



Wczujmy się
w klimat!

www.44mpa.pl

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.

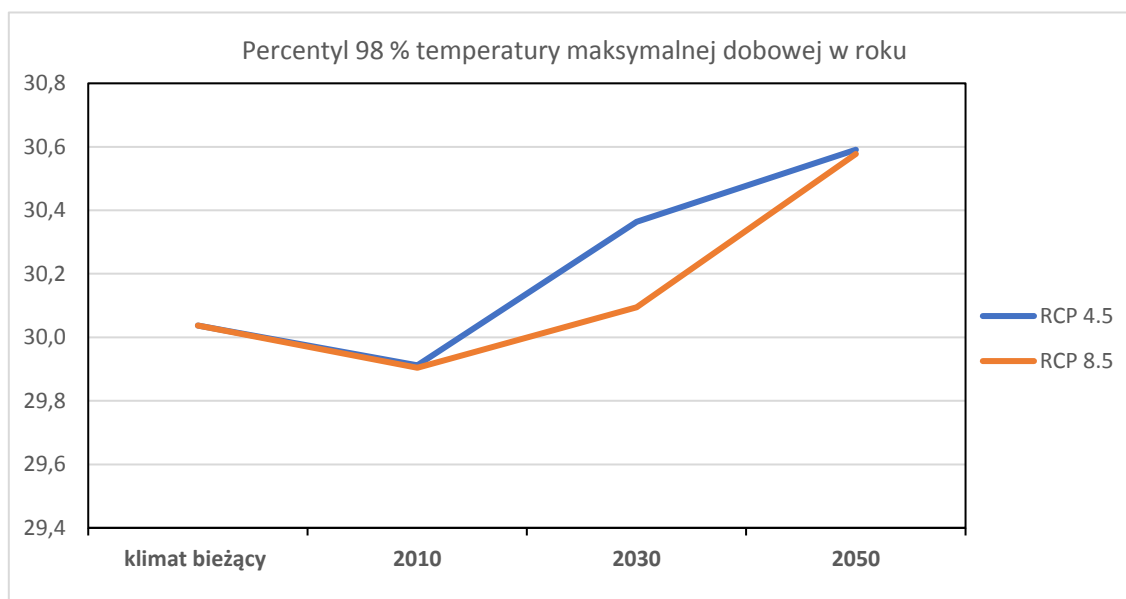
RCP (Representative Concentration Pathways) - Raport uwzględniający 4 grupy scenariuszy emisyjnych (RCP2.6; RCP4.5; RCP6.0 oraz RCP8.5), które zakładają skalę dalszego wzrostu emisji CO₂, oraz osiągnięcie wymuszenia radiacyjnego na określonym przez dany scenariusz poziomie.

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

Zgodnie z poniższymi wykresami odnotowano trend rosnący dla dwóch wskaźników: percentyl 98%, liczba dni z temperaturą maksymalną powyżej 25°C.

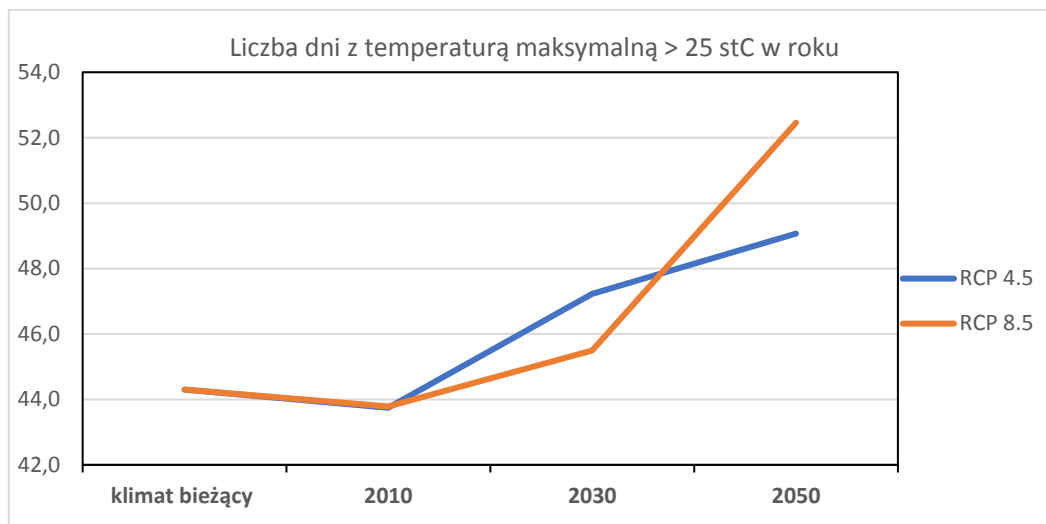
Wartość percentyla 98% temperatury maksymalnej wzrasta od średnio 29,9°C (dla obu rozpatrywanych scenariuszy) w dziesięcioleciu 2006-2015 poprzez średnio 30,4°C (RCP 4.5) i 30,1°C (RCP 8.5) w latach 2026-2035 do średnio 30,6°C w okresie 2046-2055 (dla obu scenariuszy). Wartości bieżącej obserwacji klimatu oraz uzyskane na podstawie wyników EURO-CORDEX dla klimatu bieżącego pokazują nieznaczny szybszy wzrost dla scenariusza RCP 4.5. Prognozowany jest wzrost wartości temperatur maksymalnych w okresie letnim.



Rysunek 1. Percentyl 98% temperatury maksymalnej dobowej w roku

W odniesieniu do liczby dni z temperaturą maksymalną >25°C w roku widoczny jest trend wzrostowy w przypadku obu scenariuszy. Liczba dni z temperaturą maksymalną > 25 °C w roku zwiększa się średnio do 49,1 (RCP 4.5) i 52,5 (RCP 8.5) w okresie 2046-2055. Wartości indeksu na podstawie wiązki EURO-CORDEX dla klimatu są zbliżone. Prognozowany jest wzrost liczby dni gorących (z temperaturą maksymalną >25°C).

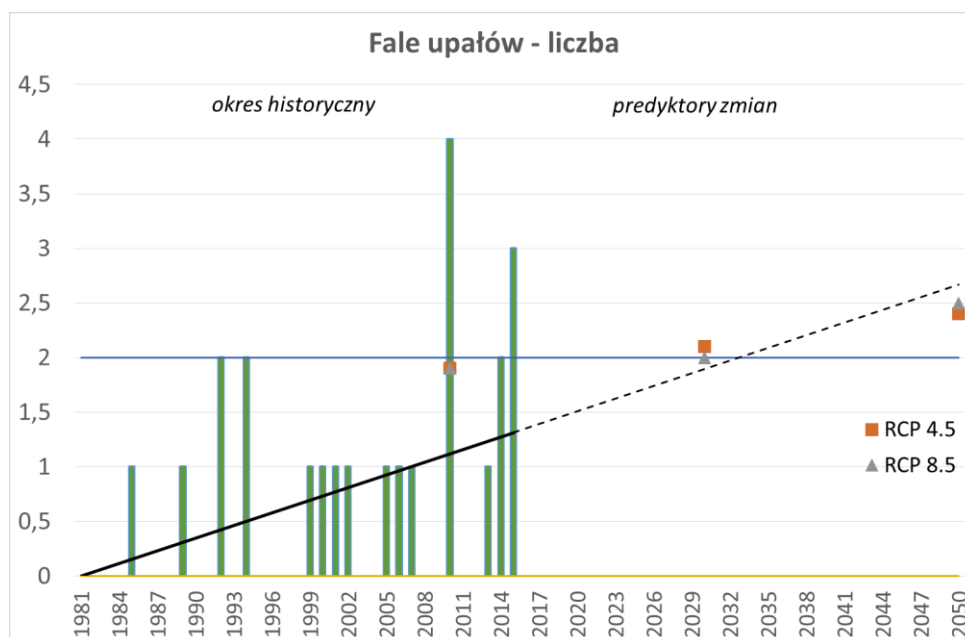
OPRACOWANIE PLANÓW ADAPTACJI DO ZMIAN KLIMATU W MIASTACH POWYŻEJ 100 TYS. MIESZKAŃCÓW



Rysunek 2. Liczba dni z temperaturą maksymalną > 25 stC w roku

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

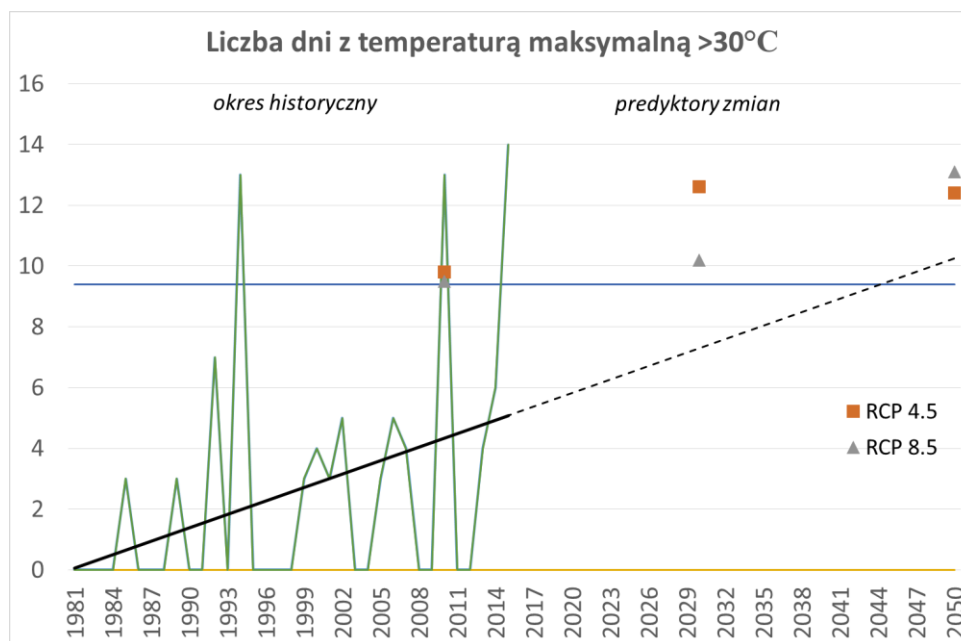
Prognozowane zmiany klimatu wskazują, że intensywność lub częstość występowania zjawiska fal upałów może stać się krytyczna w ciągu najbliższych kilku lat (w perspektywie do 2030). Zgodnie z poniższymi wykresami odnotowano trend rosnący dla takich wskaźników jak: liczba okresów o długości minimum 3 dni z temperaturą powyżej 30°C oraz liczba dni z temperaturą maksymalną powyżej 30°C. Zarówno prognoza liniowa na podstawie danych historycznych, jak i scenariusze klimatyczne dla obu wskaźników wskazują na wzrost i przekroczenie wartości krytycznych.



Rysunek 3. Scenariusze klimatyczne na tle danych historycznych dla wskaźnika „Liczba okresów o długości min. 3 dni z temperaturą powyżej 30°C

Dla scenariusza umiarkowanej (RCP4.5 – pomarańczowy kwadrat) i wysokiej emisji gazów cieplarnianych (RCP8.5 – szary trójkąt)

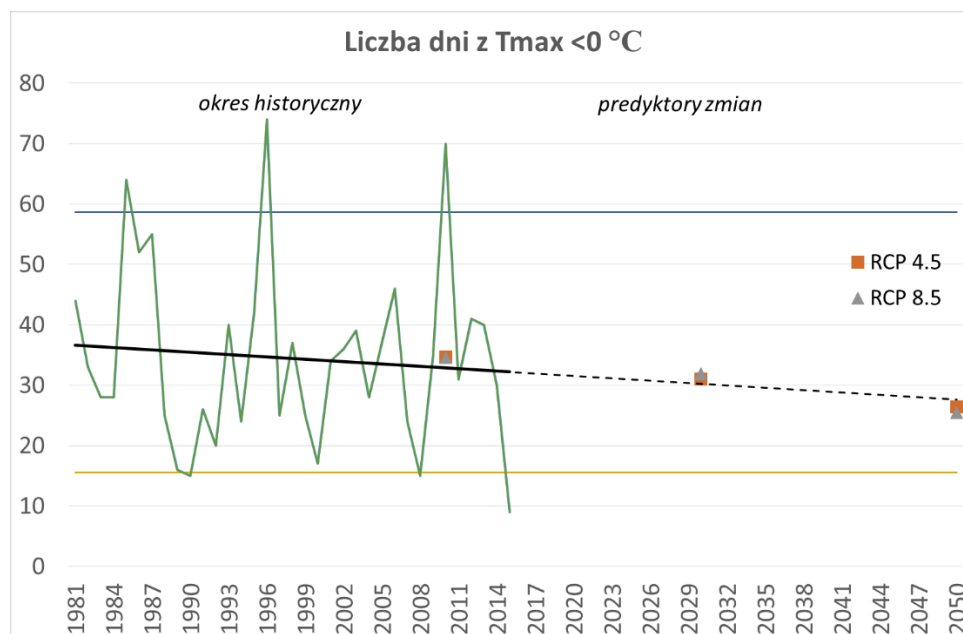
OPRACOWANIE PLANÓW ADAPTACJI DO ZMIAN KLIMATU W MIASTACH POWYŻEJ 100 TYS. MIESZKAŃCÓW



Rysunek 4. Liczba okresów o długości przynajmniej 3 dni z temperaturą maksymalną $\geq 30^{\circ}\text{C}$ w roku. 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)

3. Chłody

Prognozowane zmiany klimatu wskazują na małe prawdopodobieństwo, że intensywność i częstość występowania zjawiska stanie się krytyczna w perspektywie do 2050. Zgodnie z poniższymi wykresami odnotowano trend malejący dla wskaźnika klimatycznego liczba dni z temperaturą maksymalną poniżej 0°C . Wyniki dla obu scenariuszy klimatycznych są zbieżne i wskazują na spadek liczby dni z temperaturą maksymalną poniżej zera z około 32 do około 25 dni w ciągu roku w perspektywie do 2050.



Rysunek 5 Liczba dni z temperaturą maksymalną $\leq 0^{\circ}\text{C}$ w roku. 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)

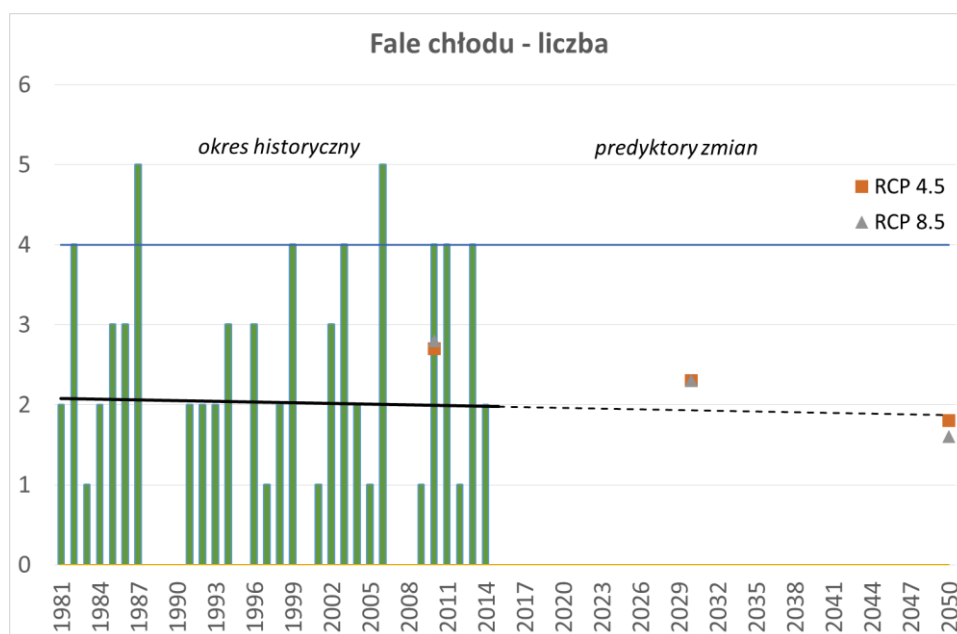
OPRACOWANIE PLANÓW ADAPTACJI DO ZMIAN KLIMATU W MIASTACH POWYŻEJ 100 TYS. MIESZKAŃCÓW

Temperatura minimalna powietrza we Włocławku nieznacznie maleje w tempie 0,09°C/rok. Ujemne temperatury mogą występować od października aż do maja. We Włocławku minimalna temperatura powietrza może dochodzić do -34°C. 30 stycznia 1985 roku na termometrach zanotowano rekordowe -34,2°C. Najzimniejszym miesiącem był styczeń 1987 roku, kiedy minimalna temperatura powietrza wynosiła średnio – 18,20C oraz zima 1985 z temperaturą minimalną powietrza średnio -9,5°C. Tak jak w przypadku maksymalnej temperatury powietrza, wyliczono percentyl 2 dla minimalnej temperatury powietrza, czyli wielkość, poniżej której występuje 2% wartości temperatury minimalnej dla miesięcy i pór roku. Za pomocą 2 percentyla wyznaczono ekstremalne minima zimowe. Percentyl 2% dla zimy wyniósł -19,7°C, natomiast najniższą wartość uzyskał dla stycznia -21,7°C.

Tabela 1. Absolutne maksima i minima temperatury na stacji synoptycznej we Włocławku (1981-2015)

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	MAX/MIN DATA	
MAX	13,7	15,6	22,8	31,8	30,9	35,4	37,6	37	34,8	25,1	18,3	12,5	37,6	24.07.1988
MIN	-34,2	-26,9	-22,4	-7,1	-3,1	1,4	4	3,5	-1,6	-7,8	-18,3	-21,7	-34,2	30.01.1985

Poniższy wykres przedstawia liczbę okresów o długości przynajmniej 3 dni z temperaturą minimalną <-10°C w roku.



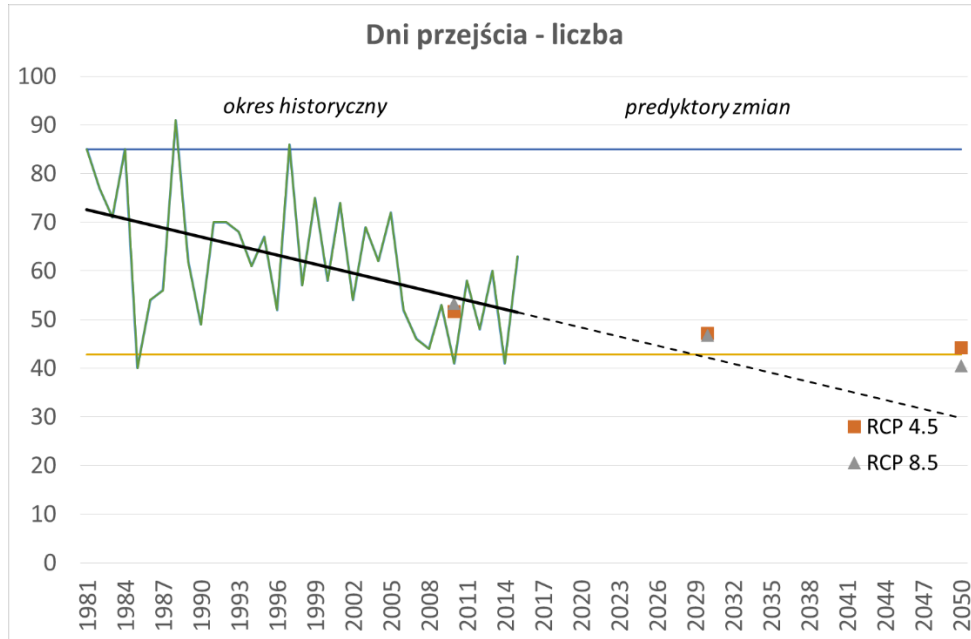
Rysunek 6 Liczba okresów o długości przynajmniej 3 dni z temperaturą minimalną <-10°C w roku

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. Przymrozki

Prognozowane zmiany klimatu wskazują na małe prawdopodobieństwo, że intensywność i częstość występowania zjawiska stanie się krytyczna w perspektywie do 2050. Zgodnie z poniższym wykresem odnotowano trend malejący dla wskaźnika: liczba dni z przejściem temperatury przez 0°C.

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

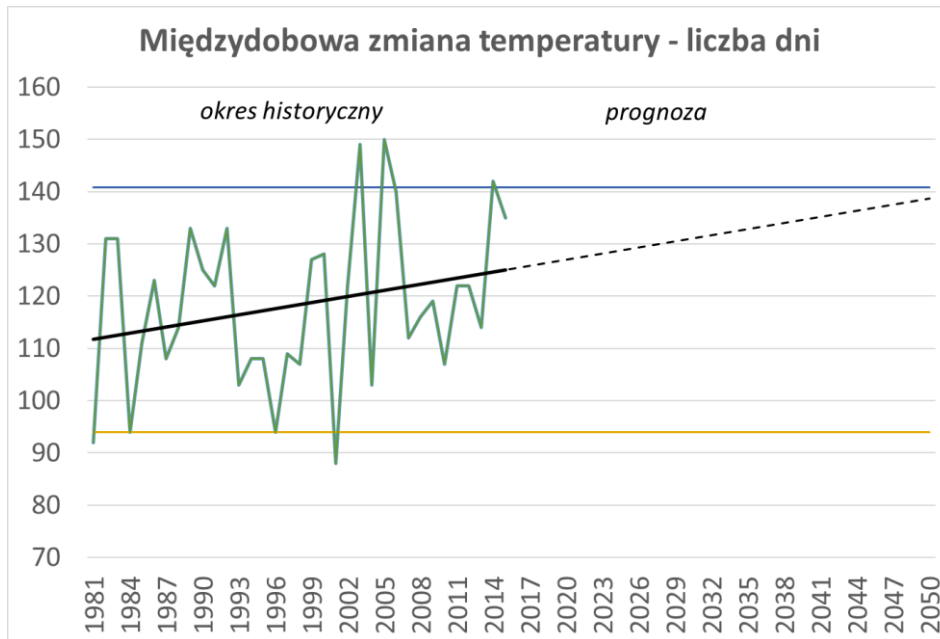


Rysunek 7 Liczba dni z przejściem temperatury powietrza przez 0°C w roku

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. Międzydobowa zmiana temperatury

Międzydobowa zmiana temperatury – prognoza zmian linii trendu wskazuje, że istnieje małe prawdopodobieństwo, że intensywność lub częstość występowania zjawiska może stać się krytyczna w perspektywie do 2050 roku. Zgodnie z poniższym wykresem suma dni z międzydobową zmianą temperatury większą niż 10°C, odnotowano nieznaczny trend rosnący.



Rysunek 8. Liczba dni z międzydobową zmianą temperatury powietrza

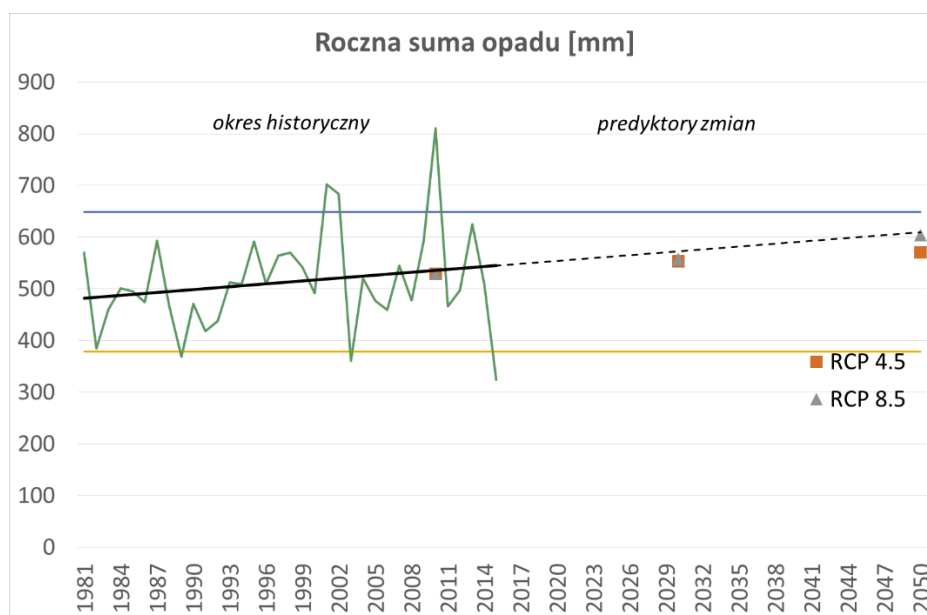
W okresie historycznym (zielona linia) oraz w okresie prognozowanym do 2050 roku

6. Dni z opadem

Zagrożenia związane z dniami wilgotnymi we Włocławku zostały opisane następującymi wskaźnikami:

Suma roczna opadu

Zgodnie z poniższym wykresem odnotowano trend rosnący dla wskaźnika roczna suma opadu. Prawdopodobieństwo, że intensywność lub częstość występowania zjawiska może stać się krytyczna (korzystna) w ciągu 10 lat (w perspektywie do 2030). Również analiza danych historycznych wskazuje na rosnący trend rocznej sumy opadów w mieście.



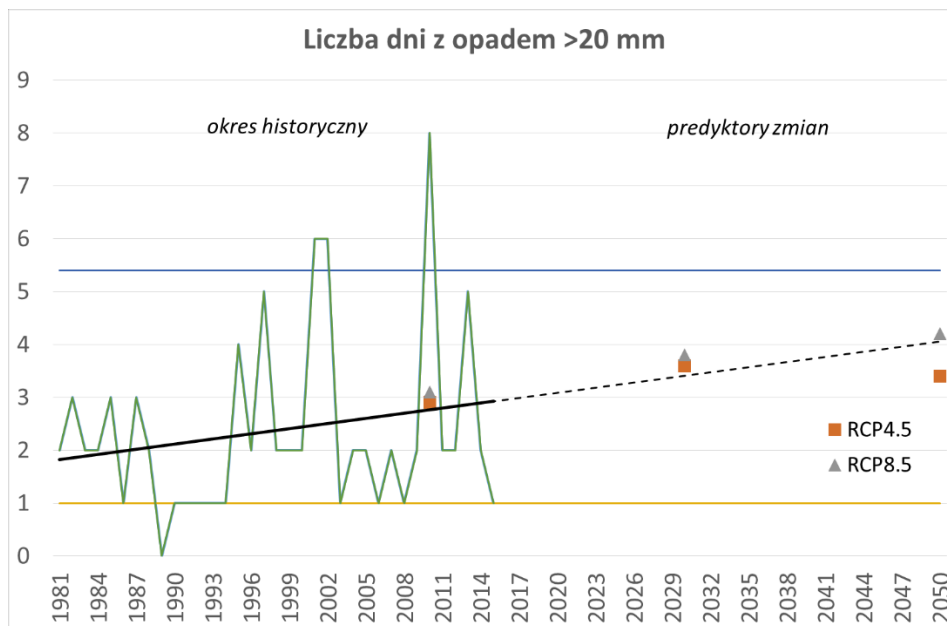
Rysunek 9. Suma roczna opadu atmosferycznego

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

Zgodnie z poniższym wykresem odnotowano nieznaczny trend rosnący dla wskaźnika - liczba dni z opadem > 20 mm. Prawdopodobieństwo, że intensywność lub częstość występowania zjawiska może stać się krytyczna (korzystna) w ciągu 10 lat (w perspektywie do 2030). Prawdopodobieństwo oceniono jako duże z uwagi na udokumentowaną zwiększającą się ilość wystąpień zjawiska oraz interwencji służb miejskich.

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

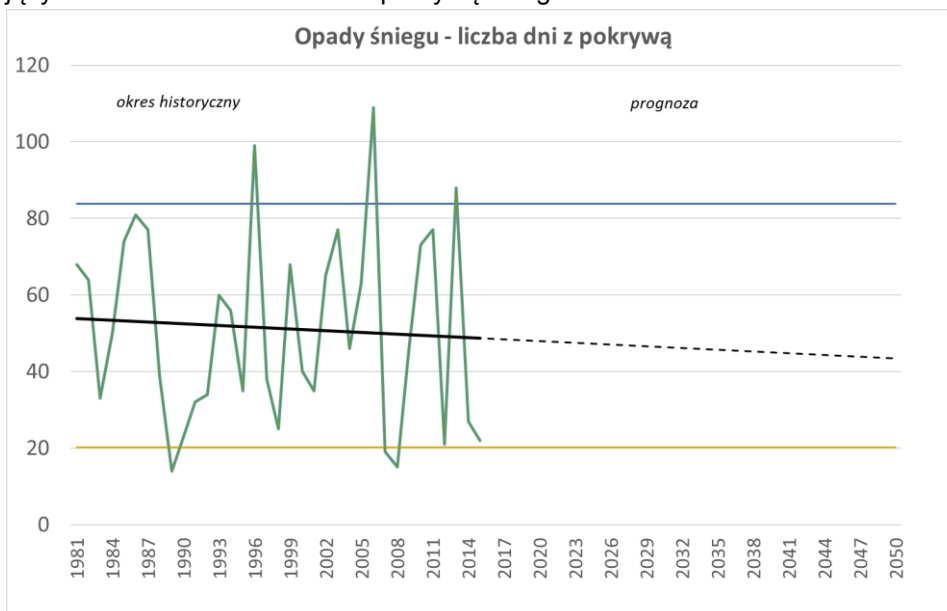


Rysunek 10. Liczba dni z opadem atmosferycznym >20 mm/d

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)

Opady śniegu

Średnia roczna liczba dni z pokrywą śnieżną we Włocławku w okresie 1981-2015 wynosiła ok. 53 dni. Najwięcej dni ze śniegiem zanotowano w 1996 i 2006 roku - odpowiednio 99 i 110 dni. Prognoza zmian linii trendu wskazuje na małe prawdopodobieństwo, że intensywność i częstość występowania zjawiska stanie się krytyczna (korzystna) w perspektywie do 2050. Zgodnie z poniższym wykresem odnotowano trend malejący dla wskaźnika: liczba dni z pokrywą śniegu w okresie X-V.



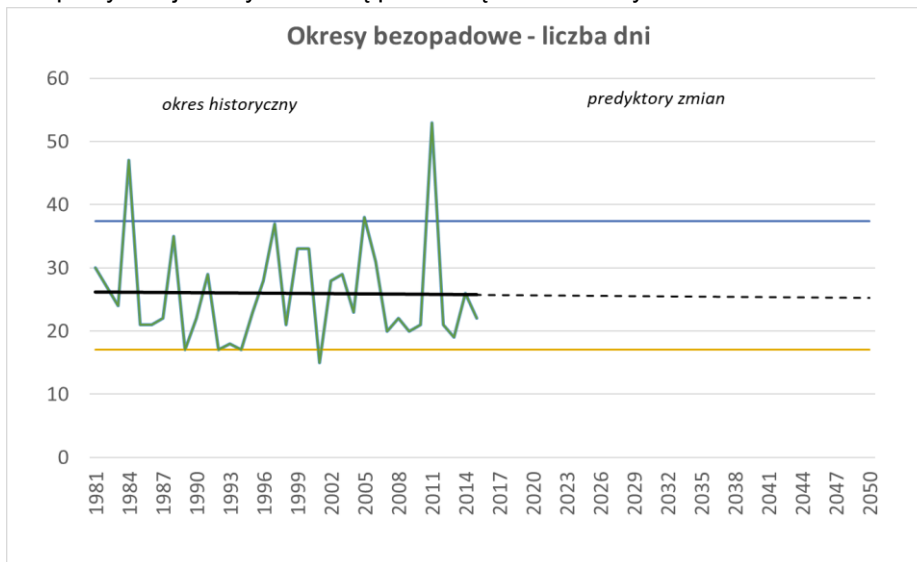
Rysunek 11 Liczba dni z opadem śniegu

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

7. Dni bezopadowe

Długotrwałe okresy bezopadowe

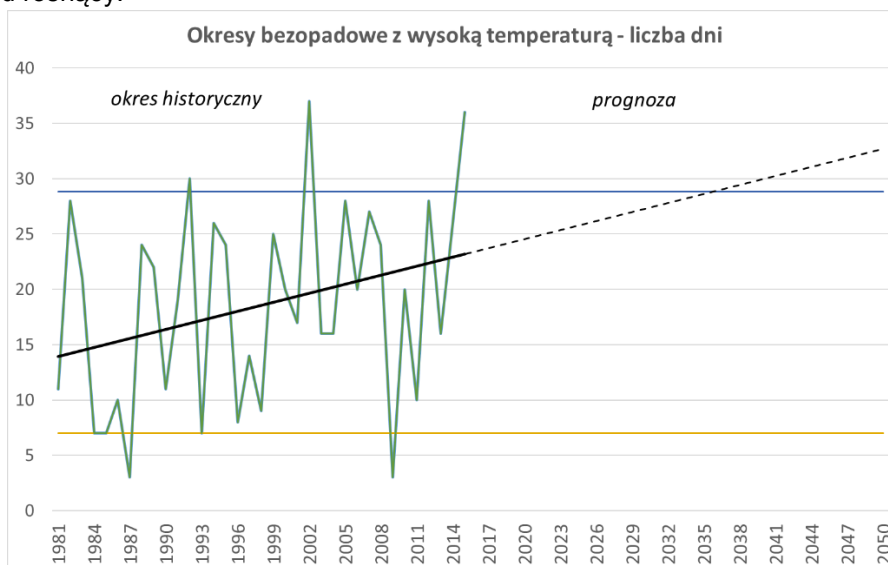
Długotrwałe okresy bezopadowe – prognozowane zmiany klimatu nie wykazują istotnych zmian (znaczącego wzrostu, ani spadku) i wskazują na małe prawdopodobieństwo, iż intensywność zjawiska lub częstość występowania zjawiska stanie się krytyczna (korzystna) w ciągu 30-50 lat (perspektywa 2030-2050). Do powyższej oceny stanowią podstawę dane historyczne.



Rysunek 12 Zakresy zmienności oraz trend zmian liczby dni bezopadowych
W okresie historycznym (zielona linia) oraz w okresie prognozowanym do 2050 roku

Okresy bezopadowe z wysoką temperaturą

Analizę długotrwałych okresów bezopadowych poszerzono o temperaturę maksymalną powietrza >25°C. Prognozowane zmiany klimatu wskazują, że intensywność zjawiska lub częstość występowania zjawiska może stać się krytyczna (korzystna) w ciągu 30-50 lat (perspektywa 2030-2050). Najdłuższy okres spełniający oba warunki wystąpił w roku 2002 i wynosił 37 dni, a dane historyczne wykazują wyraźny trend rosnący.



Rysunek 13 Najdłuższy okres bez opadu z wysoką temperaturą powietrza
W okresie historycznym (zielona linia) oraz w okresie prognozowanym do 2050 roku

8. Susza

W ocenie suszy hydrologicznej wykorzystano wskaźnik standaryzowany odpływu SRI (ang. Standardized Runoff Index - Shukla, Wood, 2008). Wskaźnik charakteryzuje wilgotnościowe warunki hydrologiczne w zlewni na podstawie wielkości odpływu ze zlewni w różnych okresach akumulacji (transformacji) opadu w odpływ (1, 3, 6, 9 lub 12-miesięczne), które pozwalają uchwycić zmienności wynikające z charakteru zlewni, czy prowadzonej w niej gospodarki wodnej – im dłuższy okres akumulacji, tym współczynnik odpływu SRI jest bardziej zbliżony do współczynnika opadu SPI.

Wskaźnik SRI może być wykorzystany do oceny podatności regionalnej na występowanie suszy hydrologicznej, co uzyskuje się odpowiednio klasyfikując wskaźnik SRI wykorzystując przedziały wartości dla standaryzowanego wskaźnika opadu (SPI).

Dla obszaru miasta Włocławek przeprowadzono taką procedurę dla posterunków wodowskazowych: Włocławek i Włocławek - Ruda przyjmując 1, 6 i 12-miesięczne okresy akumulacji.

Tabela 2. Charakterystyka wielolecia 1981-2015 na podstawie wskaźnika SRI

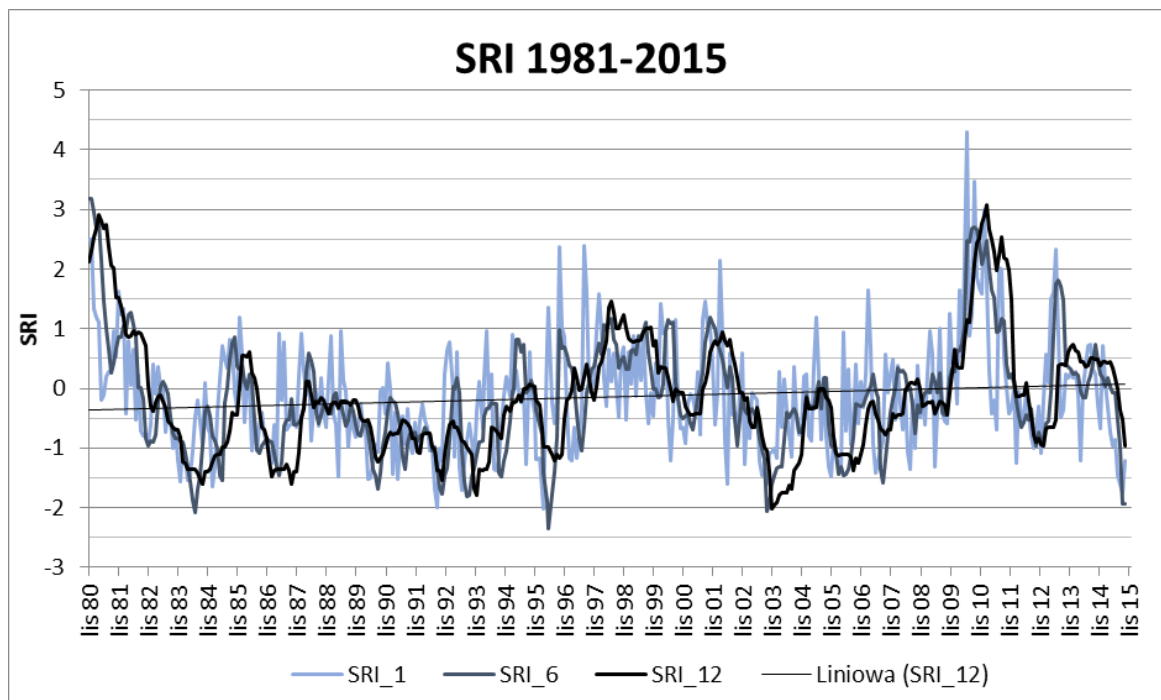
Wartość SRI	Klasyfikacja okresu	Udział miesięcy w wieloleciu 1981-2015 [%]											
		Włocławek						Włocławek - Ruda					
		SRI 1		SRI 6		SRI 12		SRI 1		SRI 6		SRI 12	
		li.	%	li.	%	li.	%	li.	%	li.	%	li.	%
≥ 2,0	ekstremalnie mokry	12	2,86	15	3,57	24	5,71	19	4,52	11	2,65	10	2,44
1,5 ≤ SRI < 2,0	bardzo mokry	10	2,38	6	1,43	5	1,19	16	3,81	25	6,02	21	5,13
1,0 ≤ SRI < 1,5	umiarkowanie mokry	19	4,52	19	4,52	15	3,57	28	6,67	31	7,47	34	8,31
-1,0 ≤ SRI < 1,0	bliski warunkom normalnym	306	72,86	313	74,52	296	70,48	281	66,90	273	65,78	272	66,50
-1,5 ≤ SRI < -1,0	umiarkowanie suchy	58	13,81	47	11,19	65	15,48	60	14,29	53	12,77	46	11,25
-2,0 ≤ SRI < -1,5	bardzo suchy	14	3,33	17	4,05	14	3,33	12	2,86	18	4,34	21	5,13
SRI < -2,0	ekstremalnie suchy	1	0,24	3	0,71	1	0,24	4	0,95	4	0,96	5	1,22

W analizowanym wieloleciu przeważały okresy bliskie warunkom normalnym na wszystkich wodowskazach (wartości SRI wyraźnie ponad 65%). Najrzadziej występowały okresy ekstremalnie suche (wartość SRI poniżej 1%).

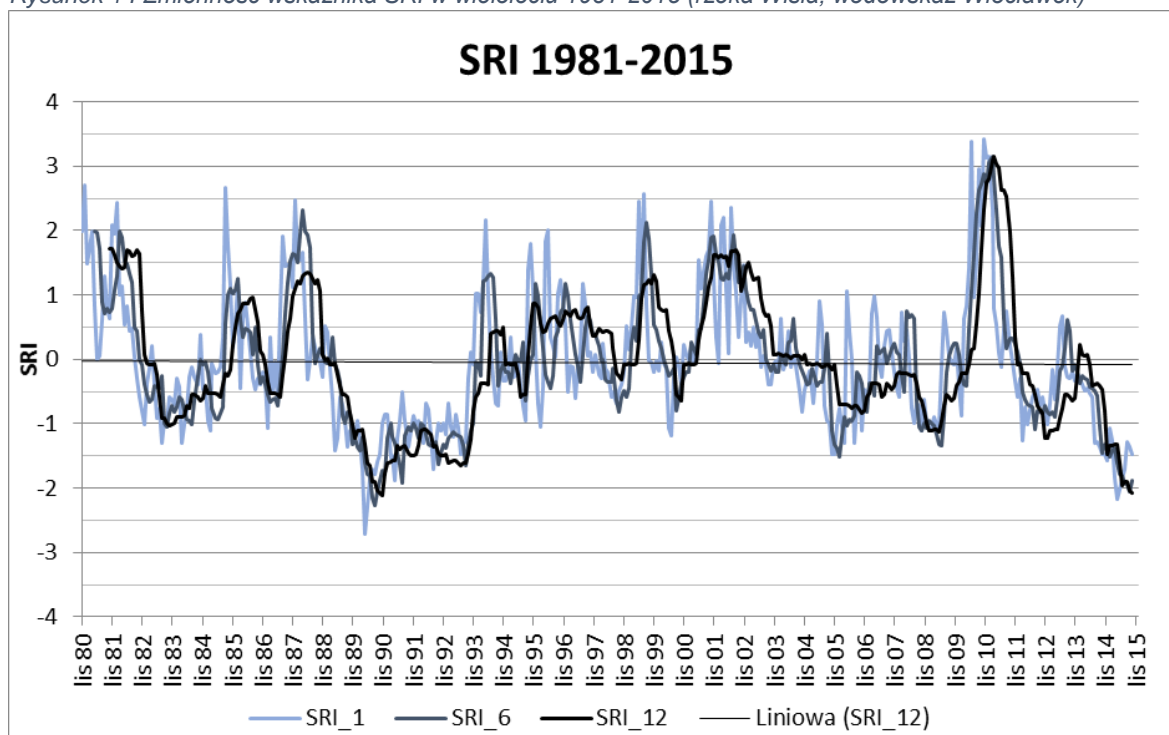
Większe zróżnicowanie zanotowano na wodowskazie Włocławek na rzece Wiśle. Okresy suche stanowią tutaj przeszło 17% wszystkich analizowanych, a okresy mokre 10%. Na wodowskazie Włocławek – Ruda na rzece Zgłowiączce okresy suche również pojawiają się częściej niż mokre, jednak ich liczba jest porównywalna.

Zmienność współczynnika SRI na przestrzeni wielolecia 1981-2015 przedstawiono na poniższych wykresach. Na uwagę zasługuje fakt, że na wodowskazie Włocławek zanotowano trend rosnący wartości współczynnika SRI, czyli spadek liczby okresów suchych, natomiast na wodowskazie Włocławek – Ruda trend malejący. Wskazuje to na silny wpływ czynników antropogenicznych na bilans wodny.

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



Rysunek 14 Zmienność wskaźnika SRI w wieloleciu 1981-2015 (rzeka Wisła, wodowskaz Włocławek)



Rysunek 15 Zmienność wskaźnika SRI w wieloleciu 1981-2015 (rzeka Zgłowiączka, wodowskaz Włocławek-Ruda)

9. Pochodne opadów

Powodzie miejskie (nagłe)

Na podstawie udostępnionych materiałów dla obszaru miasta i jego okolic w latach 1970-2010 odnotowano kilka przypadków wystąpienia opadów nawaalnych, z których jednak jedynie jeden spowodował wystąpienia powodzi miejskiej.

Tabela 3. Nawaalne opady zanotowane we Włocławku w latach 1970-2010

lp	Data opadu	Wysokość opadu [mm]	Czas trwania opadu [min]	Skutki
1	13.07.1983	75,9	390	-
2	1.05.1996	69,2	1440	-
3	08.07.1996	76,6	1440	-
4	28.06.1999	27,3	200	Zalane pola
5	29.05.2002	56,7	1440	-
6	02.08.2002	68,4	80	-
7	15.08.2010	21,4	40	Powódź miejska -zalanie upraw, zalanie piwnic i ogrodów
8	16.08.2010	44,5	150	Straty

W opracowaniu o dane zamieszczone w opracowaniu „Klęski żywiołowe, a bezpieczeństwo wewnętrzne kraju” wyznaczono regiony najczęstszego występowania nagłych powodzi lokalnych. Wzięto pod uwagę rozmieszczenie powodzi, ich zagęszczenie na niektórych terenach, liczbę powodzi i ich skutki. Włocławek znajduje się poza którąkolwiek z 32 wydzielonych stref. Na podstawie tych danych możemy uznać, że miasto Włocławek nie jest poważnie zagrożone nagłymi powodziami.

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, o określonym prawdopodobieństwie wystąpienia powodzi, a także obszarów 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 Dolnej Wisły (PZRP), którego celem jest przedstawienie programu działań kluczowych (wysokopriorytetowych), zmierzających do zmniejszenia występującego ryzyka powodziowego.

Obszary zagrożenia powodziowego obejmują:

1. Tereny niechronione wałami przeciwpowodziowymi:

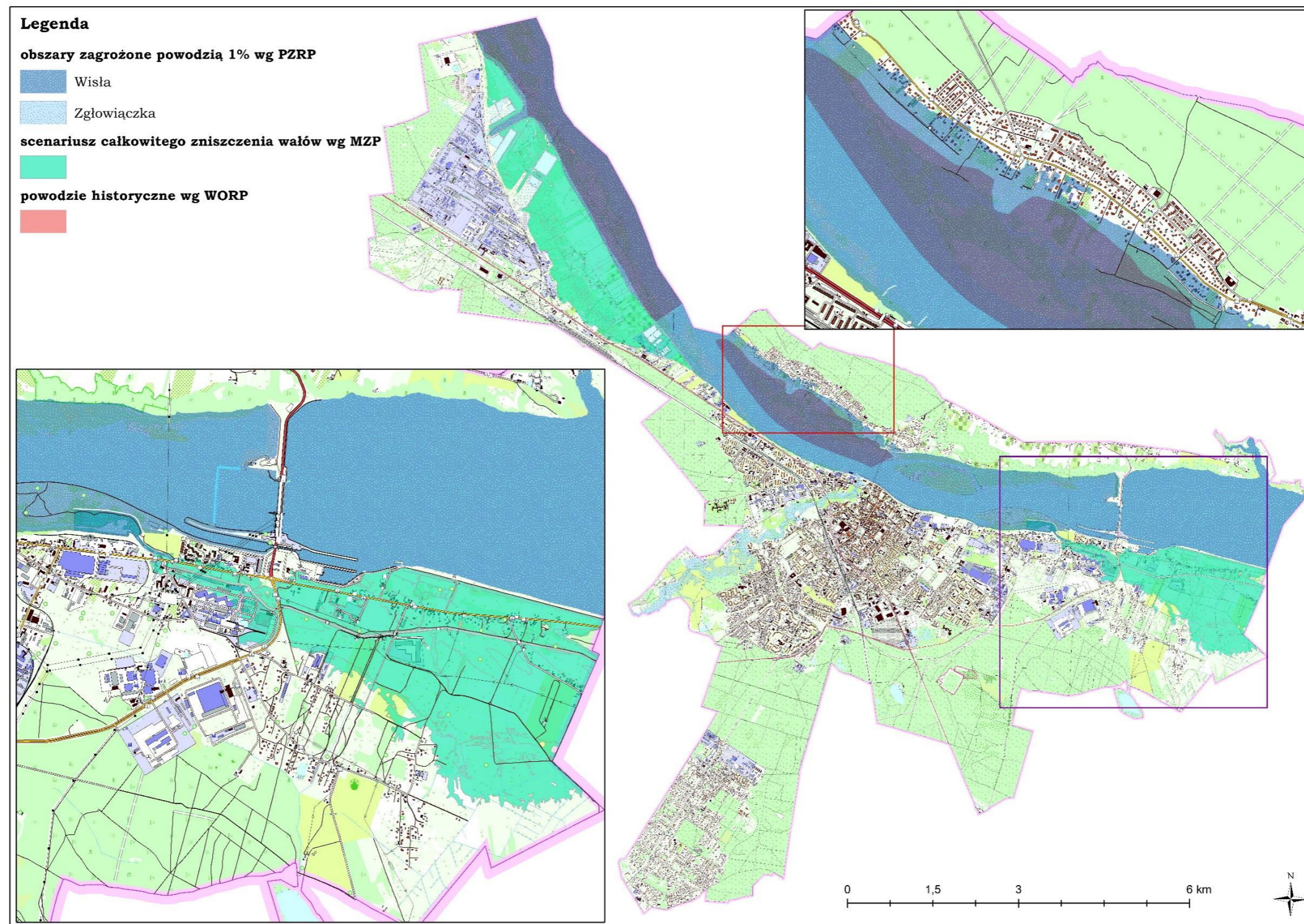
- Prawy brzeg Wisły:
 - Nieobwałowany teren w dzielnicy Zawisłe. Teren ten obejmuje obszar o długości około 2,5km w kierunku północno-zachodnim od mostu Marszałka Rydza Śmigłego wzdłuż ul.

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

Grodzkiej rozciągając się od brzegu Wisły do tej ulicy. Na obszarze tym dominują tereny zielone i uprawne, jednak znajdują się na nim również jednorodzinne zabudowania mieszkaniowe.

- Lewy brzeg Wisły:
 - Tereny zielone w obrębie doliny rzeki Zgłowiączki w dzielnicach Śródmieście, Południe oraz Zazamcze.
- 2. Teren zagrożone w przypadku przerwania wałów przeciwpowodziowych:
 - Lewy brzeg Wisły:
 - Tereny od wschodniej granicy miasta aż do zapory rozciągając się aż do ul. Spokojnej, obejmując prawie 1/3 powierzchni dzielnicy Rybnica. Obejmuje rozległe tereny zielone, jednak w bezpośrednim sąsiedztwie zbiornika Włocławek zlokalizowana jest zabudowa jednorodzinna.
 - Tereny wzdłuż kanału Zuzanka od wysokości zapory aż do ujścia w Wiśle. Teren obejmuje głównie teren przemysłowy.
 - Teren zlokalizowany w północno-zachodniej części miasta w dzielnicy Zachód Przemysłowy. Teren zagrożony rozciągaj się od oczyszczalni ścieków przy ul. Toruńskiej aż do północnych granic miasta. W przypadku przerwania wałów woda zaleje teren w głąb sięgając do ulicy Krzywa Góra.

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



Rysunek 16. Zagrożenie powodziowe na obszarze Miasta Wrocławka (wg MZP/MRP, PZRP)

Osuwiska

Trzy główne czynniki, które w warunkach polskich przyczyniają się do występowania osuwisk to budowa geologiczna i rzeźba terenu, intensywne lub długotrwałe opady deszczu, a także działalność człowieka, przy czym analiza tej ostatniej została w niniejszym dokumencie ograniczona, jako niezwiązana ze zmianami klimatu.

Podstawowymi źródłami informacji na temat ewentualnych osuwisk zidentyfikowanych na obszarze Włocławka były:

- System Osłony Przeciwosuwiskowej Polski (Państwowy Instytut Geologiczny <http://geoportel.pgi.gov.pl/portal/page/portal/SOPO>),
- Rejestr osuwisk i terenów zagrożonych ruchami masowymi dla miasta Włocławek
- Miejskie dokumenty strategiczne.

Obszar miasta Włocławek jest rozcięty doliną Wisły, dzielącą go na dwie części: północną i południową. Północne zbocza doliny Wisły osiągają wysokość do około 35 metrów (w części zachodniej) do ponad 50 metrów (w części wschodniej). Zbocza te mają silnie urozmaiconą morfologię i są porożcinane wcięciami o charakterze dolin okresowych, a ich nachylenia mieszczą się w przedziale 10-15 stopni. W morfologii terenu odłania się skarpa tarasu pradolinowego o wysokości 10-15 metrów i mało urozmaiconej rzeźbie. Na odcinku od mostu do wschodniej granicy powiatu ciągną się betonowe umocnienia wzdłuż koryta Wisły.

Pierwszą rejestrację osuwisk we Włocławku przeprowadzono w roku 1927. Nasilenie procesów osuwiskowych zaobserwowano po wybudowaniu zbiornika włocławskiego. Było to związane z podniesieniem poziomu wód w dolinie Wisły, które zalały niższe fragmenty dna doliny oraz dolne partie zboczy (wraz z dolnymi fragmentami „starych” nieaktywnych osuwisk).

Na obszarze miasta Włocławek udokumentowano 69 osuwisk oraz wskazano 21 terenów zagrożonych ruchami masowymi. Powierzchnia wszystkich rozpoznanych osuwisk wynosi 82 hektary, natomiast terenów zagrożonych 50 hektarów.

Większość udokumentowanych osuwisk występuje na północnych zboczach doliny Wisły, na odcinku Szpetal Dolny – Zarzeczewo.

Spośród udokumentowanych 69 osuwisk stwierdzono 5 aktywnych, 19 okresowo aktywnych, 32 nieaktywne oraz 13 o różnych stopniach aktywności w obrębie jednego osuwiska.

Wielkość osuwisk jest zróżnicowana, od bardzo małych (powierzchnia poniżej pół hektara) do dużych, dochodzących nawet do 11 hektarów.

Udokumentowano 44 osuwiska małe i bardzo małe (powierzchnia poniżej hektara), 23 osuwiska średnie (powierzchnia od 1 do 4 hektarów) oraz 2 duże osuwiska (powierzchnia około 6,5 oraz 11 hektarów).

Ze względu na lokalizację osuwisk można wydzielić 2 główne regiony ich występowania:

- Północne zbocza Wisły na odcinku Szpetal Dolny – Zarzeczewo (północna część Miasta Włocławek). W tym rejonie udokumentowano aż 58 osuwisk (84% wszystkich osuwisk) w tym największe z nich, z bogatą rzeźbą wewnątrz-osuwiskową. Aż 51 z nich znajduje się na północnych zboczach doliny Wisły, co daje średnią prawie 5,5 osuwiska na 1 kilometr długości. Pozostałe 7 osuwisk występuje na zboczach Zalewu Wiślanego – powstałego w miejscu ujścia Chełmiczki i Świętego Strumienia do Wisły.
 - Omawiane północne zbocze możemy podzielić na 3 odcinki:
 - zachodni - między Szpetalem Dolnym a Suszycami (od zachodniej granicy powiatu do mostu na Wiśle). Występują tu pojedyncze, nieaktywne osuwiska.

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

- środkowy- między Suszycami a Kulinem (od mostu na Wiśle do początku zbiornika wrocławskiego). Znajduje się tu 18 nieaktywnych i okresowo aktywnych osuwisk, na ogół niewielkich rozmiarów. Występuje tu również największe osuwisko o powierzchni 11 hektarów.
- wschodni - między Kulinem z Zarzeczem (do granicy wschodniej powiatu). W tym odcinku występuje największa koncentracja osuwisk (37 form osuwisk). Przeważają tu formy aktywne osuwisk. Wynika to z faktu bezpośredniego kontaktu zboczy doliny Wisły z wodami zbiornika wrocławskiego
- Skarpa tarasu pradolinowego na odcinku Korabniki – Zazamcze (północno- zachodnia i środkowo zachodnia część Miasta Wrocławek).

Poza osuwiskami na terenie powiatu Wrocławek wyznaczono 21 terenów zagrożonych ruchami masowymi. Usytuowane są one na północnych zboczach doliny Wisy oraz na skarpie pradoliny.

Tereny zagrożone definiujemy jako obszary, na których istnieje potencjalna możliwość powstania i rozwoju nowych osuwisk. Wynika to z budowy geologicznej i morfologii tych terenów, która jest zbliżona do terenów, na których osuwiska już istnieją. Najbardziej prawdopodobne, że nowe osuwiska mogą powstać na północnych zboczach doliny Wisły we wschodniej części powiatu (odcinek pomiędzy Kulinem a Zarzeczem).

Obszary najbardziej narażone na dalszy rozwój powiatu Wrocławek znajdują się na północnych zboczach doliny Wisły.

Proces rozwoju osuwisk na zboczach doliny Wisły jest procesem naturalnym, wynikającym z budowy geologicznej i morfologicznej. Należy pamiętać o tym, że będzie on się naturalnie rozwijał. Aby ograniczyć zagrożenia z niego wynikające należy go kontrolować, poprzez właściwe zagospodarowanie terenów osuwisk, prowadzenie monitoringu obserwacyjnego i instrumentalnego w najbardziej zagrożonych odcinkach doliny Wisły.



Rysunek 17. Mapa terenów zagrożonych ruchami masowymi

10. Zanieczyszczenia powietrza

Przeprowadzono analizę poziomów stężeń w zakresie wybranych wskaźników dla pyłu PM₁₀. Wyniki analizowano w odniesieniu do wartości kryterialnych określonych w obowiązujących przepisach prawnych. Nie przeprowadzono analizy zanieczyszczenia pyłem zawieszonym PM_{2,5} i ozonem troposferycznym, ze względu na brak prowadzonych w mieście pomiarów.

Analizy przeprowadzone dla wybranych wskaźników pyłu PM₁₀ wykazały, że w całym analizowanym okresie czasu wartości maksymalnych stężeń średnich dobowych przekraczały poziomy dopuszczalne określone zgodnie z obowiązującymi przepisami prawnymi. Natomiast liczba dni z przekroczeniami maksymalnych stężeń średnich dobowych w okresie 2006-2010 nie przekraczała poziomu dopuszczalnego 35 dni w roku kalendarzowym. Liczba dni z przekroczeniami maksymalnych stężeń pyłu PM₁₀ na obszarze miasta Włocławek kształtowała się na poziomie od 10 do 28 dni. Wartości stężeń średniorocznych natomiast nie są przekraczane w analizowanym okresie czasu. Istotny wpływ na wartości stężeń 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 jednak 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.

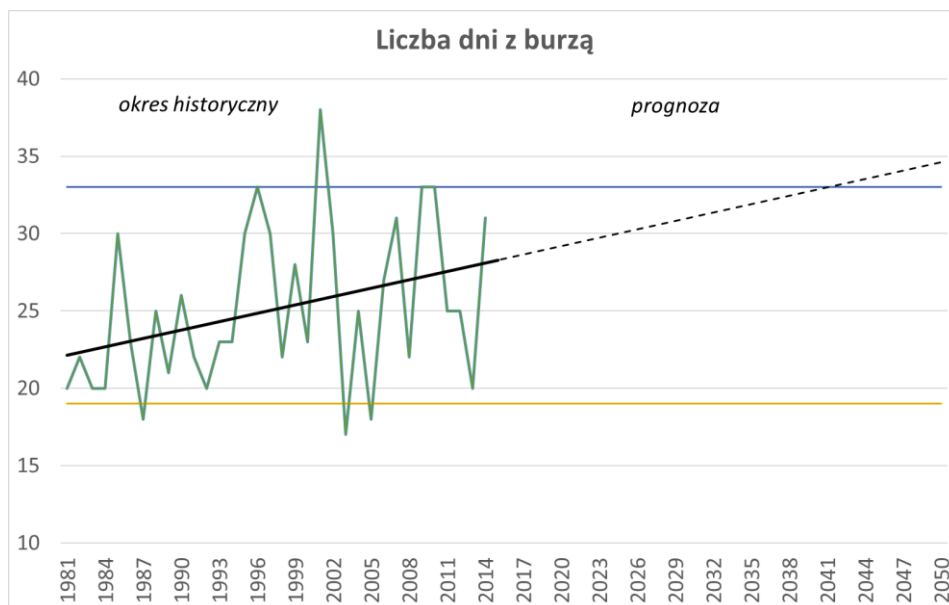
Przeprowadzona analiza częstości występowania epizodów wysokich stężeń pod kątem możliwości wystąpienia smogu wykazała, że na terenie miasta Włocławek występuje zagrożenie powstawaniem smogu zimowego, związanego z maksymalnymi stężeniami średnimi dobowymi pyłu PM₁₀ przekraczającymi poziom 75 µg/m³. Ilość dni z przekroczeniami ww. poziomu granicznego w latach 2006-2010 utrzymywała się na niskim poziomie nie przekraczającym 10 dni. Ograniczając analizę jedynie do lat 2006-2010, tj. uwzględniając dane ze stacji we Włocławku (ul. Łady) trend ilości dni z przekroczeniami wartości granicznej jest lekko rosnący.

Przeprowadzona analiza wykazała, że koncentrację zanieczyszczeń powietrza na terenie miasta Włocławka należy zaliczyć do istotnych czynników meteorologicznych oraz ich pochodnych z uwagi na występowanie przekroczeń wartości kryterialnych dla pyłu PM₁₀, jak również stwierdzenie 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 przewlekle chorych, tj. sektora zdrowie publiczne/grupy wrażliwe.

11. Burze i wiatr

We Włocławku można zauważyć trend wyraźnie rosnący w przypadku zjawiska burz (w tym burzy z gradem). W okresie historycznym zjawisko wystąpiło więcej niż raz na 10 lat, a prognozowane zmiany klimatu wskazują, że intensywność lub częstość występowania zjawiska może stać się krytyczna (korzystna) w analizowanej perspektywie do 2050 roku. Zgodnie z poniższym wykresem odnotowano trend rosnący liczby dni z burzą.

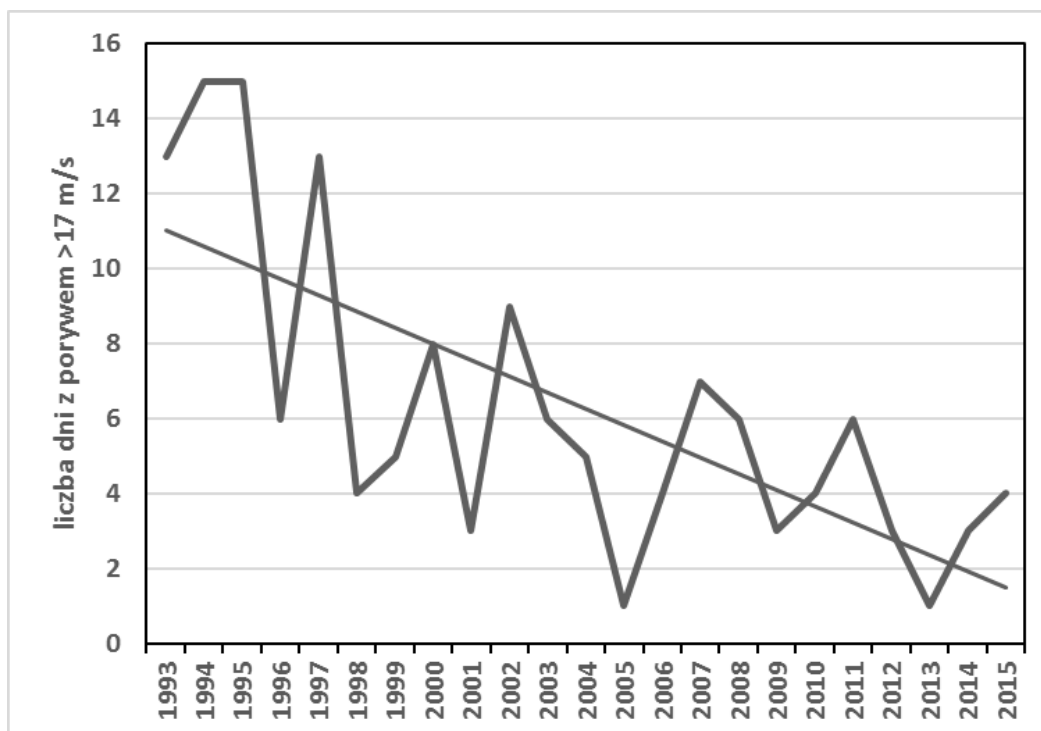
OPRACOWANIE PLANÓW ADAPTACJI DO ZMIAN KLIMATU W MIASTACH POWYŻEJ 100 TYS. MIESZKAŃCÓW



Rysunek 18 Liczba dni z burzą

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

Jednocześnie na podstawie danych rocznych za okres 1993-2015 odnotowano wyraźną tendencję spadkową liczby dni z wiatrem przekraczającym 17 m/s - silnym i bardzo silnym. Średnia liczba dni z porywem > 17 m/s wyniosła 6 dni. W 1994 i 1995 roku wystąpiło najwięcej dni z porywem > 17 m/s (15), natomiast w 2013 tylko 1 dzień. Maksymalny poryw został zarejestrowany 19 maja 1996 r. i wyniósł on 28 m/s, zaś minimalny 9 stycznia 2005 i 17 marca 2009 r. i wyniósł 17 m/s. Z tego też względu prawdopodobieństwo określono na poziomie stosunkowo niskim.



Rysunek 19 Liczba dni z burzą

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. Wółoska 22a
02-675 Warszawa
tel.: 22 203 20 00
faks: 22 203 20 01
e-mail: mpa@arcadis.com
www.arcadis.com