



Załącznik 3

Koszty adaptacji do zmian klimatu

Raport ekonomiczny

Autorzy:

Ewelina Siwiec

Jan Gąska

Warszawa 2017, Bełchatów 2019



Spis treści

Streszczenie	5
1. Koszty adaptacji do zmian klimatu	7
2. Ocena ryzyka wystąpienia strat w Bełchatowie	12
2.1. Analiza danych historycznych o skutkach zjawisk ekstremalnych	12
2.2. Ocena ryzyka wystąpienia strat w mieście Bełchatów	14
3. Zastosowanie analizy kosztów i korzyści w procesie decyzyjnym	18
Podsumowanie	21

Spis tabel

- Tab.1. Koszty adaptacji do zmian klimatu
- Tab.2. Koszty wybranych projektów adaptacyjnych w miastach Polski
- Tab.3. Etapy przygotowania analizy kosztów i korzyści
- Tab.4. Koszty i korzyści z ogrodów deszczowych

Spis wykresów

- Wyk. 1. Liczba interwencji Straży Pożarnej w Bełchatowie
- Wyk. 2. Wysokość wypłaconych odszkodowań w wyniku oddziaływania zjawisk w mieniu miasta w zł
- Wyk. 3. Liczba okresów o długości przynajmniej 3 dni z temperaturą maksymalną $> 30^{\circ}\text{C}$
- Wyk. 4. Liczba okresów o długości przynajmniej 3 dni z temperaturą minimalną $< 10^{\circ}\text{C}$
- Wyk. 5. Zmiana średniego dziennego opadu w symulacjach klimatycznych
- Wyk. 6. Zmiana liczby dni z opadem większym niż 10 i 20 mm w symulacjach klimatycznych
- Wyk. 7. Zmiana częstotliwości opadów występujących obecnie co 2 lata w Bełchatowie
- Wyk. 8. Zmiana częstotliwości opadów występujących obecnie co 5 lat w Bełchatowie
- Wyk. 9. Zmiana częstotliwości opadów występujących obecnie co 10 lat w Bełchatowie
- Wyk. 10. Zmiana częstotliwości opadów występujących obecnie co 100 lat w Bełchatowie

Streszczenie

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

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

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



1. Koszty adaptacji do zmian klimatu

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

Tab. 1. Koszty adaptacji do zmian klimatu.

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

Źródło: Materiały e-learningowe projektu ClimCities, opracowanie własne

Zgodnie ze metodyką zaproponowaną w Strategicznym planie adaptacji dla sektorów i obszarów wrażliwych na zmiany klimatu do roku 2020 z perspektywą do roku 2030 na koszty adaptacji należy spojrzeć z dwóch stron. Z jednej strony ocenić koszty działań adaptacyjnych (koszty działania), a z drugiej strony należy rozważyć, ile dotychczas kosztuje oraz ile będzie kosztować nie podejmowanie działań adaptacyjnych (koszty bezczynności, koszty zaniechania, braku adaptacji). Koszty bezczynności opierają się na oszacowaniu potencjalnych strat związanych ze zjawiskami ekstremalnymi przy założeniu, że nie zostały podjęte żadne dodatkowe działania zapobiegawcze oraz adaptacyjne. Porównanie kosztów adaptacji oraz kosztów bezczynności pozwala przesądzić o finansowej opłacalności adaptacji. Brak szczegółowych informacji dotyczących strat spowodowanych przez zjawiska ekstremalne w mieście Bełchatów uniemożliwia przygotowanie szacunku kosztów bezczynności.

Przygotowanie i przyjęcie Miejskiej Strategii Adaptacji stanowi działanie zmierzające w kierunku redukcji skutków zjawisk ekstremalnych, nie mniej jednak o sukcesie w obszarze adaptacji przesądza wdrożenie zapisów, które są zawarte w Strategii. Proces wdrażania Strategii będzie polegał na realizacji sformułowanych w niej celów strategicznych i kierunków działań poprzez wykonanie precyzyjnych projektów adaptacyjnych. Z uwagi na brak informacji o projektach, które zostaną zaakceptowane przez Samorząd oraz z powodu kilkunastoletniego horyzontu czasowego Strategii, a także wiążącej się z nim niepewności zarówno co do wysokości nakładów, jak i możliwości pozyskania środków, na etapie tworzenia Strategii nie jest możliwe wskazanie precyzyjnych kosztów działań adaptacyjnych.

Tab. 2 . Koszty wybranych projektów adaptacyjnych w miastach Polski

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

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

Działanie	Wariant	Lokalizacja	Koszt realizacji/ utrzymania	Jednostka wdrażająca	Źródło
wodnych i eutrofizacji	Osadnik wirowy + separator lamelowy + SSSB o powierzchni 120 m ²	Łódź, Arturówek Środkowy	67 404 zł – koszt inwestycji, 9 000 zł – koszt utrzymania w ciągu 10 lat	Uniwersytet Łódzki	www.arturówek.pl
	System SSSB o powierzchni 750 m ² na wlocie rzeki do zbiornika (AG –)	Łódź, Arturówek Górny	141 874 zł – koszt inwestycji, 18 000 zł – koszt utrzymania w ciągu 10 lat	Uniwersytet Łódzki	
	Wpusty uliczne + studnia połączeniowa + osadnik wirowy + separator lamelowy + studnia wyrównawcza + SSSB o powierzchni 300 m ²	Łódź, Wycieczkowa	274 855 zł – koszt inwestycji, 36 000 zł – koszt utrzymania w ciągu 10 lat	Uniwersytet Łódzki	
	System SSSB o powierzchni 160 m ² na wlocie rzeki do zbiornika wraz z modyfikacją budowli piętrzącej	Łódź, Arturówek	74 453 zł – koszt inwestycji, 2 000 zł koszt utrzymania w ciągu 10 lat	Uniwersytet Łódzki	
	System SSSB o powierzchni 200 m ² na wlocie rzek do zbiornika	Łódź, Arturówek	71 644 zł – koszt inwestycji, 2 000 zł koszt utrzymania w ciągu 10 lat	Uniwersytet Łódzki	



Źródło: IOS – PIB, FPP Enviro

Co więcej w perspektywie czasowej, którą obejmuje Strategia, mogą zachodzić znaczące zmiany technologiczne, które będą miały wpływ na wysokość przyszłych nakładów na adaptację.

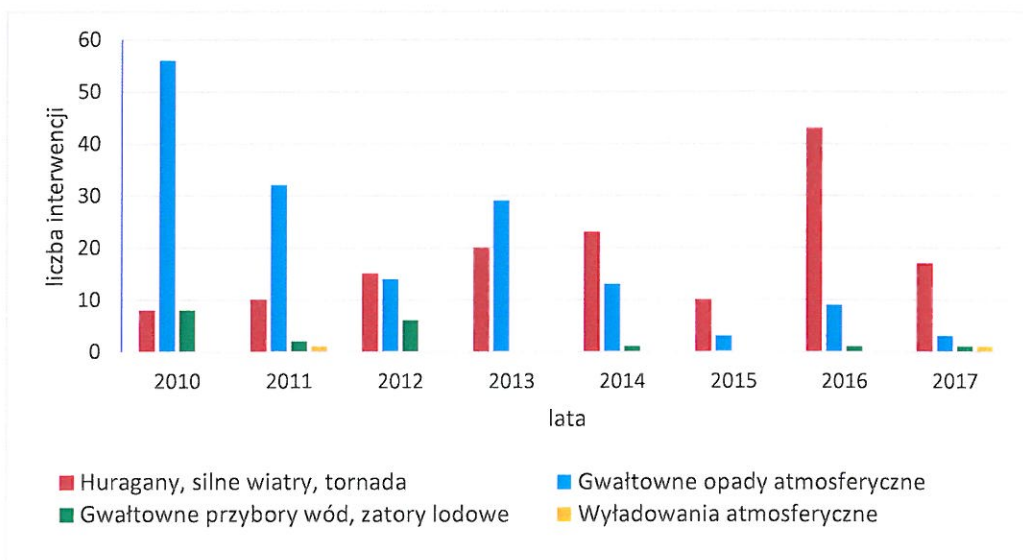
Decydenci mają jednak możliwość zapoznania się z szacunkowymi kosztami działań adaptacyjnych z perspektywy zrealizowanych już projektów adaptacyjnych w wybranych miastach Polski. Poniżej przedstawiono Tab. 2 zawierającą zestawienie kosztów projektów adaptacyjnych. Zaletą Tabeli jest również wskazanie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

2. Ocena ryzyka wystąpienia strat w Bełchatowie

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

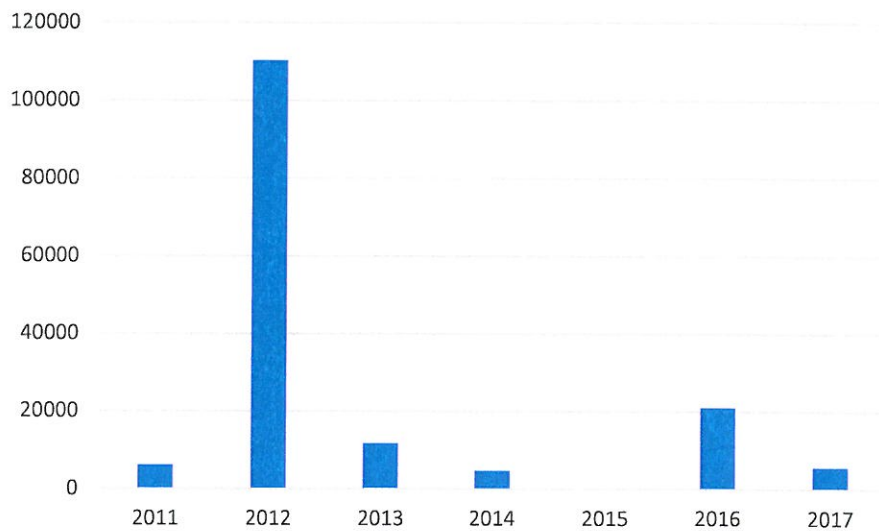
2.1. Analiza danych historycznych o skutkach zjawisk ekstremalnych

Analiza przesłanych materiałów wykazała, że najczęstszą przyczyną szkód w Bełchatowie jest silny wiatr oraz opady deszczu, niekiedy określane jako nawałnice. Powodują one nie tylko zniszczenia materialne i podtopienia, ale również zagrażają ludzkiemu życiu i zdrowiu. Zgodnie z materiałem przekazanym przez Państwową Straż Pożarną zjawiska ekstremalne były przyczyną ponad 326 interwencji. Na wykresie poniżej przedstawiono zestawienie liczby interwencji PSP w latach 2010-2017 (wyk.1).



Wyk.1. Liczba interwencji Państwowej Straży Pożarnej w Bełchatowie, Źródło: PSP

Z kolei dane otrzymane od Urzędu Miasta wskazują, że w przeciągu ostatnich siedmiu lat silny wiatr oraz intensywne opady deszczu były przyczyną odszkodowań w wysokości ponad 159 tys. zł (wyk.2). Wartość ta odpowiada prawdopodobnie nie wielkiej części rzeczywistych szkód w Bełchatowie, ponieważ zostały w niej uwzględnione jedynie straty w mieniu miasta, natomiast nie są dostępne informacje o wielkości strat poniesionych przez mieszkańców, jak również strat w infrastrukturze zarządzanej przez inne podmioty publiczne (wyk.2).



Wyk. 2. Wysokość wypłaconych odszkodowań w wyniku oddziaływania zjawisk w mieniu miasta w zł. Źródło: Dane pozyskane od Urzędu Miasta Bełchatowa

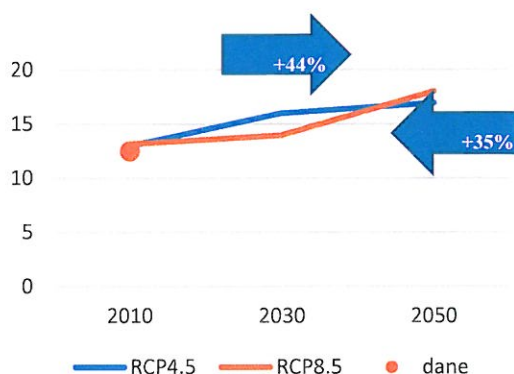
W latach 2011-2017 wypłacono ponad 159 tys. zł odszkodowań (ceny bieżące) za szkody w mieniu miasta, przy czym rokiem, w którym wartość odszkodowań była najwyższa - był rok 2012. Wówczas za szkody wyrządzone w czerwcu przez wyładowania atmosferyczne wraz z deszczem nawalnym wypłacono niemal 95 tysięcy złotych. Poza tym, stosunkowo wysokie odszkodowania wypłacono również w roku 2013 oraz 2016, niemniej jednak nie przekroczyły one 20 tysięcy złotych. Poza tym, w lipcu 2016 odnotowano gradobicie, które wygenerowało niemal 21 tys. zł strat, a w lutym 2017 wypłacono odszkodowania za zniszczenia spowodowane przez wicher w wysokości niemal 1,5 tys. zł.

W przypadku Bełchatowa informacja o stratach i szkodach spowodowanych przez zjawiska ekstremalne jest nie wystarczająca z punktu widzenia potrzeby oceny kosztów bezczynności. Nie mniej jednak przesłany materiał pozwala stwierdzić, że **zjawiska ekstremalne powodują w mieście dotkliwe skutki materialne, których naprawa wymaga dodatkowych środków finansowych.** Zdecydowana większość strat spowodowana jest przez ulewne deszcze i wichury.

2.2. Ocena ryzyka wystąpienia strat w mieście Bełchatów

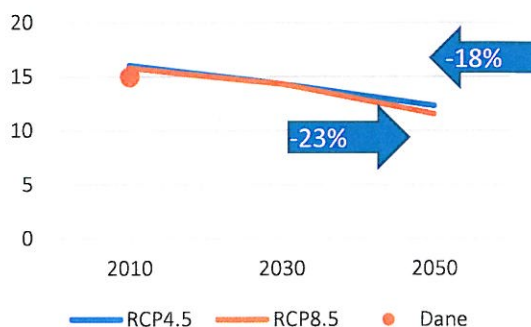
Koszty zdrowotne związane z falami upałów i chłodu nie są uwzględniane w odstępnych statystykach z przyczyn metodycznych. W takiej sytuacji ocenę ryzyka wystąpienia tego typu kosztów przeprowadzono w sposób jakościowy, w oparciu o symulacje Zakładu Modelowania Atmosfery i Klimatu IOŚ-PIB

W przypadku Bełchatowa liczba okresów o długości przynajmniej 3 dni z temperaturą maksymalną powyżej 30°C wzrośnie do 2050 roku o 35% w przypadku scenariusza RCP 4.5 i 44% w przypadku scenariusza RCP 8.5 (wyk.3). Spowoduje wzrost zagrożenia dla mieszkańców szczególnie wrażliwych na oddziaływanie fal upałów – osób starszych, chorych, dzieci – wpłynie na wzrost kosztów zdrowotnych oraz nakładów na ochronę zdrowia.



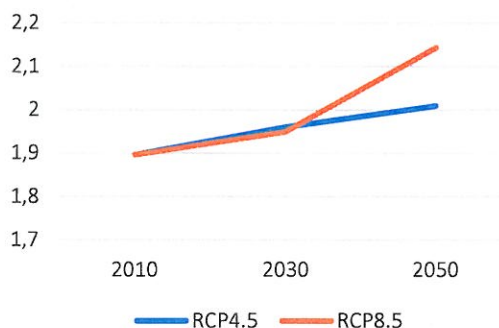
Wyk. 3. Liczba okresów o długości przynajmniej 3 dni z temperaturą maksymalną > 30°C
Źródło: Zakład Modelowania Atmosfery i Klimatu IOŚ – PIB

Z drugiej strony, w podobnym stopniu do wzrostu częstotliwości fal gorąca spadnie częstotliwość fal chłodu, co pozwoli zmniejszyć koszty zdrowotne generowane przez fale chłodów (wyk. 4).

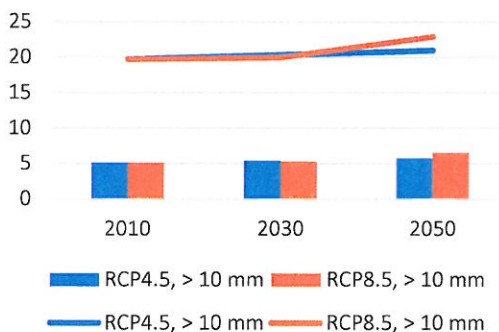


Wyk. 4. Liczba okresów o długości przynajmniej 3 dni z temperaturą minimalną < 10 °C
Źródło: Zakład Modelowania Atmosfery i Klimatu IOŚ-PIB

Symulacje wskazują, że średni dzienny opad oraz liczba dni z opadem większym niż 10 i 20 mm będzie wzrastać. W przypadku scenariusza RCP 4.5 opad wzrasta o niemal 10% , natomiast w RCP 8.5 średni dzienny opad rośnie o niemal jedną czwartą %. Podobnie wzrasta liczba dni z opadem większym niż 10 mm – z 20 do 21 dni w 2050 roku, oraz z opadem większym niż 20 mm – z 5 do niemal 7 dni (wyk. 5 oraz wyk. 6). ¹ W związku z tym, należy się również spodziewać wzrostu wysokości strat spowodowanych przez zjawiska ekstremalne.



Wyk. 5. Zmiana średniego dziennego opadu w scenariuszach klimatycznych
Źródło: Zakład Modelowania Atmosfery i Klimatu IOŚ–PIB

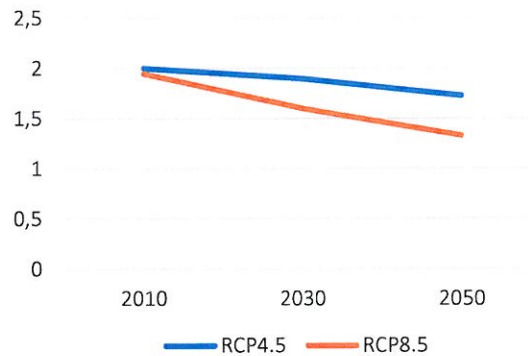


Wyk. 6. Zmiana liczby dni z opadem większym niż 10 i 20 mm w symulacjach klimatycznych
Źródło: Zakład Modelowania Atmosfery i Klimatu IOŚ–PIB

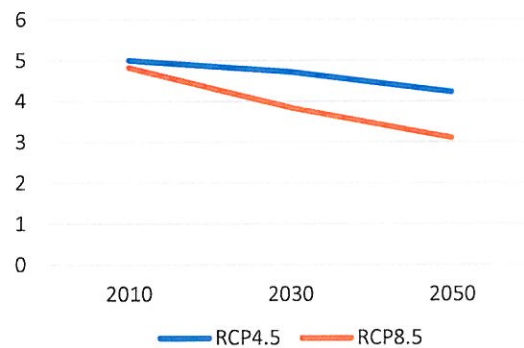
Przytoczone powyżej informacje pokazują kierunek zmian prawdopodobieństwa wystąpienia ekstremalnych opadów. W celu precyzyjnego oszacowania tych zmian, do danych wynikających z modeli klimatycznych dopasowano rozkłady Gamma, odzwierciedlające dzienny rozkład opadów.

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

¹ RCP 4.5.oraz RCP 8.5

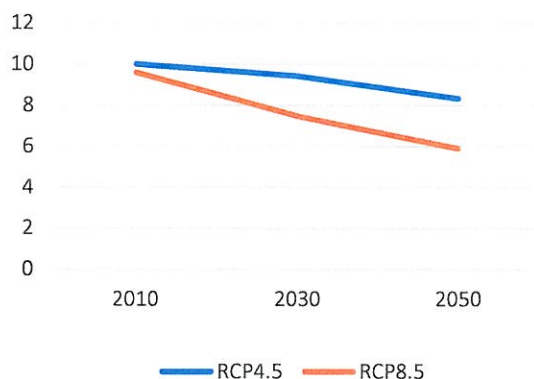


Wyk. 7. Zmiana częstotliwości opadów występujących obecnie co 2 lata w Bełchatowie
Źródło: Opracowanie własne



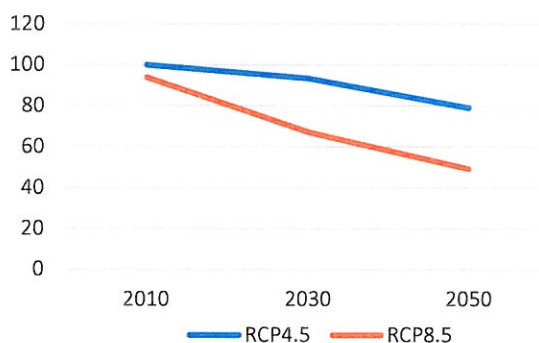
Wyk. 8. Zmiana częstotliwości opadów występujących obecnie co 5 lat w Bełchatowie
Źródło: Opracowanie własne

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



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

Źródło: Opracowanie własne



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

Źródło: Opracowanie własne

Analogiczne skrócenie czasów powrotów obserwowane jest dla opadów powtarzających się co 10 i co 100 lat. Opad, który powtarza się co 10 lat (powodując straty o bliżej nie sprecyzowanym poziomie z powodu braku danych) w przyszłości będzie powtarzał się raz na 6 lat (w przypadku realizacji scenariusza RCP4.5). Opad który pojawia się co 100 lat będzie dotykał miasto co 49 lat.

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

3. Zastosowanie analizy kosztów i korzyści w procesie decyzyjnym

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

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

Tab.3. Etapy przygotowania analizy kosztów i korzyści.

Kroki	Opis
1. Określenie problemu i celu	<i>Zidentyfikowanie problemu</i> , który należy rozwiązać oraz kontekstu w jakim występuje poprzez wskazanie grup szczególnie dotkniętych, określenie jego zasięgu oraz czynników wpływających na powstanie problemu Określenie <i>celów</i> projektu np. ochrona zdrowia ludzkiego, ochrona infrastruktury i mienia, zmniejszenie presji na zasoby naturalne, ochrona lasu i parków przed degradacją, zwiększenie odporności ekosystemu
2. Przygotowanie scenariusza bazowego	Opracowanie scenariusza, który opisuje obecną sytuację i spodziewany jej rozwój, jeśli działania adaptacyjne nie zostaną podjęte w celu rozwiązania problemu tzw. scenariusza bazowego. Scenariusz bazowy opiera się zazwyczaj na założeniach dotyczących wzrostu liczby ludności, wzrostu gospodarczego i polityk łagodzących.
3. Określenie rozwiązań alternatywnych	Określenie różnych sposobów (alternatyw) rozwiązania problemu na podstawie oceny problemu, celów projektu oraz scenariusza bazowego. Alternatywne rozwiązania mogą przynieść korzyści netto o różnym poziomie.
4. Mapowanie efektów	Następnym etapem analizy jest zidentyfikowanie skutków rozwiązań alternatywnych, zarówno pozytywnych jak i negatywnych, rynkowych i nierynkowych. Należy również rozważyć możliwość pojawienia się dodatkowych skutków, np. wdrożenie zielonej

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

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

Analizy kosztów i korzyści jest narzędziem najczęściej wykorzystywanym do oceny opłacalności działań adaptacyjnych. W niniejszym Raporcie wskazano potencjalne koszty i korzyści płynące z wdrożenia ogrodów deszczowych. Ogród deszczowy to obszar obsadzony roślinami hydrofitowymi, zlokalizowany w gruncie bądź pojemniku, najczęściej w pobliżu kanalizacji burzowej. Charakteryzuje go specjalnie zaprojektowana struktura podłoża, dzięki której napełnia się wodą opadową, która stopniowo infiltruje do gruntu. Odpowiednio dobrane rośliny usuwają zanieczyszczenia z przepływającej wody deszczowej zbieranej z powierzchni dróg, placów i dachów oraz ograniczają

odprowadzanie wody z powierzchni nieprzepuszczalnych do kanalizacji. Ogrody zwiększają retencję wód, co ma ogromne znaczenie w kontekście adaptacji do zmian klimatu i ograniczania szkód spowodowanych przez intensywne opady.²

Poniżej umieszczono zestawienie kosztów i korzyści wynikających z wdrożenia ogrodów deszczowych, które należy wziąć pod uwagę podczas przygotowania analizy (tab.4). Miasto, rozważając wybór takiego rozwiązania adaptacyjnego, może wykorzystać przygotowany materiał w celu przeprowadzenia CBA

Tab. 4. Koszty i korzyści ogrodów deszczowych

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

Źródło: Opracowanie własne

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

Informacje o kosztach ogrodów deszczowych w Polsce są ograniczone. Według Fundacji Sendzimira koszt 2 m² ogrodu deszczowego wynosi od 2 000 do 2 500 zł, a koszty utrzymania, dzięki odpowiednio dobranej strukturze podłoża i roślinności, określane są jako „niewysokie”. Precyzyjne koszty inwestycji i utrzymania ogrodu szacowane są jednak na etapie przygotowania szczegółowego projektu ogrodu, ponieważ ich wysokość zależy od kilku czynników: wielkości ogrodu, warunków glebowych, lokalizacji, rodzaju projektu oraz roślin i użytych materiałów.

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

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

Ponadto ogród deszczowy może poprawić jakość wody poprzez filtrowanie zanieczyszczeń z odpływu wody deszczowej dzięki odpowiednio dobranym roślinom hydrofitowym. Na obszarach

² Anne Maren Erlandsen, Haakon Vennemo, Sofie Waage Skjeflo, Siwiec Ewelina, Zazielenianie miast poprzez ogrody deszczowe – koszty i korzyści; working paper; 2017

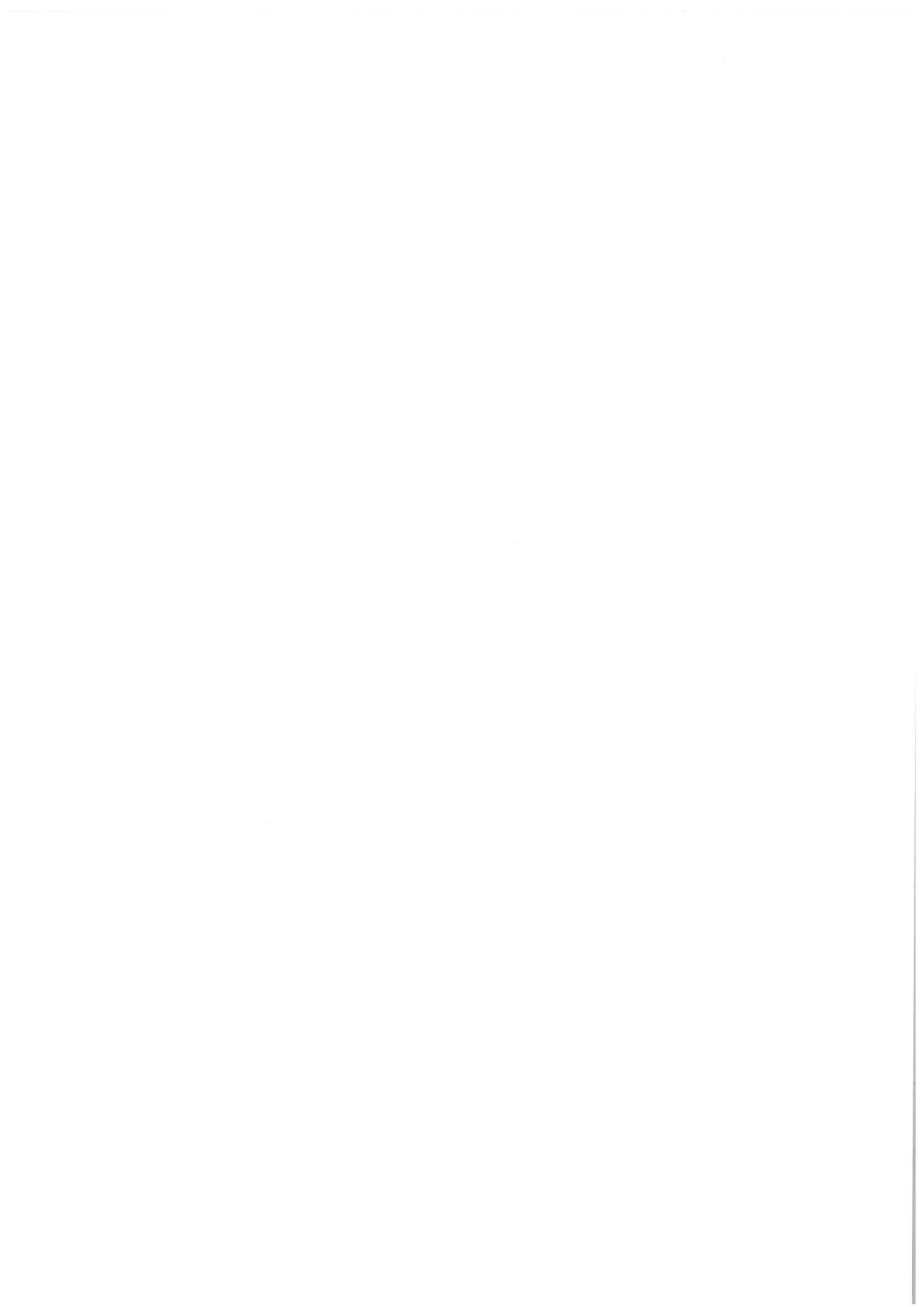
miejskich problemem może być również hałas. Zielona infrastruktura, taka jak trawniki, drzewa, ogrody deszczowe w pojemnikach zmniejsza hałas przez pochłanianie i odbijanie fal dźwiękowych.

Zieleń w mieście przyczynia się do poprawy jakości powietrza poprzez filtrowanie cząstek zanieczyszczających oraz gazów, takich jak tlenek węgla (CO), dwutlenek azotu (NO₂) i dwutlenek siarki (SO₂). Powietrze słabej jakości prowadzi do nadmiernej śmiertelności i zachorowalności, większej liczby zwolnień lekarskich, a w efekcie wydatków na leczenie, niższej produkcji i spadku dobrobytu.

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

Podsumowanie

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



UZASADNIENIE

do projektu uchwały Rady Miejskiej w Bełchatowie w sprawie przyjęcia "Strategii adaptacji do zmian klimatu Miasta Bełchatowa do roku 2025 z perspektywą do 2030"

"Strategia adaptacji do zmian klimatu Miasta Bełchatowa do roku 2025 z perspektywą do 2030" jest dokumentem, którego celem jest przystosowanie miasta do zmian klimatu, zwiększenie jego odporności na zjawiska ekstremalne oraz zwiększenie potencjału do radzenia sobie w sytuacjach wystąpienia ekstremalnych zjawisk klimatycznych.

Na potrzeby przedmiotowego dokumentu dokonano szczegółowej analizy, w której oceniono warunki klimatyczne miasta, jego wrażliwość na zmiany klimatu oraz potencjał adaptacyjny do reagowania na zagrożenia związane ze zmianami klimatu. Na podstawie opracowanej diagnozy wyznaczono cele i działania adaptacyjne, które służyć będą poprawie bezpieczeństwa mieszkańców w zmieniających się warunkach klimatycznych poprzez zrównoważony rozwój, ingerencję przestrzenną oraz wzmocnienie świadomości i odpowiedzialności obywatelskiej.

Mając na uwadze powyższe w dniu 22 marca 2017 r. Miasto Bełchatów zawarło porozumienie z Instytutem Ochrony Środowiska - Państwowym Instytutem Badawczym w Warszawie, stanowiące deklarację udziału Miasta w projekcie "Climate change adaptation in small and medium size Cities". Projekt ten w całości dofinansowany był ze środków Mechanizmu Finansowego EOG 2009-2014 w ramach Funduszu Współpracy Dwustronnej, realizowanym przez Instytut na podstawie umowy z Narodowym Funduszem Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w Warszawie. Strategia została opracowana przez ekspertów IOŚ-PIB w ścisłej współpracy z Miastem, instytucjami i mieszkańcami. Strategia ta będzie narzędziem do podejmowania działań adaptacyjnych, uzasadnionych kompleksową diagnozą zagrożeń dla miasta, wynikających ze zmian klimatu, zarówno istniejących jak i prognozowanych.

W Strategii zostały wskazane działania adaptacyjne z zakresu:

1. informowania i ostrzegania o zagrożeniach;
2. edukacji o zagrożeniach, jego skutkach, właściwych i niewłaściwych zachowaniach;
3. działań technicznych (inwestycyjnych) w środowisku naturalnym;
4. działań organizacyjnych.

Strategia uzyskała pozytywne uzgodnienia Łódzkiego Państwowego Wojewódzkiego Inspektora Sanitarnego, Regionalnego Dyrektora Ochrony Środowiska w Łodzi, przeprowadzono również procedurę udziału społeczeństwa w opracowaniu dokumentu zgodnie z wymogami ustawy z dnia 3 października 2008 r. o udostępnianiu informacji o środowisku i jego ochronie, udziale społeczeństwa w ochronie środowiska oraz ocenach oddziaływania na środowisko (t.j. Dz.U.2018 poz. 2081, Dz.U.2019 poz. 630, poz.1501, poz. 1589, poz. 1712, poz. 1815, poz. 1924, poz. 2170).

W związku z powyższym proszę o podjęcie uchwały.

DYREKTOR
Wydziału Inżynierii i Ochrony Środowiska
mgr Marcin Nowak
inż. Zbigniew Pożycki

