



Kraków



*Wczujmy się
w klimat!*

www.44mpa.pl

PLAN ADAPTACJI MIASTA KRAKOWA DO ZMIAN KLIMATU DO ROKU 2030



Plan Adaptacji Miasta Krakowa do zmian klimatu do roku 2030



*Wzujmy się
w klimat!*

www.44mpa.pl

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

SPIS TREŚCI

Plan Adaptacji Miasta Krakowa do zmian klimatu do roku 2030	3
Synteza	11
Wprowadzenie.....	17
1 Charakterystyka Miasta Krakowa	21
2 Powiązanie Planu Adaptacji z dokumentami strategicznymi i planistycznymi	29
2.1 Dokumenty krajowe	31
2.2 Dokumenty regionalne i lokalne	31
3 Metoda opracowania Planu Adaptacji	35
4 Udział społeczeństwa w opracowaniu Planu Adaptacji.....	41
5 Diagnoza	45
5.1 Główne zagrożenia wynikające ze zmian klimatu	47
5.2 Wrażliwość Miasta na zmiany klimatu.....	51
5.3 Potencjał adaptacyjny Miasta	62
5.4 Podatność Miasta na zmiany klimatu.....	64
5.5 Ryzyko wynikające ze zmian klimatu	67
5.6 Szanse wynikające ze zmian klimatu.....	70
6 Wizja adaptacji Miasta i cele Planu Adaptacji.....	73
7 Działania adaptacyjne.....	81
8 Wdrażanie Planu Adaptacji.....	91
8.1 Koszty wdrożenia Planu Adaptacji.....	94
8.2 Możliwe źródła finansowania	95
8.3 Monitorowanie realizacji Planu Adaptacji.....	100
8.4 Ewaluacja realizacji Planu Adaptacji.....	100
9 Załączniki.....	103

SPIS ZAŁĄCZNIKÓW

- 1) Lista interesariuszy
- 2) Opis głównych zagrożeń klimatycznych i ich pochodnych dla Miasta
- 3) Materiały graficzne
- 4) Prognoza oddziaływania na środowisko projektu Planu Adaptacji
- 5) Podsumowanie strategicznej oceny oddziaływania na środowisko

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

WYKAZ SKRÓTÓW

Skrót	Rozwinięcie
BDL	Bank Danych Lokalnych
CBA	Analiza kosztów i korzyści (ang. Cost-Benefit Analysis)
GIS	Systemy Informacji Geograficznej
GUS	Główny Urząd Statystyczny
IETU	Instytut Ekologii Terenów Uprzemysłowionych
IMGW-PIB	Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej – Państwowy Instytut Badawczy
IOŚ-PIB	Instytut Ochrony Środowiska – Państwowy Instytut Badawczy
JST	Jednostka samorządu terytorialnego
MCA	Analiza wielokryterialna (ang. Multi-Criteria Analysis)
MPA	Plan Adaptacji do zmian klimatu
MPZP	Miejskowy Plan Zagospodarowania Przestrzennego
MŚ	Ministerstwo Środowiska
MZP	Mapy zagrożenia powodziowego
MWC	Miejska wyspa ciepła
NFOŚiGW	Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej
PA	Potencjał Adaptacyjny
PIB	Państwowy Instytut Badawczy
PIG	Państwowy Instytut Geologiczny
PIP	Platforma Informatyczna Projektu
POŚ	Program Ochrony Środowiska
PSP	Państwowa Straż Pożarna
PZRP	Plan Zarządzania Ryzykiem Powodziowym
RDOŚ	Regionalna Dyrekcja Ochrony Środowiska
SOOŚ	Strategiczna ocena oddziaływania na środowisko
SPA 2020	Strategiczny plan adaptacji dla sektorów i obszarów wrażliwych na zmiany klimatu do roku 2020
STRADOM	Strategia Dużego Obszaru Miejskiego
SUIKZP	Studium Uwarunkowań i Kierunków Zagospodarowania Przestrzennego
ZE	Zespół Ekspertów
ZM	Zespół Miejski

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

DOKUMENT OPRACOWANY PRZEZ ZESPÓŁ EKSPERTÓW W SKŁADZIE:

Tadeusz Bawolski
Agnieszka Ćmielewska
Marcin Ćmielewski
Arkadiusz Daniluk
Kamil Filimon
Magdalena Golińska
Marta Jamontt-Skotis
Katarzyna Kobiela
Iwona Kornaga-Janowska
dr inż. Monika Kotynia
dr Michał Kudłacz
Ewelina Kozek
Krzysztof Kutek
Maria Młodzianowska-Synowiec
Danuta Muszer
Jolanta Olbracht – Kierownik Zespołu Ekspertów
Magdalena Polus
Magdalena Skrzyńska
prof. dr hab. Joanna Wibig

WE WSPÓŁPRACY Z ZESPOŁEM MIEJSKIM W SKŁADZIE:

(Zarządzenie nr 694/2017 Prezydenta Miasta Krakowa z dnia 22.03.2017 r.)

Mieczysław Góra
Mariusz Kaczmarek
Piotr Kempf
Radosław Lisak
Andrzej Łazęcki - Lider Zespołu Miejskiego
Michał Marszałek
Paweł Mleczo
Andrzej Olewicz
Piotr Solak
Małgorzata Starnowska
Jacek Woźniak
Beata Wrońska
Sabina Ziobro-Szczerba



Wczujmy się
w klimat!

www.44mpa.pl

Synteza

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

Plan Adaptacji Miasta Krakowa do zmian klimatu do roku 2030 powstał w odpowiedzi na jeden z najważniejszych globalnych problemów, jakim są zmiany klimatu i potrzeba adaptacji do skutków tych zmian. Plan wskazuje wizję, cel nadrzędny oraz cele szczegółowe adaptacji Miasta do zmian klimatu, jakie powinny zostać osiągnięte poprzez realizację wybranych działań adaptacyjnych ze szczególnym uwzględnieniem czterech najbardziej wrażliwych sektorów/obszarów Miasta, to jest w zakresie zdrowia publicznego/grup wrażliwych, gospodarki wodnej, transportu oraz warunków funkcjonowania terenów zabudowy o wysokiej intensywności (z uwzględnieniem terenów zieleni). Analiza wrażliwości Miasta Krakowa wykonana została w odniesieniu do 17-tu sektorów/obszarów, które zdefiniowano i scharakteryzowano zgodnie z przyjętą Metodyką. Analizę wrażliwości przeprowadzono w celu wyboru czterech najbardziej wrażliwych na zmiany klimatu sektorów/obszarów i identyfikacji komponentów, które ze względu na swoją wrażliwość lub niewystarczający potencjał adaptacyjny powinny być przedmiotem działań adaptacyjnych (szczegółowy opis w rozdz. 3, str.51).

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

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

W odpowiedzi na ryzyka zidentyfikowane w części diagnostycznej dokumentu określono działania adaptacyjne, zwiększające odporność Miasta na występujące aktualnie i przewidywane w przyszłości zjawiska. Plan zawiera trzy typy działań:

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

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

Plan Adaptacji tworzony był przy współpracy z przedstawicielami Urzędu Miasta Krakowa, interesariuszami i ekspertami ze środowiska naukowego, a następnie poddany konsultacjom społecznym.

W ostatnich latach coraz częściej jesteśmy świadkami negatywnych skutków postępujących zmian klimatu, często potęgowanych przez konsekwencje naturalnego rozwoju obszarów miejskich – wzrostu zagospodarowania, zagęszczenia ludności czy liczby pojazdów, a z drugiej strony spadku udziału powierzchni biologicznie czynnych czy dyspozycyjnych zasobów wodnych. Zarówno nagłe, gwałtowne zjawiska, jakimi są nawałnice, podtopienia i powódzie, jak i długotrwałe okresy z wysokimi

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

temperaturami i suszami, powodować będą coraz większe straty materialne i ekonomiczne, a przede wszystkim coraz większe zagrożenia dla życia i zdrowia ludzi.

Wyniki badań naukowych i analiz, a także stanowiska rządów i organizacji międzynarodowych wskazują, że zjawiska te będą się pogłębiać, stanowiąc zagrożenie nie tylko dla jakości życia, lecz także możliwości rozwoju społecznego i gospodarczego wielu miast, regionów i krajów na świecie, w tym także Polski i Krakowa.

Mając ograniczony wpływ na skalę i częstotliwość występowania samych zjawisk klimatycznych i ich pochodnych, w celu budowy miasta odpornego na niekorzystne zjawiska, konieczne jest zmniejszenie podatności wrażliwych sektorów i obszarów oraz zwiększenie potencjału adaptacyjnego w poszczególnych kategoriach funkcjonowania.

Aby być skutecznym, niniejszy Plan Adaptacji jest komplementarny z wcześniej opracowanymi dokumentami strategicznymi, planistycznymi i operacyjnymi Miasta Krakowa, które dotychczas kształtowały politykę rozwoju Miasta oraz wdrażały pierwsze działania adaptacyjne, wśród których możemy wymienić m.in. bezprecedensową w skali kraju akcję poprawy jakości powietrza. Działania podejmowane w ramach wdrażania Planu Adaptacji muszą być zgodne z obowiązującymi przepisami prawa i innymi uwarunkowaniami, chociaż zakłada się, że realizacja niektórych z nich wymagać może jego zmiany – na przykład modyfikacji zapisów miejscowych planów zagospodarowania przestrzennego.

Plan Adaptacji do zmian klimatu dla Miasta Krakowa spełnia funkcję nie tylko dokumentu strategicznego. Jego zadaniem jest także poszerzanie wiedzy i świadomości zaangażowanych podmiotów, interesariuszy i mieszkańców Miasta – skuteczna adaptacja nie ogranicza się bowiem jedynie do realizacji listy działań adaptacyjnych objętych niniejszym dokumentem. Niezwykle istotne jest także podejmowanie skutecznych działań w ramach przedsięwzięć już realizowanych, a także w naszym codziennym życiu. Realizację tej funkcji starano się zapewnić poprzez włączenie w opracowanie dokumentu szerokiego grona interesariuszy, a także zapewnienie możliwości udziału społeczeństwa w postępowaniu dotyczącym strategicznej oceny oddziaływania na środowisko Projektu Planu Adaptacji. Zmiany klimatu to również szanse płynące dla Miasta. Miasto odporne to również miasto przyjazne, łatwe do życia i oszczędne. Działania adaptacyjne przyczynią się do zrównoważonego rozwoju, czyli zapewnienia możliwości osiągnięcia celu adaptacji do zmian klimatu bez umniejszania szans rozwoju dla przyszłych pokoleń. Szanse płynące ze zmian klimatu to popularyzacja zachowań energooszczędnych poprzez oszczędność wody, energii, korzystanie z transportu publicznego i rowerów, stref pieszych, ograniczenie zużycia energii poprzez stosowanie termomodernizacji. Ogromną szansą jest rozwój fotowoltaiki w związku z coraz większą liczbą dni słonecznych. Wzrost temperatury będzie wpływał na wydłużenie sezonu sportowo-rekreacyjnego, wykorzystanie baz rekreacyjnych Krakowa, możliwość rozwoju technologii budownictwa opornego na wysokie temperatury. Możliwe będzie wykorzystanie opadów nawałnych w celu szybkiego retencjonowania względnie czystej wody, zdatnej do szybkiego i taniego wykorzystania (np. w celu zmywania dróg, podlewania zieleni miejskiej itp.), wspieranie rozwoju form małej retencji, pełniących także inne funkcje niż przeciwpowodziowa (np. rekreacyjna).

Podsumowanie działań przewidzianych do realizacji w ramach adaptacji Miasta Krakowa do zmian klimatu przedstawiono w poniższej tabeli:

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

Tabela 1. Podsumowanie działań adaptacyjnych

Jednostki wdrażające	Koszty	Jednostki wdrażające	Koszty
Rozwój terenów zielonych		Razem:	69 500 000 zł
Zarząd Zieleni Miejskiej, Wydział Skarbu Miasta	495 750 000 zł		
Zarząd Zieleni Miejskiej	370 602 026 zł		
"Zwiększenie naturalnej i sztucznej retencji, rozwój małych form błękitno-zielonej infrastruktury"		Razem:	394 000 000 zł
Wydział Kształtowania Środowiska	3 994 641 zł	Rozwój infrastruktury transportowej (SKA, tramwaje, tabor, centra przesiadkowe, P&R, DDR, chodniki, elektromobilność)	
ZIKiT, Zarząd Zieleni Miejskiej, Zarząd Infrastruktury Sportowej	3 000 000 zł	Województwo Małopolskie, PKP PLK S.A., ZIKiT	868 000 000 zł
Zarząd Zieleni Miejskiej, ZIKiT	19 000 000 zł	Zarząd Inwestycji Miejskich	498 002 940 zł
Zarząd Zieleni Miejskiej	20 000 000 zł	ZIKiT	1 717 929 044 zł
Razem:	45 994 641 zł	MPK S.A. w Krakowie, Mobilis Sp. z o.o.	1 414 520 000 zł
Rozwój infrastruktury przeciwpowodziennej, odwodnieniowej, systemu prognozowania podtopień oraz powodzi		ZIKiT, Zarząd Zieleni Miejskiej	556 250 340 zł
ZIKiT	123 152 082 zł	ZIKiT, Miejska Infrastruktura Sp. z o.o.	42 000 000 zł
ZIKiT, MPWiK S.A.	26 000 000 zł	Miejska Infrastruktura Sp. z o.o.	22 123 090 zł
MPWiK S.A.	26 310 000 zł	Wydział Gospodarki Komunalnej, ZIKiT	18 567 200 zł
Powiat Krakowski	6 000 000 zł	Razem:	5 137 392 614 zł
Państwowe Gospodarstwo Wodne Wody Polskie	393 085 000 zł	Zmniejszenie zapotrzebowania i zużycia energii cieplnej w obiektach budowlanych (termomodernizacja)	
Razem:	574 547 082 zł	Biuro ds. Ochrony Zdrowia	75 382 434 zł
Rozwój i modernizacja infrastruktury wodociągowej, zwiększanie dostępności do wody do celów rekreacyjnych		Zarząd Budynków Komunalnych	20 267 191 zł
MPWiK S.A.	114 821 000 zł	Miejski Ośrodek Pomocy Społecznej	23 366 996 zł
Zarząd Infrastruktury Sportowej MPWiK S.A.	110 000 000 zł	Miejskie Centrum Obsługi Oświaty	91 475 748 zł
Razem:	224 821 000 zł	Zarząd Infrastruktury Sportowej	574 949 zł
Działania edukacyjne, profilaktyka zdrowotna		Zarządcy budynków	150 000 000 zł
Urząd Miasta Krakowa, lokalne organizacje pozarządowe	108 000 zł	Wydział ds. Jakości Powietrza	23 000 000 zł
Biuro ds. Ochrony Zdrowia	1 224 000 zł	Razem:	384 067 318 zł
Razem:	1 332 000 zł	Ograniczanie niskiej emisji	
Wzmocnienie służb ratowniczych oraz usług socjalnych		Wydział ds. Jakości Powietrza	163 392 958 zł
Miejski Ośrodek Pomocy Społecznej	2 500 000 zł	Sejmik Województwa, Powiat Krakowski, Wydział ds. Jakości Powietrza	200 000 000 zł



Fundusze Europejskie
Infrastruktura i Środowisko



Rzeczpospolita
Polska



MINISTERSTWO
ŚRODOWISKA



Unia Europejska
Fundusz Spójności

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

Jednostki wdrażające	Koszty
ZIKIT	100 000 zł
Razem:	363 492 958 zł

Wprowadzenie

Plan Adaptacji do zmian klimatu Miasta Krakowa powstał w ramach projektu Ministerstwa Środowiska realizowanego we współpracy z 44 polskimi miastami. Celem Planu Adaptacji jest podniesienie odporności Miasta na zjawiska klimatyczne z uwzględnieniem zmieniających się warunków klimatycznych.



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

Podstawą opracowania Planu Adaptacji były: porozumienie pomiędzy Gminą Miejską Kraków a Ministerstwem Środowiska w sprawie przystąpienia do projektu, złożona w postępowaniu przetargowym oferta Wykonawcy¹, określająca zakres i metodykę, oraz Podręcznik adaptacji dla miast – wytyczne do przygotowania Miejskiego Planu Adaptacji do zmian klimatu².

Plan Adaptacji powiązany jest z dokumentami poświęconymi adaptacji do zmian klimatu szczebla międzynarodowego, wspólnotowego i krajowego, a także dokumentami regionalnymi. Działania adaptacyjne są spójne z polityką UE i kraju, wpisują się także w politykę rozwoju Krakowa, wyrażoną w dokumentach strategicznych i planistycznych obowiązujących w Mieście.

Kraków jest drugim co do wielkości miastem w Polsce, a także ważnym ośrodkiem metropolitalnym. Jako duży ośrodek miejski szczególnie zagrożony jest zmianami klimatu, których skutki mogą być potęgowane przez uwarunkowania wynikające z cech własnych Miasta, procesów historycznych oraz dynamiki jego rozwoju. Obecnie na świecie ok. 55% ludzi żyje na obszarach miejskich, a według prognoz w 2050 roku udział ten wzrośnie do 68%³. W miastach powstaje ponad 80% światowego PKB⁴. Ze względu na problemy, z którymi się borykają, oraz swój potencjał do wprowadzania innowacji, miasta są inkubatorami zmian. Wrażliwość obszarów miejskich na zmiany klimatu oraz potrzeba wzmocnienia ich odporności na zjawiska klimatyczne dostrzeżone zostały przez struktury unijne i kraje członkowskie Unii Europejskiej, w których już od prawie dekady powstają strategie i plany adaptacji do zmian klimatu. Działania w tym zakresie podjęto również w Polsce. Realizując politykę UE w zakresie adaptacji do zmian klimatu Rada Ministrów RP w październiku 2013 r. przyjęła opracowany przez Ministerstwo Środowiska „Strategiczny plan adaptacji dla sektorów i obszarów wrażliwych na zmiany klimatu do roku 2020 z perspektywą do roku 2030” (SPA 2020). W dokumencie tym wymieniono potrzebę kształtowania miejskiej polityki przestrzennej, uwzględniającej zmiany klimatu. Do największych ośrodków miejskich Ministerstwo Środowiska skierowało propozycję współpracy, której celem było opracowanie planów adaptacji do zmian klimatu.

Intencją Ministerstwa Środowiska było przygotowanie unikalnego w skali europejskiej, systemowego projektu, obejmującego swym zasięgiem obszar całego kraju. 44 największe miasta przystąpiły do projektu na mocy porozumień stanowiących deklarację udziału w projekcie pn. „Opracowanie planów adaptacji do zmian klimatu w miastach powyżej 100 tys. mieszkańców” (Projekt MPA).

Inicjatorem i koordynatorem Projektu MPA jest Ministerstwo Środowiska, a partnerami są 44 miasta powyżej 100 tys. mieszkańców. Realizację prac powierzono wybranemu w drodze przetargu publicznego Konsorcjum, składającemu się z: Instytutu Ochrony Środowiska – PIB, Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej – PIB, Instytutu Ekologii Terenów Uprzemysłowionych oraz Arcadis Polska Sp. z o.o. Formalnie prace rozpoczęto 27 stycznia 2017 r. i realizowano przez niespełna 2 lata. Każde miasto zaangażowane w Projekt wypracowało własny dokument – Plan Adaptacji, który jest rezultatem wspólnej pracy przedstawicieli Konsorcjum, Urzędu Miasta i interesariuszy. Projekt zrealizowano przy pomocy jednolitej metody wypracowanej przez Konsorcjum i zaakceptowanej przez Ministerstwo Środowiska. We wszystkich 44 miastach praca nad dokumentem przebiegała w ustalonych etapach, obejmujących ten sam dla wszystkich miast zakres prowadzonych prac, z zastosowaniem określonych metod i instrumentów, jednak z uwzględnieniem specyfiki każdego miasta, jego cech wynikających z lokalizacji, uwarunkowań przyrodniczych oraz charakteru i dynamiki procesów rozwojowych, a także biorąc pod uwagę jego aktualną kondycję, aspiracje oraz plany.

¹ Konsorcjum składające się z: Instytutu Ochrony Środowiska – PIB, Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej – PIB, Instytutu Ekologii Terenów Uprzemysłowionych oraz Arcadis Polska Sp. z o.o.

² opracowany przez Ministerstwo Środowiska na podstawie ekspertyzy wykonanej przez Instytut Ekologii Terenów Uprzemysłowionych w Katowicach w ramach projektu pn. „Wytyczne do przygotowania miejskiej strategii adaptacyjnej”.

³ World Urbanization Prospects 2018, ONZ, Maj 2018

⁴ Urban Development Overview, Bank Światowy, Czerwiec 2018

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

Miasto Kraków przystąpiło do Projektu na podstawie Porozumienia WVI/86/WS/3/2015⁵ z Ministerstwem Środowiska, podpisanego w dniu 1 lipca 2015 r. przez Prezydenta Miasta Krakowa Pana Jacka Majchrowskiego. Proces przygotowania Planu Adaptacji przebiegał w systemie trójstronnej współpracy między Ministerstwem Środowiska, Miastem Kraków oraz Wykonawcą z ramienia Konsorcjum – Arcadis Polska Sp. z o.o.

Plan adaptacji został przygotowany we współpracy Zespołu Miejskiego (ZM) – przedstawicieli Miasta oraz Zespołu Ekspertów (ZE) – przedstawicieli Wykonawcy, przy współudziale środowisk akademickich oraz interesariuszy na etapie konsultacji. Współpraca ta była kluczowa dla przygotowania dokumentu o charakterze strategicznym, który będzie stanowił podstawę do podejmowania przez władze Miasta decyzji, uwzględniających zidentyfikowane zagrożenia klimatyczne, jak również specyficzne zagrożenia miejskie, będące pochodnymi zmian klimatu. W ramach prac nad Planem Adaptacji wykonywano szereg analiz, które pozwoliły na określenie głównych zagrożeń klimatycznych Miasta, umożliwiły ocenę jego wrażliwości na czynniki klimatyczne oraz były podstawą wyboru najbardziej wrażliwych sektorów i obszarów miejskich, dla których przygotowano zostały działania adaptacyjne, w szczególności istotne dla poprawy jakości życia i bezpieczeństwa jego mieszkańców.

⁵ Nr umowy zarejestrowanej w Generalnym Rejestrze Umów i Zleceń Skarbnika Miasta Krakowa



*Weźmy się
w klimat!*

www.44mpa.pl

1 Charakterystyka Miasta Krakowa

Kraków jest drugim co do wielkości miastem w Polsce, zarówno pod względem liczby ludności (765 320 osób w 2016 r.), jak i powierzchni (327 km²). Wielowiekowa historia oraz bogate dziedzictwo kulturowe czynią z Krakowa najbardziej znane polskie miasto na świecie, które odwiedza rocznie około 10 mln turystów. Ważne atuty Krakowa to także strategiczne położenie komunikacyjne, funkcja drugiego ośrodka akademickiego w kraju oraz wysoka pozycja w sektorze outsourcingu oraz usług wspólnych.

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

Kraków leży na południu Polski, w północno-zachodniej części województwa małopolskiego. Jest drugim miastem w Polsce pod względem liczby mieszkańców (765 tys.) oraz drugim pod względem powierzchni (327 km²)⁶. Kraków jest miastem na prawach powiatu oraz siedzibą władz województwa małopolskiego. Pod względem geograficznym – zgodnie z regionalizacją fizycznogeograficzną Polski wg J. Kondrackiego⁷ – Kraków leży na styku 5 makroregionów fizyczno-geograficznych: Brama Krakowskiej, Niecki Nidziańskiej, Kotliny Sandomierskiej, Pogórza Zachodniobeskidzkiego oraz Wyżyny Krakowsko-Częstochowskiej. Miasto ma rozciągłość południkową 18 kilometrów i równoleżnikową 31 kilometrów, położone jest natomiast na wysokości od 220 m n.p.m. (dolina Wisły) do 380 m n.p.m. (Kopiec Piłsudskiego).

Kraków jest położony w dorzeczu Wisły, która w granicach Miasta przepływa z zachodu na wschód na odcinku 41,2 km, przy czym na długości ok. 18 km stanowi ona granicę Miasta. Oprócz rzeki Wisły, sieć rzeczną na obszarze Krakowa tworzą jej dopływy:

Lewobrzeżne:

- Sanka
- Rudawa
- Białucha
- Łęgówka
- Dłubnia
- Kanał Suchy Jar
- Potok Kościelnicki

Prawobrzeżne:

- Skawinka
- Sidzinka
- Potok Kostrzecki
- Potok Pychowicki
- Wilga
- Serafa

Poza Wisłą i jej dopływami występują mniejsze cieki. Należą do nich m.in.: Potok Olszanicki – dopływ Rudawy; dopływy Wilgi: spod Lasowic (Cyrkówka, Pokrzywnica), Krzywica (Krzywa), Olszynka, dopływ ze Swoszowic (Potok Wróblowicki), dopływ w Kurdwanowie (Potok Siarczany), Urwisko, Rzewny (dopływ Urwiska), Młynny Kobierzyński; dopływy Białuchy: Bibiczanka, Sudół, Sudół Dominikański (Rozrywka); dopływy Dłubni: Baranówka (Luborzycki Potok), Burzowiec (Kanał Południe); dopływy Serafy: Drwina Długa (z prawym dopływem: Drwinka) i Potok Malinówka; dopływy Potoku Kościelnickiego: dopływ spod Kocmyrzowa, Łucjanówka (Struga Rusiecka)⁸.

Wśród wód stojących na terenie Krakowa należy wymienić zbiorniki naturalne, zbiorniki sztuczne, liczne stawy i oczka wodne. Zbiorniki naturalne to głównie starorzecza Wisły, pozostałe wody stojące stanowią liczne sztuczne zbiorniki wodne, do których należą:

- Zakrzówek,
- Zesławice,
- Zalew Nowohucki,
- Przylasek Rusiecki,
- Brzegi,
- Zalew Bagry,
- Staw Płaszowski,
- Stawy Bonarka,
- Mydlniki,
- Kąty Tynieckie.

Wody rzeki Wisły wykorzystywane są dla potrzeb komunalnych, przemysłowych i energetyki, jak również do celów żeglugowych (droga wodna III klasy⁹).

Kraków w 97% zaopatrywany jest w wodę pitną z ujęć wód powierzchniowych: na Rabie w Dobczycach, na Dłubni w Raciborowicach, natomiast w Krakowie działają ujęcia na Rudawie w Mydlnikach i na Sance na Bielanych.

⁶ GUS (<https://bdl.stat.gov.pl/BDL/start>)

⁷ Geografia regionalna Polski, Jerzy Kondracki, PWN, Warszawa 2002.

⁸ Zmiana Studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego, TOM I Uwarunkowania, Kraków, 2014

⁹ Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 7 maja 2002 r. w sprawie klasyfikacji śródlądowych dróg wodnych

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

Na obszarze Miasta Krakowa wody podziemne występują w obrębie pięter wodonośnych: paleozoicznego i jurajskiego, kredowego, trzeciorzędowego oraz czwartorzędowego. Mimo, że znacząca większość zapotrzebowania na wodę Krakowa jest pokrywana z ujęć wód powierzchniowych, wody podziemne stanowią ważne uzupełnienie w tym zakresie (3% zaopatrzenia z ujęcia w Mistrzejowicach). Wody podziemne na terenie Miasta są generalnie dobrej jakości, jednak są słabo izolowane od powierzchni terenu, a zatem mało odporne na przenikanie zanieczyszczeń¹⁰.

System przyrodniczy (osnowę przyrodniczą) Miasta Krakowa stanowią tereny miejskiej zieleni urządzonej i nieurządzonej oraz cieki i zbiorniki wodne. Funkcjonowanie terenów biologicznie czynnych (tereny, których powierzchnia uszczelnienia jest mniejsza niż 50%) w mieście wiąże się ze stopniem uszczelnienia gruntów, który na skutek intensywnych procesów industrializacyjnych oraz towarzyszącej im urbanizacji jest wysoki.

W Krakowie znajdują się 43 parki, które łącznie zajmują ok. 400 ha¹¹, co stanowi nieco ponad 1% całkowitej powierzchni Miasta. Do najważniejszych zaliczamy:

- Planty Krakowskie
- Park Jordana
- Park Krakowski
- Park S. Wyspiańskiego
- Park Dębnicki
- Park Podgórski
- Park Decjusza
- Park A. i E. Jerzmanowskich
- Park Bednarskiego
- Park Lotników Polskich
- Młynówka Królewska
- Park Skały Twardowskiego

Ponadto jako parki wymienia się także Bulwary Wiślane wraz z przyległymi fragmentami wałów Wisły oraz Rudawy, a także Błonia Krakowskie.

Lasy w Krakowie zajmują powierzchnię 1 355 ha¹², co stanowi 4,3% powierzchni Miasta i jest to jeden z najniższych wskaźników w Polsce. Lasy na terenie Miasta Krakowa nie są rozmieszczone równomiernie, gdyż większość z nich zlokalizowana jest w zachodniej części Krakowa, gdzie znajduje się największy kompleks leśny: Las Wolski z rezerwatami Panieńskie Skały i Bielańskie Skałki. Cennym lasem jest ponadto Las Mogiłski z unikalnym starodrzewem dębowo-wiązowym.

Do systemu przyrodniczego Miasta Krakowa poza terenami zieleni urządzonej zaliczamy również formy ochrony przyrody wynikające z Ustawy o ochronie przyrody. Na terenie Miasta Krakowa znajdują się fragmenty 3 parków krajobrazowych, 3 obszary Natura 2000, 5 rezerwatów przyrody oraz 13 użytków ekologicznych¹³. Ponadto na terenie Miasta wyznaczono 311 pomników przyrody¹⁴. Do osnowy przyrodniczej Miasta Krakowa zaliczamy również tereny ogródków działkowych oraz cmentarze.

Obszar administracyjny Miasta Krakowa podzielony jest na 18 dzielnic¹⁵ o zróżnicowanej powierzchni i liczbie stałych mieszkańców:

¹⁰ Program Ochrony Środowiska dla miasta Krakowa na lata 2012-2015 z uwzględnieniem zadań zrealizowanych w 2011 roku oraz perspektywą na lata 2016-2019

¹¹ <https://zsm.krakow.pl/zsm/parki/210-parki.html> (Opublikowano: 05 luty 2018)

¹² GUS (<https://bdl.stat.gov.pl/BDL/start>)

¹³ Zestawienie formy ochrony przyrody w województwie małopolskim (stan na 01.06.2018 r.) - <http://krakow.rdos.gov.pl>

¹⁴ Wykaz pomników przyrody na terenie miasta Krakowa - stan na 28 lutego 2018 r (www.bip.krakow.pl)

¹⁵ UCHWAŁA NR XXI/143/91 Rady Miasta Krakowa z dnia 27 marca 1991 w sprawie utworzenia w Mieście Krakowie dzielnic miejskich.

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

Tabela 2. Dzielnice Krakowa

Nr i nazwa Dzielnicy	Powierzchnia [ha]	Liczba stałych mieszkańców (wg stanu na dzień 31.12.2016)
I – Stare Miasto	556,76	33 359
II – Grzegórzki	584,52	28 960
III – Prądnik Czerwony	643,79	47 100
IV – Prądnik Biały	2341,87	69 661
V – Krowodrza	561,90	30 885
VI – Bronowice	955,96	23 594
VII – Zwierzyniec	2873,10	20 336
VIII – Dębniki	4618,87	60 495
IX – Łagiewniki-Borek Fałęcki	541,51	15 256
X – Swoszowice	2560,40	26 538
XI – Podgórze Duchackie	954,00	53 339
XII – Bieżanów-Prokocim	1847,39	63 166
XIII – Podgórze	2566,71	35 045
XIV – Czyżyny	1225,68	27 369
XV – Mistrzejowice	559,00	52 426
XVI – Bieńczyce	369,90	42 106
XVII – Wzgórze Krzesławickie	2381,55	20 192
XVIII – Nowa Huta	6540,99	53 120

Źródło: Liczba mieszkańców w poszczególnych dzielnicach (wg. stanu na dzień 31.12.2016) oraz powierzchnia dzielnic (http://www.bip.krakow.pl/?dok_id=82806)

Opisane niżej, wydzielone obszary wrażliwości Miasta przedstawiono na Mapie 3 w Załączniku nr 3:

Zwarta zabudowa historyczna koncentruje się w granicach dzielnicy Stare Miasto, która położona jest w środkowej części Krakowa i obejmuje teren historycznego miasta. Zabudowa ta zajmuje powierzchnię 61,91 ha (0,19% powierzchni Miasta), uszczelnienie terenu wynosi 95%, a udział terenów biologicznie czynnych 4%¹⁶. Średnia gęstość zaludnienia to 147 osób/ha.

Zwarta zabudowa śródmiejska w Krakowie to również zabudowa o charakterze historycznym, znajdująca się w centralnej części Miasta, w dzielnicach Stare Miasto, Podgórze oraz Grzegórzki, przy czym dwie ostatnie charakteryzują się zróżnicowaną architekturą, począwszy od domów jednorodzinnych, zabytkowych kamienic po zabudowę blokową. Zabudowa ta zajmuje powierzchnię 357,70 ha (1,1% powierzchni Miasta). Uszczelnienie terenu osiąga 95%, a udział terenów biologicznie czynnych 3,25%. Średnia gęstość zaludnienia wynosi 204 osoby/ha.

Współczesna zabudowa blokowa przeważa w dzielnicach bardziej oddalonych od centrum, w szczególności takich jak Krowodrza, Prądnik Czerwony, Mistrzejowice, Bieńczyce. Spory udział stanowi również w dzielnicach: Prądnik Biały (południowa część), Grzegórzki, Czyżyny (północna część), Nowa Huta (zachodnia część), Bieżanów-Prokocim, Podgórze Duchackie, Bronowice oraz Dębniki. Zabudowa blokowa zajmuje powierzchnię 3 624,65 ha (11,1% powierzchni Miasta i 89,62% powierzchni terenów zabudowy o wysokiej intensywności). Uszczelnienie terenu wynosi 65,73%, a udział terenów biologicznie czynnych 29,34%. Średnia gęstość zaludnienia jest na poziomie 106 osób/ha.

Istniejące tereny zabudowy mieszkaniowej o niskiej i średniej intensywności zabudowy stanowią 16,26 % powierzchni Miasta. Zlokalizowane są głównie w dzielnicach Zwierzyniec, Dębniki, Swoszowice, Łagiewniki, Podgórze Duchackie, Bieżanów-Prokocim.

Zabudowę jednorodziną intensywną stanowi zabudowa mieszkaniowa w formie szeregowej, atrialnej, bliźniaczej lub indywidualnej na niewielkich działkach (przyjęto, że udział powierzchni

¹⁶ Udział terenów biologicznie czynnych nie jest tożsamy z obszarami nieuszczelnionymi, pozostały 1% są to tereny nieuszczelnione i nie będące terenami biologicznie czynnymi.

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

biologicznie czynnej na obszarach tego typu zabudowy jest mniejszy niż 40%). Zabudowa ta zajmuje powierzchnię 3 192,86 ha (9,78% powierzchni Miasta). Uszczelnienie terenu wynosi 56,31%, a udział terenów biologicznie czynnych wynosi 36,90%. Średnia gęstość zaludnienia wynosi 77 osób/ha.

Zabudowę jednorodziną ekstensywną stanowi zabudowa mieszkaniowa, gdzie udział powierzchni biologicznie czynnej jest większy niż 40%. Zabudowa ta zajmuje obszar 1 950,85 ha (5,98% powierzchni Miasta). Uszczelnienie wynosi 22,30%, a udział terenów biologicznie czynnych wynosi 73,93%. Średnia gęstość zaludnienia wynosi 46 osób/ha.

Zabudowa jednorodzinna rozproszona to zabudowa siedliskowa tworząca luźne skupiska, która zajmuje obszar 163,22 ha (tylko 0,5% powierzchni Krakowa). Uszczelnienie terenu wynosi 16,48%, a udział terenów biologicznie czynnych wynosi 81,05%. Średnia gęstość zaludnienia wynosi 24 osoby/ha.

Główna koncentracja i zarazem największy obszar terenów produkcyjnych i składowych obejmuje część terenów dawnych zakładów przemysłowych zlokalizowanych w dzielnicach Nowa Huta i Bieżanów-Prokocim. Bardziej rozproszone obszary produkcyjne znajdują się w dzielnicach południowych (Podgórze, Łagiewniki-Borek Fałęcki, Podgórze Duchackie) i północnych Krakowa (Prądnik Biały, Prądnik Czerwony, Mistrzejowice, Bieńczyce, Wzgórza Krzesławickie), a także na obszarze dzielnicy Czyżyny.

Kraków zamieszkuje 765 320 osób, w tym 408 223 kobiety (tj. 53,3% populacji) i 357 097¹⁷ mężczyzn. W 2016 roku liczba ludności zwiększyła się w stosunku do roku 2015 o 4251 osób¹⁸. Liczba faktycznych użytkowników Miasta, także pozostających poza ewidencją statystyczną, szacowana jest na 1 150 000 osób. Kraków jest miastem akademickim, w którym spośród ogólnej liczby studentów na poziomie 154 332¹⁹ osób, około 100 tys. pochodzi spoza Krakowa. Do kategorii użytkowników zaliczamy również turystów, osoby niezameldowane i osoby dojeżdżające do pracy lub nauki z sąsiednich miejscowości. Gęstość zaludnienia w 2016 roku wynosiła 2 342 os./km². W strukturze ludności według ekonomicznych grup wieku nadal zmniejsza się udział populacji osób w wieku produkcyjnym w ogólnej liczbie ludności: z 62,0% w 2015 roku do 61,2% w 2016 roku. Liczba osób w wieku produkcyjnym wyniosła 468 tys., co w ujęciu rocznym oznacza spadek o 3,7 tys. osób. W porównaniu do roku 2015 nastąpił nieznaczny wzrost ludności w wieku przedprodukcyjnym do poziomu 16,2%²⁰. Natomiast ludność w wieku poprodukcyjnym wyniosła 22,6%. Według prognoz demograficznych liczba ludności Krakowa do 2050 będzie wolno spadała i wyniesie 710 464 osoby²¹.

Osoby > 65 roku życia stanowiły w 2016 roku w Krakowie 22,7%, co oznacza, że udział osób w wieku poprodukcyjnym w stosunku do lat ubiegłych wzrósł (z poziomu 22,1% do obecnego)²². Jak wynika z prognoz demograficznych proces starzenia się społeczeństwa będzie postępował i w 2050 roku liczba osób powyżej 65 lat może wynieść 229 865, co dla przyjętego ogółu 710 464 osób stanowił będzie ok. 32% społeczności Krakowa²³.

Dzieci < 5 roku życia w Krakowie stanowią 47 142 os.²⁴. Według przewidywań GUS ujemny przyrost naturalny będzie się pogłębiał (liczba urodzeń będzie spadała), co za tym idzie liczba dzieci w wieku poniżej 5 lat zmniejszy się.

¹⁷ Raport o stanie Miasta 2016

¹⁸ ibidem

¹⁹ Bank Danych Lokalnych, GUS

²⁰ ibidem

²¹ Raport o stanie Miasta 2016

²² ibidem

²³ ibidem

²⁴ Bank Danych Lokalnych, GUS

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

W 2014 roku w populacji osób > 16 roku życia wydano 9 615 orzeczeń o niepełnosprawności. Spośród wszystkich wydanych orzeczeń najczęściej orzekano z powodu upośledzenia narządu ruchu (ok. 43% wszystkich orzeczeń). W celu ułatwienia osobom niepełnosprawnym funkcjonowania w mieście likwidowane są bariery funkcjonalne: bariery architektoniczne w miejscu zamieszkania, bariery w komunikowaniu się oraz bariery techniczne²⁵.

W roku 2016 liczba zgonów ogółem w Krakowie była niższa od roku 2015 (7 598) i wyniosła 7 151. Jak wykazują dane, najwięcej osób zmarło na choroby układu krążenia 51%, nowotwory 30% oraz choroby układu oddechowego 4%²⁶.

Według ogólnopolskiego badania przeprowadzonego w 2015²⁷ roku w Krakowie znajdowało się 1025 osób bezdomnych, z czego 882 osoby przebywały w placówkach instytucjonalnych, natomiast pozostałe osoby poza nimi. Zmniejszyła się liczba osób bezdomnych przebywających poza placówkami instytucyjnymi, w 2013 r. odnotowano 233 takie osoby. Spadek liczby osób bezdomnych przebywających poza placówkami spowodowany jest umożliwianiem przebywania w takich placówkach nawet osobom będącym pod wpływem alkoholu.

Miasto Kraków posiada i realizuje programy współpracy z organizacjami pozarządowymi i innymi podmiotami działającymi w sferze pożytku publicznego i wolontariatu, między innymi poprzez działalność Krakowskiej Rady Działalności Pożytku Publicznego oraz funkcjonujące przy merytorycznych Wydziałach UMK Komisje Dialogu Obywatelskiego, w tym ds. środowiska, zdrowia, czy bezpieczeństwa. Ponadto Miejski Ośrodek Wspierania Inicjatyw Społecznych konsultuje z organizacjami pozarządowymi akty prawa miejscowego, udostępnia im pomieszczenia, prowadzi liczne projekty, konkursy itp., z których część związana jest z zagadnieniami istotnymi z punktu widzenia adaptacji do zmian klimatu. Wśród 4879 organizacji pozarządowych zarejestrowanych w Krakowie w 2015 roku funkcjonowały również skupiające się na działaniach adaptacyjnych, ich liczba jest jednak niewielka (tylko 31 organizacji w sekcji ochrona środowiska w katalogu na stronie <http://ngo.krakow.pl>).

Miasto Kraków w roku 2016 wykazało dochód na jednego mieszkańca w wysokości 6 099,34 PLN, a od 2010 roku dochody budżetu Miasta w przeliczeniu na 1 mieszkańca sukcesywnie wzrastały. W rankingu zamożności Jednostek Samorządu Terytorialnego opracowanym przez Czasopismo Wspólnota w 2015 roku, Gmina Miejska Kraków na tle 18 badanych miast wojewódzkich została oceniona jako gmina umiarkowanie zamożna. Z wynikiem 4 670,80 zł./os. plasuje się na 6 miejscu (w przedziale porównawczym 6 763,83 zł./os. – 3 542,76 zł./os.)²⁸, natomiast wskaźnik relacji zadłużenia Miasta do dochodu w 2014 roku wyniósł 48,88% dochodów budżetowych (w przedziale porównawczym 95,4-24,73%), co dało Krakowowi 10 miejsce w rankingu. Wskaźnik zdolności kredytowej na poziomie 11,87% dochodów (w przedziale 14,34-5,68%) określił 6 pozycję, co wskazuje na stabilną sytuację i płynność finansową Miasta²⁹. Wydatki inwestycyjne majątkowe w latach 2013-2015 wyniosły 1 564,56 zł na mieszkańca, dając Krakowowi 12 miejsce (w przedziale porównawczym 2 592,71 – 767,31 zł./os.)³⁰. Pod względem wydatków na administrację Kraków zajął 9 miejsce z wynikiem 285,29 zł./os. (w przedziale 212,62-464,59 zł./os.)³¹.

²⁵ Dane pochodzą z „Strategii rozwiązywania problemów społecznych Krakowa – 2015-2020”.

²⁶ Bank Danych Lokalnych, GUS

²⁷ Dane pochodzą z „Strategii rozwiązywania problemów społecznych Krakowa – 2015-2020”.

²⁸ Bogactwo samorządów. Ranking dochodów JST 2015, Wspólnota (www.wspolnota.org.pl)

²⁹ Zadłużenie samorządów. Ranking zadłużenia samorządów 2014 r., Wspólnota (www.wspolnota.org.pl)

³⁰ Liderzy inwestycji. Ranking wydatków inwestycyjnych samorządów 2013–2015, Wspólnota (www.wspolnota.org.pl)

³¹ Oszczędny urząd. Ranking wydatków na administrację – 2014 r., Wspólnota (www.wspolnota.org.pl)

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

Transport w Krakowie rozpatrywany jest we wszystkich analizowanych komponentach, tj. transporcie drogowym, szynowym oraz transporcie publicznym miejskim, ale również podsystemach lotniczym i wodnym – śródlądowym, dla których wrażliwość rozpatrywana była ze względu na infrastrukturę, środki transportu oraz komfort socjalny pracowników i pasażerów.

Przez Kraków przebiega gęsta sieć dróg tworzących układy podstawowy i obsługujący. W skład układu podstawowego wchodzi 35,5 km dróg krajowych, 25,2 km dróg wojewódzkich oraz 254 km dróg powiatowych. Układ obsługujący tworzy natomiast 790,2 dróg gminnych. Za zdekapitalizowane i wymagające modernizacji uznaje się 64% dróg układu podstawowego oraz 82% dróg układu obsługującego. Infrastrukturę drogową tworzy ponadto 178 mostów, estakad, wiaduktów i tuneli, 38 kładek dla pieszych oraz 22 przejścia podziemne. W zakresie infrastruktury rowerowej funkcjonuje 159 km ścieżek rowerowych (obejmujące wydzielone drogi rowerowe, drogi dla rowerów i pieszych, chodniki z dopuszczalnym ruchem rowerowym oraz bulwary i wały wiślane), a także liczne kontrapasy oraz pasy ruchu dla rowerów wydzielone na jezdniach³².

Organizatorem i zarządcą komunikacji publicznej w Krakowie jest Zarząd Infrastruktury Komunalnej i Transportu w Krakowie, natomiast usługi przewozowe realizuje dwóch operatorów: Miejskie Przedsiębiorstwo Komunikacyjne S.A. (100% przewozów tramwajowych, 87% autobusowych) oraz Mobilis Sp. z o.o. (13% przewozów autobusowych)³³.

W Krakowie na podsystem szynowy składa się sieć kolejowa oraz tramwajowa. Sieć kolejowa na terenie Krakowa jest generalnie dobrze rozwinięta pod względem układu (Krakowski Węzeł Kolejowy obejmuje 9 linii kolejowych różnych relacji oraz liczne łącznice i tory łączące), ponadto w ostatnich latach podlega ciągłej modernizacji i miejscowej rozbudowie, mających na celu poprawę stanu technicznego, zwiększenie przepustowości oraz rozwój Szybkiej Kolei Aglomeracyjnej. Infrastruktura transportu tramwajowego to ponad 190 km torowisk (pojedyncze tory) oraz 88 km tras, na których kursuje 27 linii tramwajowych (w tym 22 zwykłe, 2 pod nazwą Krakowski Szybki Tramwaj i 3 linie nocne). Łączna długość linii tramwajowych (uwzględniając także odcinki wspólne) to przeszło 353 km. Przewozy realizuje około 290 sztuk pojazdów na dobę (spośród około 400 będących na stanie MPK)³⁴.

W sąsiadującej z Krakowem gminie Zabierzów zlokalizowany jest Międzynarodowy Port Lotniczy (MPL) im. Jana Pawła II Kraków-Balice Sp. z o.o., będący istotnym elementem systemu transportowego Miasta. MPL Kraków-Balice ma ogromne znaczenie dla zwiększenia dostępności Krakowa oraz jego rozwoju, a port jest systematycznie rozbudowywany w związku ze zwiększającą się ilością obsługiwanych pasażerów (4,2 mln osób w 2015 roku).

Transport wodny śródlądowy w rejonie Krakowa stanowi przede wszystkim droga wodna Górnej Wisły od Oświęcimia (ujęcia Przemszy) do Krakowa (stopnia wodnego Przewóz), powstała przez spiętrzenie wód Wisły sześcioma stopniami, z których dwa zlokalizowane są na terenie Miasta (Dąbie, Przewóz, ponadto SW Kościuszko znajduje się tuż przy granicy Miasta, w gm. Liszki), a także przez budowę dwóch odcinków sztucznych kanałów żeglugowych (Łaczański, śluzy Dwory). Pasażerski transport wodny dotyczy przede wszystkim ruchu turystycznego. Od wiosny (maj) do jesieni (wrzesień) odbywają się przewozy pasażerskie statkami i łodziami pasażerskim na odcinku centrum Miasta – Tyniec. Istnieje również linia transportowa obsługiwana przez Zarząd Infrastruktury Sportowej (jednostki podległej pod UMK) – tzw. Krakowski Tramwaj Wodny.

³² Raport o stanie Miasta 2016

³³ ibidem

³⁴ ibidem

2 Powiązanie Planu Adaptacji z dokumentami strategicznymi i planistycznymi

Realizacja Planu Adaptacji do zmian klimatu wymaga zapewnienia jego spójności z polityką rozwoju kraju, regionu i Miasta, wyrażoną w dokumentach strategicznych i planistycznych. Plan Adaptacji do zmian klimatu Miasta Krakowa nie zastępuje, tylko stanowi ich niezbędne uzupełnienie w kontekście działań adaptacyjnych.



**Wczujmy się
w klimat!**

www.44mpa.pl

2.1 DOKUMENTY KRAJOWE

Opracowanie Planu Adaptacji wynika ze *Strategicznego planu adaptacji dla sektorów i obszarów wrażliwych na zmiany klimatu do roku 2020 z perspektywą do roku 2030 (SPA 2020)*, w którym wskazano na potrzebę podejmowania adaptacji w miastach. SPA 2020 realizuje zapisy „Białej księgi. Adaptacja do zmian klimatu: europejskie ramy działania”, będącej odpowiedzią UE na przyjęty w 2006 r. na forum Ramowej Konwencji Narodów Zjednoczonych w sprawie zmian klimatu (UNFCCC) „Program działań z Nairobi w sprawie oddziaływania, wrażliwości i adaptacji do zmian klimatu”.

W SPA 2020 miasta uznaje się za szczególnie wrażliwe na zmiany klimatu, zarówno ze względu na koncentrację ludzi, wagę miast w kształtowaniu sytuacji społeczno-gospodarczej kraju, ale także z uwagi na potęgowanie skutków zmian klimatu w miastach poprzez „negatywne oddziaływanie antropopresji na środowisko”. Projekt w ramach, którego powstał Plan Adaptacji, jest realizacją przez Ministra Środowiska zapisów SPA 2020 – kierunku działań 4.2. – *miejska polityka przestrzenna uwzględniająca zmiany klimatu, działania 4.2.1 Opracowanie miejskich planów adaptacji z uwzględnieniem zarządzania wodami opadowymi (lub uwzględnienie komponentu adaptacyjnego w innych dokumentach strategicznych i operacyjnych)*.

Plan Adaptacji powiązany jest w szczególności ze Strategią na rzecz Odpowiedzialnego Rozwoju (SOR), Koncepcją Przestrzennego Zagospodarowania Kraju 2030 (KPZK) oraz Krajową Polityką Miejską do 2020 roku (KPM). W SOR w obszarze środowiska wskazuje się działania służące przystosowaniu się do skutków suszy, przeciwdziałaniu skutków powodzi, ochronie zasobów wodnych. Jednym z działań jest także „*rozwój infrastruktury zielonej i błękitnej obszarów zurbanizowanych, w celu zachowania łączności przestrzennej wewnątrz tych obszarów i z terenami otwartymi oraz wspomagania procesów adaptacji do zmian klimatu.*” Plan Adaptacji zawiera działania zgodne z działaniami zapisanymi w SOR.

Spośród sześciu celów polityki przestrzennej kraju wyrażonej w KPZK dwa odnoszą się do problematyki adaptacji do zmian klimatu: (1) *Kształtowanie struktur przestrzennych wspierających osiągnięcie i utrzymanie wysokiej jakości środowiska przyrodniczego i walorów krajobrazowych Polski oraz (2) Zwiększenie odporności struktury przestrzennej na zagrożenia naturalne (...)*. Plan Adaptacji także ukierunkowany jest na poprawę jakości środowiska przyrodniczego w mieście oraz zwiększenie odporności miasta na zagrożenia związane ze zmianami klimatu.

Krajowa Polityka Miejska odnosi się wprost do adaptacji do zmian klimatu. Działania w niej zawarte są realizowane przez rząd i odnoszą się głównie do regulacji prawnych, wspierania i koordynowania działań adaptacyjnych w miastach. W Polityce jako jedno z działań wpisano „*Minister właściwy ds. środowiska opracuje plany adaptacji do zmian klimatu dla miast powyżej 100 tys. mieszkańców*”, tak więc Plan Adaptacji jest także realizacją zapisów Polityki Miejskiej.

2.2 DOKUMENTY REGIONALNE I LOKALNE

Plan Adaptacji do zmian klimatu Miasta Krakowa jest spójny z dokumentami strategicznymi i operacyjnymi opracowanymi zarówno dla Miasta, jak i dla województwa małopolskiego, stanowiąc ich niezbędne uzupełnienie.

Wśród dokumentów samorządu województwa małopolskiego, istotnych z punktu widzenia tworzenia Planu Adaptacji, należy wymienić:

- Strategię Rozwoju Województwa Małopolskiego na lata 2011-2020,
- Program Strategiczny Ochrona Środowiska Województwa Małopolskiego,
- Plan Zagospodarowania Przestrzennego Województwa Małopolskiego (PZPWM),

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

- Program ochrony powietrza dla województwa małopolskiego³⁵,
- uchwałę Nr XVIII/243/16 Sejmiku Województwa Małopolskiego w sprawie wprowadzenia na obszarze Gminy Miejskiej Kraków ograniczeń w zakresie eksploatacji instalacji, w których następuje spalanie paliw,
- uchwałę Nr XXXV/527/17 Sejmiku Województwa Małopolskiego z dnia 24 kwietnia 2017 r. w sprawie wprowadzenia na obszarze Gminy Miejskiej Kraków, w okresie od dnia 1 lipca 2017 roku do dnia 31 sierpnia 2019 roku, zakazów w zakresie eksploatacji instalacji, w których następuje spalanie paliw.

Spośród dokumentów określających i wdrażających politykę rozwoju Miasta Krakowa, ze względu na powiązanie z problematyką adaptacji, istotne są następujące dokumenty:

- Strategia Rozwoju Krakowa. Tu chcę żyć. Kraków 2030.³⁶;
- Program Ochrony Środowiska dla miasta Krakowa na lata 2012-2015 z uwzględnieniem zadań zrealizowanych w 2011 roku oraz perspektywą na lata 2016-2019³⁷;
- Studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego Miasta Krakowa³⁸;
- Plan gospodarki niskoemisyjnej dla Gminy Miejskiej Kraków³⁹;
- Założenia do planu zaopatrzenia Gminy Miejskiej Kraków w ciepło, energię elektryczną i paliwa gazowe⁴⁰;
- Miejski Program Rewitalizacji Krakowa⁴¹;
- Polityka Transportowa dla Miasta Krakowa na lata 2016 – 2025⁴².

Dodatkowo analizie poddano inne dokumenty istotne dla Miasta, w których znalazły się zagadnienia powiązane ze zjawiskami badanymi na potrzeby Planu Adaptacji, tj.:

- Ocenę stanu zabezpieczenia przeciwpowodziowego miasta Krakowa⁴³ ;
- Koncepcję odwodnienia i poprawy bezpieczeństwa powodziowego miasta Krakowa⁴⁴;
- Krakowski program małej retencji wód opadowych⁴⁵;
- Koncepcję ograniczenia zagrożeń wynikających z braku możliwości efektywnego odprowadzania wód opadowych systemem kanalizacyjnym w Krakowie, Etap I⁴⁶;
- Wieloletni plan rozwoju i modernizacji urządzeń wodociągowych i kanalizacyjnych Miejskiego Przedsiębiorstwa Wodociągów i Kanalizacji S.A. w Krakowie na lata 2018 - 2022 ⁴⁷;

³⁵ Uchwała Nr XXXII/451/17 Sejmiku Województwa Małopolskiego z dnia 23 stycznia 2017 r.

³⁶ Uchwała nr XCIV/2449/18 Rady Miasta Krakowa z dnia 7 lutego 2018 r.

³⁷ Uchwała nr LXI/863/12 Rady Miasta Krakowa z dnia 21 listopada 2012 r.

³⁸ Uchwała nr XII/87/03 Rady Miasta Krakowa z dnia 16 kwietnia 2003 r., zmieniona uchwałą nr XCIII/1256/10 Rady Miasta Krakowa z dnia 3 marca 2010 r., zmieniona uchwałą nr CXII/1700/14 Rady Miasta Krakowa z dnia 9 lipca 2014 r.

³⁹ Uchwała nr XXVI/426/15 Rady Miasta Krakowa z dnia 7 października 2015 r., zmieniona uchwałą nr LXXIII/1759/17 Rady Miasta Krakowa z dnia 31 maja 2017 r.

⁴⁰ Uchwała nr CXIX/1870/14 Rady Miasta Krakowa z dnia 22 października 2014 r.

⁴¹ Uchwała nr CXXI/1906/14 Rady Miasta Krakowa z dnia 5 listopada 2014 r. z późn. zm.

⁴² Uchwała nr XLVII/848/16 Rady Miasta Krakowa z dnia 8 czerwca 2016 r.

⁴³ Zatwierdzona przez Prezydenta Miasta Krakowa. Stan na kwiecień 2017 r. (zaktualizowana w 2018 roku).

⁴⁴ MGGP S.A., Kraków 2011 r.

⁴⁵ Uchwała nr LXXX/1223/13 Rady Miasta Krakowa z dnia 28 sierpnia 2013 r. zmieniona Uchwałą nr VIII/116/15 Rady Miasta Krakowa z dnia 4 marca 2015 r.

⁴⁶ Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki Wydział Inżynierii Środowiska, Kraków, 2015 r.

⁴⁷ Uchwała nr XCV/2469/18 Rady Miasta Krakowa z dnia 28 lutego 2018 r.

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

- Koncepcję ochrony różnorodności biologicznej miasta Krakowa⁴⁸;
- Opracowanie ekofizjograficzne Miasta Krakowa⁴⁹
- Rejestr terenów zagrożonych ruchami masowymi ziemi⁵⁰;
- Raport o stanie Miasta 2016⁵¹;
- Program Ograniczania Niskiej Emisji dla miasta Krakowa⁵²
- Kompleksowe Badania Ruchu w Krakowie 2013⁵³;

Bezpośrednim wynikiem przeprowadzonej analizy miejskich dokumentów strategicznych była wstępna identyfikacja problemów i wyzwań wynikających ze zmian klimatu lub mogących się do nich przyczyniać. Wymienione dokumenty Miasta Krakowa zawierają cele i działania, które bezpośrednio lub pośrednio mają związek ze zmianami klimatu i odnoszą się do jakości życia oraz poszczególnych sektorów funkcjonowania Miasta. Do najistotniejszych zagadnień ujętych w tych dokumentach i powiązanych z tematyką Planu Adaptacji należą:

- problem zanieczyszczenia powietrza będący efektem przede wszystkim niskiej emisji;
- niewystarczający udział terenów zieleni w Mieście (ok. 11% – dwukrotnie mniej niż w Poznaniu czy Warszawie⁵⁴); niski wskaźnik nasycenia terenami zieleni o funkcji rekreacyjnej (Kraków cechuje się najniższym nasyceniem spośród analizowanych dużych miast w Polsce⁵⁵);
- duży i rosnący udział transportu samochodowego w podziale zadań transportowych (33,7% w 2013 roku, wzrost z 19,2% w 1995 r.⁵⁶);
- udział transportu tranzytowego oraz międzydzielnicowego w centrum miasta;
- wzrastająca świadomość społeczna dotycząca negatywnych skutków zanieczyszczenia powietrza i możliwości redukcji emisji zanieczyszczeń;
- wciąż niewystarczająca świadomość społeczna dotycząca: racjonalnego wykorzystania zasobów, podnoszenia efektywności energetycznej, wykorzystania energii odnawialnej;
- potrzeba dalszej modernizacji infrastruktury miejskiej, w szczególności infrastruktury drogowej, transportu publicznego oraz gospodarki wodnej (w tym ochrony przeciwpowodziowej oraz odwodnienia miasta);
- niewystarczający poziom usług służby zdrowia i pomocy społecznej dla osób starszych w stosunku do rosnących potrzeb związanych ze starzeniem się społeczeństwa.

Wykonana analiza dokumentów strategicznych i planistycznych Miasta Krakowa pozwoliła na wstępną identyfikację głównych sektorów/obszarów Miasta, które mogą być wrażliwe na zmiany klimatu. Problemy te dotyczą w głównej mierze sektorów: zdrowie publiczne, gospodarka wodna, transport, tereny zabudowy o wysokiej intensywności z uwzględnieniem terenów zieleni, gospodarka przestrzenna oraz różnorodność biologiczna.

⁴⁸ Instytut Nauk o Środowisku Uniwersytetu Jagiellońskiego, Kraków, 2005 r.

⁴⁹ Urząd Miasta Krakowa, Kraków, 2010

⁵⁰ Stan na lipiec 2017 r.

⁵¹ Urząd Miasta Krakowa, Wydział Rozwoju Miasta, Kraków 2016 r.

⁵² Uchwała nr CXXI/1918/14 Rady Miasta Krakowa z dnia 5 listopada 2014 r. z późn. zm.

⁵³ Opracowanie wykonane w ramach projektu Zintegrowany system transportu publicznego w obszarze aglomeracji krakowskiej.

⁵⁴ Wystąpienie pokontrolne LKR.410.005.01.2017 P/17/077, Najwyższa Izba Kontroli, 2017

⁵⁵ ibidem

⁵⁶ Badania zachowań komunikacyjnych mieszkańców Krakowskiego Obszaru Metropolitalnego etap 2 Zadanie 2: Raport końcowy z badań ankietowych wraz z syntezą wyników i szczegółowymi wnioskami, Kraków, 2014

3 Metoda opracowania Planu Adaptacji

Plan Adaptacji po raz pierwszy kompleksowo identyfikuje zagrożenia wynikające ze zmian klimatu oraz dobiera konkretne rozwiązania adaptacyjne. Jednolita, ale elastyczna metodyka dla wszystkich Partnerów projektu zapewniła spójność strukturalną poszczególnych Planów Adaptacji, a równocześnie pozwoliła jednak uwzględnić cechy indywidualne poszczególnych miast. Szczególnie cenne w tym zakresie była współpraca Zespołu Ekspertów z Zespołem Miejskim oraz zapewnienie udziału interesariuszy.



Wczujmy się
w klimat!

www.44mpa.pl

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

Plan Adaptacji do zmian klimatu Miasta Krakowa opracowano według metody jednolitej i wspólnej dla wszystkich miast biorących udział w Projekcie. Uwzględniła ona wytyczne Ministerstwa Środowiska zawarte w "Podręczniku adaptacji dla miast". Podstawowym założeniem metodycznym był podział pracy rozłożony na sześć etapów (Rysunek 1). Pozwoliło to na stopniowe budowanie Planu Adaptacji, integrację prac Zespołu Ekspertów z Zespołem Miejskim, a także systematyczne włączanie interesariuszy reprezentujących różne grupy i środowiska społeczne.



Rysunek 1. Etapy opracowania Planu Adaptacji

W metodzie opracowania Planu Adaptacji posługiwano się przyjętą terminologią, uzgodnioną przez Konsorcjum i zaakceptowaną przez Ministerstwo Środowiska. Podstawowe pojęcia używane w Planie Adaptacji zdefiniowano poniżej.

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

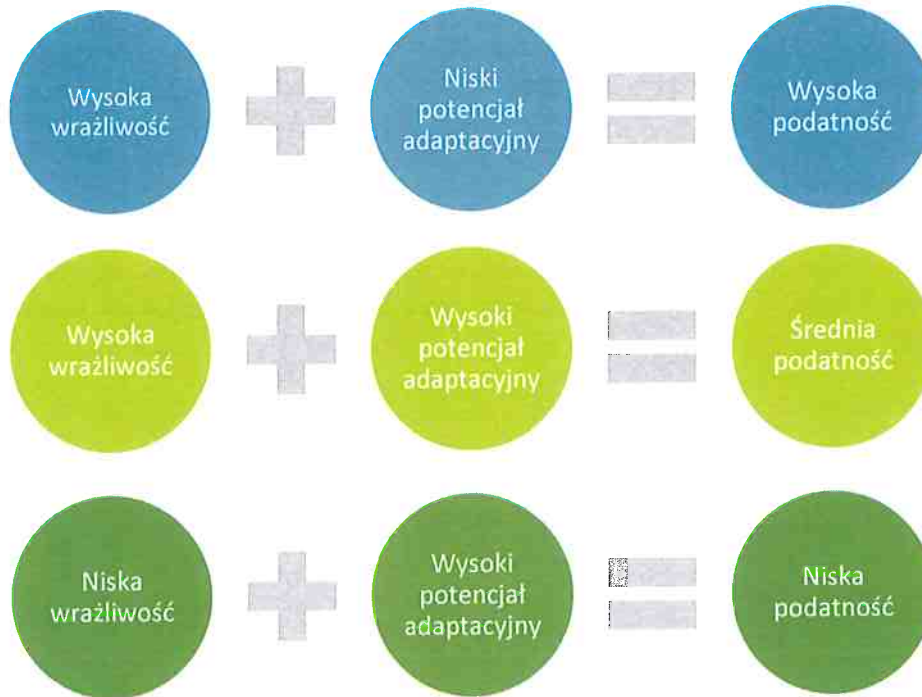
Proces opracowania Planu Adaptacji realizowany w sześciu etapach pozwolił na uzyskanie konkretnych rezultatów, stanowiących produkty pośrednie.

Plan Adaptacji składa się z dwóch zasadniczych części – **diagnostycznej i programowej**. Pierwsza zbudowana jest na podstawie informacji zawartych w dokumentach planistycznych i strategicznych Miasta, danych meteorologicznych i hydrologicznych, danych statystycznych i przestrzennych oraz ocenach i wynikach przeprowadzonych analiz eksperckich prezentowanych poniżej.

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

- 1) **Analiza zjawisk klimatycznych i ich pochodnych.** W analizie uwzględnione zostały wybrane zjawiska klimatyczne i ich pochodne, które mogą stanowić zagrożenie dla Miasta, m.in. upały, występowanie MWC, mrozy, intensywne opady, powódzie, podtopienia, susze, opady śniegu, porywy wiatru, burze oraz koncentracja zanieczyszczeń powietrza. Charakterystykę zmian klimatu opracowano na podstawie danych meteorologicznych i hydrologicznych z lat 1981-2015 pozyskanych z IMGW-PIB. Analizy uwzględniały również trendy przyszłych warunków klimatycznych w horyzoncie do 2030 i 2050 roku – scenariusze klimatyczne uwzględniające dwa scenariusze emisji gazów cieplarnianych (RCP4.5 i RCP8.5) (Załącznik 2). Wyniki tych analiz dały podstawę do opracowania listy zjawisk i ich pochodnych, stanowiących zagrożenie dla miasta, oraz określenia ekspozycji miasta na te zagrożenia.
- 2) **Ocena wrażliwości Miasta na zmiany klimatu.** Wrażliwość miasta była oceniana poprzez analizę wpływu zjawisk klimatycznych na poszczególne obszary miasta oraz sektory miejskie. W przyjętej metodzie pod pojęciem sektor/obszar rozumie się wydzieloną część funkcjonowania miasta wyróżnioną zarówno w przestrzeni, jak i ze względu na określony typ aktywności społeczno-gospodarczej lub specyficzne problemy. Dla oceny wrażliwości sektorów/obszarów dokonano ich zdefiniowania poprzez komponenty, pozwalające uchwycić funkcjonowanie miasta. Na każdy sektor/obszar składać może się kilka komponentów. Struktura sektora/obszaru wyrażona przez zbiór specyficznych komponentów odzwierciedla charakter miasta. Oceniono wrażliwość każdego z sektorów i obszarów miasta na zjawiska klimatyczne. Określenie poziomu wrażliwości sektorów/obszarów wraz z wrażliwymi komponentami miasta składającymi się na te sektory/obszary, pozwoliło na wybór czterech najbardziej wrażliwych na zmiany klimatu. Wybór ten został dokonany wspólnie przez ZM i ZE w trybie warsztatowym, co umożliwiło rzetelne i obiektywne wyodrębnienie ich ze zbioru ocenianych sektorów z uwzględnieniem specyficznych warunków lokalnych.
- 3) **Określenie potencjału adaptacyjnego Miasta.** Potencjał adaptacyjny został zdefiniowany w ośmiu kategoriach zasobów: (1) możliwości finansowe, (2) przygotowanie służb, (3) kapitał społeczny, (4) mechanizmy informowania i ostrzegania o zagrożeniach, (5) sieć i wyposażenie instytucji i placówek miejskich, (6) organizacja współpracy z gminami sąsiednimi w zakresie zarządzania kryzysowego, (7) systemowość ochrony i kształtowania ekosystemów miejskich, (8) zaplecze innowacyjne: instytuty naukowo-badawcze, uczelnie, firmy ekoinnowacyjne. Zasoby te są niezbędne zarówno w przypadku konieczności radzenia sobie z negatywnymi skutkami zmian klimatu, jak i do wykorzystania szans, jakie powstają w zmieniających się warunkach klimatycznych. Ocena potencjału adaptacyjnego była niezbędna do oceny podatności miasta na zmiany klimatu, a także została wykorzystana w planowaniu działań adaptacyjnych.
- 4) **Ocena podatności Miasta na zmiany klimatu.** Ocena podatności miasta, jego sektorów oraz ich komponentów została przeprowadzona w oparciu o analizy skutków zmian klimatu w mieście (zjawisk klimatycznych i ich pochodnych), oceny wrażliwości i oceny potencjału adaptacyjnego. Im większa wrażliwość i mniejszy potencjał adaptacyjny, tym wyższa podatność.

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



Rysunek 2. Schemat oceny podatności na zmiany klimatu

- 5) **Analiza ryzyka.** Analizy dokonano w oparciu o ustalenie prawdopodobieństwa wystąpienia zjawisk klimatycznych stanowiących największe zagrożenie dla miasta oraz przewidywanych skutków wystąpienia tych zjawisk. Poziom ryzyka oceniono w czterostopniowej skali (bardzo wysokie, wysokie, średnie, niskie). Ocena uwzględniła sektory wybrane jako najbardziej wrażliwe na zmiany klimatu. Wyniki analizy ryzyka wskazują te komponenty w sektorach wrażliwych, dla których zaplanowane działania adaptacyjne będą miały największy priorytet.

Część diagnostyczna zawiera analizę i ocenę zjawisk klimatycznych i ich pochodnych, które mają wpływ na funkcjonowanie Miasta. Ocena wrażliwości i analiza potencjału adaptacyjnego pozwoliły na zdefiniowanie podatności na zmiany klimatu. W części diagnostycznej wykorzystano wcześniejsze i bieżące analizy i dokumenty związane z ww. zagadnieniami oraz uwzględniono wszystkie cechy specyficzne Miasta i zagadnienia mające wpływ na kształtowanie jego adaptacyjności.

Na podstawie diagnozy opracowano część programową Planu Adaptacji:

- 1) **Wizję, cel nadrzędny i cele strategiczne Planu Adaptacji do zmian klimatu**
- 2) **Działania adaptacyjne oraz opcje będące komplementarnym zbiorem działań adaptacyjnych.** Działania adaptacyjne zostały podzielone na trzy grupy (1) działania techniczne, (2) działania organizacyjne, (3) działania informacyjno-edukacyjne.
Zidentyfikowane działania wiążą się z kluczowymi projektami, których realizacja przyczyni się do przystosowania Miasta do zmian klimatu, obniżając jego podatność na zagrożenia klimatyczne i pochodne tych zmian. Ustalenie wariantowych list działań adaptacyjnych, których celem jest redukcja zidentyfikowanych ryzyk, przygotowano na podstawie wyników analizy ryzyka. Na podstawie tych wyników, dla każdego zagrożenia związanego ze zmianami klimatu, zdefiniowano listę działań adaptacyjnych składającą się na opcję, której realizacja przyczynia się do zwiększenia odporności Miasta. Opcje zostały następnie poddane analizie wielokryterialnej oraz ocenie kosztów i korzyści. Doboru działań adaptacyjnych dokonano tak, aby każdy cel

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

adaptacyjny był osiągnięty w optymalny sposób z uwzględnieniem kryteriów odnoszących się do zrównoważonego rozwoju, efektywności kosztowej oraz synergicznego oddziaływania efektów działania w ograniczaniu również innych zagrożeń środowiskowych. Dokonanie wyboru listy działań adaptacyjnych z zastosowaniem analizy wielokryterialnej oraz jej optymalizacja przy zastosowaniu analizy kosztów i korzyści pozwoliło na przyjęcie ostatecznej opcji działań adaptacyjnych dla Miasta.

- 3) **Wdrażanie Planu Adaptacji.** Dla realizacji wybranej opcji adaptacji wskazano podmioty wdrażające, zaproponowano potencjalne źródła finansowania, określono zasady i wskaźniki monitoringu realizacji Planu Adaptacji oraz określono sposób i wskaźniki ewaluacji Planu Adaptacji.

4 Udział społeczeństwa w opracowaniu Planu Adaptacji

Udział społeczności lokalnej w tworzeniu Planu Adaptacji jest niezbędny dla skutecznego wdrażania tego dokumentu. Plan Adaptacji powstał przy współudziale interesariuszy adaptacji w Mieście. Dysponują oni unikatową wiedzą na temat codziennego funkcjonowania Miasta, jego problemów i lokalnej specyfiki. Udział mieszkańców w planowaniu adaptacji przyczynia się do podniesienia poziomu świadomości klimatycznej i do zwiększenia akceptacji społecznej podejmowanych działań.



*Wczujmy się
w klimat!*

www.44mpa.pl

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

Plan Adaptacji dla Krakowa powstał z wykorzystaniem metody partycypacyjnej. Prace nad przygotowaniem dokumentu prowadzone były w ścisłej współpracy z Zespołem Miejskim oraz ze zidentyfikowanymi interesariuszami.

Interesariuszami Planu Adaptacji są przedstawiciele Urzędu Miasta Krakowa, odpowiedzialni za poszczególne sektory Miasta oraz organizacje pozarządowych, jednostek naukowych i uczelni wyższych, przedstawiciele administracji niezespólonej i zespólonej.

Interesariusze brali udział w spotkaniach warsztatowych i konsultacyjnych, organizowanych na poszczególnych etapach prac nad Planem Adaptacji, zgodnie z przyjętą metodą. Lista interesariuszy przedstawiona została w załączniku 1.

Tabela 3. Spotkania konsultacyjne w procesie opracowania Planu Adaptacji

Charakter i termin spotkania	Cel spotkania	Rezultaty / ustalenia
Spotkanie inicjujące 14.02.2017	<ul style="list-style-type: none"> Zapoznanie Zespołu Miejskiego (ZM) z tematyką zmian klimatu i adaptacji do skutków zmian klimatu oraz metodą opracowania Planu Adaptacji 	<ul style="list-style-type: none"> Zbudowanie pozytywnych relacji i zaangażowania ZM; Ustalenie zasad współpracy – regulamin; Ustalenie harmonogramu prac; Zebranie informacji o sytuacji Miasta; Zebranie informacji o oczekiwaniach Urzędu Miasta Krakowa odnośnie działań adaptacyjnych i samego dokumentu.
Warsztaty nr 1 12.05.2017	<ul style="list-style-type: none"> Uzgodnienie wizji i celu nadrzędnego Planu Adaptacji; Zaprezentowanie wyników analiz w zakresie ekspozycji miasta na zjawiska klimatyczne i oceny wrażliwości miasta na zmiany klimatu; Uzgodnienie wniosków z analizy wrażliwości miasta na zmiany klimatu i wybór najbardziej wrażliwych 4 sektorów/obszarów; Zebranie informacji na potrzeby określenia potencjału adaptacyjnego miasta 	<ul style="list-style-type: none"> Zatwierdzenie wizji i celu nadrzędnego Planu Adaptacji dla Krakowa Zatwierdzenie wyboru 4 sektorów o największej wrażliwości na skutki zmian klimatu Zebranie informacji na potrzeby określenia potencjału adaptacyjnego Krakowa
Warsztaty nr 2 12.12.2017	<ul style="list-style-type: none"> Podsumowanie wyników prac nad Planem Adaptacji dla Krakowa – diagnoza zagrożeń klimatycznych, wyniki analizy podatności i analizy ryzyka; Weryfikacja oceny konsekwencji zagrożeń dla Krakowa; Wybór komponentów o najwyższych poziomach ryzyka; Identyfikacja szans dla Krakowa wynikających z przewidywanych zmian warunków klimatycznych. 	<ul style="list-style-type: none"> Weryfikacja analizy ryzyka dla Krakowa; Uzasadnienie zmian argumentami i potwierdzenie przykładami; Zidentyfikowanie szans dla Krakowa wynikających ze zmian klimatu.

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

Charakter i termin spotkania	Cel spotkania	Rezultaty / ustalenia
Spotkanie z przedstawicielami środowiska naukowego 16.03.2018	<ul style="list-style-type: none"> Podsumowanie dotychczasowych rezultatów prac nad Planem Adaptacji dla Krakowa; Zaprezentowanie list działań adaptacyjnych (opcji adaptacji); Zebranie uwag dotyczących prezentowanych list działań adaptacyjnych. 	<ul style="list-style-type: none"> Uzgodnienie i doprecyzowanie list działań adaptacyjnych Planu Adaptacji dla Krakowa.
Warsztaty nr 3 29.05.2018		

Włączenie interesariuszy w proces planowania działań adaptacyjnych i podejmowania decyzji umożliwiło równoczesne budowanie świadomości oraz pozyskanie akceptacji dla działań wskazanych w Planie Adaptacji.



Wczujmy się
w klimat!

www.44mpa.pl

5 Diagnoza

Szczegółowa i rzetelna diagnoza problemów jest niezbędna dla przygotowania kompleksowego planu ich rozwiązywania, odpowiadającego na zagrożenia płynące z postępujących zmian klimatu. Diagnoza przeprowadzona została na podstawie historycznych pomiarów meteorologiczno-hydrologicznych, opracowań naukowych czy modelowych scenariuszy spodziewanych zmian klimatycznych, a poparta konsultacjami z interesariuszami. W dalszym etapie prac pozwoliła na wybór zestawu działań adaptacyjnych skutecznie zwiększających odporność Miasta na zmiany klimatu.

5.1 GŁÓWNE ZAGROŻENIA WYNIKAJĄCE ZE ZMIAN KLIMATU

Zjawiska klimatyczne o dużej intensywności towarzyszą nam od zawsze. Obecnie zauważa się wzrost intensywności niektórych zjawisk meteorologicznych i częstości ich występowania. Podstawą do przeprowadzonej analizy były dane meteorologiczne z okresu 1981-2015 pochodzące ze stacji synoptycznej Kraków – Balice (566) oraz ze stacji klimatologicznej Kraków – Obserwatorium (5511) zlokalizowanej w Ogrodzie Botanicznym. Określono stopień ekspozycji miasta na szereg czynników klimatycznych oraz hydrologicznych i ich pochodnych, jakie mogą być związane ze zmianami klimatu. Ocenę wykonano w kontekście trendów i tendencji zmian. Określono ich istotność statystyczną, przyjmując poziom istotności 0,05 przypadkowego rozkładu. Przeanalizowano również scenariusze zmian klimatycznych w dwóch horyzontach czasowych 2030 i 2050, które stanowią podstawę analiz ryzyka z uwzględnieniem wrażliwości poszczególnych sektorów miasta na zmiany klimatyczne. Szczegółowy opis zjawisk przedstawiono w Załączniku 2.

Spośród wszystkich analizowanych zjawisk klimatycznych, na podstawie charakteru i częstości ich występowania w ciągu 35 lat (1981-2015) wybrano te, które stanowią główne zagrożenie w mieście:

- fale upałów (trend wzrostu liczby dni w fałach),
- długotrwałe okresy bezopadowe w połączeniu z temp. maksymalną powyżej 25°C (trend wzrostu liczby dni w okresach),
- deszcze nawalne (krótkotrwałe opady deszczu o dużej wydajności) powodujące lokalne zalanie lub podtopienie terenu (powódzie miejskie), (trend wzrostu),
- powódzie od strony rzek,
- fale zimna,
- burze, w tym burze z gradem oraz związane z nimi silne porywy wiatru i deszcze nawalne.

Do istotnych zagrożeń zaliczono również koncentrację zanieczyszczeń powietrza oraz występowanie smogu.

W związku z postępującym ociepleniem klimatu średnia roczna temperatura powietrza wzrasta (Kraków – Balice 8,6°C; Kraków – Obserwatorium 9,1°C). W całym XX w. temperatura roczna wzrosła w Krakowie o 1,5°C (Piotrowicz 2007). Najcieplejsze są obszary obejmujące zwartą zabudowę w śródmieściu oraz tereny przemysłowe w Nowej Hucie. Na tle cieplejszego obszaru Starego Miasta wyróżniają się Planty. Niższa temperatura niż w śródmieściu kształtuje się na osiedlach mieszkaniowych i w zabudowie rozproszonej. Najchłodniejszymi obszarami są duże kompleksy zieleni, np.: Las Wolski czy Lasy Tynieckie. Z roku na rok wzrasta liczba fal upałów (w latach 1981-2015 – 31 przypadków Balice, 52 przypadki Ogród Botaniczny), natomiast maleje liczba fal chłódów (1981-2015 – 77 przypadków Balice, 55 przypadków Ogród Botaniczny), które jednak dalej występują, a temperatura powietrza w nich osiąga nawet do -20°C. Największe różnice temperatury powietrza w Krakowie związane są z występowaniem silnej inwersji termicznej. Tworzeniu się takich warunków sprzyja występowanie w Tatrach wiatru halnego⁵⁷. Kolejnym zagrożeniem są okresy bezopadowe z wysoką temperaturą powietrza (>25°C), których liczba wzrasta z roku na rok. Mogą prowadzić do częstszego występowania okresów suszy na terenie Miasta.

Położenie Krakowa oraz cyrkulacja atmosfery sprawiają, że występują tutaj korzystne warunki opadowe. Przejawia się to wyższymi sumami opadów w mieście. W Krakowie występują obfite opady kilkunastodniowe, charakterystyczne dla Karpat i ich przedpola, związane ze spiętrzaniem się wilgotnych

⁵⁷ Bokwa A., *Wieloletnie zmiany struktury mezoklimatu miasta na przykładzie Krakowa*, 2010, Instytut Geografii i Gospodarki Przestrzennej UJ, Kraków, 258.

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

mas powietrza napływających z sektora północnego, które są najczęściej przyczyną powodzi w dorzeczu górnej Wisły. Południowa i zachodnia część Miasta otrzymuje znacznie więcej opadów niż część północna i wschodnia, pozostająca w cieniu opadowym⁵⁸. Zmiany charakterystyki opadowej są mniej jednoznaczne. Roczna suma opadów i liczba dni z opadem utrzymują się na zbliżonym poziomie (Kraków – Balice 661 mm, Kraków – Obserwatorium 670 mm). W ostatnich latach obserwuje się wzrost zagrożeń wywołanych ekstremalnymi zjawiskami meteorologicznymi, takimi jak intensywne kilkudniowe opady deszczu o charakterze rozlewnym oraz krótkotrwałe deszcze ulewne i nawałne powodujące wezbrania i powodzie lokalne (np. 16.08.2015 r. w Krakowie wystąpił deszcz nawałny, Kraków-Balice 38,7 mm, Kraków-Obserwatorium odnotowała 74,4 mm, wartość jednostkowego deszczu wskazała, że wystąpił deszcz, jaki może się zdarzyć raz na 33 lata, $p=3\%$)⁵⁹.

Zagrożeniem są również burze, którym może towarzyszyć opad gradu, jednak zalicza się on do zjawisk lokalnych, bardzo trudnych do prognozowania, a także silny wiatr. Z roku na rok wzrasta liczba dni z burzą (średnia roczna – 29 dni). Badania prowadzone przez Bielec-Bąkowską i Matuszko (2005)⁶⁰ wskazują na przewagę burz w mieście, gdyż w Balicach występują one ponad 2 razy rzadziej niż w Krakowie.

Zagrożenie powodziąmi nagłymi/miejskimi na obszarze Miasta Krakowa jest wysokie, co stanowi kolejne zagrożenie. Silne opady mogące powodować powodzie występują tu regularnie, a w przeszłości nierzadko przynosiły w efekcie lokalne powodzie i podtopienia, powodując straty materialne oraz utrudnienia w funkcjonowaniu Miasta. Newralgiczne obszary Krakowa stanowią:

- Czyżyny (okolice Tauron Areny oraz obiektu Selgros),
- Woła Justowska (wzdłuż ul. Królowej Jadwigi, szczególnie przy skrzyżowaniu z ul. Modrzewiową),
- Prądnik Czerwony (ul. Dobrego Pasterza, ul. Jakuba Majora),
- Grębałów (ul. Karola Darwina),
- Bronowice (ul. Bronowicka w rejonie skrzyżowania z ul. Błażeja Czepca),
- Bielany (ul. Księcia Józefa),
- Podgórze i Bieżanów-Prokocim (ul. Nowosądecka, ul. Malborska, ul. Biskupińska, ul. Bieżanowska i ul. Barbary, ul. Jerzmanowskiego)
- Prądnik Biały (ul. Siewna).

Nie tylko ze względu na postępujące zmiany klimatu, lecz także zmiany zagospodarowania przestrzennego Krakowa (wzrost udziału terenów nieprzepuszczalnych), w przyszłości takie problemy mogą dotyczyć także obszarów Płaszów-Rybitwy, Dąbie, Stary Bieżanów, Woła Duchacka, czy rejonu Kombinat Metalurgicznego⁶¹.

⁵⁸ Olechnowicz-Bobrowska B., Skowera B., Wojkowski J., Ziernicka-Wojtaszek A., 2005, *Warunki opadowe na stacji agrometeorologicznej w Garlicy Murowanej*, Acta Agrophysica, 6 (2): 455-463.

Bokwa A., *Wieloletnie zmiany struktury mezoklimatu miasta na przykładzie Krakowa*, 2010, Instytut Geografii i Gospodarki Przestrzennej UJ, Kraków, 258.

⁵⁹ *Raport z analizy zagrożenia powodziowego dla budynków: Amsterdam, Rotterdam, Haga „Orange Office Park” w Krakowie*, styczeń 2016, Arcadis.

⁶⁰ Bielec-Bąkowska Z., Matuszko D., 2005, *Warunki meteorologiczne sprzyjające występowaniu burz w Krakowie i okolicach* [w:] W. Chelmicki (red.), *Meteorologiczne, hydrologiczne i geomorfologiczne zjawiska ekstremalne w południowej Polsce*, Folia Geographica, ser. Geographica-Physica, 35-36: 113-131.

⁶¹ Opracowanie koncepcji ograniczenia zagrożeń wynikających z braku możliwości efektywnego odprowadzania wód opadowych systemem kanalizacyjnym w Krakowie (PK WIŚ, 2015).

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

Zgodnie z przeprowadzonymi analizami Kraków zakwalifikowany został do gmin o największym stopniu ryzyka powodziowego, w którym awaria wałów przeciwpowodziowych grozi zalaniem ¼ obszaru Miasta, w tym szeregu obiektów cennych kulturowo, a także niebezpiecznych dla środowiska, mogących wywołać skażenia, epidemie czy katastrofy budowlane. Ponadto stwierdza się złożony mechanizm powstawania fali powodziowej na Wiśle w obrębie Krakowa, w czym istotną rolę odgrywa sytuacja synoptyczna przed i w trakcie wezbrania, w tym kierunek przemieszczania się opadu, oraz kolejność przyjmowania przez Wisłę fal wezbraniowych z poszczególnych jej dopływów⁶².

Zjawiska klimatyczne wzajemnie ze sobą oddziałują, często wzmacniając negatywne skutki poszczególnych z nich. Przykładowo miejska wyspa ciepła w połączeniu z falą upałów powoduje brak przewietrzania Miasta i obniżenia temperatury w nocy oraz związany z tym dyskomfort dla mieszkańców. Postępująca urbanizacja wzmacnia niekorzystne oddziaływanie zjawisk klimatycznych i wrażliwość Miasta poprzez uszczelnienie zlewni, zmniejszanie powierzchni zieleni, pogorszenie warunków przewietrzania Miasta, zwiększenie zasięgu i intensywności miejskiej wyspy ciepła. Wrażliwość Miasta na zdiagnozowane zagrożenia klimatyczne może być także zwiększana ze względu na zauważalne procesy demograficzne – starzenie się społeczeństwa, zwiększenie odsetka grup szczególnie wrażliwych (osób przewlekle chorych na choroby układu krążenia i choroby układu oddechowego czy niepełnosprawnych).

Tabela 4 przedstawia trendy zmian czynników klimatycznych i konsekwencje zmian klimatu.

Analiza ukierunkowana była na potrzeby oceny wrażliwości – jej celem było zwrócenie uwagi na główne zagrożenia wynikające ze zmian klimatu.

Szczegółowa charakterystyka zagrożeń wynikających dla Miasta ze zmian klimatu została przedstawiona w załączniku 2.

Tabela 4. Analiza trendów i scenariuszy klimatycznych

Element pogody i klimatu	Wskaźnik	Trend 1981-2015		Istotność	Scenariusz klimatyczny	Konsekwencje zmian klimatu	
		lato	zima			lato	zima
Średnia temperatura powietrza	°C	Wzrost	Wzrost	Istotne	Wzrost	Wzrost częstości występowania dni gorących i upalnych	Krótsze zaleganie pokrywy śnieżnej
Temperatura maksymalna powietrza	Percentyl 98 temperatury maksymalnej	Wzrost	Wzrost	Istotne	Wzrost	Częstsze występowanie ekstremalnych wartości temperatury	Występowanie łagodniejszych okresów zimowych
Temperatura minimalna powietrza	Percentyl 2 temperatury minimalnej	Wzrost	Wzrost	Nieistotne	Wzrost	Występowanie nocy tropikalnych	Rzadsze występowanie ekstremalnych wartości temperatury
Fale upałów	Liczba dni w falach	Wzrost	·	Istotne	Wzrost	Wzrost intensywności miejskiej wyspy ciepła, pustyńnienie, usychanie roślinności, smog fotochemiczny	-
	Liczba fal	Stąły	·	Nieistotne	Wzrost		

⁶² Plan zarządzania ryzykiem powodziowym dla regionu wodnego Górnej Wisły.

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

Element pogody i klimatu	Wskaźnik	Trend 1981 - 2015		Istotność	Scenariusz klimatyczny	Konsekwencje zmian klimatu	
		lato	zima			lato	zima
Fale zimna	Liczba dni w falach	-	Spadek	Nieistotne	Spadek	-	Spadek zanieczyszczenia powietrza
	Liczba fal	-	Stąły	Nieistotne	Spadek		
Międzydobowa zmiana temperatury	Zmiany temperatury powietrza powyżej progę 10°C	Wzrost	Wzrost	Nieistotne	-	-	Odmarżanie, zamarżanie występujące na przemian, możliwość pojawienia się gołoledzi
Temperatura przejściowa	Liczba dni z przejściem przez 0°C	-	Spadek	Nieistotne	Spadek	-	
Opady atmosferyczne	Suma (deszcz)	Wzrost	Wzrost	Nieistotne	Wzrost	Powodzie, problem z odprowadzaniem wody	
	Ekstremalne opady śniegu	-	Spadek	Nieistotne	-	-	Powodzie, problem z odprowadzaniem wody śniegowej
Opady atmosferyczne	Deszcze nawalne	Wzrost	-	Istotne	Wzrost	Powodzie nagłe, miejskie, lokalne podtopienia	-
Okresy bezopadowe z wysoką temperaturą powietrza	Liczba dni w okresach	Wzrost	-	Istotne	Wzrost	Pustynnienie, usychanie roślinności, wzrost zanieczyszczenia powietrza	-
	Liczba okresów	Stąły	-	Nieistotne	Wzrost		
Długotrwałe okresy bezopadowe	Liczba dni	Stąły		Nieistotne	-	Pustynnienie, usychanie roślinności, wzrost zanieczyszczenia powietrza	
Liczba dni z T_{sr} -5 do 2,5°C i opadem	Liczba dni z T_{sr} -5 do 2,5°C i opadem	Stąły		Nieistotne	Spadek	-	Odmarżanie, zamarżanie występujące na przemian, możliwość pojawienia się gołoledzi
Silny i bardzo silny wiatr	Liczba dni z porywem >17 m/s	Spadek		Nieistotne	-	Wzrost zanieczyszczenia powietrza, problem przewietrzania	
Burze w tym burze z gradem	Liczba dni z burzą	Stąły		Nieistotne	-	Podtopienia, uszkodzenia roślinności	

5.2 WRAŻLIWOŚĆ MIASTA NA ZMIANY KLIMATU

Pod pojęciem sektor/obszar rozumie się wydzieloną część funkcjonowania miasta, wyróżnioną w przestrzeni lub ze względu na określony typ aktywności społeczno-gospodarczej, specyficzne problemy itp. Sektory/obszary zdefiniowano poprzez komponenty, których rozlokowanie w mieście tworzy specyficzną strukturę przestrzenno-funkcjonalną. Analiza wrażliwości wykonana została w odniesieniu do 17-tu sektorów/obszarów, które zdefiniowano i scharakteryzowano w celu wyboru najbardziej wrażliwych na zmiany klimatu oraz identyfikacji ich komponentów, które ze względu na swoją wrażliwość lub niewystarczający potencjał adaptacyjny Miasta powinny być przedmiotem działań adaptacyjnych. Podczas warsztatów przeprowadzonych w dniu 12.05.2017 roku Zespół Miejski wraz z Zespołem Ekspertów, w ramach ćwiczenia nad wyborem wrażliwych sektorów/obszarów, w oparciu o piramidę priorytetów wybrał 4 sektory najbardziej wrażliwe na zmiany klimatu, którymi w Krakowie są:

1. zdrowie publiczne/grupy wrażliwe,
2. gospodarka wodna,
3. transport,
4. tereny zabudowy mieszkaniowej o wysokiej intensywności z uwzględnieniem terenów zieleni.

Charakter oraz skutki oddziaływania zjawisk klimatycznych i ich pochodnych na wskazane powyżej sektory/obszary Miasta przedstawiają kolejne tabele:

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

Tabela 5. Wrażliwość sektora zdrowia publicznego/grupy wrażliwe

Zjawiska klimatyczne i ich pochodne		Charakter oddziaływania na sektory i komponenty	Skutki oddziaływania na sektory i komponenty
Temperatura maksymalna i fale upałów	Występowanie stresu termicznego i zaburzeń gospodarki cieplnej organizmu	Wzrost liczby osób skarżących się na stan zdrowia związany ze wzrostem temperatury, wzrost liczby przyjmowanych pacjentów w placówkach służby zdrowia np. w lipcu 2016 roku pogotowie zanotowało dwa razy więcej omdleń i zasłabnięć niż normalnie	
	Wzrost ryzyka udarów cieplnych i zgonów wywołanych gorącem, szczególnie u osób z grupy wrażliwej (osób starszych, przewlekle chorych, dzieci)		
Temperatura maksymalna i fale upałów	Nasilenie problemów kardiologicznych;		Zasłabnięcia osób z chorobami układu krążenia - w Krakowie najwięcej zgonów odnotowano ze względu na choroby układu krążenia w 2009 roku, obecnie obserwuje się spadek o ok. 0.7% wg GUS
	Zwiększenie ryzyka chorób odkleszczowych		W roku 2016 najwięcej ukąszeń w Małopolsce było w Krakowie - blisko 500, a w 2017 roku do 30 kwietnia zanotowano 643 zachorowania. Skutkiem ukąszeń może być: zachorowanie na boreliozę, odkleszowe zapalenia mózgu, ale też babeszjoza, bartonelloza oraz anaplazmoza (dawniej: erlichioza).
Niskie temperatury i fale chłodu	Wzrost zachorowań i zgonów na czerniaka		Liczba zachorowań na czerniaka skóry wynosi ok. 22% ogółu zachorowań na nowotwory (wg danych zaczerpniętych ze strony „Klimada- Adaptacja do zmian klimatu”).
	Występowanie stresu termicznego i hipotermia		
Niskie temperatury i fale chłodu	Nasilenie się chorób układu krążenia oraz oddechowego, szczególnie wśród grup osób wrażliwych, infekcje górnych dróg oddechowych		Wzrost liczby osób skarżących się na stan zdrowia związany ze spadkiem temperatury, wzrost liczby przyjmowanych pacjentów w placówkach służby zdrowia.
			Znaczne ryzyko zgonu dla osób bezdomnych
Temperatura przejściowa (przez 0°C), Liczba dni z T _{sr} od -5 do 2,5°C i opadem	Spadek liczby zimnych dni i nocy		
	Wzrost ryzyka złamań w wyniku oblodzenia, szczególnie u osób starszych		Zwiększone zapotrzebowanie na miejsca w noclegowniach Zwiększone koszty pomocy społecznej (np. gorące posiłki)
	Problemy komunikacyjne, w tym dojazd służby zdrowia i ratownictwa medycznego		Spadek chorób układu oddechowego Wzrost liczby przyjmowanych pacjentów w placówkach służby zdrowia

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

Zjawiska klimatyczne i ich pochodne	Charakter oddziaływania na sektory i komponenty	Skutki oddziaływania na sektory i komponenty
Opady	<p>Utrudnione funkcjonowanie w przestrzeni miejskiej. Wzrost ryzyka śmierci, zranień, infekcji, chorób skóry, chorób wodoodpornych i zatruc pokarmowych oraz znaczne straty materialne</p>	<p>Utrudnienia w poruszaniu się. Zwiększenie obciążenia służby zdrowia.</p>
	<p>Wzrost ryzyka złałam w wyniku oblodzenia, szczególnie u osób starszych</p>	<p>Wzrost liczby przyjmowanych pacjentów w placówkach służby zdrowia</p>
Opady	<p>Problemy komunikacyjne, w tym dojazd służby zdrowia i ratownictwa medycznego</p>	<p>Możliwość nieudzielenia pomocy przez służby medyczne osobom poszkodowanym, brak możliwości dojazdu</p>
	<p>Utrudnienia dla niepełnosprawnych</p>	<p>Zaśnieżone, śliskie podjazdy</p>
Opady	<p>Zagrożenie sprawnego funkcjonowania i komunikacji, problemy z dotarciem do chorych przez służby ochrony zdrowia.</p>	<p>Utrudnienia dla niepełnosprawnych</p>
	<p>Zagrożenie dla bezdomnych</p>	<p>Problem z uzyskaniem informacji o zagrożeniach</p>
Zjawiska ekstremalne	<p>Wzrost ryzyka śmierci i zranień spowodowanych skutkami silnego wiatru (np. przez połamane drzewa).</p>	<p>Zwiększona liczba pacjentów w placówkach służby zdrowia, zasląbnienia, omdlenia, problemy krążeniowe, uszkodzenia ciała</p>
	<p>Wzrost ryzyka śmierci spowodowanych skutkami uderzeń pioruna</p>	<p>Zwiększona liczba pacjentów w placówkach służby zdrowia, zasląbnienia, omdlenia, problemy krążeniowe, uszkodzenia ciała, zagrożenie uderzeniem pioruna dla osób pracujących na wysokości</p>
	<p>Wzrost częstotliwości i długości okresów suszy i niedoborów wody</p>	<p>Wzrost ilości pyłów i zanieczyszczeń unoszących się w powietrzu.</p>
	<p>Wzrost stężenia pyłu zawieszonego i ozonu, występowanie smogu</p>	<p>Wzrost liczby przyjmowanych pacjentów w placówkach służby zdrowia Wzrost zachorowań i zgonów na choroby układu krążenia, choroby układu oddechowego. Nasilenie się objawów alergii i przewlekłej obturacyjnej choroby płuc</p>
Zanieczyszczenie powietrza	<p>Szczególnie narażeni ludzie z grup wrażliwych: osoby > 65 r.ż., dzieci < 5 r.ż., osoby przewlekłe chore oraz z chorobami układu oddechowego Ok. 50% mieszkańców Krakowa to alergicy - dane z WHO</p>	<p>Ograniczenia w aktywności ruchowej (sportowej i rekreacyjnej), szczególnie dla dzieci i osób starszych a także osób z chorobami układu oddechowego</p>

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

Tabela 6. Wrażliwość sektora gospodarka wodna

Zjawiska klimatyczne i ich pochodne		Charakter oddziaływania na sektory i komponenty	Skutki oddziaływania na sektory i komponenty
		Podsystem zaopatrzenia w wodę	
Termika	Wysokie temperatury i fale upałów	Okresowy ubytek zasobów wodnych w mniejszych ciekach, bardziej wrażliwych na suszę meteorologiczną.	Ograniczenie zasobów dyspozycyjnych wody prowadzące do pogłębienia problemów związanych z nierównomiernością rozbiorów dobowych wody, ograniczoną przepustowością odcinków sieci oraz jej rozległością.
		Wzrost stężeń zanieczyszczeń, szczególnie w mniejszych ciekach, w związku z ubytkiem zasobów wodnych przy zachowaniu poziomu dopływu zanieczyszczeń.	Wzrost kosztów uzdatniania wody.
		Przyrost bakterii w sieci i zbiornikach prowadzące do wtórnego zanieczyszczenia wody	Wzrost ryzyka epidemiologicznego, konieczność awaryjnej dezynfekcji sieci. Przerwy w dostawie wody.
	Niskie temperatury i fale chłodu	Wzrost intensywności korozji chemicznej i mikrobiologicznej	Zwiększenie częstotliwości awarii wodociągów. Straty wody. Zanieczyszczenie wody w sieci.
Temperatura przejściowa (przez 0°C), Liczba dni z T _{sr} -5 do 2,5°C i opadem	Ryzyko awarii rurociągów na skutek niskich temperatur	Zwiększenie częstotliwości awarii wodociągów.	
Opady	Deszcze nawalne	Ryzyko awarii rurociągów na skutek zwiększonej częstotliwości cyklu zamarzania i rozmarzania.	Straty wody. Zanieczyszczenie wody w sieci.
		Zwiększony dopływ zanieczyszczeń ze źródeł punktowych w zlewniach cieków powyżej ujęć wody.	
	Ekstremalne opady sniegu (również w okresie roztopów) Powodzie nagłe/powodzie miejskie Powodzie od strony rzek	Zwiększony spływ zanieczyszczeń obszarowych (mikrobiologiczne, chemiczne, zawiesiny) w zlewniach cieków powyżej ujęć wody.	Pogorszenie jakości wody surowej, wzrost kosztów uzdatniania.
	Ryzyko zalania obiektów systemu uzdatniania i dystrybucji wody.	Okresowe wyłączenia obiektów i instalacji wchodzących w skład systemu, prowadzące do ograniczenia możliwości produkcji i dystrybucji wody uzdatnionej.	

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

Zjawiska klimatyczne i ich pochodne	Charakter oddziaływania na sektory i komponenty	Skutki oddziaływania na sektory i komponenty
Opady	Długotrwałe okresy bezopadowe	Okresowy ubytek zasobów wodnych w mniejszych ciekach, bardziej wrażliwych na suszę meteorologiczną, Wzrost stężeń zanieczyszczeń, szczególnie w mniejszych ciekach, w związku z ubytkiem zasobów wodnych przy zachowaniu poziomu dopływu zanieczyszczeń (głównie ze źródeł punktowych).
	Okresy niżówkowe	Akumulacja zanieczyszczeń w zlewni (w konsekwencji skutkująca zwiększonym dopływem w okresie deszczy nawaalnych)
	Okresy bezopadowe z wysoką temperaturą	Przyrost bakterii w sieci i zbiornikach prowadzący do wtórnego zanieczyszczenia wody
	Okresy bezopadowe z wysoką temperaturą	Wzrost intensywności korozji chemicznej i mikrobiologicznej
	Okresy bezopadowe z wysoką temperaturą	Wzrost ryzyka epidemiologicznego. Przeny w dostawie wody. Konieczność awaryjnej dezynfekcji sieci. Zwiększenie częstotliwości awarii wodociągów, Straty wody, Zanieczyszczenie wody w sieci.
Podsystem odprowadzania ścieków sanitarnych		
Termika	Wysokie temperatury i fale upałów	Zwiększone ryzyko korozji i powstawania odorów (tworzenie warunków beztlenowych w wyniku zmniejszonej rozpuszczalności tlenu).
	Niskie temperatury i fale chłodu	Zmniejszona efektywność oczyszczania ze względu na niższą temperaturę ścieków.
Opady	Deszcze nawalne	Wzrost kosztów oraz zmniejszenie efektywności oczyszczania ścieków.
	Ekstremalne opady śniegu (w tym roztopy)	Wzrost kosztów oraz zmniejszenie efektywności oczyszczania ścieków.

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

Zjawiska klimatyczne i ich pochodne	Charakter oddziaływania na sektory i komponenty	Skutki oddziaływania na sektory i komponenty
	Infrastruktura przeciwpowodziowa oraz podsystem odwodnienia Miasta	
Powódź od strony rzek	Przy przepływie nie większym niż zanotowany w trakcie powodzi w 2010 roku, to znaczy do 2480 m ³ /s, zagrożenie wynikające ze złego stanu technicznego obwałowań.	Możliwość zalania terenów zagrożonych na obszarze Miasta w wyniku awarii obwałowań spowodowanych ich złym stanem technicznym (np. rozmycie).
	Przy przepływie większym niż zanotowany w trakcie powodzi w 2010 roku, to znaczy powyżej 2480 m ³ /s, zagrożenie wynikające z przekroczenia parametrów technicznych obiektów ochronnych i infrastruktury.	Możliwość zalania terenów zagrożonych na obszarze Miasta w wyniku awarii spowodowanych przekroczeniem parametrów technicznych obiektów ochronnych i infrastruktury (np. przelanie obwałowań)
Powódzie nagłe/powodzie miejskie	Wzembrania i powódzie na dopływach Wisły na obszarze Miasta.	Lokalne powodzie i podtopienia
	W sytuacji jednoczesnego wezbrania w Wiśle i jej dopływach oraz intensywnych opadów deszczu na obszarze Miasta zagrożenie dla terenów zawala związane z utrudnionym odprowadzaniem wód opadowych do odbiorników.	Lokalne podtopienia spowodowane zamknięciem klap zwrotnych przepustów wiatowych oraz zasuw na kanalizacji ogólnospławnej i deszczowej. Ograniczona retencja kanałowa, przepełnienie i zmniejszenie przepustowości kanałów. Zatykanie wpustów kanalizacyjnych spłukiwanymi zanieczyszczeniami (np. opadymi liśćmi)
Deszcze nawalne	Intensywne opady deszczu na obszarze Miasta przy niskich stanach w Wiśle i jej dopływach (nieutrudniony odpływ z systemów kanalizacyjnych i odwadniających) powodujące zagrożenie dla nizej położonych obszarów Miasta związane z niewydolnością (lub brakiem) systemu odwodnienia.	Przeciążenie systemu odwodnienia (ze względu na zbyt małą przepustowość kanałów i odbiorników wód deszczowych)
		Pogorszenie jakości wody oraz zanieczyszczenie koryt cieków w związku ze zrzutami z przelewów burzowych oraz spłukiwaniem zanieczyszczeń z górnej części zlewni. Lokalne podtopienia terenów zurbanizowanych, na których brak zorganizowanego systemu odwodnienia.

Opady

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

Tabela 7. Wrażliwość sektora transport

Zjawiska klimatyczne i ich pochodne		Charakter oddziaływania na sektory i komponenty	Skutki oddziaływania na sektory i komponenty
		Podsystem transport szynowy	
Termika	Wysokie temperatury i fale upałów	Przegrzewanie się torowisk oraz infrastruktury torowej (np. przekładnie torów). Ryzyko uszkodzeń infrastruktury torowej.	Ograniczenia w prędkości jazdy tramwajów, pociągów lub wstrzymania kursowania w ekstremalnych przypadkach, odkształcenia szyn.
		Wysoka temperatura w pojazdach.	Spadek komfortu podróży pasażerów w pociągach/ tramwajach bez klimatyzacji.
	Niskie temperatury i fale chłodu	Ryzyko uszkodzenia torów.	Zamarzanie zwrotnic, pęknięcia szyn, oblodzenie i zmarznięcie trakcji, linii napowietrznych.
		Ryzyko uszkodzeń trakcji oraz infrastruktury torowej (np. przekładnie torów) przez lód.	Ograniczenia prędkości jazdy tramwajów/ pociągów lub w ekstremalnych przypadkach wstrzymania kursowania.
	Temperatura przejściowa (przez 0°C), Liczba dni z $T_{sr} - 5$ do $2,5^{\circ}C$ i opadem	Niska temperatura w pojazdach.	Zmniejszenie komfortu podróży.
Opady	Deszcze nawalne	Problem z odprowadzeniem wód opadowych.	Uszkodzenie infrastruktury kolejowej (zalane torowiska, zle działające zwrotnice, sygnalizacja).
	Ekstremalne opady śniegu (również w okresie roztopów)	Ryzyko oblodzenia torowiska, infrastruktury torowej i sieci trakcyjnej i energetycznej.	Zwichnięcia, złamania, szybsza degradacja infrastruktury w związku z częstszymi zmianami temperatury (przejście przez 0°C i zamarzanie/rozmarzanie wody).
		Oblodzenie ciągów pieszych.	
	Powodzie nagłe/powodzie miejskie	Zaspy śnieżne - zasypane tory, osnieżone trakcje, przystanki, ciągi piesze.	Spowolnienie kursowania pociągów w związku z ograniczeniem widoczności lub zablokowaniem infrastruktury kolejowej (zasypane torowiska, zle działające zwrotnice, sygnalizacja).
Wiatr	Silny i bardzo silny wiatr	Dezorganizacja prac transportu poprzez wyłączenie z ruchu tras komunikacyjnych.	Dezorganizacja prac transportu poprzez wyłączenie z ruchu tras komunikacyjnych.
		Uszkodzenia infrastruktury kolejowej	Podmyte nasypy, torowiska.
		Zagrożenie sprawnego funkcjonowania dworców oraz zakłóceń w sprawnej pracy obsługi kolejowej w mieście.	Podtopienia terenów kolejowych Zalania torowisk.
		Ryzyko uszkodzenia słupów oraz linii trakcji kolejowej.	Tarasowanie dróg kolejowych przez przechylone/połamane drzewa, Uszkodzenia słupów, linii trakcji kolejowej.
			Zrywanie np. tablic informacyjnych, przewracanie wiat przystankowych/peronowych

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

Zjawiska klimatyczne i ich pochodne	Charakter oddziaływania na sektory i komponenty	Skutki oddziaływania na sektory i komponenty
Wiatr	Ryzyko przerw w zasilaniu.	Przerwy w zasilaniu energią elektryczną
	Spowolnienie kursowania pociągów w związku z ograniczeniem, widoczności lub zablokowaniem infrastruktury kolejowej, tramwajowe.	Opóźnienia, objazdy.
Podsystem drogowy i Podsystem – transport publiczny miejski		
Termika	Zwiększenie podatności nawierzchni bitumicznych z uwagi na oddziaływanie pojazdów.	-
	Ograniczenia ruchu ciężkich pojazdów.	Zniszczenie nawierzchni, topnienie asfaltu.
	Obniżenie komfortu pracy kierowców i pracowników obsługi, a także pasażerów.	Przegrzane autobusy i tramwaje, dyskomfort podróży, zwiększone zużycie paliwa związane ze zwiększonym zapotrzebowaniem na efektywną klimatyzację kabin pasażerskich.
	Przerwy w zasilaniu sygnalizacji ulicznej.	
	Przegrzewanie się silników i innych urządzeń technicznych	
Niskie temperatury i fale chłodu	Wyższe koszty utrzymania pojazdów w związku ze zwiększonym zużyciem paliw.	
	Wyłączenie odcinków ulic lub ograniczenie ich przepustowości w związku z naprawami gruntowej sieci wodno-kanalizacyjnej lub grzewczej, gazowej.	
	Awarynność sprzętu, zmniejszającą sprawność działania środków transportu.	
	Utrudnienia prac przeładunkowych, wydłużenie czasu załadunku i wyładunku.	Kłopoty ze sprawnym załadunkiem np. żywności.
Temperatura przejściowa	Ograniczenia widzialności.	Opóźnienia w ruchu drogowym ze względu na ograniczenie widoczności przez mgłę.
	Mokre i śliskie nawierzchnie.	Zwiększone ryzyko wypadków drogowych.
Liczba dni z $T_{sr} < -5$ do $2,5^{\circ}\text{C}$ i opadem	Uszkodzenia nawierzchni ulic przez zamarzający lód i używanie soli drogowej	Spełnienie nawierzchni, dziury, Oblodzenie nawierzchni i spowolnienie ruchu (trudności z dotrzymaniem rozkładów jazdy), ryzyko zablokowania odcinków ulic w wyniku zwiększonej liczby kolizji i wypadków.
	Ryzyko zablokowania odcinków ulic w wyniku zwiększonej liczby kolizji i wypadków.	
Opady	Spowolnienie ruchu ze względu na trudne warunki drogowe, zwiększone natężenie ruchu.	
	Ryzyko zablokowania odcinków ulic w wyniku zalania tuneli i ulic położonych w nieckach.	Opóźnienia w czasie dojazdu, korki.

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

Zjawiska klimatyczne i ich pochodne	Charakter oddziaływania na sektory i komponenty	Skutki oddziaływania na sektory i komponenty	
Opady	Ryzyko zablokowania odcinków ulic w wyniku zwiększonej liczby kolizji i wypadków.		
	Nieprzejezdność dróg przez zasypy śnieżne i powalone drzewa.	Utrudnienie w ruchu drogowym, zablokowane odcinki dróg skutkujące zakorkowaniem Miasta.	
	Wypadki drogowe, pogorszenie warunków jezdnych przez zmniejszenie przyczepności kół do nawierzchni dróg.	Gorsza widoczność, śliska nawierzchnia przyczyniają się do kolizji i wypadków.	
Powodzie nagle/powodzie miejskie	Wzrost kosztów utrzymania przejezdności tras.		
	Dezorganizacja prac transportu poprzez wyłączenie z ruchu tras komunikacyjnych.		
Wiatr	Uszkodzenia infrastruktury drogowej.		
	Podtopienia terenu, a wraz z nim np. garaży, parkingów.		
	Tarasowanie dróg przez powalone drzewa i słupy energetyczne. Uszkodzenie pojazdów i obiektów infrastruktury drogowej przez powalone drzewa.	Zablokowane drogi, uszkodzone samochody, stojaki na rowery.	
	Spowolnienie ruchu lub jego zablokowanie ze względu na trudne warunki drogowe.	Problem z odprowadzeniem wody przez zatłokane kratki ściekowe, skutkujący utrudnieniami w ruchu drogowym.	
Burze (w tym burze z gradem)	Ryzyko zablokowania odcinków ulic w wyniku zwiększonej liczby kolizji i wypadków.	-	
Podsystem lotniczy			
Termika	Wysokie temperatury i fale upałów	Uszkodzenia nawierzchni.	Deformacje nawierzchni płyty lotniskowej.
	Niskie temperatury i fale chłodu	Zamarzanie, oblodzenie.	Unieruchomienie sprzętu lotniczego.
	Temperatura przejściowa	Słaba widoczność z powodu mgły.	Wstrzymanie realizacji funkcji transportowych ze względu na ograniczenie widoczności przez mgłę, opóźnienia operacji lotniczych.
	Liczba dni z Tsr -5 do 2,5°C i opadem	Oblodzenie płyty lotniska.	Opóźnienia operacji lotniczych ze względu na oblodzenie, problem z załadunkiem.
Opady	Deszcze nawalne		Opóźnienia operacji lotniczych.
	Ekstremalne opady śniegu	Intensywne opady.	
	Silny i bardzo silny wiatr	Silne porywy wiatru.	Opóźnienia operacji lotniczych, problem z załadunkiem.

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

Zjawiska klimatyczne i ich pochodne	Charakter oddziaływania na sektory i komponenty	Skutki oddziaływania na sektory i komponenty
Burze (w tym burze z gradem)	Intensywne opady z wyładowaniem atmosferycznym.	Przerwanie podejścia do lądowania lub przekierowanie na inne lotnisko. Ograniczenia w pracy służby radarowej na skutek silnego wiatru. Opóźnienia operacji lotniczych.
Podsystem wodny: śródlądowy		
Niskie temperatury i fale chłodu	Zamarzanie.	Ograniczenia żeglowności. Konieczność stosowania specjalnego paliwa, smarów i olejów. Niszczenie budowli hydrotechnicznych.
Okresy niżówkowe	Niewystarczająca ilość zasobów wodnych np. do służowania.	Ograniczenia lub całkowity brak żeglowności.
Powódź od strony rzek	-	Zagrożenie dla bezpieczeństwa żeglugi.

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

Tabela 8. Wrażliwość sektora: Tereny zabudowy o wysokiej intensywności z uwzględnieniem terenów zieleni

Zjawiska klimatyczne i ich pochodne		Charakter oddziaływania na sektory i komponenty	Skutki oddziaływania na sektory i komponenty
Termika	Wysokie temperatury i fale upałów	Wzrost temperatury w przestrzeni miejskiej	-
		Przegrzanie pomieszczeń Zieleń miejska	-
	Miejska wyspa ciepła	Zwiększenie zasięgu i intensywności MWC wskutek intensyfikacji zabudowy i ograniczania terenów zielonych.	Wysychanie, zwiększanie się zasolenia gleby spowodowanego zimowym odśnieżaniem – stężenie soli po zimowym utrzymaniu blokuje wzrost roślin
		Utrata zielonej i błękitnej infrastruktury w wyniku presji inwestorów	Zabudowa terenów położonych w bliskiej odległości od wałów wiślanych
Opady	Niskie temperatury i fale chłodu	Zabudowa korytarzy ekologicznych	-
	Deszcze nawalne	Niedogrzanie pomieszczeń.	-
		Duży spływ powierzchniowy.	Podtopienia. Zniszczenie ciągów komunikacyjnych, budynków i mienia.
Powietrze	Powodzie nagłe/powodzie miejskie	Podtapianie i zalewanie terenów	-
	Koncentracja zanieczyszczeń powietrza Smog	-	Zanieczyszczenie powietrza i smog prowadzą do kwaśnych deszczy, które powodują niszczenie elewacji, niszczenie zabytków, niszczenie budynków, osadzanie się pyłu na elewacji – zabrudzenia.
Wiatr	Silny i bardzo silny wiatr	Obniżenie bezpieczeństwa konstrukcji (faza projektowania, budowy, eksploatacja)	-
		Większe obciążenia zmienne na konstrukcję obiektów.	- Uszkodzenia infrastruktury przez powalone drzewa. Zerwanie dachów.

5.3 POTENCJAŁ ADAPTACYJNY MIASTA

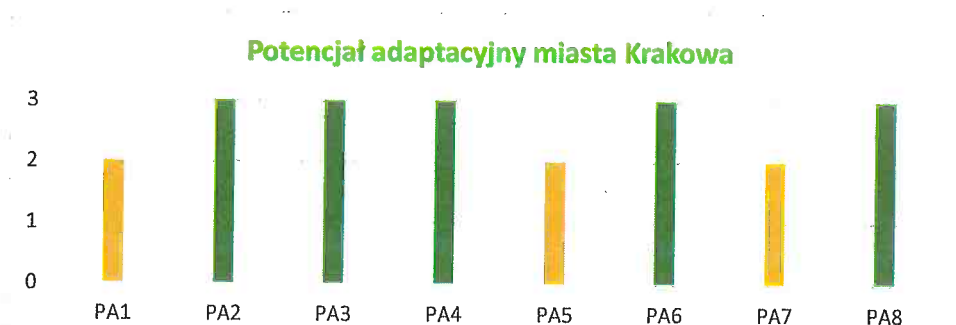
Określenie potencjału adaptacyjnego (PA) Krakowa miało na celu ocenę zasobów Miasta pod kątem możliwości ich wykorzystania w radzeniu sobie z zagrożeniami związanymi ze zmianami klimatu. Potencjał adaptacyjny został ustalony dla całego Miasta jako jednostki administracyjnej charakteryzującej się określonymi zasobami instytucjonalnymi, finansowymi, infrastrukturalnymi i kapitału społecznego. Punktem wyjścia w analizie była ogólna charakterystyka zasobów Miasta, które determinują zdolność dostosowania się Krakowa do zmian klimatu i towarzyszących im zjawisk.

W ocenie PA wyodrębniono następujące kategorie zasobów określające potencjał adaptacyjny:

- **PA1 – Możliwości finansowe** (budżet Miasta, dostęp do funduszy zewnętrznych, zdolność mobilizacji środków partnerów prywatnych),
- **PA2 – Przygotowanie służb** (przeszkolenie służb mundurowych, inżynieryjnych, medycznych),
- **PA3 – Kapitał społeczny** (funkcjonowanie organizacji społecznych (pozarządowych, partii politycznych, samorządowych), poziom świadomości społecznej grup lokalnych, gotowość do angażowania się w działania dla Miasta),
- **PA4 – Mechanizmy informowania i ostrzegania** społeczności Miasta o zagrożeniach związanych ze zmianami klimatu,
- **PA5 – Sieć i wyposażenie instytucji i placówek miejskich** w sektorze ochrony zdrowia i edukacji (szpitale, szkoły, przedszkola),
- **PA6 – Organizacja współpracy z gminami sąsiednimi** w zakresie zarządzania kryzysowego (dostęp do sprzętu i kadry ratowniczej),
- **PA7 – Systemowość ochrony i kształtowania ekosystemów miejskich** (infrastruktury błękitno-zielonej),
- **PA8 – Istniejące zaplecze innowacyjne** (instytuty naukowo-badawcze, uczelnie, firmy ekoinnowacyjne).

Ocena potencjału adaptacyjnego przeprowadzona została w 3-stopniowej skali (wysoki, średni, niski) na podstawie wstępnej analizy Zespołu Ekspertów (obejmującej m.in. informacje zebrane z dokumentów miejskich, budżetu Miasta, dane GUS itp.), potwierdzonej następnie przez Zespół Miejski w ramach spotkań roboczych, czy warsztatów nr 1. Takie podejście pozwoliło na wnikliwą i wielopłaszczyznową analizę i ocenę poszczególnych kategorii, z uwzględnieniem najbardziej efektywnych wskaźników umożliwiających scharakteryzowanie różnych aspektów funkcjonowania Miasta Krakowa.

Przeprowadzona analiza potencjału adaptacyjnego Krakowa wykazała, że Miasto ma wysoki potencjał w kategoriach PA2, PA3, PA4, PA6 i PA8 oraz średni w kategoriach PA1, PA5 i PA7, co obrazuje Rysunek 3. Nie zidentyfikowano kategorii o niskim potencjale adaptacyjnym.



Rysunek 3. Ocena potencjału adaptacyjnego Miasta Krakowa w 8 kategoriach zasobów

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

Ocena potencjału Miasta w poszczególnych komponentach najbardziej wrażliwych sektorów/obszarów jest wypadkową z ocen potencjału w wybranych spośród ośmiu opisywanych wcześniej kategorii:

- **Zdrowie publiczne:**
 - **Grupy wrażliwe – średni potencjał**

W sektorze Zdrowie publiczne, ze szczególnym uwzględnieniem grup wrażliwych (osoby powyżej 65 roku życia, dzieci <5 roku życia, osoby przewlekle chore i niepełnosprawne), najistotniejsza jest dobrze zorganizowana i wyposażona sieć instytucji i placówek w sektorze ochrony zdrowia i edukacji (**PA5**), w której zakresie potencjał Krakowa oceniono na **średnim** poziomie. Równie ważne dla zachowania zdrowia jest odpowiednie środowisko zamieszkania, co znajduje odzwierciedlenie w ocenie kategorii (**PA7**), obejmującej systemowość ochrony i kształtowania ekosystemów miejskich (infrastruktury błękitno-zielonej), również z oceną **średnią**.

W przypadku wystąpienia zagrożenia można próbować przeciwdziałać negatywnym skutkom poprzez dobre przygotowanie służb (**PA2**) oraz mechanizmy informowania i ostrzegania (**PA4**), obie z oceną **wysoką**, ponieważ jednak profilaktyka daje szansę uniknąć części zagrożeń, uznano ją za istotniejszą niż reagowanie na sytuacje kryzysowe, jako ocenę wypadkową przyjmując **średni** poziom potencjału Miasta dla grup wrażliwych w sektorze zdrowie publiczne.

Wśród grup wrażliwych należy wyodrębnić osoby bezdomne, które w przypadku wystąpienia ekstremalnych zjawisk pogodowych są bardziej uzależnione od sprawnego działania służb (**PA2 – wysoki**), które w razie potrzeby pomogą skorzystać z sieci i wyposażenia instytucji opieki społecznej (**PA5 – średni**). Stan i możliwości rozwoju tej sieci uzależnione są ponadto od możliwości finansowych Miasta (**PA1 – średni**). Ponieważ korzystanie z odpowiedniej infrastruktury jest elementem składowym skutecznej pracy służb, dwie kategorie o potencjale **średnim** uznano za istotniejsze dla tego komponentu, przyjmując dla niego **średnią** ocenę potencjału.

- **Infrastruktura ochrony zdrowia i opieki społecznej – średni potencjał**

Prawidłowe funkcjonowanie komponentów infrastruktury ochrony zdrowia i opieki społecznej uzależnione jest od obecnego poziomu organizacji i wyposażenia placówek (**PA5 – średni**) oraz możliwości finansowych Miasta (**PA1 – średni**), rzutujących na perspektywę ich rozwoju. Biorąc pod uwagę powyższe, potencjał dla obu komponentów oceniono jako **średni**.

- **Gospodarka wodna:**
 - **Podsystem zaopatrzenia w wodę – wysoki potencjał**

Najistotniejsze w przypadku wystąpienia problemów z zaopatrzeniem w wodę będą dobrze przygotowane służby (**PA2**) oraz mechanizmy informowania i ostrzegania (**PA4**), w których to kategoriach potencjał Krakowa oceniono **wysoko**. Mimo ogólnie **średniego** potencjału finansowego Miasta (**PA1**), nie stwierdzono istotnych braków w finansowaniu podsystemu zaopatrzenia w wodę.

- **Podsystem odprowadzania ścieków sanitarnych – średni potencjał**

Najpoważniejszym problem Miasta w zakresie tego komponentu jest kwestia zagospodarowania wód deszczowych, w związku z czym najistotniejsze dla oceny potencjału są możliwości finansowe Miasta (**PA1**) oraz systemowość ochrony i kształtowania ekosystemów, głównie tzw. błękitno-zielonej infrastruktury (**PA7**) – obie kategorie oceniono na poziomie **średnim**.

- **Infrastruktura przeciwpowodziowa i odwodnienia Miasta – średni potencjał**

Rozwiązanie problemu powodzi i podtopień generowanych na terenie Miasta zależy w dużej mierze, podobnie jak kwestia zagospodarowania wód deszczowych, od potencjału w kategoriach **PA1** i **PA7 – średni**. Z jednej strony można ograniczać negatywne skutki tych zjawisk dzięki **wysokiemu** potencjałowi w zakresie mechanizmów informowania i ostrzegania (**PA4**) oraz przygotowania służb (**PA2**), z drugiej pozostaje problem wielkich powodzi generowanych w zlewni Wisły powyżej Miasta,

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

przeciwdziałanie, którym leży poza możliwościami Miasta. W związku z powyższym potencjał adaptacyjny w zakresie tego komponentu oceniono na **średnim** poziomie.

- **Transport:**
 - **Podsystem szynowy – średni potencjał**

W związku z faktem, iż Miasto ma niewielki wpływ na funkcjonowanie transportu kolejowego, najistotniejsze dla oceny potencjału są możliwości finansowe Miasta (**PA1**) głównie w odniesieniu do problemów transportu tramwajowego, na którego działanie Miasto ma największy wpływ. Ponadto reagowanie na negatywne skutki zjawisk w transporcie szynowym zależy również od przygotowania służb inżynierskich i medycznych miejskich (**PA2**).

- **Podsystem drogowy, Podsystem – transport publiczny miejski – średni potencjał**

Najistotniejsze w radzeniu sobie ze skutkami negatywnych zjawisk związanych z oddziaływaniem wysokiej/niskiej temperatury na podsystem drogowy i transport publiczny miejski są możliwości finansowe Miasta (**PA1**), pozwalające na wdrożenie odpowiedniego planowania i organizowanie systemu transportowego w sposób, który zagwarantuje zaspokajanie potrzeb komunikacyjnych mieszkańców i jednocześnie umożliwi funkcjonowanie służb miejskich w warunkach występujących zjawisk klimatycznych. W przypadku wystąpienia zagrożenia można próbować przeciwdziałać negatywnym skutkom poprzez dobre wyszkolenie i sprawne reagowanie służb miejskich (**PA2**) oraz funkcjonowanie systemów ostrzegania społeczności Miasta o zagrożeniach (**PA4**).

- **Podsystem lotniczy, Podsystem wodny: śródlądowy – wysoki potencjał**

W związku z faktem, iż Miasto ma niewielki wpływ na funkcjonowanie i rozwój infrastruktury lotniczej i transportu wodnego śródlądowego, jego główne zadanie sprowadza się do wczesnego ostrzegania o zagrożeniach w ramach kategorii **PA4** oraz sprawnego działania w sytuacjach wystąpienia katastrof (**PA2**), czy innych negatywnych skutków zjawisk klimatycznych i ich pochodnych, które mogą stwarzać zagrożenie dla mieszkańców Miasta i turystów. Potencjał Krakowa w obu kategoriach oceniony został **wysoko**.

- **Tereny zabudowy mieszkaniowej o wysokiej intensywności z uwzględnieniem terenów zieleni – średni potencjał**

Wrażliwość dotycząca wszystkich komponentów w obszarze terenów zabudowy mieszkaniowej o wysokiej intensywności z uwzględnieniem terenów zieleni może być obniżana głównie poprzez doinwestowanie osiedli istniejących i odpowiednie zagospodarowanie planowanych do utworzenia, przede wszystkim w zakresie błękitno-zielonej infrastruktury. W związku z tym największy wpływ na ocenę potencjału w tym sektorze mają kategorie **PA1** (możliwości finansowe) oraz **PA7** (systemowość ochrony i kształtowania ekosystemów), obie ocenione na poziomie **średnim**.

5.4 PODATNOŚĆ MIASTA NA ZMIANY KLIMATU

Oceny podatności (w 4-stopniowej skali: brak podatności, niska, średnia i wysoka) poszczególnych komponentów na zjawiska klimatyczne i ich pochodne dokonał ZE, następnie przypisane wartości zostały omówione i uzgodnione z ZM. Przeprowadzone analizy pozwoliły na wyselekcjonowanie komponentów spośród wybranych sektorów/obszarów, które będą szczególnie podatne na czynniki klimatyczne. Najważniejsze z nich to:

- **W sektorze zdrowie publiczne/grupy wrażliwe:**

Największą podatnością na ekstremalne zjawiska klimatyczne charakteryzują się osoby powyżej 65 roku życia, dla których najgroźniejsze są zjawiska związane z termiką: **temperatura max**

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

>30°C, **fale upałów**, dni z temp. śr. od -5 do 2,5°C oraz **okresy bezopadowe**. Wśród grup wrażliwych należy wymienić osoby bezdomne, które najgorzej znoszą **temperatury minimalne** < -10°C oraz **fale chłodu** jak również **deszcze nawalne**. Osoby niepełnosprawne z ograniczoną mobilnością wykazują dużą podatność przy temp. od -5 do 2,5°C wraz z opadem, kiedy występuje zjawisko gołedzi.

Natomiast w sytuacjach zagrożeń spowodowanych przez: **ekstremalne opady śniegu**, **powodzie od strony rzek**, **koncentrację zanieczyszczeń powietrza**, **smog**, **silny wiatr** oraz występowaniu **burzy** (w tym burzy z gradem) wszystkie grupy wrażliwe, na które składają się: populacja miasta, osoby powyżej 65 roku życia, dzieci < 5 roku życia, osoby przewlekle chore, niepełnosprawne oraz osoby bezdomne, wykazują dużą podatność. Na **okresy bezopadowe z wysoką temperaturą** są szczególnie narażone osoby > 65 roku życia oraz osoby przewlekle chore (choroby układu krążenia i układu oddechowego).

Infrastruktura opieki zdrowia oraz opieki społecznej największą podatność wykazuje w sytuacjach związanych z występowaniem **fal zimna**, **ekstremalnych opadów śniegu** oraz **powodzi od strony rzek**.

- W sektorze **gospodarka wodna**:

Podsystem odprowadzenia ścieków sanitarnych jest zdecydowanie najbardziej podatny na zjawiska klimatyczne i ich pochodne związane z intensywnymi opadami – **deszcze nawalne** i **burze** oraz **powodzie (od strony rzek i nagłe/miejskie)**. Wysoka podatność komponentu w tym zakresie jest związana przede wszystkim z możliwością przeciążenia kanalizacji ogólnospławnej i rozdzielczej sanitarnej (na skutek bezprawnego podłączenia do niej spływów deszczowych z posesji) oraz rozdzielczej deszczowej, a także z zaburzeniem procesów technologicznych na oczyszczalniach ścieków w związku ze zwiększonym dopływem. Nie bez znaczenia, chociaż w zdecydowanie mniejszej skali, pozostają natomiast zagrożenia termiczne.

Infrastruktura przeciwpowodziowa i odwodnienia Miasta wykazuje największą podatność na wystąpienie **powodzi (od strony rzek i nagłych/miejskich)**, które to są zjawiskami o mniejszym prawdopodobieństwie wystąpienia, w konsekwencji mogą jednak prowadzić do trwałych uszkodzeń i wysokich strat materialnych. W mniejszym stopniu szkody mogą też powodować **deszcze nawalne** i **burze** (np. szkody w systemie melioracyjnym).

Ogólnie niska wrażliwość podsystemu zaopatrzenia w wodę na zagrożenia termiczne w większości została dodatkowo zniwelowana przez wysoki potencjał adaptacyjny Miasta w tym zakresie. Jedynie w przypadku wystąpienia sytuacji skrajnych mogą nastąpić pewne utrudnienia w funkcjonowaniu, związane z możliwością pogorszenia jakości wody i wzrostu kosztów uzdatniania (**fale upałów**), czy zwiększenia częstotliwości awarii infrastruktury (**fale zimna**). Niska podatność została zdiagnozowana także ze względu na możliwość ograniczenia dyspozycyjnych zasobów wodnych, zwłaszcza w mniejszych ciekach, w sytuacji wystąpienia **długotrwałych okresów bezopadowych** (w tym **z wysoką temperaturą**), **okresów niżówkowych** w ciekach powierzchniowych, a w konsekwencji **niedoborów wody** w systemie. Podobne, tymczasowe problemy może spowodować **powódź od strony rzek**, w przypadku zalania obiektów systemu poboru, uzdatniania i dystrybucji wody.

- W sektorze **transport**:

Oceniono, że podsystem szynowy jest podatny głównie na zagrożenia wynikające ze zjawisk termicznych: **temperatury maksymalnej** i **fal upałów**, **temperatury minimalnej** i **fal zimna** oraz **ekstremalnych opadów śniegu** i **powodzi od strony rzek**, które w skrajnych sytuacjach mogą prowadzić do czasowego wyłączenia tras z eksploatacji (w wyniku wybrzuszenia lub pęknięcia szyn, występowania zasp śnieżnych i oblodzenia trakcji albo zalania odcinków torowisk). Niska podatność została zdiagnozowana ze względu na wystąpienie: **gołedzi (liczba dni z t_{sr-5} do 2,5°C)**, **deszczy**

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

nawalnych, okresów bezopadowych z wysoką temperaturą, powodzi nagłych/powodzi miejskich, silnego i bardzo silnego wiatru, burz (w tym burz z gradem), które mogą powodować podobne konsekwencje w zależności od skali występujących zjawisk. W efekcie wszystkie wymienione zjawiska mogą prowadzić do występowania opóźnień lub konieczności odwoływania kursów, powodując utrudnienia dla mieszkańców i przedsiębiorców.

Podsystem drogowy wykazuje największą podatność na zjawiska termiczne: **temperaturę maksymalną i fale upałów, gołoledź (liczba dni z $t_{\text{sr-5}}$ do $2,5^{\circ}\text{C}$) oraz deszcze nawalne, ekstremalne opady śniegu, powódź od strony rzek, burze (w tym burze z gradem)**. W największym stopniu oddziałują one na infrastrukturę, powodując jej szybsze zużywanie się lub lokalne uszkodzenia. Mniej uciążliwe, chociaż częstsze, są z kolei powodowane utrudnienia w ruchu (na przykład spowodowane wzrostem liczby kolizji i wypadków). Niska podatność o podobnym charakterze została zdiagnozowana ze względu na inne zagrożenia termiczne, jak **temperatura minimalna, fale zimna, temperatura przejściowa, okresy bezopadowe z wysoką temperaturą oraz powódzie nagłe/powódzie miejskie, osuwiska, silny i bardzo silny wiatr**.

Podsystem transport publiczny miejski wykazuje największą podatność na gołoledź (liczba dni z $t_{\text{sr-5}}$ do $2,5^{\circ}\text{C}$ i opadem), **deszcze nawalne, ekstremalne opady śniegu, powódź od strony rzek, powódzie nagłe/powódzie miejskie, burze (w tym burze z gradem)**. Niska podatność została zdiagnozowana ze względu na występowanie zjawisk termicznych: **temperatury maksymalnej i fal upałów, stopniodni >27 , temperatury minimalnej i fal zimna, temperatury przejściowej oraz osuwisk, silnego i bardzo silnego wiatru**. Oddziaływanie tych zjawisk na transport publiczny jest ściśle powiązane z podatnością w zakresie podsystemu drogowego (autobusy) i szynowego (tramwaje) – utrudnienia w ruchu, opóźnienia itp. Dodatkowo w sytuacji występowania zjawisk ekstremalnych zmniejsza się komfort pasażerów komunikacji miejskiej i wzrastają koszty jej funkcjonowania.

Podsystem lotniczy charakteryzuje się podatnością na zjawiska **ekstremalnych opadów śniegu oraz silnego i bardzo silnego wiatru**, które mogą prowadzić do opóźnień przylotów i odlotów, ich odwoływania lub przekierowywania na inne lotniska.

Podsystem wodny: śródlądowy charakteryzuje się jedynie podatnością na występowanie **powodzi od strony rzek**, co związane jest z brakiem możliwości prowadzenia żeglugi w okresach wezbrań, a także zagrożeniem dla jednostek pływających znajdujących się w zasięgu występowania takiej sytuacji hydrologicznej.

- W sektorze **tereny zabudowy o wysokiej intensywności z uwzględnieniem terenów zieleni**:

Tereny zabudowy o wysokiej intensywności z uwzględnieniem terenów zieleni są najbardziej podatne na koncentrację **zanieczyszczeń i smog** (wszystkie komponenty średnia podatność). Niska podatność dla wszystkich komponentów w sektorze została zdiagnozowana ze względu na występowanie **fal upałów, fal zimna oraz ekstremalnych opadów śniegu, długotrwałych okresów bezopadowych, okresów bezopadowych z wysoką temperaturą, niedoborów wody oraz silnego i bardzo silnego wiatru**. Ponadto zabudowa historyczna i śródmiejska są szczególnie podatne także na zjawisko **miejskiej wyspy ciepła i powodzi od strony rzek**. Współczesna zabudowa blokowa cechuje się natomiast wysoką podatnością ze względu na możliwość wystąpienia **deszczy nawalnych, powodzi nagłych/powodzi miejskich oraz burz (w tym burz z gradem)**.

Podatność terenów intensywnie zabudowanych na wymienione zjawiska klimatyczne i ich pochodne jest związana głównie z oddziaływaniem na mieszkańców, przedsiębiorców i inne osoby tam przebywające (np. turystów). Gęsta zabudowa, czy mały udział terenów zielonych, przyczyniają się do utrudnionego przewietrzania Miasta oraz jego wychładzania się w nocy, potęgując konsekwencje fal upałów i występowania zanieczyszczeń powietrza. Duże zagęszczenie ludności i wzmożony ruch samochodowy skutkują odpowiednio większymi utrudnieniami nawet przy mniejszej

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

intensywności zjawisk pogodowych. Wystąpienie negatywnych zjawisk, szczególnie o dużej skali, jak na przykład powodzie i podtopienia, na obszarach intensywnej zabudowy prowadzi do znacznych strat materialnych.

5.5 RYZYKO WYNIKAJĄCE ZE ZMIAN KLIMATU

Tabela 9. Ocena ryzyka w poszczególnych sektorach

Sektor/obszar	Komponent	Zjawiska klimatyczne i ich pochodne										
		Termika					Opady			Powietrze		
		Temperatura maksymalna	Fale upałów	Fale zimna	Temperatura przejściowa	Liczba dni z Tsr -5 do 2,5°C i opadem	MWC	Deszcze nawalne	Powódź od strony rzek	Powódź nagle/ powodzie miejskie	Koncentracja zanieczyszczeń powietrza	Smog zimowy
Zdrowie publiczne/ grupy wrażliwe	Populacja miasta											
	Osoby > 65 roku życia											
	Dzieci < 5 roku życia											
	Osoby przewlekle chore (ChUK i ChUO)											
	Osoby niepełnosprawne z ograniczoną mobilnością											
	Osoby bezdomne											
	Infrastruktura ochrony zdrowia											
	Infrastruktura opieki społecznej											
Transport	Podsystem szynowy											
	Podsystem drogowy											
	Podsystem lotniczy											
	Podsystem wodny: śródlądowy, morski											
	Podsystem - transport publiczny miejski											
Gospodarka wodna	Podsystem zaopatrzenia w wodę											
	Podsystem gospodarki ściekowej											
	Infrastruktura przeciwpowodziowa											
Tereny zabudowy	Zwarta zabudowa historyczna (stare miasto)											
	Zwarta zabudowa śródmiejska (kwartałowa)											
	Osiedla mieszkaniowe - współczesna zabudowa blokowa											

Ryzyko (brak, niskie, **średnie**, wysokie, bardzo wysokie)

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

Zamieszczona powyżej tabela 9 przedstawia ryzyko dla czterech sektorów: zdrowie publiczne – grupy wrażliwe, transport, gospodarka wodna oraz tereny zabudowy mieszkaniowej o wysokiej intensywności, ze względu na oddziaływanie wybranych zjawisk klimatycznych i ich pochodnych o bardzo wysokim, wysokim oraz średnim ryzyku pogorszenia obecnej sytuacji w związku z postępującymi zmianami klimatu. Poniżej szczegółowo opisano ryzyko w sektorach.

- **Zdrowie publiczne/grupy wrażliwe**

Dla sektora zdrowie publiczne bardzo wysokie ryzyko zdiagnozowano dla osób starszych oraz przewlekle chorych w zakresie fali upałów w związku z bardzo dużym prawdopodobieństwem wystąpienia zjawisk oraz ich wysokimi konsekwencjami. Zidentyfikowane wysokie poziomy ryzyka dla pozostałych komponentów wynikają przede wszystkim z wystąpienia dużego i bardzo dużego prawdopodobieństwa pogorszenia sytuacji w zakresie wymienionych zjawisk klimatycznych i ich pochodnych. Jedynie w przypadku smogu średnie prawdopodobieństwo (obniżane przez aktywne działania Miasta na rzecz powstrzymania niskiej emisji – wymiana indywidualnych kotłów węglowych, ograniczenie ruchu samochodowego w centrum, darmowa komunikacja dla kierowców itp.), wspólnie z katastrofalnymi konsekwencjami, daje wysokie ryzyko dla zdrowia osób starszych, przewlekle chorych oraz dzieci.

Częstsze występowanie niekorzystnych zjawisk będzie prowadziło do zwiększenia liczby zgonów, nasilenia się objawów chorobowych niewydolności krążeniowo-oddechowej, występowania stresu termicznego i zaburzeń gospodarki cieplnej organizmu. Wysokie temperatury powietrza, wraz z dużą zawartością pary wodnej w atmosferze, intensywnym promieniowaniem słonecznym oraz zanieczyszczeniem powietrza, powodują silny stres cieplny (nadmiernie obciążając układ sercowo-naczyniowy, układ oddechowy) oraz spadek odporności organizmu. Obniżenie wydolności fizycznej człowieka może być na tyle duże, że nawet lekka praca stanowi znaczne obciążenie fizyczne i psychiczne, negatywnie wpływając na zdrowie. W przypadku szczególnie uciążliwych i długotrwałych fal upałów czy epizodów wysokich stężeń zanieczyszczeń powietrza, należy spodziewać się również zwiększonego obciążenia placówek służby zdrowia i opieki społecznej. Na silnie zainwestowanych obszarach Miasta zjawiska te dodatkowo potęgowane będą występowaniem miejskiej wyspy ciepła.

Powodzie od strony rzek, w Krakowie związane przede wszystkim z 40-kilometrowym odcinkiem Wisły oraz ujściowymi odcinkami jej dopływów, powodują nie tylko bezpośrednie zagrożenie dla zdrowia i życia mieszkańców, lecz także znaczne utrudnienia w funkcjonowaniu mieszkańców, przedsiębiorców, możliwości realizowania usług (w tym publicznych, jak działalność policji, straży pożarnej i służby zdrowia) itp. Negatywne konsekwencje dla Miasta występują nie tylko w przypadku przelania wody przez wały przeciwpowodziowe. Wysokie stany wody w rzece powodują podniesienie poziomu wód gruntowych na terenach przyległych, czy zamknięcie przelewów burzowych, co w połączeniu z lokalnymi opadami skutkuje wystąpieniem podtopień. Przy najwyższych wezbraniach pojawia się konieczność zamknięcia dla ruchu Mostu Dębnickiego, znajdującego się w ciągu jednej z najważniejszych arterii komunikacyjnych Miasta.

- **Gospodarka wodna**

Dla sektora gospodarka wodna nie zdiagnozowano bardzo wysokiego poziomu ryzyka dla żadnego komponentu. Zidentyfikowane wysokie poziomy ryzyka wynikają przede wszystkim z dużego i bardzo dużego prawdopodobieństwa pogorszenia sytuacji w zakresie wymienionych zjawisk klimatycznych i ich pochodnych, a w przypadku powodzi także z wysokich konsekwencji.

W związku z postępującymi zmianami klimatu, przejawiającymi się między innymi wzrostem temperatury prowadzącym do występowania coraz częstszych i dłuższych fal upałów, podsystem zaopatrzenia w wodę narażony będzie na okresowy ubytek zasobów wodnych w dopływach Wisły, bardziej wrażliwych na suszę meteorologiczną, a jednocześnie stanowiących istotne źródło zaopatrzenia Miasta w wodę pitną (Rudawa, Dłubnia, Sanka). Zmniejszenie przepływów przy

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

zachowaniu poziomu dopływu zanieczyszczeń ze źródeł punktowych i obszarowych doprowadzi dodatkowo do wzrostu ich stężeń i utrudnienia procesu uzdatniania. Niewykluczone jest także potęgowanie zjawisk przyrostu bakterii w sieci i zbiornikach, prowadzące do wtórnego zanieczyszczenia wody oraz wzrostu intensywności korozji chemicznej i mikrobiologicznej.

Intensywniejsze deszcze nawalne oraz wezbrania w ciekach powierzchniowych mogą prowadzić do przeciążenia niektórych odcinków kanalizacji oraz oczyszczalni ścieków, w szczególności dwu największych – Kujawy i Płaszów – w znacznej części działających w systemie ogólnospławnym, tym samym powodując wzrost kosztów oraz zmniejszenie efektywności oczyszczania ścieków. Z tego względu wzrasta także częstotliwość awarii infrastruktury kanalizacyjnej. W szczególnych przypadkach może także dojść do wzrostu ryzyka epidemiologicznego lub skażenia środowiska naturalnego.

Wezbrania i powodzie powodują lokalne uszkodzenia infrastruktury przeciwpowodziowej, a tym samym wzrost poziomu zagrożenia także dla innych sektorów/obszarów Miasta. Zgodnie z mapami zagrożenia i ryzyka powodziowego w przypadku wezbrania o prawdopodobieństwie wystąpienia 1% (statystycznie raz na sto lat) i całkowitego zniszczenia wału przeciwpowodziowego strefa zagrożenia powodziowego obejmuje $\frac{1}{4}$ powierzchni Miasta.

- **Transport**

Dla sektora transport nie zdiagnozowano bardzo wysokiego poziomu ryzyka dla żadnego komponentu. Zidentyfikowane wysokie poziomy ryzyka wynikają przede wszystkim z dużego i bardzo dużego prawdopodobieństwa pogorszenia sytuacji w zakresie wymienionych zjawisk klimatycznych i ich pochodnych, a w przypadku powodzi także z wysokich konsekwencji. Nie zdiagnozowano istotnych zagrożeń dla podsystemów transportu lotniczego oraz wodnego śródlądowego.

Kraków jest ważnym węzłem kolejowym, w ujęciu ryzyka dla funkcjonowania samego Miasta najistotniejszy jest jednak wpływ zjawisk klimatycznych i ich pochodnych na transport tramwajowy. Przegrzewanie torowisk czy przekładni, wybrzuszenia szyn w trakcie upałów, czy ich oblodzenia lub pękanie podczas mrozów, powodują poważne utrudnienia (ograniczenie prędkości i opóźnienia), a czasami paraliż systemu transportu publicznego Miasta (wstrzymanie kursowania).

Infrastruktura drogowa jest niszczona zarówno w okresach występowania temperatur przejściowych (zamarzanie i rozmarzanie wody w szczelinach nawierzchni, wysadzinowość gruntów) oraz wysokich (koleinowanie przez ciężkie pojazdy). Utrudnienia z punktu widzenia bezpieczeństwa ruchu drogowego i przepustowości ciągów komunikacyjnych powoduje gołoledź, szczególnie niebezpieczna na licznych w Krakowie mostach i wiaduktach (w opracowaniu reprezentowana przez parametr liczba dni z $T_{sr} -5$ do $2,5^{\circ}C$ i opadem).

Opisane wyżej zagrożenia dla infrastruktury szynowej i drogowej wpływają wprost na podsystem transportu publicznego, prowadząc do utrudnień w realizacji usług przewozowych i opóźnień komunikacji miejskiej. Istotnym ryzykiem jest także wzrost kosztów w związku z koniecznością intensywnego ogrzewania i klimatyzowania pojazdów, obniżenie komfortu podróży pasażerów czy wzrost ryzyka wystąpienia usterek i awarii taboru.

Głównym problemem dla całego systemu transportu w Krakowie ze względu na występowanie powodzi są możliwe utrudnienia w ruchu spowodowane czasowym wyłączeniem z użytkowania newralgicznych odcinków dróg (np. Most Dębnicki, czy tunel pod Rondem Grunwaldzkim) w wyniku zalania lub tylko wysokiego stanu wody w Wiśle. W sytuacji takiej, po przekierowaniu ruchu na inne kierunki, znacznie przekroczone zostają przepustowości dostępnych ciągów komunikacyjnych, negatywnie wpływając na transport indywidualny (korki) oraz komunikację publiczną (czasy opóźnień) nawet na liniach nie przebiegających przez zamknięte fragmenty dróg.

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

- **Tereny zabudowy mieszkaniowej o wysokiej intensywności z uwzględnieniem terenów zieleni**

Dla sektora tereny zabudowy mieszkaniowej o wysokiej intensywności z uwzględnieniem terenów zieleni nie zdiagnozowano bardzo wysokiego poziomu ryzyka dla żadnego komponentu. Zidentyfikowane wysokie poziomy ryzyka wynikają przede wszystkim z dużego i bardzo dużego prawdopodobieństwa pogorszenia sytuacji w zakresie wymienionych zjawisk klimatycznych i ich pochodnych, a w przypadku powodzi od strony rzek także z wysokiego poziomu konsekwencji.

Wszystkie komponenty sektora są zagrożone oddziaływaniem wysokich temperatur podczas fal upałów, a na obszarze zabudowy historycznej i śródmiejskiej efekt ten jest dodatkowo potęgowany występowaniem miejskiej wyspy ciepła. Uszczelnienie terenu na obszarze zabudowy historycznej i śródmiejskiej sięga 95%, a udział terenów biologicznie czynnych odpowiednio 4% i 3,25%. Tak duży udział powierzchni sztucznych (asfalt, beton, pokrycia dachów itp.) w połączeniu z brakiem zieleni wysokiej umożliwiającej zacienienie obiektów, prowadzą do zaburzenia przebiegu procesów wymiany energii między podłożem a atmosferą.

Utrudnione wychładzanie się obszarów silnie zabudowanych w nocy sprzyja występowaniu stresu cieplnego i stagnacji powietrza nad miastem, potęgującej także koncentrację zanieczyszczeń powietrza. O ile intensywne działania Miasta w zakresie ograniczania niskiej emisji w okresie zimowym (np. wymiana kotłów węglowych) powinny w przewidywalnej przyszłości przynieść wymierne efekty, coraz poważniejszym problemem staje się smog letni. Zwiększenie liczby użytkowników miasta generuje między innymi wzrost natężenia ruchu samochodowego i związanej z tym emisji spalin. Ruch ten jest dodatkowo potęgowany na obszarach intensywnej zabudowy w związku z brakiem możliwości rozbudowy ciągów komunikacyjnych, budowy obwodnic czy brakiem miejsc parkingowych.

Z kolei na obszarach współczesnej zabudowy blokowej negatywne konsekwencje niosą ponadto okresy niskich temperatur w trakcie fal zimna, co dotyczy w szczególności obiektów powstałych w systemie budownictwa prefabrykowanego w drugiej połowie XX wieku. Jest on obarczony błędami ujawniającymi się w postaci niejednorodności termoizolacyjnej obudowy, a tym samym budynki te podatne są na wysokie straty ciepła i wzrost kosztów ogrzewania mieszkań.

Wszystkie komponenty wykazują wysoki poziom ryzyka ze względu na oddziaływanie ekstremalnych opadów i powodzi. W przypadku powodzi od strony rzek, a przede wszystkim przepływającej przez Kraków Wisły oraz ujściowych odcinków jej dopływów, wysokie ryzyko wynika głównie z znacznego obszaru zagrożonego powodzią w przypadku awarii wałów przeciwpowodziowych i przewidywanych tego konsekwencji – zagrożenia dla zdrowia i życia ludzi, czy ogromnych strat materialnych. Istotnym zagrożeniem dla Krakowa są deszcze nawalne i powodzie miejskie, co wynika m.in. z małego udziału powierzchni biologicznie czynnych (a w tym w szczególności zieleni wysokiej – zadrzewienia, lasy), znacznego uszczelnienia gruntów oraz dużej gęstości zabudowy w połączeniu z brakiem wystarczającej infrastruktury do zagospodarowania i odprowadzania wód opadowych (np. zbyt małe przepustowości kanalizacji, czy brak pompowni przy kłapach zwrotnych śluz wałowych zamkniętych podczas wezbrania w odbiornikach). Nakładają się na to lokalne uwarunkowania, jak na przykład występowanie obszarów położonych w obniżeniach terenu z utrudnionym odpływem grawitacyjnym (np. Os. Kabel, czy Os. Podwawelskie).

5.6 SZANSE WYNIKAJĄCE ZE ZMIAN KLIMATU

Budując katalog szans wzięto pod uwagę wybrane zjawiska, dla których obserwacje historyczne wykazały istotny statystycznie trend zmian (wzrost lub spadek), który dodatkowo został potwierdzony predykcją. Dla Miasta Krakowa są to:

- temperatura maksymalna i fale upałów – istotny trend rosnący,

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

- stopniodni <17°C – istotny trend malejący,
- deszcze nawalne i powódzie nagłe/miejskie – istotny trend rosnący.

Dla Krakowa szanse wynikające ze zmian klimatu odnoszą się przede wszystkim do tych czynników klimatycznych, które dotyczą zmian termicznych:

Tabela 10. Katalog szans dla Miasta Krakowa

Zjawisko	Spodziewane zmiany zjawiska (jego intensywność i częstość)	Przyczyny i wielkość korzystnego wpływu spodziewanych zmian na Miasto
Temperatura maksymalna Fale upałów	<p>Dla liczby dni w roku z temperaturą maksymalną >30°C w scenariuszach klimatycznych prognozuje się wystąpienie trendu wzrostowego. Również w okresie 1981-2015 na podstawie pomiarów historycznych stwierdzono wzrost liczby dni z temperaturą maksymalną powietrza >30°C (dni upalnych).</p> <p>W scenariuszach klimatycznych prognozuje się wzrost liczby okresów o długości przynajmniej 3 dni z temperaturą maksymalną >30°C. Również w okresie 1981-2015 stwierdzono wzrost liczby fal upałów.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Istotny wzrost temperatury powietrza w okresie wiosna, lato i jesień, jako szansa dla wzrostu znaczenia sezonu sportowo-rekreacyjnego, wykorzystania bazy rekreacyjnej Krakowa, szczególnie zbiorników wodnych (np. Zakrzówek, Bagry) i okolic. Będzie też służył rozwijaniu zainteresowania innymi formami spędzania czasu wolnego, korzystnie wpływa na aktywność fizyczną i na zdrowie populacji. • Zwiększenie zainteresowania cyklicznymi imprezami w mieście (rajdy rowerowe, wyścigi kolarskie itp.). • Możliwość rozwoju technologii budownictwa odpornego na wysokie temperatury (odpowiednie zacienienie, żaluzje, szyby o obniżonej przepuszczalności światła itp.)
Stopniodni <17°C	Wskaźnik stopniodni <17°C informuje o liczbie dni grzewczych. W Krakowie roczna suma stopniodni <17°C systematycznie maleje.	<ul style="list-style-type: none"> • Obniżenie średniego zapotrzebowania na energię w sezonie grzewczym oznacza mniejsze koszty dla odbiorców. Ograniczenie zużycia paliw kopalnych przekłada się na redukcję emisji gazów cieplarnianych i innych zanieczyszczeń, a tym samym na poprawę jakości powietrza.
Temperatura minimalna	W scenariuszach klimatycznych prognozuje się wzrost wartości wskaźnika dla percentyla 2% temperatury minimalnej dobowej w roku. Również w okresie 1981-2015 stwierdzono wzrost wartości temperatury minimalnej powietrza wyrażonej za pomocą percentyla 2% temperatury minimalnej dobowej w roku.	<ul style="list-style-type: none"> • Mniejsza liczba zgonów w wyniku wychłodzenia organizmu i zamarznięcia. • Obniżenie kosztów zimowego utrzymania dróg, zmniejszone koszty odśnieżenia. • Obniżenie kosztów eksploatacyjnych taboru autobusowego i tramwajowego.
Deszcze nawalne	Dla liczby dni z opadem >10 mm/d oraz >20 mm/d w roku w scenariuszach klimatycznych prognozuje się wystąpienie trendu wzrostowego. W okresie 1981-2015 stwierdzono również wzrost liczby dni z opadem >10 mm/d oraz >20 mm/d w roku.	<ul style="list-style-type: none"> • Wykorzystanie opadów nawalnych w celu szybkiego retencjonowania względnie czystej wody, zdolnej do szybkiego i taniego wykorzystania (np. w celu zmywania dróg, podlewania zieleni miejskiej itp.). • Możliwość wspierania rozwoju form małej retencji, pełniących także inne funkcje niż przeciwpowodziowa (np. rekreacyjna).

Oprócz wyszczególnionych w tabeli szans podczas warsztatów w Krakowie wymieniono również inne potencjalne korzyści związane ze zmianami klimatu. Szanse te dotyczą zjawisk, dla których trend zmian nie został uznany jako istotny lub nie dotyczą one najistotniejszych sektorów/obszarów Miasta.

Termika:

- Możliwość uprawy roślin wymagających wyższych temperatur.

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

- Możliwość rozwoju błękitno-zielonej infrastruktury.
- Rozwój OZE, wykorzystanie energii solarnej.

Wiatr:

- Wzrost prędkości wiatru przyczynić się może do oczyszczenia przestrzeni ze słabego drzewostanu.
- Częstsze epizody wietrznej pogody to przewietrzanie Miasta i polepszenie jakości powietrza.

Jakość powietrza:

- Lepsza jakość powietrza to wzrost jakości życia w mieście.
- Lepsza jakość powietrza to wzrost ruchu turystycznego.

Spśród wymienionych wyżej szanse, które wpisują się w cele strategiczne Miasta, zawarte w Strategii Rozwoju Krakowa 2030, to:

- rozwój technologii budownictwa odpornego na wysokie temperatury, rozwój OZE – cel „Kraków – miasto rozwijające gospodarkę opartą na wiedzy”,
- rozwój błękitno-zielonej infrastruktury – cel „Kraków – miasto przyjazne do życia”, cel operacyjny „Powszechnie dostępna, wysokiej jakości przestrzeń publiczna”,
- wspieranie rozwoju form małej retencji – cel „Kraków – miasto przyjazne do życia”, cel operacyjny „Wysoki poziom bezpieczeństwa w Krakowie”,
- rozwój bazy rekreacyjno-sportowej Krakowa, zwiększenie zainteresowania cyklicznymi imprezami w mieście (rajdy rowerowe, wyścigi kolarskie itp.) – cel „Kraków – miasto przyjazne do życia”, cel operacyjny „Powszechność realizacji idei zdrowego i aktywnego życia”.

Przystosowanie Miasta do zmian klimatu poprzez realizację działań adaptacyjnych (rozwój terenów zielonych, większy dostęp do wody, zapewnienie realnej możliwości wyboru środków transportu) także jest szansą – na lepsze jego urządzenie. Miasto odporne to jednocześnie miasto przyjazne dla mieszkańców, łatwe do życia, wygodne i bezpieczne. To także miasto oszczędne – poprzez ograniczenie strat powstałych z powodu zjawisk klimatycznych i racjonalne wykorzystanie posiadanych zasobów. Działania adaptacyjne przyczynią się do zrównoważonego rozwoju, czyli zapewnienia możliwości osiągnięcia celu adaptacji bez umniejszania szans rozwoju dla przyszłych pokoleń. Oprócz działań adaptacyjnych niezbędne jest również podejmowanie działań chroniących klimat.

6 Wizja adaptacji Miasta i cele Planu Adaptacji

Podjęmowane w Mieście działania na rzecz adaptacji do zmian klimatu są spójne z zasadami zrównoważonego rozwoju, zapewniającymi, że dążenie do dobrobytu gospodarczego mieszkańców Krakowa odbywać się będzie w harmonii z przyrodą i z uwzględnieniem potrzeb przyszłych pokoleń. W kontekście zagrożeń, jakie dla Miasta przynoszą zmiany klimatu, zasady te nabierają dodatkowego znaczenia i znajdują odzwierciedlenie w wizji Miasta przystosowanego do zmieniających się warunków klimatycznych.



*Wczujmy się
w klimat!*

www.44mpa.pl

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

Plan Adaptacji Krakowa do zmian klimatu został opracowany w celu przygotowania władz Miasta i mieszkańców do świadomego i odpowiedzialnego reagowania na zmiany klimatu oraz wynikające z nich zagrożenia.

WIZJA ADAPTACJI MIASTA KRAKOWA DO ZMIAN KLIMATU DO ROKU 2030

Kraków miastem nowoczesnych rozwiązań w zakresie ochrony dziedzictwa kulturowego, kapitału społecznego, gospodarczego i przyrodniczego, zapewniających bezpieczeństwo w warunkach zmieniającego się klimatu.

CEL NADRZĘDNY PLANU ADAPTACJI

Podniesienie i wykorzystanie potencjału adaptacyjnego Miasta Krakowa dla zapewnienia ochrony jakości życia mieszkańców oraz dalszego zrównoważonego rozwoju Miasta w warunkach zmian klimatu.

CELE SZCZEGÓŁOWE PLANU ADAPTACJI

1. Zwiększenie odporności Miasta na występowanie wyższych temperatur maksymalnych oraz fal upałów, potęgowanych przez zjawisko miejskiej wyspy ciepła
2. Zwiększenie odporności Miasta na występowanie fal zimna
3. Zwiększenie odporności Miasta na występowanie temperatur przejściowych
4. Zwiększenie odporności Miasta na występowanie deszczy nawalnych oraz powodzi nagłych/miejskich
5. Zwiększenie odporności Miasta na występowanie powodzi od strony rzek
6. Ograniczenie występowania przekroczeń norm stężeń zanieczyszczeń powietrza, w tym epizodów smogowych

Zwiększenie odporności Miasta na występowanie wyższych temperatur maksymalnych oraz fal upałów, potęgowanych przez zjawisko miejskiej wyspy ciepła – priorytet WYSOKI

Oddziaływanie wysokich temperatur ma istotny negatywny wpływ na najbardziej wrażliwe sektory Miasta (zdrowie, gospodarka wodna, transport, zabudowa wielorodzinna z elementami zieleni). Częstsze występowanie takich sytuacji może prowadzić do zwiększenia liczby zgonów oraz nasilenia się objawów chorobowych niewydolności krążeniowo-oddechowej. Grupą najbardziej wrażliwych na

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

oddziaływanie termiczne są osoby starsze oraz słabszego zdrowia, wobec czego można spodziewać się również zwiększonego obciążenia placówek służby zdrowia i opieki społecznej. Na terenach zabudowy o wysokiej intensywności zjawiska termiczne są dodatkowo potęgowane występowaniem miejskiej wyspy ciepła.

W trakcie fal upałów i suszy możliwe jest okresowe zmniejszenie zasobów wodnych w dopływach Wisły, bardziej wrażliwych na suszę meteorologiczną. Dopływy Wisły (Rudawa, Dłubnia, Sanka) są istotnym źródłem zaopatrzenia Miasta w wodę pitną. Może również dojść do wtórnego zanieczyszczenia wody w sieci i zbiornikach wodociągowych przez bakterie oraz wzrostu intensywności korozji chemicznej i mikrobiologicznej.

W sektorze transportu wysokie temperatury negatywnie wpływają na komfort podróżowania pasażerów. Powodują ponadto uszkodzenia infrastruktury (koleinowanie dróg, wyrzuczenia szyn tramwajowych), jak i wzrost kosztów działania (konieczność klimatyzowania pojazdów).

- **Ograniczanie negatywnego oddziaływania wysokich temperatur na Miasto**
 - ograniczanie wpływu miejskiej wyspy ciepła, między innymi poprzez stosowanie jasnych (odbijających promienie słoneczne) elewacji, elementów zacieniających itp.,
 - zwiększanie powierzchni terenów zielonych (zwłaszcza w śródmieściu), stosowanie zielonych dachów i elewacji oraz innych rozwiązań z zakresu błękitno-zielonej infrastruktury, zacienianie i zazielenianie przystanków komunikacji zbiorowej,
 - tworzenie zielonych ciągów pieszo-rowerowych łączących dzielnice z centrum miasta,
 - zwiększanie naturalnej retencji (rozszczelnienie terenów utwardzonych, stosowanie nawierzchni przepuszczalnych, ograniczanie i opóźnianie odpływu ze zlewni),
 - ochrona obszarów regeneracji powietrza,
 - termomodernizacja budynków.

 - **Łagodzenie skutków negatywnego oddziaływania wysokich temperatur**
 - optymalizacja zużycia wody w mieście (poprzez rozbudowę i modernizację systemu zaopatrzenia w wodę, a także prace badawcze i wdrożeniowe),
 - rozwój błękitnej infrastruktury, w tym budowa fontann, oczek wodnych itp.,
 - montaż kurtyn wodnych, rozwój sieci pitników oraz promocja wykorzystania wody pitnej "prosto z kranu",
 - zapewnienie mieszkańcom łatwego dostępu do zacienionych miejsc rekreacji i aktywności fizycznej, w tym otwartych i krytych basenów, kąpielisk otwartych,
 - zwiększanie powierzchni terenów zielonych i zalesianie,
 - modernizacja i rozbudowa infrastruktury komunikacji publicznej (jezdnie, szyny, infrastruktura towarzysząca) oraz zakup nowoczesnego taboru wyposażonego w klimatyzację, zacienienie przystanków komunikacji publicznej itp.
 - zwiększanie retencji zbiornikowej (przeciwdziałanie skutkom suszy),
 - ułatwienia w poruszaniu się osób starszych, np. większa ilość publicznie dostępnych, zacienionych miejsc do siedzenia przy ciągach komunikacyjnych i spacerowych, przejścia dla pieszych w poziomie jezdni czy windy lub pochylnie przy przejściach podziemnych,
 - doraźna pomoc dla osób starszych w trakcie upałów (zakupy robione przez wolontariuszy, asysta w dojściu do ośrodków zdrowia itp.), aktywne działania służb miejskich (pomoc osobom bezdomnym).

 - **Niwelowanie konsekwencji wysokich temperatur**
 - rozwój placówek służby zdrowia, szczególnie leczących niewydolność krążeniowo-oddechową,
-

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

- rozwój placówek opieki społecznej, szczególnie nakierowanych na opiekę nad osobami starszymi,
- większe finansowanie opieki nad osobami starszymi.
- **Działania informacyjne, edukacyjne, badawcze (uzupełnianie luk wiedzy)**
 - udostępnianie informacji o dobrych praktykach, działaniach i postawach w zakresie przeciwdziałania chorobom układu krążenia i układu oddechowego,
 - udostępnianie informacji o dobrych praktykach, działaniach i postawach w zakresie ograniczania nadmiernego osuszania gruntów, np. poprzez zmniejszenie liczby koszeń trawników, zastąpienie trawników łąkami, zachęcanie działkowiczów i rolników do pozostawiania wyższych roślin w uprawach,
 - udostępnianie informacji o zagrożeniach i sposobach postępowania w okresie występowania wysokich temperatur i fal upałów, informowanie o upałach.

Zwiększenie odporności Miasta na występowanie powodzi od strony rzek – priorytet WYSOKI

Powódzie od strony rzek, w Krakowie związane przede wszystkim z 40-kilometrowym odcinkiem Wisły oraz ujściowymi odcinkami jej dopływów, powodują nie tylko bezpośrednie zagrożenie dla zdrowia i życia mieszkańców, lecz także znaczne utrudnienia w funkcjonowaniu mieszkańców, przedsiębiorców, możliwości realizowania usług (w tym publicznych, jak działalność policji, straży pożarnej i służby zdrowia) itp. Ewentualne wystąpienie powodzi od strony rzek powoduje poważne konsekwencje dla wszystkich sektorów wrażliwych w Mieście.

- **Ograniczanie negatywnego oddziaływania powodzi od strony rzek**
 - ukończenie modernizacji wałów przeciwpowodziowych Wisły i jej dopływów na terenie Miasta,
 - zwiększenie retencji zbiornikowej i polderowej w zlewni Wisły powyżej Krakowa,
 - budowa suchych zbiorników przeciwpowodziowych na dopływach Wisły.
- **Łagodzenie skutków negatywnego oddziaływania powodzi od strony rzek**
 - monitoring i utrzymanie dobrego stanu technicznego budowli hydrotechnicznych,
 - uwzględnienie problematyki ochrony przeciwpowodziowej w decyzjach o warunkach zabudowy i w decyzjach o ustaleniu lokalizacji inwestycji celu publicznego na obszarach zagrożonych powodzią, poprzez zapisy i ustalenia zmierzające do zmniejszenia negatywnych skutków powodzi,
 - rozwiązywanie problemów instytucjonalnych w zarządzaniu ochroną przeciwpowodziową (m.in. ustalenie właścicieli/administratorów obwałowań o nieustalonym stanie prawnym, przekazanie ich w zarząd PGW Wody Polskie),
 - ograniczenie zabudowy na terenach zalewowych.
- **Niwelowanie konsekwencji powodzi od strony rzek**
 - rozwój systemów prognozowania, ostrzegania i zarządzania przepływem wód,
 - wzmocnienie służb ratowniczych (poprzez rozwój, doposażenie, organizację zarządzania kryzysowego, szkolenia służb itp.).
- **Działania informacyjne, edukacyjne, badawcze (uzupełnianie luk wiedzy)**
 - udostępnianie informacji o dobrych praktykach, działaniach i postawach w zakresie ograniczania zagrożenia i ryzyka powodziowego oraz wartości strat,
 - udostępnianie informacji o zagrożeniach i sposobach postępowania w okresie występowania wezbrań i powodzi.

Ograniczenie występowania przekroczeń norm stężeń zanieczyszczeń powietrza, w tym epizodów smogowych – priorytet WYSOKI

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

Wysokie stężenia zanieczyszczeń powietrza powodują wzrost zachorowań i przyspieszenie zgonów z powodu chorób układu krążenia i układu oddechowego, czy nasilenie się objawów alergii i przewlekłej obturacyjnej choroby płuc. Szczególnie narażeni są ludzie z grup wrażliwych: osoby > 65 r.ż., dzieci < 5 r.ż., osoby przewlekle chore. Odczuwalna dla społeczeństwa jest także konieczność ograniczenia w aktywności ruchowej (sportowej i rekreacyjnej). Istotne w tym względzie będą:

- **Ograniczanie negatywnego oddziaływania zanieczyszczeń powietrza (ograniczenie emisji)**
 - budowa systemu ograniczania niskiej emisji komunalnej w Mieście (zakończenie realizacji PONE, rozwój sieci ciepłowniczej, termomodernizacja, wymiana źródeł ciepła, stosowanie odnawialnych źródeł energii, instalowanie pomp ciepła itp.),
 - modyfikacja systemu organizacji ruchu pojazdów spalinowych w mieście poprzez jego ograniczenie w centrum (dokończenie budowy obwodnic, parkingów P&R, centrów przesiadkowych),
 - zmniejszenie udziału transportu prywatnego w podziale zadań przewozowych na rzecz transportu publicznego, rowerowego, pieszego, carpooling'u,
 - rozwój elektromobilności,
 - dostosowanie systemu komunikacji publicznej do skutków zmian klimatu (nowoczesny, niskoemisyjny tabor, rozbudowa linii tramwajowych, kolej aglomeracyjna),
 - system zarządzania jakością powietrza.
- **Łagodzenie skutków negatywnego oddziaływania zanieczyszczeń powietrza**
 - ochrona obszarów przewietrzania i regeneracji powietrza,
 - budowa mini tężni,
 - promocja i udostępnianie (np. w miejskich placówkach oświatowych i wychowawczych) środków ochrony grupowej i indywidualnej (oczyszczacze powietrza, masek antysmogowych itp.).
- **Niwelowanie konsekwencji oddziaływania zanieczyszczeń powietrza**
 - rozwój placówek służby zdrowia, szczególnie leczących choroby dróg oddechowych,
 - realizacja programów polityki zdrowotnej dla mieszkańców Krakowa.
- **Działania informacyjne, edukacyjne, badawcze (uzupełnianie luk wiedzy)**
 - udostępnianie informacji o dobrych praktykach, działaniach i postawach w zakresie ograniczania emisji zanieczyszczeń, efektywności energetycznej mieszkań i budynków,
 - udostępnianie informacji o zagrożeniach i sposobach postępowania w okresie występowania wysokich stężeń zanieczyszczeń powietrza.

Zwiększenie odporności Miasta na występowanie deszczy nawalnych oraz powodzi nagłych/miejskich – priorytet ŚREDNI

Zagrożenie powodziąmi nagłymi/miejskimi na obszarze Miasta Krakowa jest wysokie. Silne opady mogące powodować powodzie występują tu regularnie, a w przeszłości nierzadko przynosiły w efekcie lokalne powodzie i podtopienia, powodując straty materialne oraz utrudnienia w funkcjonowaniu Miasta.

Zagrożenie wynikające z występowania intensywnych opadów deszczu jest dodatkowo potęgowane przez lokalną specyfikę obszaru miejskiego, cechującego się wysokim stopniem zagospodarowania i uszczelnienia powierzchni oraz ograniczoną wydolnością systemu kanalizacyjnego.

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

Intensywniejsze deszcze nawalne oraz wezbrania w ciekach powierzchniowych mogą prowadzić do przeciążenia niektórych odcinków kanalizacji oraz oczyszczalni ścieków, tym samym powodując wzrost kosztów oraz zmniejszenie efektywności oczyszczania ścieków.

Wezbrania i powodzie powodują lokalne uszkodzenia infrastruktury przeciwpowodziowej, a tym samym wzrost poziomu zagrożenia także dla innych sektorów/obszarów Miasta. Szczególnie odczuwalne jest to w zakresie systemu transportu, kiedy możliwość jego realizacji ulega znacznemu utrudnieniu ze względu na konieczność wyłączenia z ruchu załanych tras komunikacyjnych.

- **Ograniczanie negatywnego oddziaływania intensywnych opadów**
 - zwiększanie powierzchni terenów zielonych – zalesienia, stosowanie zielonych dachów i elewacji oraz innych rozwiązań z zakresu błękitno-zielonej infrastruktury,
 - zwiększanie naturalnej retencji (rozszerzenie terenów utwardzonych, stosowanie nawierzchni przepuszczalnych, ograniczanie i opóźnianie odpływu ze zlewni).
 - wprowadzanie odpowiednich wytycznych planistycznych (np. w ramach MPZP).
- **Łagodzenie skutków negatywnego oddziaływania intensywnych opadów**
 - zabezpieczenia techniczne (rozbudowa i modernizacja systemu odwodnienia Miasta),
 - zwiększenie sztucznej retencji (budowa zbiorników mikro i małej retencji),
 - monitoring i utrzymanie istniejącej infrastruktury przeciwpowodziowej, melioracyjnej i odwodnieniowej na terenie Miasta,
 - inwentaryzacja, opracowanie modeli: opad-odpływ i hydraulicznego.
- **Niwelowanie konsekwencji oddziaływania intensywnych opadów**
 - rozwój systemów prognozowania, ostrzegania i zarządzania przepływem wód,
 - wzmocnienie służb technicznych, ratowniczych (poprzez rozwój, doposażenie, organizację zarządzania kryzysowego, szkolenia służb itp.).
- **Działania informacyjne, edukacyjne, badawcze (uzupełnianie luk wiedzy)**
 - udostępnianie informacji o dobrych praktykach, działaniach i postawach w zakresie ograniczania ryzyka podtopieniami i powodzią oraz potencjalnych stratach,
 - udostępnianie informacji o zagrożeniach i sposobach postępowania w okresie występowania podtopień i powodzi miejskich,
 - promocja działań na rzecz zwiększania retencji (naturalnej i sztucznej).

Zwiększenie odporności Miasta na występowanie fal zimna – priorytet ŚREDNI

Szczególnie narażeni na oddziaływanie niskich temperatur są bezdomni oraz osoby mniej zamożne, co może prowadzić także do przeciążenia systemu pomocy społecznej. Na obszarach zabudowy jednorodzinnej oraz wielorodzinnej, w szczególności obiektów powstałych w systemie budownictwa prefabrykowanego w drugiej połowie XX wieku, istotne są wysokie straty ciepła i wzrost kosztów ogrzewania mieszkań. Fale zimna oddziałują także na system transportu, w szczególności tramwajowej komunikacji publicznej (spadek komfortu podróżowania oraz awaryjność infrastruktury). W celu zwiększenia odporności Miasta na takie warunki proponuje się:

- **Ograniczanie negatywnego oddziaływania niskich temperatur**
 - dostosowanie systemu komunikacji publicznej do skutków zmian klimatu poprzez zakup nowoczesnego taboru oraz modernizację torowisk tramwajowych wraz z infrastrukturą towarzyszącą,
 - termomodernizacja budynków,
 - aktywna pomoc społeczna – przeciwdziałanie ubóstwu energetycznemu.
-

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

- **Łagodzenie skutków negatywnego oddziaływania niskich temperatur**
 - wzmocnienie systemu pomocy społecznej, zwiększanie liczby miejsc noclegowych w placówkach pomocowych, liczby wydawanych ciepłych posiłków itp.,
 - zaopatrzenie potrzebujących w ciepłe ubrania, zimowe buty itp.
- **Niwelowanie konsekwencji niskich temperatur**
 - rozwój placówek służby zdrowia,
 - realizacja programów polityki opieki zdrowotnej dla mieszkańców Krakowa,
 - aktywne działania służb miejskich (np. Straży Miejskiej udzielającej bezpośredniej pomocy osobom bezdomnym).
- **Działania informacyjne, edukacyjne, badawcze (uzupełnianie luk wiedzy)**
 - udostępnianie informacji o dobrych praktykach, działaniach i postawach w zakresie przeciwdziałania chorobom układu krążenia i układu oddechowego,
 - udostępnianie informacji o zagrożeniach i sposobach postępowania w okresie występowania niskich temperatur.

Zwiększenie odporności Miasta na występowanie temperatur przejściowych – priorytet NISKI

Negatywne oddziaływanie temperatur przejściowych w największym stopniu dotyczy sektora transportu. Gdy temperatura powietrza oscyluje w okolicach 0°C w okresach opadów lub wysokiej wilgotności, rośnie ryzyko oblodzenia torowisk, infrastruktury torowej oraz sieci trakcyjnej i energetycznej. W podsystemie drogowym dochodzi do oblodzenia nawierzchni i spowolnienia ruchu, a także uszkodzeń infrastruktury. Zdiagnozowane problemy dotyczą zarówno transportu zbiorowego, jak i indywidualnego. W celu przeciwdziałania im proponuje się:

- **Ograniczanie negatywnego oddziaływania temperatur przejściowych**
 - modernizacja istniejącej infrastruktury drogowej i tramwajowej.
 - **Łagodzenie skutków negatywnego oddziaływania temperatur przejściowych**
 - prowadzenie akcji zimowego utrzymania dróg, ciągów pieszych i rowerowych,
 - modyfikacja systemu organizacji ruchu pojazdów spalinowych w mieście poprzez jego ograniczenie w centrum (budowa obwodnic, parkingów P&R, centrów przesiadkowych),
 - rozbudowa i promocja systemu komunikacji zbiorowej (budowa i modernizacja linii tramwajowych czy rozwój kolei aglomeracyjnej).
 - **Niwelowanie konsekwencji występowania temperatur przejściowych**
 - wzmocnienie służb technicznych i ratowniczych (poprzez rozwój, doposażenie, organizację zarządzania kryzysowego, szkolenia służb itp.), systemy prognozowania i ostrzegania,
 - rozwój placówek służby zdrowia, szczególnie w zakresie leczenia urazów.
 - **Działania informacyjne, edukacyjne, badawcze (uzupełnianie luk wiedzy)**
 - udostępnianie informacji o dobrych praktykach, działaniach i postawach w zakresie technik bezpiecznej jazdy, stosowania jazdy „na suwak”, korytarzy ratunkowych itp.,
 - promowanie zrównoważonego transportu.
-

7 Działania adaptacyjne

Zwiększenie gotowości i zdolności do reagowania na skutki zmian klimatu, opisane przez wizję Miasta, cel nadrzędny Planu Adaptacji, kierunki i cele szczegółowe, wymaga działania w różnych obszarach funkcjonowania Miasta – jego organizacji, edukacji i ostrzegania mieszkańców o zagrożeniach oraz rozwiązań technicznych w przestrzeni Miasta. Plan Adaptacji zawiera działania organizacyjne, edukacyjno-informacyjne i działania techniczne.

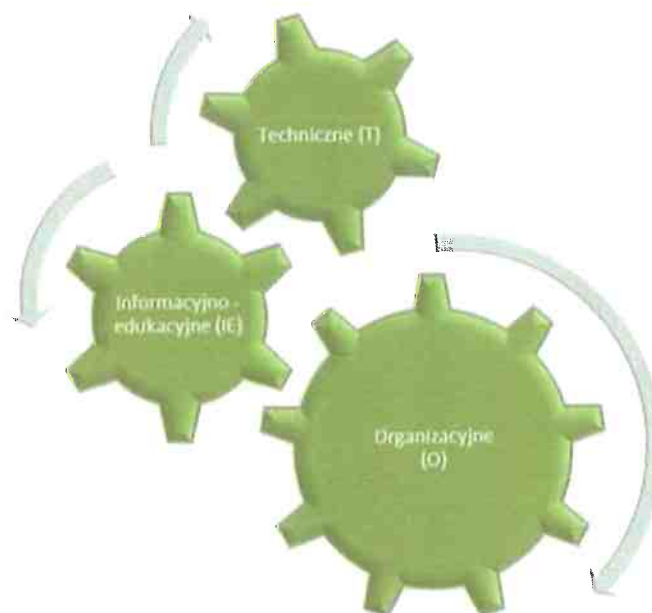


OPRACOWANIE PLANÓW ADAPTACJI DO ZMIAN KLIMATU W MIASTACH POWYŻEJ 100 TYS. MIESZKAŃCÓW

Głównym celem Planu Adaptacji jest zwiększenie odporności Miasta na przewidywane w perspektywie 2030 roku zmiany intensywności i częstości występowania zjawisk klimatycznych i ich pochodnych, poprzez podjęcie wielu działań adaptacyjnych dających efekt synergii. Działania adaptacyjne pomogą Miastu przystosować się do zmian klimatu, redukując podatność sektorów Miasta: zdrowia publicznego/grup wrażliwych, gospodarki wodnej, transportu oraz terenów zabudowy o wysokiej intensywności z uwzględnieniem terenów zieleni.

Doboru działań adaptacyjnych dokonano tak, aby każdy cel adaptacyjny był osiągnięty w optymalny sposób, uwzględniający m.in. kryteria zrównoważonego rozwoju, efektywności kosztowe oraz synergiczne oddziaływanie efektów działania w ograniczaniu również innych zagrożeń.

Zwiększenie gotowości i zdolności do reagowania na skutki zmian klimatu, opisane przez cele szczegółowe, wymaga działania w różnych obszarach funkcjonowania Miasta – jego organizacji, edukacji i ostrzegania mieszkańców o zagrożeniach oraz rozwiązań technicznych w przestrzeni Miasta.



Rysunek 4. Rodzaje działań adaptacyjnych

Działania organizacyjne dotyczą zmian w funkcjonowaniu Miasta, prawie miejscowym w zakresie np. planowania przestrzennego, organizacji przestrzeni publicznej, tworzenia wytycznych postępowania w sytuacjach wystąpienia zagrożeń klimatycznych, usprawnienia funkcjonowania służb miejskich bądź systemów ostrzegania przed zagrożeniami.

Działania informacyjno-edukacyjne są to działania wspierające, podnoszące społeczną świadomość klimatyczną i propagujące dobre praktyki adaptacyjne. Pozwalają one wzmocnić odporność miasta i jego mieszkańców poprzez odpowiednie programy edukacyjne i zintensyfikowane działania informacyjne.

Działania techniczne są to działania o charakterze inwestycyjnym, obejmujące budowę nowej lub modernizację istniejącej infrastruktury, która przyczynia się do ochrony Miasta przed negatywnymi skutkami zmian klimatu.

Zestawienie działań adaptacyjnych wybranych dla Krakowa przedstawia Tabela 11:

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

Tabela 11. Lista działań adaptacyjnych

Kod	Nazwa działania	Opis działania	Główne planowane przedsięwzięcia	Efekt realizacji	Instytucje służące odpowiedzialnie za realizację	Szacunkowy koszt wdrożenia	Horizont czasowy realizacji
MPA_4_3	Opracowanie wytycznych, analiz, koncepcji uwzględniających potrzeby adaptacji Miasta do zmian klimatu	Realizacja działań ma na celu poszerzenie wiedzy w zakresie precyzyjnej oceny wpływu zmian klimatu na Miasto w skali lokalnej. Działanie to obejmuje wykonywanie badań, analiz i opracowań naukowych, w szczególności wypełnianych zdiagnozowane luki w wiedzy, a także umożliwiającej wykorzystanie szans związanych ze zmianami klimatu. W dalszej kolejności także wykonanie koncepcji i dokumentacji technicznych dla nowych, nieplanowanych jeszcze przedsięwzięć adaptacyjnych realizujących określone cele szczegółowe Planu Adaptacji.	Realizacja planowanych przedsięwzięcia	Zwiększenie odporności Miasta na wszelkie zjawiska klimatyczne i ich pochodne.	Uczelnie wyższe, naukowe instytuty badawcze, NGO's, Gmina Miejska Kraków itp.	10 000 000 zł	2022
MPA_4_12	Edukacja mieszkańców Krakowa z zakresu adaptacji do zmian klimatu	Realizacja działań ma na celu przekazanie wiedzy i podniesienie świadomości mieszkańców Krakowa w zakresie występujących na terenie Miasta zagrożeń wynikających z ekstremalnych zjawisk meteorologicznych, funkcjonujących systemach informowania i ostrzegania mieszkańców oraz kanałach przekazywania informacji, sposobach reagowania na występujące sytuacje, możliwościach uzyskania pomocy, a także zasadach współdziałania w sytuacji wystąpienia zagrożeń.	Program profilaktyki astmy i chorób alergicznych młodzieży szkolnej Program szczepień ochronnych przeciw grypie po 65 roku życia, Program zdrowotny w zakresie prewencji i wykrywania chorób układu krążenia w populacji mieszkańców województwa małopolskiego), Organizacja przedsięwzięć promujących zdrowy styl życia i działania Miasta w zakresie polityki zdrowotnej, Opracowanie materiałów edukacyjnych i promocyjnych z zakresu profilaktyki i promocji zdrowia dla mieszkańców Miasta	Zwiększenie odporności Miasta na zjawiska związane ze skutkami zmian klimatu negatywnie oddziałujące na zdrowie ludzkie.	Urząd Miasta Krakowa, lokalne organizacje pozarządowe	108 000 zł	2022
MPA_4_16	Realizacja programów polityki zdrowotnej dla mieszkańców miasta Krakowa	Działanie polega na realizacji programów zdrowotnych i innych działań edukacyjnych polegających na przekazywaniu wiedzy na temat zmian klimatu i zagrożeń związanych z oddziaływaniem ekstremalnych zjawisk pogodowych na zdrowie ludzkie oraz możliwości ograniczenia ich negatywnych konsekwencji.	Program profilaktyki astmy i chorób alergicznych młodzieży szkolnej Program szczepień ochronnych przeciw grypie po 65 roku życia, Program zdrowotny w zakresie prewencji i wykrywania chorób układu krążenia w populacji mieszkańców województwa małopolskiego), Organizacja przedsięwzięć promujących zdrowy styl życia i działania Miasta w zakresie polityki zdrowotnej, Opracowanie materiałów edukacyjnych i promocyjnych z zakresu profilaktyki i promocji zdrowia dla mieszkańców Miasta	Zwiększenie odporności Miasta na zjawiska związane ze skutkami zmian klimatu negatywnie oddziałujące na zdrowie ludzkie.	Biuro ds. Ochrony Zdrowia	1 224 000 zł	2021
MPA_4_20.A	Rozbudowa i modernizacja systemu odwodnienia Miasta	Działania polegają na budowie kompleksowego systemu zarządzania wodami opadowymi Miasta, w szczególności obejmującego inwentaryzację istniejącej sieci, budowę modelu hydraulicznego, a na jego podstawie modernizację istniejących i budowę nowych podsystemów na obszarze Miasta. W ramach ich realizacji w miarę możliwości stosowane będą nowoczesne techniki obejmujące bieżącą zieloną infrastrukturę, rozszczącanie, retencjonowanie i ponowne wykorzystanie wód opadowych itp.	Odwodnienie terenów osiedli: Grebatów, Lubocza, Luczanowice i Kantorowice Odwodnienie rejonu os. Kosocice, Rzązka, Piaski Wielkie Odwodnienie rejonu ulic Rzepichy, Zakamycze, Głogowiec (ZIKIT: 3 800 000 zł, we współpracy z MPWiK: 2 200 000 zł) Modernizacja systemu odwodnienia Miasta na osiedlu Kabel – 12 mln (w tym: pogłębieniem rzeki Drwiny i Rowu Płaszowskiego – 8 mln) Inwestycje dla zapewnienia prawidłowych warunków odwodnienia Gminy Miejskiej Kraków poprzez infrastrukturę kanalizacyjną Odwodnienie terenów osiedli: m.in. Banycz, Rajsko, Kosocice, Soboniewice, przepompownia przy ul. Igołomskiej, Korbutowej i Domagwały RAZEM: Inwentaryzacja systemu kanalizacji opadowej wraz z systemem zarządzania, Zadania związane z realizacją "Krakowskiego programu małej retencji wód opadowych" (zadanie w realizacji, koszty planowane na lata 2018-2022: 2 500 000 zł) System prognozowania podtopień i zarządzania retencją kanałową w Krakowie - Etap I: system monitoringu, prognozowania i ostrzegania System zarządzania wodami opadowymi w kanalizacji ogólnospławnej System prognozowania podtopień i powodzi w aglomeracji krakowskiej Budowa regionalnego systemu prognozowania powodzi wraz z wdrożeniem algorytmów optymalizacji sterowania zbiornikami i polderami RAZEM: Budowa pompowni dla odwodnienia kompleksu Lesisko wraz z budową suchego zbiornika Budowa pompowni dla odwodnienia kompleksu Łęg wraz z budową suchego zbiornika Dokończenie przebudowy wałów p.powodziowych rzeki Wisły w Krakowie: Odcinek 4 - prawy wał rzeki Wisły od ujścia Skawinki do stopnia Koszuszko	Zwiększenie odporności Miasta na negatywne skutki powodzi nągłych/miejskich.	ZIKIT ZIKIT ZIKIT, MPWiK S.A. MPWiK S.A. ZIKIT ZIKIT Wydział Kształowania Środowiska MPWiK S.A. Powiat Krakowski PGW Wody Polskie - Panstwowe Gospodarstwo Wodne Wody Polskie	15 400 000 zł 14 252 082 zł 6 000 000 zł 20 000 000 zł 16 700 000 zł 38 500 000 zł 110 852 082 zł 55 000 000 zł 3 984 641 zł 7 610 000 zł 2 000 000 zł 6 000 000 zł 5 000 000 zł 79 604 641 zł 6 460 000 zł 6 460 000 zł 20 000 000 zł	2030
MPA_4_20.B	Zarządzanie wodami opadowymi w Gminie Miejskiej Kraków	Działania polegają na budowie kompleksowego systemu zarządzania wodami opadowymi Miasta, w szczególności obejmującego inwentaryzację istniejącej sieci, budowę modelu hydraulicznego, a na jego podstawie modernizację istniejących i budowę nowych podsystemów na obszarze Miasta. W ramach ich realizacji w miarę możliwości stosowane będą nowoczesne techniki obejmujące bieżącą zieloną infrastrukturę, rozszczącanie, retencjonowanie i ponowne wykorzystanie wód opadowych itp.	Odwodnienie terenów osiedli: m.in. Banycz, Rajsko, Kosocice, Soboniewice, przepompownia przy ul. Igołomskiej, Korbutowej i Domagwały RAZEM: Inwentaryzacja systemu kanalizacji opadowej wraz z systemem zarządzania, Zadania związane z realizacją "Krakowskiego programu małej retencji wód opadowych" (zadanie w realizacji, koszty planowane na lata 2018-2022: 2 500 000 zł) System prognozowania podtopień i zarządzania retencją kanałową w Krakowie - Etap I: system monitoringu, prognozowania i ostrzegania System zarządzania wodami opadowymi w kanalizacji ogólnospławnej System prognozowania podtopień i powodzi w aglomeracji krakowskiej Budowa regionalnego systemu prognozowania powodzi wraz z wdrożeniem algorytmów optymalizacji sterowania zbiornikami i polderami RAZEM: Budowa pompowni dla odwodnienia kompleksu Lesisko wraz z budową suchego zbiornika Budowa pompowni dla odwodnienia kompleksu Łęg wraz z budową suchego zbiornika Dokończenie przebudowy wałów p.powodziowych rzeki Wisły w Krakowie: Odcinek 4 - prawy wał rzeki Wisły od ujścia Skawinki do stopnia Koszuszko	Zwiększenie odporności Miasta na negatywne skutki powodzi nągłych/miejskich oraz powodzi od strony rzek (rzek)	ZIKIT ZIKIT Wydział Kształowania Środowiska MPWiK S.A. Powiat Krakowski PGW Wody Polskie - Panstwowe Gospodarstwo Wodne Wody Polskie	55 000 000 zł 3 984 641 zł 7 610 000 zł 2 000 000 zł 6 000 000 zł 5 000 000 zł 79 604 641 zł 6 460 000 zł 6 460 000 zł 20 000 000 zł	2030
MPA_4_20.C	Techniczne zabezpieczenie zagrożonych budynków i infrastruktury w strefie zagrożenia powodzią	Ze względu na intensywne zagospodarowanie doliny rzecznej nie ma innego sposobu ochrony przed powodzią przyległych terenów niż za pomocą wałów przeciwpowodziowych i innych towarzyszących im obiektów hydrotechnicznych, których realizacja jest przedmiotem proponowanego działania.	Odwodnienie terenów osiedli: m.in. Banycz, Rajsko, Kosocice, Soboniewice, przepompownia przy ul. Igołomskiej, Korbutowej i Domagwały RAZEM: Inwentaryzacja systemu kanalizacji opadowej wraz z systemem zarządzania, Zadania związane z realizacją "Krakowskiego programu małej retencji wód opadowych" (zadanie w realizacji, koszty planowane na lata 2018-2022: 2 500 000 zł) System prognozowania podtopień i zarządzania retencją kanałową w Krakowie - Etap I: system monitoringu, prognozowania i ostrzegania System zarządzania wodami opadowymi w kanalizacji ogólnospławnej System prognozowania podtopień i powodzi w aglomeracji krakowskiej Budowa regionalnego systemu prognozowania powodzi wraz z wdrożeniem algorytmów optymalizacji sterowania zbiornikami i polderami RAZEM: Budowa pompowni dla odwodnienia kompleksu Lesisko wraz z budową suchego zbiornika Budowa pompowni dla odwodnienia kompleksu Łęg wraz z budową suchego zbiornika Dokończenie przebudowy wałów p.powodziowych rzeki Wisły w Krakowie: Odcinek 4 - prawy wał rzeki Wisły od ujścia Skawinki do stopnia Koszuszko	Zwiększenie odporności Miasta na negatywne skutki powodzi od strony rzek	ZIKIT ZIKIT Wydział Kształowania Środowiska MPWiK S.A. Powiat Krakowski PGW Wody Polskie - Panstwowe Gospodarstwo Wodne Wody Polskie	55 000 000 zł 3 984 641 zł 7 610 000 zł 2 000 000 zł 6 000 000 zł 5 000 000 zł 79 604 641 zł 6 460 000 zł 6 460 000 zł 20 000 000 zł	2030

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

Kod	Nazwa działania	Opis działania	Główne planowane przedsięwzięcia	Efekt realizacji	Instytucje/służby odpowiedzialne za realizację	Szacunkowy koszt wdrożenia	Horizont czasowy realizacji
MPA_4_20.C	Techniczne zabezpieczenie zagrożonych budynków i infrastruktury w strefie zagrożenia powodzią	Ze względu na intensywne zagospodarowanie doliny rzecznej nie ma innego sposobu ochrony przed powodzią przyległych terenów niż za pomocą wałów przeciwpowodziowych i innych towarzyszących im obiektów hydrotechnicznych, których realizacja jest przedmiotem proponowanego działania.	Dokończenie przebudowy wałów p. powodziowych rzeki Wisły w Krakowie: Odcinek 1 - lewy wał rzeki Wisły od mostu Wandy do stopnia Przewóz wraz z wałami cofkowymi rzeki Dłubni, Odcinek 2 - lewy wał rzeki Wisły od stopnia Przewóz do Suchego Jaru, Odcinek 3 - prawy wał rzeki Wisły od stopnia Dąbie do stopnia Przewóz Zwiększenie zabezpieczenia powodziowego w dolinie rzeki Serafy m. Kraków, m. Wieliczka: Etap II Zbiornik Serafa 2 z zaporą w km 9+223 Etap III Zbiornik Malinówka 1 z zaporą w km 0+220 Etap IV Zbiornik Malinówka 2 z zaporą w km 2+320 Etap V Zbiornik Malinówka 3 z zaporą w km 3+017 Rozbudowa wałów przeciwpowodziowych rzeki Rudawy, wał prawy w km 1+500-10+646, wał lewy km 1+500- 9+595, 0+000- 0+920 wraz z wałami potoku Olszanickiego, wał prawy w km 0+000-0+160, wał lewy 0+000-0+180	Zwiększenie odporności Miasta na negatywne skutki powodzi od strony rzek	Państwo Gospodarstwo Wodne Wody Polskie	150 000 000 zł 55 165 000 zł 70 000 000 zł	2030
MPA_4_20.D	Modernizacja wałów przeciwpowodziowych na terenie Krakowa, budowa pompowni i stanowisk pompowych, budowa polderów powyżej Miasta (przygotowanie dokumentacji)		RAZEM:	Zwiększenie odporności Miasta na negatywne skutki powodzi rzecznych.	PGW Wody Polskie	80 000 000 zł	2030
MPA_4_21.A	Zadania związane z ograniczeniem niskiej emisji w Krakowie	Działanie polega na kontynuowaniu już wcześniej podjętych przez Miasto działań wynikających z Programu ochrony powietrza dla województwa małopolskiego, uchwały Sejmiku Województwa Małopolskiego dot. zakazu spalania paliw stałych na terenie Miasta (od września 2019 roku).	Program Ograniczania Niskiej Emisji dla miasta Krakowa Zadania związane z ograniczeniem niskiej emisji – zmiana systemu ogrzewania na proekologiczne oraz podłączenie c.w.u. Zadania związane z ograniczeniem niskiej emisji w Krakowie – instalacja kolektorów słonecznych i pomp ciepła Zintegrowany system zarządzania jakością powietrza Program Termomodernizacji budynków jednorodzinnych dla miasta Krakowa	Zapobieganie występowaniu sytuacji wysokich stężeń zanieczyszczenia oraz smogu.	Wydział ds. Jakości Powietrza	91 163 855 zł 62 229 103 zł 5 000 000 zł 5 000 000 zł 23 000 000 zł 186 392 958 zł	2022
MPA_4_21.B	Starania o rozszerzenie zakazu spalania paliw stałych na cały obszar metropolitalny	Działanie ma na celu zakaz stosowania w kotłach, piecach i kominkach paliw stałych nie tylko w granicach administracyjnych miasta Krakowa, ale na całym obszarze metropolitalnym.	RAZEM:	Zapobieganie występowaniu sytuacji wysokich stężeń zanieczyszczenia oraz smogu.	Sejmik Województwa Powiat Krakowski, Wydział ds. Jakości Powietrza	200 000 000 zł	2024
MPA_4_21.C	Instalacja promienników ciepła.	Działanie polega na stosowaniu w miejscach publicznych (np. na przystankach komunikacyjnych) ekologicznych promienników ciepła zamiast tradycyjnych koksowników. Są to urządzenia, które ze względu na swoją konstrukcję przeznaczone są do przetwarzania możliwie dużej ilości dostarczonej do nich energii (prąd elektryczny, gaz) w ciepło, które jest z kolei oddawane przez powierzchnię promieniowania.	Budowa zintegrowanego węzła przesiadkowego wraz z parkingiem P&R Bronowice oraz terminalem autobusowym Budowa przystanku kolejowego SKA "Kraków Prądnik Czerwony" wraz z budową parkingu typu Park&Ride Budowa i rozbudowa głównych węzłów przesiadkowych, w tym: Krakowskie Centrum Komunikacyjne, Grzegorzki, Bronowice, Swoszowice/Borek Fałęcki, Bonatka, os. Piastów Budowa parkingów parkuj i jeżdź (P&R) do 2020 roku (Olszanica, Mydlniki-Włapiennik, Krowodrza Górka, Górka Narodowa, Nowy Piasezów, Złocień, Sanktuarium) Budowa parkingów parkuj i jeżdź (P&R) do 2030 roku (Księża Józefa, Wzgórza Krzesławickie, Włocła, Malborska, Opalkowice)	Zapobieganie występowaniu sytuacji wysokich stężeń zanieczyszczenia oraz smogu.	ZIKIT	100 000 zł	2025
MPA_4_22.A	Modyfikacja systemu organizacji ruchu pojazdów spalających w mieście	Konieczność modyfikacji systemu organizacji ruchu pojazdów spalających w mieście wynika z głównych kierunków rozwoju drogowego w kierunku możliwości rozwoju infrastruktury drogowej w silnie zagospodarowanym centrum Miasta oraz negatywnymi konsekwencjami wzmożonego ruchu samochodowego dla innych użytkowników Miasta (zanieczyszczenie powietrza, hałas, deficyt miejsc parkingowych i korki). Ograniczenie negatywnych następstw niekontrolowanego rozwoju motoryzacji indywidualnej osiągnąć można poprzez zapewnienie odpowiedniego poziomu mobilności społeczeństwa oraz poprzez działania techniczne oraz organizacyjne.	RAZEM:	Zwiększenie odporności sektora transportu miejskiego (zbiorowego i indywidualnego, drogowego i szynowego) na negatywne skutki zjawisk pogodowych i ich pochodnych powodujących utrudnienia w ruchu, a także ograniczenie wpływu transportu na zanieczyszczenie powietrza.	Miejska Infrastruktura Wydział Gospodarki Komunalnej, ZIKIT ZIKIT ZIKIT Miejska Infrastruktura Sp. z o.o.	22 123 090 zł 18 367 200 zł 510 000 000 zł 24 000 000 zł 18 000 000 zł 592 490 290 zł	2030

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

Kod	Nazwa działania	Opis działania	Główne planowane przedsięwzięcia	Efekt realizacji	Instytucje/instytucje odpowiedzialne za realizację	Szacunkowy koszt wydziałania	Horizont czasowy realizacji
MPA_4_22.B	Promocja elektroniczności w mieście Krakowie	Działanie polega na podejmowaniu inicjatyw mających na celu rozpowszechnienie wykorzystania samochodów elektrycznych przez użytkowników indywidualnych, instytucjonalnych, czy podmioty gospodarcze.		Zapobieganie występowaniu sytuacji wysokich stężeń zanieczyszczenia oraz smogu.	ZIKIT/Wydział Gospodarki Komunalnej	200 000 zł	2022
MPA_4_24.A	Budowa, przebudowa i modernizacja systemu wodociągowego w Krakowie	Działanie polega na zwiększeniu niezawodności systemu wodociągowego poprzez modernizację stacji uzdatniania wody, w tym modernizację i uruchomienie nowych ujęć (zapewnienie wystarczających źródeł zaopatrzenia), rozbudowę sieci dystrybucyjnej, a w szczególności magistral domykających piersienionowe, dwustronne zasilenie obszarów, a także innych, nie wymienionych, w miarę polowania się potrzeb i możliwości.	Magistrale: Krzemionki-Mistrzejowice; ul. Wodociągowa; do zbiornika Libertów, Al. Solidarności Modernizacja infrastruktury wodociągowej Przebudowa i modernizacja ZUW Raba, Rudawa, Dłubnia i Bielany RAZEM:	Zwiększenie odporności Miasta na występowanie awarii sieci wodociągowej, występujących niedoborów wody, ze względu na występowanie niekorzystnych temperatur.	MPWiK S.A.	21 100 000 zł 36 468 000 zł 43 045 000 zł 100 613 000 zł	2022
MPA_4_24.B	Zarządzanie siecią wodociągową i kanalizacyjną	Poza działaniami technicznymi i organizacyjnymi prowadzonymi w ramach dotychczasowej eksploatacji systemu zaopatrzenia w wodę, w tym zmieniających się warunkach klimatycznych i włączając rozrastającym się miastem niezwykle istotne są także prace badawcze i wyrożeńiowe. Wdrażanie nowoczesnych technologii i rozwiązań pozwoli zwiększyć bezpieczeństwo zaopatrzenia mieszkańców/ użytkowników Miasta w wodę.	Inteligentny system zarządzania siecią wodociągową i kanalizacyjną System aktywnej kontroli przecieków i opomiarowanie stref sieci DWA Budowa pilotazowych stacji uzdatniania wody - ZUW Bielany (zasilenie z rz. Wisły) Prewencyjne zarządzanie ryzykiem dla systemu zaopatrzenia w wodę RAZEM:	Zwiększenie odporności Miasta na występowanie niedoborów wody, awarii sieci itp. ze względu na występowanie niekorzystnych temperatur.	MPWiK S.A.	8 608 000 zł 2 300 000 zł 2 750 000 zł 550 000 zł 14 208 000 zł	2022
MPA_4_25	Zabezpieczenie prawne terenów poprzez wykup i pozostawienie w zasobach Gminy gruntów pod zielenią miejską i cenny przyrodniczo	Działania polegają na zabezpieczeniu systemu przewietrzania Miasta (którego częścią są także obszary regeneracji świeżego/czystego powietrza), ograniczenia budowy na terenach zalewowych oraz ograniczenia obszaru powierzchni uszczelniania przestronnego (sukup i nmpz), - ustalenia dotyczące sposobów zagospodarowania terenów tworzących taki system, - w szczególnych przypadkach także pozyskanie terenów do zasobu Gminy Miejskiej Kraków.	Zwiększenie odporności Miasta na występowanie ekstremalnych zjawisk pogodowych związanych z wysokimi temperaturami i zanieczyszczeniem powietrza poprzez m.in.: - Niwelowanie temperatur ekstremalnych; ograniczenie dyskomfortu termicznego w okresie fal upałów. - Zmniejszenie uciążliwości związanych z zanieczyszczeniem powietrza; w okresie jesienno-zimowym ograniczenie występowania inwersji termicznych (ich częstotliwości i mierzalności) i tym samym koncentracji zanieczyszczeń i trwałości zjawiska gołębici. - ograniczenie budowy na terenach zalewowych, - ograniczenie obszaru powierzchni uszczelnionych.	Wydział Skarbu Miasta	360 000 000 zł	2030	
MPA_4_29	Opracowanie miejscowych planów zagospodarowania przestrzennego z uwzględnieniem zasad zrównoważonego rozwoju i konieczności adaptacji Miasta do zmian klimatu.				Biurowiska planowania przestrzennego	24 000 000 zł	2030
MPA_4_31.A	Zapewnienie komfortu termicznego oraz poprawa jakości usług zdrowotnych mieszkańców	Założeniem działania jest przeprowadzenie głębokiej termomodernizacji oraz termorenowacji energetycznej budynków na terenie miasta Krakowa, celem zwiększenia ich odporności na skutki długotrwałych fal upałów oraz fal zimna. Działania te przyczynią się do racjonalizacji zużycia i wytworzenia energii w budynkach objętych projektem. Zwiększy się też komfort użytkowników Miasta. W Krakowie proces termomodernizacji budynków jest już realizowany, jednak w dalszym ciągu w tym zakresie są duże potrzeby.	a) Termomodernizacja Szpitala Specjalistycznego im. Stefana Żermskiego SP ZOZ w Krakowie b) Przebudowa i termomodernizacja Zakładu Opiekuńczo-Leczniczego w Krakowie c) Termomodernizacja budynków użyteczności publicznej przeznaczonych na realizowanie świadczeń zdrowotnych w Krakowie d) Termomodernizacja budynków, w których realizowane są zadania pomocy społecznej RAZEM:	Zwiększenie odporności Miasta na negatywne zjawiska związane ze skrajną temperaturą powietrza (wysoką i niską) w sektorze zdrowie publiczne.	Biurowisko ds. Ochrony Zdrowia Zarząd Budynków Komunalnych Miejski Ośrodek Pomocy Społecznej	39 397 181 zł 35 985 253 zł 20 267 191 zł 23 366 996 zł 119 016 621 zł	2020
MPA_4_31.B	Budowa systemu rozwiązań dla zapewnienia komfortu termicznego użytkowników budynków oświatowych	Założeniem działania jest przeprowadzenie głębokiej termomodernizacji oraz termorenowacji energetycznej budynków na terenie miasta Krakowa, celem zwiększenia ich odporności na skutki długotrwałych fal upałów oraz fal zimna. Działania te przyczynią się do racjonalizacji zużycia i wytworzenia energii w budynkach objętych projektem. Zwiększy się też komfort użytkowników Miasta. W Krakowie proces termomodernizacji budynków jest już realizowany, jednak w dalszym ciągu w tym zakresie są duże potrzeby.	Termomodernizacja obiektów oświatowych (lata realizacji 2012-2020) Termomodernizacja budynków Oświatowych w Gminie Miejskiej Kraków - ZIT (lata realizacji 2015-2019) RAZEM:	Zwiększenie odporności Miasta na negatywne zjawiska związane ze skrajną temperaturą powietrza (wysoką i niską) w sektorze zdrowie publiczne.	Miejskie Centrum Obsługi Oświaty Zarząd Infrastruktury Sportowej	68 030 959 zł 23 444 789 zł 574 949 zł 92 050 697 zł	2020
MPA_4_31.C	Zapewnienie komfortu termicznego mieszkańców poprzez termomodernizację oraz stosowanie jasnych elewacji budynków.	Jasne kolory elewacji odbijają promienie słoneczne, a tym samym chronią budynki przed nadmiernym nagrzewaniem się. Podnosi to komfort termiczny użytkowników i obniża koszty stosowania klimatyzatorów.		Zwiększenie komfortu termicznego mieszkańców podczas fal upałów.	Zarządy budynków	150 000 000 zł	2030

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

Kod	Nazwa działania	Opis działania	Główne planowane przedsięwzięcia	Efekt realizacji	Instytucje służby odpowiedzialne za realizację	Szacunkowy koszt wyłożenia	Horizont czasowy realizacji
MPA_4_31.D	Rozwój sieci jądrowej, noclegowej i ogrzewalnej dla osób bezdomnych i potrzebujących,	Działanie polega na rozwoju inicjatyw polegających na zapewnieniu schronienia, odzieży, ciepłego posiłku oraz przeciwdziałaniu zamarznięciu i zranieniu osób przebywających w przestrzeni publicznej.		Zwiększenie odporności Miasta na wszelkie zjawiska związane z zmianami klimatu – w szczególności w kontekście grupy wrażliwej „osoby bezdomne”.	Miejski Ośrodek Pomocy Społecznej	2 500 000 zł	2026
MPA_4_34.A	Rozbudowa dróg rowerowych i ciągów pieszych	Konieczność modyfikacji systemu organizacji ruchu w mieście wynika w głównej mierze z braku dalszych możliwości rozwoju infrastruktury drogowej w silnie zagospodarowanym centrum Miasta oraz negatywnymi konsekwencjami wzmożonego ruchu samochodowego dla innych użytkowników Miasta (zanieczyszczenie powietrza, hałas, deficyt miejsc parkingowych i korki). Ograniczenie niedostępnego następstw niekontrolowanego rozwoju motoryzacji indywidualnej osiągnąć można poprzez zapewnienie odpowiedniego poziomu mobilności społeczeństwa, m.in. rozwijając infrastrukturę rowerową.	Budowa ścieżek rowerowych Budowa ciągu pieszo-rowerowego łączącego ul. Zbrojarny z ul. Ruczaj Budowa kładki pieszo-rowerowej "Kazimierz-Ludwinów" Budowa pozostałych zaplanowanych dróg dla rowerów w Krakowie	Zapobieganie występowaniu sytuacji wysokich stężeń zanieczyszczenia oraz smogu.	ZIKIT Zarząd Inwestycji Miejskich ZIKIT	31 724 706 zł 160 850 zł 45 550 000 zł 125 000 000 zł	2020
MPA_4_34.B	Budowa ciągów pieszych o nawierzchniach szorstkich	Działanie polega na stosowaniu nawierzchni szorstkich w ciągach pieszych oraz ścieżkach pieszo-rowerowych. Odpowiednia szorstkość nawierzchni wpływa na jej odporność na poślizg. Odpowiednia szorstkość decyduje również o skutecznym hamowaniu i pokonywaniu zakrętów przez rowerzystów. Dla pieszych, szczególnie w warunkach, gdy nawierzchnia jest mokra i oblodzona, ważne jest zapewnienie cech przeciwoślizgowych.	RAZEM:	Zwiększenie odporności Miasta na zjawiska klimatyczne związane z występowaniem niskich temperatur powietrza oraz temperatur przejściowych (np. gwałtowne).	Zarząd Zieleni Miejskiej, ZIKIT	202 435 556 zł	2025
MPA_4_34.C	Stosowanie przepuszczalnych nawierzchni w ciągach pieszo-rowerowych, boiskach i placach zabaw oraz na terenie parków rzecznych.	Działanie polega na stosowaniu tam gdzie jest możliwe nawierzchni przepuszczalnych. Pozwalają one na utrzymanie odpowiedniego poziomu wody w gruncie. Woda ta jest następnie wykorzystywana przez rośliny i oddawana do atmosfery w postaci pary wodnej. W sytuacji, gdy powstaje coraz więcej sztywnych zabetonowanych powierzchni, zaburzeniu ulega naturalny proces wnikania wody w podłoże. Zamiast zostać zgromadzona w podłożu, spływa do kanalizacji, a stamtąd do rzeki.		Zwiększenie odporności Miasta na występowanie zjawisk klimatycznych związanych z wysokimi temperaturami oraz niedoborami wody.	ZIKIT, Zarząd Zieleni Miejskiej, Zarząd Infrastruktury Sportowej	3 000 000 zł	2028
MPA_4_35.A	Budowa i rozwój parków jako systemu bieżąco-zielonej infrastruktury	W celu minimalizacji ryzyka związanego głównie z wysokimi temperaturami, ale również występowaniem deszczy nawalnych i powodzi naglej/miejskich, zaleca się wprowadzanie w tkankę miejską Zielono-błękitnej infrastruktury (ZBI). Przykładowymi rozwiązaniami mogą być parki kieszonkowe, zielone podwórka, zielone ściany i dachy oraz ogrody deszczowe. Poprzez zielono-błękitną infrastrukturę należy też rozumieć większe obszary rekreacyjne, parki, wodne place zabaw itp. Tworzenie ZBI powinno być powiązane także z prowadzeniem działań edukacyjno-informacyjnych, które przyniosą tematykę oraz przedstawiają korzyści związane z zastosowaniem tego typu infrastruktury.	Budowa Bulwarów Białychy na terenie Dzielnicy III Park Zakrzówek Budowa parku Wilgi Utworzenie parków rzecznych, w tym na odcinkach rzek: Wisły, Drwinki, Dłubni, Wilgi, Sudół Dominikański, Białychy Budowa parku Dębickiego - część C Budowa parku sensorycznego z punktem widokowym między osiedlami Tysiąclecia i Oświecenia Przebudowa Parku Sportowego przy Krakowskim Szkolnym Ośrodku Sportowym al. Powstania Warszawskiego 6 Zagospodarowanie Parku Duchackiego Dolina rzeki Sudół Dominikański - projekt ochrony zieleni i połączenia Parku Złotego Wieku z Parkiem Reduta Park przy ul. Radzikowskiego (parking dawnego motelu Krak) Budowa "Zielonego ogrodu" przy ul. Zakrzowieckiej Zagospodarowanie terenu zieleni publicznej na działce nr 752/6 obr. 22 Śródmieście Zagospodarowanie wód opadowych z Tauron Arena w ramach rewitalizacji Parku Lotników Polskich	Zwiększenie odporności Miasta na zjawiska związane z wysoką temperaturą powietrza (fale upałów, temperatura maksymalna, MWC), ekstremalnych opadów (deszcze nawalne, powodzie naglej/miejskie) poprzez wzrost udziału terenów zielonych na obszarach zagospodarowanych.	Zarząd Zieleni Miejskiej	1 320 000 zł 11 434 100 zł 4 154 000 zł 333 000 000 zł 634 000 zł 2 250 000 zł 4 500 000 zł 4 777 926 zł 1 600 000 zł 4 072 000 zł 220 000 zł 140 000 zł 2 500 000 zł	2030
MPA_4_35.B	Realizacja Powiatowego programu zwiększania lesistości miasta Krakowa na lata 2018-2040	W celu minimalizacji ryzyka związanego głównie z wysokimi temperaturami, ale również występowaniem deszczy nawalnych i powodzi naglej/miejskich, zaleca się wprowadzanie w tkankę miejską Zielono-błękitnej infrastruktury (ZBI). W tym zakresie, które w największym stopniu przyczyniają się do poprawy warunków życia w mieście: poprawy mikroklimatu, ograniczenia zanieczyszczenia powietrza, łagodzenia wahań temperatury czy ochrony przed wiatrem (w tym powstrzymaniu roznoszenia pyłów). Obszary lesne przyczyniają się do gromadzenia wilgotności w powietrzu i glebie, zwiększają obieg wody w przyrodzie. Zatrzymanie dużej ilości wód opadowych (opóźnienie odpływu) na terenach leśnych przeciwdziała występowaniu powodziom naglej/miejskim w wyniku deszczy nawalnych. Główne planowane przedsięwzięcia to realizacja Powiatowego programu zwiększania lesistości miasta Krakowa na lata 2018-2040; Etap I (2018-2022); Etap II (2022-2028).	RAZEM:	Zwiększenie odporności Miasta na zjawiska związane z wysoką temperaturą powietrza (fale upałów, temperatura maksymalna), ekstremalnych opadów (deszcze nawalne, powodzie naglej/miejskie) oraz zapobieganie występowaniu sytuacji wysokich stężeń zanieczyszczenia oraz smogu.	Zarząd Zieleni Miejskiej, Wydział Skarbu Miasta	370 602 026 zł 495 750 000 zł	2028

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

Kod	Nazwa działania	Opis działania	Główne planowane przedsięwzięcia	Efekt realizacji	Institucje/usługi odpowiedzialne za realizację	Szacunkowy koszt wyodrębnienia	Horizont czasowy realizacji
MPA_4_35.C	Zwiększenie dostępności do wody na obszarze Miasta	Działanie polega na zwiększeniu dostępności do wody na obszarze Miasta (fontanny, sadzawki, polejka dla zwierząt oraz kurtyny wodne, pitniki, wodne place zabaw. Budowa kąpielisk wodnych oraz basenów otwartych oraz basenów dla dzieci. Dzięki ładnemu wzornictwu, miejskie sadzawki, fontanny czy polejka stanowią element małej architektury ulicznej, śląc się symbolem Miasta. Wodne place zabaw oraz odkryte baseny rekreacyjne zapewniają dzieciom i dorosłym zabawę i ochłodę w upalne dni.	Główne planowane przedsięwzięcia	Zmniejszenie uciążliwości zjawisk klimatycznych związanych z wysoką temperaturą powietrza oraz okresami bezopadowymi z wysoką temperaturą potęgowanych miejską wyspą ciepła.	Zarząd Infrastruktury Sportowej MPWiK S.A.	110 000 000 zł	2028
MPA_4_35.D	Zagwarantowanie zasobów oraz rozwój infrastruktury błękitno-zielonej	Działanie polega na zagwarantowaniu zasobów dla infrastruktury błękitno-zielonej (gromadzenie wód deszczowych) oraz rozwoju błękitnej infrastruktury, jako samodzielnych obiektów, a także w formie małej i mikroretencji oraz opóźnienia odpływu (np. odpowiednie rozwiązania techniczne w ciągach komunikacyjnych). Woda deszczowa zgromadzona w zbiornikach retencyjnych, czy przekazana do głębszych warstw gleby w procesie infiltracji nawadnia miejską roślinność. Obniża w ten sposób koszty jej utrzymania. Dodatkowo, odpowiednio dobrane rośliny, posadzone w zbiornikach lub na ich brzegach pomagają pochłoniąć wodę deszczową – zatrzymują metale ciężkie, ułatwiają sedimentację, czyli osadzanie się zanieczyszczeń na dnie (warto więc zakładać deszczogródki).	Główne planowane przedsięwzięcia	Zwiększenie odporności Miasta na występowanie zjawisk klimatycznych związanych z wysokimi temperaturami (fale upałów potęgowane MMC) oraz niedoborami wody.	Zarząd Zieleni Miejskiej, ZIKIT	11 000 000 zł	2028
MPA_4_35.E	Rozwój mniejszych form zielonej infrastruktury	Działanie polega na rozwoju mniejszych form zielonej infrastruktury - zielone dachy, ściany, przystanki i torowiska, pnącza na ekranach akustycznych, parki kieszonkowe i ogrody deszczowe. Także zazielenienie podwojek wewnętrznych w Starym Mieście i zwrotnej zabudowie śródmiejskiej oraz zwiększenie zacielenia placów zabaw, boisk itp. Pokryte roślinnością ściany domów, trawiaste torowiska, zieleni na dachach czy miejskie stawy nie tylko poprawiają estetykę i jakość życia w miastach, ale są również odpowiedzią na zmiany klimatu. Zielona infrastruktura może być wprowadzana na obszarach przeznaczonych pod zieleni miejską – w formie ogrodów i parków miejskich, jako zieleni przyuliczna, towarzysząca terenom rekreacyjnym, występująca na terenie szkół i na innych obszarach. Charakterystyczną cechą zielonej infrastruktury jest to, że zagospodarowuje ona również inne, nietypowe z punktu widzenia tradycyjnych założeń kształtowania zieleni miejskiej, powierzone spotykane w miastach, jak np. dachy i pionowe powierzchnie budynków a także filary mostów, wiaduktów, ekrany przyuliczne, szyby wentylacyjne, torowiska (tworząc tzw. "zielone torowiska"), nieużywane krance betonowych zabezpieczeń nadbrzeży, wiaty przystankowe, nieużywane szyby kolejowe i inne. Zielona infrastruktura, jest również stosowana w rekultywacji obszarów zdegradowanych, również poprzemysłowo.	Główne planowane przedsięwzięcia	Zwiększenie odporności Miasta na zjawiska związane z wysoką temperaturą powietrza (fale upałów, temperatura maksymalna, MMC), ekstremalnych opadów (deszcze nawalne, powodzie naglejmiejskie) poprzez wzrost udziału terenów zielonych na obszarach zagospodarowanych.	Zarząd Zieleni Miejskiej, ZIKIT	8 000 000 zł	2030
MPA_4_37.A	Dostosowanie systemu komunikacji publicznej do skutków zmian klimatu	Atrakcyjny dla mieszkańców system komunikacji publicznej to przede wszystkim dobra organizacja (układ linii), szybki przejazd, czy nowoczesny tabor. Miasto Kraków wciąż ma duży potencjał w zakresie rozwoju sieci tramwajowej, jako najekologiczniejszego oraz najefektywniejszego (przy wydzielonych torowiskach) środka transportu w Mieście. W kontekście wykorzystywanego taboru istotne jest zarówno zapewnienie komfortu podróży (wentylacja i klimatyzacja latem, ogrzewanie zimą), niezawodności (niska awaryjność), jak i ograniczenia wpływu transportu publicznego na klimat (niskoemisyjność). Nie bez znaczenia są również warunki korzystania - dojścia do przystanków, odpowiednia ilość miejsc do odesadzenia, zadane i zacięte wiaty przystankowe.	Budowa wiat przystankowych na terenie miasta Krakowa Wymiana taboru autobusowego i tramwajowego na nowoczesny, niskoemisyjny, klimatyzowany Rozbudowa węzła "Mistrzejowice" wraz z linią tramwajową KST "Stella-Sawickiego" Budowa linii tramwajowej KST, etap IV (ul. Meissnera - Mistrzejowice) Budowa linii tramwajowej KST, etap III (os. Krowodrza Górka - Górka Narodowa) wraz z budową dwupojazdowego skrzyżowania w ciągu ul. Opolskiej Budowa linii tramwajowej KST (os. Krowodrza Górka - Azory) Modernizacja torowisk tramwajowych wraz z infrastrukturą towarzyszącą	Zwiększenie odporności sektora transportu miejskiego na negatywne skutki zjawisk pogodowych i ich pochodnych powodujących utrudnienia w ruchu drogowym (temperatury przejściowe i deszcze nawalne), a także ograniczenie wpływu transportu na zmiany klimatu poprzez redukcję emisji zanieczyszczeń i promocję transportu zbiorowego	ZIKIT, Zarząd Zieleni Miejskiej MPK S.A. w Krakowie, Mobilis Sp. z o.o. Zarząd Inwestycji Miejskich ZIKIT Zarząd Inwestycji Miejskich ZIKIT	554 750 340 zł 1 414 520 000 zł 358 600 000 zł 426 559 839 zł 409 559 839 zł 93 852 940 zł 214 923 810 zł 3 472 766 768 zł	2026
MPA_4_37.B	Szybka Kolej Aglomeracyjna	Działanie zakłada ukończenie Szybkiej Kolei Aglomeracyjnej (SKA) na terenie Miasta, w tym budowę przystanków kolejowych, m.in.: Żabinek, Prądnicka, os. Piasłów, Prądnik Biały, Lubocza, Złocień, Grębatów, Jagiełły, Kliny, Opatkowice	RAZEM:	Ograniczenie wpływu transportu na zmiany klimatu poprzez redukcję emisji zanieczyszczeń i promocję transportu zbiorowego	Województwo Małopolskie, PKP PLK S.A., ZIKIT	868 000 000	2030
MPA_4_38	Zwiększenie udziału powierzchni biologicznie czynnych poprzez ograniczenie powierzchni nieprzeznaczalnych w mieście lub ich rozszczelnienie.	W związku z nasilającym się zjawiskiem miejskiej wyspy ciepła zalecane jest zachowywanie w mieście niezabudowanych przestrzeni, a tam gdzie już jest przewidziana zabudowa zadbanie o obecność roślinności, w tym rozszczelnienie nieużytkowanych powierzchni.		Zwiększenie odporności Miasta na występowanie zjawisk klimatycznych związanych z wysokimi temperaturami oraz zapobieganie występowaniu sytuacji wysokich sżeń zanieczyszczenia oraz smogu.	Zarząd Zieleni Miejskiej	20 000 000 zł	2025

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

Kod	Nazwa działania	Opis działania	Główne planowane przedsięwzięcia	Efekt realizacji	Instytucje służby odpowiedzialne za realizację	Szacunkowy koszt wdrożenia	Horizont czasowy realizacji
MPA_4_39	Wzmocnienie służb ratowniczych z uwzględnieniem zmian klimatycznych	Wzmocnienie służb ratowniczych powinno mieć na celu wsparcie jednostek odpowiedzialnych za reagowanie kryzysowe. Powinno uruchomić niezbędne siły oraz środki, uczestniczące w realizacji planowanych przedsięwzięć na wypadek sytuacji kryzysowych wywołanych zjawiskami pogodowymi. Działanie to powinno mieć wpływ na wzmocnienie potencjału służb ratowniczych m.in. modernizację i zakup nowoczesnego sprzętu, aparatury, niezbędnych do przeciwdziałania i usuwania skutków klęsk żywiołowych.	<p>Aktualizacja Programu Bezpieczny Kraków (uwzględnienie zagrożeń klimatycznych)</p> <p>Budowa Centrum Bezpieczeństwa i Monitoringu Miasta</p> <p>RAZEM:</p>	Zwiększenie odporności Miasta na wszelkie zjawiska związane ze zmianami klimatu - szybsza i skuteczniejsza reakcja wszystkich służb odpowiedzialnych za reagowanie w chwili zagrożenia pozwoli na ograniczenie strat wynikających ze skutków wystąpienia zjawisk ekstremalnych.	Wydział Bezpieczeństwa i Zarządzania Kryzysowego	<p>2 000 000 zł</p> <p>65 000 000 zł</p> <p>67 000 000 zł</p>	2022



8 Wdrażanie Planu Adaptacji

Plan Adaptacji jest narzędziem innowacyjnego i kreatywnego kształtowania miejskiej polityki, ukierunkowanej na podnoszenie odporności Miasta na zachodzące zmiany w środowisku, w tym w ramach klimatu.

Za wdrażanie Planu Adaptacji odpowiadać będzie samorząd gminny we współpracy z interesariuszami zewnętrznymi, zarówno zinstytucjonalizowanymi, jak i indywidualnymi. Skuteczne wdrażanie Planu wymagać będzie zaprojektowania lub dostosowania istniejących już mechanizmów i obowiązujących rozwiązań do wymogów implementacyjnych Planu Adaptacji. Oznacza to, iż podstawą modyfikacji mogą stać się kryteria normatywne, określające funkcjonowanie Miasta jako wspólnoty samorządowej, jak i struktury samego urzędu. Ponadto wskazane jest rozwinięcie sieci współpracy zarówno z mieszkańcami Miasta, jak i z podmiotami uczestniczącymi w kreowaniu bieżącej polityki miejskiej w obszarze ochrony środowiska (przedsiębiorcy, organizacje społeczne, samorządy pracownicze, struktury branżowe). W przypadku zaangażowania uczestników zewnętrznych możliwość realizowania Planu Adaptacji będzie przejawem budowania społeczeństwa obywatelskiego na poziomie mikro.

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

Podmioty wdrażające

Wdrażanie Planu Adaptacji jest procesem wymagającym zaangażowania wielu podmiotów zarządzających Miastem oraz działających w Mieście.

Do wdrożenia Planu Adaptacji wykorzystane zostaną istniejące ramy instytucjonalne realizacji polityki rozwoju Miasta, a koordynacja nad realizacją planu działań adaptacyjnych powierzona zostanie Komitetowi Sterującemu pod przewodnictwem Zastępcy Prezydenta, z udziałem przedstawicieli wydziałów i jednostek miejskich. Dodatkowo wyznaczony zostanie także Zespół wdrażający zapisy Planu Adaptacji, do zadań którego należy będzie:

- koordynacja i monitorowanie,
- inspirowanie działań,
- tworzenie katalogu dobrych praktyk,
- współpraca na poziomie regionalnym, krajowym i międzynarodowym.

Ze względu na horyzontalny charakter adaptacji wdrażanie Planu Adaptacji odbywać się będzie poprzez komunikację i kooperację między zaangażowanymi podmiotami, według poniższego schematu:



Rysunek 5. Schemat wdrażania Planu Adaptacji

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

Wśród kluczowych podmiotów zaangażowanych w realizację Planu Adaptacji należy wymienić Urząd Miasta Krakowa, reprezentowany przez przedstawicieli wydziałów:

- Biuro ds. Ochrony Zdrowia,
- Biuro Planowania Przestrzennego,
- Wydział Architektury i Urbanistyki
- Wydział Bezpieczeństwa i Zarządzania Kryzysowego,
- Wydział ds. Jakości Powietrza,
- Wydział Gospodarki Komunalnej,
- Wydział Kształtowania Środowiska,
- Wydział Skarbu Miasta.

Pozostałe miejskie podmioty (miejskie jednostki organizacyjne oraz spółki miejskie), zaangażowane w realizację Planu Adaptacji, to:

- Miejska Infrastruktura Sp. z o.o.,
- Miejski Ośrodek Pomocy Społecznej,
- Miejskie Centrum Obsługi Oświaty,
- MPK S.A. w Krakowie,
- MPWiK S.A.,
- Zarząd Budynków Komunalnych,
- Zarząd Infrastruktury Komunalnej i Transportu,
- Zarząd Infrastruktury Sportowej,
- Zarząd Inwestycji Miejskich,
- Zarząd Zieleni Miejskiej.

Realizacja Planu Adaptacji wymagać będzie także zaangażowania podmiotów zewnętrznych. Ich przedstawiciele powinni brać udział w pracach Zespołu wdrażającego w UMK, a w razie potrzeby także w posiedzeniach Komitetu Sterującego.:

- Mobilis Sp. z o.o.
- Państwowe Gospodarstwo Wodne Wody Polskie
- PKP PLK S.A.
- Powiat krakowski
- Województwo małopolskie,
- Zarządcy budynków, wspólnoty i spółdzielnie mieszkaniowe.

Wdrożenie Planu Adaptacji wymaga udziału mieszkańców Miasta Krakowa oraz organizacji społecznych, w szczególności działających na rzecz ochrony środowiska oraz wykluczonych grup społecznych. Należy także oczekiwać włączenia w realizację Planu środowiska naukowego i przedsiębiorców – uwzględnienie ryzyka związanego ze zmianami klimatu w rozwoju badań naukowych oraz w planowaniu strategicznym i finansowym w przedsiębiorstwach może stymulować nowe technologie w adaptacji i przyczynić się do lepszego wdrożenia Planu Adaptacji.

8.1 KOSZTY WDROŻENIA PLANU ADAPTACJI

Plan Adaptacji wyznacza ramy dla polityki adaptacyjnej Miasta Krakowa, której koszty – odnoszące się do osiągnięcia celu nadrzędnego Planu Adaptacji, jakim jest poprawa odporności Miasta na zmiany klimatu – są trudne do oszacowania. Niektóre z działań są dostatecznie sprecyzowane dla oszacowania kosztów ich wdrożenia, dla niektórych natomiast koszty powinny być wskazane po określeniu zakresu planowanych prac. Dotyczy to w szczególności działań technicznych, które ważą na kosztach wdrażania Planu Adaptacji.

Szacunkowy koszt wdrożenia Planu Adaptacji dla Krakowa wynosi około 8 mld zł w perspektywie do 2030 roku. Powyższe koszty wdrożenia przyniosą 25,9 mld zł szacunkowych korzyści społecznych i środowiskowych.

W przypadku działań, których zakres inwestycji wymaga uszczegółowienia, w szacunkach uwzględniono wieloletnie prognozy finansowe budżetu Miasta, szacunki z opracowań koncepcyjnych, czy analogię do podobnych przedsięwzięć zrealizowanych wcześniej. Na kwotę tę składają się środki

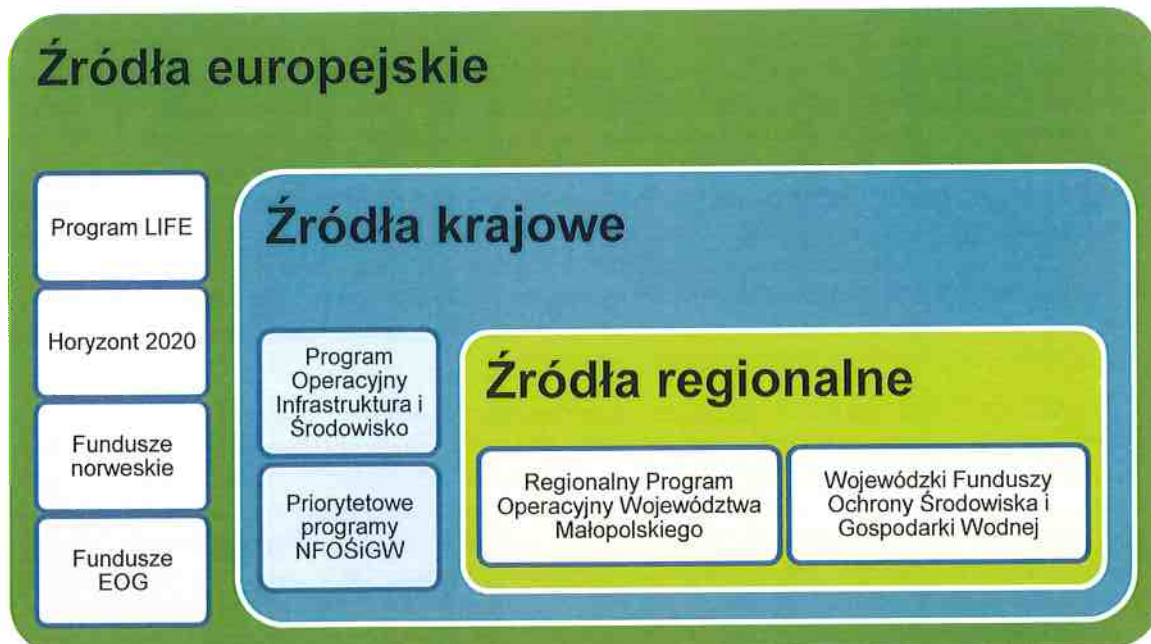
OPRACOWANIE PLANÓW ADAPTACJI DO ZMIAN KLIMATU W MIASTACH POWYŻEJ 100 TYS. MIESZKAŃCÓW

z budżetu Miasta oraz środki zewnętrzne, o które Miasto będzie aplikowało. Brak obecnie kompleksowej wiedzy na temat projektów, co wraz z długofalowością działań adaptacyjnych i wiążącą się z nią niepewnością co do wysokości nakładów i możliwości pozyskania środków zewnętrznych powoduje, że nie jest możliwe wskazanie precyzyjnych kosztów wdrożenia Planu Adaptacji, a przedstawioną wartość należy traktować jako szacunkową, wymagającą weryfikacji na etapie przygotowywania konkretnych inwestycji.

8.2 MOŻLIWE ŹRÓDŁA FINANSOWANIA

Plan Adaptacji może być finansowany z funduszy Unii Europejskiej i współpracy UE z innymi krajami, środków krajowych i regionalnych. UE finansuje adaptację do zmian klimatu za pomocą szerokiej gamy instrumentów. W „Wieloletnich ramach finansowych na lata 2014-2020” zagwarantowano, że co najmniej 20% budżetu europejskiego to wydatki związane z klimatem, a działania związane z przystosowaniem do zmian klimatu są włączone do wszystkich głównych programów UE. Planując kolejny budżet, UE uwzględnia potrzeby finansowe adaptacji do zmian klimatu w jeszcze większym stopniu niż w obecnej perspektywie finansowej. Do osiągnięcia celów klimatycznych KE zaproponowała wskaźnik wydatków klimatycznych na poziomie 25% budżetu 2021-2027. W Polsce adaptacja do zmian klimatu pozostaje głównym obszarem wsparcia finansowego. Ministerstwo Środowiska deklaruje, że polityka adaptacyjna w miastach będzie kontynuowana, także za pomocą instrumentów finansowych.

Poza funduszami UE, wynikającymi z polityki spójności, Miasto może pozyskiwać środki z poniżej opisanych źródeł.



Rysunek 6. Potencjalne źródła finansowania działań adaptacyjnych

1) Źródła europejskie

- **Program LIFE** to instrument finansowy Unii Europejskiej poświęcony wyłącznie współfinansowaniu projektów z dziedziny ochrony środowiska i klimatu. Jego celem jest wdrażanie i realizacja unijnej polityki w zakresie środowiska i klimatu, a także identyfikacja i promocja nowych rozwiązań dla problemów dotyczących środowiska, w tym bioróżnorodności.

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

Program przewiduje dofinansowanie do 55% ze środków Komisji Europejskiej. Dodatkowo w Polsce istnieje możliwość pozyskania do 35% dofinansowania ze środków Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej. Finansowane projekty dzielą się na realizacyjne oraz informacyjno-edukacyjne. Dla tych pierwszych „rekomendowana” kwota dofinansowania jednego projektu to około 3 mln euro, dla drugich około 1 mln euro (bez oficjalnego limitu). Należy jednak zaznaczyć, że bardzo ważnym kryterium programu LIFE jest spełnienie wymagań demonstracyjności, innowacyjności lub najlepszych praktyk wg rozumienia projektu LIFE. Istotne jest również, iż program LIFE w bardzo ograniczonym zakresie współfinansuje działania związane z infrastrukturą. Rolę Krajowego Punktu Kontaktowego pełni Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej.

- **Horyzont 2020** jest to program finansujący głównie badania, ale także innowacje w dziedzinie klimatu, środowiska, efektywnej gospodarki zasobami i surowcami (Climate Action, Environment, Resource Efficiency and Raw Materials). Budżet programu wynosi 3 081,1 mln euro. Program posiada oś priorytetową: „Budowa nisko-emisyjnej przyszłości, odpornej na zmiany klimatu”, obejmującą realizację działań klimatycznych w ramach porozumienia paryskiego. W ramach obszaru zostaną sfinansowane badania i innowacje, które uwzględniają m.in.: walkę ze zmianami klimatycznymi i przygotowanie do nich, ochronę środowiska, zrównoważone wykorzystanie surowców, wody itp., zapewnienie zrównoważonych dostaw surowców (nieenergetycznych i niezwiązanych z rolnictwem), stworzenie wszechstronnych i zrównoważonych systemów obserwacji i zbierania informacji o środowisku. Projekty te wymagają przeprowadzania badań wskazujących sukces zastosowanych rozwiązań oraz wymagają szerokiego grona partnerów z kilku krajów Unii Europejskiej.
- **Norweski Mechanizm Finansowy** oraz **Mechanizm Finansowy Europejskiego Obszaru Gospodarczego** (czyli tzw. fundusze norweskie i fundusze EOG) są formą bezzwrotnej pomocy zagranicznej przyznanej przez Norwegię, Islandię i Liechtenstein nowym członkom UE. W rozpoczynającej się III edycji naboru na cele związane ze środowiskiem, energią i zmianami klimatu przeznaczono największą alokację środków, czyli ok. 140 mln euro. W trakcie poprzedniego naboru na ochronę środowiska i energię odnawialną przeznaczono około 180 mln euro. Tym razem do nazwy obszaru tematycznego dodano także zmiany klimatyczne, rozszerzając zakres dofinansowania. Pod względem tematyki dofinansowanych projektów środowiskowych, w poprzednich naborach zdecydowanie dominowała termomodernizacja. Operatorem tych dofinansowań jest Ministerstwo Środowiska z Narodowym Funduszem Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej. Pierwsze nabory wniosków mogą rozpocząć się w drugiej połowie 2018 roku po określeniu szczegółowych obszarów, które będą wspierane w ramach programu, oraz zasad prowadzenia naboru wniosków.
- **Era-NET COFUND** powstał w celu wsparcia partnerstw publiczno-publicznych, w tym wspólnych inicjatyw programowych między państwami członkowskimi, ich przygotowania, tworzenia struktur sieciowych, projektowania, realizacji i koordynacji wspólnych działań, również przy dofinansowaniu UE. Projekty ERA-NET realizują decyzje UE dotyczącej budowania Europejskiej Przestrzeni Badawczej (ERA –European Reseach Area) – obszaru wolnego przepływu wiedzy, mobilności naukowców, optymalnego wykorzystania punktów stycznych międzynarodowymi programami badawczymi poszczególnych krajów i zacieśnienie współpracy naukowo-badawczej na terenie Europy. W ramach ERA-NET COFUND ogłaszany jest międzynarodowy konkurs w formule co-fund współfinansowany przez UE. Działania związane z udziałem Polski w wybranych projektach ERA-NET COFUND prowadzi Narodowe Centrum Badań i Rozwoju.

2) Źródła krajowe

- **Program Operacyjny Infrastruktura i Środowisko** to najbardziej powszechny program współfinansowania działań związanych z ochroną środowiska. W programie tym ochronie środowiska i adaptacji do zmian klimatu poświęcona jest II Oś Priorytetowa, działanie 2.1

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

Adaptacja do zmian klimatu wraz z zabezpieczeniem i zwiększeniem odporności na klęski żywiołowe, w szczególności katastrofy naturalne oraz monitoring środowiska. Zgodnie z zapisami poprzednich naborów Szczegółowego Opisu Osi Priorytetowych POIiŚ 2014-2020, "co do zasady wsparcie będzie kierowane do obszarów miast powyżej 100 tys. mieszkańców ujętych w projekcie 1b (Projekt MPA), polegającym na opracowaniu lub aktualizacji planów adaptacji do zmian klimatu w miastach powyżej 100 tys. mieszkańców. Niemniej możliwa będzie również realizacja projektów na obszarach miast poniżej 100 tys. mieszkańców, które zostały uwzględnione w projekcie 1b (Projekt MPA)." Maksymalny dopuszczalny poziom dofinansowania projektów wynosił 85% wartości wydatków kwalifikowanych projektu w poprzednich naborach. Programy te bardzo często dofinansowują działania wdrożeniowe, które dotyczą bezpośrednio infrastruktury, w tym terenów zieleni miejskiej. Instytucją ogłaszającą konkursy jest Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej.

- **Priorytetowe programy Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej**
– wśród funduszy NFOŚiGW priorytetowymi obszarami dofinansowania na rok 2018 są m.in.: Ochrona i zrównoważone gospodarowanie zasobami wodnymi, Racjonalne gospodarowanie odpadami i ochrona powierzchni ziemi, Ochrona atmosfery, Ochrona różnorodności biologicznej i funkcji ekosystemów.

3) Źródła regionalne

- **Regionalny Program Operacyjny Województwa Małopolskiego**

W RPO Województwa Małopolskiego na lata 2014-2020 ochronie środowiska i adaptacji do zmian klimatu poświęcono 5 osi priorytetową OCHRONA ŚRODOWISKA, której celem głównym jest „wzmocnienie stanu bezpieczeństwa ekologicznego regionu z zachowaniem zasad równowagi pomiędzy poprawą stanu środowiska, racjonalnym użytkowaniem zasobów naturalnych oraz minimalizowaniem niekorzystnych oddziaływań na środowisko i jego zasoby”. Podejmowane w osi priorytetowej interwencje realizują cele dotyczące adaptacji sektorów wrażliwych na zmiany klimatu. W regionie skoncentrowane są one przede wszystkim na zmniejszeniu ryzyka występowania powodzi i suszy, z jednoczesnym zwiększaniem ilości retencjonowanych zasobów wody. Równocześnie podejmowane są inwestycje mające na celu zabezpieczenie mieszkańców przed zagrożeniem ruchami masowymi. Wsparcie ukierunkowane jest także na zwiększenie efektywności wykorzystania zasobów naturalnych przede wszystkim w oparciu o działania w ramach gospodarki wodno-ściekowej i gospodarki odpadami. Zadania z zakresu poprawy efektywności energetycznej, których dodatkowym efektem jest poprawa stanu środowiska w skali lokalnej dzięki ograniczeniu emisji zanieczyszczeń, w tym głównie na obszarach miejskich, uwzględnione w Planie Adaptacji dla Krakowa, mogłyby zostać zakwalifikowane także do 4 Osi Priorytetowej REGIONALNA POLITYKA ENERGETYCZNA.

- **Wojewódzki Funduszy Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej**

WFOŚiGW w Krakowie w 2018 roku udziela dotacji, pożyczek (lub dotacji z pożyczką) w zakresie prowadzonych programów, m.in.: Programu ograniczania niskiej emisji, termomodernizacji budynków jednorodzinnych (Jawor), edukacji ekologicznej oraz wsparcia służb ratowniczych i zarządzania kryzysowego (Bezpieczny Strażak, Ogólnopolski program finansowania służb ratowniczych). O wsparcie mogą ubiegać się jednostki samorządu terytorialnego, osoby fizyczne, czy organizacje pozarządowe, a dofinansowanie może wynosić nawet do 100% kosztów kwalifikowanych brutto zadania.

Perspektywa finansowa 2021-2027

Planując kolejny budżet UE uwzględnia potrzeby finansowe adaptacji do zmian klimatu w jeszcze większym stopniu niż w obecnej perspektywie finansowej. Do osiągnięcia celów klimatycznych KE zaproponowała wskaźnik wydatków klimatycznych na poziomie 25% dla budżetu 2021-2027. Aby zoptymalizować wykorzystanie funduszy wspierających inwestycje w ochronę środowiska należy

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

zapewnić synergię z Programem działań na rzecz środowiska i klimatu (LIFE), w szczególności za pomocą strategicznych programów zintegrowanych realizowanych w ramach tego programu oraz strategicznych projektów przyrodniczych.

Natomiast w odniesieniu do operacji wspieranych przez Europejski Fundusz Rozwoju Regionalnego (EFRR) oczekuje się, że aż 30% całkowitej puli środków EFRR będzie przyczyniać się do realizacji celów klimatycznych. W odniesieniu do operacji wspieranych z Funduszu Spójności oczekuje się, że 37% całkowitej puli środków tego funduszu będzie przyczyniać się do realizacji celów klimatycznych.

Cel polityki 2 pn. „Bardziej przyjazna dla środowiska niskoemisyjna Europa dzięki promowaniu czystej i sprawiedliwej transformacji energetyki, zielonych i niebieskich inwestycji, gospodarki o obiegu zamkniętym, przystosowania się do zmiany klimatu oraz zapobiegania ryzyku i zarządzania ryzykiem” będzie realizowany poprzez cele szczegółowe:

- promowanie środków na rzecz efektywności energetycznej,
- promowanie odnawialnych źródeł energii,
- rozwój inteligentnych systemów i sieci energetycznych oraz systemów magazynowania na szczeblu lokalnym,
- wspieranie działań w zakresie dostosowania do zmiany klimatu, zapobiegania ryzyku i odporności na klęski żywiołowe,
- wspieranie zrównoważonej gospodarki wodnej,
- wspieranie przechodzenia na gospodarkę o obiegu zamkniętym,
- sprzyjanie bioróżnorodności i rozwojowi zielonej infrastruktury w środowisku miejskim oraz zmniejszanie zanieczyszczenia.

W ramach ustanawiania wspólnych przepisów dotyczących Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego, Europejskiego Funduszu Społecznego Plus, Funduszu Spójności i Europejskiego Funduszu Morskiego i Rybackiego, a także przepisów finansowych na potrzeby tych funduszy, w ramach realizacji celu 2, przyjęto szereg zakresów interwencji, dla których współczynniki do obliczania wsparcia na cele związane ze zmianami klimatu ustalono na poziomie 100%. Są to m. in. obszary takie jak:

- renowacja istniejących budynków mieszkalnych dla celów efektywności energetycznej, projekty demonstracyjne i środki wsparcia,
- renowacja infrastruktury publicznej dla celów efektywności energetycznej, projekty demonstracyjne i środki wsparcia,
- wsparcie dla przedsiębiorstw, które świadczą usługi przyczyniające się do gospodarki niskoemisyjnej i odporności na zmiany klimatu,
- energia odnawialna: wiatrowa,
- energia odnawialna: słoneczna,
- energia odnawialna: z biomasy,
- energia odnawialna: morska,
- inne rodzaje energii odnawialnej (w tym energia geotermalna),
- inteligentne systemy dystrybucji energii o średnim i niskim napięciu (w tym inteligentne sieci i systemy TIK) oraz związane z nimi składowanie,
- wysokosprawna kogeneracja, systemy ciepłownicze i chłodnicze,
- środki w zakresie dostosowania do zmiany klimatu oraz ochrona przed zagrożeniami związanymi z klimatem dotyczące: powodzi, oraz zarządzanie ryzykiem w tym zakresie (w tym zwiększanie świadomości, ochrona ludności oraz systemy i infrastruktura do celów zarządzania klęskami i katastrofami),

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

- środki w zakresie dostosowania do zmiany klimatu oraz ochrona przed zagrożeniami związanymi z klimatem dotyczące: pożarów, oraz zarządzanie ryzykiem w tym zakresie (w tym zwiększanie świadomości, ochrona ludności oraz systemy i infrastruktura do celów zarządzania klęskami i katastrofami),
- środki w zakresie dostosowania do zmiany klimatu oraz ochrona przed zagrożeniami związanymi z klimatem dotyczące: innych, np. erozji i susz, oraz zarządzanie ryzykiem w tym zakresie (w tym zwiększanie świadomości, ochrona ludności oraz systemy i infrastruktura do celów zarządzania klęskami i katastrofami).

Program LIFE+ na lata 2021-2027

Planowany nowy program Life to także więcej inwestycji w środowisko i działania w dziedzinie klimatu. Wzmocniony program Life przyczyni się do wprowadzania w życie prawa ochrony środowiska oraz szybszego przechodzenia na gospodarkę o obiegu zamkniętym. Komisja Europejska zamierza przeznaczyć 5,450 mld euro na lata 2021-2027 na projekty wspierające ochronę środowiska i działania w dziedzinie klimatu. Oznacza to wzrost finansowania o 1,950 mld euro. Nowy program Life odegra znaczącą rolę w rozwijaniu inwestycji w działania w dziedzinie klimatu i czystej energii w całej Europie. Efektywność energetyczna i wykorzystanie energii wytwarzanej ze źródeł odnawialnych na niewielką skalę mają być impulsem dla obywateli i przedsiębiorców, którzy staną się inicjatorami zmian na rzecz niskoemisyjności.

Nowy program poza tymi dwiema głównymi dziedzinami działania – środowisko i klimat – obejmował będzie cztery podprogramy:

- przyroda i różnorodność biologiczna (2,150 mld euro) – będzie obejmował wsparcie dla standardowych działań na rzecz opracowywania, stosowania i propagowania najlepszych praktyk związanych z przyrodą i różnorodnością biologiczną, jak również dla strategicznych programów ochrony przyrody,
- gospodarka o obiegu zamkniętym i jakość życia (1,350 mld euro) – działanie przyczynia się do osiągnięcia głównych celów polityki UE, jak przejście na gospodarkę o obiegu zamkniętym, do ochrony i poprawy jakości powietrza i wody,
- łagodzenie zmian klimatu i przystosowanie się do nich (0,950 mld euro) – działanie przyczynia się do wdrożenia ram polityki klimatyczno-energetycznej do 2030 r. i realizacji zobowiązań UE wynikających z porozumienia paryskiego w sprawie zmiany klimatu,
- przejście na czystą energię (1 mld euro) – program dotyczy przejścia na czystą energię służącą budowaniu zdolności pobudzania inwestycji, wspieraniu działań politycznych skoncentrowanych na efektywności energetycznej i energii wytwarzanej na niewielką skalę ze źródeł odnawialnych, które przyczynią się do łagodzenia zmian klimatu oraz realizowania celów związanych z ochroną środowiska.

Program ma zapewnić większą elastyczność w celu uwzględnienia nowych i kluczowych priorytetów w miarę pojawiania się w okresie trwania programu.

Program Ramowy UE 2021-2027 – Horizon Europe

Nowa edycja Programu Ramowego Unii Europejskiej na lata 2021-2027 – Horizon Europe rusza od 1 stycznia 2021 roku. Budżet programu finansującego badania i innowacje wyniesie blisko 100 mld EUR czyli o 20 mld EUR więcej niż poprzedni program ramowy Horyzont 2020. Horizon Europe bezpośrednio wspiera badania dotyczące wyzwań społecznych i wzmacnia potencjał technologiczny i przemysłowy. W ramach programu realizowane będą strategiczne priorytety UE, takie jak realizacja postanowień porozumienia paryskiego w sprawie zmian klimatu, czy też zmierzenie się z globalnymi wyzwaniami wpływającymi na jakość życia mieszkańców Unii Europejskiej. Komisja Europejska

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

zamierza przeznaczyć 35% budżetu programu na działania związane ze zmianami klimatu. Na Priorytet Climate, Energy and Mobility, należący do Filara II (Global Challenges and Industrial Competitiveness) przeznaczono 15 mld EUR.

8.3 MONITOROWANIE REALIZACJI PLANU ADAPTACJI

Plan Adaptacji podlega przeglądowi oraz w razie potrzeby aktualizacji. Monitorowanie stanu realizacji działań określonych w Planie Adaptacji będzie stanowić źródło informacji na temat postępu realizacji zaplanowanych działań. Ocena postępu realizacji Planu będzie dokonywana na podstawie zebranych informacji zestawionych według wzoru, który przedstawia Tabela 12.

Tabela 12. Informacja o przebiegu realizacji Planu Adaptacji w okresie sprawozdawczym – wzór

Działanie	Status			Szacunkowe koszty działania [zł]	Rzeczywiste koszty poniesione ze środków własnych Gminy [zł]	Pozyskane zewnętrzne środki finansowe [zł]
	planowane	w realizacji	zrealizowane			
MPA.4_3 Opracowanie wytycznych, analiz, koncepcji uwzględniających potrzeby adaptacji Miasta do zmian klimatu				10 000 000 zł		
MPA.4_12 Edukacja mieszkańców Krakowa z zakresu adaptacji do zmian klimatu				108 000 zł		
MPA.4_16 Realizacja programów polityki zdrowotnej dla mieszkańców Miasta Krakowa				1 224 000 zł		
::						
n						
Razem:				8 061 499 639 zł		

W oparciu o informacje przekazane przez podmioty odpowiedzialne za inicjowanie i realizację działań adaptacyjnych, przygotowywany będzie raport z wdrażania Planu Adaptacji. Raport ten zawierać będzie podstawowe informacje o planowanych, realizowanych i zakończonych działaniach adaptacyjnych, prowadzonych w okresie sprawozdawczym.

8.4 EWALUACJA REALIZACJI PLANU ADAPTACJI

Zadaniem ewaluacji jest sprawdzenie, czy w wyniku podejmowanych działań powstały spodziewane rezultaty oraz, czy przełożyły się one na realizację wyznaczonego celu nadrzędnego Planu Adaptacji. W procesie ewaluacji wykorzystywane są informacje pochodzące z monitorowania oraz dodatkowe badania ewaluacyjne i wskaźniki kontekstowe.

Przewiduje się przygotowanie ewaluacji w trybie *on-going*, czyli w trakcie obowiązywania Planu Adaptacji z wykorzystaniem wskaźników produktu oraz wskaźników rezultatu dostępnych w systemie STRADOM. Katalog wskaźników stanowić będzie zbiór otwarty, co oznacza, że może być na bieżąco

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

uzupełniany o nowe wskaźniki, uzyskiwane w ramach wdrażania poszczególnych działań adaptacyjnych. Ponadto przewiduje się przygotowanie ewaluacji w trybie *ex-post*, po zakończeniu wdrażania dokumentu.

Ewaluacja *on-going* pozwoli na obiektywne przyjrzenie się dotychczasowym wynikom realizacji Planu Adaptacji i zweryfikowanie pierwotnych założeń, które były podstawą do jego stworzenia. Natomiast ewaluacja *ex-post* ma charakter podsumowujący efekty realizacji Planu Adaptacji i powinna być podstawą do podjęcia decyzji o aktualizacji Planu Adaptacji na kolejny okres planistyczny. Proponowane jest przeprowadzenie ewaluacji w połowie okresu realizacji i na zakończenie planu (w okresach 6-letnich).

Osiągnięcie zakładanych wartości wskaźników programowych będzie wymagało szerokiego zaangażowania w realizację działań Planu Adaptacji zarówno samorządu lokalnego i jednostek mu podległych, jak i podmiotów zewnętrznych. Z tego powodu elementem procesu wdrażania Planu Adaptacji będzie upowszechnianie raportów ewaluacji.



Wzujmy się
w klimat!

www.44mpa.pl

9 Załączniki

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

Załączniki

- 1) Lista interesariuszy
- 2) Opis głównych zagrożeń klimatycznych i ich pochodnych dla Miasta
- 3) Materiały graficzne
- 4) Prognoza oddziaływania na środowisko projektu Planu Adaptacji
- 5) Podsumowanie strategicznej oceny oddziaływania na środowisko

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



**Wzajmy 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. Kosutha 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.
Aleje Jerozolimskie 142b
02-305 Warszawa
tel.: 22 203 20 00
faks: 22 203 20 01
e-mail: mpa@arcadis.com
www.arcadis.com

Plan adaptacji Miasta Krakowa do zmian klimatu do roku 2030

Załącznik nr 1

Lista interesariuszy



Wczujmy się
w klimat!

www.44mpa.pl

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

Załącznik 1. Lista interesariuszy

Główni interesariusze, którzy wzięli udział w procesie tworzenia Planu adaptacji Miasta Krakowa do zmian klimatu do roku 2030:

1. Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska w Krakowie
2. Powiatowy Inspektorat Nadzoru Budowlanego w Krakowie, powiat grodzki
3. Regionalny Zarząd Gospodarki Wodnej w Krakowie (obecnie w strukturach PGW Wody Polskie)
4. Małopolski Zarząd Melioracji i Urządzeń Wodnych, Inspektorat Rejonowy w Krakowie (obecnie w likwidacji. Z dniem 01.01.2018 r. dotychczasowe zadania i pracowników MZMiUW w Krakowie przejęło Państwowe Gospodarstwo Wodne Wody Polskie)
5. Powiatowa Stacja Sanitarno-Epidemiologiczna w Krakowie
6. Regionalna Dyrekcja Ochrony Środowiska w Krakowie

Dodatkowo w procesie konsultacji udział wzięli eksperci ze środowiska naukowego m.in. z uczelni:

- Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie
- Uniwersytet Ekonomiczny w Krakowie
- Uniwersytet Jagielloński
- Uniwersytet Rolniczy w Krakowie
- Politechnika Krakowska



**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



**Instytut Ekologii Terenów
Uprzemysłowlonych**
ul. Kossutha 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.
Aleje Jerozolimskie 142B
02-305 Warszawa
tel.: 22 203 20 38
faks: 22 203 20 01
e-mail: mpa@arcadis.com
www.arcadis.com

Plan Adaptacji Miasta Krakowa do zmian klimatu do roku 2030

Załącznik nr 2

Opis głównych zagrożeń klimatycznych
i ich pochodnych dla Miasta



*Wzujmy się
w klimat!*

www.44mpa.pl

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

W związku z postępującym ociepleniem klimatu średnia roczna temperatura powietrza wzrasta (stacja synoptyczna Kraków – Balice 8,6°C; stacja klimatologiczna Kraków – Obserwatorium 9,1°C). W całym XX w. temperatura roczna wzrosła w Krakowie o 1,5°C (Piotrowicz 2007¹). Wysoka temperatura powietrza występuje coraz częściej i utrzymuje się przez dłuższy okres czasu. Absolutne maksimum² zanotowano w dniu 8 sierpnia 2013 roku na obu stacjach: 37,3°C na stacji synoptycznej, a 38,3°C na stacji klimatologicznej. Najcieplejszym miesiącem był sierpień 1992 roku, kiedy temperatura maksymalna powietrza³ wynosiła średnio 29,5°C na stacji synoptycznej i 30,2°C na stacji klimatologicznej, oraz lato 1992 roku z sezonową temperaturą maksymalną powietrza średnio odpowiednio: 26,6°C, 27,6°C.

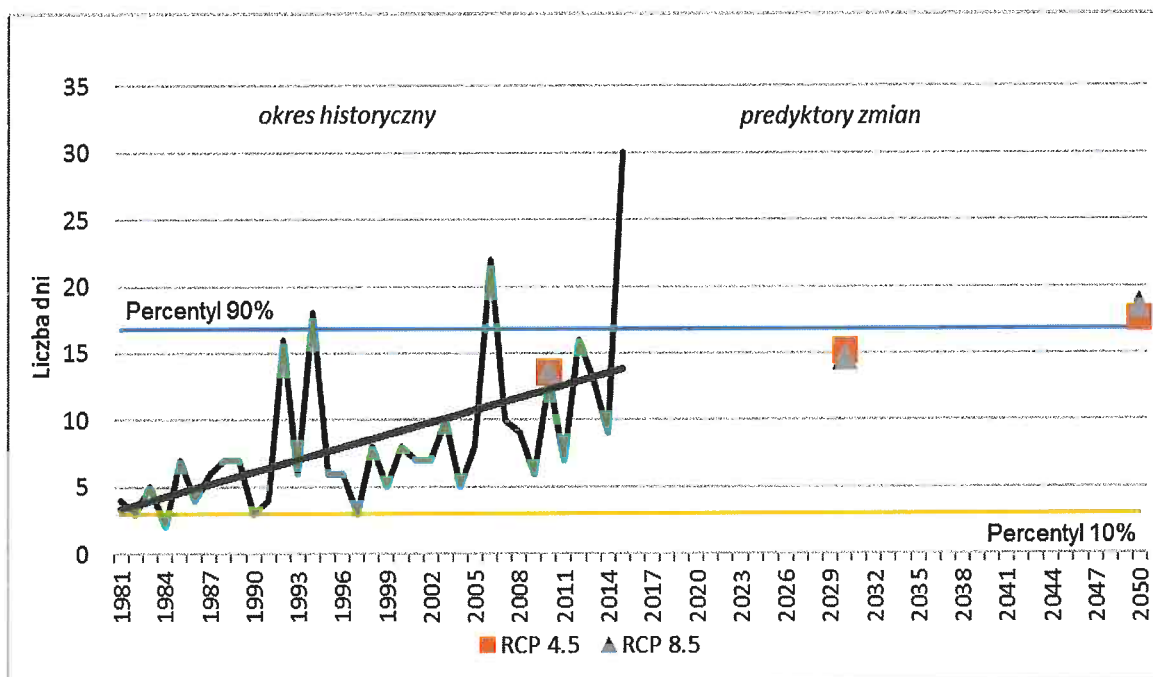
Dla liczby dni z temperaturą maksymalną $\geq 30^{\circ}\text{C}$ w roku prognozuje się wystąpienie trendu wzrostowego, silniejszego w latach 2046-2055 dla RCP8.5. Wyniki wiązki EURO-CORDEX ukazują wzrost średnio od 13,6 dni w dziesięcioleciu 2006-2015 do średnio 14,9 dnia w dziesięcioleciu 2026-2035 i do średnio 17,6 dnia dla scenariusza RCP4.5 i 18,5 dnia dla scenariusza RCP8.5 w dziesięcioleciu 2046-2055 (Rysunek 1). W okresie 1981-2015 również stwierdzono istotny statystycznie ($p=0,00076$) wzrost liczby dni z temperaturą maksymalną powietrza $\geq 30^{\circ}\text{C}$ (dni upalne).

¹ Piotrowicz K., 2007, *Temperatura Powietrza*, [w:] *Klimat Krakowa w XX wieku*, (red.) D. Matuszko, Instytut Geografii i Gospodarki Przestrzennej UJ, Kraków

² Absolutne maksimum – najwyższa temperatura powietrza zmierzona kiedykolwiek w danym miejscu lub na danym obszarze

³ obliczona z wartości dobowych maksymalnych temperatury powietrza

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



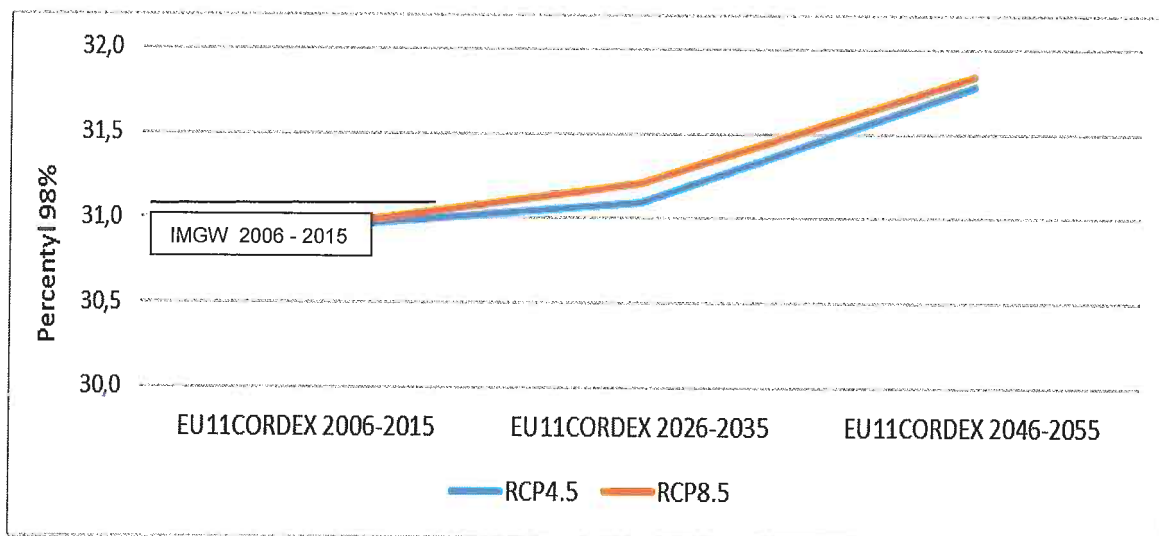
Rysunek 1. Liczba dni z temperaturą maksymalną $\geq 30^{\circ}\text{C}$ w roku

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)

W odniesieniu do percentyla 98%⁴ 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 $30,9^{\circ}\text{C}$ w dziesięcioleciu 2006-2015, poprzez średnio $31,2^{\circ}\text{C}$ w latach 2026-2035, do średnio $31,8^{\circ}\text{C}$ 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.

⁴ 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.

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



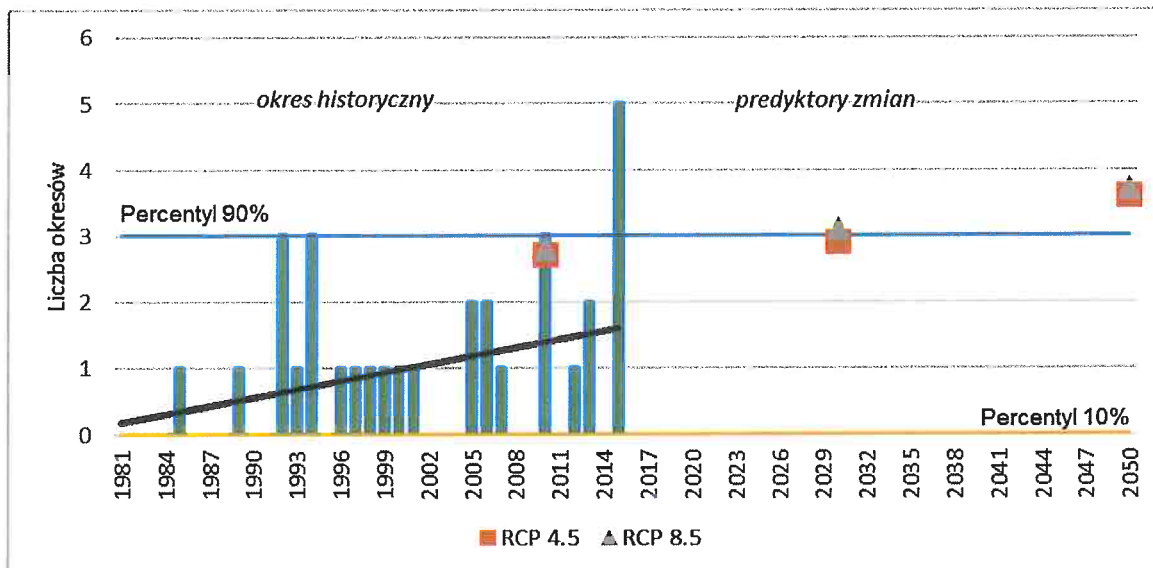
Rysunek 2. Percentyl 98% temperatury maksymalnej dobowej w roku

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

W związku ze wzrostem średniej rocznej temperatury powietrza wzrasta również liczba fal upałów (min. 3 dni $\geq 30^{\circ}\text{C}$). Według raportu IPCC (2015) fale upałów będą częstsze i będą dłużej trwałe. Stanowią zagrożenie dla zdrowia i życia ludzi, wpływając też negatywnie na turystykę, rolnictwo czy gospodarkę. Mogą być poważnym problemem, potęgowanym dodatkowo wskutek procesów urbanizacyjnych.

Wyniki wiązki EURO-CORDEX uzyskane dla obu scenariuszy dla liczby okresów o długości przynajmniej 3 dni z temperaturą maksymalną $\geq 30^{\circ}\text{C}$ w roku prognozują trend wzrostowy i wykazują dużą zgodność obliczeń dla obu scenariuszy. Liczba okresów zwiększa się od 2,8 w dziesięcioleciu 2006-2015, poprzez średnio 3,0 w latach 2026-2035, do średnio 3,7 w latach 2046-2055 (Rysunek 3). W okresie 1981-2015 również stwierdzono istotny statystycznie ($p=0,03$) wzrost liczby fal upałów.

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



Rysunek 3. 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

Ujemne temperatury w Krakowie mogą występować od października aż do maja. Minimalna temperatura powietrza może dochodzić do blisko -30°C . Absolutne minimum⁵ zanotowano 13 stycznia 1987 roku $-29,9^{\circ}\text{C}$ na stacji synoptycznej, natomiast 14 stycznia 1987 $-26,1^{\circ}\text{C}$ na stacji klimatologicznej. Najzimniejszym miesiącem był styczeń 1987 roku, kiedy temperatura minimalna powietrza⁶ wynosiła średnio $-14,8^{\circ}\text{C}$ (Kraków – Balice), $-13,3^{\circ}\text{C}$ (Kraków – Obserwatorium), oraz zima 1985 roku z temperaturą minimalną powietrza średnio $-9,5^{\circ}\text{C}$ (Kraków – Balice) i $-8,1^{\circ}\text{C}$ (Kraków – Obserwatorium).

Chłodna połowa roku charakteryzuje się zdecydowanie większą zmiennością warunków termicznych niż ciepła. Występowaniu dużych różnic temperatury sprzyjają warunki ze słabym wiatrem lub ciszą atmosferyczną. Największe różnice temperatury powietrza w Krakowie związane są z występowaniem silnej inwersji termicznej. Tworzeniu się takich warunków sprzyja występowanie w Tatrach wiatru halnego⁷.

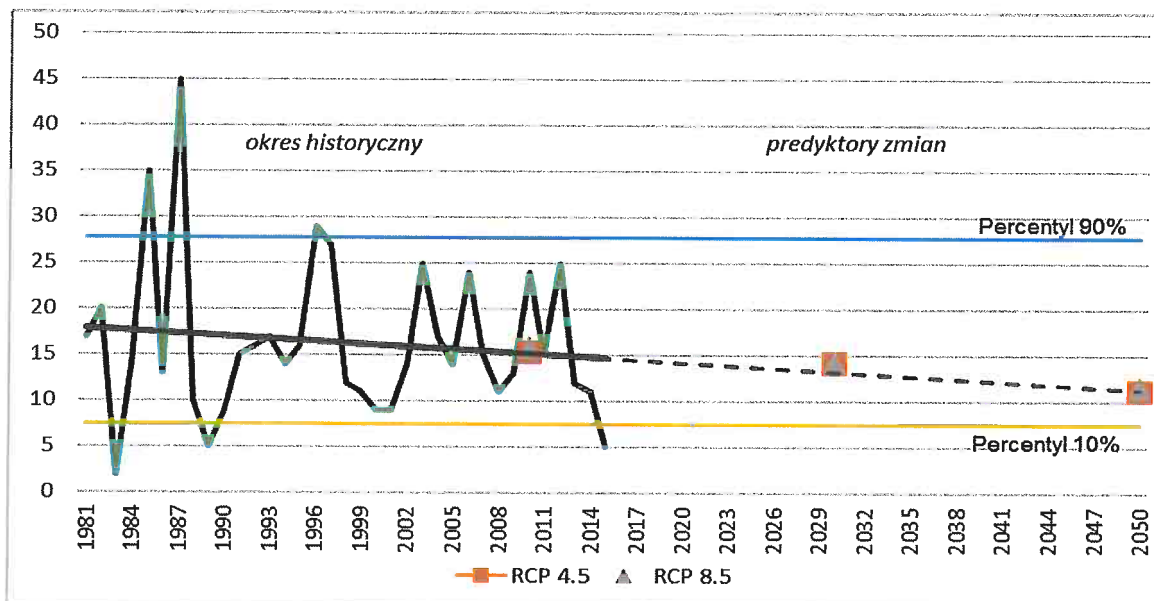
W okresie 1981-2015 stwierdzono spadek linii trendu dla liczby dni z temperaturą minimalną powietrza $\leq -10^{\circ}\text{C}$, który jednak nie jest istotny statystycznie ($p=0,52$). Wartości indeksu liczby dni z temperaturą minimalną $\leq -10^{\circ}\text{C}$ w roku, obliczone na podstawie wyników wiązki EURO-CORDEX, maleją przeciętnie od 15,6 dni w okresie 2006-2015, poprzez średnio 14,2 dni w latach 2026-2035, do średnio 11,3 dni w dziesięcioleciu 2046-2055 (Rysunek 4). Wartości uzyskane na podstawie EURO-CORDEX dla klimatu bieżącego oraz obserwacji różnią się nieznacznie. Prognozowana liczba dni z temperaturą minimalną równą lub poniżej -10°C ulegnie zmniejszeniu.

⁵ Absolutne minimum – najniższa temperatura powietrza zmierzona kiedykolwiek w danym miejscu lub na danym obszarze

⁶ obliczona z wartości dobowych minimalnych temperatury powietrza

⁷ Bokwa A., *Wieloletnie zmiany struktury mezoklimatu miasta na przykładzie Krakowa*, 2010, Instytut Geografii i Gospodarki Przestrzennej UJ, Kraków, 258.

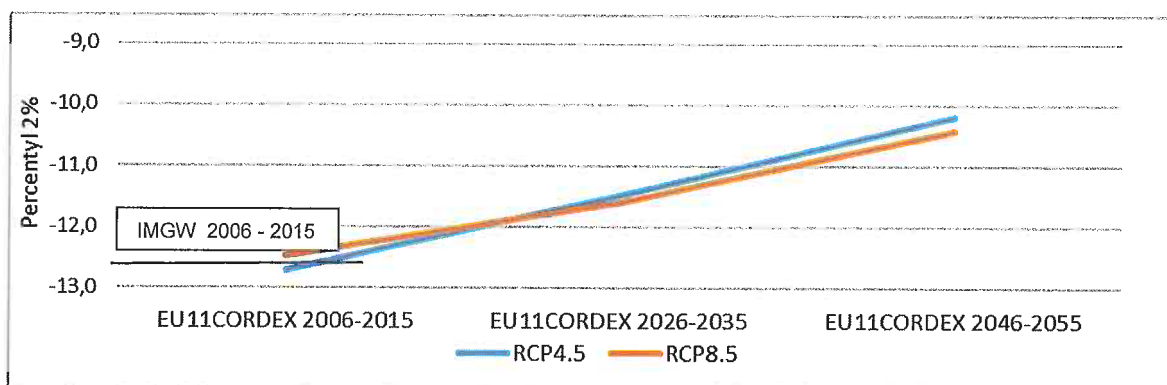
OPRACOWANIE PLANÓW ADAPTACJI DO ZMIAN KLIMATU W MIASTACH POWYŻEJ 100 TYS. MIESZKAŃCÓW



Rysunek 4. Liczba dni z temperaturą minimalną $\leq -10^{\circ}\text{C}$ 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)

Wartości wskaźnika dla percentyla 2%⁸ temperatury minimalnej dobowej w roku na podstawie wiązki EURO-CORDEX wskazują na istnienie trendu wzrostowego temperatury minimalnej oraz wysoką zgodność uzyskanych wyników dla obu scenariuszy. Percentyl 2% temperatury minimalnej dobowej wzrasta od średnio $-12,6^{\circ}\text{C}$ w dziesięcioleciu 2006-2015, poprzez średnio $-11,6^{\circ}\text{C}$ w latach 2026-2035, do średnio $-10,3^{\circ}\text{C}$ w okresie 2046-2055 (Rysunek 5). Wartości wskaźnika obliczone dla klimatu bieżącego są zbliżone do obserwowanych. Prognozowany jest wzrost wartości temperatury minimalnej okresu zimowego.



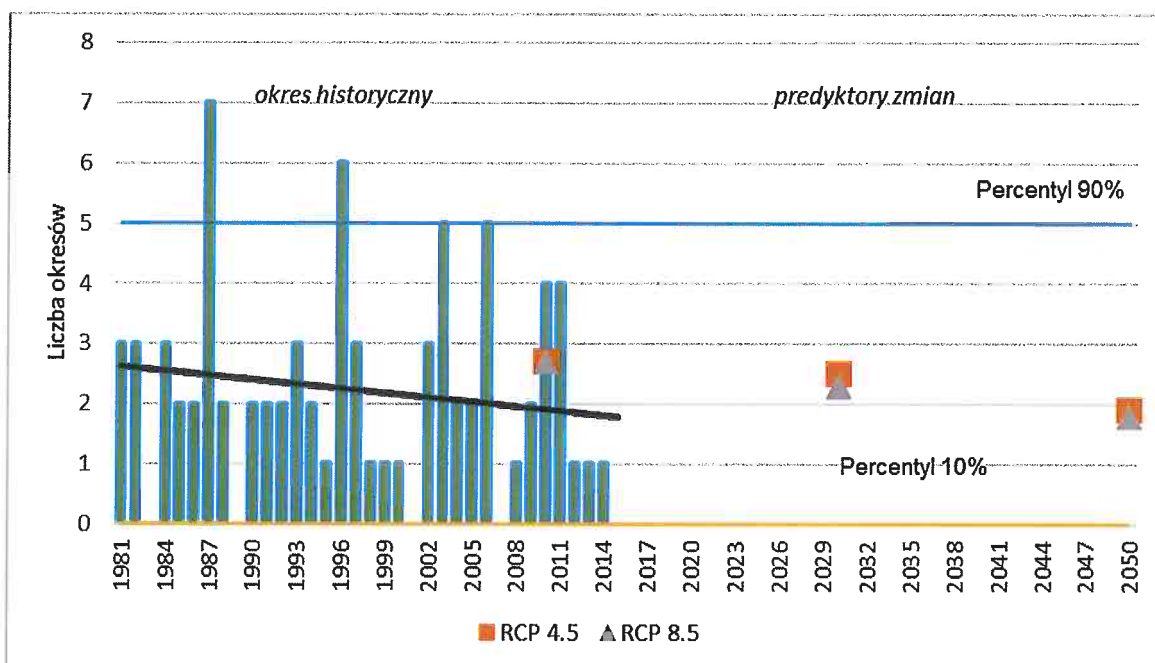
Rysunek 5. Percentyl 2% temperatury minimalnej dobowej w roku

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

⁸ Metoda statystyczna zastosowana do wydzielenia wartości skrajnych temperatury minimalnej. Percentyl 2% temperatury minimalnej to wartość, poniżej której znajduje się 2% wartości temperatury minimalnej w badanym przedziale czasu.

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

Według IPCC (2015) z roku na rok maleje liczba fal chłodu, jednak występują dalej, a temperatura powietrza w nich osiąga nawet do -20°C . W przypadku liczby okresów o długości przynajmniej 3 dni z temperaturą minimalną $\leq -10^{\circ}\text{C}$ w roku (fale chłodu) zmiany nie są duże, jakkolwiek wyniki wiązki EURO-CORDEX wskazują na występowanie trendu spadkowego. Dla obu scenariuszy zmiany są relatywnie małe i pokazują spadek od średnio 2,7 okresu w dziesięcioleciu 2006-2015, poprzez średnio 2,4 okresu w latach 2026-2035, do średnio 1,9 okresu w latach 2046-2055 (Rysunek 6). W wieloleciu 1981-2015 stwierdzono trend malejący, który jest jednak nieistotny statystycznie ($p=0,40$).



Rysunek 6. Liczba okresów o długości przynajmniej 3 dni z temperaturą minimalną $\leq -10^{\circ}\text{C}$ w roku

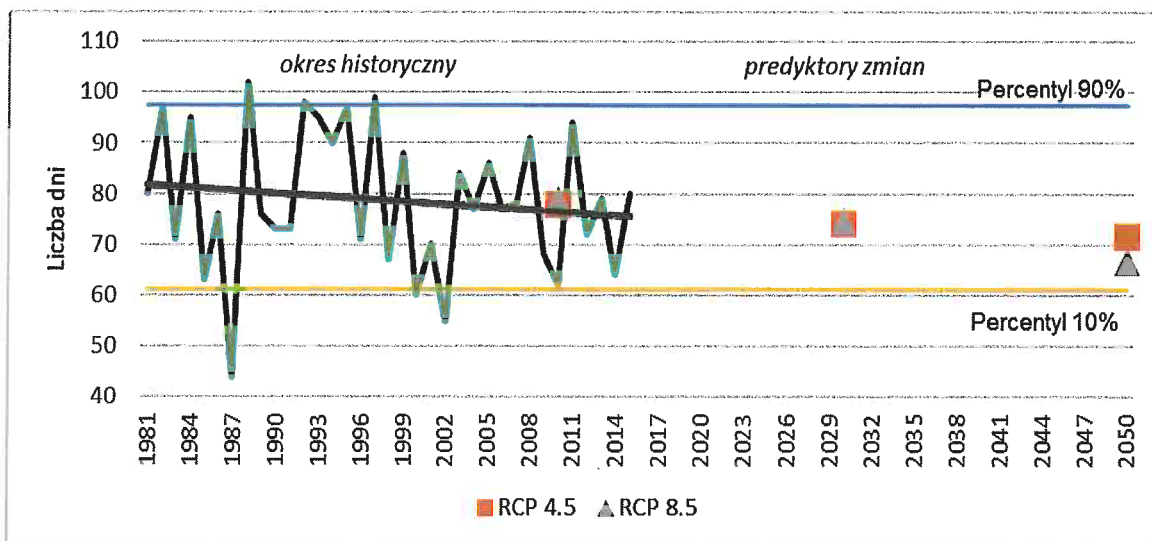
W okresie historycznym (zielona linia) oraz w okresie prognozowanym do 2050 roku dla scenariusza umiarkowanej (RCP4.5 - pomarańczowy kwadrat) i wysokiej emisji gazów cieplarnianych (RCP8.5 - szary trójkąt)

4. Średnie warunki termiczne

Przejście temperatury przez 0°C

W okresie 1981-2015 stwierdzono nieistotny statystycznie ($p=0,46$) trend malejący dla liczby dni z przejściem temperatury powietrza przez 0°C . Wartości wskaźnika na podstawie wyników EURO-CORDEX zmieniają się natomiast od przeciętnie 78,3 dni w dziesięcioleciu 2006-2015, poprzez średnio 74,4 dni w latach 2026-2035, do średnio 69,2 dni w okresie 2046-2055 (Rysunek 7).

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

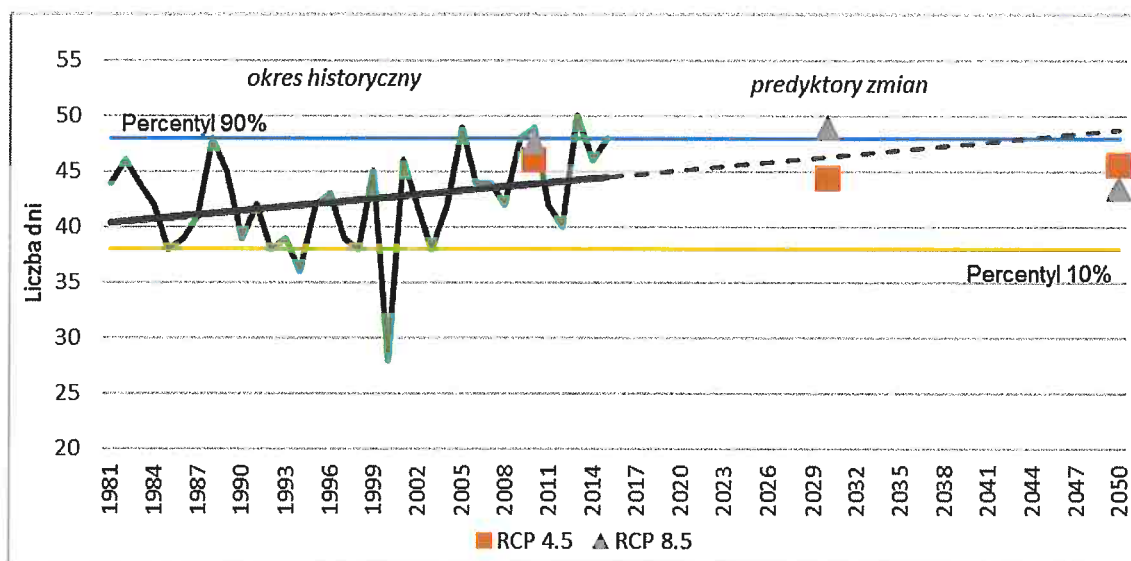


Rysunek 7. Liczba dni z przejściem temperatury powietrza przez 0°C w roku

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)

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

Występowanie liczby dni z T_{sr} -5 do 2,5°C i opadem atmosferycznym może przyczyniać się do powstania gołodzi. Wartość indeksu liczby dni z opadem atmosferycznym przy temperaturze powietrza od -5°C do 2,5°C zmienia się od średnio 46,8 dnia w okresie 2006-2015, poprzez średnio 46,7 dnia w dziesięcioleciu 2026-2035, do średnio 44,6 dnia w latach 2046-2055 (Rysunek 8). Do 2050 nie prognozuje się spadku ani wzrostu liczby dni z temperaturą powietrza od -5°C do 2,5°C i opadem atmosferycznym.



Rysunek 8. Liczba dni z opadem atmosferycznym przy temperaturze powietrza od -5 do 2,5°C

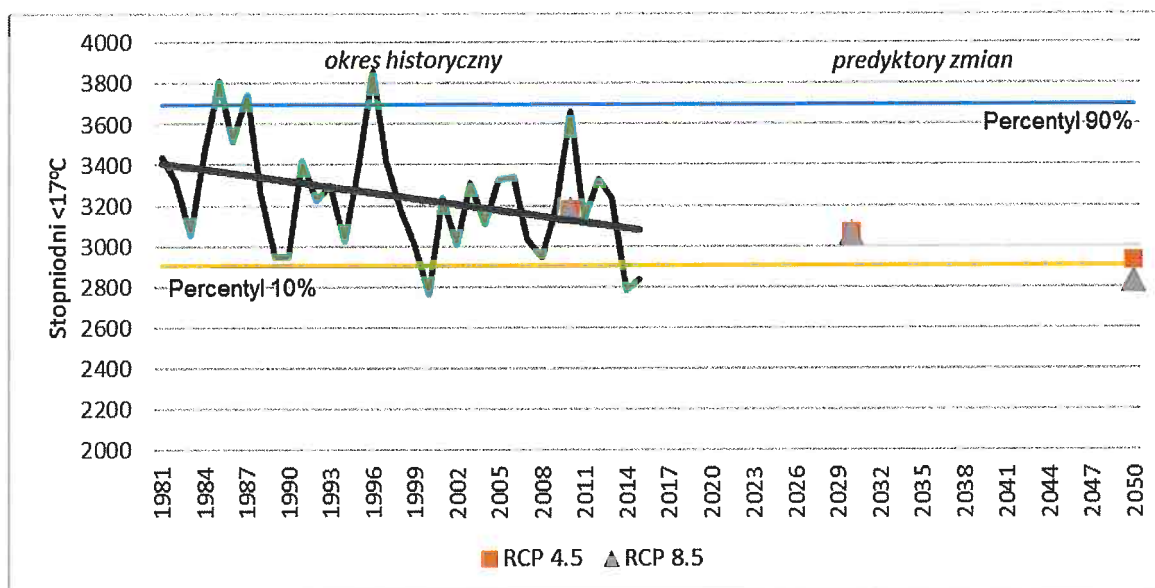
W okresie historycznym (zielona linia) oraz w okresie prognozowanym do 2050 roku dla scenariusza umiarkowanej (RCP4.5 - pomarańczowy kwadrat) i wysokiej emisji gazów cieplarnianych (RCP8.5 - szary trójkąt)

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

Stopniodni dla temperatury średniodobowej <17°C

Miarą, która wiąże się z interpretacją występowania okresów chłódów (wymagających ogrzewania), są tzw. dni grzewcze, opisywane wskaźnikiem stopniodni<17°C⁹, obliczonym jako roczna suma różnic pomiędzy 17°C, a temperaturami średnimi dobowymi niższymi od 17°C, dla dni z temperaturą poniżej 15°C¹⁰. Przyjęcie temperatury poniżej 15°C lepiej opisuje zapotrzebowanie na energię na ogrzewanie, eliminuje bowiem z liczby stopniodni wartości obliczone dla dni pierwszych (wrzesień) i ostatnich (czerwiec) miesięcy sezonu grzewczego oraz miesięcy poza sezonem grzewczym, w których nie ogrzewa się mieszkań. Wskaźnik ten odzwierciedla również pośrednio potencjalne powiązanie ze wskaźnikami jakości powietrza, związanymi ze wzrostem emisji pierwotnej pyłu zimą (emisja ze spalania paliw stałych do celów grzewczych).

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 9). 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.



Rysunek 9. Stopniodni dla temperatury powietrza średniodobowej <17°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)

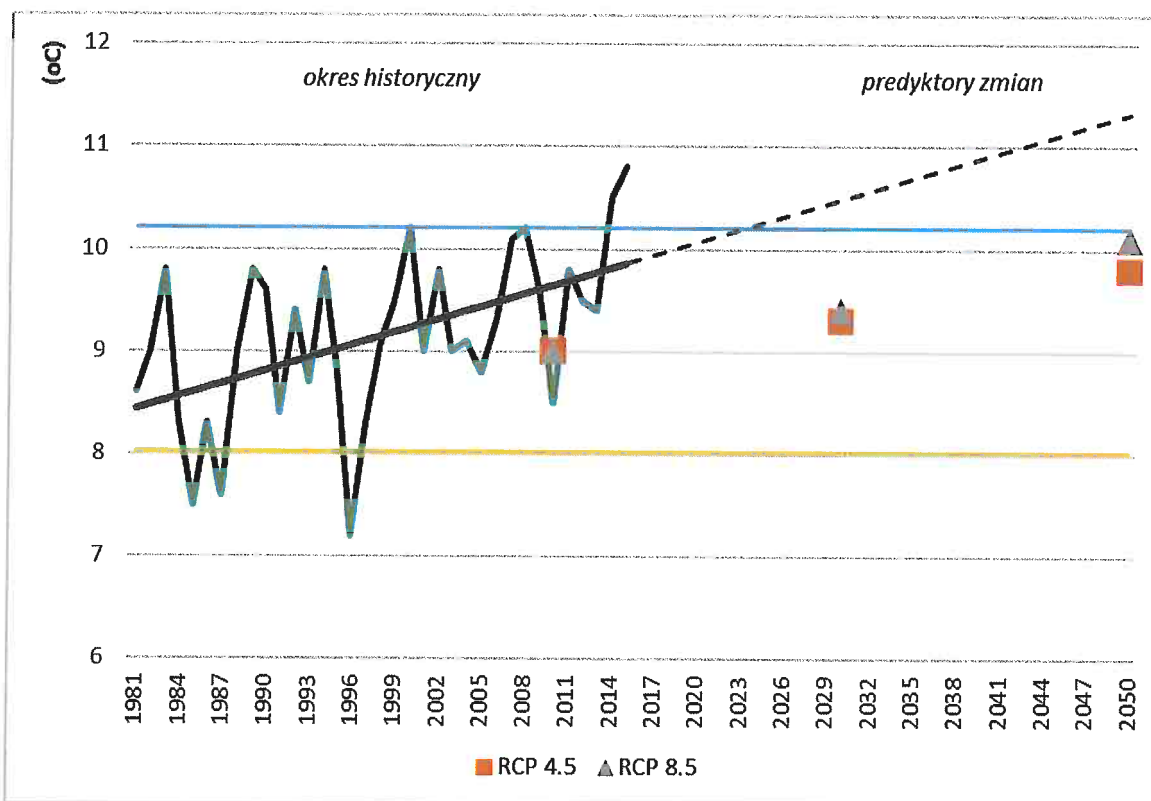
Wartość temperatury powietrza średniorocznej

Analiza wartości temperatury powietrza średniorocznej wskazuje na wystąpienie trendu wzrostowego. Temperatura powietrza zmienia się średnio od 9,0°C w dziesięcioleciu 2006-2015, poprzez średnio 9,4°C w latach 2026-2035, do średnio 10,0°C w dziesięcioleciu 2046-2055 (Rysunek 10). W okresie 1981-2015 stwierdzono istotny statystycznie (p=0,002) wzrost średniej rocznej temperatury powietrza. Prognozowany jest wzrost temperatury średniorocznej do 2050 roku.

⁹ Przyjmowane są następujące wskaźniki: Polska <17; Wielka Brytania <18,5; Dania, Szwecja <17; Grecja <14; Portugalia 12-18 (Dopke 2008)

¹⁰ Dopke J., 2008, Obliczanie miesięcznej liczby stopniodni grzania

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



Rysunek 10. Przebieg średniej rocznej temperatury powietrza

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

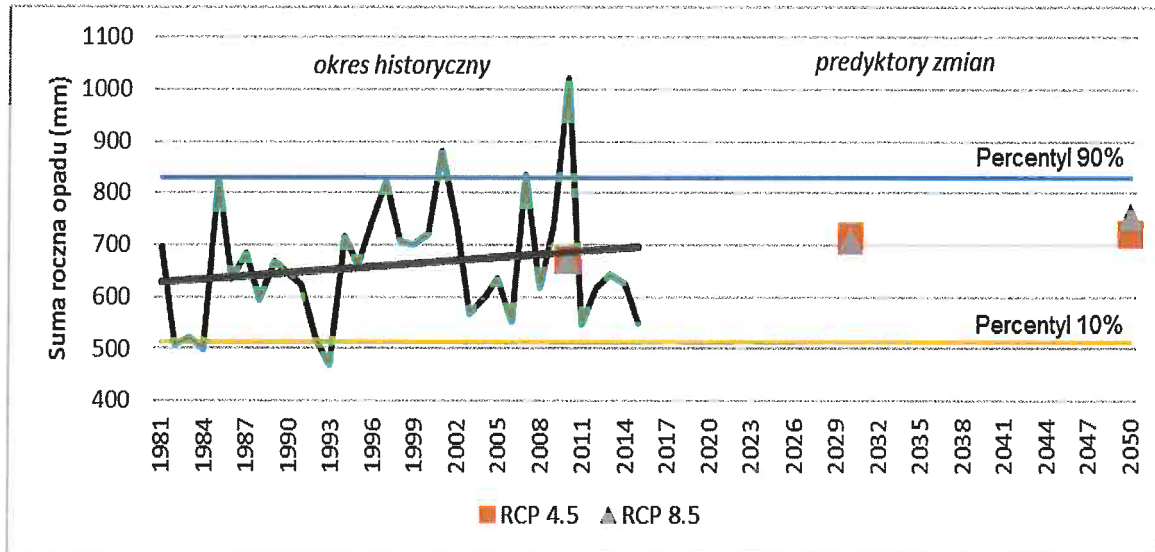
Suma roczna opadu

Położenie Krakowa oraz cyrkulacja atmosfery sprawiają, że występują tutaj korzystne warunki opadowe. Przejawia się to wyższymi sumami opadów w mieście. W Krakowie występują obfite opady kilkudniowe, charakterystyczne dla Karpat i ich przedpola, związane ze spiętrzaniem się wilgotnych mas powietrza napływających z sektora północnego, które są najczęściej przyczyną powodzi w dorzeczu górnej Wisły. Południowa i zachodnia część miasta otrzymuje znacznie więcej opadów niż część północna i wschodnia, pozostająca w cieniu opadowym¹¹. Wyniki wiązki EURO-CORDEX dla sumy rocznej opadu wskazują na istnienie trendu wzrostowego, szczególnie widocznego w dziesięcioleciu 2046-2055 dla scenariusza RCP8.5. Suma roczna opadu atmosferycznego zmienia się od średnio 670,2 mm w dziesięcioleciu 2006-2015, poprzez średnio 713 mm w latach 2026-2035, do średnio 737,5 mm w okresie 2046-2055 (Rysunek 11). W okresie 1981-2015 stwierdzono wzrost rocznej sumy opadu atmosferycznego, ale nie jest to wzrost istotny statystycznie ($p=0,32$).

¹¹ Olechnowicz-Bobrowska B., Skowera B., Wojkowski J., Ziernicka-Wojtaszek A., 2005, *Warunki opadowe na stacji agrometeorologicznej w Garlicy Murowanej*, Acta Agrophysica, 6 (2): 455-463.

Bokwa A., *Wieloletnie zmiany struktury mezoklimatu miasta na przykładzie Krakowa*, 2010, Instytut Geografii i Gospodarki Przestrzennej UJ, Kraków, 258.

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



Rysunek 11. 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)

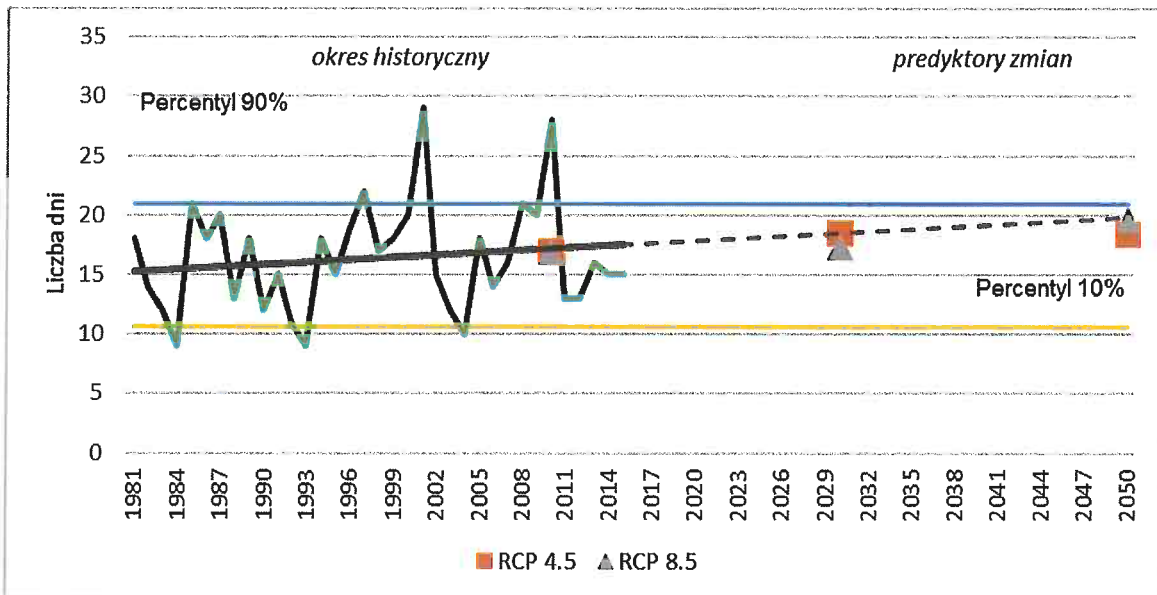
Opad ekstremalny

W ostatnich latach obserwuje się wzrost zagrożeń wywołanych ekstremalnymi zjawiskami meteorologicznymi, takimi jak intensywne kilkudniowe opady deszczu o charakterze rozlewnym oraz krótkotrwałe deszcze ulewne i nawałne, powodujące wezbrania i powodzie lokalne.

Zagrożenia związane z opadem ekstremalnym w Krakowie zostały opisane następującymi wskaźnikami:

Dla liczby dni z opadem >10 mm/d w roku wartości wskaźnika obliczone na podstawie EURO-CORDEX wskazują na trend wzrostowy. Średnio liczba dni zmienia się od 16,9 dni w dziesięcioleciu 2006-2015, poprzez średnio 17,9 dni w okresie 2026-2035, do średnio 19 dni w latach 2045-2055 (Rysunek 122). W okresie 1981-2015 wystąpił nieistotny statystycznie ($p=0,41$) wzrost liczby dni z opadem >10 mm/d w roku.

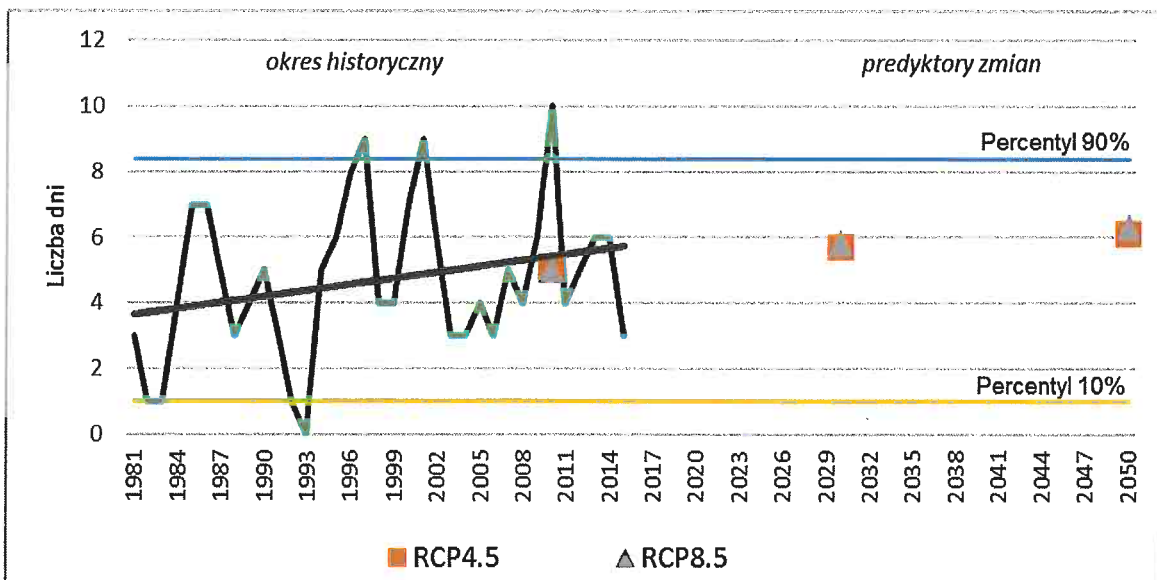
OPRACOWANIE PLANÓW ADAPTACJI DO ZMIAN KLIMATU W MIASTACH POWYŻEJ 100 TYS. MIESZKAŃCÓW



Rysunek 12. 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)

W okresie 1981-2015 nastąpił wzrost liczby dni z opadem >20 mm/d w roku, jest on jednak nieistotny statystycznie ($p=0,12$). Wyniki EURO-CORDEX wykazują trend wzrostowy, gdzie wartości wskaźnika zmieniają się od średnio 5,1 dni w dziesięcioleciu 2006-2015, poprzez średnio 5,8 dnia w okresie 2026-2035, do średnio 6,2 dnia w latach 2046-2055 (Rysunek 13) i są zbliżone do tych obliczonych na podstawie obserwacji.



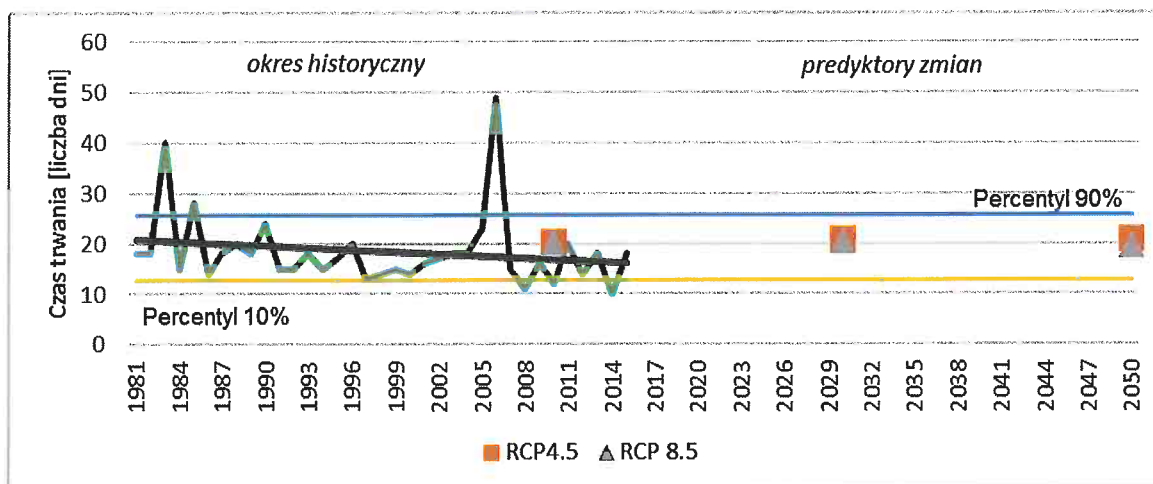
Rysunek 13. Liczba dni z opadem atmosferycznym >20 mm/d

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)

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

6. Dni bezopadowe

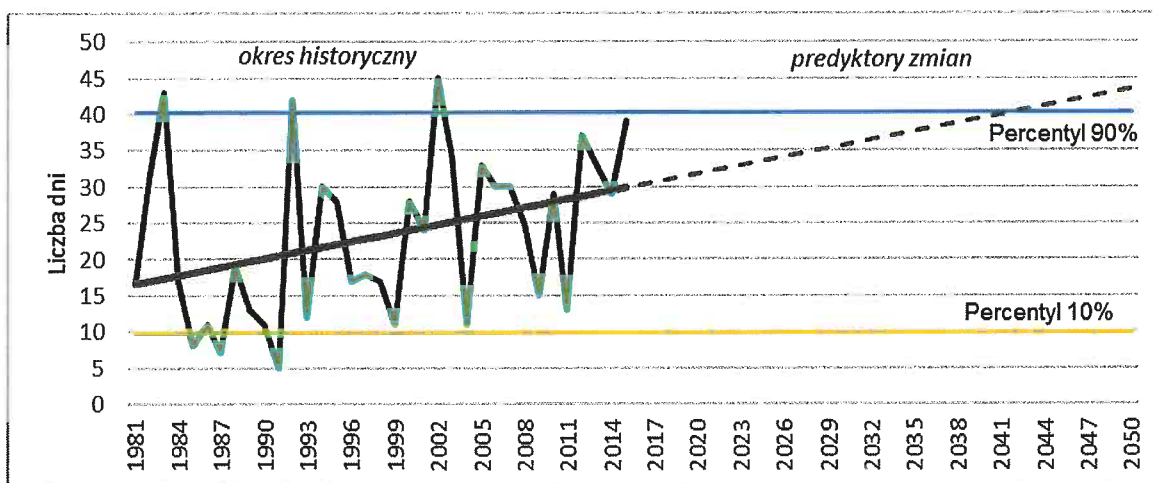
Występowanie dni bezopadowych może wiązać się z ryzykiem wystąpienia suszy w mieście. W przypadku najdłuższego okresu bez opadu w roku różnice są nieznaczne i wskazują na trend stały. Najdłuższy okres bez opadu zmienia się średnio od 20,3 dni w dziesięcioleciu 2006-2015, poprzez średnio 20,6 dnia w latach 2026-2035, do średnio 20,2 dnia w dziesięcioleciu 2046-2055 (Rysunek 14). W okresie 1981-2015 trend nie występuje. Tendencja tego wskaźnika nie jest istotna statystycznie ($p=0,45$). Prognozowana długość najdłuższego okresu bezopadowego nie wykazuje znaczących zmian w horyzoncie do roku 2050.



Rysunek 14. Najdłuższy okres bez opadu

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)

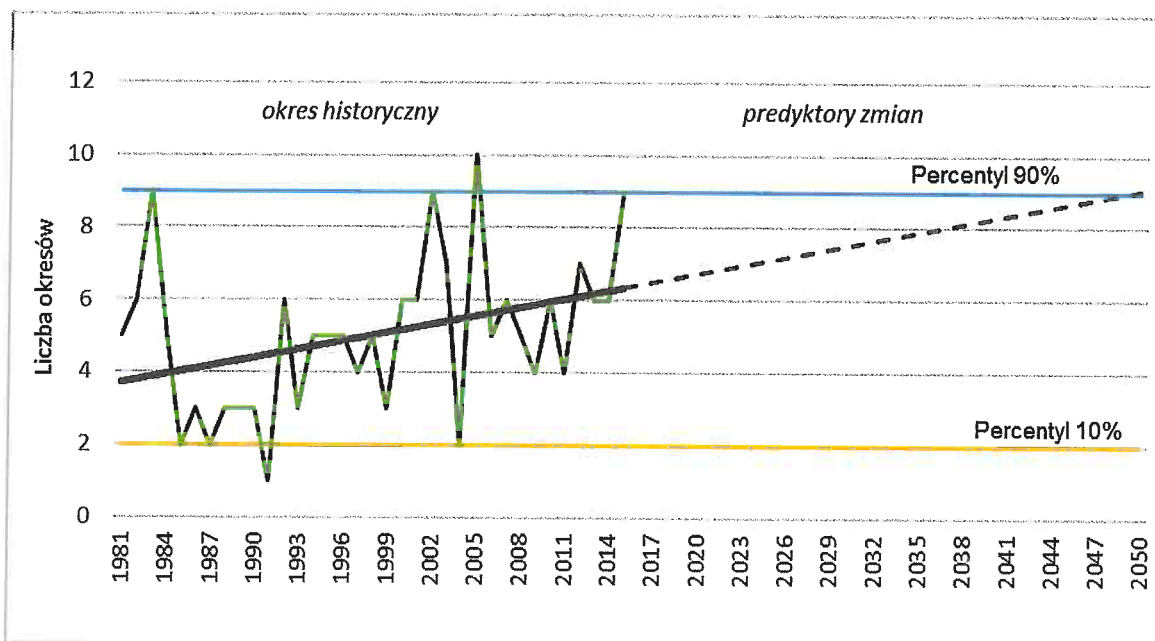
Oprócz długotrwałych okresów bezopadowych, przedstawionych na Rycinie 13, przeprowadzono ponadto analizę sytuacji występowania dni bez opadu wraz z temperaturą maksymalną $>25^{\circ}\text{C}$ (także pojedynczych) z całego danego roku, a nie tylko w długotrwałych okresach. Najwięcej takich dni wystąpiło w roku 2002 (45 dni – Rysunek 15). Dane historyczne wykazują wyraźny, istotny statystycznie ($p=0,04$) trend rosnący dla liczby dni bez opadu z wysoką temperaturą powietrza $>25^{\circ}\text{C}$.



Rysunek 15. Liczba dni bez opadu z wysoką temperaturą powietrza $>25^{\circ}\text{C}$ (suma dla danego roku)

W okresie historycznym (zielona linia)

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



Rysunek 16. Liczba okresów (min. 3 dni) bez opadu z wysoką temperaturą powietrza >25°C
W okresie historycznym (zielona linia)

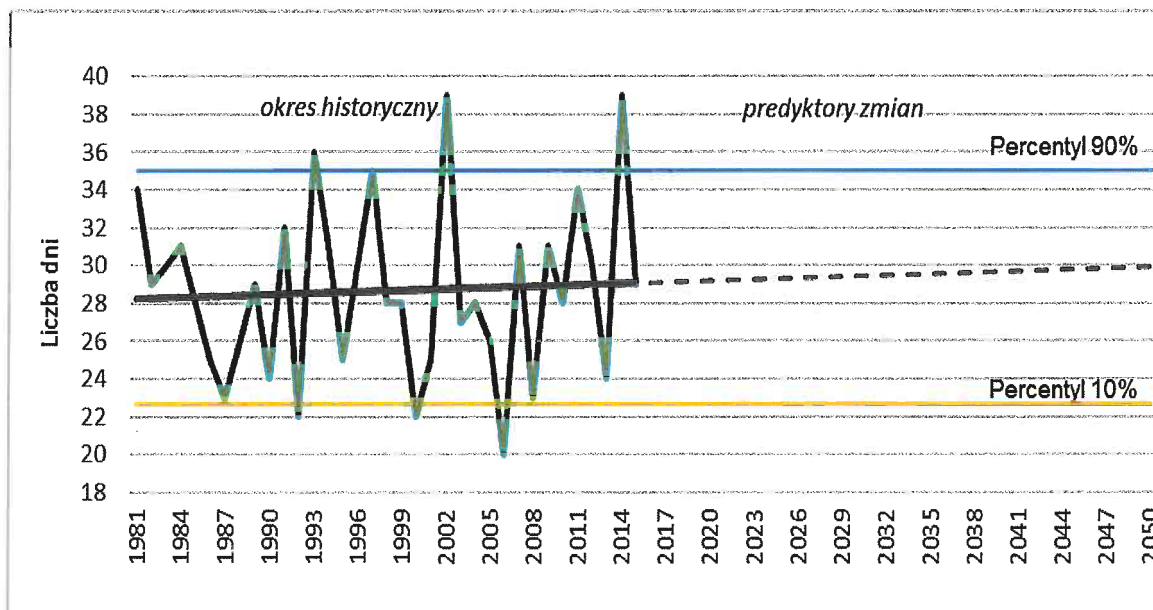
W przypadku liczby okresów (min. 3 dni) bezopadowych z wysoką temperaturą powietrza >25°C najczęściej wystąpiło ich w 2005 roku (10) (Rysunek 16). Dane historyczne wykazują wyraźny, istotny statystycznie ($p=0,03$) trend rosnący.

7. Burze

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.

W latach 1981-2015 średnia roczna liczba dni z burzą w Krakowie wynosiła 29. Najbardziej burzowe były lata 2002 i 2014 – 39 dni z burzą, najmniej przypadków wystąpienia tego zjawiska (20) zanotowano w roku 2006. Burze mogą występować przez cały rok, jednak od grudnia do marca zjawisko jest incydentalne, a maksimum przypada od maja do sierpnia. Analizy historyczne (1981-2015) nie wykazały istotnych zmian statystycznych w częstotliwości występowania burz w Krakowie ($p=0,92$). Zjawisku burzy często towarzyszy opad gradu, jednak zalicza się on do zjawisk lokalnych, bardzo trudnych do prognozowania (Rysunek 17).

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



Rysunek 17. Liczba dni z burzą

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

8. 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 1985-2010 na obszarze miasta i jego okolic odnotowano 26 przypadków wystąpienia opadów nawalnych (Tabela 1) (należy tutaj zwrócić uwagę, że w bazie danych w niektórych przypadkach podano dobowe sumy opadów, gdy nie udało się ustalić konkretnego czasu trwania opadu, oraz opady o wysokości mniejszej niż 20 mm, jeżeli wiadomo, że spowodowały wystąpienie FF¹²), z których 9 spowodowało wystąpienia powodzi miejskiej na terenie Krakowa (wyróżnione).

Tabela 1. Nawalne opady zanotowane na posterunkach opadowych w rejonie Krakowa (1985-2010) (Rysunek 18)

L.p.	Data opadu	Wysokość opadu [mm]	Czas trwania opadu [min]	Stacja opadowa
1	17.05.1985	69,0	60	Kraków-Bielany-Klasztor
2	08.08.1985	54,6	doba	Kraków-Łęg

¹² Flash flood (ang.) – powódź błyskawiczna

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

L.p.	Data opadu	Wysokość opadu [mm]	Czas trwania opadu [min]	Stacja opadowa
3	14.06.1986	65,5	300	Kraków-Bielany-Klasztor
4	18.06.1986	70,9	115	Kraków-Łęg
5	14.06.1987	65,5	doba	Kraków-Balice
6	24.06.1989	79,0	doba	Kraków-Obserwatorium
7	22.05.1992	28,3	60	Kraków-Bielany-Klasztor
8	21.06.1992	17,5	12	Kraków-Bielany-Klasztor
9	17.07.1994	27,9	60	Kraków-Bielany-Klasztor
10	29.08.1996	47,1	doba	Kraków-Obserwatorium
11	05.07.1997	58,0	doba	Kraków-Balice
12	21.06.1999	54,2	doba	Kraków-Balice
13	22.08.2001	53,3	doba	Kraków-Balice
14	14.07.2002	63,1	doba	Kraków-Balice
15	31.07.2002	13,0	doba	Kraków-Obserwatorium
16	06.09.2007	65,1	doba	Kraków-Obserwatorium
17	07.09.2007	53,5	doba	Kraków-Obserwatorium
18	23.06.2008	13,0	30	Kraków-Balice
19	10.06.2009	8,6	doba	Kraków-Obserwatorium
20	23.08.2009	32,3	doba	Kraków-Balice
21	12.05.2010	17,3	doba	Kraków-Balice
22	16.05.2010	53,5	doba	Kraków-Balice
23	17.05.2010	50,9	doba	Kraków-Obserwatorium
24	18.07.2010	60,1	doba	Kraków-Obserwatorium
25	27.07.2010	65,2	doba	Kraków-Obserwatorium
26	06.08.2010	8,2	60	Kraków-Balice

Zanotowane powodzie FF powodowały podtopienia dróg i ulic, uszkodzenia dachów czy trakcji tramwajowej oraz straty w rolnictwie (zamulenie pól, zniszczenie upraw). W 2002 roku uszkodzona została część Sukiennic, a w 2010 roku załamał się tunel szybkiego tramwaju.

Również w kolejnych latach miały miejsce zdarzenia tego typu. W 2011 roku powodzie miejskie wystąpiły w Krakowie 20 maja, 1 czerwca oraz 19 lipca. 3 sierpnia 2012 roku na stacji Kraków – Wola Justowska zanotowano w ciągu 120 minut opad wysokości 13,8 mm, co doprowadziło do zalania ulic i podtopienia piwnic. Gwałtowna burza (19,5 mm w 60 min), która przeszła 10 czerwca 2013 roku nad południową częścią miasta, poza powodzią miejską spowodowała również wystąpienie z brzegów Drwinki. 24 czerwca tego samego roku podobna ulewa (31,5 mm w 180 minut) dotknęła Prądnik Czerwony oraz centrum miasta. Dnia 16.08.2015 r. w Krakowie wystąpił deszcz nawalny – stacja synoptyczna I rzędu Kraków-Balice zarejestrowała wtedy dobową sumę opadów 38,7 mm, stacja klimatologiczna III rzędu Kraków-Obserwatorium odnotowała 74,4 mm, natomiast na stacji

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

klimatologicznej IV rzędu Kraków-Wola Justowska suma opadów wyniosła 44,2 mm, z czego największą część stanowił opad, który wystąpił pomiędzy godziną 13:40, a 14:10 i wyniósł on 31,2 mm w ciągu 30 min. Straż pożarna otrzymała w tym dniu ok. 350 zgłoszeń. Zalane zostały m.in. tereny Tauron Arena Kraków, Opery Krakowskiej czy pogotowia ratunkowego przy ul. św. Łazarza, a także część os. Kabel, ulice: Kamieńskiego, Lea, Leszczynowa, Grodzka, Lipska, al. Pokoju i rondo Mogiłskie.

Zagrożenie wprost wynikające z występowania intensywnych opadów deszczu jest dodatkowo potęgowane przez lokalną specyfikę obszaru miejskiego, przede wszystkim wysoki stopień zagospodarowania i uszczelnienia powierzchni oraz niewydolny system kanalizacyjny, opierający się głównie na sieci ogólnospławnej. Część głównych kolektorów ściekowych posiada nieprawidłowy profil dna, w tym przeciwnadciśnieniowe, co na określonych odcinkach prowadzi do występowania przepływów ciśnieniowych. Większość z nich posiada ponadto zbyt małą retencję kanałową, co powoduje ich szybkie przepełnianie i zjawisko cofki do kanałów bocznych, a w dalszej kolejności do wylewania ścieków opadowych na ulice miasta^[13].

Na podstawie powyższego należy ocenić, że zagrożenie powodziąmi nagłymi/miejskimi na obszarze miasta Krakowa jest wysokie. Silne opady mogące powodować powodzie występują tu regularnie, a w przeszłości nierzadko przynosiły w efekcie lokalne powodzie i podtopienia, powodując straty materialne oraz utrudnienia w funkcjonowaniu miasta. Newralgiczne obszary miasta stanowią:

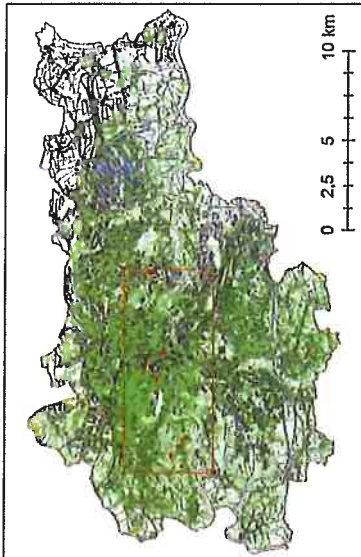
- Czyżyny (okolice Tauron Areny oraz obiektu Selgros),
- Wola Justowska (wzdłuż ul. Królowej Jadwigi, szczególnie przy skrzyżowaniu z ul. Modrzewiową),
- Prądnik Czerwony (ul. Dobrego Pasterza, ul. Jakuba Majora),
- Grębałów (ul. Karola Darwina),
- Bronowice (ul. Bronowicka w rejonie skrzyżowania z ul. Błażeja Czepca),
- Bielany (ul. Księcia Józefa),
- Podgórze i Bieżanów-Prokocim (ul. Nowosądecka, ul. Malborska, ul. Biskupińska, ul. Bieżanowska i ul. Barbary, ul. Jerzmanowskiego)
- Prądnik Biały (ul. Siewna).

Nie tylko ze względu na postępujące zmiany klimatu, lecz także zmiany zagospodarowania przestrzennego Krakowa (wzrost udziału terenów nieprzepuszczalnych) w przyszłości takie problemy mogą dotyczyć także obszarów Płaszów-Rybitwy, Dąbie, Stary Bieżanów, Wola Duchacka, czy rejonu Kombinatoru Metalurgicznego^[14].

¹³ Koncepcja odwodnienia i poprawy bezpieczeństwa powodziowego miasta Krakowa (MGGP S.A., 2011).

¹⁴ Opracowanie koncepcji ograniczenia zagrożeń wynikających z braku możliwości efektywnego odprowadzania wód opadowych systemem kanalizacyjnym w Krakowie (PK WIŚ, 2015).

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



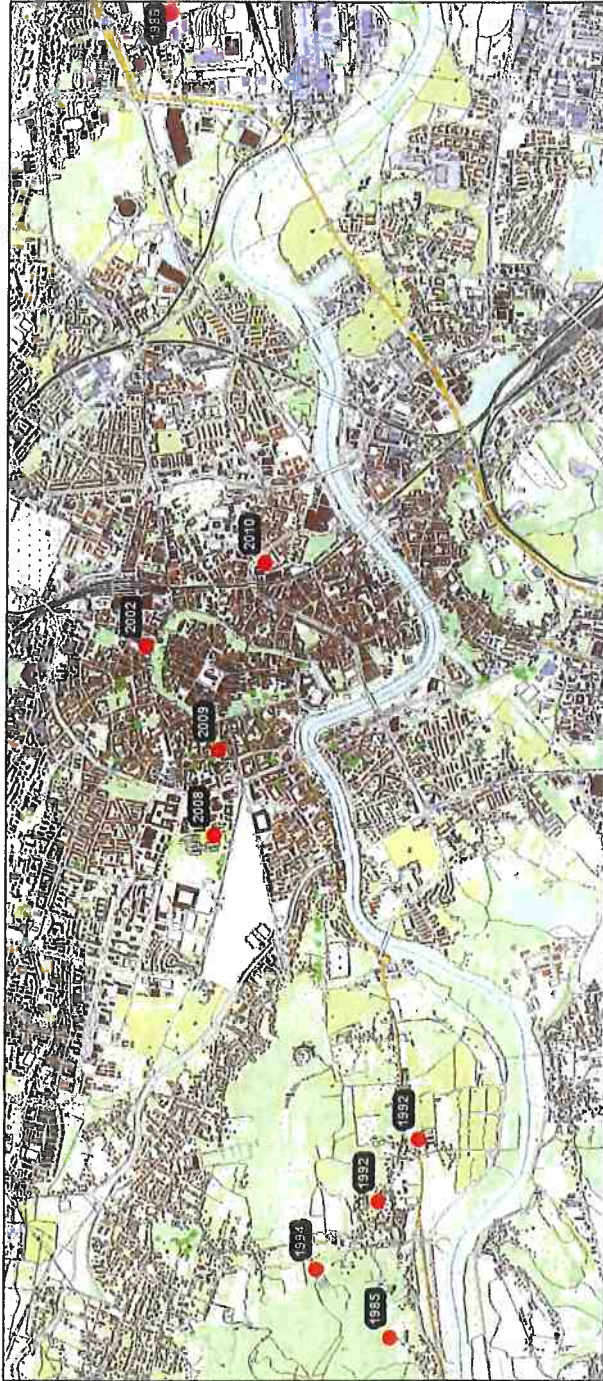
Źródło:

Projekt: KLIMAT.
"Wpływ zmian klimatu na środowisko, gospodarkę i społeczeństwo"
Zadanie nr 4: "Klęski żywiołowe a bezpieczeństwo wewnętrzne kraju"
Podzadanie nr 4.7:
"Opracowanie narzędzi wspomagających system ostrzegania
o nagłych powodziach typu Flash Flood"



Objaśnienia

- nagle powódzie Flash Flood w latach 1971-2010 (wg IMGW)
- granice administracyjne miasta Krakowa



Rysunek 18. Nagłe powódzie typu FF na obszarze Krakowa w latach 1971-2010 (Projekt KLIMAT, IMGW-PL)

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

Powodzie od strony rzek

W ramach WORP (wstępna ocena ryzyka powodziowego) na obszarze Krakowa zidentyfikowano wystąpienie licznych powodzi historycznych, jednak zasięgi obszarów narażonych na niebezpieczeństwo powodzi (ONNP będących wynikiem WORP) wyznaczono głównie na podstawie opracowań, w których wyróżniono obszary, na których wystąpienie powodzi jest prawdopodobne. Na terenie miasta ONNP obejmują rozległe obszary wzdłuż Wisły i Rudawy na całych odcinkach tych rzek w granicach miasta, a także na ujściowych odcinkach Dłubni, Białuchy i Wilgi.

W związku z powyższym dla przedmiotowego obszaru opracowano również mapy zagrożenia powodziowego (MZP) i mapy ryzyka powodziowego (MRP), według których zagrożenie powodziowe w mieście jest znaczne. Woda o prawdopodobieństwie wystąpienia $p=1\%$ (tzw. woda stuletnia) generalnie mieści się w obwałowaniach, jednakże obwałowania Wisły w Krakowie, jako budowle I klasy, powinny charakteryzować się parametrami dla wody miarodajnej $p=0,5\%$ (dwustuletnia) oraz kontrolnej $p=0,1\%$ (tysiącletnia). Wyjątkiem jest odcinek w Śródmieściu, od Zwierzyńca do Zabłocia, gdzie miejscami wały są przelewane również wodami stuletnimi (miejscami podnoszone systemem tzw. rozbielanych ścianek przeciwpowodziowych DPS-2000¹⁵). Ostatnia powódź z 2010 roku pokazała, że obecny system zabezpieczenia przeciwpowodziowego Krakowa z trudem wytrzymuje wezbrania 100-letnie, a ewentualne pojawienie się większej powodzi byłoby dla miasta katastrofalne w skutkach (Rysunek 19).

Kolejnym, po MZP i MRP, opracowaniem uszczegóławiającym poziom zagrożenia i ryzyka powodziowego na terenie miasta jest Plan zarządzania ryzykiem powodziowym dla Regionu Wodnego Górnej Wisły (PZR). Zgodnie z przeprowadzonymi tam analizami Kraków zakwalifikowany został do gmin o największym stopniu ryzyka powodziowego, w którym awaria wałów przeciwpowodziowych grozi zalaniem $\frac{1}{4}$ obszaru miasta, w tym szeregu obiektów cennych kulturowo, a także niebezpiecznych dla środowiska, mogących wywołać skażenia, epidemie czy katastrofy budowlane. Ponadto stwierdza się złożony mechanizm powstawania fali powodziowej na Wiśle w obrębie Krakowa, w czym istotną rolę odgrywa sytuacja synoptyczna przed i w trakcie wezbrania, w tym kierunek przemieszczania się opadu, oraz kolejność przyjmowania przez Wisłę fal wezbraniowych z poszczególnych jej dopływów. Dodatkowym zagrożeniem są opady nawałne, które w warunkach postępującej urbanizacji przyczyniają się do coraz częstszych podtopień¹⁶.

Opisane wyżej analizy potwierdzają liczne inne opracowania z zakresu ochrony przeciwpowodziowej, przygotowane wcześniej dla obszaru Miasta Krakowa. Główne, powtarzające się wnioski płynące z tych dokumentów, które charakteryzują obecny, niewystarczający stopień przygotowania Miasta na powódź, a także wyznaczają kierunki koniecznych działań, to:

- Niewystarczający i niemożliwy do znacznego rozbudowania (choć wymagający modernizacji i poprawy stanu technicznego) system biernej ochrony przeciwpowodziowej (wały),
- Konieczność zwiększenia sterowanej pojemności retencyjnej, polderowej i zbiornikowej, w bezpośredniej zlewni Wisły oraz jej dopływów powyżej Krakowa,
- Poprawa i utrzymanie dobrego stanu technicznego koryt cieków, obiektów przeciwpowodziowych oraz innych obiektów infrastrukturalnych związanych z Wisłą i jej dopływami.

Podsumowując powyższe analizy, zagrożenie i ryzyko powodziowe od strony rzek występujące na obszarze Miasta Krakowa należy ocenić jako wysokie. Główne uwarunkowania powodujące taki stan

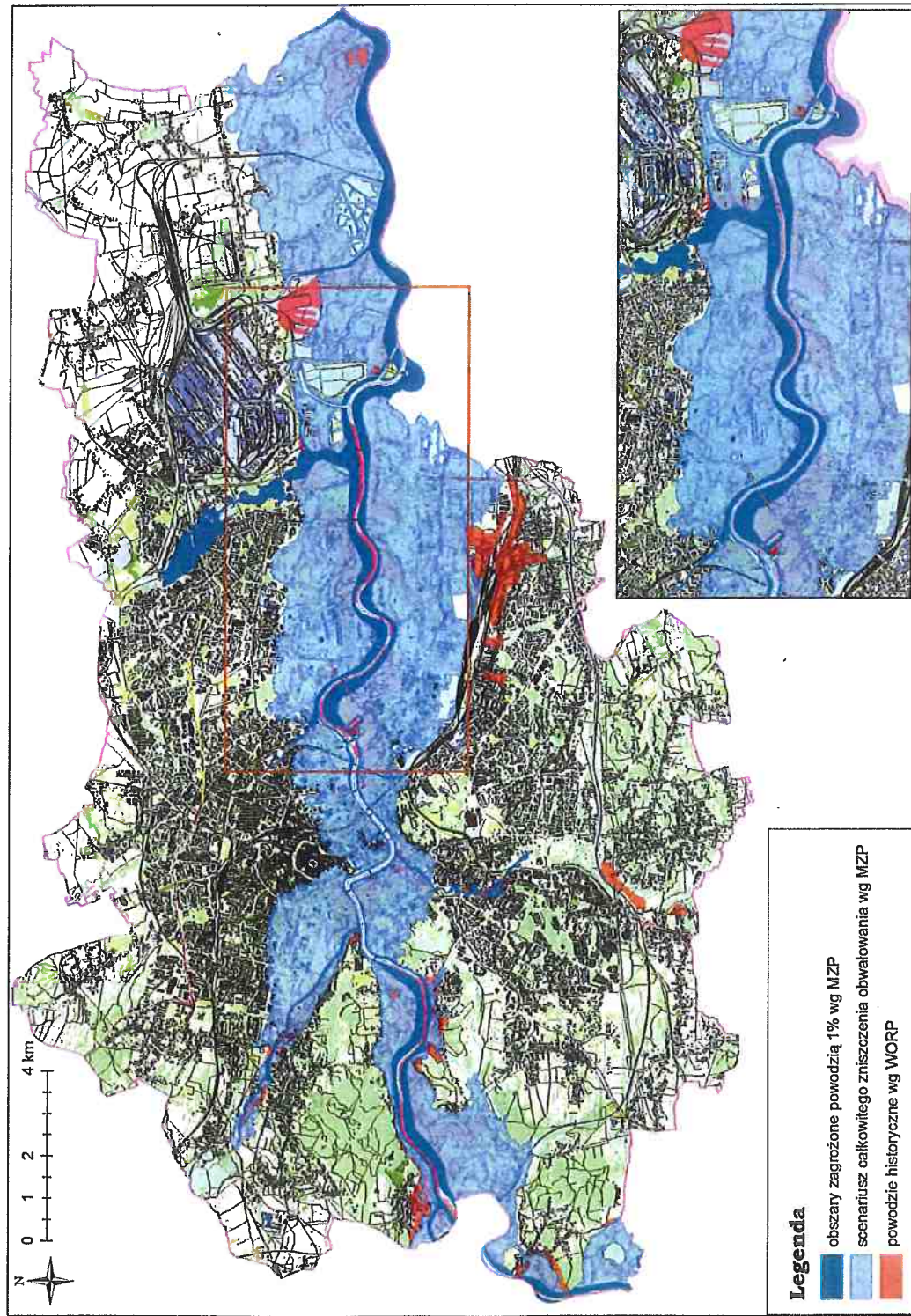
¹⁵ Analiza dokumentów dotyczących zabezpieczenia przeciwpowodziowego Miasta Krakowa wraz z rekomendacjami.

¹⁶ Plan zarządzania ryzykiem powodziowym dla regionu wodnego Górnej Wisły.

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

rzeczy, to stosunkowo duża zlewnia Wisły powyżej miasta oraz nakładanie się fal kulminacyjnych z jej licznych dopływów o górskim charakterze (powodującym m.in. szybkie kulminacje), oraz znaczny poziom zagospodarowania, który odebrał rzece jej naturalne tereny zalewowe, co nie zostało zrekompensowane odpowiednią sztuczną pojemnością retencyjną. Sytuacji nie poprawiają parametry oraz stan techniczny istniejącego systemu biernej ochrony przeciwpowodziowej miasta.

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



Rysunek 19. Zagrożenie powodziowe na obszarze Miasta Kraków (wg WOPR, MZP/MRP)

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

Okresy niżówkowe i niedobory wody

Niżówkę definiuje się jako okres, w którym przepływy były równe lub niższe od założonej wartości progowej przepływu, zwanej również przepływem granicznym (Zielińska 1963¹⁷, Ozga-Zielińska¹⁸, Brzeziński 1997).

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.

W wieloletniu 1981-2015 na wybranych rzekach w rejonie Krakowa zidentyfikowano różne wartości okresów niżówkowych, najwięcej na Wiśle (111-121) i Skawince (132), wyraźnie mniej na Rudawie (84) i Prądniku w Ojcowie (44), gdzie ponadto zdecydowanie przeważały niżówki powyżej 30 dni (30).

Na wszystkich wodowskazach zdecydowanie przeważają niżówki letnie, w Radziszowie stosunek ten wyniósł niespełna 2,4 niżówki letniej na pojedynczą niżówkę zimową.

Biorąc pod uwagę czas trwania oraz maksymalny deficyt wody, najdłuższa niżówka wystąpiła w latach 1989-1992 na Prądniku, trwając aż 797 dni. Minimalny przepływ zanotowany w maju 1990 roku wyniósł zaledwie $0,23 \text{ m}^3/\text{s}$, a deficyt niżówki blisko $3,4 \text{ mln m}^3$.

Najpoważniejsze niżówki w Wiśle wystąpiły w różnych latach na dwóch analizowanych wodowskazach, podobna była jednak wielkość deficytu: $223,62 \text{ mln m}^3$ na wodowskazu Smolice w latach 2003-2004 oraz $241,15 \text{ mln m}^3$ na wodowskazu Sierosławice w roku 2015. Dla porównania zbiornik Goczałkowicki, największy zbiornik retencyjny powyżej miasta, będący jednocześnie piątym pod względem pojemności rezerwuarem w Polsce, może zmagazynować maksymalnie (łącznie ze stałą rezerwą powodziową) $165,6 \text{ mln m}^3$ wody.

Ze względu na specyficzne uwarunkowania Krakowa, gdzie około 64% wody pitnej ujmowana jest ze zbiornika Dobczyce zlokalizowanego na rzece Rabie, analizę niżówek należy rozszerzyć również o ten ciek, nie ograniczając się jedynie do wybranych rzek przepływających przez miasto.

Na podstawie danych literaturowych można stwierdzić, że w obszarze górnej Raby, powyżej zbiornika Dobczyce, występuje większa intensywność niżówek letnich. Charakteryzują się one znacznymi deficytami odpływów, a także większym wyrównaniem przestrzennym. Sugeruje to silny związek występowania niżówek z okresami występowania wysokich temperatur oraz długimi okresami bezopadowymi, utrzymującymi się na większych obszarach, czego efektem jest równomierne zmniejszanie się zasobów wodnych całej zlewni. W okresach zimowych głębokie niżówki występują

¹⁷ Zielińska M. *Niżówki letnie rzek polskich*, Gospodarka Wodna, Nr 4, Warszawa 1963, 133-136

¹⁸ Ozga-Zielińska M., Brzeziński J. – *Hydrologia stosowana*, PWN, Warszawa 1997

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

tylko w górnej części zlewni (Rabka, Mszana)^{19]}, nie mają zatem silnego wpływu na zasoby wodne w zbiorniku Dobczyce.

9. Zanieczyszczenia powietrza

Przeprowadzono analizę poziomów stężeń dla trzech zanieczyszczeń: ozonu troposferycznego, pyłu PM₁₀ oraz pyłu PM_{2,5}. Wyniki analizowano w odniesieniu do wartości kryterialnych (poziomów dopuszczalnych), określonych w obowiązujących przepisach prawnych.

Podstawę przeprowadzonych analiz stanowiły wyniki pomiarów jakości powietrza prowadzone w latach 2006-2016 w ramach Państwowego Monitoringu Środowiska (PMŚ), udostępniane na stronie internetowej Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska (GIOS).

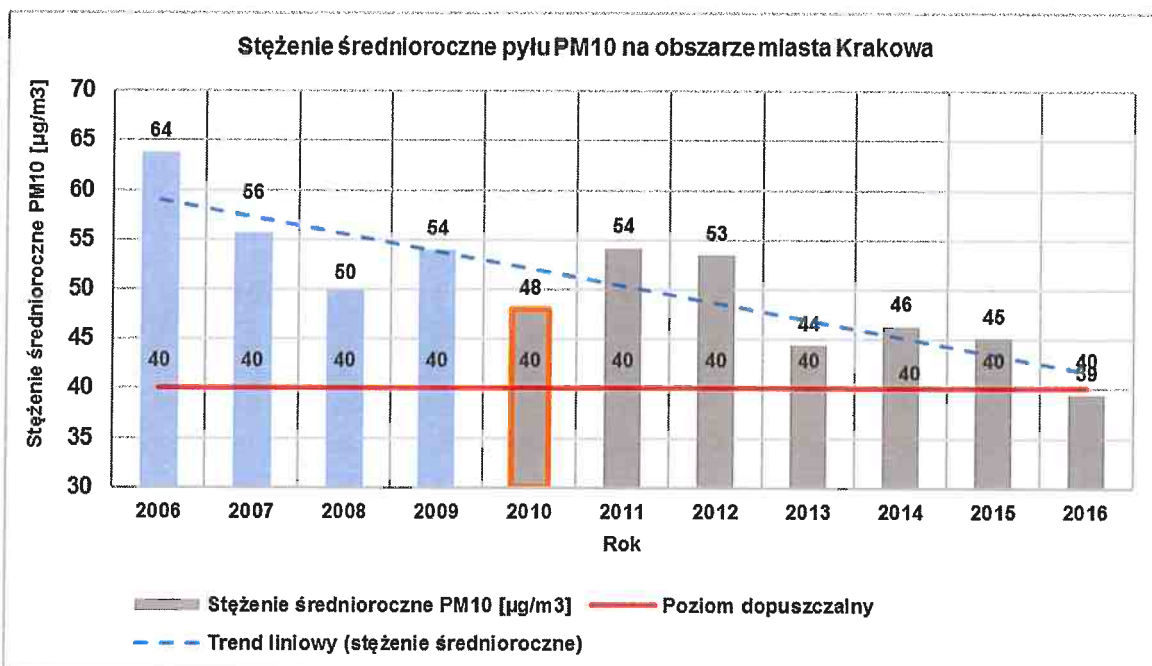
Zgodnie z założeniami metodycznymi, podstawę analiz poziomów stężeń zanieczyszczeń powietrza prowadzonych w ramach projektu MPA stanowią **wyłącznie** wyniki pomiarów ze stacji pomiarowych tła miejskiego, ponieważ wyniki z tych stacji pomiarowych, zlokalizowanych przy dużych skupiskach zabudowy mieszkalnej, są najbardziej reprezentatywne dla określenia poziomów stężeń zanieczyszczeń oddziałujących na mieszkańców miasta.

Przeprowadzona analiza stacji pomiarowych funkcjonujących w tym okresie na terenie Miasta Krakowa wykazała, że za wyjątkiem roku 2016 w poszczególnych latach w obrębie Miasta równocześnie działała tylko jedna stacja tła miejskiego, na której prowadzone były pomiary stężeń zanieczyszczeń objętych analizą w ramach projektu MPA.

Analizy przeprowadzone dla pyłu PM₁₀ wykazały, że w całym analizowanym okresie czasu wartości maksymalnych stężeń średnich dobowych znacznie przekraczały poziomy dopuszczalny W przypadku stężeń średniorocznych przekroczenia wartości dopuszczalnej stwierdzono przez cały okres analizy, za wyjątkiem roku 2016 (Rysunek 20). Dodatkowo liczba dni z przekroczeniami maksymalnych stężeń średnich dobowych w całym okresie znacznie przekraczała poziom dopuszczalny 35 dni w roku kalendarzowym. Także dla pyłu PM_{2,5} przeprowadzone analizy wykazały, że w całym analizowanym okresie czasu wartości stężeń średniorocznych przekraczały poziom dopuszczalny. Stwierdzono również wysokie wartości maksymalnych stężeń średnich dobowych (Rysunek 21).

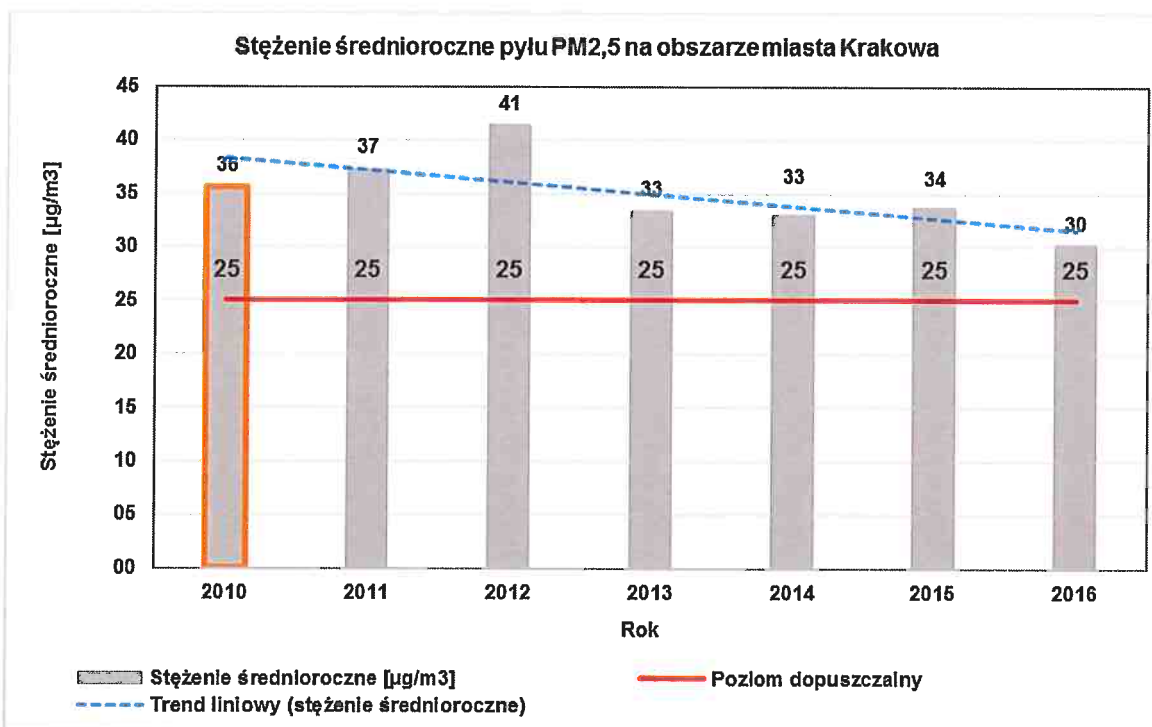
¹⁹ Niżówki w zlewni górnej Raby w latach 1971-1981, Krzysztof Raczyński, Monitoring Środowiska Przyrodniczego, Vol. 17, s. 73-81.

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



Rysunek 20. Pył zawieszony PM10 – wartości stężeń średniorocznych

oznaczenie: kolor pomarańczowy - wyniki stężeń dla roku 2010 posiadają jedynie wartość informacyjną i nie są uwzględniane w ocenie, z uwagi na kompletność serii pomiarowej niższą od wymaganej 75% dla okresu roku (kompletność na poziomie 70,7%)



Rysunek 21. Pył zawieszony PM2,5 – wartości stężeń średniorocznych

oznaczenie: kolor pomarańczowy - wyniki stężeń dla roku 2010 posiadają jedynie wartość informacyjną i nie są uwzględniane w ocenie, z uwagi na kompletność serii pomiarowej niższą od wymaganej 75% dla okresu roku (kompletność na poziomie 70,4%)

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

Zarówno dla pyłu PM10, jak i PM2,5, w ciągu wybranego 10-lecia stwierdzono ogólny spadek wartości stężeń średniorocznych, maksymalnych 24h oraz spadek liczby dni z przekroczeniami stężenia maksymalnego 24h (dla PM10), jednak z uwagi na krótki okres analizy istotniejsza jest stwierdzona zmienność poziomów analizowanych stężeń w kolejnych latach, zależna w znacznym stopniu od długości sezonu grzewczego oraz panujących w tym okresie temperatur, szczególnie w zakresie częstości występowania oraz długości trwania fal chłodu.

Przeprowadzona analiza częstości występowania epizodów wysokich stężeń zanieczyszczeń powietrza pod kątem możliwości wystąpienia smogu zimowego wykazała, że na terenie Miasta Krakowa występuje istotne zagrożenie jego powstawaniem. Jest ono związane z maksymalnymi stężeniami średnimi dobowymi pyłu PM10, przekraczającymi poziom 75 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Liczba dni z przekroczeniami ww. poziomu granicznego w ostatnich 10 latach kształtowała się w granicach od około 1 miesiąca w roku w latach z krótkim sezonem grzewczym do około 3 miesięcy w ciągu roku w przypadku lat charakteryzujących się długimi i mroźnymi sezonami zimowymi, z trendem malejącym, jednak krótki okres analizy wskazuje jedynie tendencje zmian wskaźnika.

Analizy przeprowadzone dla ozonu troposferycznego wykazały, że nie wystąpiły przekroczenia maksymalnej 8-godzinnej średniej kroczącej $>120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ani wartości wskaźnika AOT40. Tym samym problem występowania podwyższonych stężeń ozonu troposferycznego (a także związanego z nim smogu letniego) na terenie Miasta Krakowa jest obecnie mało istotny. W ciągu badanego 10-lecia wartości obu wskaźników (maksymalna 8-godzinna średnia krocząca $>120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ oraz AOT40) wykazywały tendencję rosnącą, co może oznaczać pojawienie się tego rodzaju problemu w przyszłości.

Przeprowadzona analiza wykazała, że koncentrację zanieczyszczeń powietrza na terenie Miasta Krakowa należy zaliczyć do istotnych czynników klimatycznych oraz ich pochodnych z uwagi na występowanie przekroczeń wartości kryterialnych obu frakcji pyłów, jak również stwierdzenie istotnego zagrożenia występowania smogu zimowego.



**Wzujmy się
w klimat!**
www.44mpa.pl



Institut 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



Institut 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



Institutu Ekologii Terenów
Upemysłowionych
ul. Kosutha 6
40-844 Katowice
tel.: 32 254 60 31
faks: 32 254 17 17
e-mail: letu@letu.pl
www.letu.pl



Arcadis Sp. z o.o.
al. Jerozolimskie 142B
02-305 Warszawa
tel.: 22 203 20 00
faks: 22 203 20 01
e-mail: mpa@arcadis.com
www.arcadis.com

Plan Adaptacji Miasta Krakowa do zmian klimatu do roku 2030

Załącznik nr 3

Materiały graficzne



*Wzujmy się
w klimat!*

www.44mpa.pl

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

Załącznik 3. Materiały graficzne

Mapa 1: Położenie fizycznogeograficzne miasta Krakowa

Mapa o małej skali, mająca za zadanie przedstawić lokalizację miasta. Mała skala pozwala na umieszczenie, poza konturami granic przedstawianego miasta, również punktów przedstawiających sąsiednie miasta przekraczające 20 tys. mieszkańców. Mapa zawiera ponadto warstwy rzek pochodzące z BDOO, oraz punkty wysokościowe oraz warstwy pochodzące z BDO250 a więc o niższej szczegółowości niż BDOT, ale nie powodujące przesytu informacji utrudniającego interpretację mapy. Na mapie umieszczono również podział jednostek fizycznogeograficznych (mezoregiony) według J.Kondrackiego. Jako podkład wykorzystany został rastrowy numeryczny model terenu o rozdzielczości piksela 25 m oraz cieniowanie pozwalające łatwiej zinterpretować ukształtowanie terenu.

Mapa 2: Wody powierzchniowe i podziemne

Mapa ta ma za zadanie przedstawić zasoby wodne miasta. Zastosowano zdecydowanie większą skalę niż w mapie nr 1, ponieważ obszar zainteresowania to jedynie miasto oraz najbliższe okolice. Na mapie zostały zamieszczone przepływające przez miasto rzeki, przy zachowaniu poziomu szczegółowości BDOO, oraz zbiorniki wodne przekraczające 1 ha powierzchni. Naniesiono również Główne Zbiorniki Wód Podziemnych oraz obowiązujący podział Jednolitych Części Wód Podziemnych 2016-2021. W celu ułatwienia orientacji oprócz granic miasta na mapie zostały umieszczone główne drogi krajowe, wojewódzkie i powiatowe.

Mapa 3: Obszary wrażliwości miasta

Mapa o dużej skali przedstawiająca wydzielone obszary wrażliwości miasta. Jedynie w celu łatwiejszej orientacji dodano również główne drogi krajowe, wojewódzkie i powiatowe.

Mapa 4: Gęstość zaludnienia

Mapa o dużej skali przedstawiająca gęstość zaludnienia w każdym z wydzielonych obszarów wrażliwości miasta. Zastosowano jednostkę gęstości zaludnienia liczba osób/ha, a w celu zapewnienia czytelności mapy zastosowano 6 klas gęstości zaludnienia. Ze względu na poziom agregacji obszarów wrażliwości, niemożliwe było osiągnięcie stanu 0 gęstości zaludnienia na obszarach otwartych czy przemysłowych, dlatego pierwsza klasa obejmuje przedział 0-5 osób/ha. W celu łatwiejszej orientacji zamieszczone są również główne drogi krajowe, wojewódzkie i powiatowe.

Źródłem danych o gęstości zaludnienia jest warstwa punktowa, która prezentuje przestrzenne rozłożenie wszystkich mieszkańców miasta. Warstwa ta powstaje przy wykorzystaniu specjalnego algorytmu rozdzielającego zadaną ilość mieszkańców (dane pochodzą z roczników statystycznych GUS lub ewentualnie roczników statystycznych publikowanych przez miasta) na podstawie informacji z BDOT10k. Algorytm ten wykorzystując warstwę zawierającą budynki rozrzuca „dostępnych” mieszkańców między wszystkie budynki mieszkalne, uwzględniając przy tym między innymi informacje o powierzchni i ilości kondygnacji każdego budynku. Dzieląc ilość mieszkańców znajdujących się na terenie danego wydzielenia przez jego powierzchnię uzyskano informację o gęstości zaludnienia w danym wydzieleniu.

Mapa 5: Mieszkańcy poniżej 5 roku życia (udział %)

Mapa 6: Mieszkańcy powyżej 65 roku życia (udział %)

Mapy o dużej skali prezentujące procentowy udział mieszkańców poniżej 5 roku życia oraz procentowy udział mieszkańców powyżej 65 roku życia w ogólnej populacji każdego mieszkalnego obszaru wrażliwości miasta. Informacje na temat populacji mieszkańców poniżej 5 oraz powyżej 65 roku życia zostały uzyskane w ten sam sposób co dane o ogólnej populacji poszczególnych wydzialeń. W celu ułatwienia interpretacji wyników oraz uniknięcia prezentacji zakłamań wynikających z poziomu agregacji obszarów wrażliwości miasta, na mapie prezentowane są jedynie wyniki dla wydzialeń mieszkalnych – obszarów mieszkaniowych.

Na Mapie 5 zastosowano stały podział na 4 klasy, natomiast na Mapie 6 zdecydowano się na 8 klas.

Na obu mapach wydzielenia: Obiekty i tereny usług publicznych, Tereny produkcyjne, bazowe składowe i magazynowe, Wielkopowierzchniowe obiekty handlowe, Osnowa przyrodnicza oraz Tereny otwarte zostały zaprezentowane jednolitym szarym kolorem. Na obu mapach umieszczono również główne drogi krajowe, wojewódzkie i powiatowe w celu łatwiejszej orientacji.

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

Mapa 7: Tereny biologicznie czynne w obszarach wrażliwości miasta

Mapa o dużej skali prezentująca procentowy udział powierzchni biologicznie czynnej w stosunku do ogólnej powierzchni danego wydzielenia. Informacje na temat powierzchni biologicznie czynnej zostały uzyskane na podstawie rastra Soil Sealing o rozdzielczości 25 m, pozyskanego z Europejskiej Agencji Ochrony Środowiska. Przy zastosowaniu szeregu założeń opracowano warstwę przedstawiającą piksele biologicznie czynne i biologicznie nieczynne, a następnie wyliczona została średnia ważona powierzchni biologicznie czynnej na terenie każdego wydzielenia oraz jej udział w stosunku do ogólnej powierzchni danego wydzielenia. W celu czytelnego zobrazowania zdecydowano się zastosować podział pełnego zakresu udziału powierzchni biologicznie czynnej (0-100%) na 7 klas. Aby ułatwić orientację w terenie dodano również główne drogi krajowe, wojewódzkie i powiatowe.

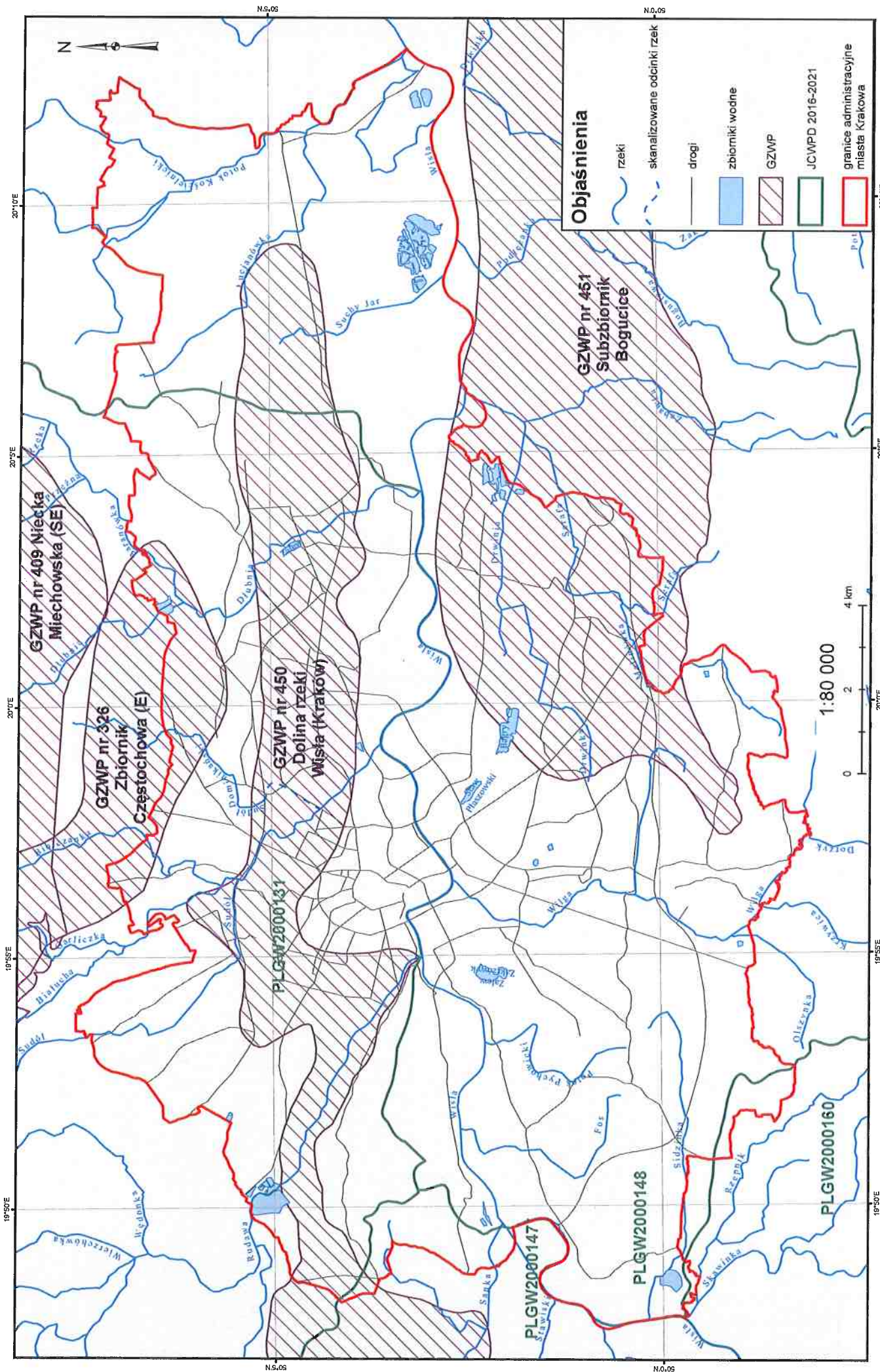
Mapa 8: Tereny uszczelnione w obszarach wrażliwości miasta

Mapa o dużej skali prezentująca procentowy udział powierzchni terenów uszczelnionych w stosunku do ogólnej powierzchni wydzielonych obszarów wrażliwości miasta. Jako źródło danych wykorzystany został raster Soil Sealing o rozdzielczości 25 m pozyskany z Europejskiej Agencji Ochrony Środowiska, przedstawiający średni poziom uszczelnienia powierzchni na terenie piksela. Na jego podstawie zostały wyliczone średnie wartości powierzchni uszczelnionej na terenie poszczególnych wydziałów. W celu czytelnego zobrazowania zdecydowano się zastosować podział pełnego zakresu udziału powierzchni terenów uszczelnionych (0-100%) na 7 klas. Aby ułatwić orientację w terenie dodano również główne drogi krajowe, wojewódzkie i powiatowe.

Mapa 9: Wskaźnik intensywności zabudowy

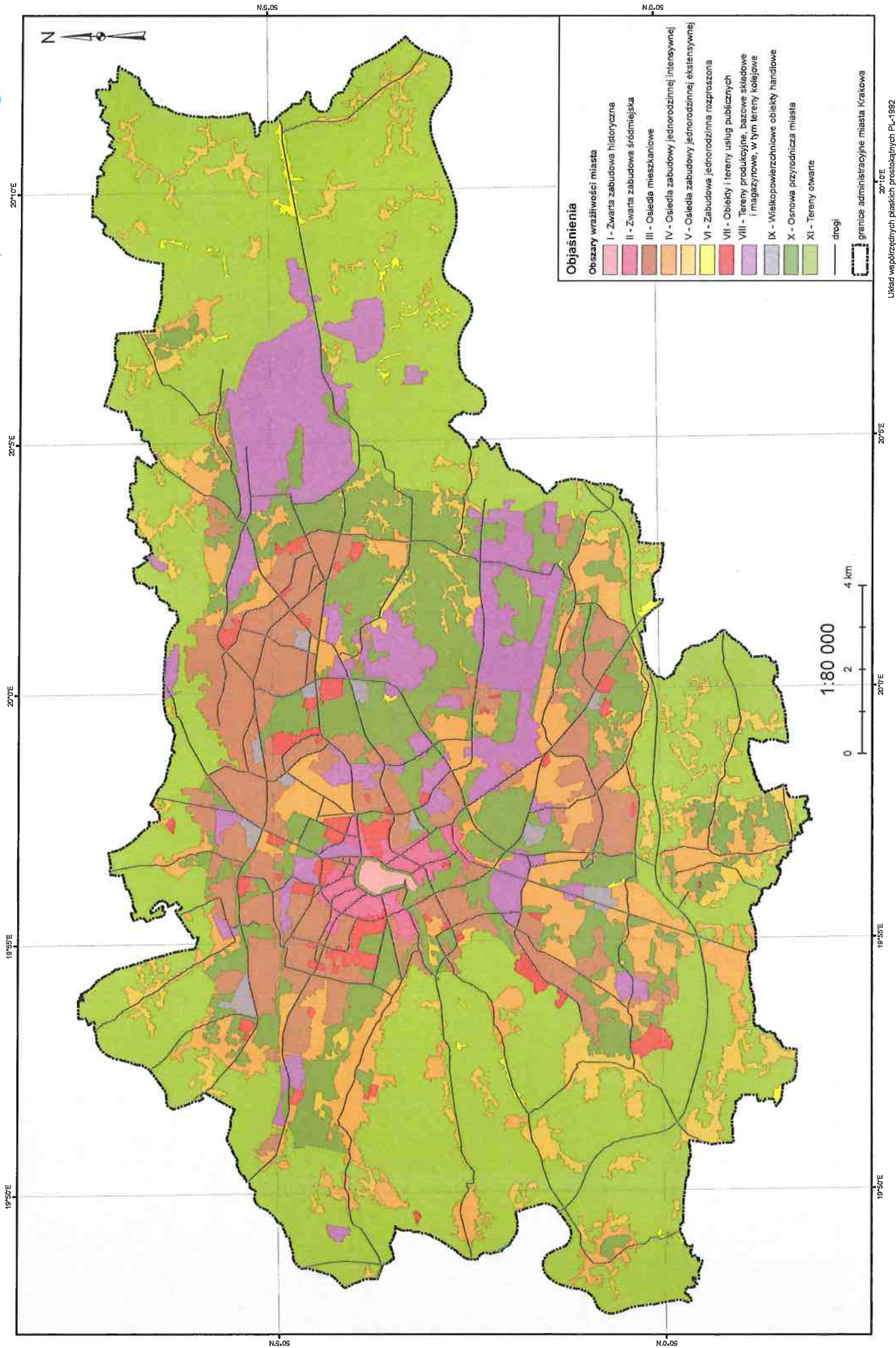
Mapa o dużej skali prezentująca intensywność zabudowy w poszczególnych obszarach wrażliwości miasta. Wskaźnik intensywności zabudowy policzono jako sumę iloczynów powierzchni budynków i ilości ich kondygnacji w stosunku do powierzchni danego wydzielenia. Wskaźnik ten jest bezwymiarowy, maksymalną wartość osiągnął w obszarze „Zwarta zabudowa historyczna” oraz „Zabudowa śródmiejska kwartałowa”, najniższy zaś dla obszaru „Tereny otwarte”. Dane na temat budynków pozyskano z BDOT10k. Dla uplastycznienia dane te również wniesiono na mapę.

Mapa 2. Wody powierzchniowe i podziemne

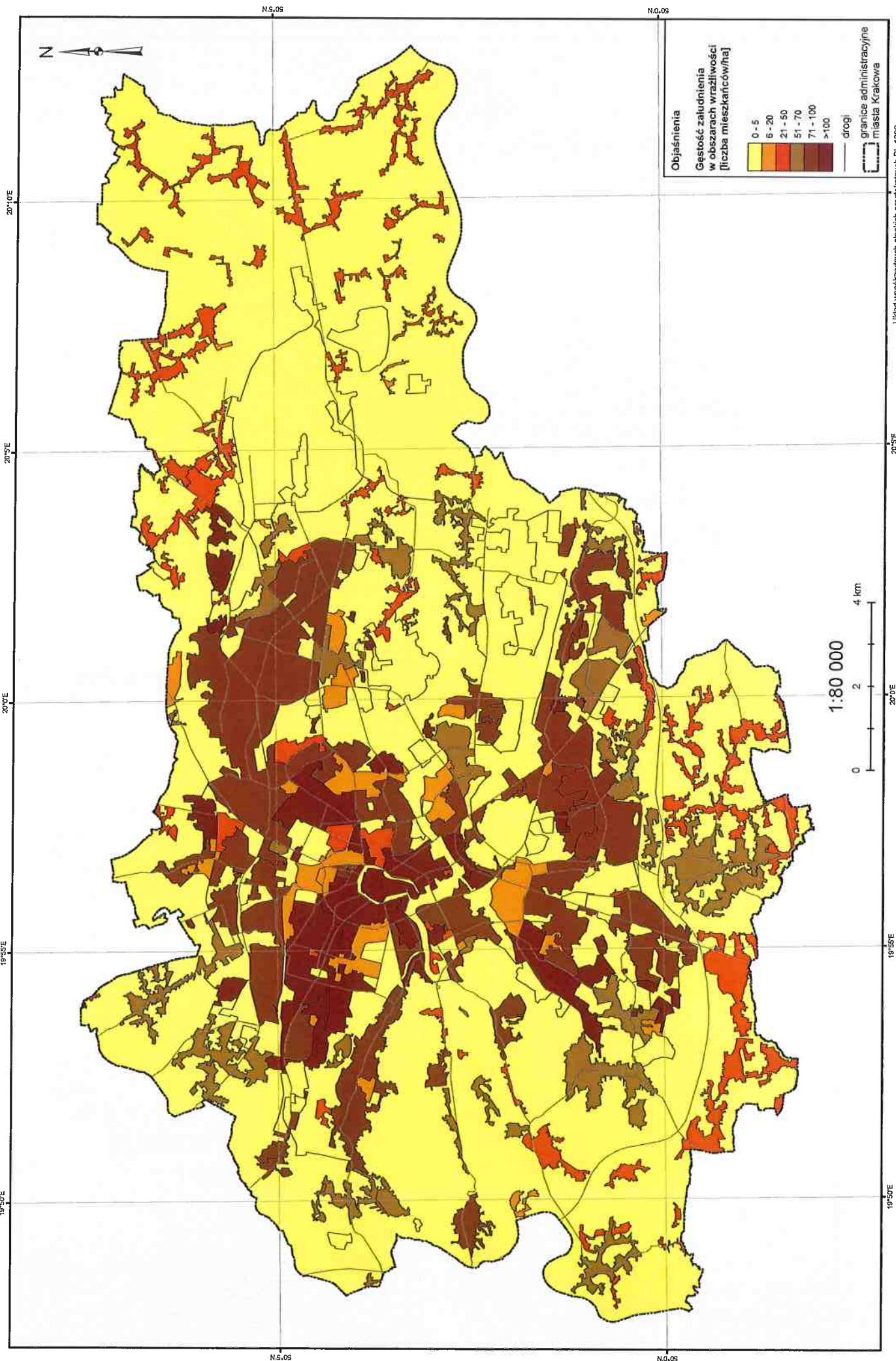


Układ współrzędnych płaskich prostokątnych PL-1992
Współrzędne geograficzne w geodezyjnym układzie odniesienia PL-ETRS89
Elipsoida GRS-80

Mapa 3. Obszary wrażliwości miasta

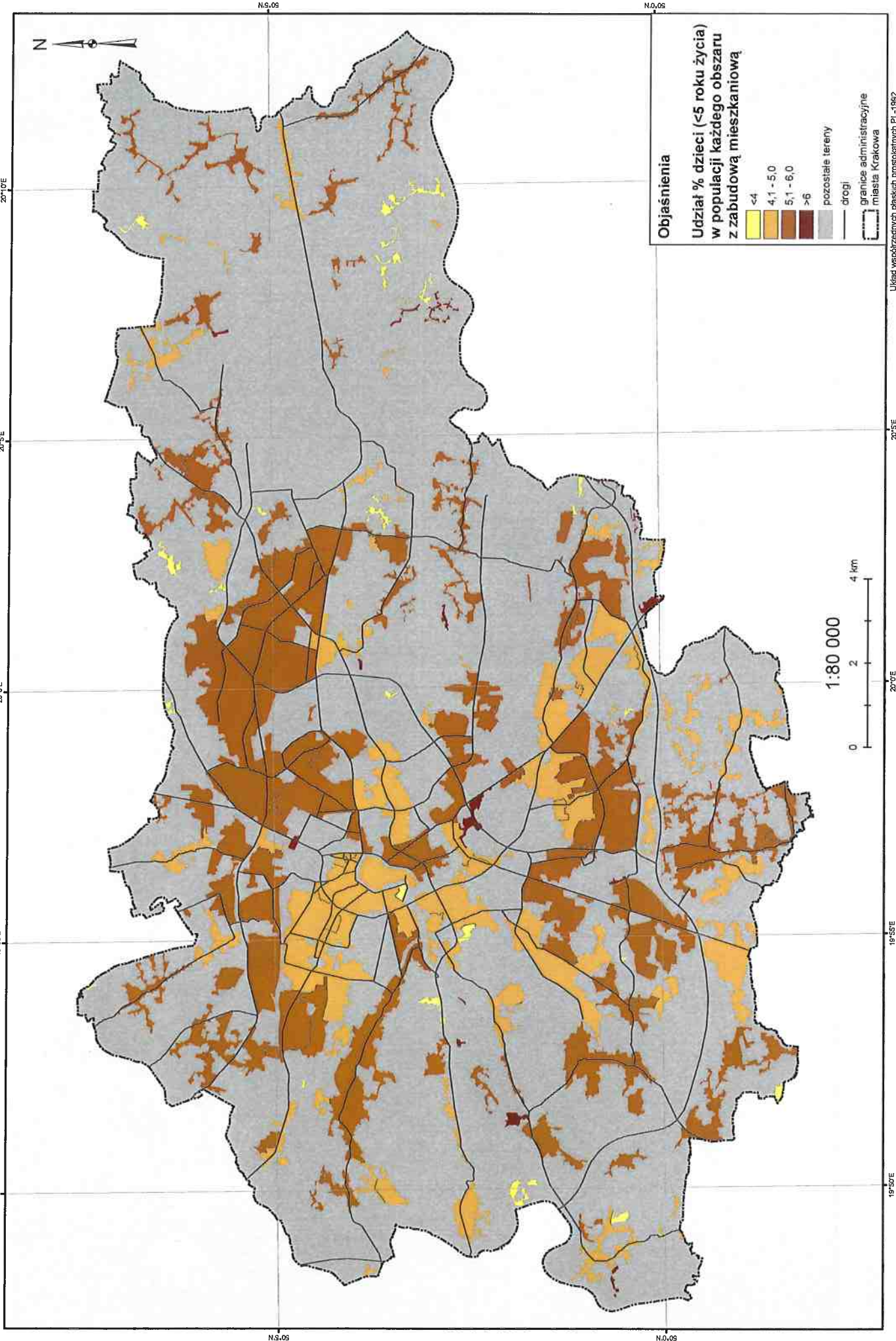


Mapa 4. Gęstość zaludnienia



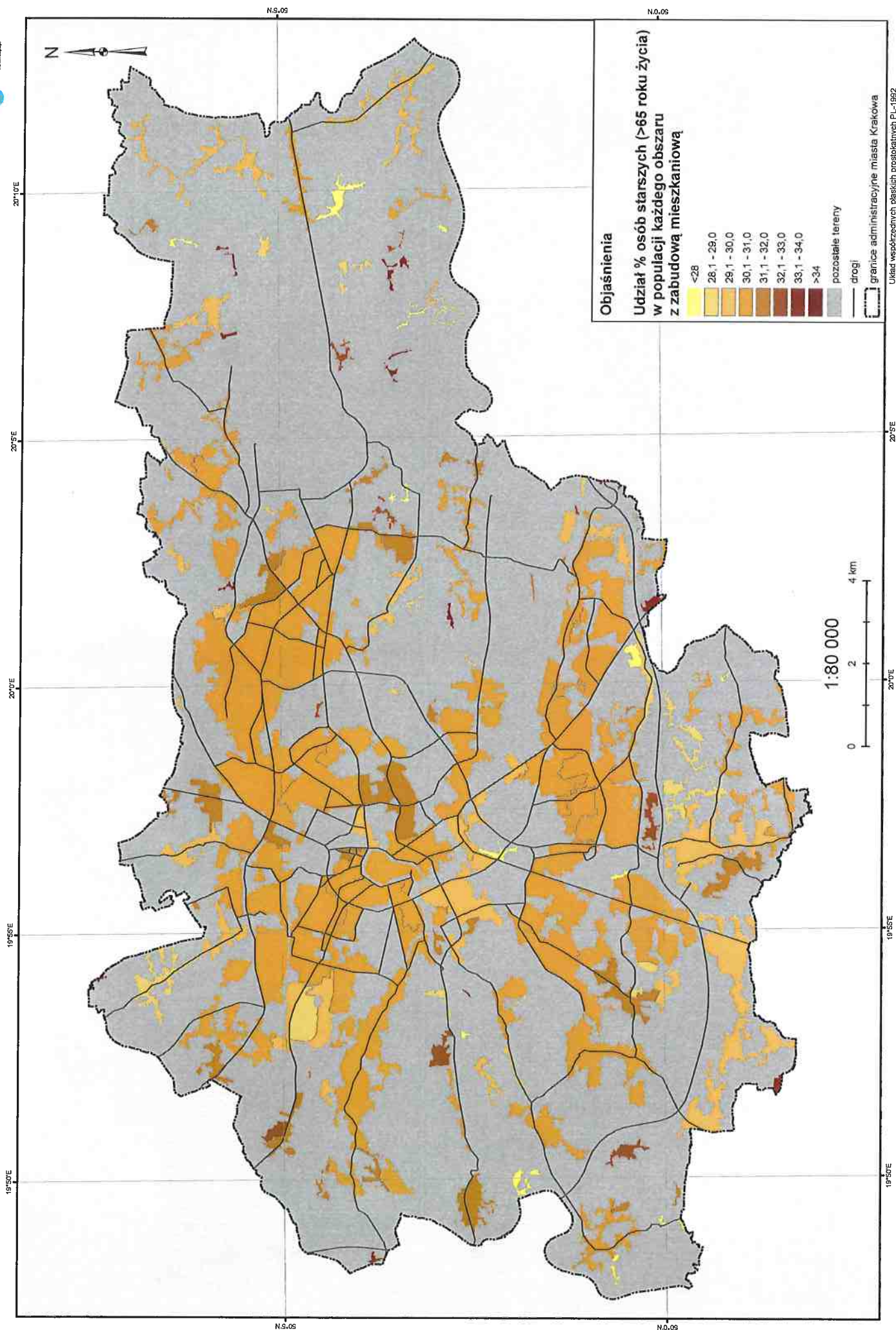
Układ współrzędnych płaskich prostokątnych PL-1992
Współrzędne geograficzne w geodezyjnym układzie odniesienia PL-ETRF89
Elipsoidal GRS-80

Mapa 5. Mieszkańcy poniżej 5 roku życia

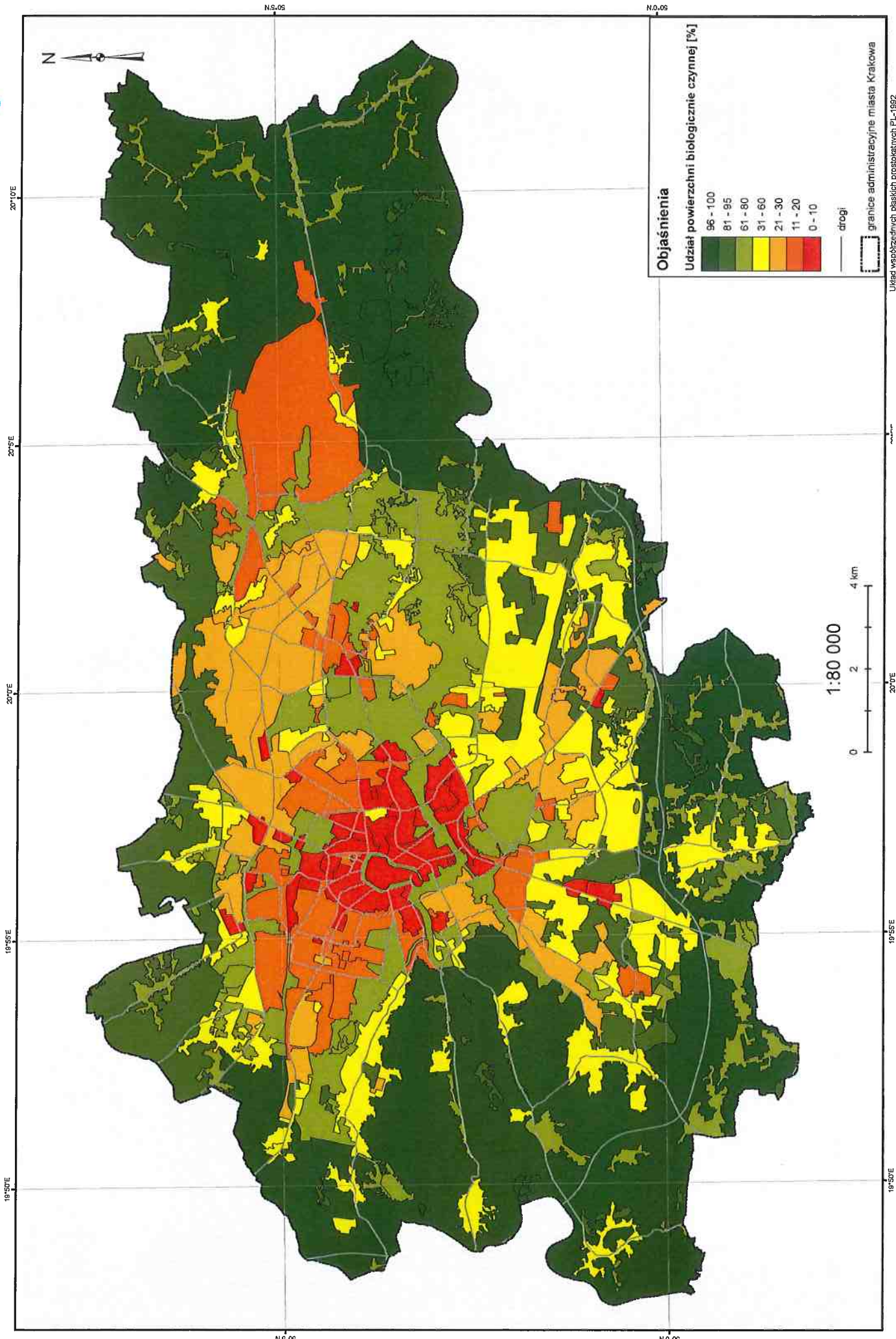


Układ współrzędnych płaskich prostokątnych PL-1992
Współrzędne geograficzne w geodezyjnym układzie odniesienia PL-ETRF89
Elipsoida GRS-80

Mapa 6. Mieszkańcy powyżej 65 roku życia

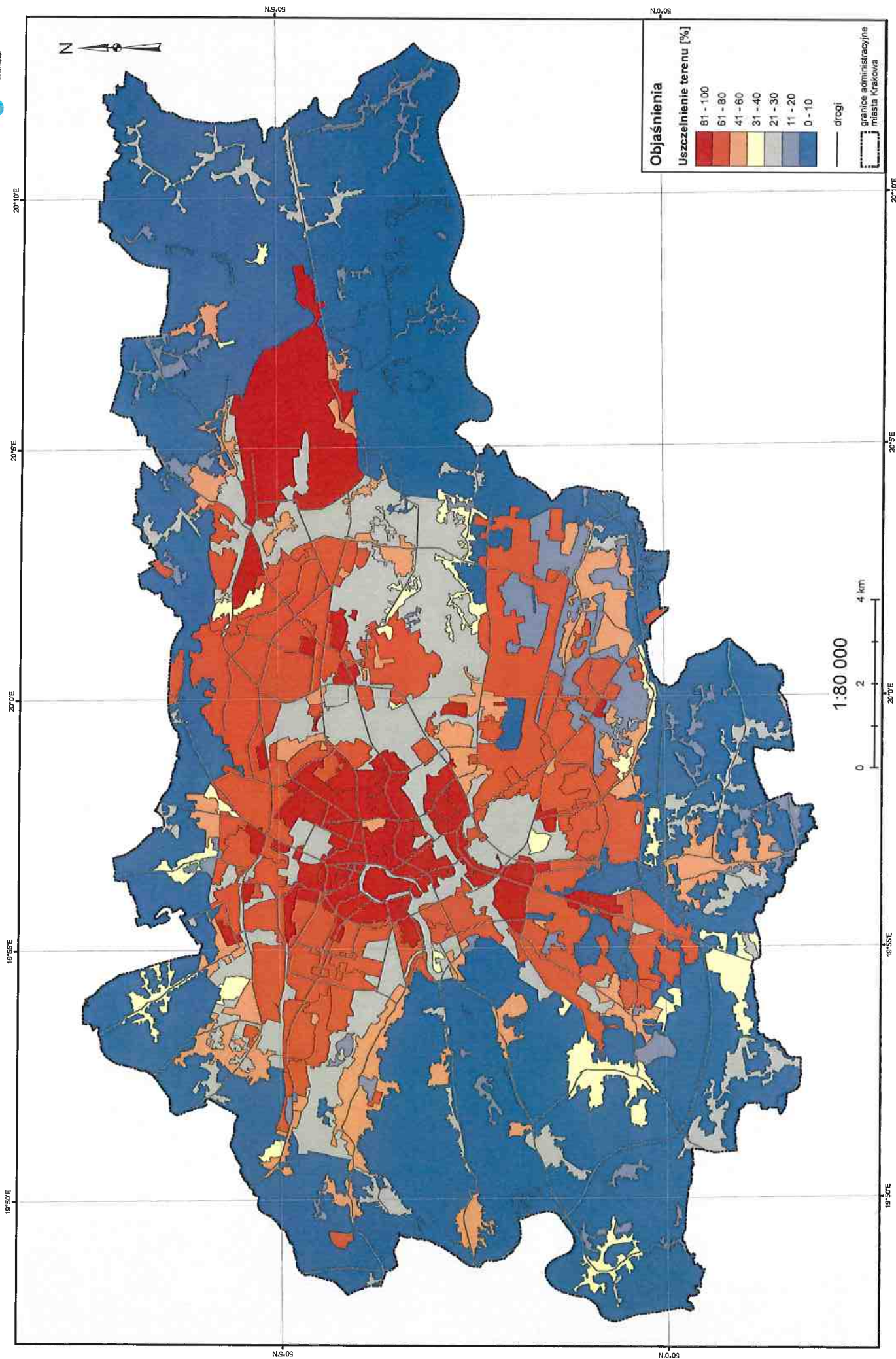


Mapa 7. Tereny biologicznie czynne w obszarach wrażliwości miasta

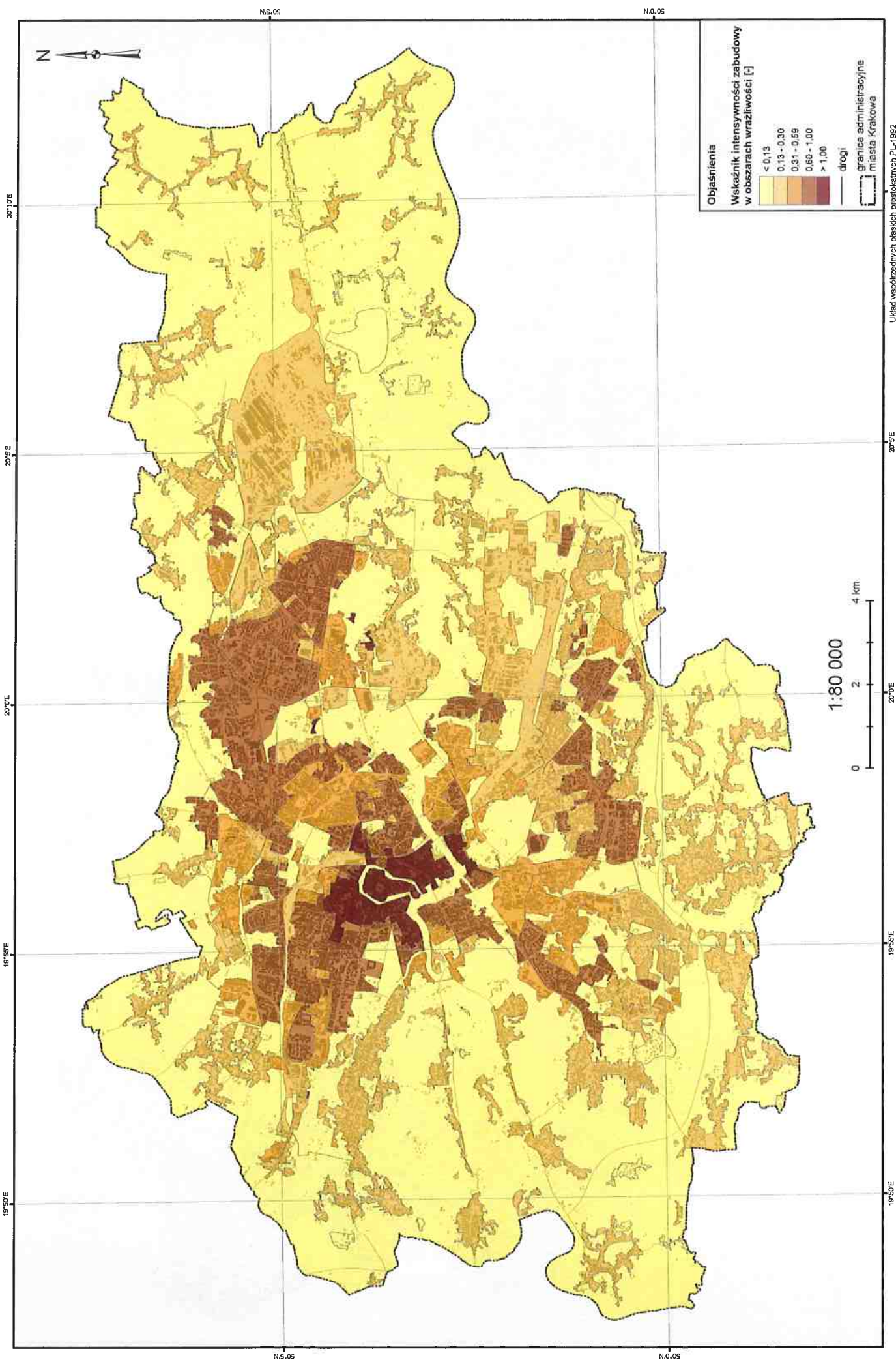


Układ współrzędnych: paszki prostokątnych PL-1992.
Współrzędne geograficzne w geodezyjnym układzie odniesienia PL-ETRF89.
Eliipsoida GRS-60

Mapa 8. Tereny uszczelnione w obszarach wrażliwości miasta



Mapa 9. Wskaźnik intensywności zabudowy



Układ współrzędnych płaskich przosiłkowy PL-1952
Współrzędne geograficzne w geodezyjnym układzie odniesienia PL-ETRF89
Eliipsoida GRS-80



**Wczujmy się
w klimat!**

www.44mpa.pl



Institut 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



Institut 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



Institutu Ekologii Terenów
Przemysłowych
ul. Kosutha 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.
Aleje Jerozolimskie 142b
02-305 Warszawa
tel.: 22 203 20 00
faks: 22 203 20 01
e-mail: mpa@arcadis.com
www.arcadis.com

