



Wczujmy się
w klimat!

www.44mpa.pl

Plan adaptacji Miasta Rybnik do zmian klimatu do roku 2030

Załącznik nr 2

Opis głównych zagrożeń klimatycznych
i ich pochodnych dla Miasta

1. Definicje

EURO-CORDEX (Euro Coordinated Regional Climate) - Projekt przedstawiający symulacje klimatyczne przy zastosowaniu najnowszych dostępnych projekcji klimatycznych wg. 5 Raportu Oceny Międzyrządowego Panelu ds. Zmian Klimatu (AR5 IPCC) z roku 2013.

RCP (Representative Concentration Pathways) - Raport uwzględniający 4 grupy scenariuszy emisyjnych (RCP2.6, RCP4.5, RCP6.0 oraz RCP8.5), które zakładają skalę dalszego wzrostu emisji CO₂, oraz osiągnięcie wymuszenia radiacyjnego na określonym przez dany scenariusz poziomie.

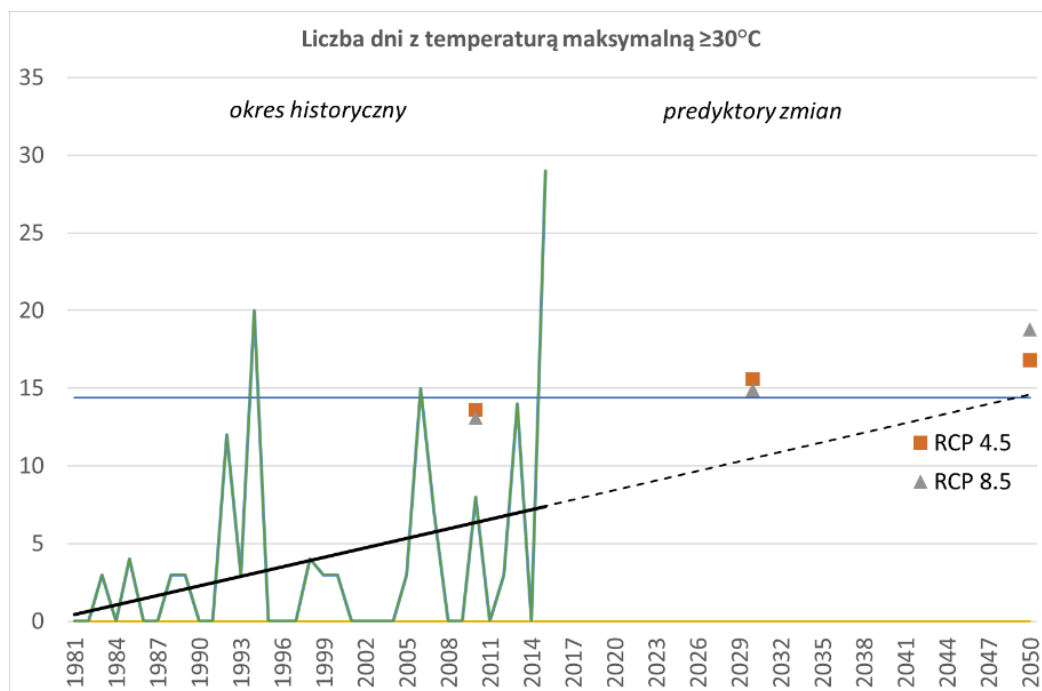
Istotność statystyczna - prawdopodobieństwo, z jakim można przyjąć, że zależności pomiędzy wartościami zmiennych w próbie badanej mogą być jedynie wynikiem błędu losowego. Próg istotności przyjęto na poziomie 0,05. Im istotność jest mniejsza niż 0,05 tym jest mniejsze niż 5% prawdopodobieństwo błędu losowego (Sobczyk M., 2017, Statystyka, PWN, Warszawa).

2. Upały

Temperatura maksymalna >30°C

Dla liczby dni z temperaturą maksymalną >30°C predykcje pokazują trend wzrostowy, silniejszy w latach 2026-2035 dla RCP4.5, a w okresie kolejnym dla drugiego z rozważanych scenariuszy. Prognozowany wzrost wynosi od średnio 13 dni w dziesięcioleciu 2006 – 2015 do 17-19 (w zależności od scenariusza) dni w dziesięcioleciu 2046-2055 (Rysunek 1).

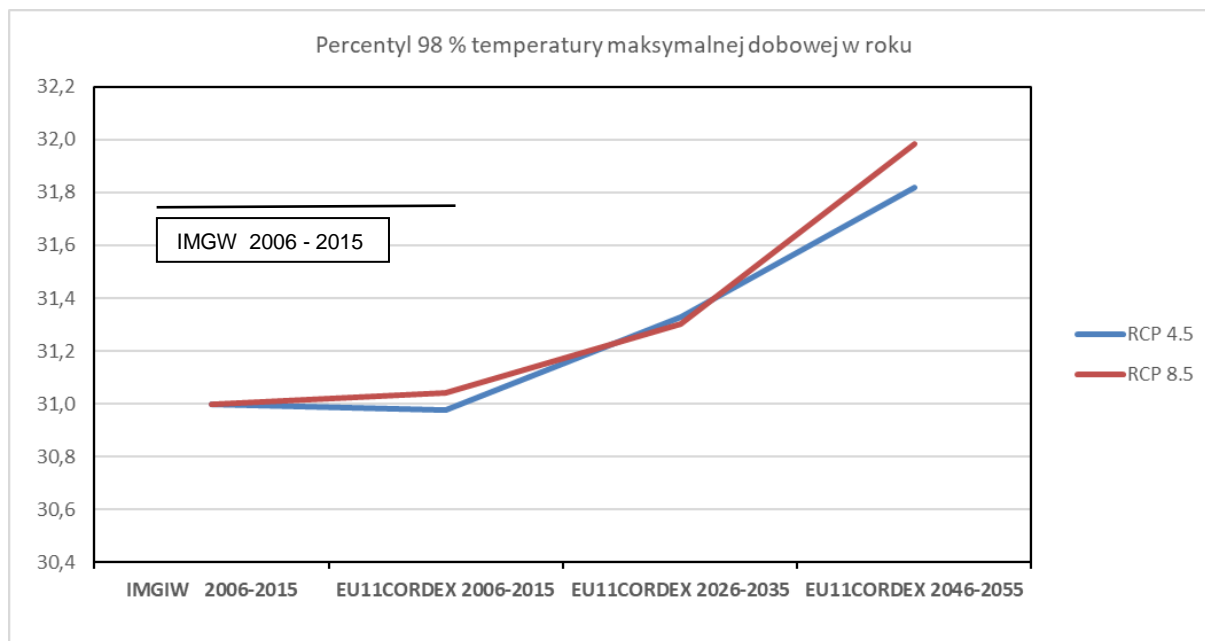
Dla klimatu bieżącego wartości obserwowane i uzyskane na podstawie EURO-CORDEX lekko odbiegają od siebie. Prognozowane jest zwiększenie się liczby dni upalnych.



Rysunek 1. Zmiany liczby dni z $T_{max} > 30^{\circ}\text{C}$ i predykcje zmian

W okresie historycznym (zielona linia) oraz w okresie prognozowanym do 2050 roku dla scenariusza umiarkowanej (RCP4.5 - pomarańczowy kwadrat) i wysokiej emisji gazów cieplarnianych (RCP8.5 - szary trójkąt)

W odniesieniu do percentyla 98%¹ temperatury maksymalnej dobowej w roku wyniki wiązki EURO-CORDEX wskazują na tendencję wzrostową temperatury powietrza na przestrzeni analizowanych dziesięcioleci, a uzyskane wartości są bardzo zbliżone dla obu z analizowanych scenariuszy. Wartość percentyla 98% temperatury maksymalnej wzrasta średnio od 31°C w dziesięcioleciu 2006-2015 poprzez średnio 31,3°C w latach 2026-2035 do średnio 31,8°C w okresie 2046-2055 (Rysunek 2). Wartości bieżącej obserwacji klimatu oraz uzyskane na podstawie wyników EURO-CORDEX dla klimatu bieżącego są podobne, co potwierdza dobre odtworzenie zmienności wartości temperatury maksymalnej powietrza. Prognozowany jest wzrost wartości temperatury maksymalnej w okresie letnim.



Rysunek 2. Percentyl 98% temperatury maksymalnej dobowej w roku

Dla scenariusza umiarkowanej (RCP4.5 – niebieska linia) i wysokiej emisji gazów cieplarnianych (RCP8.5 – pomarańczowa linia)

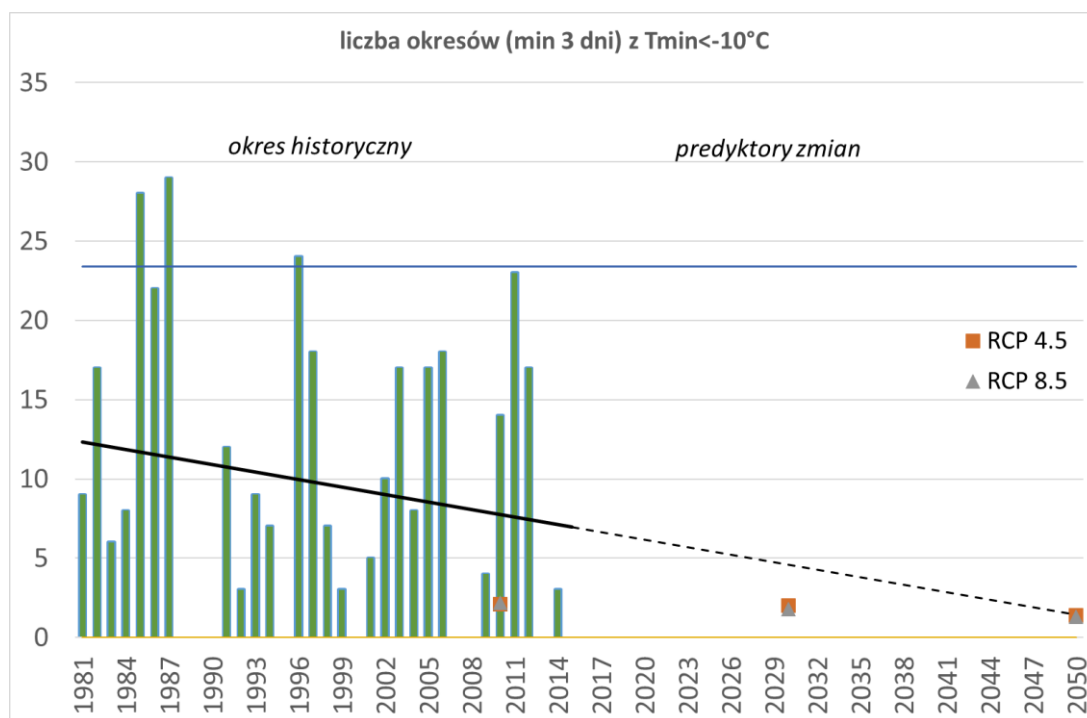
Fale upałów

Wyniki wiązki EURO-CORDEX uzyskane dla dwóch scenariuszy (RCP4.5 oraz RCP8.5) dla liczby okresów o długości przynajmniej 3 dni z temperaturą maksymalną > 30°C w roku wskazują na niewielki trend wzrostowy i bardzo dużą zgodność obliczeń dla obu scenariuszy. Liczba okresów zwiększa się średnio od 2,6 w dziesięcioleciu 2006-2015 (dla obu scenariuszy) poprzez średnio 3,0 w latach 2026-2035 do średnio 3,5 w okresie 2046-2055 (Rysunek 3).

¹ METODA STATYSTYCZNA ZASTOSOWANA DO WYDZIELENIA WARTOŚCI SKRAJNYCH TEMPERATURY MAKSYMALNEJ. PERCENTYL 98% TEMPERATURY MAKSYMALNEJ TO WARTOŚĆ, POWYŻEJ KTÓREJ ZNAJDUJE SIĘ 2% WARTOŚCI TEMPERATURY MAKSYMALNEJ W BADANYM PRZEDZIALE CZASU.

Temperatura minimalna <-10°C

W przypadku liczby okresów o długości przynajmniej 3 dni z temperaturą minimalną poniżej -10°C w roku, wskazują na trend spadkowy. Liczba dni z temperaturą minimalną <-10°C zmniejsza się przeciętnie od 3 dni w okresie 2006-2015 do około 1,5 dni w latach 2026 – 2050 (Rysunek 5). Prognozowane jest zmniejszenie się liczby dni z temperaturą minimalną poniżej -10°C.



Rysunek 5 Zmiany liczby fal zimna - liczba okresów (min 3 dni) z $T_{min} < -10^{\circ}\text{C}$ i predykcje zmian

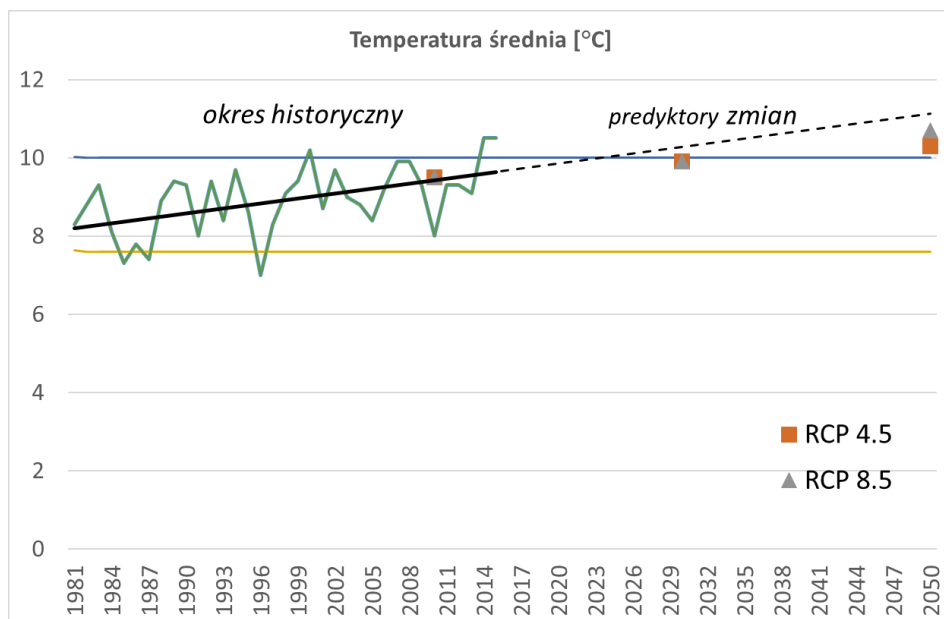
W okresie historycznym (zielona linia) oraz w okresie prognozowanym do 2050 roku dla scenariusza umiarkowanej (RCP4.5 - pomarańczowy kwadrat) i wysokiej emisji gazów cieplarnianych (RCP8.5 - szary trójkąt)

4. Średnie warunki termiczne

Temperatura średnia

W odniesieniu do zmian średniej wieloletniej temperatury powietrza predykcje wskazują trend wzrostowy, minimalnie większy w przypadku scenariusza RCP8.5. Dla klimatu bieżącego (IMGW 2006-2015) wartości obserwowane i uzyskane są zbieżne (Rysunek 6). Prognozowany jest wzrost średniej rocznej temperatury powietrza.

OPRACOWANIE PLANÓW ADAPTACJI DO ZMIAN KLIMATU W MIASTACH POWYŻEJ 100 TYS. MIESZKAŃCÓW

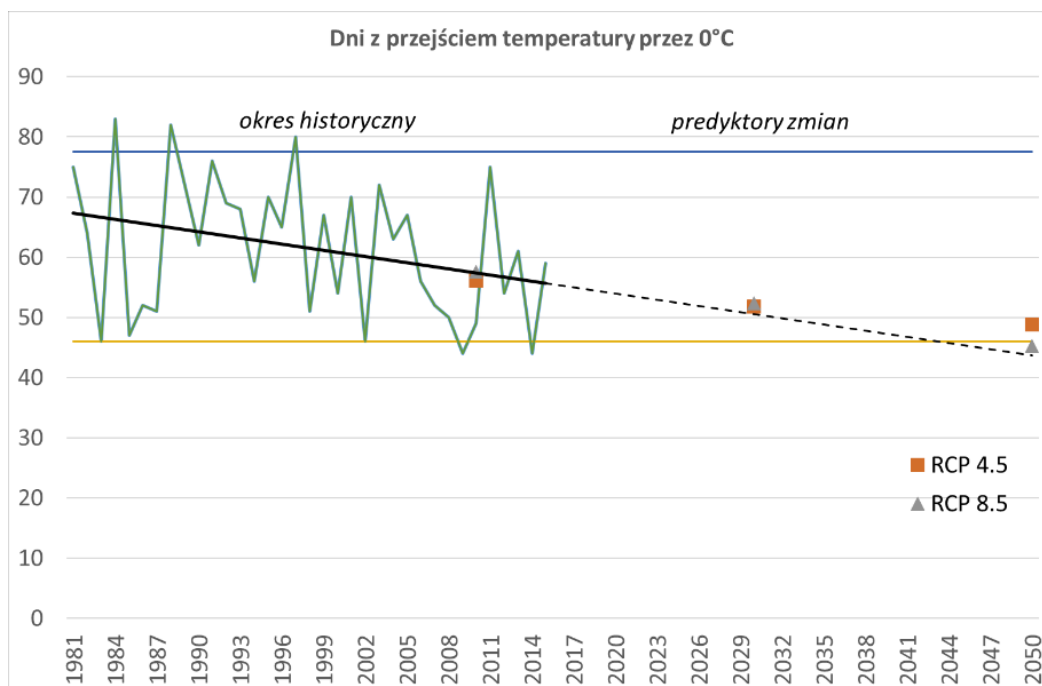


Rysunek 6 Zmiany liczby dni z przejściem temperatury przez 0°C i predykcje zmian.

W okresie historycznym (zielona linia) oraz w okresie prognozowanym do 2050 roku dla scenariusza umiarkowanej (RCP4.5 - pomarańczowy kwadrat) i wysokiej emisji gazów cieplarnianych (RCP8.5 - szary trójkąt)

Przejście temperatury przez 0°C

Wartości liczby dni z przejściem temperatury przez 0°C w roku wpisują się w trend spadkowy obserwowany dla okresu historycznego. Wartość wskaźnika zmienia się od 58 dni w dziesięcioleciu 2006 – 2015 poprzez średnio 51 dni w latach 2026-2035 do średnio 50 dni w latach 2026-2050 (Rysunek 7).

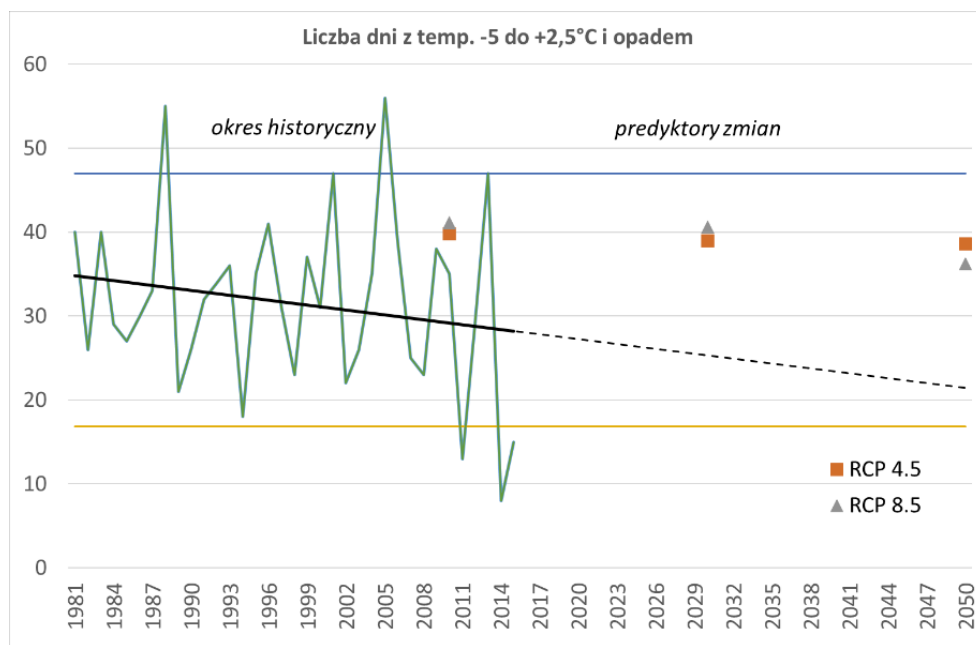


Rysunek 5 Zmiany liczby dni z przejściem temperatury przez 0°C i predykcje zmian.

W okresie historycznym (zielona linia) oraz w okresie prognozowanym do 2050 roku dla scenariusza umiarkowanej (RCP4.5 - pomarańczowy kwadrat) i wysokiej emisji gazów cieplarnianych (RCP8.5 - szary trójkąt)

Liczba dni z T_{sr} -5 do 2,5 i opadem

Wskaźnik liczby dni z opadem przy temperaturze w przedziale -5 do +2,5°C pokazuje m.in. zagrożenie gołodzią. W przypadku scenariusza RCP4.5 brak widocznego trendu, natomiast dla scenariusza RCP8.5 występuje słaby trend malejący (Rysunek 8).



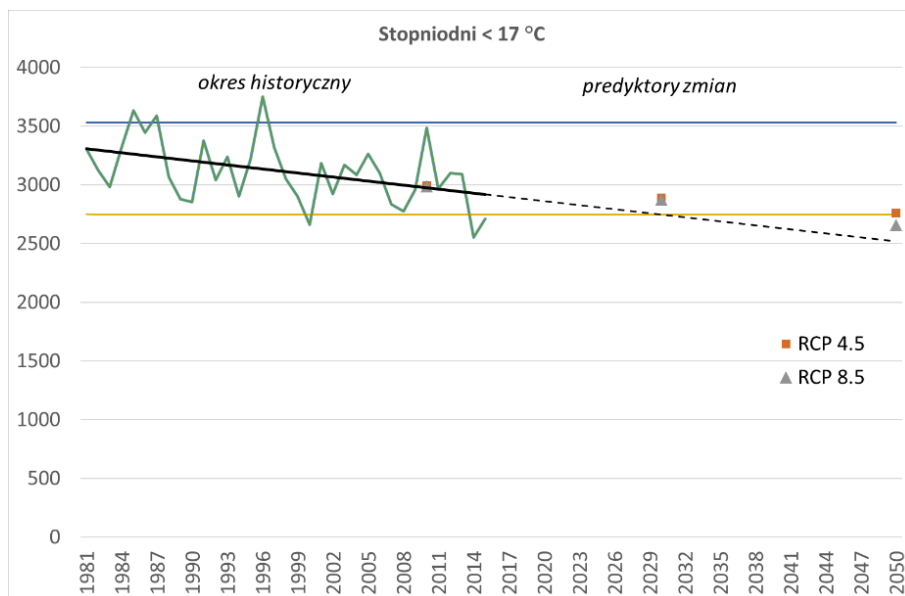
Rysunek 6 Zmiany liczby dni z temp. -5 do +2,5°C i opadem i predykcje zmian

W okresie historycznym (zielona linia) oraz w okresie prognozowanym do 2050 roku dla scenariusza umiarkowanej (RCP4.5 - pomarańczowy kwadrat) i wysokiej emisji gazów cieplarnianych (RCP8.5 - szary trójkąt)

Stopniodni dla temperatury średniodobowej <17°C

W odniesieniu do stopniodni dla temperatury średniodobowej <17°C w roku wyniki wiązki EURO-CORDEX pokazują spadek wartości wskaźnika. Dla obu scenariuszy wartość wskaźnika zmienia się od średnio 3 178,2 w okresie 2006-2015 poprzez średnio 3 067,2 w dziesięcioleciu 2026-2035 do średnio 2 880,9 w okresie 2046-2055 (Rysunek 7). W okresie 1981-2015 nastąpił istotny statystycznie ($p=0,04$) spadek wartości wskaźnika stopniodni <17°C. Prognozowane jest znaczące zmniejszenie się wartości indeksu stopniodni dla temperatury średniodobowej <17°C.

OPRACOWANIE PLANÓW ADAPTACJI DO ZMIAN KLIMATU W MIASTACH POWYŻEJ 100 TYS. MIESZKAŃCÓW



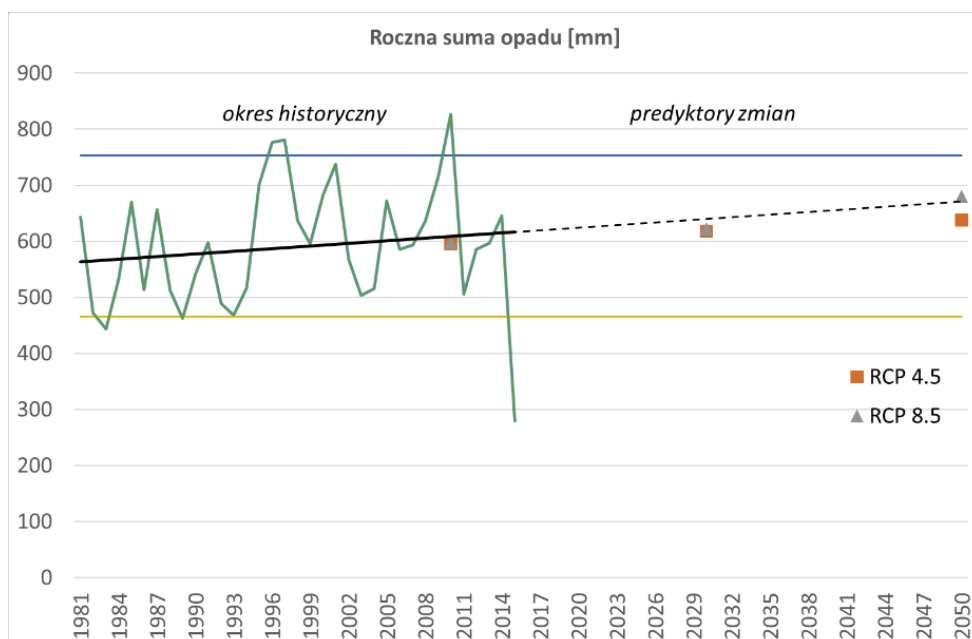
Rysunek 7. Zmiany stopniodni dla temperatury średniodobowej < 17 °C i predykcje zmian

W okresie historycznym (zielona linia) oraz w okresie prognozowanym do 2050 roku dla scenariusza umiarkowanej (RCP4.5 - pomarańczowy kwadrat) i wysokiej emisji gazów cieplarnianych (RCP8.5 - szary trójkąt)

5. Dni z opadem

Suma roczna opadu

Predykcje dla rocznej sumy opadów wskazują na słaby trend wzrostowy. Rozbieżności między scenariuszami występują dla wielolecia 2026 – 2050 (Rysunek 10).



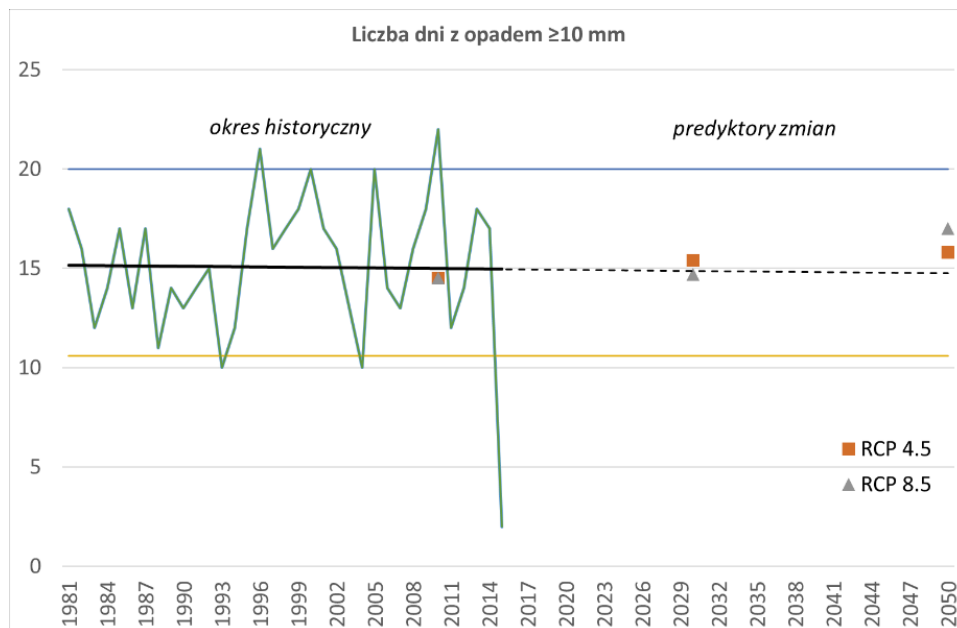
Rysunek 8. Suma roczna opadu atmosferycznego w mm

W okresie historycznym (zielona linia) oraz w okresie prognozowanym do 2050 roku dla scenariusza umiarkowanej (RCP4.5 - pomarańczowy kwadrat) i wysokiej emisji gazów cieplarnianych (RCP8.5 - szary trójkąt)

Opad ekstremalny

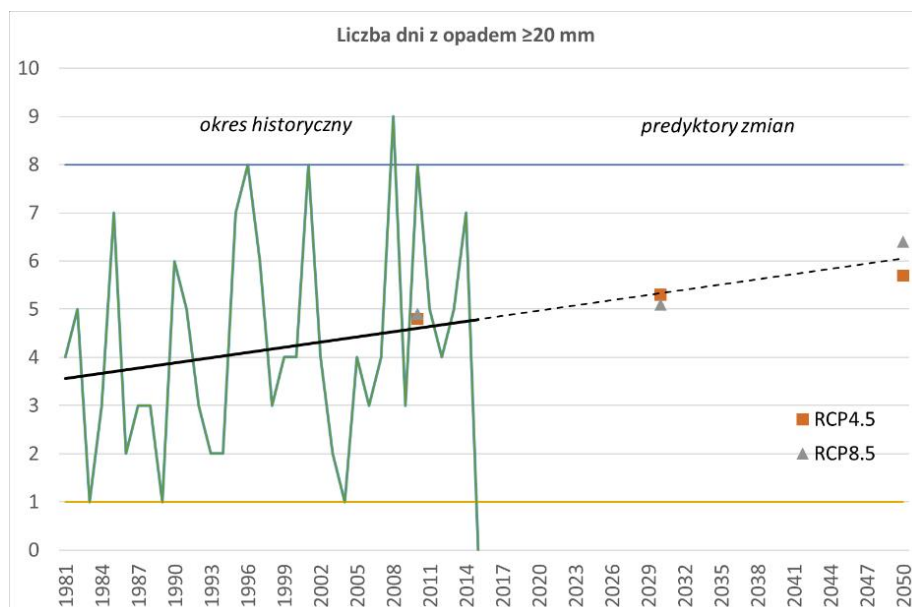
Zagrożenie związane z opadem ekstremalnym zostało ocenione na podstawie analizy liczby dni z opadem >10 mm/d w roku i >20 mm/d w roku.

W przypadku analizy danych zanotowano trend rosnący w sumie rocznej opadu oraz liczby dni z opadem silnym. W przypadku opadu umiarkowanego silnego brak jest wyraźnego trendu. Prognozowany jest wzrost liczby dni z opadem >20 mm/d w roku, zwłaszcza dla scenariusza RCP8.5 w horyzoncie 2050 (Rysunek 11, Rysunek 12).



Rysunek 9. Liczba dni z opadem atmosferycznym >10 mm/d

W okresie historycznym (zielona linia) oraz w okresie prognozowanym do 2050 roku dla scenariusza umiarkowanej (RCP4.5 - pomarańczowy kwadrat) i wysokiej emisji gazów cieplarnianych (RCP8.5 - szary trójkąt)

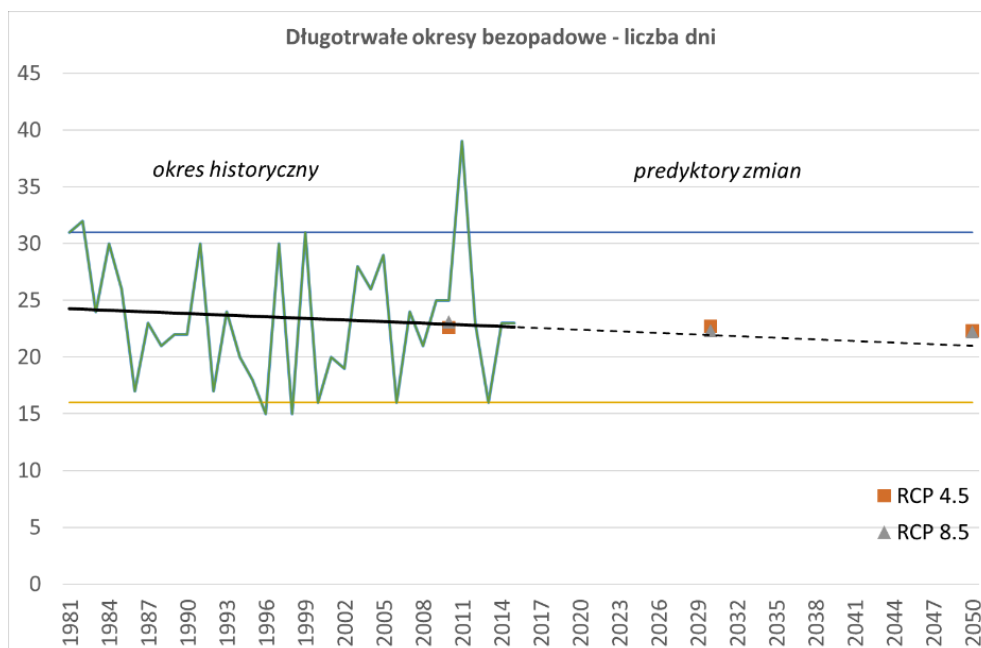


Rysunek 10. Liczba dni z opadem atmosferycznym >20 mm/d i predykcje zmian

W okresie historycznym (zielona linia) oraz w okresie prognozowanym do 2050 roku dla scenariusza umiarkowanej (RCP4.5 - pomarańczowy kwadrat) i wysokiej emisji gazów cieplarnianych (RCP8.5 - szary trójkąt)

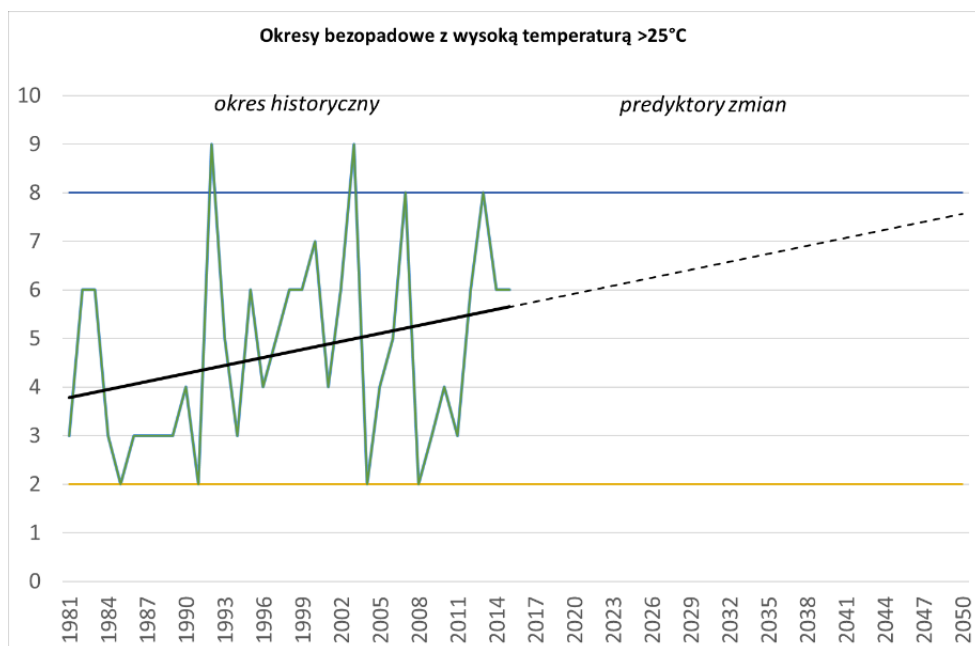
6. Dni bezopadowe

Oba powyższe wskaźniki: długotrwałe okresy bezopadowe i długotrwałe okresy bezopadowe z wysoką temperaturą $>25^{\circ}\text{C}$ pokazują zagrożenie wystąpienia suszy. Prognozowana, na podstawie trendu długość okresów bezopadowych i okresów bezopadowych z wysoką temperaturą $>25^{\circ}\text{C}$ nie wykazuje znaczących zmian w horyzoncie do 2050 r. (Rysunek 13, Rysunek 14).



Rysunek 11 Zmiany w długotrwałych okresach bezopadowych i predykcje zmian

W okresie historycznym (zielona linia) oraz w okresie prognozowanym do 2050 roku dla scenariusza umiarkowanej (RCP4.5 - pomarańczowy kwadrat) i wysokiej emisji gazów cieplarnianych (RCP8.5 - szary trójkąt)



Rysunek 12 Okresy bezopadowe z wysoką temperaturą $>25^{\circ}\text{C}$

W okresie historycznym (zielona linia)

7. Pochodne opadów

Powodzie nagłe/miejskie

Powodzie miejskie (nagłe) definiowane są jako nagłe zalanie i/lub podtopienie terenu w wyniku wystąpienia silnego, krótkotrwałego opadu deszczu o dużej wydajności na stosunkowo niedużym obszarze zlewni rzecznej lub zurbanizowanej zlewni miejskiej (tzw. deszczu nawalnego). Pod pojęciem opad o dużej wydajności należy rozumieć opad, najczęściej burzowy, o wysokości co najmniej 20 mm, który trwa nie dłużej niż 12 godzin (Projekt Klimat). Należy jednak pamiętać, że nie każdy deszcz nawalny musi powodować powódź, co jest uzależnione od lokalnych uwarunkowań (ukształtowania i zagospodarowania terenu, układu hydrograficznego, wydajności systemów kanalizacyjnych itp.).

W latach 1970-2010, dla obszaru miasta Rybnik odnotowano kilka przypadków wystąpienia opadów nawalnych (należy tutaj zwrócić uwagę, że w bazie danych w niektórych przypadkach podano dobowe sumy opadów, gdy nie udało się ustalić konkretnego czasu trwania opadu), z których żaden nie spowodował jednak wystąpienia powodzi miejskiej (Tabela 1).

Tabela 1. Nawalne opady zanotowane na stacji opadowej Rybnik-Stodoły (1970-2010)

lp.	Data opadu	Wysokość opadu [mm]	Czas trwania opadu [min]
1	05.09.1975	54,5	40
2	05.07.1997	64,2	1440 (doba)
3	07.07.1997	66,6	1440 (doba)
4	16.07.2000	57,0	1440 (doba)
5	06.09.2007	53,4	1440 (doba)
6	13.07.2008	50,6	1440 (doba)
7	14.08.2008	56,0	1440 (doba)
8	16.05.2010	63,0	1440 (doba)

Na podstawie powyższego należy ocenić, że zagrożenie wystąpieniem powodzi nagłymi na obszarze Miasta Rybnik jest niskie. Opady mogące powodować powodzie nagłe/miejskie występowały w rejonie Rybnika, nie są to jednak zjawiska częste, a dodatkowo brak jest informacji o powodowanych przez nie ewentualnych szkodach.

Powodzie od strony rzek

Podstawowymi aktami prawnymi regulującymi zasady postępowania w zakresie określenia zagrożenia i ryzyka powodziowego oraz przeciwdziałania ich negatywnym skutkom, są Dyrektywa 2007/60/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 23 października 2007 r. w sprawie oceny ryzyka powodziowego i zarządzania nim (tzw. Dyrektywa Powodziowa) oraz implementująca ją do prawodawstwa polskiego ustawa z dnia 18 lipca 2001 r. Prawo wodne (tekst jednolity: Dz.U. 2015 poz. 469 z późniejszymi zmianami). W myśl powyższych przepisów dla Regionów Wodnych i obszarów dorzeczy opracowane zostały:

- Wstępna ocena ryzyka powodziowego (WORP), której celem jest wyznaczenie obszarów narażonych na niebezpieczeństwo powodzi, czyli obszarów, na których istnieje znaczące ryzyko powodziowe lub na których wystąpienie dużego ryzyka jest prawdopodobne,
- Mapy zagrożenia powodziowego, przedstawiające zasięgi obszarów, na których prawdopodobieństwo wystąpienia powodzi jest niskie i wynosi raz na 500 lat lub na których istnieje prawdopodobieństwo wystąpienia zdarzenia ekstremalnego, a także obszarów

OPRACOWANIE PLANÓW ADAPTACJI DO ZMIAN KLIMATU W MIASTACH POWYŻEJ 100 TYS. MIESZKAŃCÓW

szczególnego zagrożenia powodzią oraz obszarów obejmujących tereny narażone na zalanie w przypadku zniszczenia lub uszkodzenia wału przeciwpowodziowego,

- Mapy ryzyka powodziowego, przedstawiające potencjalne negatywne skutki związane z powodzią dla obszarów przedstawionych na mapach zagrożenia powodziowego.
- Plan zarządzania ryzykiem powodziowym dla Regionu Wodnego Środkowej Odry (PZRP), którego celem jest przedstawienie programu działań kluczowych (wysokopriorytetowych), zmierzających do zmniejszenia występującego zagrożenia powodziowego na obszarze wszystkich ONNP wskazanych we Wstępnej ocenie ryzyka powodziowego.

W ramach WOP na obszarze Miasta Rybnik nie wyznaczono obszarów narażonych na niebezpieczeństwo powodzi (nie zidentyfikowano wystąpienia powodzi historycznych, ani możliwości wystąpienia powodzi prawdopodobnych), niezależnie od tego opracowano jednak mapy zagrożenia i mapy ryzyka powodziowego.

Według wspomnianych map strefy zalewowe dla wody o prawdopodobieństwie wystąpienia $p=1\%$ (tzw. woda stuletnia) są miejscowe, niezbyt duże i tylko lokalnie zagrażają niewielkim obszarom zabudowanym. Wyznaczone zasięgi są generalnie zbieżne z wariantem zero PZRP (wariant zaktualizowany o inwestycje przeciwpowodziowe wykonane w okresie od opublikowania MZP/MRP, a opracowaniem PZRP).

Wały przeciwpowodziowe występują tylko w cofce Jeziora Rybnickiego, zarówno wzdłuż biegu Rudy i Nacyny, chronią m.in. oczyszczalnię ścieków, jednak ta, nawet w scenariuszu całkowitego zniszczenia wału przeciwpowodziowego, dla wody 1% określonej na mapach zagrożenia powodziowego jest bezpieczna, zalewane są natomiast inne tereny zabudowane.

Niezależnie od powyższych opracowań krajowych, przeanalizowane zostały miejskie dokumenty strategiczne, wśród których tematyką zagrożenia powodziowego zajmują się:

- Program Ochrony Środowiska dla Miasta Rybnika do roku 2020 z uwzględnieniem perspektywy do roku 2024,
- Studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego Miasta.

Według autorów powyższych opracowań należy stwierdzić, że przyjmując wezbrania Rudy i Nacyny z roku 1997 za wymierne wskaźniki, największe zagrożenia wystąpieniem rzek z brzegów występują w nieuregulowanej części Rudy w Stodołach poniżej zbiornika. W przypadku przerwania wałów Rudy istnieje niebezpieczeństwo podtopienia osiedli ludzkich zlokalizowanych w najbliższej odległości od koryta rzeki. Ponadto należy zaznaczyć ryzyko zatopienia oczyszczalni ścieków oraz przerwania ciągłości przyjmowania ścieków komunalnych. Zagrożenia ze strony Nacyny są relatywnie mniejsze i obejmują głównie część Śródmieścia w okolicy targowiska miejskiego.

Podsumowując powyższe analizy, zagrożenie i ryzyko powodziowe występujące na obszarze Miasta Rybnik należy ocenić jako średnie. Należy mieć jednak na uwadze, że chociaż opracowane dla tego obszaru dokumenty planistyczne z zakresu zarządzania ryzykiem powodziowym nie wskazują na szczególne zagrożenie, ani nie potwierdzają tego dane historyczne, postępujące zmiany klimatu oraz wzrost intensywności zagospodarowania przestrzennego mogą w przyszłości prowadzić do wzrostu poziomów zagrożenia i ryzyka powodziowego w Rybniku.

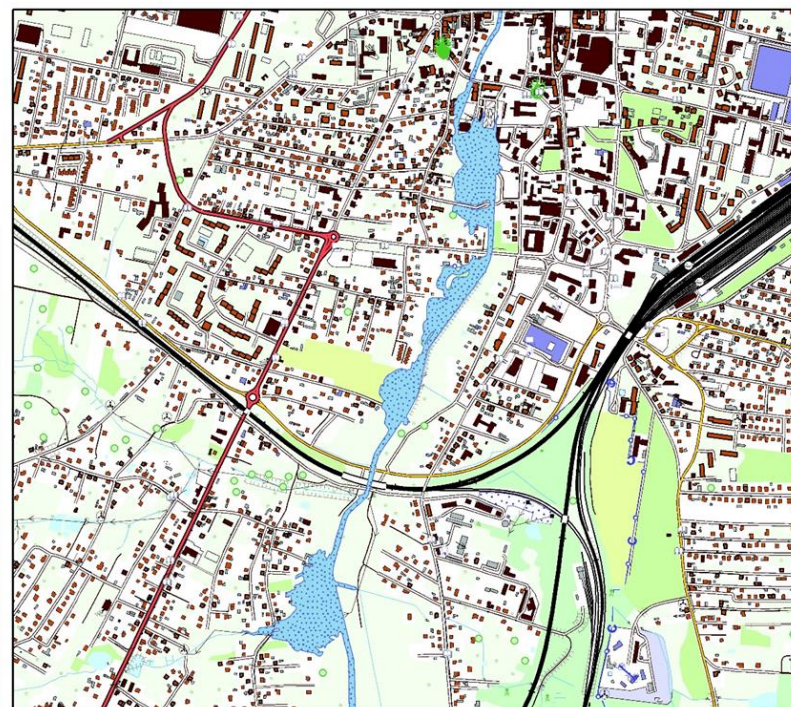
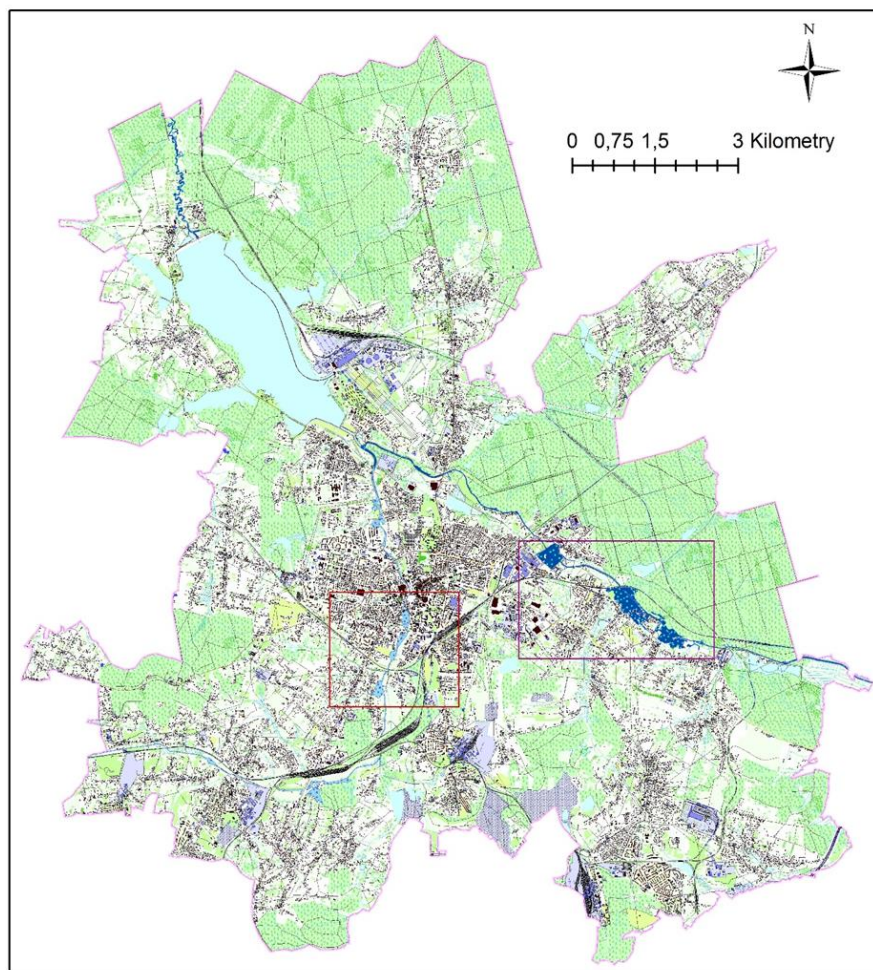
OPRACOWANIE PLANÓW ADAPTACJI DO ZMIAN KLIMATU W MIASTACH POWYŻEJ 100 TYS. MIESZKAŃCÓW

Legenda

obszary zagrożone powodzią 1% wg PZRP

Nacyna

Ruda



Okresy niżówkowe i niedobory wody

Niżówkę definiuję się jako okres, w którym przepływy były równe lub niższe od założonej wartości progowej przepływu, zwanej również przepływem granicznym (Zielińska 1963, Ozga-Zielińska, Brzeziński 1997; Tallaksen).

Wartości niedoborów i przypisane im prawdopodobieństwa nieosiągnięcia oraz czasy trwania wyrażone w dniach odpowiadają następującym warunkom:

- niżówka krótkotrwała – niżówki o prawdopodobieństwie nieosiągnięcia niedoboru mniejszym lub równym $D_{50\%}$ oraz czasie trwania do 30 dni,
- niżówka długotrwała – niżówki o prawdopodobieństwie nieosiągnięcia niedoboru do $D_{80\%}$ oraz czasie trwania do 90 dni,
- susza hydrologiczna umiarkowana – niżówki o prawdopodobieństwie nieosiągnięcia niedoboru do $D_{90\%}$ oraz czasie trwania do 120 dni,
- susza hydrologiczna silna – niżówki o prawdopodobieństwie nieosiągnięcia niedoboru do $D_{95\%}$ oraz czasie trwania do 180 dni,
- susza hydrologiczna ekstremalna – niżówki o prawdopodobieństwie nieosiągnięcia niedoboru wyższym niż $D_{95\%}$ oraz czasie trwania dłuższym niż 180 dni.

Liczba niżówek jest zróżnicowana w zależności od analizowanego posterunku wodowskazowego. W wieloleciu 1981–2015 zidentyfikowano łącznie od 136 niżówek (rzeka Nacyna stacja wodowskazowa Rybnik) do 146 (rzeka Ruda stacja wodowskazowa Ruda Kozielska). Nieznacznie przeważają niżówki letnie na rzece Ruda, posterunek Ruda Kozielska, gdzie liczba dni niżówek w latach 1981-2015 wyniosła 146 przy 136 dniach na rzece Nacyna, stacja wodowskazowa Rybnik. Niżówki zimowe kształtują się na tym samym poziomie zarówno na rzece Nacyna i Ruda liczba dni niżówek wynosi 55. Liczba niżówek na obu wodowskazach rośnie, jest to trend istotny statystycznie.

Analiza niżówek i susz hydrologicznych dowodzi, że przeważają niżówki krótkotrwałe - stanowią od 85,7% (rzeka Nacyna, posterunek Rybnik) do 86,3% (rzeka Ruda, posterunek Ruda Kozielska) wszystkich niżówek zidentyfikowanych w wieloleciu 1981-2015. W przypadku suszy hydrologicznej przeważa susza umiarkowana (stanowi 100% wszystkich zidentyfikowanych okresów susz – rzeka Nacyna, posterunek Rybnik i 60% w przypadku rzeki Ruda, stacja wodowskazowa Ruda Kozielska).

8. Zanieczyszczenia powietrza

Przeprowadzono analizę poziomów stężeń w zakresie wybranych wskaźników dla trzech zanieczyszczeń: ozonu troposferycznego, pyłu PM10 oraz pyłu PM2,5, wyniki analizowano w odniesieniu do wartości kryterialnych określonych w obowiązujących przepisach prawnych.

Analizy przeprowadzone dla wybranych wskaźników pyłu PM10 wykazały, że w całym analizowanym okresie czasu wartości stężeń średniorocznych oraz wartości maksymalnych stężeń średnich dobowych znacznie przekraczały poziomy dopuszczalne określone zgodnie z obowiązującymi przepisami prawnymi. Ponadto liczba dni z przekroczeniami maksymalnych stężeń średnich dobowych w całym okresie znacznie przekraczała poziom dopuszczalny 35 dni w roku kalendarzowym. W przypadku każdego z ww. trzech wskaźników stwierdzono trend malejący, przy czym bardzo istotny wpływ na przebieg linii trendu miały poziomy stężeń oraz liczba dni z przekroczeniami stwierdzone w roku 2006 (stanowiącym początek okresu analiz), znacząco wyższe od wyników stężeń w kolejnych latach. Istotny wpływ na wartości analizowanych wskaźników określonych dla pyłu PM10 posiadały długość sezonu zimowego, ilość dni z występowaniem temperatury minimalnej oraz wartości temperatur minimalnych

– im dłuższy oraz bardziej mroźny sezon zimowy tym wyższe były wartości oznaczonych wskaźników pyłu PM₁₀. Równocześnie scenariusze klimatyczne do roku 2030 (wg klimada.mos.gov.pl) wskazują na możliwość spadku w kolejnych latach liczby dni z temperaturą minimalną powietrza, co może skutkować spadkiem stężeń pyłu PM₁₀.

Analizy przeprowadzone dla wybranych wskaźników pyłu PM_{2,5} wykazały, że w całym analizowanym okresie czasu wartości stężeń średniorocznych znacząco przekraczały poziom dopuszczalny określony zgodnie z obowiązującymi przepisami prawnymi. Stwierdzono również wysokie wartości maksymalnych stężeń średnich dobowych, dla których brak jest określonej w obowiązujących przepisach prawnych wartości dopuszczalnej. W przypadku każdego z ww. wskaźników stwierdzono trend malejący, przy czym bardzo istotny wpływ na przebieg linii trendu w przypadku stężeń średniorocznych miała wysoka wartość stężenia stwierdzona w 2010 roku, stanowiącym początek okresu analiz, znacząco wyższa od wartości stężeń średniorocznych stwierdzanych w kolejnych latach. Podobnie jak w przypadku pyłu PM₁₀, istotny wpływ na wartości analizowanych wskaźników określonych dla pyłu PM_{2,5} posiadały długość sezonu zimowego, ilość dni z występowaniem temperatury minimalnej oraz wartości temperatur minimalnych. Scenariusze klimatyczne do roku 2030 (wg klimada.mos.gov.pl) wskazują na możliwość spadku w kolejnych latach liczby dni z temperaturą minimalną powietrza, czego skutkiem może być obniżanie się stężeń pyłu PM_{2,5}.

Analizy przeprowadzone dla wybranych wskaźników ozonu troposferycznego wykazały, że przekroczenia maksymalnej 8-godzinnej średniej kroczącej >120 µg/m³ określone z uwagi na ochronę zdrowia ludzi jedynie w okresie czterech lat były częstsze od dopuszczalnego poziomu 25 dni w roku kalendarzowym; wartość wskaźnika AOT₄₀ określonego z uwagi na ochronę roślin dla sezonu wegetacyjnego jedynie w ciągu dwóch lat objętych analizą przekraczała wartość normatywną określoną w obowiązujących przepisach prawnych. Tym samym problem występowania podwyższonych stężeń ozonu troposferycznego na terenie miasta Rybnika jest mało istotny. Trend zmian wskaźnika określonego z uwagi na ochronę zdrowia ludzi wykazuje minimalną tendencję rosnącą, natomiast w przypadku wskaźnika AOT₄₀ stwierdzono trend malejący, będący w istotnym stopniu skutkiem najwyższych wartości wskaźnika w początkowych latach objętych analizą. Równocześnie scenariusze klimatyczne do roku 2030 (wg klimada.mos.gov.pl) wskazują na możliwość wzrostu w kolejnych latach maksymalnej temperatury powietrza, co może skutkować dalszym wzrostem stężeń ozonu troposferycznego oraz zwiększeniem częstotliwości występowania przekroczeń wartości kryterialnych określonych w przepisach prawnych.

Przeprowadzona analiza częstości występowania epizodów wysokich stężeń pod kątem możliwości wystąpienia smogu wykazała, że na terenie miasta Rybnika występuje istotne zagrożenie powstawaniem smogu zimowego, związanego z maksymalnymi stężeniami średnimi dobowymi pyłu PM₁₀ przekraczającymi poziom 75 µg/m³. Ilość dni z przekroczeniami ww. poziomu granicznego w ostatnich 10 latach kształtowała się w granicach od 2 miesięcy w roku w latach z krótkim sezonem grzewczym do 3 miesięcy w ciągu roku w przypadku lat charakteryzujących się długimi i mroźnymi sezonami zimowymi. Linia trendu wskazuje na niewielki spadek ilości dni w ciągu roku z przekroczeniem wartości granicznej dla stwierdzania występowania epizodów wysokich stężeń pyłu PM₁₀, przy czym istotny wpływ na przebieg linii trendu posiada znacząco większa ilość dni z przekroczeniami w roku 2006 (stanowiącego początek okresu objętego analizą) w porównaniu do większości kolejnych lat.

Poziomy stężenie ozonu troposferycznego na terenie miasta Rybnika jedynie sporadycznie przekraczały poziomy kryterialne określone w obowiązujących przepisach prawnych, zatem uznano, że smog letni obecnie nie stanowi istotnego zagrożenia.

Przeprowadzona analiza wykazała, że koncentrację zanieczyszczeń powietrza na terenie miasta Rybnika należy zaliczyć do istotnych czynników meteorologicznych oraz ich pochodnych z uwagi na występowanie przekroczeń wartości kryterialnych wszystkich analizowanych zanieczyszczeń, w tym najbardziej istotne w przypadku zanieczyszczeń pyłowych, jak również stwierdzenie istotnego zagrożenia występowania smogu zimowego. Wrażliwość miasta w zakresie koncentracji zanieczyszczeń powietrza dotyczy przede wszystkim jej mieszkańców, ze szczególnym uwzględnieniem grup wrażliwych: osób powyżej 65 roku życia, dzieci w wieku do 5 roku życia, osób przewlekłe chorych, tj. sektora zdrowie publiczne/grupy wrażliwe.

9. Burze i wiatr

Silny i bardzo silny wiatr oraz burze (w tym burze z gradem)

Wiatr jest kolejnym czynnikiem mającym wpływ na większość sektorów/obszarów miasta. Występowanie silnego wiatru niesie za sobą znaczne straty w wielu dziedzinach gospodarki. Przede wszystkim są to straty w drzewostanie, budownictwie, łączności, rolnictwie i energetyce oraz utrudnienia komunikacyjne wynikające z ograniczenia przejezdności dróg. Bardzo często silny wiatr powoduje zagrożenie dla życia ludzkiego.

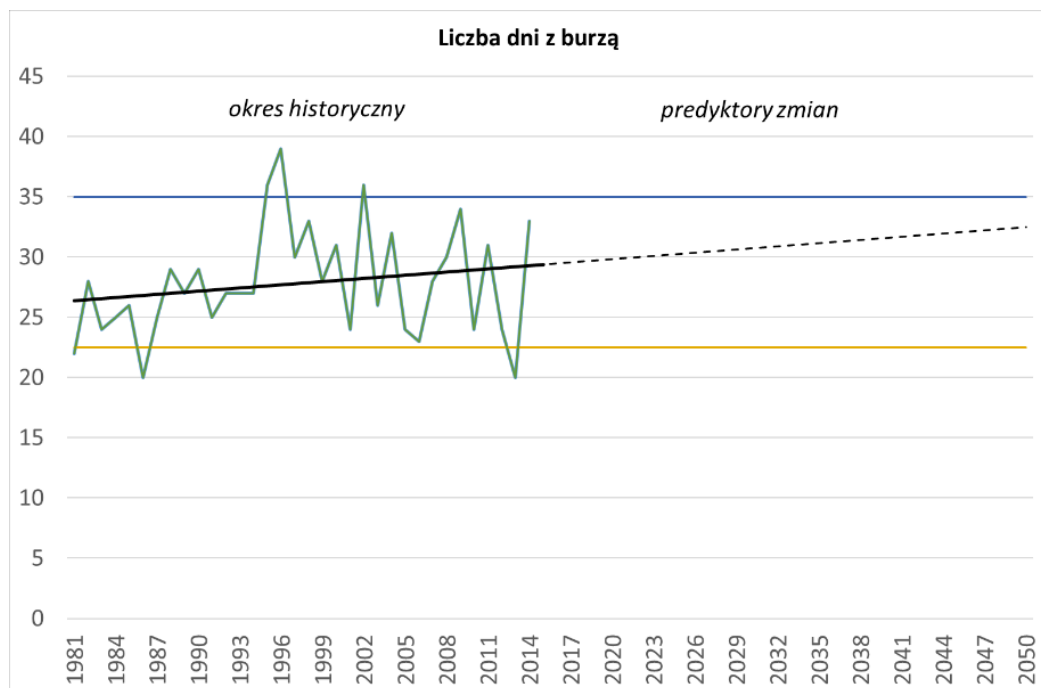
Szczególnie niebezpieczne są liczne przypadki silnego wiatru mogące powodować znaczne szkody materialne i utrudnienia w funkcjonowaniu poszczególnych sektorów. W analizie zwrócono uwagę na wystąpienie maksymalnych notowanych prędkości wiatru (porywów) oraz liczbę dni z wiatrem powyżej 17 m/s.

W okresie historycznym zjawisko silnego i bardzo silnego wiatru występowało z dużą zmiennością, a wyznaczony dla średniej liczby dni z porywem >17 m/s trend, na podstawie obserwacji w okresie 1993 - 2015 jest malejący. Jest to trend istotny statystycznie. W 1997 roku wystąpiło najwięcej dni z porywem >17 m/s (19 dni), natomiast w 2014 tylko 1 dzień. Maksymalny poryw został zarejestrowany 8 kwietnia 1995 r. i wyniósł on 29 m/s, zaś minimalny 25 listopada 2013 r i wyniósł 17m/s.

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

Średnia roczna liczba dni z burzą, z wielolecia 1980 – 2015, wynosi w Rybniku 28 dni (Rysunek 15). Najbardziej burzowy był rok 1996, w którym liczba dni z burzą wynosiła 39, najmniej przypadków wystąpienia tego zjawiska (20) zanotowano w roku 1986 i 2013. Burze mogą występować przez cały rok, jednak od grudnia do marca zjawisko jest incydentalne. Burze występują przede wszystkim od maja do września (średnio powyżej 2 dni), z maksimum w lipcu i sierpniu (ok. 4 dni). Analizy historyczne nie wykazały istotnych zmian w częstotliwości występowania burz w Rybniku. Liczba dni z burzą nieznacznie rośnie, nie jest to trend istotny statystycznie.

OPRACOWANIE PLANÓW ADAPTACJI DO ZMIAN KLIMATU W MIASTACH POWYŻEJ 100 TYS. MIESZKAŃCÓW



Rysunek 15 Liczba dni z burzą

W okresie historycznym (zielona linia) oraz w okresie prognozowanym do 2050 roku

OPRACOWANIE PLANÓW ADAPTACJI DO ZMIAN KLIMATU W MIASTACH POWYŻEJ 100 TYS. MIESZKAŃCÓW



**Wczujmy się
w klimat!**
www.44mpa.pl



**Instytut Ochrony Środowiska
Państwowy Instytut Badawczy**
ul. Krucza 5/11D
00-548 Warszawa
tel.: 22 375 05 25
faks: 22 375 05 01
e-mail: sekretariat@ios.gov.pl
www.ios.gov.pl



**Instytut Meteorologii
i Gospodarki Wodnej
Państwowy Instytut Badawczy**
ul. Podleśna 61
01-673 Warszawa
tel.: 22 569 41 00
faks: 22 834 18 01
e-mail: imgw@imgw.pl
www.imgw.pl



**Instytutu Ekologii Terenów
Uprzemysłowionych**
ul. Koszutha 6
40-844 Katowice
tel.: 32 254 60 31
faks: 32 254 17 17
e-mail: ietu@ietu.pl
www.ietu.pl



Arcadis Sp. z o.o.
ul. Wołoska 22a
02-675 Warszawa
tel.: 22 203 20 00
faks: 22 203 20 01
e-mail: mpa@arcadis.com
www.arcadis.com