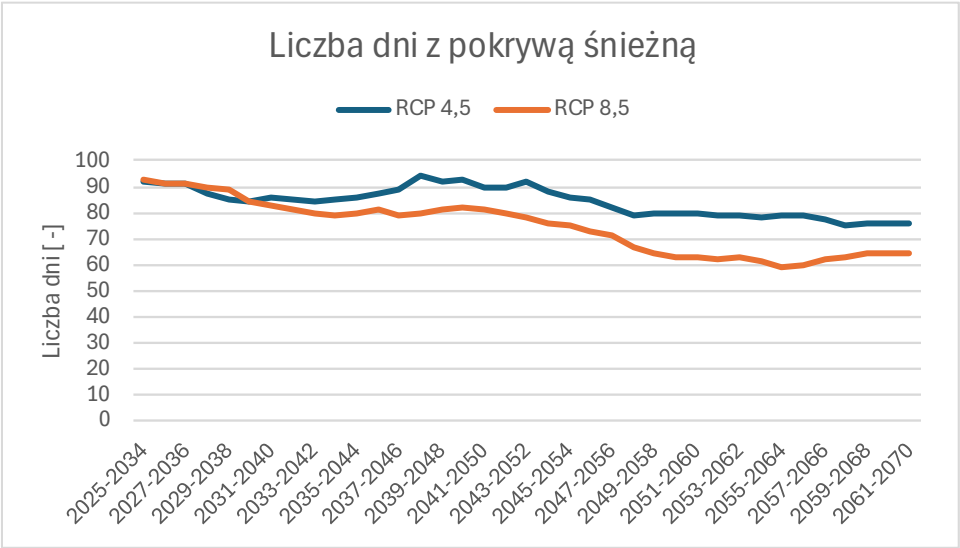
4.2.5. Liczba dni z opadem nie mniejszym niż 20 mm



Wykres 68. Liczba dni z opadem nie mniejszym niż 20mm, źródło: opracowanie własne na podstawie danych projekcji klimatycznych dla Polski, KLIMADA 2.0, https://klimada2.ios.gov.pl/klimat-scenariusze-portal/

W obu analizowanych scenariuszach roczna liczba dni z opadem nie mniejszym niż 20 mm wykazuje tendencję rosnącą. W scenariuszu RCP 4,5 liczba dni z opadem nie mniejszym niż 20 mm nieznacznie wzrośnie z 3,23 w latach 2025–2034 do 3,25 w latach 2061–2070, co oznacza zmianę o 0,02 dnia. Największa liczba dni z opadem nie mniejszym niż 20 mm w tym scenariuszu prognozowana jest na okres 2044–2053 i wynosi 3,41, najmniejsza z kolei na lata 2039–2048 (3,16 dnia). W scenariuszu RCP 8,5 liczba dni z opadem nie mniejszym niż 20 mm wzrośnie z 3,03 w latach 2025–2034 do 3,60 w latach 2061–2070, co oznacza zmianę o 0,57 dnia. Największa roczna liczba dni z opadem nie mniejszym niż 20 mm w tym scenariuszu prognozowana jest na okres 2060–2069 i wynosi 3,61 dnia, najmniejsza z kolei na lata 2025–2034 (3,03 dnia).

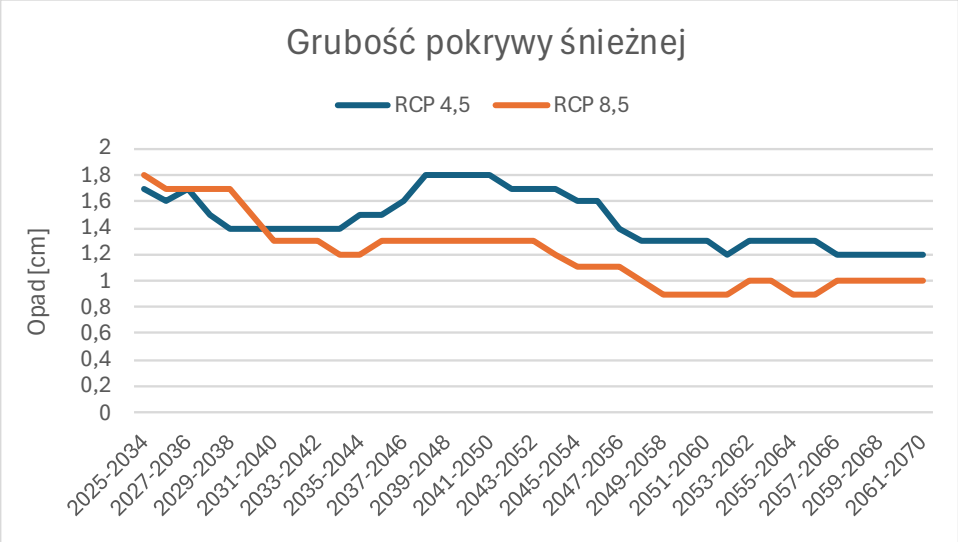
4.2.6. Liczba dni z pokrywą śnieżną



Wykres 69. Liczba dni z pokrywą śnieżną, źródło: opracowanie własne na podstawie danych projekcji klimatycznych dla Polski, KLIMADA 2.0, https://klimada2.ios.gov.pl/klimat-scenariusze-portal/

W obu analizowanych scenariuszach roczna liczba dni z pokrywą śnieżną wykazuje tendencję malejącą. W scenariuszu RCP 4,5 liczba dni z pokrywą śnieżną spadnie z 92 w latach 2025–2034 do 76 w latach 2061–2070, co oznacza zmianę o 16 dni. Największa liczba dni z pokrywą śnieżną w tym scenariuszu prognozowana jest na okres 2038–2047 i wynosi 94, najmniejsza z kolei na lata 2058–2067 (75 dni). W scenariuszu RCP 8,5 liczba dni z pokrywą śnieżną spadnie z 93 w latach 2025–2034 do 64 w latach 2061–2070, co oznacza zmianę o 29 dni. Największa roczna liczba dni z pokrywą śnieżną w tym scenariuszu prognozowana jest na okres 2025–2034 i wynosi 93 dni, najmniejsza z kolei na lata 2055–2064 (59 dni).

4.2.7. Grubość pokrywy śnieżnej

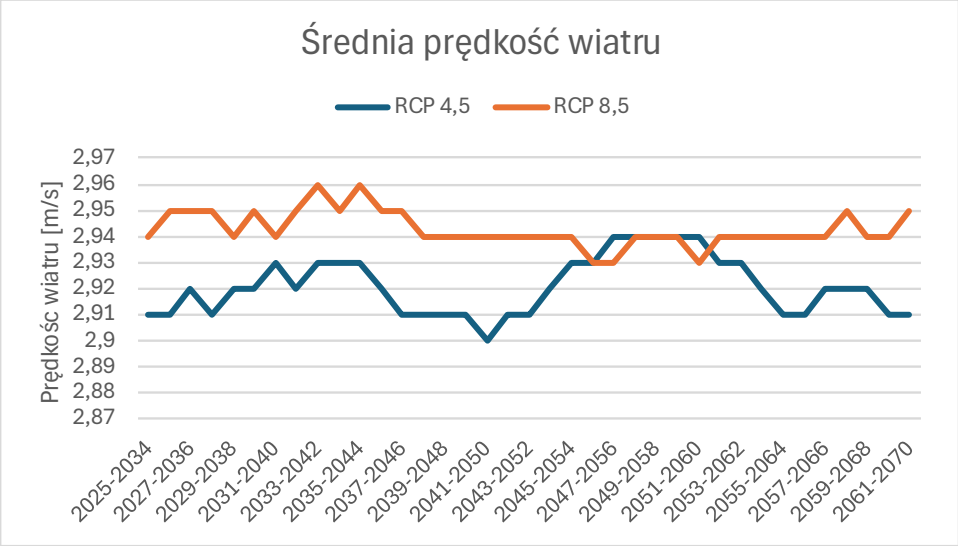


Wykres 70. Grubość pokrywy śnieżnej, źródło: opracowanie własne na podstawie danych projekcji klimatycznych dla Polski, KLIMADA 2.0, https://klimada2.ios.gov.pl/klimat-scenariusze-portal/

W obu analizowanych scenariuszach grubość pokrywy śnieżnej wykazuje tendencję malejącą. W scenariuszu RCP 4,5 grubość pokrywy śnieżnej spadnie z 1,7 cm w latach 2025–2034 do 1,2 cm w latach 2061–2070, co oznacza zmianę o 0,5 cm. Największa grubość pokrywy śnieżnej w tym scenariuszu prognozowana jest na okres 2038–2047 i wynosi 1,8 cm, najmniejsza z kolei na lata 2052–2061 (1,2 cm). W scenariuszu RCP 8,5 grubość pokrywy śnieżnej spadnie z 1,8 cm w latach 2025–2034 do 1,0 cm w latach 2061–2070, co oznacza zmianę o 0,8 cm. Największa grubość pokrywy śnieżnej w tym scenariuszu prognozowana jest na okres 2025–2034 i wynosi 1,8 cm, najmniejsza z kolei na lata 2049–2058 (0,9 cm).

4.3. Pozostałe wskaźniki meteorologiczne

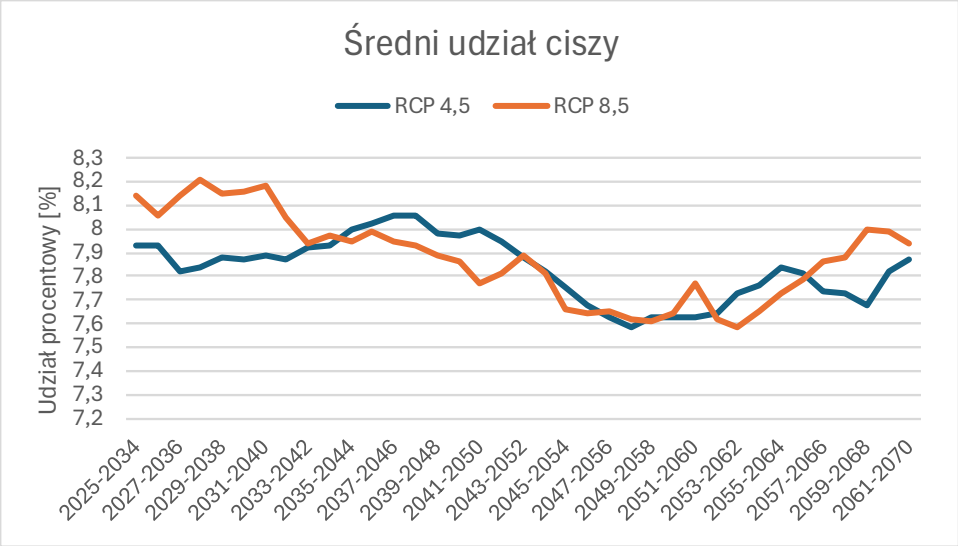
4.3.1. Średnia prędkość wiatru



Wykres 71. Średnia prędkość wiatru, źródło: opracowanie własne na podstawie danych projekcji klimatycznych dla Polski, KLIMADA 2.0, https://klimada2.ios.gov.pl/klimat-scenariusze-portal/

W obu analizowanych scenariuszach średnia prędkość wiatru utrzymuje się na zbliżonym poziomie w całym analizowanym okresie. W scenariuszu RCP 4,5 średnia prędkość wiatru w latach 2025–2034 wynosi 2,91 m/s, podobnie jak w latach 2061–2070 – 2,91 m/s. Największa średnia prędkość wiatru w tym scenariuszu prognozowana jest na okres 2047–2056 i wynosi 2,94 m/s, najmniejsza z kolei na lata 2041–2050 (2,90 m/s). W scenariuszu RCP 8,5 średnia prędkość wiatru wzrośnie z 2,94 m/s w latach 2025–2034 do 2,95 m/s w latach 2061–2070, co oznacza zmianę o 0,01 m/s. Największa średnia prędkość wiatru w tym scenariuszu prognozowana jest na okres 2033–2042 i wynosi 2,96 m/s, najmniejsza z kolei na lata 2046–2055 (2,93 m/s).

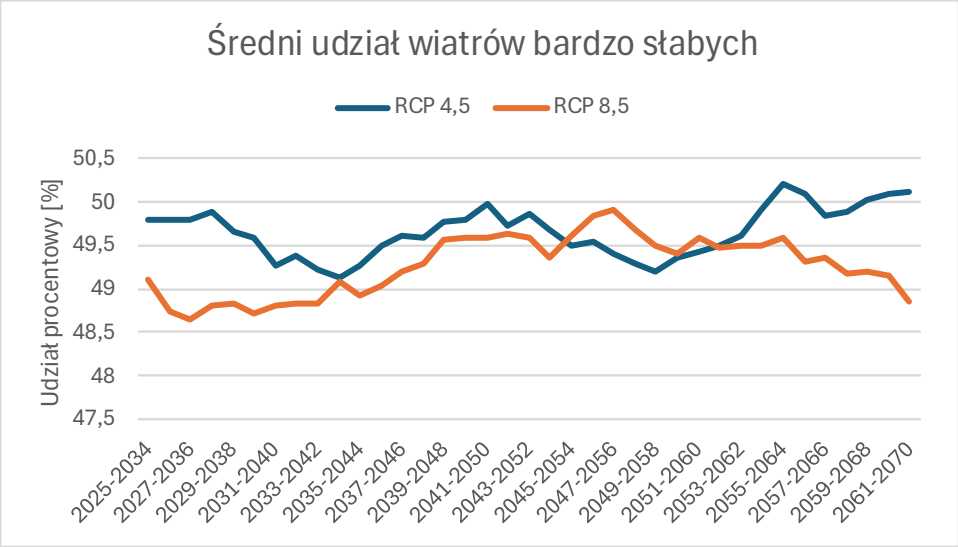
4.3.2. Średni udział ciszy



Wykres 72. Średni udział ciszy, źródło: opracowanie własne na podstawie danych projekcji klimatycznych dla Polski, KLIMADA 2.0, https://klimada2.ios.gov.pl/klimat-scenariusze-portal/

W scenariuszu RCP 4,5 średni udział ciszy spadnie z 7,93% w latach 2025–2034 do 7,87% w latach 2061–2070, co oznacza zmianę o 0,06 pp. Największy udział ciszy w tym scenariuszu prognozowany jest na okres 2037–2046 i wynosi 8,06%, najmniejszy z kolei na lata 2048–2057 (7,58%). W scenariuszu RCP 8,5 średni udział ciszy spadnie z 8,14% w latach 2025–2034 do 7,94% w latach 2061–2070, co oznacza zmianę o 0,20 pp. Największy udział ciszy w tym scenariuszu prognozowany jest na okres 2028–2037 i wynosi 8,21%, najmniejszy z kolei na lata 2053–2062 (7,58%).

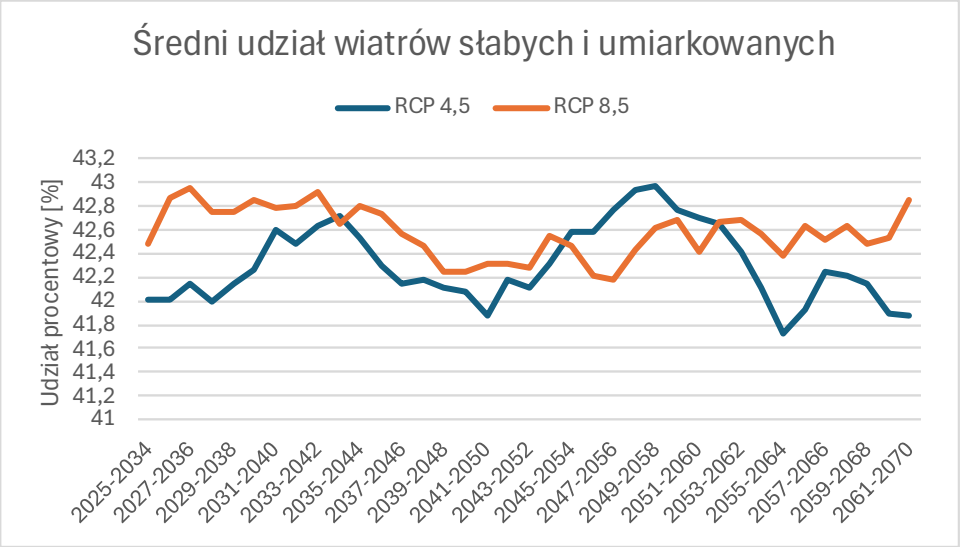
4.3.3. Średni udział wiatrów bardzo słabych



Wykres 73. Średni udział wiatrów bardzo słabych, źródło: opracowanie własne na podstawie danych projekcji klimatycznych dla Polski, KLIMADA 2.0, https://klimada2.ios.gov.pl/klimat-scenariusze-portal/

Średni udział wiatrów bardzo słabych w obu analizowanych scenariuszach wykazuje zbliżone wartości. W scenariuszu RCP 4,5 średni udział wiatrów bardzo słabych wzrośnie z 49,80% w latach 2025–2034 do 50,11% w latach 2061–2070, co oznacza zmianę o 0,31 pp. Największy udział wiatrów bardzo słabych w tym scenariuszu prognozowany jest na okres 2055–2064 i wynosi 50,22%, najmniejszy z kolei na lata 2034–2043 (49,14%). W scenariuszu RCP 8,5 średni udział wiatrów bardzo słabych spadnie z 49,11% w latach 2025–2034 do 48,85% w latach 2061–2070, co oznacza zmianę o 0,26 pp. Największy udział wiatrów bardzo słabych w tym scenariuszu prognozowany jest na okres 2047–2056 i wynosi 49,91%, najmniejszy z kolei na lata 2027–2036 (48,64%).

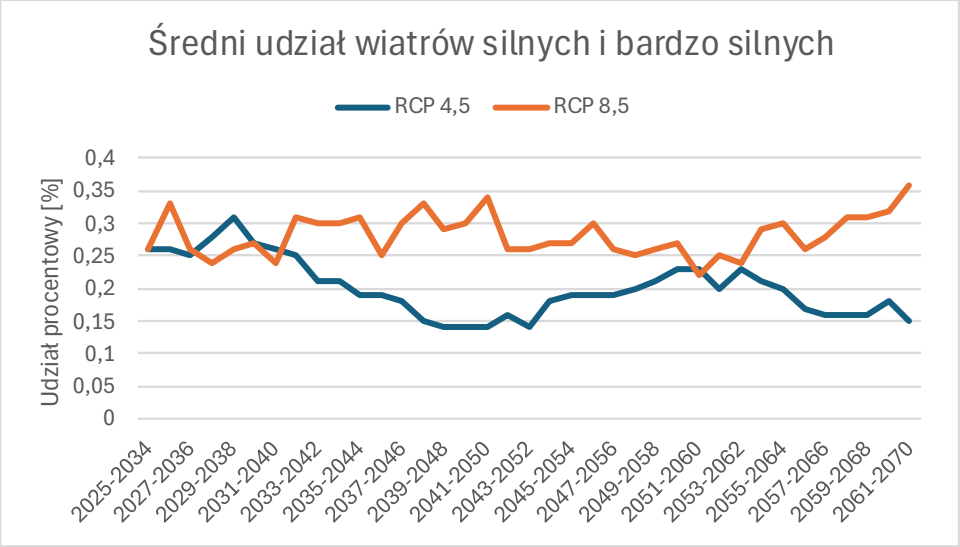
4.3.4. Średni udział wiatrów słabych i umiarkowanych



Wykres 74. Średni udział wiatrów słabych i umiarkowanych, źródło: opracowanie własne na podstawie danych projekcji klimatycznych dla Polski, KLIMADA 2.0, https://klimada2.ios.gov.pl/klimat-scenariusze-portal/

W scenariuszu RCP 4,5 średni udział wiatrów słabych i umiarkowanych spadnie z 42,01% w latach 2025–2034 do 41,87% w latach 2061–2070, co oznacza zmianę o 0,14 pp. Największy udział wiatrów słabych i umiarkowanych w tym scenariuszu prognozowany jest na okres 2049–2058 i wynosi 42,97%, najmniejszy z kolei na lata 2055–2064 (41,73%). W scenariuszu RCP 8,5 średni udział wiatrów słabych i umiarkowanych wzrośnie z 42,48% w latach 2025–2034 do 42,85% w latach 2061–2070, co oznacza zmianę o 0,37 pp. Największy udział wiatrów słabych i umiarkowanych w tym scenariuszu prognozowany jest na okres 2027–2036 i wynosi 42,96%, najmniejszy z kolei na lata 2047–2056 (42,18%).

4.3.5. Średni udział wiatrów silnych i bardzo silnych



Wykres 75. Średni udział wiatrów silnych i bardzo silnych, źródło: opracowanie własne na podstawie danych projekcji klimatycznych dla Polski, KLIMADA 2.0, https://klimada2.ios.gov.pl/klimat-scenariusze-portal/

W scenariuszu RCP 4,5 średni udział wiatrów silnych i bardzo silnych spadnie z 0,26% w latach 2025–2034 do 0,15% w latach 2061–2070, co oznacza zmianę o 0,11 pp. Największy udział wiatrów silnych i bardzo silnych w tym scenariuszu prognozowany jest na okres 2029–2038

i wynosi 0,31%, najmniejszy z kolei na lata 2039–2048 (0,14%). W scenariuszu RCP 8,5 średni udział wiatrów silnych i bardzo silnych wzrośnie z 0,26% w latach 2025–2034 do 0,36% w latach 2061–2070, co oznacza zmianę o 0,10 pp. Największy udział wiatrów silnych i bardzo silnych w tym scenariuszu prognozowany jest na okres 2061–2070 i wynosi 0,36%, najmniejszy z kolei na lata 2051–2060 (0,22%).

4.3.6. Zachmurzenie ogólne

Na terenie Miasta Zambrów średnie miesięczne zachmurzenie ogólne w perspektywie lat 2021–2070 nie wskazuje na występowanie jednoznacznej tendencji zmian, niezależnie od przyjętego scenariusza klimatycznego.

Tabela 8. Zachmurzenie ogólne w scenariuszu RCP4,5, źródło: opracowanie własne na podstawie danych projekcji klimatycznych dla Polski, KLIMADA 2.0, https://klimada2.ios.gov.pl/klimat-scenariusze-portal/

RCP 4,5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2021–2030	84	80	70	64	62	60	56	59	63	69	81	83
2031–2040	85	79	72	65	62	59	58	61	65	71	81	85
2041–2050	83	80	72	65	61	59	57	58	65	71	81	86
2051–2060	85	79	73	65	63	60	59	61	66	72	81	85
2061–2070	84	78	70	65	63	58	57	59	63	72	78	83

Zgodnie z wariantem RCP 4,5 najniższe wartości tego wskaźnika we wszystkich analizowanych dekadach prognozowane są dla czerwca, lipca i sierpnia i kształtują się na poziomie 56–61%, natomiast najwyższe odnoszą się zasadniczo do stycznia i grudnia, kiedy zachmurzenie osiąga wartości od 83% do 86%. Największa zmiana wynosząca 3 punkty procentowe w latach 2025–2070 prognozowana jest dla października (wzrost) i listopada (spadek)

Tabela 9. Zachmurzenie ogólne w scenariuszu RCP8,5, źródło: opracowanie własne na podstawie danych projekcji klimatycznych dla Polski, KLIMADA 2.0, https://klimada2.ios.gov.pl/klimat-scenariusze-portal/

RCP 8,5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2021–2030	84	79	72	65	63	61	59	61	67	71	78	83
2031–2040	83	79	72	65	64	60	57	60	63	70	79	84
2041–2050	84	80	73	65	64	60	59	60	64	70	80	85
2051–2060	84	80	72	65	62	59	57	60	63	68	80	85
2061–2070	83	79	72	66	63	60	59	60	65	71	81	85

Zgodnie z wariantem RCP 8,5 najniższe wartości tego wskaźnika w niemal wszystkich analizowanych dekadach prognozowane są dla czerwca, lipca i sierpnia i kształtują się na poziomie 57–61%, natomiast najwyższe odnoszą się zasadniczo do stycznia i grudnia, kiedy zachmurzenie osiąga wartości od 83% do 85%. Największa zmiana wynosząca 3 punkty procentowe w latach 2025–2070 prognozowana jest dla listopada.

Spis wykresów

Wykres 1. Średnia roczna temperatura powietrza, źródło: opracowanie własne na podstawie danych IMGW-PIB 6
Wykres 2. Średnia roczna temperatura maksymalna powietrza, źródło: opracowanie własne na podstawie danych IMGW-PIB 7
Wykres 3. Średnia roczna temperatura minimalna powietrza, źródło: opracowanie własne na podstawie danych IMGW-PIB 8
Wykres 4. Temperatura średniomiesięczna, źródło: opracowanie własne na podstawie danych IMGW-PIB 9
Wykres 5. Temperatura średniomiesięczna w okresie zimowym, źródło: opracowanie własne na podstawie danych IMGW-PIB 9
Wykres 6. Temperatura średniomiesięczna w okresie wiosennym, źródło: opracowanie własne na podstawie danych IMGW-PIB 10
Wykres 7. Temperatura średniomiesięczna w okresie letnim, źródło: opracowanie własne na podstawie danych IMGW-PIB 10
Wykres 8. Temperatura średniomiesięczna w okresie jesiennym, źródło: opracowanie własne na podstawie danych IMGW-PIB 10
Wykres 9. Absolutna maksymalna temperatura powietrza, źródło: opracowanie własne na podstawie danych IMGW-PIB 11
Wykres 10. Absolutna minimalna temperatura powietrza, źródło: opracowanie własne na podstawie danych IMGW-PIB 12
Wykres 11. Percentyl 98% temperatury maksymalnej, źródło: opracowanie własne na podstawie danych IMGW-PIB 13
Wykres 12. Liczba dni upalnych, źródło: opracowanie własne na podstawie danych IMGW-PIB. 14
Wykres 13. Liczba okresów o długości przynajmniej 3 dni z temperaturą maksymalną nie mniejszą niż 30 °C, źródło: opracowanie własne na podstawie danych IMGW-PIB 15
Wykres 14. Liczba dni gorących, źródło: opracowanie własne na podstawie danych IMGW-PIB. 16
Wykres 15. Liczba okresów o długości przynajmniej 5 dni z temperaturą maksymalną nie mniejszą niż 25 °C, źródło: opracowanie własne na podstawie danych IMGW-PIB 17
Wykres 16. Liczba nocy tropikalnych, źródło: opracowanie własne na podstawie danych IMGW-PIB 18
Wykres 17. Percentyl 2% temperatury minimalnej, źródło: opracowanie własne na podstawie danych IMGW-PIB 19
Wykres 18. Liczba dni mroźnych, źródło: opracowanie własne na podstawie danych IMGW-PIB20
Wykres 19. Liczba dni bardzo mroźnych, źródło: opracowanie własne na podstawie danych IMGW-PIB 21
Wykres 20. Liczba fal chłodu, źródło: opracowanie własne na podstawie danych IMGW-PIB 22
Wykres 21. Liczba dni przymrozkowych, źródło: opracowanie własne na podstawie danych IMGW-PIB 23
Wykres 22. Liczba okresów o długości przynajmniej 5 dni z temperaturą minimalną nie wyższą niż 0 °C, źródło: opracowanie własne na podstawie danych IMGW-PIB 24
Wykres 23. Liczba dni z przejściem temperatury powietrza przez punkt 0 °C, źródło: opracowanie własne na podstawie danych IMGW-PIB 25
Wykres 24. Roczna suma opadu, źródło: opracowanie własne na podstawie danych IMGW-PIB 26
Wykres 25. Liczba dni z opadem nie mniejszym niż 1 mm, źródło: opracowanie własne na podstawie danych IMGW-PIB 27
Wykres 26. Liczba okresów dłuższych niż 5 dni z opadem nie mniejszym niż 1 mm, źródło: opracowanie własne na podstawie danych IMGW-PIB 28

Wykres 27. Liczba dni z opadem nie mniejszym niż 10 mm, źródło: opracowanie własne na podstawie danych IMGW-PIB 29
Wykres 28. Liczba dni z opadem nie mniejszym niż 20 mm, źródło: opracowanie własne na podstawie danych IMGW-PIB 29
Wykres 29. Liczba dni z opadem nie mniejszym niż 30 mm, źródło: opracowanie własne na podstawie danych IMGW-PIB 30
Wykres 30. Liczba dni z opadem nie mniejszym niż 40 mm, źródło: opracowanie własne na podstawie danych IMGW-PIB 30
Wykres 31. Liczba dni z opadem nie mniejszym niż 50 mm, źródło: opracowanie własne na podstawie danych IMGW-PIB 31
Wykres 32. Liczba dni z opadem nie mniejszym niż 60 mm, źródło: opracowanie własne na podstawie danych IMGW-PIB 31
Wykres 33. Średnia miesięczna suma opadu, źródło: opracowanie własne na podstawie danych IMGW-PIB 32
Wykres 34. Średnia miesięczna suma opadu w okresie zimowym, źródło: opracowanie własne na podstawie danych IMGW-PIB 33
Wykres 35. Średnia miesięczna suma opadu w okresie wiosennym, źródło: opracowanie własne na podstawie danych IMGW-PIB 33
Wykres 36. Średnia miesięczna suma opadu w okresie letnim, źródło: opracowanie własne na podstawie danych IMGW-PIB 33
Wykres 37. Średnia miesięczna suma opadu w okresie jesiennym, źródło: opracowanie własne na podstawie danych IMGW-PIB 34
Wykres 38. Średni maksymalny opad dobowy, źródło: opracowanie własne na podstawie danych IMGW-PIB 34
Wykres 39. Miesięczny maksymalny opad dobowy w okresie zimowym, źródło: opracowanie własne na podstawie danych IMGW-PIB 35
Wykres 40. Miesięczny maksymalny opad dobowy w okresie wiosennym, źródło: opracowanie własne na podstawie danych IMGW-PIB 35
Wykres 41. Miesięczny maksymalny opad dobowy w okresie letnim, źródło: opracowanie własne na podstawie danych IMGW-PIB 35
Wykres 42. Miesięczny maksymalny opad dobowy w okresie jesiennym, źródło: opracowanie własne na podstawie danych IMGW-PIB 36
Wykres 43. Najdłuższe okresy bez opadów, źródło: opracowanie własne na podstawie danych IMGW-PIB 36
Wykres 44. Liczba okresów minimum 5 dni bez opadu, źródło: opracowanie własne na podstawie danych IMGW-PIB 37
Wykres 45. Średnia prędkość wiatru, źródło: opracowanie własne na podstawie danych IMGW-PIB 38
Wykres 46. Maksymalna prędkość wiatru, źródło: opracowanie własne na podstawie danych IMGW-PIB 39
Wykres 47. Liczba dni z porywami wiatru powyżej 17 m/s, źródło: opracowanie własne na podstawie danych IMGW-PIB 40
Wykres 48. Średni roczny przepływ, źródło: opracowanie własne na podstawie danych IMGW-PIB 41
Wykres 49. Przepływ zwyczajny roczny, źródło: opracowanie własne na podstawie danych IMGW-PIB 41
Wykres 50. Średni roczny przepływ maksymalny, źródło: opracowanie własne na podstawie danych IMGW-PIB 42
Wykres 51. Średni roczny przepływ minimalny, źródło: opracowanie własne na podstawie danych IMGW-PIB 42

Wykres 52. Liczba nowych ostrzeżeń RCB wydanych dla powiatu zambrowskiego w poszczególnych latach (opracowanie własne na podstawie danych RCB/IMGW-PIB). 43
Wykres 53. Struktura nowych ostrzeżeń RCB według grup zjawisk w latach 2018–2026 (opracowanie własne). 44
Wykres 54. Liczba nowych ostrzeżeń RCB według grup zjawisk w poszczególnych latach (opracowanie własne). 45
Wykres 55. Rozkład wewnątrz roczny nowych ostrzeżeń RCB według grup zjawisk (opracowanie własne). 46
Wykres 56. Średnia roczna temperatura powietrza, źródło: opracowanie własne na podstawie danych projekcji klimatycznych dla Polski, KLIMADA 2.0, https://klimada2.ios.gov.pl/klimat-scenariusze-portal/ 47
Wykres 57. Średnia minimalna temperatura powietrza, źródło: opracowanie własne na podstawie danych projekcji klimatycznych dla Polski, KLIMADA 2.0, https://klimada2.ios.gov.pl/klimat-scenariusze-portal 48
Wykres 58. Średnia maksymalna temperatura powietrza, źródło: opracowanie własne na podstawie danych projekcji klimatycznych dla Polski, KLIMADA 2.0, https://klimada2.ios.gov.pl/klimat-scenariusze-portal 49
Wykres 59. Liczba dni upalnych, źródło: opracowanie własne na podstawie danych projekcji klimatycznych dla Polski, KLIMADA 2.0, https://klimada2.ios.gov.pl/klimat-scenariusze-portal/ 51
Wykres 60. Liczba dni gorących, źródło: opracowanie własne na podstawie danych projekcji klimatycznych dla Polski, KLIMADA 2.0, https://klimada2.ios.gov.pl/klimat-scenariusze-portal/ 52
Wykres 61. Liczba nocy tropikalnych, źródło: opracowanie własne na podstawie danych projekcji klimatycznych dla Polski, KLIMADA 2.0, https://klimada2.ios.gov.pl/klimat-scenariusze-portal/ 53
Wykres 62. Liczba dni mroźnych, źródło: opracowanie własne na podstawie danych projekcji klimatycznych dla Polski, KLIMADA 2.0, https://klimada2.ios.gov.pl/klimat-scenariusze-portal/ 54
Wykres 63. Liczba dni bardzo mroźnych, źródło: opracowanie własne na podstawie danych projekcji klimatycznych dla Polski, KLIMADA 2.0, https://klimada2.ios.gov.pl/klimat-scenariusze-portal/ 55
Wykres 64. Roczna suma opadu, źródło: opracowanie własne na podstawie danych projekcji klimatycznych dla Polski, KLIMADA 2.0, https://klimada2.ios.gov.pl/klimat-scenariusze-portal/ 56
Wykres 65. Liczba dni bez opadu, źródło: opracowanie własne na podstawie danych projekcji klimatycznych dla Polski, KLIMADA 2.0, https://klimada2.ios.gov.pl/klimat-scenariusze-portal/ 57
Wykres 66. Liczba dni z opadem nie mniejszym niż 1mm, źródło: opracowanie własne na podstawie danych projekcji klimatycznych dla Polski, KLIMADA 2.0, https://klimada2.ios.gov.pl/klimat-scenariusze-portal/ 57
Wykres 67. Liczba dni z opadem nie mniejszym niż 10mm, źródło: opracowanie własne na podstawie danych projekcji klimatycznych dla Polski, KLIMADA 2.0, https://klimada2.ios.gov.pl/klimat-scenariusze-portal/ 58
Wykres 68. Liczba dni z opadem nie mniejszym niż 20mm, źródło: opracowanie własne na podstawie danych projekcji klimatycznych dla Polski, KLIMADA 2.0, https://klimada2.ios.gov.pl/klimat-scenariusze-portal/ 59
Wykres 69. Liczba dni z pokrywą śnieżną, źródło: opracowanie własne na podstawie danych projekcji klimatycznych dla Polski, KLIMADA 2.0, https://klimada2.ios.gov.pl/klimat-scenariusze-portal/ 59

Wykres 70. Grubość pokrywy śnieżnej, źródło: opracowanie własne na podstawie danych projekcji klimatycznych dla Polski, KLIMADA 2.0, https://klimada2.ios.gov.pl/klimat-scenariusze-portal/ 60
Wykres 71. Średnia prędkość wiatru, źródło: opracowanie własne na podstawie danych projekcji klimatycznych dla Polski, KLIMADA 2.0, https://klimada2.ios.gov.pl/klimat-scenariusze-portal/ 61
Wykres 72. Średni udział ciszy, źródło: opracowanie własne na podstawie danych projekcji klimatycznych dla Polski, KLIMADA 2.0, https://klimada2.ios.gov.pl/klimat-scenariusze-portal/ 61
Wykres 73. Średni udział wiatrów bardzo słabych, źródło: opracowanie własne na podstawie danych projekcji klimatycznych dla Polski, KLIMADA 2.0, https://klimada2.ios.gov.pl/klimat-scenariusze-portal/ 62
Wykres 74. Średni udział wiatrów słabych i umiarkowanych, źródło: opracowanie własne na podstawie danych projekcji klimatycznych dla Polski, KLIMADA 2.0, https://klimada2.ios.gov.pl/klimat-scenariusze-portal/ 63
Wykres 75. Średni udział wiatrów silnych i bardzo silnych, źródło: opracowanie własne na podstawie danych projekcji klimatycznych dla Polski, KLIMADA 2.0, https://klimada2.ios.gov.pl/klimat-scenariusze-portal/ 63

Spis tabel

Tabela 1. Liczba nowych ostrzeżeń RCB według grup zjawisk w poszczególnych latach (2018–2026). 45
Tabela 2. Średnia miesięczna temperatura w scenariuszu RCP4,5, źródło: opracowanie własne na podstawie danych projekcji klimatycznych dla Polski, KLIMADA 2.0, https://klimada2.ios.gov.pl/klimat-scenariusze-portal/ 47
Tabela 3. Średnia miesięczna temperatura w scenariuszu RCP8,5, źródło: opracowanie własne na podstawie danych projekcji klimatycznych dla Polski, KLIMADA 2.0, https://klimada2.ios.gov.pl/klimat-scenariusze-portal/ 48
Tabela 4. Średnia miesięczna minimalna temperatura w scenariuszu RCP4,5, źródło: opracowanie własne na podstawie danych projekcji klimatycznych dla Polski, KLIMADA 2.0, https://klimada2.ios.gov.pl/klimat-scenariusze-portal/ 49
Tabela 5. Średnia miesięczna minimalna temperatura w scenariuszu RCP8,5, źródło: opracowanie własne na podstawie danych projekcji klimatycznych dla Polski, KLIMADA 2.0, https://klimada2.ios.gov.pl/klimat-scenariusze-portal/ 49
Tabela 6. Średnia miesięczna maksymalna temperatura w scenariuszu RCP4,5, źródło: opracowanie własne na podstawie danych projekcji klimatycznych dla Polski, KLIMADA 2.0, https://klimada2.ios.gov.pl/klimat-scenariusze-portal/ 50
Tabela 7. Średnia miesięczna maksymalna temperatura w scenariuszu RCP8,5, źródło: opracowanie własne na podstawie danych projekcji klimatycznych dla Polski, KLIMADA 2.0, https://klimada2.ios.gov.pl/klimat-scenariusze-portal/ 50
Tabela 8. Zachmurzenie ogólne w scenariuszu RCP4,5, źródło: opracowanie własne na podstawie danych projekcji klimatycznych dla Polski, KLIMADA 2.0, https://klimada2.ios.gov.pl/klimat-scenariusze-portal/ 64
Tabela 9. Zachmurzenie ogólne w scenariuszu RCP8,5, źródło: opracowanie własne na podstawie danych projekcji klimatycznych dla Polski, KLIMADA 2.0, https://klimada2.ios.gov.pl/klimat-scenariusze-portal/ 64