

O ZNACZENIU ZIELENI W MIASTACH



**ZIELEŃ, WODA, INFRASTRUKTURA TECHNICZNA –
BEZ GRANIC**

Publikacja powstała w ramach projektu „Program kaskadowych szkoleń dla pracowników samorządów terytorialnych w zakresie projektowania i gospodarowania zielenią w miastach”, dofinansowanego ze środków Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w ramach programu priorytetowego nr. 5.5 „Edukacja ekologiczna”.

Zespół autorski:

Zbigniew Bielan, Wydział Studiów Edukacyjnych Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, <https://orcid.org/0000-0003-4506-3147>

Magdalena Błaszczyk, afiliacja: Katedra Architektury Krajobrazu, Instytut Inżynierii Środowiska, SGGW w Warszawie, ORCID: 0000-0001-7970-6804

Krzysztof Błażejczyk, afiliacja: Pracownia Badania Oddziaływań Klimatu, Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania PAN, ORCID: 0000-0002-0439-6642

Agata Cieszevska, afiliacja: Katedra Architektury Krajobrazu, Instytut Inżynierii Środowiska, SGGW w Warszawie, ORCID: 0000-0002-3647-1539

Agnieszka Gawłowska, afiliacja: Katedra Architektury Krajobrazu, Instytut Inżynierii Środowiska, SGGW w Warszawie, ORCID: 0000-0003-4023-4322

Mateusz Grygoruk, afiliacja: Katedra Hydrologii, Meteorologii i Gospodarki Wodnej, Instytut Inżynierii Środowiska, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, ORCID: 0000-0001-6465-9697

Krzysztof Klimaszewski, afiliacja: Katedra Biologii Środowiska Zwierząt, Instytut Nauk o Zwierzętach, SGGW w Warszawie, ORCID: 0000-0002-7729-9739

Magdalena Kuchcik, afiliacja: Pracownia Badania Oddziaływań Klimatu, Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania PAN, ORCID: 0000-0003-4000-3516

Izabela Stankowska-Mazur, Wydział Psychologii i Kognitywistyki Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, <https://orcid.org/0000-0002-6216-9149>

Marzena Suchocka, afiliacja: Katedra Architektury Krajobrazu, Instytut Inżynierii Środowiska, SGGW w Warszawie, ORCID: 0000-0002-0759-5348

Barbara Szulczewska, afiliacja: Instytut Rozwoju Miast i Regionów, ORCID: 0000-0001-8589-7512

Redakcja merytoryczna

prof. Barbara Szulczewska, Instytut Rozwoju Miast i Regionów
dr inż. Anna Stankowska, ORCID: 0000-0001-8319-8021

Redakcja serii

dr inż. Anna Stankowska, Instytut Rozwoju Miast i Regionów

ISBN: 978-83-65105-61-5



Instytut Rozwoju Miast i Regionów
ul. Targowa 45
03-728 Warszawa
www.irmir.pl

Niniejszy materiał został opublikowany dzięki dofinansowaniu Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej. Za jego treść odpowiada wyłącznie Instytut Rozwoju Miast i Regionów



Dofinansowano ze środków
Narodowego Funduszu
Ochrony Środowiska
i Gospodarki Wodnej

Od redaktora serii wydawniczej

Publikacja, którą oddajemy do Państwa rąk, stanowi pierwszy tom serii monografi pt. Zieleń, woda, infrastruktura techniczna – bez granic. Celem serii jest przybliżenie samorządowcom, przedstawicielom organizacji pozarządowych i mieszkańcom miast wyzwań wynikających ze zmian klimatu. Szczególną uwagę poświęcamy dobrym praktykom w zakresie rozwoju zielonej i błękitnej infrastruktury, ale staramy się przedstawić tę tematykę w szerszym ujęciu. Nawiązujemy do znaczenia usług ekosystemowych dla jakości życia mieszkańców i rozwoju gospodarczego miast, a także – odwołując się do psychologii – przybliżamy powody, dla których wyzwania klimatyczne powinny być ważne dla każdego człowieka. Mamy nadzieję, że seria znajdzie Państwa uznanie jako źródło wiedzy i inspiracji.

W skład serii wchodzi następujące tomu:

- Tom I. O znaczeniu zieleni w miastach
- Tom II. Kształtowanie zieleni w procesach rewitalizacji
- Tom III. Błękitna infrastruktura w procesach rewitalizacji
- Tom IV. Psychologiczne związki człowieka z naturą
- Tom V. Miasta wobec zmian klimatu

Powstała seria monografii jest wynikiem prac realizowanych w ramach projektu pt. *„Program kaskadowych szkoleń dla pracowników samorządów terytorialnych w zakresie projektowania i gospodarowania zielenią w miastach”* prowadzonego w latach 2019-2021 przez Instytut Rozwoju Miast i Regionów w partnerstwie z Klubem Myśli Strategicznej „Inicjatywy”. Projekt jest dofinansowany z Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w ramach programu priorytetowego Edukacja ekologiczna.

Spis treści

Wprowadzenie	5
I. PSYCHOLOGICZNE ASPEKTY KONTAKTU CZŁOWIEK Z NATURĄ	6
1. Wstęp	6
2. Związek człowieka z przyrodą.....	6
3. Harmonia relacji człowiek-natura <i>versus</i> panowanie nad naturą	8
4. Psychologia środowiskowa.....	10
5. Wpływ kontaktu z naturą w świetle wybranych badań	10
Literatura.....	12
II. ZNACZENIE ZIELENI DLA KSZTAŁTOWANIA KLIMATU MIASTA	13
1. Ogólne informacje o klimacie miasta	13
1.1. Czynniki kształtujące klimat.....	13
1.2. Ogólne cechy klimatu miasta (na przykładzie Warszawy).....	16
1.3. Zróżnicowanie klimatu w obrębie miasta	19
1.4. Zagrożenia klimatyczne w mieście	22
2. Wpływ terenów zieleni na klimat w mieście	24
2.1. Rola terenów zieleni w skali klimatu całego miasta	24
2.2 Tereny zieleni a obciążenia cieplne organizmu	28
2.3. Rola zieleni osiedlowej w kształtowaniu klimatu miejscowego	29
Podsumowanie.....	34
Literatura.....	35
III. ZNACZENIE ZIELENI W POPRAWIE WARUNKÓW HYDROLOGICZNYCH W MIEŚCIE	38
1. Wstęp	38
2. Wspomaganie gospodarowania wodami opadowymi	39
3. Poprawa jakości wód.....	43
Podsumowanie.....	44
IV. ZNACZENIE ZIELENI DLA FUNKCJONOWANIA EKOSYSTEMÓW MIEJSKICH I ZACHOWANIA RÓŻNORODNOŚCI BIOLOGICZNEJ	47
1. Wstęp	47
2. Tereny zieleni jako rezerwuary różnorodności biologicznej	48
3. Zagrożenia różnorodności biologicznej w mieście	51

Podsumowanie	53
Literatura	54
V. ZNACZENIE ZIELENI DLA POPRAWY JAKOŚCI ŻYCIA MIESZKAŃCÓW MIAST	58
1. Wstęp	58
2. Korzyści przyrodnicze i zdrowotne płynące z kontaktu z zielenią	59
3. Wspomaganie rozwoju dzieci.....	60
4. Redukcja stresu	62
5. Wzrost produktywności i koncentracji.....	62
6. Budowanie więzi społecznych	63
6. Hipoteza biofilii.....	64
Podsumowanie.....	65
Literatura	66
VI. REDEFINICJA ZNACZENIA ZIELENI DLA ŚRODOWISKA MIEJSKIEGO: WSPÓŁCZESNE KONCEPCJE, IDEE, DOKUMENTY	70
1. Wstęp	70
2. Przesłanki do kształtowania terenów zieleni w miastach wynikające ze Strategii Europejskiego Zielonego Ładu	70
3. Koncepcja zielonej infrastruktury jako podstawa rozwoju terenów zieleni w miastach	74
4. Usługi ekosystemowe i możliwości ich wykorzystania w zarządzaniu terenami zieleni w miastach	76
5. Włączenie terenów zieleni w realizację idei rolnictwa miejskiego	79
6. Miejskie plany adaptacji do zmian klimatu	83
Zakończenie.....	85
Literatura	86

Wprowadzenie

Barbara Szulczewska

O znaczeniu zieleni w kształtowaniu środowiska miejskiego napisano już setki, a może nawet tysiące artykułów. Kolejne powstaną w najbliższych latach. Pojawia się zatem pytanie, czy ta publikacja jest potrzebna i czy jej, przedstawione niżej, cele okażą się uzasadnione.

Paradoksalnie, potrzeba napisania tego skryptu tkwi w obserwacji o ogromnej podaży informacji i opinii na temat dobrodziejstw płynących z utrzymania i rozwoju terenów zieleni, a właściwie należałoby powiedzieć – terenów pokrytych roślinnością w miastach. Kto z przedstawicieli władz samorządowych, urzędników działaczy organizacji pozarządowych czy obywateli, zainteresowanych analizowaną tu problematyką ma czas, a co więcej odpowiednie rozeznanie, aby analizować i syntetyzować wyniki badań oraz czasami sprzeczne poglądy naukowców?

Tymczasem wiedza ta bywa bardzo potrzebna przy decyzjach o podejmowaniu przedsięwzięć w różnych skalach przestrzennych i przy opracowaniu różnego rodzaju dokumentów o charakterze strategii, polityk, planów zagospodarowania przestrzennego i programów, a w końcu – konkretnych inwestycji. Bardzo często trzeba przekonać interesariuszy, że inwestowanie „w zieleń” jest konieczne lub że inwestycje związane z likwidacją terenów zieleni mogą przynieść niedobre skutki w przyszłości.

W Polsce, dzięki publikacjom Fundacji Sendzimira na temat zielonej infrastruktury można się już dobrze zorientować, jakiego rodzaju rozwiązania są możliwe, właściwe i jak należy je wdrażać. Autorzy tych poradników tłumaczą znaczenie proponowanych rozwiązań, ale ich główna uwaga skupiona jest na odpowiedziach na pytanie: „co i jak”.

Celem tego skryptu jest natomiast dostarczenie odpowiedzi na pytanie „dlaczego”, czyli przygotowanie **skondensowanej i w miarę aktualnej informacji na temat znaczenia zieleni** w kształtowaniu środowiska miejskiego, a tym samym wyposażenie czytelników w argumenty na rzecz utrzymania i rozwoju szeroko rozumianych terenów zieleni w mieście.

I. PSYCHOLOGICZNE ASPEKTY KONTAKTU CZŁOWIEK Z NATURĄ

Izabela Stankowska-Mazur

Zbigniew Bielan

1. Wstęp

Człowiek jest istotą społeczną i dąży do kontaktu z drugim człowiekiem. Dla niektórych osób najbardziej satysfakcjonujący jest codzienny kontakt z innymi ludźmi stanowiący fundament jego poczucia szczęścia, dla innych bardziej optymalne jest otaczanie się niewielką ilością ludzi. Jak każda jednostka cechuje się indywidualną potrzebą nawiązywania, utrzymywania i rozwijania relacji interpersonalnych, tak samo ludzie różnią się osobistym stosunkiem do przyrody. Człowiek naturalnie dąży do drugiego człowieka, choćby po to, aby pod wpływem kontaktu z nim mógł się dowiedzieć, kim jest i jaki jest, tak – kontakt z naturą dla wielu osób pełni tożsamą funkcję. Związek z naturą stanowi wartość pozytywną, tak samo jak kontakt z ludźmi. Pozwala na zagłębianie się w doświadczane emocje, znajdowanie odpowiedzi, kim się jest i dokąd się zmierza.

2. Związek człowieka z przyrodą

Związki człowieka z przyrodą, której człowiek jest integralną częścią, stanowi jedną z podstawowych wartości życia ludzkiego. Autentyczny kontakt z naturą warunkuje odczuwane przez jednostkę emocje, determinuje sposób spędzania czasu, określa styl życia, jak również wpływa korzystnie na stan zdrowia fizycznego i psychicznego oraz na ogólną sprawność funkcjonowania.

Nie zawsze jednak człowiek był świadomy tych zależności. Jego związek z przyrodą ewoluował. W archaicznym społeczeństwie pierwotnym dominowała koncepcja ubóstwiania i szacunku do natury. Człowiek korzystał z dóbr środowiska naturalnego w ilościach, które nie zakłócały obiegu materialno-energetycznego w ekosystemie. Był to wprawdzie wynik jego słabości wobec potęgi natury, a nie konsekwencja świadomej konceptualizacji, niemniej jednak przez dziesiątki tysięcy lat żył harmonijnie jako organiczna część przyrody. Okres ten ustał wraz z nadejściem gospodarki produktywnej w neolicie, kiedy człowiek zaczął postrzegać środowisko jako źródło dóbr. Każda kolejna formacja społeczno-ekonomiczna nasilała tę tendencję (Andrejczuk, 2013). Przez ostatnie kilkaset lat relacja człowieka z przyrodą miała on charakter antropocentryczny, w którym górowała postawa dominująco-panująca (Tyburski, 2008) (tabela 1). Spowodowała ona rozluźnienie więzi z naturą. Człowiek stanął na pozycji eksploatatora i przeciwnika. Uzurpował sobie szczególne miejsce w przyrodzie, traktując wszystko jako środek do osiągnięcia własnych celów. Potrzebował jej, aby przetrwać. Nie chodził do lasu, aby podziwiać jego uroki, lecz żeby zebrać pożywienie i zaspokoić głód. Nie obserwował rytmu przyrody, aby zaspokoić potrzebę wiedzy i podziwiać jej potęgę, lecz aby zaplanować pracę na roli. Rzeka Klondike i Góry Skaliste nie przyciągnęły tysięcy ludzi swoją dzikością i czystością, lecz złożami złota, którego wydobywanie pozwalało się wzbogacić. Służyła ona przed wszystkim zaspokajaniu jego podstawowych potrzeb, stanowiła narzędzie do osiągania celów. W efekcie kontakt ten był urzeczowiony, przedmiotowy i zgubny. Takie bowiem korzystanie z bogactwa natury

doprowadziło do niszczenia środowiska naturalnego, ograniczając człowiekowi kontakt z nią i zmniejszając szansę na zrównoważoną koegzystencję.

Tabela 1. Stanowiska określające stosunek człowieka do środowiska

Stanowisko	Antropocentryzm	Biocentryzm	Umiarkowany antropocentryzm
Założenia	– świat ludzki jest nadrzędny wobec świata przyrody; – przyroda traktowana jest przedmiotowo, instrumentalnie, utylitarnie; – przyroda postrzegana jest jak rzecz, maszyna; – świat przyrody istnieje po to, aby stwarzać człowiekowi możliwości rozwoju i budowania własnego świata; – przyrodzie nadaje się tylko taką wartość, w jakim stopniu warunkuje ona ludzką pomyślność i korzyści; – nie neguje związków człowieka z przyrodą, ale lokuje człowieka wysoko ponad nią.	– zwana etyką szacunku do natury; – człowiek wpisany jest w przyrodę i biologiczne procesy życiowe; – każdy organizm posiada wewnętrzną wartość, – przeciwstawia się zasadzie dominacji człowieka nad przyrodą; – interesy człowieka nie są wystarczającym uzasadnieniem dla agresywnej eksploatacji przyrody; – akcentuje współzależność świata roślin, zwierząt i ludzi; – promuje partnerską postawę wobec natury; – dobro ludzi i dobro organizmów pozaludzkich nie znajdują się na wykluczających się pozycjach, lecz ma wspólne obszary i wspólne interesy.	– stosunek do przyrody, który uwzględniając interesy człowieka uwzględnia także potrzeby i dobro przyrody i poszukuje mechanizmów harmonijnej koegzystencji; – określa granice w jakich człowiek może korzystać z dóbr przyrody; – granicę powinna wyznaczać potrzeba zachowania równowagi biologicznej i stabilności ekosystemów oraz harmonijne godzenie potrzeb i interesów człowieka z dobrem przyrody; – uznaje zachowanie dynamicznej równowagi ziemskiego ekosystemu za konieczny warunek realizacji jednostkowych i społecznych potrzeb.

Źródło: opracowanie własne na podstawie: Tyburski (2008) i Kulik (2010).

Ekologizacja świata, wynikająca z coraz większego uświadamiania sobie przez człowieka jego związku z przyrodą, pozwoliła dostrzec nie tylko jego rzeczywistą zależność od natury, w której to człowiek stanowi jej element, lecz także rozpoznać ich wzajemny psychologiczny związek. Człowiek przez całe wieki funkcjonował jakby nie był świadomy, że kontakt z naturą poza wartością instrumentalną jest źródłem zaspokajania potrzeby bliskiego kontaktu ze światem. Józef Koziński (1998) podkreśla, że autentyczny kontakt z nią oddala od człowieka poczucie samotności, jeśli z jakiegoś powodu jest on wyłączony z życia społecznego. Dzięki przyrodzie może on, według autora, doświadczać przyjemnych w odczuciu emocji i odnajdować samego siebie.

Victor Frankl (2018) dowodzi w swoich rozważaniach, że bezpośredni kontakt z przyrodą pozwala na odnalezienie sensu życia¹. Autor jest zdania, że istotą bycia człowiekiem jest stałe skierowanie i zorientowanie na coś lub kogoś innego niż my sami. Wynika to z samotranscendentnej natury ludzkiej

¹ Według Frankla (2018) człowiek może odnaleźć sens życia także poprzez twórczą pracę lub działanie, doświadczenie dobroci, prawdy i piękna, przez bezpośredni kontakt z kulturą czy zbliżenie z innym człowiekiem.

egzystencji i umożliwia transcendowanie przyrody, tj. wykraczania poza nią. Dzięki tej umiejętności jednostka może stawiać naprzeciwko przyrody, spojrzeć na siebie, innych i środowisko z innej perspektywy, a nie wyłącznie z pozycji jednego z jej elementów.

Rozważania przywołanych autorów znajdują potwierdzenie w zjawisku psychizacji przyrody, czyli określania za jej pomocą uczuć i wartości, w którym przyroda jest symbolem wewnętrznych przeżyć. Dostrzegana jest ona wyraźnie w ludzkiej twórczości. Przedstawiany w Starym Testamencie obraz raju to symbol harmonii, ładu i spokoju, krajobraz wolny od cierpienia i agresji. Mikołaj Rej w *Żywocie człowieka poczciwego* z pełnym przekonaniem pisze, że życie człowieka w harmonii z naturą jest podstawą zaznania przez niego szczęścia, a Jan Kochanowski porównuje tę zależność do przyjaźni i we fraszce *Na lipę* uwypukla swoją relację z drzewem, która daje wytchnienie, odpoczynek i słodki miód, jest dostojna, serdeczna i gościnna, a jej liście szumią najpiękniejsze utwory.

Bogate odniesienia do wartości przyrody, uwidaczniające się w sztuce, przejawiają się współcześnie także w obszarze codziennego funkcjonowania człowieka. Człowiek, nadając instytucjom, miejscom użytku publicznego czy ulicom takie nazwy, jak: „pod gruszą”, „pod dębem”, „pod topolą”, „na końcu tęczy”, „na chmurce”, „akacyjowa”, „różana”, „jesionowa”, „żniwna” wykorzystuje naturę jako symbol określający miejsca przyjazne, bezpieczne i otwarte.

Kontakt z naturą może mieć różny charakter. Najbogatszy w doznania jest ten aktywny, pobudzający wiele zmysłów i silnie angażujący, tj. spacer po lesie, zbieranie grzybów, górskie wędrowki, aktywność fizyczna na świeżym powietrzu i in. Jednak równie istotny jest kontakt pasywny, ograniczający się do obserwacji przyrody, wspomnianego wyobrażania sobie jej podczas kontaktu z literaturą, przebywanie w środowisku naturalnym. Człowiek bowiem wykazuje silne reakcje na naturę i zachodzące w niej procesy bez względu na liczbę wykorzystywanych w jej odbiorze kanałów percepcji (Kellert, Wilson, 1995).

3. Harmonia relacji człowiek-natura versus panowanie nad naturą

Stosunek współczesnego człowieka do przyrody jest zróżnicowany z uwagi na specyfikę kultury, w której żyje. Shalom Schwartz (1997) zwraca uwagę, że warunkowany jest on przyjętymi w nich podstawowymi wartościami. Autor opisuje kulturę między innymi na wymiarze harmonia – panowanie. W kulturach traktujących harmonię jako wartość podkreśla się znaczenie pozostawania w zgodzie ze środowiskiem fizycznym i społecznym. Ich członkowie dążą do zachowania natury w niezmienionej postaci. Po drugiej stronie kontinuum znajdują się kultury dążące do panowania nad przyrodą. Ich członkowie dążą przejmowania kontroli nad środowiskiem, do ujarzmiania go i eksploatacji zgodnie z własnymi potrzebami.

Nierównowagę na wymiarze harmonia – panowanie można zaobserwować w jednej z cyklu rozpraw o ludzkiej naturze Desmonda Morrisa (2005), w której autor porównywał człowieka żyjącego w mieście do zwierząt w zoo. Otoczenie miejskie dla człowieka pełni podobną rolę jak zoo dla zwierzęcia. Zapewnia regularny dostęp do wody i pożywienia, daje ochronę przed żywiołami i zmniejsza poczucie zagrożenia ze strony naturalnych drapieżników. Zwierzęta według tego autora dzielą się na dwie grupy: specjalistów i oportunistów. Do pierwszej grupy należą te, u których zaspokojenie potrzeb wywołuje poczucie spokoju i brak tendencji do poszukiwania innych doznań. Ich nadrzędnym mechanizmem przetrwania jest specjalizacja diety. Mrówkojady z dostępem do mrówek, koale z dostępem do drzew eukaliptusowych czy węże i orły z dostępem do ofiar mogą przez lata prowadzić tryb życia ubogi w inne bodźce. W grupie oportunistów znajdują się osobniki, których system nerwowy nie toleruje stanu beczynności i zmusza je do nieustannej aktywności. Czerpią oni silne impulsy z otoczenia. Nie rezygnują z okazji do eksplorowania, poszukiwania i badania wszystkiego tego, co może być pomocne w przetrwaniu, korzystając z okazji, jakie stwarza im otoczenie. W tej grupie największym oportunistą jest człowiek, obok np. psów, małp czy szopów. Tendencji

do czerpania z otoczenia nie niweluje nawet dobrze zbilansowana dieta i bezpieczne warunki życia. W tak nienaturalnych środowiskach, ograniczających dopływ różnorodnych bodźców, czują niepokój i dyskomfort. Podejmują działania, które pozwolą im przywrócić równowagę. Morris w swoich rozważaniach udowadnia, że reakcje zwierząt w zoo, jak i ludzi w ludzkim zoo, czyli w mieście, są uderzająco podobne, a jednocześnie całkowicie odmienne od zachowań realizowanych w naturalnych środowiskach. Być może w ten sposób można częściowo wyjaśnić aktualnie obserwowane duże zainteresowanie mieszkańców miast przeprowadzką na tereny mniej zurbanizowane – podmiejskie i wiejskie, gdzie w większym stopniu można prowadzić życie zgodne z wartością harmonii. Z kolei, uznając że człowiek postępuje tak samo jak inne gatunki, być może jest to jedynie efekt poszerzania obszaru wpływów w celu przetrwania i/lub uzyskania najlepszych z możliwych warunków życia. Pierwsza hipoteza podkreśla nieinstrumentalny stosunek do natury, druga natomiast stosunek instrumentalny.

Mieszkanie w centrum miasta ma swoje niepodważalne korzyści: mały dystans między domem a pracą, bliskość sklepów, duża dostępność do instytucji kulturalnych, ośrodków zdrowia itp. Ma też swoją długą historię, w której mieszkanie w centrum miasta skorelowane było z władzą, zarządzaniem, potęgą, ilością dóbr, tym co dobre i ważne. W centrum od zarania dziejów mieszkał władca, a na peryferiach ludność mniej zamożna, mniej ważna i zapomniana. Wynikająca często z tego procesu tendencja do koncentrowania się bliżej centrum miała niewątpliwie wpływ na architekturę miast, które były swoistą areną procesów społecznych². Współcześnie skutkuje to m.in. zbyt dużym zagęszczeniem ludzi na danej powierzchni, co jest istotnym źródłem stresu. Może on wynikać nie tylko z obecności innych ludzi, lecz także z parametrów przestrzeni. Człowiek zaczyna odczuwać skutki stresu, kiedy doświadcza nadmiaru bodźców. Zbyt duża stymulacja w czasie prowadzi do przeciążenia, ograniczenia wolności wyboru zachowań, niedoboru zasobów w stosunku do własnych potrzeb lub ilości chcących z nich korzystać osób, jak i z niedostatku wolnej przestrzeni (Bańka, 2002). Skutki te mogą przejawiać się hiperaktywnością, wrogością, irytacją i agresywnością u jednych, a pasywnością i dążeniem do zwiększania dystansu u innych czy wyuczoną bezradnością (Cassidy, 1997).

Przemieszczanie się zbiorowości w obrębie miasta z reguły wiąże się z walką o zajęcie lepszej przestrzeni i przyczynia się do zmiany charakteru jakiejś jego części. Konkurencja między grupami prowadzi do zróżnicowania cen gruntu. Zgodnie z założeniami chicagowskiej szkoły ekologii społecznej grupy społeczne lub jednostki, które zdobywają przewagę finansową nad innymi, zajmują najatrakcyjniejsze rejony. Z biegiem czasu zmienia się tym samym atrakcyjność poszczególnych obszarów miasta (Eliasz, 2007). Zaobserwowanie tych przekształceń przez przedstawicieli wspomnianego podejścia pozwoliło im na stworzenie modelu koncentrycznego miasta z jego podziałem wokół centralnej dzielnicy biznesu, będącej strefą pierwszą. W modelu tym luksusowe domy jednorodzinne elit powstają w strefie czwartej. Strefa piąta określana jest jako podmiejska, w której osiedlają się przybywający do miasta. Strefa druga i trzecia zajmowana jest natomiast kolejno przez ludzi przynależących do kategorii społecznie nieustabilizowanych, np. studentów, oraz wypartych ze strefy drugiej pracowników fizycznych.

Współczesne miasta już coraz rzadziej tworzą konsekwentne formy. Ich granice przebiegają umownie i charakteryzują się dużym zróżnicowaniem strukturalnym. W wyniku tak kreowanej przestrzeni miejskiej całość może tworzyć przypadkowe zestawienie nowych osiedli czy pojedynczych obiektów, które nie stanowią spójnej całości. Alternatywą dla rozwijających się w ten sposób aglomeracji są działania zmierzające do zatrzymania mieszkańców w centrum z wykorzystaniem koncepcji miasta zwartego (*compact city*), miasta zielonego (*green city*) i miasta zrównoważonego (*sustainable city*) (Andrzejewska i in., 2010).

² Władze tym samym, planując przestrzeń miasta, mogli wpływać na jakość życia jego mieszkańców (Corbel-Tokarska, 2011).

4. Psychologia środowiskowa

W weryfikacji hipotez na temat związku człowiek-natura niezwykle użyteczne są osiągnięcia psychologii środowiskowej, badającej relacje i wielopłaszczyznową zależność ludzi i ich środowiska, m.in. materialnego, przestrzennego, architektonicznego, ekologicznego czy psychologicznego (Corbel-Tokarska, 2011). Fizyczne właściwości otoczenia, takie jak formy przestrzenne i dźwięki warunkują bowiem ludzkie myśli, emocje i zachowania. Zaobserwowane w latach 50. XX wieku konsekwencje degradacji środowiska uzmysłowiły, jak wpływają one na fizyczną i psychiczną kondycję człowieka. Generowało to obawy dotyczące poziomu bezpieczeństwa zdrowotnego, wpływając na ogólną ocenę warunków życia (Eliasz, 2007). Skutków tych nie określa się wyłącznie na poziomie jednostkowym, lecz szuka się wyjaśnień, które można generalizować na większe grupy i społeczności. Pomimo różnic indywidualnych ludzie funkcjonują bowiem podobnie w podobnych przestrzeniach. Ujawnia się to choćby w przestrzeganiu ogólnych norm przyjętych przez dane społeczeństwo, np. strój i zachowanie adekwatne do miejsca, w którym się przebywa.

Zwrócenie uwagi na walory środowiskowe życia i ich konsekwencje dla zdrowia fizycznego i psychicznego wzbudziło zainteresowanie funkcjonalnymi aspektami projektów architektonicznych i urbanistycznych. Współcześnie w krajach wysoko rozwiniętych standardem jest już projektowanie architektoniczne uwzględniające społeczne projektowanie (*social design*) lub projektowanie partycypacyjne (*participative design*). Określa ono osobiste preferencje przyszłych użytkowników, dotyczące wykorzystania projektowanych przestrzeni (Sanoff, 1999). Ważnym jego elementem jest wzajemna relacja między człowiekiem a przyrodą z uwzględnieniem obszarów zielonych. Jest to po części skutek odchodzenia od traktowania natury wyłącznie w kategoriach utylitarnych, gdzie nie jest ona już tylko źródłem pozyskiwania surowców i towarowego wykorzystywania zasobów. Przyroda nie może być dłużej postrzegana jako przedmiot wykorzystania, lecz powinna być we wszystkich swoich formach traktowana jak partner (Gadamer, 1992).

5. Wpływ kontaktu z naturą w świetle wybranych badań

Znaczenie zieleni miejskiej dla stanu zdrowia był analizowany przez zespół Chorong Song (2016). Badacze sprawdzali jak na mieszkańców miasta wpływa spacer po miejskim parku i spacer po niezielonym obszarze miasta. Udowodniono, że chodzenie wiosną po parku zwiększa aktywność przywspółczulnego układu nerwowego (jego czynność nasila się w sytuacji relaksu i odpoczynku), hamuje czynność współczulnego układu nerwowego (odpowiadającego za mobilizację organizmu np. w sytuacji stresu) i zmniejsza częstość akcji serca. Oznacza to, że podjęta aktywność, realizowana wśród zieleni, wykazuje fizjologiczne efekty relaksacyjne. Doświadczenie powtórzono w okresie jesiennym i zimowym. W obu przypadkach wykazano, że efekt utrzymuje się niezależnie od pory roku.

Interesujących też dostarczyły prace francuskiego biologa i fizjologa roślin Rogera Ulricha, badającego wpływ natury na proces zdrowienia pacjentów. W 1984 roku opublikował on dane dowodzące, że pacjenci po zabiegach chirurgicznych, mający salę z widokiem na krajobraz wysokich drzew, szybciej wracali do zdrowia, korzystali z łagodniejszych środków przeciwbólowych, wymagali mniejszej ilości leków i szybciej opuszczali szpital, w porównaniu z pacjentami hospitalizowanymi w salach z widokiem na ceglany mur. W kolejnych latach badacz potwierdzał wcześniej uzyskane rezultaty. Dowodził, że widok natury i miasta z terenami zielonymi redukuje fizjologiczny ból i stres, zwiększając dobry nastrój (Ulrich i in., 1993). Co więcej, już sama obserwacja obrazów i fotografii przyrody ozdabiających ściany oraz świetlików dachowych ukazujących niebo przyczynia się do obniżenia ciśnienia krwi, poziomu odczuwanego bólu i stresu (Ulrich, 1992).

Wpływ na fizjologiczne i psychologiczne reakcje człowieka wskutek ekspozycji na naturę udowodniono też w badaniu grupy mężczyzn, polegającym na monitorowaniu ich reakcji na tych dwóch poziomach. Pracowników biurowych wystawiono na czterominutowy kontakt z bukietem 30 bezzapachowych, różowych róż (Ikei i in., 2014). Uzyskane wyniki dowiodły, że nawet tak krótka obserwacja kwiatów zwiększa aktywność przywspółczulnego układu nerwowego oraz pobudza odczuwanie takich doznań jak odprężenie, komfort i poczucie naturalności. Do podobnych wniosków prowadzi analiza badań polegających na obserwacji środowiska leśnego (Spauwen i in., 2004; Ulrich, 1993; Lee i in., 2001).

Ciekawych danych dostarczają wyniki badań holenderskich pacjentów, przeprowadzonych na grupie ponad 345 osób (Mass i in., 2009). U pacjentów zamieszkujących w odległości powyżej jednego kilometra od terenów zielonych odnotowano większe rozpowszechnienie 15 z 24 wyróżnionych w analizie chorób. Ta relacja była najsilniejsza w przypadku takich zaburzeń psychicznych, jak depresja i zaburzenia lękowe. Szczególnego znaczenia nabiera bliskość terenów zielonych dla dzieci i osób o niższym statusie społeczno-ekonomicznym. W obu grupach wyraźnie niższy wskaźnik zachorowalności ujawnił się wśród osób, które miały więcej terenów zielonych w promieniu kilometra od miejsca zamieszkania.

Z kolei eksperyment prowadzony przez sześć lat na grupie 87 pacjentów chorych na cukrzycę udowodnił, że środowisko leśne przyczynia się do obniżania poziomu glukozy we krwi (Ohtsuka i in., 1998). Pacjenci byli monitorowani podczas wykonywania trzech różnych typów aktywności: aromaterapii w trakcie spacerów w naturalnym środowisku, ćwiczeniach na bieżni i pływania w krytych basenach. Porównanie uzyskanych wyników pozwoliło na wyciągnięcie wniosków potwierdzających wpływ wysiłku fizycznego na spadek glukozy we krwi, jednak w przypadku spacerów po lesie jej stężenie zmniejszyło się o prawie 20% w porównaniu do spadków odnotowywanych podczas innych form aktywności fizycznej.

Punktem zainteresowania części badaczy omawianej problematyki są preferencje estetyczne. Wyniki wskazują, że ludzie wyżej cenią krajobrazy naturalne niż kształtowane przez człowieka. Uwidacznia się to nawet na poziomie semantycznym. Im bardziej nazwa obserwowanego krajobrazu ujawnia wpływ człowieka na środowisko, tym mniej się on podoba obserwatorowi (Anderson, 1981). Różnica ta uwidacznia się nawet w trakcie obserwacji na fotografii niezmienionej przez człowieka przyrody w zależności od przypisanej jej nazwy, tj. parku narodowego lub puszczy. Ocena zdjęć opatrzonych podpisem podkreślającym naturalność środowiska (puszcza, jezioro, las) istotnie wzrasta w stosunku do fotografii opatrzonych nazwą sugerującą ingerencję człowieka (park narodowy, zbiornik wodny, plantacja drzew). Udowodniono również przypisywanie przez człowieka wyższej wartości krajobrazom naturalnym za każdym razem, gdy na fotografii widoczne było jezioro, rzeka bądź strumień.

Zakończenie

Korzyści płynące z obcowania człowieka z przyrodą w świetle przytoczonych wyników badań i rozważań nad ich wzajemnym związkiem są niepodważalne. Coraz większa liczba publikacji naukowych w tym obszarze wskazuje na rosnącą świadomość kontaktu człowieka z naturą, daleko wykraczającego poza funkcję instrumentalną. Przytoczona w niniejszym artykule tylko niewielka jej część podkreśla psychologiczne i terapeutyczne znaczenie tej relacji. Stymulacja człowieka bodźcami należącymi do środowiska naturalnego jest bowiem prozdrowotną, skuteczną, prostą, dostępną i ekonomicznie uzasadnioną metodą poprawy jakości życia i zdrowia oraz obniżania poziomu odczuwanego stresu współczesnego mieszkańca miasta. Szczególnie wartościowe wydaje się przy tym dbanie nie tylko o indywidualny charakter dostępu do przyrody, np. w postaci własnego domu z ogródkiem, lecz także zaspokajanie za jej pomocą funkcji ekologicznej, edukacyjnej, społecznej i integracyjnej.

Otwartym pytaniem pozostaje, czy człowiek, aby móc korzystać z tych wartości musi zamieszkać poza terenem miejskim, czy możliwe jest wprowadzenie natury do miasta w stopniu, który zaspokoi tę potrzebę przynajmniej częściowo?

Literatura

- Anderson L. (1987) *Land use designations affect perceptions of scenic beauty in forest landscapes*, „Forest Science”, nr 27, s. 392-400.
- Andrejczuk W. (2013) *Koncepcje współdziałania człowieka i natury w krajobrazie*, „Prace Komisji Krajobrazu Kulturowego nr 20”, *Krajobraz a człowiek w czasie i przestrzeni*, Komisja Krajobrazu Kulturowego PTG, Sosnowiec.
- Andrzejewska A., Łuczak M., Szumilas A. (2010) *Zrównoważone gospodarowanie przestrzeni miejską*, [w:] Masztalski R. (red.), *Homo naturalis. Człowiek, przyroda, przestrzeń w myśli rozwoju zrównoważonego*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław, s. 69-74.
- Bańka A. (2002) *Spoleczna psychologia środowiskowa*, Wydawnictwo Naukowe Scholar, Warszawa.
- Cassidy T. (1997) *Environmental psychology: Behaviour and experience in context*, Psychology Press, Hove.
- Cobel-Tokarska M. (2011) *Przestrzeń społeczna: świat – dom – miasto*, [w:] Firkowska-Mankiewicz A., Kanash T., Tarkowska E. (red.), *Krótkie wykłady z socjologii. Przegląd problemów i metod*, Wydawnictwo Akademii Pedagogiki Specjalnej, Warszawa.
- Elias A. (2007) *Psychologia ekologiczna*, [w:] Strelau J. (red.), *Psychologia. Podręcznik akademicki. Jednostka w społeczeństwie i elementy psychologii stosowanej*, Gdańskie Wydawnictwo Psychologiczne, Gdańsk.
- Gadamer. H. (1992) *Dziedzictwo Europy*, Wydawnictwo Aletheia, Warszawa.
- Ikei H., Komatsu M., Song Ch., Himoro E., Miyazaki Y. (2014) *The physiological and psychological relaxing effects of viewing rose flowers in office workers*, „Journal of Physiological Anthropology”, nr 33(1), s. 6.
- Kellert S.R., Wilson E.O. (red.) (1995) *The Biophilia Hypothesis*, Island Press, Washington.
- Kozielecki J. (1988) *O człowieku wielowymiarowym*, PWN, Warszawa.
- Kulik R. (2010) *Biocentryzm versus antropocentryzm – próba integracji*, [w:] Masztalski R. (red.), *Homo naturalis. Człowiek, przyroda, przestrzeń w myśli rozwoju zrównoważonego*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław, s. 207-213.
- Lee J., Park B., Tsunetsugu Y., Ohira T., Kagawa T., Miyazaki Y. (2011) *Effect of forest bathing on physiological and psychological responses in young Japanese male subjects*, „Public Health”, nr 125(2), s. 93-100.
- Morris, D. (2005) *Ludzkie zoo*, Wydawnictwo Ewal, Wałbrzych.
- Ohtsuka Y., Yabunaka N., Takayama S. (1998) *Shinrin-yoku. Forestair bathing and walking effectively decreases blood glucose levels in diabetic patients*, „International Journal of Biometeorology”, nr 41(3), s. 125-127.
- Sanoff H. (1999) *Integrowanie programowania, ewaluacji i partycypacji w projektowaniu architektonicznym. Podstawy teorii Z*, Stowarzyszenie Psychologia i Architektura, Poznań.
- Schwartz, S. (1997) *Values and culture*, [w:] Munro D., Carr S., Scyemaker J. (red.), *Motivation and culture*. Routledge, New York.
- Spauwen J., Krabbendam L., Lieb R., Wittchen H.U., Os J. van (2004) *Does urbanicity shift the population expression of psychosis?*, „Journal of Psychiatric Research”, nr 38(6), s. 613-618.
- Tyburski W. (2008) *Człowiek wobec przyrody w perspektywie ekofilozoficznej*, „Humanistyka i Przyrodoznawstwo”, nr 14, s. 51-67.
- Ulrich R.S. (1984) *View through a window may influence recovery from surgery*, „Science”, nr 224(4647).
- Ulrich R.S. (1992) *How design impacts wellness*, „The Healthcare Forum Journal”, nr 35(5), s. 20-25.
- Ulrich R.S. (1993) *Biophilia, biophobia, and natural landscapes*, [w:] Kellert S., Wilson E. (red.), *The Biophilia Hypothesis*, Island Press., Washington.
- Ulrich, R.S., Lunden, O., Eltinge, J.L. (1993) *Effects of exposure to nature and abstract pictures on patients recovering from heart surgery*, tekst zaprezentowany pod 33 spotkania Society for Psychophysiological Research, nr 30, s. 7.

II. ZNACZENIE ZIELENI DLA KSZTAŁTOWANIA KLIMATU MIASTA

*Krzysztof Błażejczyk
Magdalena Kuchcik*

1. Ogólne informacje o klimacie miasta

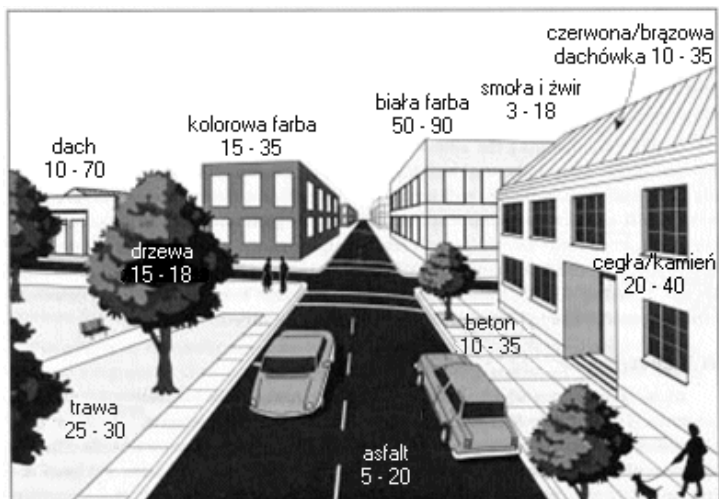
1.1. Czynniki kształtujące klimat

Pod pojęciem klimatu, w odniesieniu do dowolnego terenu, także miasta, należy rozumieć typowe dla danego miejsca wartości i przebiegi roczne podstawowych elementów meteorologicznych, a zwłaszcza: promieniowania słonecznego, temperatury powietrza i opadów atmosferycznych. Na pierwszy i drugi z tych elementów wpływają przede wszystkim czynniki astronomiczne (kąt padania promieni słonecznych, skład i przezroczystość atmosfery), decydując o ilości energii docierającej do Ziemi i o temperaturze powietrza. Czynniki cyrkulacyjne (czyli napływanie mas powietrza o różnych cechach fizycznych i chemicznych) są z kolei przyczyną rozkładu elementów pogody (nasłonecznienia, temperatury, opadów atmosferycznych). Wreszcie czynniki lokalne (czyli charakter i struktura podłoża atmosfery, cechy fizyczne podłoża atmosfery) – decydują o tym, jakie są cechy klimatu danego miejsca (inne cechy panują na obszarach trawiastych, leśnych, miejskich, przemysłowych, rolniczych).

O lokalnych właściwościach klimatu decydują takie cechy środowiska, jak: zdolność pochłaniania promieni słonecznych, wilgotność, przewodnictwo i pojemność cieplna podłoża.

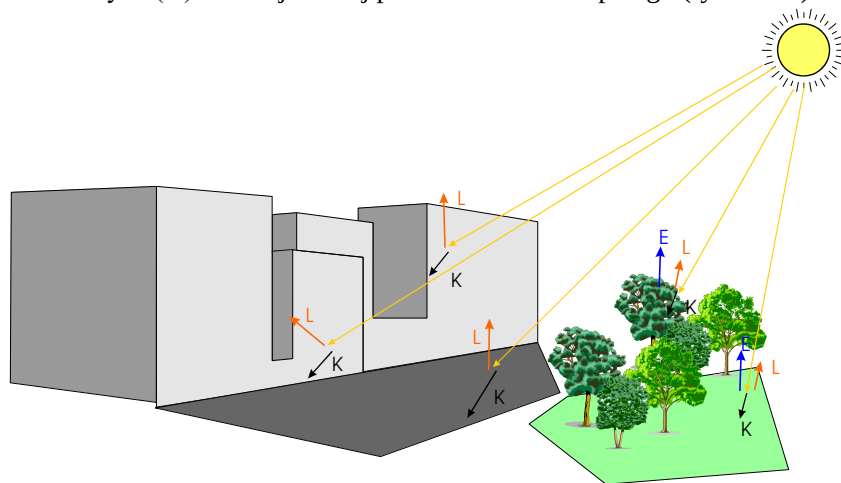
O ile czynników astronomicznych i cyrkulacyjnych nie możemy modyfikować, o tyle czynniki lokalne są tymi, które możemy aktywnie kształtować i modyfikować w przestrzeni miejskiej, zmieniając warunki klimatyczne danego miejsca. Poniżej wymieniono najważniejsze czynniki lokalne kształtujące klimat w przypadku miast (m.in. Oke, 1987; Musco, 2016).

1. Specyficzne fizyczne właściwości materiałów budujących miasto (m.in. beton, asfalt, szkło, cegła itd.), które pochłaniają (absorbują) więcej promieni słonecznych, niż odbijają, a emitując do atmosfery zmagazynowane w ten sposób ciepło podwyższają temperaturę powietrza. Np. powierzchnie pomalowane białą farbą odbijają od 50 do 90% promieni słonecznych, a asfalt czy dachy pokryte powłoką bitumiczną jedynie 5-20% promieni (rysunek 1).



Rysunek 1. Zdolności odbijania promieni słonecznych (albedo) różnych powierzchni w mieście
 Źródło: U.S. Environmental Protection Agency; polska wersja ryciny: M. Kamiński

2. Przewaga powierzchni sztucznych nad seminaturalnymi. Powierzchnie sztuczne destabilizują bilans cieplny. Wśród zabudowy wyraźnie większy jest strumień radiacyjny (L), związany z wypromieniowaniem długofalowym ciepła z nagrzaných powierzchni ścian i ulic. Praktycznie nieobecny jest strumień ciepła oddawanego w wyniku parowania (E). Na obszarach zielonych parowanie (E) z powierzchni terenu i roślin powoduje obniżenie temperatury, a naturalne podłoże pochłania mniej promieni słonecznych (K) i emituje mniej promieniowania cieplnego (rysunek 2).

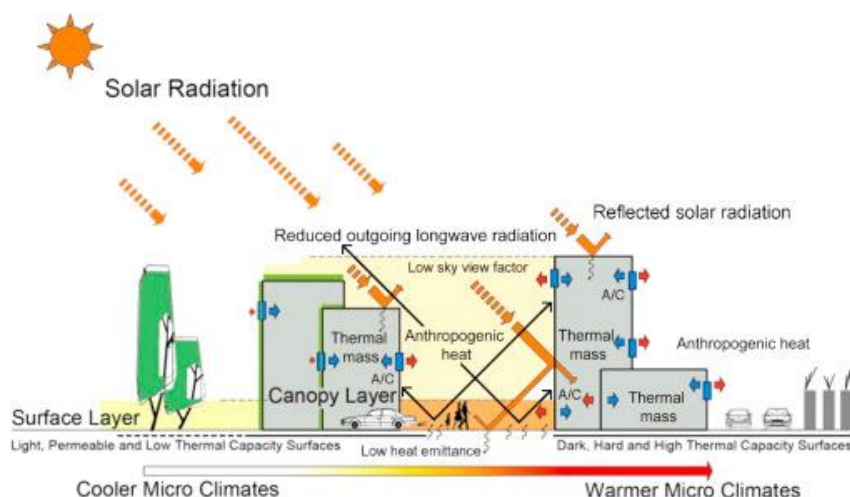


Rysunek 2. Schematyczny rozkład strumieni ciepła w różnych fragmentach miasta;

K – energia promieniowania słonecznego pochłoniętego przez podłoże, L – promieniowanie długofalowe emitowane przez różne powierzchnie, E – ciepło zużywane na parowanie wody z powierzchni gruntu i roślin

Źródło: opracowanie własne

3. Specyficzna geometria miasta. Duża liczba różnego rodzaju powierzchni pionowych i poziomych oraz różna ich orientacja przestrzenna zmienia pole wiatru. Zmniejsza jego prędkość lub wywołuje tzw. efekt tunelowy (czyli wzrost prędkości na ulicach równoległych do kierunku wiatru) oraz zmienia kierunek wiatru. Zmienia także ilość promieni słonecznych docierających do wnętrza zabudowy i tworzy efekt „mozaiki słonecznej” (rysunek 3).



Rysunek 3. Wpływ zabudowy miejskiej na strukturę strumieni promieniowania

Źródło: Soltania, Sharifi (2017)

4. Aktywność człowieka. Stosowane urządzenia i systemy grzewcze oraz chłodzące, a także działalność przemysłowa i ruch samochodowy wytwarzają znaczne ilości ciepła sztucznego. Stanowi ono znaczący składnik bilansu cieplnego miasta, będąc dodatkowym źródłem ciepła. Istotny jest także fakt, że ważnym skutkiem działalności człowieka jest emisja różnego rodzaju zanieczyszczeń, które tworzą swoistą powłokę nad miastem, ograniczając dopływ promieni słonecznych (rysunek 4).



Rysunek 4. Smog nad miastem ograniczający dopływ promieni słonecznych

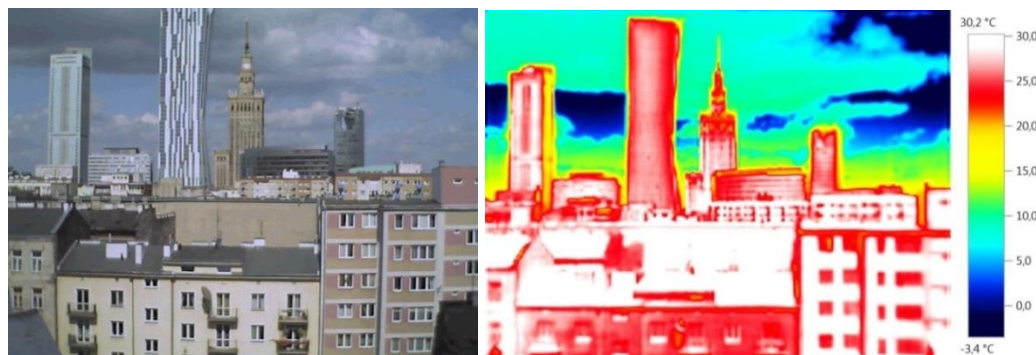
Źródło: <https://www.marketwatch.com/story/four-in-10-americans-are-breathing-unsafe-air-and-these-8-cities-are-the-worst-2019-04-24> [20.09.2020]

Należy pamiętać, że ogrzewanie się powietrza następuje w wyniku emisji ciepła z różnych powierzchni, które pochłaniają promieniowanie słoneczne. Dlatego kształtując klimat przestrzeni miejskiej, trzeba pamiętać o właściwościach absorpcyjnych różnych powierzchni. Jedną z cech, którą można modyfikować, jest zdolność odbijania promieni słonecznych (nie są pochłaniane i osłabiają nagrzewanie powierzchni). Przy aktywnym projektowaniu klimatu miasta ważne jest uwzględnianie właściwości fizycznych różnych materiałów. Większość stosowanych materiałów budowlanych cechuje się bardzo dużą pojemnością cieplną, co przy małych zdolnościach odbijania promieni (albedo) sprzyja ich silnemu nagrzewaniu się (tabela 1, rysunek 5).

Tabela 1. Właściwości fizyczne wybranych materiałów (rodzaju podłoża) pochodzenia naturalnego i sztucznego

Materiał (rodzaj podłoża)	Albedo (%)	Pojemność cieplna ($\text{kJ}\cdot\text{m}^{-3}\cdot\text{K}^{-1}$)
piasek suchy	25-35	1280
piasek mokry	20-30	2960
trawa	20-30	~ 3000
łąka	10-30	~ 3500
las liściasty	10-20	~ 3000
las iglasty	5-16	~ 3500
woda (przy dużym kącie padania promieni słonecznych)	5	~ 4200
woda (przy małym kącie padania promieni słonecznych)	95	~ 4200
asfalt	5-15	~ 1900
beton	10-50	~ 2100
cegła	20-50	~ 1400
kamień	20-35	~ 2000
dach pokryty papą	8-18	~ 2000
dach pokryty dachówką	10-35	~ 1500
dach pokryty gontem	10	~ 2500
blacha falista	10-16	~ 3900

Źródło: opracowanie własne na podstawie Brown, Gillespie (1995), Erell i in. (2011)

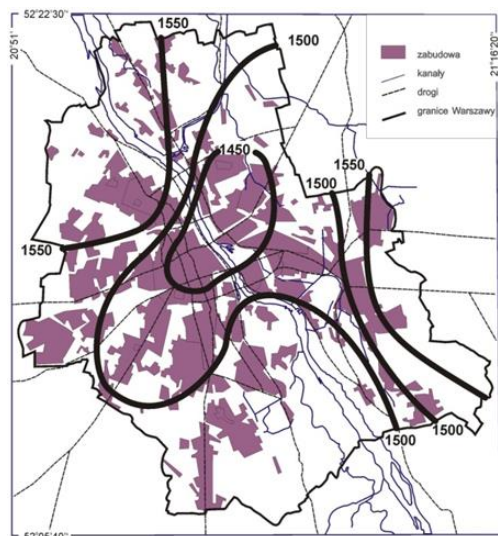


Rysunek 5. Centrum Warszawy, zdjęcie tradycyjne i w podczerwieni; fot. J. Szmyd, J. Baranowski

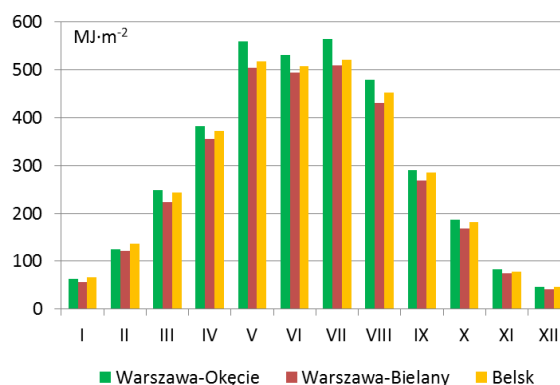
1.2. Ogólne cechy klimatu miasta (na przykładzie Warszawy)

Duże miasta, poprzez nagromadzenie horyzontalnych i wertykalnych powierzchni sztucznych, silnie modyfikują ogólne cechy klimatu panującego w danym regionie. Miasta charakteryzują się specyficznymi warunkami radiacyjnymi, termicznymi, wietrznymi i opadowymi (Oke, 1987; Błażejczyk, 2002;). Zwiększone zachmurzenie i zanieczyszczenie powietrza oraz geometria zabudowy sprawiają, że w obrębie miast jest wyraźnie mniej godzin ze słońcem. Zmniejszony jest też dopływ promieniowania słonecznego (rysunek 6).

A



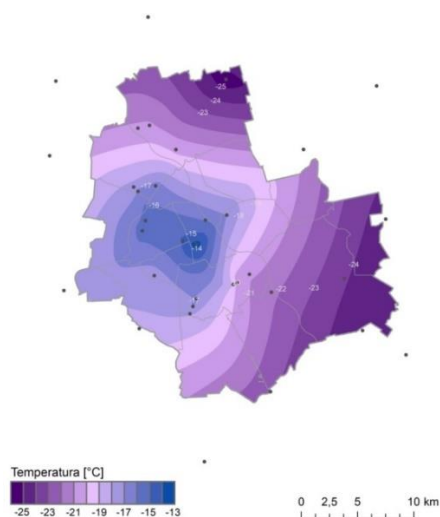
B



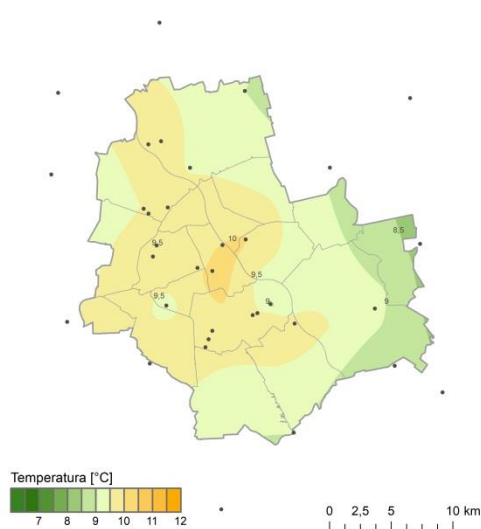
Rysunek 6. Roczne sumy usłonecznienia (w godzinach) w Warszawie (A) i miesięczne sumy promieniowania słonecznego na miejskich stacjach Bielany i Okęcie w Warszawie oraz na stacji pozamiejskiej w Belsku (B)
Źródło: Błażejczyk (2002)

Duże pochłanianie energii i liczne sztuczne źródła ciepła powodują, że centra miast są wyraźnie cieplejsze niż peryferia i strefa podmiejska. Np. w Warszawie w latach 60. XX wieku centrum miasta było nawet o 0,8°C cieplejsze niż peryferie, reprezentowane przez stację na lotnisku Okęcie. Zaznaczyło się także względne obniżenie temperatury powietrza w ogrodzie botanicznym i w parku go otaczającym (Kossowska, 1973, 1998). Uprzywilejowanie termiczne centralnych części miasta widać wyraźnie nie tylko na mapach rozkładu temperatury powietrza w wybranych dniach (rysunek 7A), ale także na uśrednionych danych wieloletnich (rysunek 7B).

A

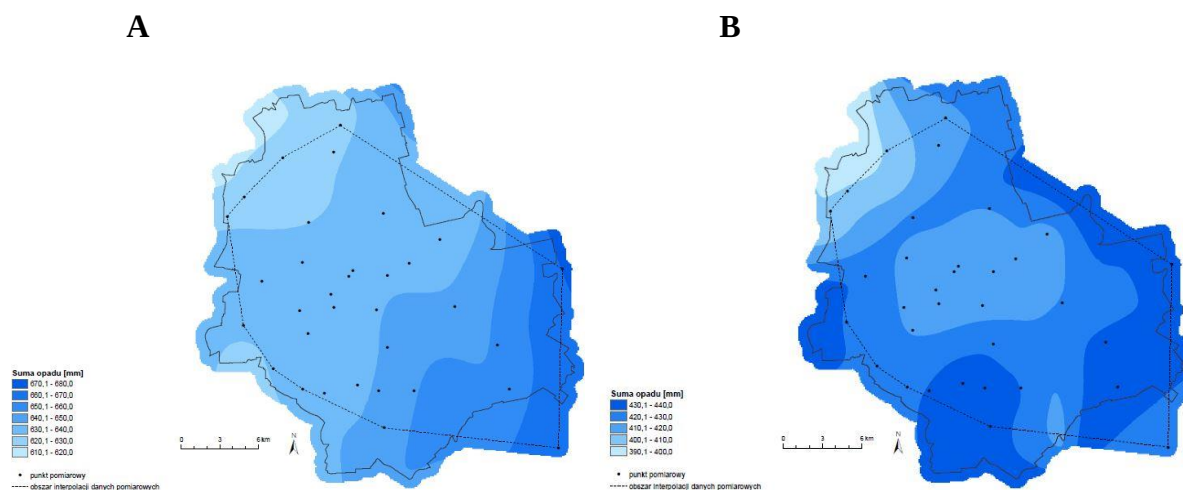


B



Rysunek 7. Temperatura powietrza w Warszawie w dniu 6 stycznia 2009 roku o godzinie 7:10 (12,2°C różnicy między śródmieściem a peryferiami (A) i średnia roczna temperatura powietrza w latach 2009-2018
Źródło: Błażejczyk i in. (2019); oprac. graficzne: A. Halaś i K. Czarnecka

Miasta stanowią urbanistyczną i termiczną barierę dla opadów, które są zwiększone po stronie dowietrznej i zawietrznej. Bariera termiczna, jaką jest miasto, powoduje unoszenie się powietrza i powstanie deszczonośnych chmur konwekcyjnych. Podczas przepływania nad miastem następuje wzbogacenie powietrza w jądra kondensacji związane z zanieczyszczeniem i po stronie zawietrznej ponownie gromadzą się chmury deszczonośne (rysunek 8).



Rysunek 8. Rozkład sum opadu w roku (A) i półroczu ciepłym (B) w Warszawie, 2008-2014

Źródło: opracowanie własne

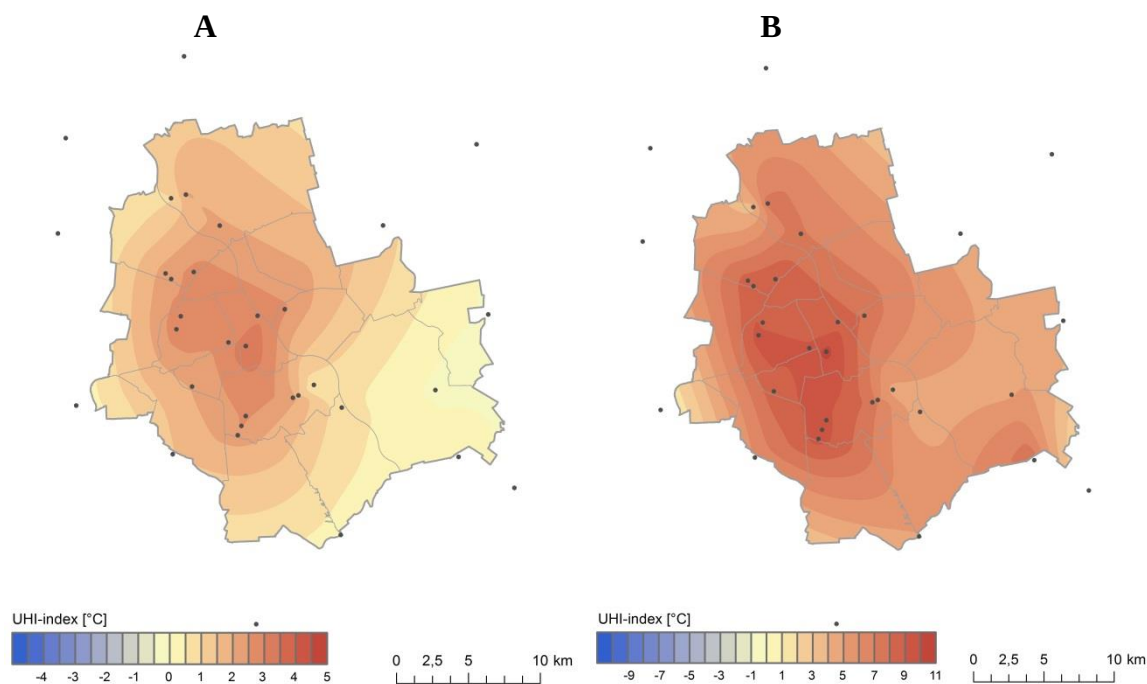
Bardzo ważną cechą klimatu miasta jest występowanie Miejskiej Wyspy Ciepła (UHI, *urban heat island*). Zjawisko to polega na znacznym podwyższeniu temperatury w mieście w stosunku do otaczających je terenów peryferyjnych. Nie stanowi ona jednej powierzchni, ale ściśle nawiązuje do gęstości i intensywności zabudowy, a także przypomina raczej liczne komórki (wyspy) poprzedzielane obszarami chłodniejszymi (Lewińska, 2000; Fortuniak, 2003).

UHI jest zjawiskiem dynamicznym, o wyraźnym przebiegu dobowym, zaznacza się nocą i wczesnym rankiem, mniej lub bardziej intensywnie na całym obszarze miasta. W godzinach dziennych często zanika, a temperatura powietrza na polach i łąkach za miastem jest wyższa niż w zacienionych strukturach miejskich. Silniejsza jest w półroczu ciepłym, zwłaszcza w okresach pogody bezchmurnej i bezwietrznej, słabsza – w półroczu chłodnym. UHI jest obserwowana nawet w miastach o populacji 35 000 a jej intensywność zwiększa się wraz z wielkością miasta (Błażejczyk i in., 2014b; Kuchcik, Milewski, 2016).

W polskich miastach maksymalna różnica temperatury powietrza między centrum miasta i obszarem pozamiejskim wynosi zazwyczaj 5-8°C, ale rośnie wraz z rozbudową miast i intensyfikacją zabudowy w ich centrach. W Krakowie w latach 70. XX wieku maksymalna wartość UHI przewyższała 7°C (Lewińska i in., 1990), zaś na początku XXI wieku sięgała już 10°C (Bokwa, 2010). W Warszawie w latach 1976-1980 maksymalne natężenie UHI wyniosło 10,8°C (Wawer, 1997), a w latach 2009-2018 już 12,2°C (rysunek 9). W Łodzi już w latach 90. XX wieku UHI sięgała 12°C (Fortuniak, 2003).

Na mapach rozkładu UHI w Warszawie w latach 2009-2018 jej natężenia zdefiniowano jako różnicę dobowej temperatury minimalnej w danym punkcie pomiarowym i dobowej temperatury minimalnej na stacji Kobiałka (UHI-index), leżącej w północno-wschodniej części miasta, w sąsiedztwie lasu, pól i luźnej zabudowy jednorodzinnej. Udział terenów biologicznie czynnych wynosi tu 72%, wskaźnik intensywności zabudowy (WIZ) – 0,33. Najwyższa średnia intensywność UHI w porze nocnej cechuje ściśle centrum Warszawy i wynosi średnio w roku 3,6°C. Średni UHI-index na wszystkich stanowiskach pomiarowych

w Warszawie w latach 2009-2018 wyniósł 2°C. UHI-index w ścisłym centrum sięgnął 10,4°C, ale na dużym obszarze miasta przekroczył 9°C (rysunek 9). W ciągu roku UHI jest średnio najintensywniejsza latem, w ścisłym centrum Warszawy osiąga wartość 4,5°C, wiosną i jesienią 3,7-4,2°C, zaś zimą jest najmniejsza i wynosi 2,3°C.

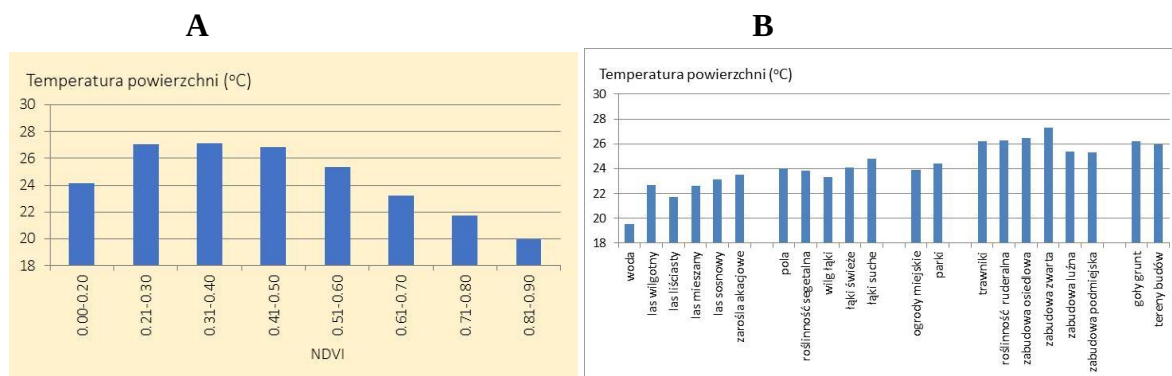


Rysunek 9. Średnie roczne (A) i maksymalne (B) wartości miejskiej wyspy ciepła (UHI-index) w Warszawie
Źródło: Błazejczyk i in. (2019); oprac. graficzne A. Halaś i K. Czarnecka

Coraz częściej w badaniach miejskiej wyspy ciepła wykorzystuje się satelitarne obrazy termalne o dużej rozdzielczości, przedstawiające temperaturę powierzchni. Rozróżnia się tym samym atmosferyczną i powierzchniową wyspę ciepła, jednak wciąż brakuje uniwersalnych współczynników przejścia z temperatury powierzchni na temperaturę powietrza czy temperaturę odczuwalną. Niemniej przyjmuje się, że im wyższa temperatura powierzchni, tym wyższa jest temperatura powietrza nad tą powierzchnią (Voogt, Oke, 2003; Gawuć i in., 2020).

1.3. Zróżnicowanie klimatu w obrębie miasta

W obecnym skrypcie uwaga koncentruje się na znaczeniu zieleni w kształtowaniu klimatu. W dalszym ciągu będziemy korzystali z przykładu badań prowadzonych w Warszawie. Jedną z miar wypełnienia przestrzeni miasta zielenią jest tzw. wskaźnik NDVI, uzyskiwany dzięki wielospektralnym obrazom satelitarnym. Na terenach silnie zabudowanych w centrum miasta i w dzielnicach przemysłowych pokrycie roślinnością nie przekracza 0,2 powierzchni. Wysokie wartości NDVI, przekraczające 0,7, występują w obrębie lasów i starych parków miejskich. Stopień pokrycia zielenią przekłada na temperaturę powierzchni. Jest ona najwyższa na terenach o wartościach NDVI, nieprzekraczających 0,5 (wyjątkiem są chłodne obszary wodne o NDVI<0,2). Najniższa temperatura powierzchni występuje przy wartościach wskaźnika przekraczających 0,7 (rysunek 10A).

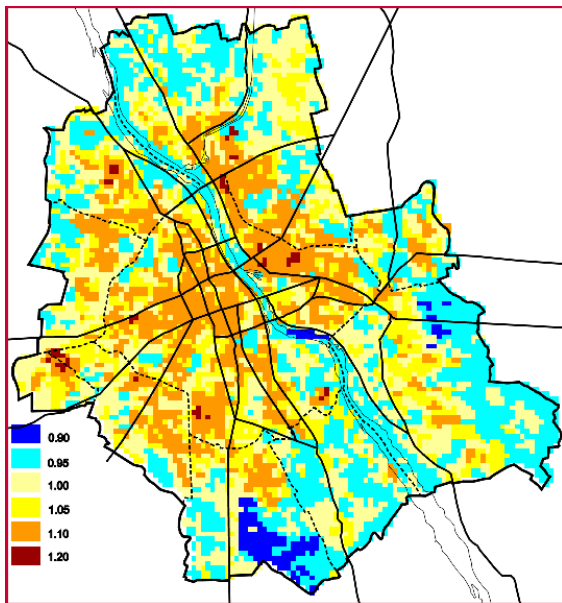


Rysunek 10. Temperatura powierzchni w Warszawie przy różnych wartościach wskaźnika NDVI (A) i w zależności od formy pokrycia i użytkowania terenu (B) (na podstawie obrazu LANDSAT5 TM, wykonanego w lipcu 1987)

Źródło: Błażejczyk, Błażejczyk (1999)

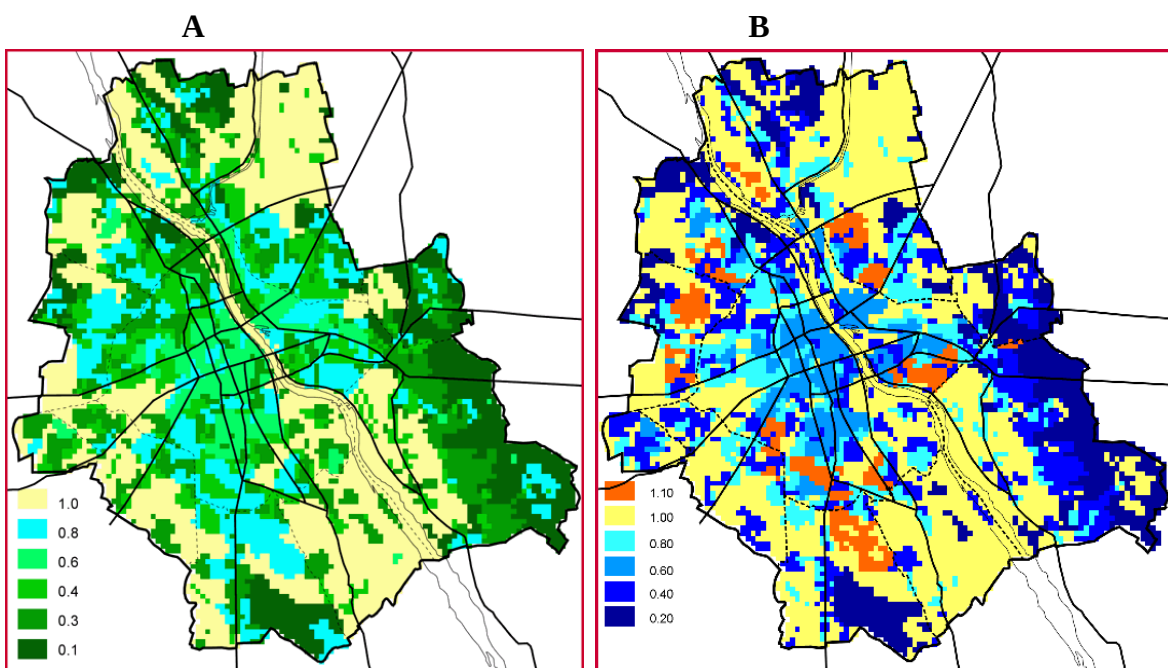
Analizując temperaturę powierzchni w różnych formach pokrycia i użytkowania terenu, widać że jest ona wyraźnie wyższa wśród zabudowy, a najniższa dla obszarów wodnych. Tereny pokryte roślinnością wysoką mają temperaturę powierzchni niższą o 2-5°C w stosunku do terenów zabudowanych (rysunek 10B). Silnie nagrzewające się powierzchnie emitują duże ilości ciepła, powodując podwyższoną temperaturę powietrza. Różne formy użytkowania terenu cechują się także odmiennymi warunkami wietrznymi oraz radiacyjnymi.

Badania mikroklimatyczne prowadzone w różnych typach terenu pozwoliły na stworzenie modelu oddziaływania poszczególnych cech środowiska lokalnego na podstawowe elementy klimatu. Model ten zostanie przedstawiony w rozdziale 2.1. Na jego podstawie wykonano dla Warszawy mapy rozkładu względnych wartości temperatury powietrza (rysunek 11) oraz prędkości wiatru i dopływu promieniowania słonecznego (rysunek 12). Wprawdzie mapy te przedstawiają Warszawę w granicach z roku 1990, a zagospodarowanie terenu dotyczy połowy lat 90. XX wieku, to jednak dobrze ilustrują one rozkład prezentowanych elementów klimatu w centralnych częściach miasta, w których zmiany zagospodarowania nie miały charakteru skokowego. W odniesieniu do części peryferyjnych, gdzie nastąpiły największe zmiany zagospodarowania, obraz przestrzenny nie jest aktualny. W okresie od wiosny do jesieni temperatura w obrębie zabudowy mieszkaniowej, przemysłowej i magazynowej jest o 10-20% wyższa niż w terenie pozamiejskim. Jednocześnie, na terenach leśnych i z seminaturalną roślinnością niską temperatura powietrza może być o 5-10% niższa niż poza miastem (rysunek 11). Do zagadnienia tego powrócimy jeszcze w drugiej części skryptu. Znaczne osłabienie wiatru ma miejsce w lasach i parkach oraz wśród gęstej zabudowy (rysunek 12A). Lasy, parki i gęsta zabudowa zmniejszają także dopływ promieni słonecznych (rysunek 12B).



Rysunek 11. Względne wartości temperatury powietrza (B) w Warszawie w zależności od pokrycia i użytkowania terenu

Źródło: Kozłowska-Szczęśna i in. (1996)



Rysunek 12. Względne wartości prędkości wiatru (A) oraz promieniowania słonecznego (B) w Warszawie

Źródło: Kozłowska-Szczęśna i in. (1996)

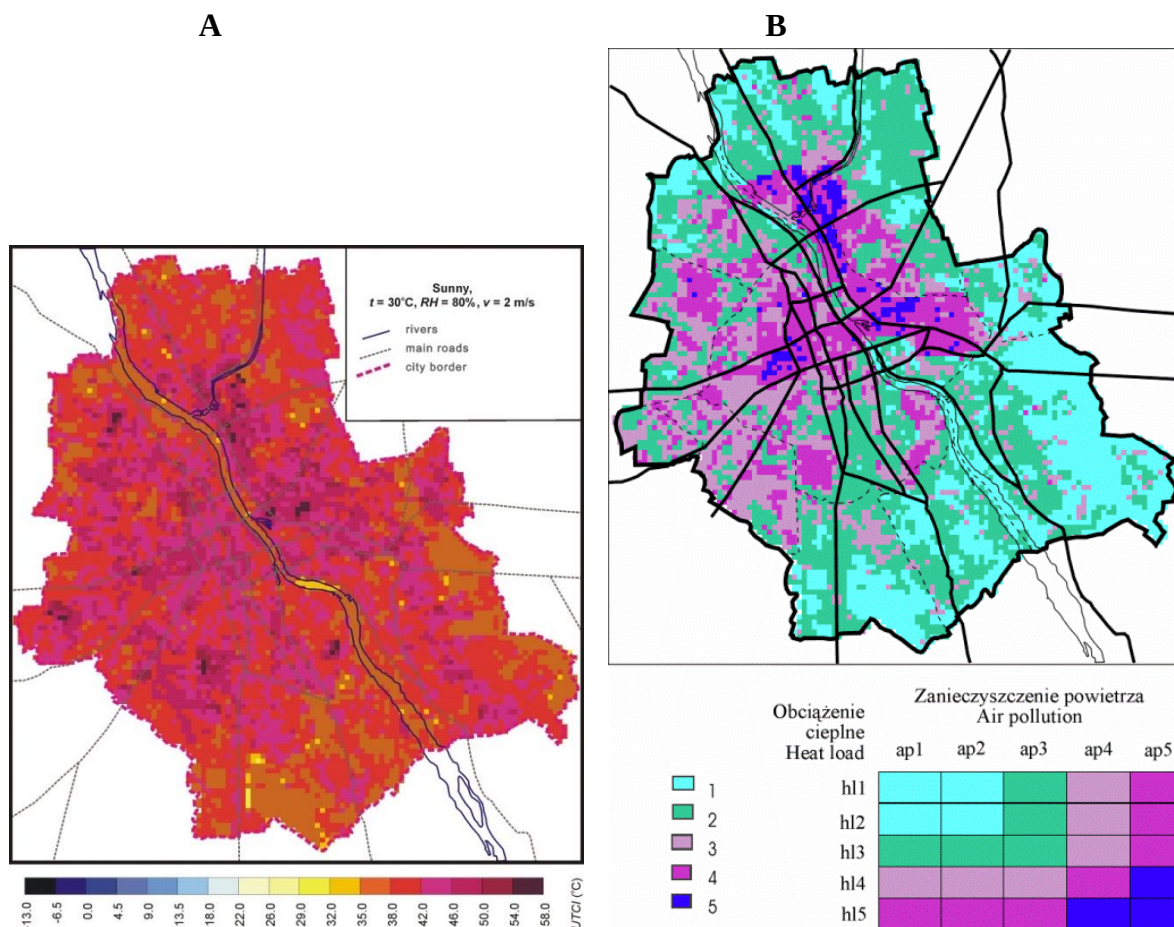
1.4. Zagrożenia klimatyczne w mieście

Wysoka temperatura powietrza: Życie w mieście wiąże się z wieloma korzyściami, ale i z licznymi zagrożeniami. Jednym z nich jest narażenie na wysoką temperaturę powietrza. Może ona powodować różne komplikacje zdrowotne. Najczęstsze postacie kliniczne stosunkowo łagodnego zespołu przegrzania to: omdlenie cieplne, kurcze cieplne, obrzęk termiczny, wyczerpanie cieplne czy udar cieplny. W sytuacjach ekstremalnych wysoka temperatura i związany z nią silny stres ciepła prowadzą do zwiększenia ryzyka zawału serca, a nawet przedwczesnego zgonu (m.in. Kozłowski, 1986; Błażejczyk i in., 2015; Kuchcik, 2017). Grupy ryzyka osób zagrożonych negatywnymi skutkami zdrowotnymi wysokiej temperatury obejmują: osoby starsze (65+), małe dzieci, osoby z przewlekłymi chorobami układu oddechowego, osoby z przewlekłymi chorobami układu sercowo-naczyniowego, osoby niepełnosprawne.

Latem, wysoka temperatura powietrza i silna UHI zwiększa obciążenia cieplne, uniemożliwia nocny odpoczynek organizmu od gorąca, zwłaszcza w trakcie coraz częstszych fal upałów. Powoduje także wzrost ryzyka udaru cieplnego i zaostrzeń przewlekłych chorób układu oddechowego i krążenia wydzielanych organizmów mieszkańców miast. Wreszcie, sprzyja wzrostowi potencjału alergizującego roślin, a zanieczyszczenie powietrza dodatkowo ułatwia penetrację alergenów do dróg oddechowych i nasila reakcję alergiczną

W większości badań, których wyniki zostaną tu przedstawione, do oceny wpływu terenów zielonych na warunki odczuwalne wykorzystano uniwersalny wskaźnik obciążeń cieplnych – UTCI. Wskaźnik ten opiera się na analizie bilansu cieplnego ciała człowieka, a jego wartości są miarą obciążeń cieplnych organizmu, które wywołuje wspólne oddziaływanie promieniowania słonecznego, temperatury i wilgotności powietrza oraz jego ruchu w otoczeniu człowieka (Błażejczyk i in., 2010; Bröde i in., 2012; Fiala i in., 2012). Podczas letnich fal upałów, gdy temperatura powietrza poza miastem sięga 30°C, a jednocześnie brak jest zachmurzenia, wiatr jest słaby a wilgotność powietrza podwyższona, prawie w całym mieście obciążenie cieplne organizmu (UTCI) przekracza 32°C (oznacza to co najmniej silny stres ciepła). Wśród gęstej zabudowy miejskiej oraz na terenach przemysłowych i magazynowych panuje nawet bardzo silny i nieznosny stres ciepła (UTCI>38°C). Oazami względnego chłodu (łagodny stres ciepła, UTCI 26-32°C) są wtedy enklawy leśne i parkowe (rysunek 13A).

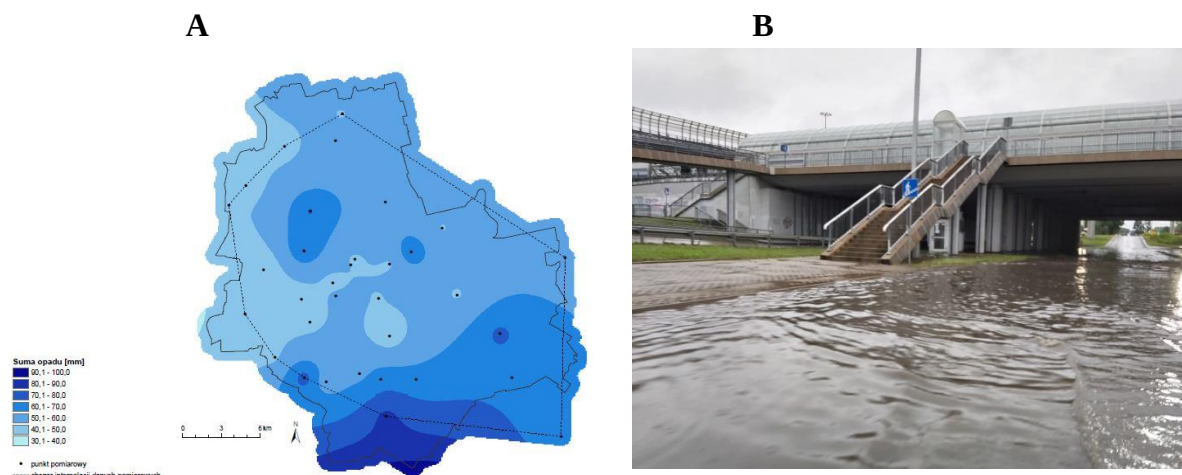
Zróżnicowane stosunki mikroklimatyczne w połączeniu z podwyższonym w mieście zanieczyszczeniem terenu przekładają się na ogólne warunki bioklimatyczne oddziałujące na człowieka. Najbardziej obciążające warunki bioklimatyczne panują w tych częściach miasta, w których organizm człowieka jest narażony na duże i bardzo duże obciążenia cieplne, a jednocześnie na duże i bardzo duże zanieczyszczenie powietrza. Są to przede wszystkim dzielnice centralne i przemysłowe. Natomiast peryferie miasta, gdzie stres termiczny i zanieczyszczenie powietrza są stosunkowo niskie, wyróżniają się małym i bardzo małym obciążeniem organizmu (rysunek 13B).



Rysunek 13. Obszary o różnym stresie termicznym (UTCI, A) i obciążenia termiczno-aerosanitarne (B; 1 – bardzo małe, 2 – małe, 3 – umiarkowane, 4 – duże, 5 – bardzo duże) spowodowane różnym obciążeniem cieplnym organizmu (hl1-hl5) i zanieczyszczeniem powietrza (ap1-ap5); indeksy dla hl i ap oznaczają: 1 – bardzo małe, 2 – małe, 3 – umiarkowane, 4 – duże, 5 – bardzo duże natężenie obciążeń cieplnych i zanieczyszczeń powietrza

Źródła: (A) – Błażejczyk (2013), (B) Adamczyk, Błażejczyk (1998)

Lokalne podtopienia lub długotrwałe susze: Innym ryzykiem związanym z życiem w mieście jest występowanie lokalnych podtopień z powodu intensywnych opadów i pojawiania się długotrwałych okresów bezopadowych, które prowadzą do suszy glebowej i problemów z zaopatrzeniem w wodę pitną i gospodarczą. Duże miasta cechuje duże ryzyko wystąpienia ekstremalnie wysokich opadów, na których przyjęcie nie są przygotowane systemy kanalizacyjne. Rysunek 14 pokazuje rozkład maksymalnych dobowych sum opadu i ich skutków w Warszawie. Widać, że na największe opady narażona jest zwłaszcza południowa część miasta, natomiast w zachodnich dzielnicach Warszawy maksymalne opady są mniej intensywne.



Rysunek 14. Rozkład maksymalnych opadów dobowych w Warszawie w latach 2008-2014 (A) i przykład podtopienia ulic z 1.08.2020 (B)

Źródło: opracowanie własne; fot. M. Kuchcik

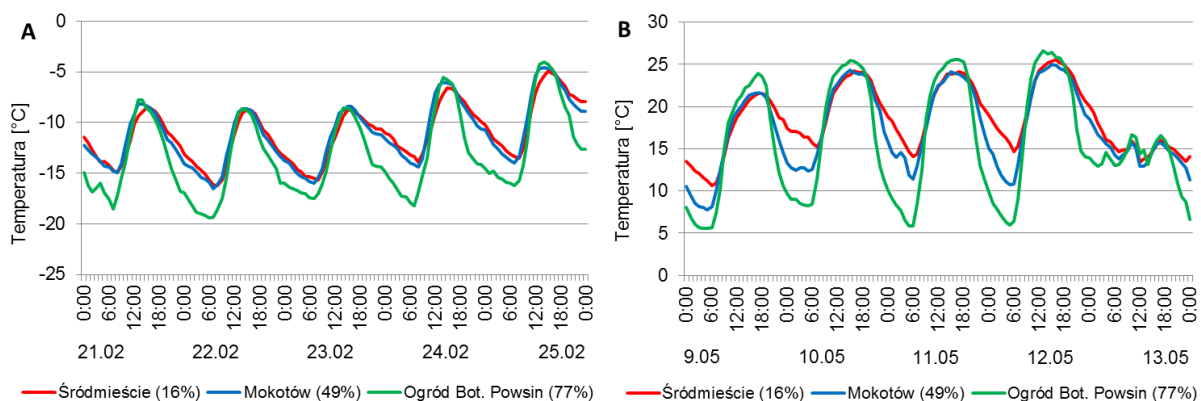
2. Wpływ terenów zieleni na klimat w mieście

2.1. Rola terenów zieleni w skali klimatu całego miasta

W kontekście zmian klimatu, rozwoju miast i gwałtownie rosnącej liczby ich mieszkańców bardzo istotnym komponentem struktury przestrzennej miasta stają się tereny biologicznie czynne (Kossowska-Cezak, 1978; Fortini, 1985; Lewińska, 2000; Szulczewska i in., 2014). Na kształtowanie warunków termicznych w mieście wpływa głównie roślinność wysoka, ale nie tylko ta zgromadzona w parkach. Szpalery drzew wzdłuż ulicy czy niewielkie grupy drzew pozytywnie oddziałują zarówno na temperaturę odczuwalną, jak i na zmniejszenie poziomu hałasu oraz zanieczyszczeń przygruntowej warstwy powietrza (Akbari i in., 1997; Streiling, Matzarakis, 2003). Badania w parkach warszawskich wykazały, że w dużym parku stężenie zanieczyszczeń gazowych maleje już w odległości kilkunastu metrów od ulicy, a wpływ ulicy zanika we wnętrzu parku (Park Praski), w mniejszym parku, otoczonym ulicami spadek stężenia zanieczyszczeń sięga 20-30% (Ogród Saski) (Skorupski, 1984). Drzewa emitują do atmosfery duże ilości pary wodnej: duży dąb transpiruje do atmosfery około 150 000 litrów wody rocznie (Hanson, 1991). Wilgotność względna powietrza w parkach jest wyższa w stosunku do terenów o intensywniej zabudowie zimą średnio o 3-8%, zaś latem o 5-20% (Kopacz-Lembowicz i in., 1984; Makhelouf, 2009). Szczególne znaczenie w polepszaniu warunków klimatu w mieście mają zwarte tereny zieleni, obszary leśne i parki, w których temperatura powietrza może być średnio o 2-4°C niższa niż wśród sąsiadującej zabudowy (Błażejczyk, 2002; Makhelouf, 2009; Kuchcik i in., 2014).

Przykładem odmiennego reżimu termicznego zieleni parkowej jest przebieg temperatury powietrza w ścisłym centrum Warszawy, w Ogrodzie Botanicznym PAN w Powsinie i na osiedlu mieszkaniowym w połowie drogi między centrum a Powsinem, zimą i wiosną (rysunek 15). Zimą przebieg temperatury powietrza w śródmieściu i na osiedlu był prawie identyczny, a wyraźnie odbiegał park, który nocą był o 3-4,5°C chłodniejszy, a około godziny 10.00-11.00 następowało zrównanie temperatury w mieście i poza nim, po czym w godzinach 11.00-14.00 centrum miasta stawało się chłodniejsze, nawet o 1,5°C. W wybranych dniach maja, nad ranem, temperatura powietrza w Ogrodzie Botanicznym była nawet o 9,9°C niższa w porównaniu z centrum. W ciągu dnia, od godziny 9.00 do 17.00-18.00 w zacienionych obszarach centrum miasta notowano jednak temperaturę niższą nawet o 2,2°C w stosunku do temperatury w podmiejskim parku.

Przykład ten potwierdza zjawisko zmniejszania wychłodzenia nocnego w centrum miasta i zmniejszenia dobowej amplitudy temperatury powietrza wraz ze spadkiem udziału terenów biologicznie czynnych i wzrostem intensywności zabudowy. Obrazuje też przebieg dobowy opisanej uprzednio miejskiej wyspy ciepła.



Rysunek 15. Przebieg dobowy średniej godzinnej temperatury powietrza w wybranych punktach Warszawy (udział powierzchni biologicznie czynnej w %) w dniach: 21-25.02.2011 (A) i 9-13.05.2011 (B)

Źródło: Kuchcik i in. (2016)

Parki, których rola w kształtowaniu warunków klimatycznych wzrasta w sezonie wegetacyjnym, traktowane są jako oazy chłodu i wilgoci. Dużą stabilność termiczną notuje się pod okapem drzew, natomiast duże zmiany termiczne nad trawnikami o dużej ekspozycji dosłonecznej. Bywają jednak sytuacje, np. w bezwietrzne, gorące dni, kiedy podwyższona wilgotność powietrza i zmniejszone przewietrzanie powodują, że warunki biotermiczne są w parkach mniej korzystne, a nawet potrafią być obciążające dla człowieka (Błażejczyk, 2002). Wpływ trawników, najpopularniejszej formy zieleni miejskiej, na teren otaczający zależy głównie od ich wielkości. Dopiero trawniki o powierzchni około 2500-3000 m² i większe oddziałują na dalsze otoczenie w postaci wytwarzania lokalnej cyrkulacji (Kopacz-Lembowicz i in., 1984; Robbins i in., 2001; Kuchcik, 2015).

Synteza badań mikroklimatycznych prowadzonych w różnych typach terenu jest model oddziaływania poszczególnych cech środowiska lokalnego na podstawowe elementy klimatu: dopływ promieniowania słonecznego, temperaturę powietrza, prędkość wiatru i wilgotność powietrza (tabela 2). Model określa względne wartości różnych elementów klimatu: promieniowania słonecznego (zr), temperatury powietrza (zt), prędkości wiatru (zv) i wilgotności względnej powietrza (zf) w zależności od cech rzeźby terenu, wilgotności podłoża, oraz pokrycia i użytkowania terenu.

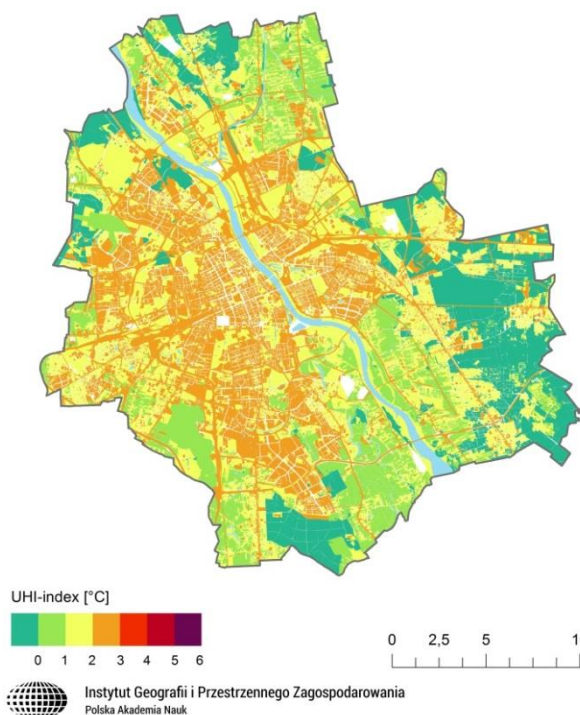
Tabela 2. Względne wartości różnych cech klimatu promieniowania słonecznego (zr), temperatury powietrza (zt), prędkości wiatru (zv) i wilgotności względnej powietrza (zf) w zależności od rodzaju rzeźby terenu, pokrycia i użytkowania terenu oraz wilgotności podłoża

Cecha rzeźby, podłoża oraz pokrycia i użytkowania terenu		Wartości względne:			
		zr	zt	zv	Zf
	rozległe równiny	1,0	1,0	1,0	1,0
	górne części wzniesień	1,0	1,0	1,4	1,0
	dna dolin (H – głębokość doliny, W – szerokość doliny):				
	H > 20 m, W < 200 m	0,95	0,85	0,7	1,1
	H < 20 m, W < 200 m	1,05	0,9	0,8	1,0
	H > 20 m, W > 200 m	1,05	0,95	0,9	1,05
	H < 20 m, W > 200 m	1,0	1,0	1,0	1,0
	zbocza (E – wyniesienie nad dno doliny):				
	południowe, E – 20-50 m	1,2	1,2	1,0	0,95
	południowe, E > 50 m	1,2	1,2	1,0	0,95
	północne, E – 20-50 m	0,8	0,85	1,0	1,1
	północne, E > 50 m	0,8	0,85	1,0	1,1
	wschodnie/zachodnie, E – 20-50 m	1,0	0,95	1,0	1,0
	wschodnie/zachodnie, E > 50 m	1,0	0,95	1,0	1,0
Użytkowanie terenu	pola i nieużytki	1,0	1,0	1,0	1,0
	łąki	1,0	0,95	1,0	1,0
	las, parki	0,3	0,9	0,2	1,1
	pasy dróg i linii kolejowych	1,0	1,05	0,95	0,9
	zabudowa wiejska	1,0	1,1	0,8	1,0
	zabudowa śródlęśna	0,6	0,95	0,6	1,0
	luźna zabudowa miejska	0,8	1,25	0,6	0,9
	zwarta zabudowa miejska i przemysłowo-magazynowa	0,8	1,3	0,6	0,9
	obszary wodne	1,0	0,85	1,1	1,2
Wilgotność podłoża	suche	1,0	1,0	1,0	1,0
	wilgotne	1,0	0,95	1,0	1,1
	mokre	1,0	0,9	1,0	1,2

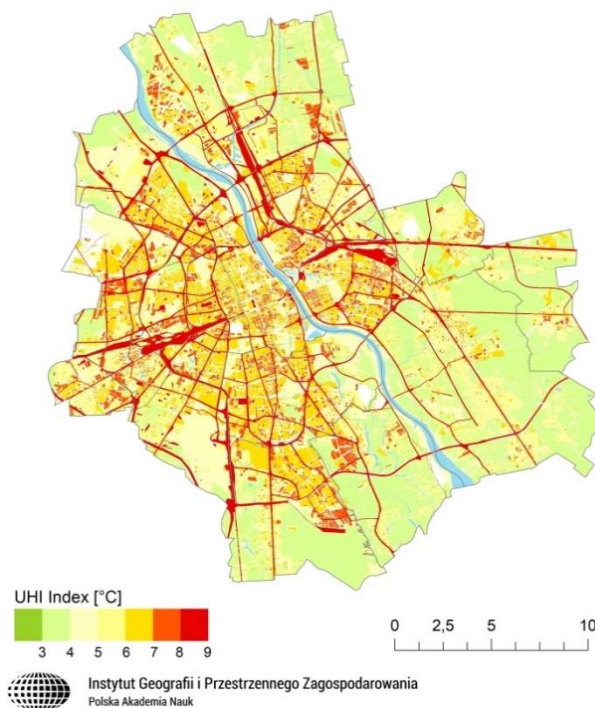
Źródło: Błażejczyk i in. (2014a)

Innym przykładem oddziaływania terenów zielonych na temperaturę powietrza w skali całego miasta jest mapa intensywności miejskiej wyspy ciepła (UHI-index) w połączeniu z formami zagospodarowania/użytkowania terenu, wykonana na podstawie danych z 32 rejestratorów zlokalizowanych w Warszawie i poza jej granicami. Punkt referencyjny, ten sam co na rycinie 9, leży na północno-wschodnim krańcu miasta, w pobliżu lasu, pól i luźnej zabudowy jednorodzinnej, z 72% udziałem terenów biologicznie czynnych, zatem niewiele mniej niż opisywany powyżej Ogród Botaniczny w Powsinie (rysunek 16A). Średni UHI-index w lasach wyniósł $-0,2^{\circ}\text{C}$, co oznacza, że temperatura minimalna średnio była o tyle niższa w porównaniu z terenem referencyjnym, UHI-index na obszarach rolnych wyniósł $0,6^{\circ}\text{C}$, zaś uśredniony dla różnych obszarów zieleni urządzonej (parków, ogródków działkowych, cmentarzy itd.) $1,2^{\circ}\text{C}$ (rysunek 16A, 17). Średnie maksymalne wartości UHI-index są znacznie wyższe i sięgają w lesie $3,9^{\circ}\text{C}$, a na obszarach zieleni urządzonej $5,0^{\circ}\text{C}$ (rysunek 16B)

A

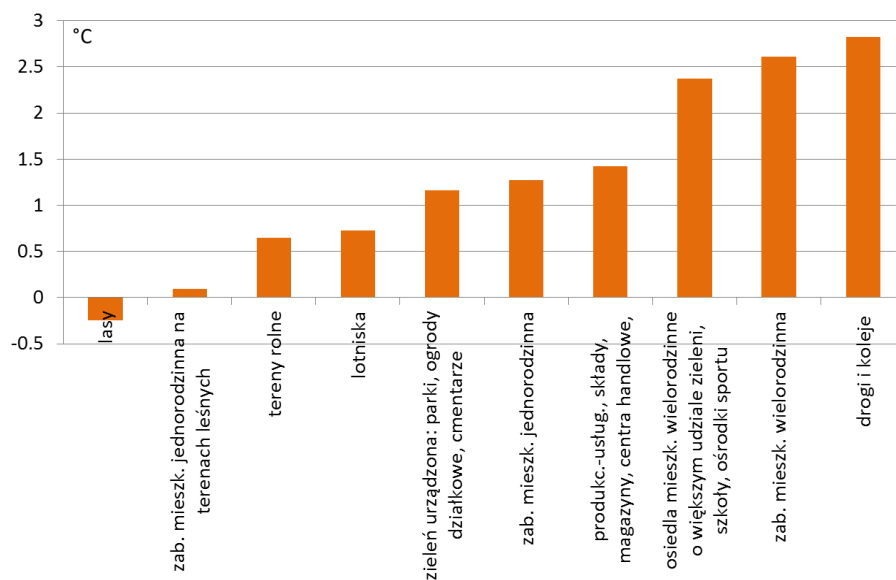


B



Rysunek 16. Średnia (A) i maksymalna (B) intensywność miejskiej wyspy ciepła w porze nocnej (UHI-index) jako funkcja użytkowania terenu w Warszawie w latach 2009-2018

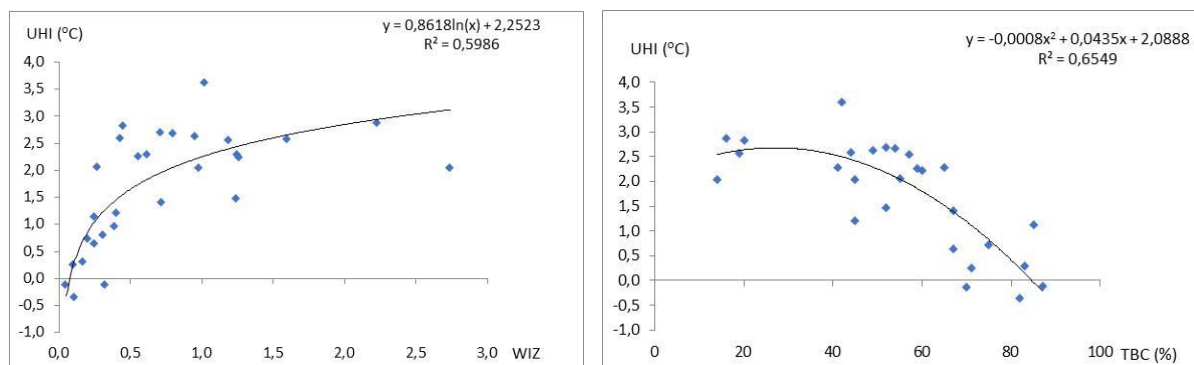
Źródło: Błażejczyk i in. (2019); oprac. graficzne K. Czarnecka



Rysunek 17. Intensywność UHI w różnych formach zagospodarowania/użytkowania terenu w Warszawie w latach 2009-2018

Źródło: opracowanie własne

W praktyce planistycznej stosowane są m.in. dwa wskaźniki oceny stopnia zurbanizowania terenu: wskaźnik intensywności zabudowy (WIZ) i odsetek terenów biologicznie czynnych (TBC). Przywołane już badania UHI w Warszawie uwzględniały także relacje pomiędzy tymi wskaźnikami. Na podanym niżej przykładzie widać wyraźnie wzrost UHI wraz ze wzrostem wskaźnika WIZ i spadkiem udziału terenów biologicznie czynnych (rysunek 18).

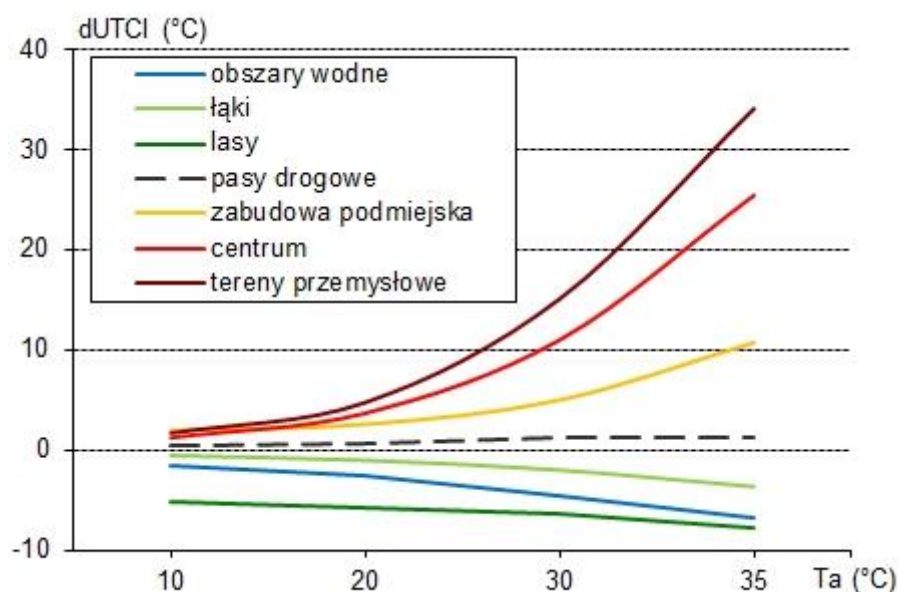


Rysunek 18. Intensywność miejskiej wyspy ciepła (UHI) przy różnych wartościach wskaźnika intensywności zabudowy (WIZ) i odsetku terenów biologicznie czynnych (TBC) w Warszawie
Źródło: opracowanie własne

2.2 Tereny zieleni a obciążenia cieplne organizmu

Tereny zieleni, podobnie jak zabudowane, są bardzo zróżnicowane. Cechują się odmienną wielkością, kształtem, sąsiedztwem, strukturą drzew i pozostałych roślin, innym doбором gatunków, różną proporcją obszarów trawiastych do zadrzewionych, istnieniem otwartych zbiorników wodnych lub ich brakiem, wiekiem i in. Wszystko to powoduje, że wewnątrz terenów zielonych zróżnicowany jest dopływ promieniowania, pole wiatru, temperatura i wilgotność powietrza. Wszystkie te elementy łącznie decydują o warunkach odczuwanych przez człowieka.

Niezależnie od scenariusza pogodowego centrum miasta i tereny przemysłowe charakteryzują się podwyższonymi wartościami wskaźnika obciążeń cieplnych organizmu (UTCI) przebywających tam osób (por. rysunek 13A). Po zestawieniu odchyleń wartości UTCI (dUTCI) obserwowanych w różnych typach zagospodarowania terenu od wartości notowanych poza miastem na stacji referencyjnej (Okęcie) stwierdzono, że zależnie od ogólnych warunków pogodowych dUTCI wahają się od -11,5 do 35,5°C. Największe, ujemne odchylenia stwierdzono dla obszarów wodnych i leśnych. Natomiast największe dodatnie odchylenia obserwowano dla terenów przemysłowych i centralnych dzielnic miasta. Odchylenia UTCI zależą od ogólnych warunków pogodowych. I tak np., w lasach dodatnie wartości dUTCI występowały w dniach pochmurnych z niską temperaturą powietrza, natomiast odchylenia ujemne stwierdzano w słonecznych dniach gorących z małą prędkością wiatru. W dniach z bardzo wysoką temperaturą powietrza (ok. 35°C) najbardziej obciążające termicznie są dzielnice przemysłowe i centrum miasta, gdzie wartości dUTCI osiągają 27-35°C (ryciny 13A i 19).



Rysunek 19. Odchylenia wskaźnika UTCI (dUTCI) w różnych typach zagospodarowania terenu od warunków pozamiejskich w dniach pogodnych przy różnej temperaturze powietrza (T_a)

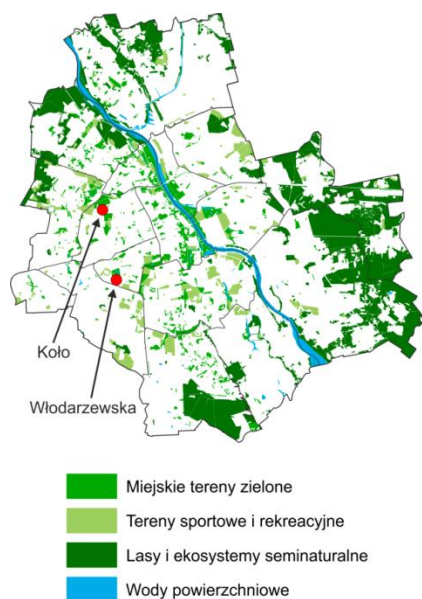
Źródło: Błażejczyk i in. (2014b)

Podsumowując tę część rozważań, trzeba podkreślić, że rola zieleni jako czynnika łagodzącego obciążenia cieplne jest szczególnie widoczna podczas pogody gorącej i wilgotnej ze słabym wiatrem. W obrębie parków obciążenia cieplne (UTCI) są 1,5-2,0°C mniejsze niż wśród gęstej zabudowy, a w lasach zmniejszenie obciążeń cieplnych sięga nawet 4-5°C. Także w obrębie zabudowy rozproszonej, gdzie występuje roślinność osiedlowa i przydomowa, obciążenia cieplne są mniejsze o 1,5-2,0°C niż w gęsto zabudowanym centrum miasta.

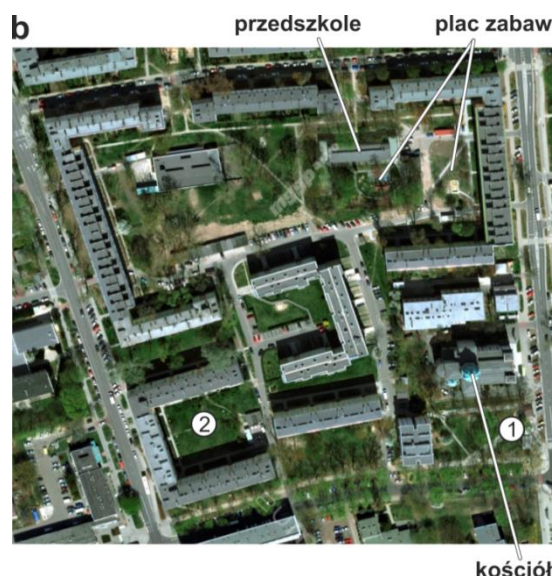
2.3. Rola zieleni osiedlowej w kształtowaniu klimatu miejscowego

Na osiedlach mieszkaniowych bliskość roślinności ma szczególne znaczenie: pochłania zanieczyszczenia powietrza, wycisza, polepsza estetykę otoczenia, wpływa pozytywnie na mieszkańców. Szczególne znaczenie ma zacienianie terenów rekreacyjnych. W gorące, letnie dni temperatura ławek i przyrządów do zabaw ekspozowanych na promieniowanie słoneczne może przewyższać 50°C, dlatego istotne jest sadzenie wysokich drzew także wokół miejsc wypoczynku i rekreacji (Rosner, 2014).

Jednym z przykładów badań oddziaływania zieleni na warunki odczuwalne są te prowadzone przez IGiPZ PAN w trzech osiedlach w Warszawie, o różnym udziale terenów biologicznie czynnych (TBC) i różnym wskaźniku intensywności zabudowy (WIZ) (rysunek 20).



Cecha	Osiedle	
	Włodarzewska	Koło
powierzchnia [m ²]	50 638	72 557
lata budowy	ok. 2000	1955-1970
TBC [%]	40,7	54,3
wskaźnik intensywności zabudowy	1,25	0,8
liczba zinwentaryzowanych gatunków	72	70
liczba zinwentaryzowanych egzemplarzy roślin	658	533



Rysunek 20. Położenie osiedli na tle terenów zieleni według *Urban Atlas, 2006*, charakterystyka i plan osiedli Włodarzewska (a) i Koło (b) z zaznaczonymi wybranymi stanowiskami pomiarów meteorologicznych
Źródło: Błażejczyk i in. (2014b)

Obydwa warszawskie osiedla są położone w podobnej odległości od centrum miasta (4,7 km). Różnią się natomiast wiekiem, udziałem roślinności i stopniem jej rozwoju. Młode osiedle Włodarzewska, położone na Ochocie, cechuje bardzo gęsta zabudowa o wysokości 4-5 kondygnacji, wyposażona w podziemne parkingi. Zamknięty teren osiedla przecinany jest licznymi drogami i parkingami, które pokryto kostką betonową. Tereny zieleni to niewielkie, rozproszone trawniki i klomby (częściowo zorganizowane na dachach podziemnych parkingów) oraz niewielkie drzewa. Udział terenów biologicznie czynnych wynosi 40,7%, natomiast wartość wskaźnika intensywności zabudowy – 1,25 (rysunek 20, 21).

Włodarzewska



Koło

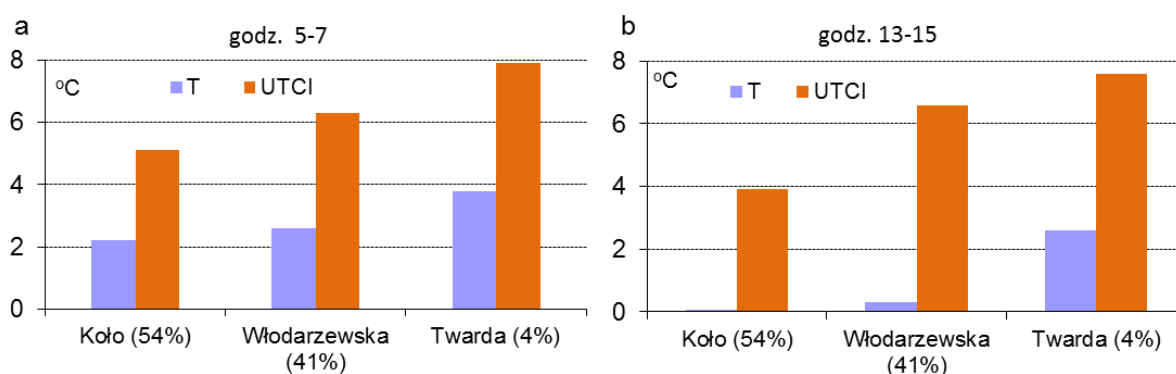


Rysunek 21. Przykłady zieleni urządzonej na osiedlu Włodarzewska i Koło; fot. M. Kuchcik

Osiedle Koło, położone na Woli, powstało w latach 60. XX wieku. Składa się z 4-5-kondygnacyjnych budynków z cegły. Obszerne, wolne przestrzenie między budynkami zajmują głównie tereny zieleni – trawniki z wysokimi, dojrzałymi drzewami liściastymi. Niewielki udział w powierzchni osiedla mają utwardzone parkingi. Tereny biologicznie czynne stanowią 54,3% powierzchni osiedla. Wskaźnik intensywności zabudowy osiąga wartość 0,8 (rysunek 20, 21).

Wyniki badań na osiedlach porównano z opisywaną już pozamiejską stacją w Ogrodzie Botanicznym (Powsin – 77% TBC) oraz z danymi ze ścisłego centrum Warszawy (ul. Twarda, siedziba IGiPZ PAN – 4% TBC). Wyniki są następujące:

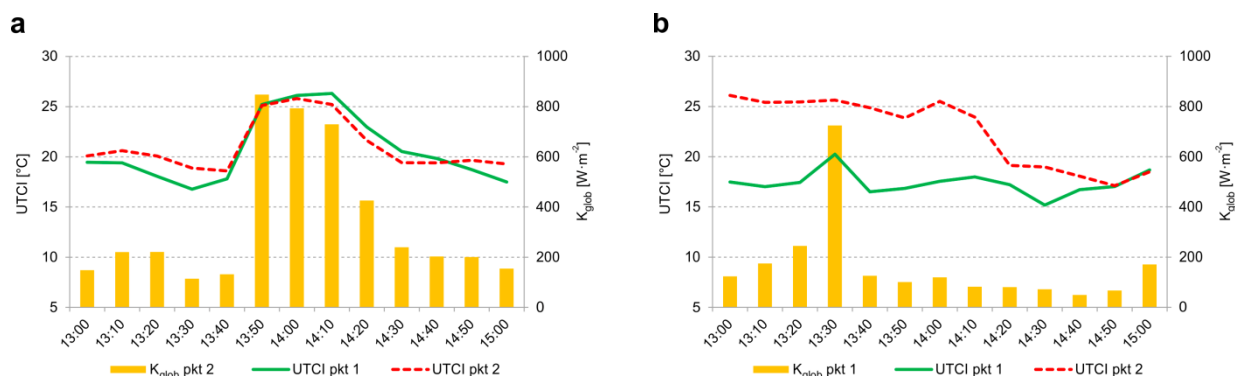
- wśród zabudowy temperatura powietrza jest 2-4°C wyższa niż na peryferiach (Powsin);
- różnice te są większe rano niż w południe, gdyż rano w obrębie zabudowy zaznacza się jeszcze nocna miejska wyspa ciepła, a wychłodzone nocą polany w Ogrodzie w Powsinie łatwo ulegają nagrzaniu w dzień i stają się tylko nieznacznie chłodniejsze niż miasto;
- nadwyżka temperatury powietrza wzrasta wraz ze wzrostem WIZ i zmniejszaniem się TBC;
- różnice te nasilają się, gdy rozpatrujemy obciążenia cieplne organizmu człowieka, uwzględniające poza temperaturą powietrza także promieniowanie słoneczne, prędkość wiatru i wilgotność powietrza i sięgają nawet 8°C (rysunek 22, 23).



Rysunek 22. Średnia różnica temperatury powietrza (T) i obciążeń cieplnych człowieka (UTCI) między obszarami badań i stacją w Powsinie w godzinach porannych (a) i południowych (b)

Źródło: Błażejczyk i in. (2014b)

Zacieniającą i ochładzającą rolę zieleni obrazuje rysunek 23. Na młodym osiedlu Włodarzewska, różnica wartości uniwersalnego wskaźnika obciążeń cieplnych – UTCI między miejscami pod drzewami (pkt 1, linia zielona) a nasłonecznymi sięgała zaledwie 2°C. Na osiedlu Koło, z licznymi wysokimi drzewami i dobrze rozwiniętą roślinnością, miejsce pod okapem drzew bywa nawet o blisko 9°C chłodniejsze od leżącego nieopodal, ale wyeksponowanego na działanie promieni słonecznych.



Rysunek 23. Uniwersalny wskaźnik obciążeń cieplnych (UTCI) i natężenie całkowitego promieniowania słonecznego 22 maja 2013 roku na osiedlu Włodarzewska (a) i 21 maja 2013 roku na osiedlu Koło (b)
Źródło: Kuchcik i in. (2016)

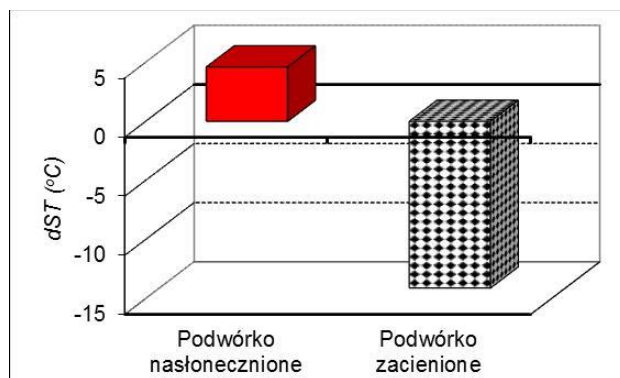
Podobnie na rolę zieleni w mieście można także spojrzeć od strony łagodzenia stresu ciepła mieszkańców przyjeżdżających na osiedla z centrum miasta.

- Na osiedlu Koło ze starą, dobrze rozwiniętą roślinnością temperatura jest wyraźnie niższa niż w centrum, w miejscach najchłodniejszych – nawet o blisko 9°C.
- Nowe osiedle Włodarzewska, ze słabo rozwiniętą roślinnością jest także chłodniejsze niż centrum. Jednak różnice temperatury sięgają maksymalnie około 3°C, a miejsca najcieplejsze mogą mieć w pewnych porach dnia temperaturę wyższą niż w centrum Warszawy (Błażejczyk i in. 2014b).

Tabela 3 Różnice temperatury w osiedlach

Osiedle	Pora dnia	Średnio	Najcieplejsze miejsce na osiedlu	Najchłodniejsze miejsce na osiedlu
Koło	rano	-1,7	-0,1	-4,3
	południe	-5,4	-2,8	-8,8
Włodarzewska	rano	-0,9	0,6	-2,3
	południe	-1,3	-0,2	-2,9

Opracowanie własne. W innych badaniach, prowadzonych w Bydgoszczy, mierzono temperaturę odczuwalną na dwóch podwórkach o podobnej wielkości (25x55 m), otoczonych budynkami o wysokości około 15 m. Jedno było pozbawione roślinności wysokiej, a na drugim rosła grupa drzew liściastych o wysokości 10-15 m. Temperatura odczuwalna na podwórku nasłonecznionym była w południe o 4-5°C wyższa niż na otwartej przestrzeni, natomiast na podwórku zacienionym niższa o 13-14°C (rysunek 24).



Rysunek 24. Odchylenia temperatury odczuwalnej (dST) na nasłonecznionym i zacienionym przez drzewa podwórku na osiedlu Kapuściska w Bydgoszczy od wartości obserwowanych w terenie otwartym
Źródło: Błażejczyk, Kunert (2006)

Podsumowanie

Zieleń nie tylko łagodzi temperaturę i obciążenia cieplne człowieka, ale także oczyszcza powietrze z zanieczyszczeń i tłumi hałas.

W parkach, lasach i ogrodach (działkowych i przydomowych) temperatura powietrza i obciążenia cieplne są wyraźnie niższe, a wilgotność powietrza wyższa w porównaniu z zabudowanym terenem otaczającym. Małe parki i skwery oraz pasy drzew wzdłuż ulic i przy domach poprawiają warunki klimatu odczuwalnego, łagodzą skutki zachodzących globalnie zmian klimatu, a jednocześnie są jednym ze sposobów adaptacji do tych zmian.

Istotne jest nie tylko utrzymanie istniejących obecnie terenów zielonych, ale zwiększenie ich powierzchni.

Literatura

- Adamczyk A.B., Błażejczyk K. (1998) *Cyfrowe mapy topoklimatyczne Warszawy*, „Acta Universitatis Lodziensis – Folia Geographica Physica”, nr 6, s. 507-515.
- Akbari H., Kurn D.M., Bretz S.E., Hanford J.W. (1997) *Peak power and cooling energy savings of shade trees*, „Energy and Buildings”, nr 25, s. 139-148.
- Bielory L., Lyons K., Goldberg R. (2012) *Climate change and allergic disease*, „Current Allergy and Asthma Reports”, nr 12(6), s. 485-494.
- Błażejczyk K. (2002) *Znaczenie czynników cyrkulacyjnych i lokalnych w kształtowaniu klimatu i bioklimatu aglomeracji warszawskiej*, „Dokumentacja Geograficzna”, nr 26, IGiPZ PAN, Warszawa.
- Błażejczyk K., Błażejczyk A. (1999) *Influence of urbanisation level on the heat load in man in Warsaw*, Dear R.J. de, Potter J.C. (red.), Proc. 15th International Congress of Biometeorology & Int. Conf. On Urban Climatology, Sydney, Australia 8-12 Nov. 1999, Macquarie University, Sydney, Australia.
- Błażejczyk K., Bröde P., Fiala D., Havenith G., Holmér I., Jendritzky G., Kampmann B. (2010) *UTCI – Nowy wskaźnik oceny obciążeń cieplnych człowieka*, „Przegląd Geograficzny”, nr 82(1), s. 49-71.
- Błażejczyk K., Kuchcik M., Błażejczyk A., Milewski P., Szmyd J. (2014a) *Assessment of urban thermal stress by UTCI – experimental and modelling studies: an example from Poland*, „Erde”, nr 145(1-2), s. 16-33.
- Błażejczyk K., Kuchcik M., Czarnecka K., Halaś A. (2019) *Charakterystyka i prognoza ewolucji miejskiej wyspy ciepła w Warszawie dla scenariuszy klimatycznych w ujęciu przestrzennym*, raport na zlecenie Miasta Stołecznego Warszawa, Warszawa.
- Błażejczyk K., Kuchcik M., Milewski P., Dudek W., Kręcisz B., Błażejczyk A., Szmyd J., Degórska B., Pałczyński C. (2014b) *Miejska wyspa ciepła w Warszawie: uwarunkowania klimatyczne i urbanistyczne*, Wydawnictwo Akademickie Sedno, Warszawa.
- Błażejczyk K., Kunert A. (2006) *Differentiation of bioclimatic conditions of urban areas (the case of Poland)*, 6th International Conference on Urban Climate, June 12-16 2006, Göteborg, Sweden, Preprints, s. 213-216.
- Bokwa A. (2010) *Wieloletnie zmiany struktury mezo klimatu miasta na przykładzie Krakowa*, Instytut Geografii i Gospodarki Przestrzennej Uniwersytetu Jagiellońskiego, Kraków.
- Brown R.D., Gillespie T.J. (1995) *Microclimatic landscape design: Creating thermal comfort and energy efficiency*, Wiley, New York.
- Bröde P., Fiala D., Błażejczyk K., Holmér I., Jendritzky G., Kampmann B., Tinz B., Havenith G. (2012) *Deriving the operational procedure for the Universal Thermal Climate Index (UTCI)*, „International Journal of Biometeorology”, nr 56(3), s. 481-494.
- Erell E., Pearlmutter D., Williamson T. (2011) *Urban Microclimate: Designing the Spaces Between Buildings*, Routledge, London.
- Fortini J. (1985) *Wpływ rzeźby terenu i zabudowy mieszkaniowej na ukształtowanie się warunków klimatu lokalnego*, Instytut Kształtowania Środowiska, Warszawa.
- Fortuniak K. (2003) *Miejska wyspa ciepła. Podstawy energetyczne, studia eksperymentalne, modele numeryczne i statystyczne*, Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź.
- Gawuś L., Jefimow M., Szymankiewicz K., Kuchcik M., Sattari A., Strużewska J., *Statistical modeling of Urban Heat Island Intensity in Warsaw, Poland Using Simultaneous Air and Surface Temperature Observations*, „IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing”, nr 13, s. 2716-2728.
- Hanson R.L., Paulson R.W., Chase E.B., Roberts R.S., Moody D.W. (red.), *Evapotranspiration and droughts*, National Water Summary 1988-89 Hydrologic Events and Floods and Droughts: U.S. Geological Survey Water-Supply Paper, nr 2375, s. 99-104.

- Kopacz-Lembowicz M., Kossowska-Cezak U., Martyn D., Olszewski K. (1984) *Wpływ zieleni miejskiej na klimat lokalny*, [w:] Szczepanowska H. (red.), *Wpływ zieleni na kształtowanie środowiska miejskiego*, Instytut Kształtowania Środowiska, PWN, Warszawa, s. 61-78.
- Kossowska-Cezak U. (1978) *Wpływ dużego kompleksu zieleni miejskiego na warunki termiczno-wilgotnościowe (na przykładzie warszawskiego Ogrodu Zoologicznego)*, „Prace i Studia Instytutu Geograficznego Uniwersytetu Warszawskiego”, nr 26, s. 11-36.
- Kossowska U. (1973) *Przebieg roczny powietrza w Warszawie w różnych okresach obserwacyjnych*, „Prace i Studia Instytutu Geograficznego Uniwersytetu Warszawskiego”, nr 12, s. 87-96.
- Kossowska-Cezak U. (1998) *Wpływ rozwoju terytorialnego Warszawy na warunki termiczne*, [w:] Kłysik K. (red.), *Klimat i bioklimat miast*, „Acta Universitatis Lodzianensis, Folia Geographica Physica”, nr 3, s. 51-57.
- Kozłowska-Szczęsna T., Błażejczyk K., Krawczyk B. (1996) *Atlas Warszawy z. 4. Środowisko fizycznogeograficzne -niektóre zagadnienia*, PAN IGiPZ.
- Kozłowski S. (1986) *Granice przystosowania*, Wiedza Powszechna, Warszawa.
- Kuchcik M. (2015) *Klimat osiedli mieszkaniowych i możliwości jego kształtowania*, [w:] Szulczewska B. (red.), *Osiedla mieszkaniowe w strukturze przyrodniczej miasta*, Wydawnictwo SGGW, Warszawa, s. 64-79.
- Kuchcik M. (2017) *Zmiany warunków termicznych w Polsce na przełomie XX i XXI wieku i ich wpływ na umiERALNOŚĆ*, „Prace Geograficzne” nr 263, IGiPZ PAN.
- Kuchcik M., Błażejczyk K., Milewski P., Dudek W. (2016) *Odczucie cieplne a potencjał alergenny*, „Przegląd Komunalny”, nr 8, s. 45-49.
- Kuchcik M., Błażejczyk K., Milewski P., Szmyd J. (2014) *Urban climate research in Warsaw: the results of microclimatic network measurements*, „Geographia Polonica”, nr 87(4), s. 491-504.
- Kuchcik M., Milewski P. (2016) *Miejska wyspa ciepła w Warszawie – próba oceny z wykorzystaniem Local Climate Zones*, „Acta Geographica Lodzianensis”, nr 104, s. 21-33.
- Lewińska J. (2000) *Klimat miasta, zasoby, zagrożenia, kształtowanie*, Instytut Gospodarki Przestrzennej i Komunalnej, Oddział w Krakowie, Kraków.
- Lewińska J., Zgud K., Baścik J., Wiatrak W. (1990) *Klimat obszarów zurbanizowanych*, Instytut Gospodarki Przestrzennej i Komunalnej, Warszawa.
- Makhelouf A. (2009) *The effect of green spaces on urban climate and pollution*, „Iranian Journal of Environmental Health Science and Engineering”, nr 6(1), s. 35-40.
- Musco F. (red.) (2016) *Counteracting Urban Heat Island effects in a global climate change scenario*, Springer International Publishing, Cham.
- Oke T.R. (1973) *City size and the urban heat island*, „Atmospheric Environment”, nr 7(8), s. 769-779.
- Oke T.R. (1987) *Boundary Layer Climates*, 2 wydanie, Routledge, London.
- Robbins P., Polderman A., Birkenholtz T. (2001) *Lawns and toxins – an ecology of the city*, „Cities”, nr 18, s. 369-380.
- Rosner L. (2014) *Shade trees, cool summer*, „Biotope City Journal”; <http://www.biotope-city.net/article/shade-trees-cool-summer> [dostęp: 22.06.2016].
- Skorupski W. (1984) *Wyniki badań nad składem powietrza atmosferycznego na terenach zieleni i ulicach miejskich w Warszawie*, W: Szczepanowska H.B. (red.), *Wpływ zieleni na kształtowanie środowiska miejskiego*, Instytut Kształtowania Środowiska, PWN, Warszawa, s. 95-108.
- Soltania A., Sharifi E. (2017) *Daily variation of urban heat island effect and its correlations to urban greenery: A case study of Adelaide*, „Frontiers of Architectural Research”, nr 6, s. 529-538.
- Stewart I.D. (2011) *A systematic review and scientific critique of methodology in modern urban heat island literature*, „International Journal of Climatology”, nr 31(2), s. 200-217.

Streiling S., Matzarakis A. (2003) *Influence of single and small clusters of trees on the bioclimate of a city: a case study*, „Journal of Arboriculture”, nr 29(6), s. 309-316.

Szulczewska B., Giedych R., Borowski J., Kuchcik M., Sikorski P., Mazurkiewicz A., Stańczyk T. (2014) *How much green is needed for a vital neighbourhood? In search for empirical evidence*, „Land Use Policy”, nr 38, s. 330-345.

Voogt J.A., Oke T.R. (2003) *Thermal remote sensing of urban climates*, „Remote Sensing of Environment”, nr 86, s. 370-384.

Wawer J. (1997) *Miejska wyspa ciepła w Warszawie* [w:] Stopa-Boryczka M. (red.), *Nowe metody badań klimatu Polski*, „Prace i Studia Geograficzne”, nr 20, s. 145-197.

Ziska L.H., Beggs P.J. (2011) *Anthropogenic climate change and allergen exposure: The role of plant biology*, „Journal of Allergy and Clinical Immunology”, nr 129(1), s. 27-32.

III. ZNACZENIE ZIELENI W POPRAWIE WARUNKÓW HYDROLOGICZNYCH W MIEŚCIE

Mateusz Grygoruk
Barbara Szulczewska

1. Wstęp

Szacuje się, że do 2050 roku liczba mieszkańców miast przekroczy 3 mld (McDonald i in., 2011). Ten dynamiczny rozwój przestrzeni zurbanizowanej już spowodował i nadal powoduje drastyczne zmiany w jej warunkach przyrodniczych, w tym hydrologicznych. Warunki te są odzwierciedleniem oraz konsekwencją kształtowania przestrzeni miejskiej (McGrane, 2016; Griffiths, Singh, 2019). W miejsce zróżnicowanych warunków infiltracji, odpływu powierzchniowego i podziemnego warunkujących relatywnie powolny obieg wody w krajobrazie, pojawiły się uniezależnione od siebie i wzajemnie izolowane drogi przepływu wody (Fletcher, Andrieu, Hamel, 2013). Obieg wody w miastach został przyspieszony, co wobec niestabilności zasilania spowodowanej zmianami klimatu i odcięciem infiltracji powoduje pojawianie się krytycznych nadmiarów wody w okresach intensywnych opadów oraz następujące po opadach długotrwałe okresy suszy powodujące niżówki, a także wysychanie miejskich rzek i strumieni (Hood, Clausen, Warner, 2007; Jacobson, 2011; Scalenghe, Marsan, 2009).

Na samym początku szybkiej intensyfikacji rozwoju miast dostrzegano negatywne skutki hydrologicznego „rozchwiania” obszarów miejskich i zwiększającego się ryzyka powodzi i suszy (Packman, 1979). Współcześnie coraz częściej diagnozuje się problemy wód w miastach jako skumulowany efekt czynników przestrzennych (np. uszczelnienie zlewni), klimatycznych (np. zwiększenie udziału opadów zimowych w rocznej sumie opadu), infrastrukturalnych (np. zabudowa terenów zalewowych), technologicznych (nieszczelność systemów kanalizacyjnych, odprowadzanie zanieczyszczeń z dróg bezpośrednio do wód) oraz społecznych (presja na zagęszczanie zabudowy i osuszanie terenów pod kolejne inwestycje; Blocken, Derome, Carmeliet, 2013; Bornstein, Lin, 2000; McGrane, 2016; Reynolds, Barrett, 2003). Oprócz usprawnień planistycznych i oczekiwanego zwiększenia świadomości przyrodniczej wśród interesariuszy, które mogą ograniczać negatywne konsekwencje wymienionych procesów środowiskowych poprzez podejmowanie właściwych decyzji o kształtowaniu bezpiecznej i odpornej na wymuszenia fizyczne infrastruktury miejskiej, wprowadzanie do przestrzeni miast elementów „zielonych” (Davis, 2008; Fujita, 1997; Gregoire, Clausen, 2011; Griffiths, Singh, 2019). Rozwiązania takie, choć obarczone swoistą niepewnością funkcjonowania, zastosowane w na większych powierzchniach miast, są bowiem tańsze w utrzymaniu i lepsze funkcjonalnie niż celowane działania techniczne odwołujące się zwykle do pojedynczych procesów środowiskowych.

W niniejszym rozdziale chcemy zwrócić uwagę na znaczenie terenów pokrytych roślinnością, w tym terenów zieleni, dla poprawy warunków hydrologicznych w miastach, a jednocześnie obniżenia kosztów związanych z eksploatacją sieci kanalizacji deszczowych i ogólnospławnych. Dokonujemy tu również subiektywnego przeglądu działań, polegających na wprowadzaniu w przestrzeń miejską elementów „zielonej infrastruktury”³, rozumianych jako funkcjonujących przyrodniczo układów roślinno-glebowo-wodnych. Dokonujemy również oceny ich oddziaływania na warunki wodne przestrzeni miejskiej, wskazujemy konieczność zwiększenia powierzchni obszarów pokrytych roślinnością w miastach i wskazujemy na

³ Czasami używa się w takich przypadkach określenia: „rozwiązania oparte na naturze”, czyli Nature Based Solutions.

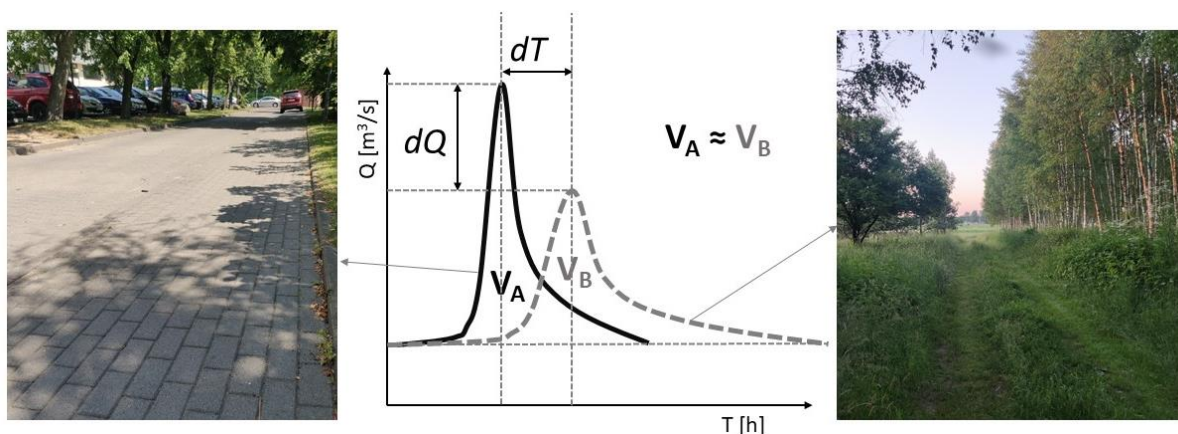
konieczność zintensyfikowania komunikacji korzyści, jakie społeczności miejskie czerpią ze stabilnie funkcjonujących, „zielonych” układów przyrodniczych zwiększających jakość życia w mieście.

2. Wspomaganie gospodarowania wodami opadowymi⁴

Wspomaganie gospodarowania wodami opadowymi jest obecnie jedną z najmocniej akcentowanych korzyści związanych z wykorzystaniem zastosowaniem zielonej infrastruktury, w tym terenów zieleni. Foster i in. (2011) przytaczają spektakularne dane na temat korzyści finansowych, uzyskiwanych dzięki zastosowaniu różnych elementów zielonej infrastruktury, w tym różnych form roślinności do regulowania przepływu i /lub zatrzymywania wody opadowej „na miejscu”.

Skalkulowano, że „zielone” ulice, beczki na deszczówkę czy sadzenie drzew są rozwiązaniami od 3 do 6 razy efektywniejszymi (na zainwestowanych 1000 dolarów) niż zastosowanie metod konwencjonalnych w gospodarowaniu wodami opadowymi.

Projekt „Zielone ulice” realizowany w Portland, polegający na tworzeniu warunków do infiltracji i zatrzymywania wody, skutkuje zatrzymaniem 43 milionów galonów (tj. około 160 mln litrów) wody opadowej na rok i ma potencjał do zagospodarowania rocznie 40% wody opadowej w mieście, to jest około 30 mld litrów.



Rysunek 1. Schematyczne porównanie hydrogramów odpływu z uszczelnionej (VA) i przepuszczalnej (VB) zlewni w krajobrazie miejskim. Q – natężenie przepływu, T – czas, V – objętość odpływu, dT – różnica w czasie pojawienia się kumulacji fali wezbraniowej, dQ – różnica wartości przepływu kulminacyjnego fali wezbraniowej

Źródło: Opracowanie własne.

Opóźnienie spływu wód opadowych lub zatrzymanie ich „na miejscu” przyczynia się do zmniejszenia fali powodziowej w rzekach, stanowiących odbiorniki kanalizacji deszczowej i zmniejszenia lokalnych podtopień (Armson i in., 2013). Jest to w największym stopniu spowodowane uszczelnieniem zlewni i ograniczeniem infiltracji. W dłuższym horyzoncie czasowym ilość wody, która spadła na dany obszar, musi z niego odpłynąć lub zeń wyparować. Objętość fal wezbraniowych powodowana jednostkowym impulsem opadowym jest zatem taka sama w warunkach uszczelnionej powierzchni miasta i powierzchni dobrze przepuszczalnej. Co różni te fale wezbraniowe, to ich czas propagacji, wartość natężenia przepływu w momencie kulminacyjnym i czas trwania całej fali (rysunek 1).

Fale wezbraniowe pojawiające się z dużą dynamiką w ciekach uregulowanych (a taka jest większość cieków w krajobrazach miejskich) są wynikiem zmniejszenia maksymalnej retencji zlewni, rozumianej jako

⁴ W części wykorzystano tu informacje z książki B Szulczewskiej (2018) *Zielona infrastruktura – czy koniec historii?*, Studia Komitetu Przestrzennego Zagospodarowania Kraju PAN, tom CLXXXIX, Warszawa.

przestrzeń możliwa do wypełnienia wodą w krajobrazie danego układu hydrologicznego. Składa się na nią retencja szaty roślinnej (tzw. intercepcja), retencja powierzchniowa (np. zagłębienia bezodpływowe), retencja glebowa i retencja podziemna (Gutry-Korycka, Nowicka, Soczyńska, 2003). Wszystkie elementy składające się na całkowitą retencję zlewni są przez rozwój miasta ograniczane, a dyskusja o retencji w mieście zwykle dotyczy budowy nowych lub odbudowy starych, relatywnie niewielkich zbiorników retencyjnych z całkowitym pominięciem roli zielonej infrastruktury. Jej rola w poprawie funkcjonowania obiegu wody w krajobrazie miejskim, prócz oczywistych względów estetycznych i biocenotycznych, pozwala na zwiększenie retencji.

Analiza pokrycia terenu fragmentu miasta (rysunek 2), dostarczająca danych o pokryciu terenu i jego charakterystyce hydrologicznej wyrażonej współczynnikiem spływu (ψ) informującym o stosunku odpływu z danej powierzchni do całkowitego opadu deszczu na tę powierzchnię, pozwala na symulację wpływu zmian pokrycia terenu na odpływ. Zastosowanie w obliczeniach wzoru podanego przez Edela (2006), szeroko stosowanego w obliczaniu odwodnień z obszarów drogowych, mającego postać (Wz. 1.):

$$Q = \psi \cdot \phi \cdot q \cdot F \quad (\text{Wz. 1.}),$$

gdzie

Q – natężenie spływu [dm^3/s],

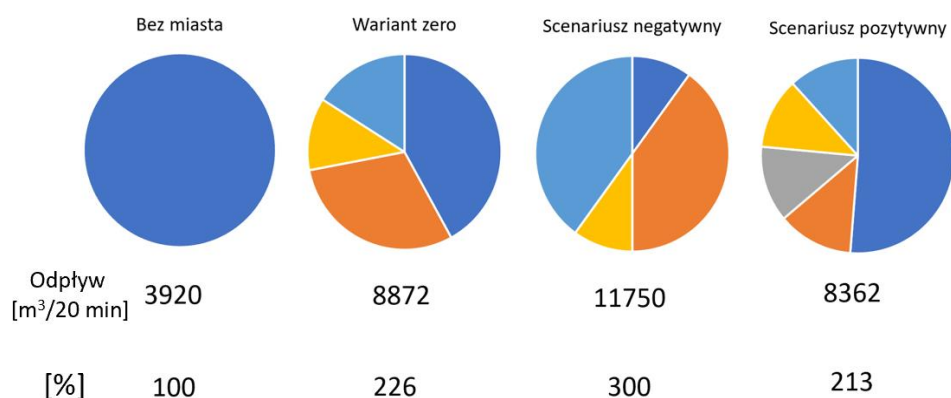
ϕ – współczynnik opóźnienia odpływu (mniejszy od 1),

ψ – współczynnik spływu (mniejszy od 1),

q – natężenie deszczu na jednostkę powierzchni (jednostkowe) [$\text{dm}^3/(\text{ha} \cdot \text{s})$],

F – powierzchnia zlewni [ha],

pozwała na oszacowanie ilości wody, jaka odpłynie z jednostki powierzchni po wystąpieniu opadu nawałnego o określonym natężeniu. Przyjmując założenie, że na 1 ha powierzchni pewnego miasta (rysunek 2) spada 20 mm deszczu w czasie 20 minut oraz przyjęte w tabeli 1 wartości współczynnika spływu (ψ) obliczono objętości wody, jakie muszą zostać odprowadzone z tej powierzchni w różnych scenariuszach pokrycia terenu.



Rysunek 2. Symulacja objętości odpływu z miasta w różnych scenariuszach pokrycia terenu
Źródło: Opracowanie własne.

Tabela 1. Wartości współczynnika spływu przyjęte w analizie objętości odpływu w hipotetycznych wariantach zmian pokrycia terenu przestrzeni miejskiej

Typ pokrycia terenu	Ψ (-)	Powierzchnia – wariant 0 – warunki współczesne (m²)	Powierzchnia - zmiany negatywne (m²)	Powierzchnia - zmiany pozytywne (m²)	Średnia ważona wartość Ψ – wariant 0	Średnia ważona wartość Ψ po zmianach negatywnych	Średnia ważona wartość Ψ po zmianach pozytywnych
Tereny zieleni o dobrej infiltracji	0,2	4200	1000	6100	0,453	0,6	0,427
Ulice i chodniki itp. - szczelne	0,75-0,9	3000	4000	1500			
Ulice i chodniki chłonne	0,35-0,45	0	0	1500			
Zabudowa rozproszona	0,4	1200	1000	1400			
Zabudowa zwarta	0,6	1600	4000	1400			

Źródło: Opracowanie własne.

W porównaniu z pierwotnymi warunkami hydrologicznymi przestrzeni, w której rozwinęło się miasto, odpływ wywołany opadem nawałnym jest ponad dwukrotnie wyższy (rysunek 2). Dalsza zmiana pokrycia terenu w kierunku uszczelniania powierzchni przestrzeni miejskiej pociąga za sobą znaczący wzrost wartości współczynnika spływu (tabela 1), co przekłada się na wzrost objętości krótkotrwałego odpływu powierzchniowego do niemal 300% wartości sprzed urbanizacji. Zwiększenie powierzchni terenów „zielonych” poprawia infiltrację i ogranicza problem powodzi błyskawicznych. Jakkolwiek, jedynie powszechne wdrożenie rozwiązań zwiększających retencję zlewni może spowodować znaczące ograniczenie ryzyka powodziowego w przestrzeni miejskiej.

Jedną ze skutecznych metod ograniczania odpływu jest zbieranie wody deszczowej (*rainwater harvesting*; Sepehri i in., 2018). Do zagospodarowania wody opadowej wykorzystywane są rozmaite rozwiązania techniczne, których funkcjonowanie wspomaga odpowiednio zaprojektowana i utrzymywana roślinność. W literaturze polskiej bardzo dobry, ilustrowany rysunkami i zdjęciami, przegląd rozwiązań służących gospodarowaniu wodą zawiera wydana przez Fundację Sendzimira publikacja *Jak bezpiecznie zatrzymać wodę opadową w mieście? Narzędzia techniczne* (Wagner, Krauze, 2014). Omówione tam zostały następujące rodzaje rozwiązań:

- przepuszczalne chodniki – obecnie można je wykonać z materiałów umożliwiające infiltrację wody; asfalt;
- kraty trawnikowe – kratownice betonowe lub wykonanych z tworzywa sztucznego, które umożliwiają infiltrację wody, a dodatkowo wzrost trawy w wolnych przestrzeniach;
- zielone dachy – znane są ich formy ekstensywne, złożone roślin o najniższych wymaganiach vegetacyjnych, na ogół niedostępne, oraz intensywne, wymagające kosztowniejszych rozwiązań technicznych, ale za to umożliwiające vegetację krzewów, a nawet drzew, zwykle projektowane jako przestrzenie rekreacyjne;
- zielone ściany – termin ten obejmuje zarówno ściany pokryte pnączami, jak i tzw. ogrody wertykalne, w których wykorzystuje się rozmaite technologie (panele, podłoże, systemy nawadniania) umożliwiające vegetację roślin na ścianach budynków, a także w ich wnętrzach;
- trawiaste pasy buforowe – lekko nachylone i porośnięte trawą powierzchnie, stymulujące powolny, poziomy i boczny spływ wód opadowych z przyległych terenów;
- niecki chłonne – porośnięte roślinnością obniżenia terenu, o wysokim wskaźniku przenikania wody do gleby i małej prędkości przepływu ($<0,15$ m/s);
- zbiorniki chłonne – podobne do niecek lecz większe, głębsze i stosowane do odwadniania większych powierzchni (powyżej 1 ha);
- studnie chłonne – pojemniki umieszczane pod powierzchnią gruntu, zatrzymujące wodę na szczelnie zabudowanych terenach;
- rowy chłonne (tzw. rigola) i rowy trawiaste – liniowe urządzenie infiltracyjne zwykle budowane wzdłuż dróg;
- zadrzewione muldy i rigole – rozwiązania integrujące retencję podziemną z wysoką zielenią (np. przyuliczną);
- suche zbiorniki – zagłębienia w terenie, które wypełniają się wodą tylko w okresie gwałtownych opadów; woda jest w nich retencjonowana do momentu, kiedy minie zagrożenie powodziowe, a następnie odprowadzana do odbiornika; szczególnym przykładem tych zbiorników są tzw. „place wodne”⁵;

⁵ Na przykład, plac wodny Benthemplein w Rotterdamie. Jest tak zaprojektowany, że w czasie pogody suchej funkcjonuje jako atrakcyjna przestrzeń publiczna, a w czasie opadu może pomieścić prawie 2 mln litrów wody. Od czasu zbudowania w 2013 roku, jego maksymalna pojemność nie była jeszcze wykorzystana.

- suche zbiorniki ze stałym przepływem, często lokalizowane na ciekach;
- zbiorniki retencyjne – rozwiązania stosowane bezpośrednio w korytach rzecznych lub ich sąsiedztwie, przetrzymują wodę, która została już doprowadzona do rzeki w wyniku bezpośredniego spływu powierzchniowego oraz przez systemy kanalizacji deszczowej lub ogólnospławnej.

Trzeba zaznaczyć, że rozwiązania te bywają określane mianem zielonej infrastruktury, ale mieszczą się one także w powszechnie rekomendowanych działaniach, określanych angielskimi terminami: Sustainable Urban Drainage System (SUDS), Water Sensitive Urban Design (WSUD) – projektowanie urbanistyczne zorientowane na wodę lub Low-impact Development (LID) (Kozłowska, 2008; Wagner, Krauze, 2014; Januchta-Szostak, 2014).

Wymienione wyżej rozwiązania dotyczą skali lokalnej, a często nawet skali „miejsca”. Zielona infrastruktura ma jednak istotne znaczenie również dla kształtowania warunków wodnych w skali regionu, kraju, a nawet całego kontynentu. W tych skalach za najważniejsze elementy zielonej infrastruktury, wspomagające cykl hydrologiczny, należy uznać ciek i zbiorniki wodne (naturalne i sztuczne), obszary leśne, bagienne i podmokłe, a także tereny stanowiące obszary zasilania wód podziemnych (możliwie największy udział roślinności w ich pokryciu ma znaczenie dla ilości i jakości wody infiltrującej do głębszych warstw).

Wielkopowierzchniowe elementy zielonej infrastruktury mają istotne znaczenie dla przeciwdziałania skutkom powodzi. Chodzi tu zwłaszcza o „dawanie miejsca rzekom”, do czego zachęca 14 paragraf tzw. Dyrektywy Powodziowej (Dyrektywa, 2007). Koncepcje zagospodarowania „miejsca dla rzeki”, w nawiązaniu do idei zielonej infrastruktury, przedstawia Januchta-Szostak (2013, 2014), rekomendując tworzenie stref lub parków buforowych. Znaczenie tego rodzaju rozwiązań w kategoriach finansowych oszacowali Watson i in. (2016), ustalając, że utrzymanie naturalnych terenów zalewowych i obszarów bagiennych w Middlebury w Wirginii (Stany Zjednoczone) zmniejszyłoby koszty związane z likwidacją szkód powodziowych nawet o 95% w przypadku burzy tropikalnej „Irene” oraz do 78% w przypadku innych dziewięciu powodzi, które wystąpiły w regionie.

3. Poprawa jakości wód⁶

Rola terenów zieleni w poprawie jakości wód wynika przede wszystkim z procesu pobierania przez rośliny wraz z wodą pewnych substancji odżywczych (związków azotu, fosforu i potasu) oraz wykorzystywaniu ich do budowania materii organicznej. Mechanizm ten pozwala na fitoremediację rozumianą jako „filtrowanie” wód, co przeciwdziała przenikaniu zanieczyszczeń do wód powierzchniowych i podziemnych, a przez to wpływa na poprawę jakości wód. Mechanizm ten jest wykorzystywany najskuteczniej poprzez rozwój bagiennych stref buforowych, których zdolność usuwania zanieczyszczeń z dopływających do nich wód jest bardzo wysoka, sięgająca w przypadku azotu średnio 523 kg z hektara na rok, a w przypadku fosforu – około 20 kg z hektara na rok (Walton i in., 2020). Daje to odpowiednio średnio 43% i 21% redukcję dopływających do nich zanieczyszczeń ze źródeł obszarowych lub dostarczanych do nich w wyniku dopływu wraz z ciekami z górnych jego partii. Co ciekawe, wykazano, że koszt budowy takich stref w warunkach polskich w krajobrazie rolniczym jest niższy niż wyliczone monetarnie korzyści z ich funkcjonowania jako filtrów krajobrazu (Jabłońska i in., 2020). Pozytywne oddziaływanie takich stref jest dużo szersze niż przestrzeń, w której zostały utworzone. Są one bowiem jedyną metodą oczyszczania wód z zanieczyszczeń dopływających do nich ze źródeł rozproszonych. W każdym przypadku, poprawa jakości wód w ciekach krajobrazu miejskiego z wykorzystaniem zieleni i bagiennych stref buforowych łączy się ze zwiększaniem retencji, a więc spowalnianiem obiegu wody.

⁶ W części wykorzystano tu informacje z książki Szulczewska B. (2018) *Zielona infrastruktura – czy koniec historii?*, Studia Komitetu Przestrzennego Zagospodarowania Kraju PAN, tom CLXXXIX, Warszawa.

W skali ponadlokalnej, a nawet regionalnej można w tym kontekście rozpatrywać korzyści, jakich dla ograniczenia przedostawania się zanieczyszczeń do wód powierzchniowych i podziemnych dostarczają powierzchnie pokryte roślinnością trwałą, zwłaszcza leśne, a także biologiczna obudowa cieków i zbiorników wodnych. W skali lokalnej, szczególnie na terenach zabudowanych lub związanych z infrastrukturą techniczną, zwłaszcza transportową, coraz częściej dostrzegane są korzyści, wynikające z zastosowania oczyszczalni hydrofitowych (Wagner, Krauze, 2014), a także *constructed wetlands* (UN-HABITAT, 2008), w Polsce nazywanych również oczyszczalniami gruntowo-roślinnymi (Jóźwiakowski, 2012).

Wiele rozwiązań z zakresu zastosowania zieleni w utrzymaniu wód powierzchniowych w miastach można zaczerpnąć z katalogów prac renaturyzacyjnych (m.in. Pawlaczyk i in., 2020).

Podsumowanie

Z dokonanego wyżej przeglądu jasno wynika, że w miastach potrzebne są świadome, skoordynowane działania na rzecz poprawy warunków hydrologicznych, a przede wszystkim, działania ukierunkowane na procesy spowolnienia krążenia wody w krajobrazie miejskim. Tereny zieleni oraz „rozwiązania oparte na naturze” odgrywają w nich bardzo ważną rolę. Trzeba także podkreślić, że prócz korzyści związanych ze spowolnieniem odpływu oraz obniżeniem kosztów rozbudowy i eksploatacji systemów kanalizacyjnych, rozwiązania te pozwalają na poprawę stanu ekologicznego rzek, co leży u podstaw synergii rozwiązań urbanistycznych i wodno-gospodarczych. Tego rodzaju rozwiązania są obecnie bardzo doceniane. Między innymi, stanowią mocny argument przy zdobywaniu środków, w tym unijnych na ich wdrożenie.

Literatura

- Armson D., Stringer P., Ennos R. (2013) *The Effect of Street Trees and Amenity Grass on Urban Surface Water Runoff in Manchester, UK*, „Urban Forestry & Urban Greening”, nr 11(3), s. 245-255.
- Blocken B., Derome D., Carmeliet J. (2013) *Rainwater runoff from building facades: a review*, „Building and Environment”, nr 60, s. 339-361.
- Bornstein R., Lin Q. (2000) *Urban heat islands and summertime convective thunderstorms in Atlanta: three case studies*, „Atmospheric Environment”, nr 34, s. 507-516.
- Davis A.P. (2008) *Field performance of bioretention: hydrology impacts*, „Journal of Hydrologic Engineering”, nr 13, s. 90-95.
- Dyrektywa 2007/60/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z 23 października 2007 r. w sprawie oceny ryzyka powodziowego i zarządzania nim; http://www.kzgw.gov.pl/files/dyrektywa-powodziowa/tekst_Dyrektywy_Powodziowej_PL.pdf [dostęp 22.11.2020].
- Edel R. (2006) *Odwodnienie dróg*, Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Warszawa.
- Fletcher T.D., Andrieu H., Hamel P. (2013) *Understanding, management and modelling of urban hydrology and its consequences for receiving waters: a state of the art*, „Advances in Water Resources”, nr 51, s. 261-279.
- Foster J., Lowe A., Winkelmann S. (2011) *The Value of Green Infrastructure for Urban Climate Adaptation*, The Center for Clean Air Policy; <http://ccap.org/resource/the-value-of-green-infrastructure-for-urban-climate-adaptation> [dostęp 24.06.2017].
- Fujita S. (1997) *Measures to promote stormwater infiltration*, „Water Science and Technology”, nr 36, s. 289-293.
- Gregoire B.G., Clausen J.C. (2011) *Effect of a modular extensive green roof on stormwater runoff and water quality*, „Ecological Engineering”, nr 37, s. 963-969.

- Griffiths J.A., Singh S.K. (2019) *Urban Hydrology in a Changing World*, [w:] Singh S., Dhanya C. (red.), *Hydrology in a Changing World*, Springer Water, Springer, Cham.
- Gutry-Korycka M., Nowicka B., Soczyńska U. (2003) *Rola retencji zlewni w kształtowaniu wzebrań opadowych*, Wydawnictwa Uniwersytetu Warszawskiego, Warszawa.
- Hood M.J., Clausen J.C., Warner G.S. (2007) *Comparison of stormwater lag times for low impact and traditional residential development*, „Journal of the American Water Resources Association”, nr 43, s. 1036-1046.
- Jabłońska E., Wiśniewska M., Marcinkowski P., Grygoruk M., Walton C.R., Zak D., Hoffmann C.C., Larsen S.E., Trepel M., Kotowski W. (2020) *Catchment-scale analysis reveals high cost-effectiveness of wetland buffer zones as a remedy to non-point nutrient pollution in NE Poland*, „Water”, nr 2(3), s. 629.
- Jacobson C.R. (2011) *Identification and quantification of the hydrological impacts of imperviousness in urban catchments: a review*, „Journal of Environmental Management”, nr 92, s. 1438-1448.
- Januchta-Szostak A. (2013) *Multifunctional Riverside Buffer Parks – the Research on Nature-urban Revitalisation of River Valleys*, „Journal of Sustainable Architecture and Civil Engineering”, nr 4(5), s. 42-50.
- Januchta-Szostak A. (2014) *Rola urbanistyki i architektury w gospodarowaniu wodą. Woda w mieście*, seria wydawnicza: „Zrównoważony rozwój – Zastosowania”, Fundacja Sędzimir, Kraków, s. 31-47.
- Józwiakowski K. (2012), *Badania skuteczności oczyszczania ścieków w wybranych systemach gruntowo-roślinnych*, Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich 1, PAN – Oddział w Krakowie, Komisja Technicznej Infrastruktury Wsi, Kraków.
- Kozłowska E. (2008) *Proekologiczne gospodarowanie wodą w aspekcie architektury krajobrazu*, Wydawnictwo Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu, Wrocław.
- McDonald R.I., Green P., Balk D., Fekete B.M., Revenga C., Todd M., Montgomery M. (2011) *Urban growth, climate change, and freshwater availability*, „PNAS”, nr 108, s. 6312-6317.
- McGrane S. (2016) *Impacts of urbanisation on hydrological and water quality dynamics, and urban water management: a review*, „Hydrological Sciences Journal”, nr 61, s. 2295-2311.
- Packman J.C. (1979) *The effect of urbanization on flood magnitude and frequency*, [w:] Hollis G.E. (red.), *Man's influence on the hydrological cycle in the United Kingdom*, GeoBooks, Norwich s. 153-172.
- Pawlaczyk P. (red.), Biedroń I., Brzóska P., Dondajewska-Pielka R., Furdyna A., Gołdyn R., Grygoruk M., Grześkowiak A., Horska-Schwarz S., Jusik Sz., Klósek K., Krzyminiński W., Ligieza J., Łapuszek M., Okrasiński K., Przesmycki M., Popek Z., Szalkiewicz E., Suska K., Żak J. (2020) *Podręcznik dobrych praktyk renaturyzacji wód powierzchniowych*, oprac. w ramach przedsięwzięcia „Opracowanie krajowego programu renaturyzacji wód powierzchniowych”, Państwowe Gospodarstwo Wodne Wody Polskie, Krajowy Zarząd Gospodarki Wodnej, Warszawa.
- Reynolds J.H., Barrett M.H. (2003) *A review of the effects of sewer leakage on groundwater quality*, „Water and Environment Journal”, nr 17, s. 34-39.
- Scalenghe R., Marsan F.A. (2009) *The anthropogenic sealing of soils in urban areas*, „Landscape and Urban Planning”, nr 90, s. 1-10.
- Sepehri M., Malekinezhad H., Ilderomi A.R., Talebi A., Hosseini S.Z. (2018) *Studying the effect of rain water harvesting from roof surfaces on runoff and household consumption reduction*, „Sustainable Cities and Society”, nr 43, s. 317-324.
- Szulczewska B. (2018) *Zielona infrastruktura – czy koniec historii?*, Studia Komitetu Przestrzennego Zagospodarowania Kraju PAN, t. 189, Warszawa.
- Wagner I., Krauze K. (2014) *Jak bezpiecznie zatrzymać wodę opadową w mieście? Narzędzia techniczne*, [w:] Bergier J., Kronenberg J., Wagner I. (red.), *Woda w mieście. Seria Zrównoważony Rozwój – Zastosowania*, Fundacja Sendzimir, Kraków, s. 75-93.
- Walton C., Zak D., Audet J., Peterson R.J., Lange J., Oehmke C., Wichtmann W., Kreyling J., Grygoruk M., Jabłońska E., Kotowski W., Wiśniewska M., Ziegler R., Hoffmann C.C. (2020) *Wetland buffer zones for nitrogen*

and phosphorus retention: impacts of soil type, hydrology and vegetation, „Science of the Total Environment”, nr 727; 138709. doi: 10.1016/j.scitotenv.2020.138709.

Watson K.B., Ricketts R., Galford G., Polasky S., O'Neil-Dunne J. (2016) *Quantifying Flood Mitigation Services: The Economic Value of Otter Creek Wetlands and Floodplains to Middlebury, VT*, „Ecological Economics”, t. 130, s. 16-24; <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolecon> [dostęp 10.10.2020].

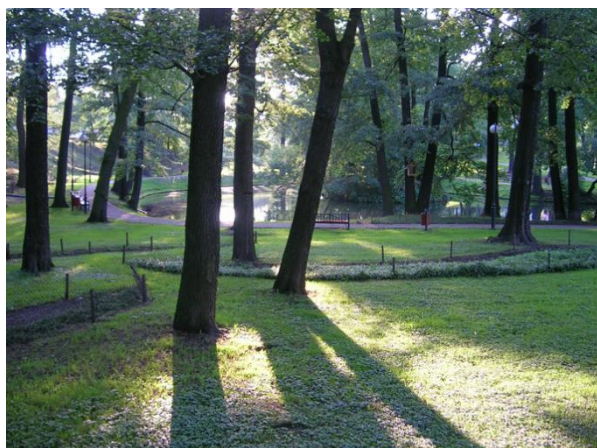
IV. ZNACZENIE ZIELENI DLA FUNKCJONOWANIA EKOSYSTEMÓW MIEJSKICH I ZACHOWANIA RÓŻNORODNOŚCI BIOLOGICZNEJ

*Magdalena Błaszczyk
Marzena Suchocka
Krzysztof Klimaszewski*

1. Wstęp

Według szacunków ONZ w 2050 roku wielkość populacji zamieszkującej miasta wynosić będzie 68% w skali globalnej (obecnie to około 55%) (UN 2019). Postępująca urbanizacja ma bezpośredni wpływ na funkcjonowanie środowiska przyrodniczego, w tym na miejskie ekosystemy i zachowanie różnorodności biologicznej (Seto i in., 2012). Pozornie może się wydawać, że miasta niewiele mają wspólnego z ochroną rodzimych gatunków i z różnorodnością biologiczną jako taką. W rzeczywistości, jest odwrotnie. W wielu przypadkach to właśnie przestrzenie miejskie są kluczem dla ochrony rodzimych gatunków, a tym samym dla zachowania bioróżnorodności (Ives i in., 2016).

Miasta są sprzężonymi systemami społeczno-ekologicznymi (Alberti i in., 2003), a relacja człowiek-przyroda jest kluczem do rozpoznania wszystkich czynników wpływających na bioróżnorodność na terenach zurbanizowanych. Zrozumienie wartości, postaw i zachowań mieszkańców w stosunku do przyrody w miastach może wspierać rozwój i skuteczne wdrażanie polityki ochrony środowiska i zarządzania ekologicznego w miastach (Ives, Kendal, 2016). W powszechnej opinii miasta są postrzegane jako betonowe dżungle, obszary ubogie w faunę i florę, w dodatku z przewagą gatunków nierodzimych i jednorodnych. Tymczasem, na terenach miejskich występuje cały wachlarz siedlisk i ekosystemów, począwszy od nienaruszonych resztek obszarów naturalnych (z roślinnością rodzimą), stanowiących pozostałość pierwotnego ekosystemu przez tereny seminaturalne aż po tereny całkowicie stworzone ręką człowieka. Zielone dachy, parki miejskie, ogrody społecznościowe, nieużytki i wszelkie inne obszary przyrodnicze są składową całego systemu i elementem zielonej infrastruktury miasta (rysunek 1). Należy jednak dodać, że większość terenów zieleni miejskiej reprezentuje „nowe ekosystemy” (Tratalos i in., 2007). Wszystkie wymienione elementy zieleni w miastach stanowią dogodne miejsce bytowania dla dzikich zwierząt. Okazuje się wbrew obiegowym opiniom, że zamieszkują je nie tylko gatunki eurytopowe, o dużej sile dyspersji i plastyczności ekologicznej (np. niektóre owady czy ptaki), ale również gatunki o dużo większych wymaganiach. Zaliczamy do nich np. duże ssaki, w tym drapieżne, które wydają się być najbardziej zagrożone rozwijającą się infrastrukturą miejską (Crooks, 2002), choć zdecydowanie preferują one pozostałości po ekosystemach naturalnych (Parsons i in., 2019).



Rysunek 1. Przykłady terenów zieleni miejskiej (park, zielen osiedlowa, zielony dach, zielen uliczna); fot. A. Gawłowska

2. Tereny zieleni jako rezerwuary różnorodności biologicznej

Wszystkie rodzaje terenów zieleni miejskiej czy, też szerzej, ekosystemy miejskie są reprezentowane przez gatunki, zarówno rodzime, jak i nierodzące (Ives i in., 2016; Lepczyk i in., 2017). Oczywiście, udział gatunków, jak i różnorodność biologiczna są w każdym mieście inne i zależą od wielu czynników. Do najważniejszych bez wątpienia należą: wielkość terenów zieleni (rozumiana w kategoriach powierzchni i liczby) oraz ich jakość i powiązanie (łączność), w dalszym stopniu interakcje biotyczne, historia użytkowania gruntów, gęstość zaludnienia, wkład ekonomiczny i działania zarządcze (Aronson i in., 2017; Suchocka i in., 2019). Tereny zieleni wspierają heterogeniczność wewnątrz swojego obszaru, jak i pomiędzy sobą (Lepczyk i in., 2017). Rozdrobniona struktura i odizolowanie są charakterystycznymi cechami terenów zieleni miejskiej. Jako przykład posłużyć może Wielka Brytania, na terenie której zaledwie 13% pokrycia koronami drzew w miastach występuje na powierzchniach większych niż 0,25 ha (Evans i in., 2009).

Udział terenów zieleni w tkance miasta jest ważnym wyznacznikiem różnorodności biologicznej (Benide i in., 2015), a ich pozytywny wpływ na bogactwo gatunkowe został udokumentowany dla wielu taksonów (Goddard i in., 2010). Zwierzęta zamieszkujące w miastach, w naukach ekologicznych, określa się za Andrzejewskim i in. (1978) gatunkami synurbistycznymi (jako zawężenie ogólnego terminu synantropijne, który odnosi się do bytowania w środowisku silnie przekształconym przez człowieka). Jak podaje Lepczyk i in. (2017), powołując się na badania nad awifauną, 10-35 ha ciągłych terenów zieleni jest

potrzebnych dla utrzymania większości synurbijnych gatunków ptaków (czyli gatunków określanych jako *urban dweller* (mogących żyć w mieście niezależnie od istnienia w pobliżu populacji na terenach nieurbanizowanych) i *urban utilizer*, których obecność w mieście jest czasowa, związana z migracją z terenów nieurbanizowanych (Fischer i in., 2015), jednakże – nie mając dostępu do terenów takiej wielkości – występują one na obszarach znacznie mniejszych.

Badania modelowe wskazują z kolei, że powiększenie powierzchni małych parków o 150 m² znacznie zwiększy bogactwo gatunków ptaków (Strohbach i in., 2013). Nie należy przy tym lekceważyć znaczenia nawet najmniejszych terenów zieleni, ponieważ wspierają one bioróżnorodność (w stopniu uzależnionym od jakości siedliska) (Matthies i in., 2017), choć zdarza się, że dają ograniczone korzyści w zakresie bioróżnorodności.

Identyfikacja ekologicznej wartości ochronnej różnych typów terenów zieleni miejskiej ma zatem szczególne znaczenie, a kluczowe wydaje się rozpoznanie wpływu roli terenów zieleni w odniesieniu do struktury miejskiej, zwłaszcza do udziału sąsiadującej z nią powierzchni zbudowanej. Wiadomo bowiem, że zdolność terenów zieleni do wpierania bioróżnorodności jest uzależniona od intensywności i struktury urbanistycznej (Matthies i in., 2017; Lepczyk i in., 2017). Dla przykładu, na terenach zieleni w centrum miast może nie występować ta sama liczba gatunków ptaków co na porównywalnych terenach podmiejskich (Carbó-Ramírez, Zuria, 2011). Jednak, co oczywiste, największa różnorodność i bogactwo gatunków występuje na naturalnych terenach, takich jak lasy miejskie czy rezerваты, które również wchodzą w granice miast.

Wartością wielu terenów zieleni są występujące na ich obszarze stare drzewa. Są one cenne nie tylko ze względu na swój wiek, ale także budowę. Z punktu widzenia bioróżnorodności na uwagę zasługują drzewa dziuplaste. Drzewa sędziwe, dziuplaste, z martwym drewnem są zamieszkiwane przez wiele organizmów (Edworthy i in., 2017). Mówi się wręcz o tysiącach gatunków, dla których drzewo stanowi dom (Dujesiefken i in., 2016). Wiele tych organizmów jest objętych ochroną, chociażby pachnica dębowa (*Osmoderma erenita*) – gatunek parasolowy – jej ochrona pozwala na zachowanie również innych organizmów zamieszkujących dziuplę. Obecność larw pachnicy w próchnowisku jest korzystna dla żywotności i statyki drzewa. Wynika to chociażby z faktu, że dziupla wypełniona próchnem nie wysycha, co zapobiega pękaniu drewna wewnątrz pnia, pędraki chrząszczy żywią się częściowo strzępkami grzybni, ograniczając rozwój rozkładu drewna. Ponadto dziupla zapewnia warunki dla rozwoju licznych gatunków zwierząt jako miejsce rozrodu, schronienia czy po prostu przebywania (Günther, Hellmann, 2005), dla wielu gatunków (głównie ptaków) będąc zasobem limitującym bądź wręcz warunkującym występowanie (Marzluff i in., 1998; Newton, 1994). Ślady infestacji larw pachnicy łatwo znaleźć w dziuplach z próchnowiskiem (rysunek 2).

Liczną grupą organizmów związanych z drzewami są grzyby – symbiotyczne, ale również destruceni (saprotrofy i pasożyty). Grzyby to organizmy pozbawione chlorofilu. Na pytania dotyczące sposobu odżywiania i przynależności grzybów naukowcy przez setki lat nie mogli znaleźć satysfakcjonującej odpowiedzi. Kojarzą się z rozkładem, wilgocią, gniciem i postrzegane są jako oznaka zwiększonego ryzyka powodowanego przez drzewo. Tymczasem, rozkład drewna przez grzyby zwiększa stopień różnorodności biologicznej poprzez chociażby powstawanie dziupli. Dopiero rozległy rozkład drewna powoduje osłabienie wytrzymałości mechanicznej drewna i, co za tym idzie, może wpływać na większe ryzyko złamania pnia, gałęzi czy wykrotu w systemie korzeniowym drzewa (rysunek 2). W związku z powyższym dziupla często jest postrzegana jako zagrożenie, a drzewa dziuplaste są wycinane, w dużym stopniu niepotrzebnie. Im drzewo jest starsze, o większym obwodzie pnia i o niższej wysokości, tym utrzymanie jego statyki wymaga mniejszej grubości ścianki zdrowego drewna. Ścianka drewna o grubości około 3 cm w pniu drzewa o średnicy powyżej 1 m może być wystarczająco gruba, żeby drzewo wytrzymało huragan (Suchocka, Kolasiński, 2018). Ochrona bioróżnorodności czasami więc staje w konflikcie z koniecznością zachowania statyki drzewa, wtedy jednak, zanim cenne drzewo zostanie usunięte, należy zastosować zabiegi minimalizowania ryzyka, którymi mogą być: cięcie wycofujące koronę (*retrenchment pruning*),

podwiązanie konaru, związanie korony drzewa czy redukcja osłabionej części z zastosowaniem cięcia koronkowego (*coronet cut*) (Dujesiefken i in., 2016).



Rysunek 2. Dąb Mieszko – sędziwe drzewo o ogromnej wartości przyrodniczej – siedlisko różnorodności bioróżnorodności; fot. M. Suchocka

W dziuplach i przestrzeniach między korzeniami schronienie znajdują liczne płazy (np. salamandra plamista – *Salamandra salamandra*, traszka zwyczajna – *Lissotriton vulgaris*, traszka grzebieniasta *Triturus cristatus*, ropucha szara *Bufo bufo*, żaby brunatne *Rana sp.*) i gady (zaskroniec zwyczajny – *Natrix natrix*, jaszczurka zwinka *Lacerta agilis*) (rysunek 3), a także ptaki, zakładające gniazda zarówno w konarach i gałęziach, jak i w dziuplach. Nie sposób nie wspomnieć też o nietoperzach, zasiedlających wypróchniałe wnętrza pni i nierzadko tworzących kolonie złożone z setek osobników (Racey, 2009). Na drzewach bytują i zdobywają pokarm także wiewiórki pospolite (*Sciurus vulgaris*), popielice szare (*Glis glis*), orzesznice leszczynowe (*Muscardinus avellanarius*) i smużki (*Sicista sp.*). W dziuplach, na korzeniach i w koronie drzewa znajdziemy niezliczone gatunki grzybów: od pasożytniczych przez saprotrofy (rozkładające martwą materię organiczną) po grzyby symbiotyczne związane z danym drzewem zwane mykoryzą oraz porosty, glony, mchy bytujące na pniach i konarach, wreszcie organizmy ze świata zwierzęcego: skorupiaki, pajęczaki, owady.



Rysunek 3. Traszka grzebieniasta (z lewej) i jaszczurka zwinka (z prawej), przedstawiciele herpetofauny spotykani w miastach. Fot. K. Klimaszewski

Choć w badaniach udokumentowano wpływ różnych terenów zieleni na zachowanie bioróżnorodności, wciąż istnieją zagadnienia wymagające dalszych badań. Jednym z nich jest np. rola zielonych dachów w ochronie bioróżnorodności w miastach (Williams i in. 2014). Wprowadzanie zielonych dachów do miast jest obserwowaną od dłuższego czasu praktyką, mającą na celu m.in. promocję połączeń krajobrazowych. Sporo uwagi badawczej zostało poświęcone korzyściom społecznym i ekonomicznym, jakie dają (Oberndorfer i in., 2007; Clark i in., 2008). Zidentyfikowano również wiele taksonów występujących w ich obrębie (Brenneisen, 2006; MacIvor, Lundholm, 2011), ale wciąż niewiele wiadomo na temat roli zielonych dachów w strukturze terenów zieleni miejskiej w odniesieniu do różnorodności gatunkowej – żadne bowiem badania nie oceniły, jak do tej pory, dynamiki populacji ani jej trwałości w okresie dłuższym niż trzyletni (Braaker i in., 2014; Williams i in., 2014). Ciekawe wnioski przynoszą dotychczas opublikowane wyniki badań, np. nad wysokością budynków, na których znajdują się zielone dachy. Wraz ze wzrostem wysokości budynków, zmniejsza się ich dostępność dla niektórych gatunków (zwłaszcza mało mobilnych), a zwiększona ekspozycja na wiatr ogranicza ich potencjał jako siedliska. W Londynie przeprowadzono badania, które ujawniły, że np. nietoperze wykorzystują zielone dachy jako miejsce żerowania, preferują niskie budynki i z „bioróżnorodnymi” nasadzeniami (Pearce, Walters, 2012). Jak konkluduje MacIvor (2016), zielone dachy o małej powierzchni i odizolowane od gruntu mogą tworzyć siedliska o ograniczonej różnorodności biologicznej, a niekiedy wręcz pułapki ekologiczne, przyciągające do trudnego siedliska lokalne gatunki.

3. Zagrożenia różnorodności biologicznej w mieście

Zagrożeń związanych z utrzymaniem terenów zieleni o wysokim stopniu bioróżnorodności jest niestety wiele. Jak słusznie zauważają badacze (Sandifer i in., 2015; Ziter, 2016), nie poświęcono do tej pory wystarczającej uwagi tematyce roli terenów zieleni jako przestrzeni wspierających różnorodność biologiczną oraz analizie powiązań pomiędzy bioróżnorodnością, zdrowiem ludzi i funkcjonowaniem ekosystemów. Zrozumienie czynników wpływających na różnorodność biologiczną terenów zieleni miejskiej jest niezwykle istotne dla globalnej różnorodności biologicznej, zwłaszcza biorąc pod uwagę tempo przekształceń obszarów naturalnych w obszary miejskie (Seto i in., 2012). Jednym ze źródeł zagrożenia są oczywiście nieprawidłowości w polityce zarządzania przestrzenią miejską, prowadzące do braku łączności między poszczególnymi siedliskami (model płatów i korytarzy). Ponadto, na obszarach miast wciąż brakuje powierzchni biologicznie czynnych, które są redukowane na rzecz powierzchni nieprzepuszczalnych. Zabetonowywanie miast powoduje liczne problemy związane z ich funkcjonowaniem. Zmniejsza się stopień retencji, zwiększa temperatura i stopień zanieczyszczenia środowiska. Jednocześnie pogarszają się warunki rozwoju drzew, które w efekcie zbyt często zamierają. Utrata drzew z kolei wpływa na pogorszenie

dobrostanu życia mieszkańców w sposób wielopłaszczyznowy. Betonowe miasta oznaczają też zubożenie gatunków, które żyją na ich terenie. W przypadku dzikich zwierząt, takie praktyki gospodarowania przestrzenią powodują fragmentację dogodnych siedlisk, często prowadząc do ich izolacji. Jest to proces niekorzystny szczególnie dla gatunków o małych możliwościach dyspersji. Zaliczamy do nich bezkręgowce, np. ślimaki czy przedstawiciele fauny glebowej, jak dżdżownice czy nicianie, a także kręgowce (np. płazy czy niektóre ssaki jak jeże).

Zieleń dominująca w miastach to często nasadzenia ubogie pod względem gatunków i młode, trudne do zachowania w niekorzystnych siedliskowych warunkach miejskich. Niezwykle istotnym skutkiem zabetonowywania miast jest także wycinanie drzew sędziwych, najcenniejszych komponentów zielonej infrastruktury, zapewniających dom tysiącom gatunków. Niektóre badania wskazują, że do zastąpienia dwustuletniego drzewa potrzeba 1200 nowych sadzonek. W rzeczywistości zastąpienie dwustuletniego drzewa jest możliwe jedynie drzewem w tym samym wieku – biorąc pod uwagę usługi ekosystemowe przez nie świadczone i różnorodność gatunkową z nim związaną jako domem.

Zagrożeniem dla bioróżnorodności staje się również upraszczanie struktur siedlisk i wprowadzanie nasadzeń monokulturowych oraz dodatkowo nakładające się na te powszechne praktyki niezrozumienie przebiegu naturalnych procesów, przejawiające się przykładowo kompulsywnym grabieniem liści. Liście są ważnym elementem obiegu materii: pozostawione na ziemi są rozkładane przez organizmy żyjące w glebie i na jej powierzchni, a rozłożone dostarczają składników pokarmowych dla korzeni drzew. Jednocześnie organizmy rozkładające materię organiczną powodują rozgęszczanie gleby i lepsze jej napowietrzenie, a co za tym idzie poprawę kondycji drzew. Leżące w ogrodzie czy parku liście to miejsce życia wielu gatunków zwierząt, naturalnie związanych swoim cyklem życiowym ze ściółką leśną. Drobne bezkręgowce (skąposzczety, ślimaki, owady i inne) są z kolei bazą pokarmową dla licznych drapieżników (owady, pajęczaki, płazy, gady, ptaki, ssaki). Zarządcy miast coraz częściej rozumieją potrzebę wprowadzania naturalnych procesów na teren współczesnych miast i organizują akcje typu „liść to nie śmieć”, mające podnosić poziom wiedzy w tym zakresie i promować proekologiczne zachowania mieszkańców. Efekty pozostawienia ściółki liściowej doskonale widać na przykładzie Australii, gdzie bogactwo gatunkowe ptaków zwiększyło się o ponad 30% (Stagoll i in., 2010), częściowo dlatego, że ściółka liściowa wspiera bardziej zróżnicowane zbiorowiska stawonogów.

Jak podaje Aronson i in. (2017), do istotnych zagrożeń bioróżnorodności należy także stosowanie pestycydów i herbicydów oraz utrzymywanie trawników z darni. Trawniki są wszechobecnym elementem krajobrazu zurbanizowanego, stanowiąc w skali globalnej 70-75% wszystkich terenów zieleni miejskiej (Ignatieva i in., 2015). Są też niezwykle kosztownym w utrzymaniu elementem przestrzeni miejskiej, wymagającym przeprowadzania licznych zabiegów w ciągu roku (koszenie, nawożenie). Tymczasem, istnieją alternatywy dla tworzenia trawników, z których zarządcy miast coraz śmielej korzystają – doskonałym przykładem jest łąka kwietna. Stworzenie jej nie wymaga niekiedy żadnych zabiegów – wystarczy zaniechać koszenia i pozostawić trawnik sam sobie.

W wielu miastach tendencja pozostawienia terenów zieleni samym sobie, odchodzenia od konserwacji na rzecz unaturalnienia przybiera na sile. Inicjatywa przywrócenia przyrodzie „dzikości” (*rewilding nature*) i zastępowania „monokulturowych upraw” samoregulującymi się układami realizowana jest m.in. w Dublinie. Od 2015 roku za zgodą Rady Miasta Dublina parki, otwarte przestrzenie, przydrożne rowy czy cmentarze stają się terenami wolnymi od zabiegów wykonywanych ręką człowieka. W efekcie wzrasta bioróżnorodność, na trawnikach pojawiają się połacie koniczyny lub mniszka lekarskiego (dawniej uważane za chwasty), które przyciągają wiele gatunków zwierząt, w tym np. pszczoły i inne owady zapylające. Warto podkreślić, że takie siedliska stają się bardziej odporne na suszę i pochłaniają więcej CO₂, na czym bezpośrednio zyskują mieszkańcy miast (DW, n.d.).

Co ciekawe, pozostawienie natury samej sobie przynosi nie tylko korzyści natury przyrodniczej, ale i ekonomicznej. Doskonale ilustruje to przykład Gainesville na Florydzie, miejscowości liczącej około 130

000 osób, w której budżet na przycinanie drzew w 2007 roku wyniósł 240 270 USD, co stanowiło trzecią pod względem kosztów i częstotliwości wykonywania czynność pielęgnacyjną wykonywaną na terenach zieleni miejskiej. Wspomniane już wcześniej usuwanie ściółki liściowej to kolejne drogie i powszechne działanie – kosztowało ono Gainesville 73 550 USD (Escobedo, Seitz, 2012). W kontekście tych przykładów stwierdzenie, że na pozwoleniu naturze żyć swoim życiem mieszkańcy miast dosłownie ekonomicznie zyskują.

Podsumowanie

Przedstawione wyżej przykłady dobitnie wskazują, że miasta są, a co ważniejsze – mogą i powinny być rezerwuarami różnorodności biologicznej. Korzyści są tu obopólne: rośliny i zwierzęta (oraz grzyby) zyskują przyjazną przestrzeń do życia i przetrwania, a mieszkańcy miast mogą cieszyć się rozlicznymi usługami dostarczanych przez ekosystemy, o których to usługach traktować będzie rozdział VI.4.

Podsumowując przedstawione wyżej rozważania, należy zwrócić uwagę na jeszcze jedną kwestię. Jest to potrzeba zmiany poglądów, przyzwyczajęń, a nawet gustów estetycznych dotyczących terenów zieleni miejskiej. Dla zachowania różnorodności biologicznej największe znaczenie mają obiekty pozornie nieco zaniedbane, w których nie stosuje się intensywnych zabiegów pielęgnacyjnych. To nie zawsze „podoba” się wszystkim mieszkańcom. Z dużym prawdopodobieństwem można jednak przewidywać, że jeśli dowiedzą się oni o znaczeniu tych obiektów, powodach ich urządzenia czy ograniczania zabiegów pielęgnacyjnych, to powoli zmienią zdanie. Nie bez znaczenia będą tu także argumenty natury finansowej, bo przy rozlicznych korzyściach, z których nie wszyscy zdają sobie sprawę, są one znacznie tańsze „w obsłudze”. To zaś w większości przypadków jest bardzo przekonujące.

Oczywiście, nie należy popadać w przesadę. Są w miastach formalne przestrzenie publiczne, parki historyczne, ważne budynki, w tym zabytkowe, wymagające odpowiedniej oprawy. Dla tych obiektów konieczne będą bardziej formalne założenia ogrodowe, podkreślające ich prestiż, nawiązujące do historii, czyli takie, gdzie względy ekologiczne będą musiały ustąpić względem społecznym. Biorąc jednak pod uwagę zróżnicowanie miejskich terenów zieleni, najprawdopodobniej i przy dobrej woli władz oraz zrozumieniu mieszkańców uda się wypracować niezbędne kompromisy.

Literatura

- Astell-Burt T., Feng X. (2019) *Association of Urban Green Space With Mental Health and General Health Among Adults in Australia*, „JAMA Netw Open”, nr 3(2[7]), s. 198-209; doi: 10.1001/jamanetworkopen.2019.8209.
- Barton J., Pretty, J. (2010) *What is the best dose of nature and green exercise for improving mental health? A multi-study analysis*, „Environmental Science and Technology”, nr 44(10), s. 3947-3955.
- Bennett K.M. (2002) *Low level social engagement as a precursor of mortality among people in later life*, „Age and Ageing”, nr 31, s. 165-168.
- Berto R. (2005) *Exposure to restorative environments helps restore attentional capacity*, „Journal of Environmental Psychology”, nr 25(3), s. 249-259.
- Bird W. (2007) *Natural greenspace: viewpoint*, „British Journal of General Practice”, nr 57(534), s. 69.
- Bodin M., Hartig T. (2003) *Does the outdoor environment matter for psychological restoration gained through running?*, „Psychology of Sport and Exercise”, nr 4, s. 141-153.
- Bringslimark T., Hartig T., Patil G.G. (2007) *Psychological benefits of indoor plants in workplaces: Putting experimental results into context*, „HortScience”, nr 42, s. 581-587.
- Cameron R.W.F., Brindley P., Mears M., McEwan K., Ferguson F., Sheffield D., Jorgensen A., Riley J., Goodrick J., Ballard L., Richardson M. (2020) *Where the wild things are! Do urban green spaces with greater avian biodiversity promote more positive emotions in humans?*, „Urban Ecosyst”, nr 23, s. 301-317.
- CBD (2008) *Statement by the Executive Secretary Dr. Ahmed Djoghlaif „Sustainable development: Which way next”*; <https://www.cbd.int/doc/speech/2008/sp-2008-10-09-singapour-en.pdf> [dostęp: 1.12.2020].
- Cimprich B. (1992) *Attentional fatigue following breast-cancer surgery*, „Research in Nursing and Health”, nr 15, s. 199-207.
- Cimprich B. (1993) *Development of an intervention to restore attention in cancer patients*, „Cancer Nursing”, nr 16, s. 83-92.
- Cimprich B., Ronis D.L. (2003) *An environmental intervention to restore attention in women with newly diagnosed breast cancer*, „Cancer Nursing”, nr 26, s. 284-292.
- Clark C., Adriaens P., Talbot F.B. (2000) *Green roof valuation: A probabilistic economic analysis of environmental benefits*, „Environmental Science and Technology”, nr 42, s. 2155-2161.
- Costanza R., Groot R., de, Braat L. i in. (2017) *Twenty years of ecosystem services: how far have we come and how far do we still need to go?*, „Ecosyst Services”, nr 28A, s. 1-16.
- Dadvand P., Villanueva C.M., Font-Ribera L. i in. (2014) *Risks and benefits of green spaces for children: a cross-sectional study of associations with sedentary behavior, obesity, asthma, and allergy*, „Environ Health Perspect”, nr 122, s. 1329-1335.
- Di, Q., Dai L., Wang Y., Zanobetti A., Choirat C., Schwartz J. D., Dominici F. (2017). *Association of short-term exposure to air pollution with mortality in older adults*, „The Journal of the American Medical Association”, nr 318(24), s. 2446-2456; <https://doi.org/10.1001/jama.2017.17923>. [dostęp: 10.11.2020]
- Dzhambov A.M., Dimitrova D.D., Dimitrakova E.D. (2014) *Association between residential greenness and birth weight: systematic review and meta-analysis*, „Urban For Urban Green”, nr 13, s. 621-629.
- Engemann K., Pedersen C.B., Arge L. i in. (2018) *Childhood exposure to green space – a novel risk-decreasing mechanism for schizophrenia?*, „Schizophrenia Res”; doi:10.1016/j.schres.2018.03.026.
- Flandroy L., Poutahidis T., Berg G. i in. (2018) *The impact of human activities and lifestyles on the interlinked microbiota and health of humans and of ecosystems*, „Sci Tot Environ”, nr 627, s.1018-1038.
- Gill, T. (2014) *The Benefits of Children's Engagement with Nature*, „Children, Youth and Environments”, nr 24(2), s. 10-24.
- Grinde B., Patil G.G. (2009) *Biophilia: does visual contact with nature impact on health and well-being?*, „Int J Environ Res Public Health”, nr 6, s. 2332-2343.

- Hartig T., Bööck A., Garvill J., Olsson T., Gärling T. (1996) *Environmental influences on psychological restoration*, „Scandinavian Journal of Psychology”, nr 3, s. 378-393.
- Hartig T., Evans G.W., Jamner L.D., Davis D.S., Garling T. (2003) *Tracking restoration in natural and urban field settings*, „Journal of Environmental Psychology”, nr 23, s. 109-123.
- Hartig T., Mang M., Evans G.W. (1991) *Restorative effects of natural environment experience*, „Environment and Behavior”, nr 23, s. 3-26.
- Hartig T., Mitchell R., Vries S., de, i in. (2014) *Nature and health*, „Ann Rev Public Health”, nr 35, s. 207-228.
- Heerwagen, J.H., Orians G.H. (1986) *Adaptations to windowlessness: A study of the use of visual decor in windowed and windowless offices*, „Environment and Behavior”, nr 18(5), s. 623-639.
- Hoek G., Krishnan R.M., Beelen R., Peters A., Ostro B., Brunekreef B., Kaufman, J. D. (2013) *Long-term air pollution exposure and cardio-respiratory mortality: A review*, „Environmental Health”, nr 12(1), s. 43; <https://doi.org/10.1186/1476-069X-12-43>. [dostęp: 12.11.2020]
- Kaplan R. (1993) *The role of nature in the context of the workplace*, „Landscape and Urban Planning”, nr 26 (1-4), s. 193-201.
- Kaplan R. (2001) *The nature of the view from home: Psychological benefits*, „Environment and Behavior”, nr 33, s. 507-542.
- Kaplan S. (1995) *The restorative benefits of nature: toward an integrative framework*, „J Environ Psychol”, nr 15, s. 169-182.
- Kaplan S. (2001) *Meditation, restoration, and the management of mental fatigue*, „Environment and Behavior”, nr 33, s. 480-506.
- Kuo F.E. (2003) *The role of arboriculture in a healthy social ecology*, „Journal of Arboriculture”, nr 29(3), s. 148-155.
- Kuo F.E., Sullivan W.C. (2001) *Environment and crime in the inner city: Does vegetation reduce crime?*, „Environment and Behavior”, nr 33(3), s. 343-365.
- Kuo F.E., Sullivan W.C., Coley R.L., Brunson L. (1998) *Fertile ground for community: Inner-city neighborhood common spaces*, „American Journal of Community Psychology”, nr 26(6), s. 823-851.
- Kweon B.S., Sullivan W.C., Wiley A.R. (1998) *Green common spaces and the social integration of inner-city older adults*, „Environment and Behavior”, nr 30, s. 832-858.
- Leather P., Pyrgas M., Beale D., Lawrence C. (1998) *Windows in the workplace*, „Environment and Behavior”, nr 30, s. 739-763.
- Lewis C.A. (1996) *Green nature/Human nature: The meaning of plants in our lives*, University of Illinois Press, Urbana, Chicago.
- Lohr V.I., Pearson-Mims C.H., Goodwin G.K. (1996) *Interior plants may improve worker productivity and reduce stress in a windowless environment*, „Journal of Environmental Horticulture”, nr 14, s. 97-100.
- Long B. (2019) *Urban trees found to improve mental and general health*; <https://phys.org/news/2019-07-urban-trees-mental-health.html>. [dostęp: 10.11.2020]
- Louv R. (2005) *Last child in the woods: Saving our children from nature-deficit disorder*, Algonquin Books, Chapel Hill.
- Maas J., Verheij R.A., Groenewegen P.P., Vries S., de, Spreeuwenberg P. (2006) *Green space, urbanity, and health: how strong is the relation?*, „Journal of Epidemiology and Community Health”, nr 60(7), s. 587-592.
- Maas J., van Dillen S.M., Verheij R.A., Groenewegen P.P. (2009) *Social contacts as a possible mechanism behind the relation between green space and health*, „Health Place”, nr 15(2), s. 586-595.
- Mackay G.J.S., Neill J.T. (2010) *The effect of „green exercise” on state anxiety and the role of exercise duration, intensity, and greenness: A quasi-experimental study*, „Psychology of Sport and Exercise”, nr 11(3), s. 238-245.

- Malone K., Tranter P. (2003) *Children's Environmental Learning and the Use, Design and Management of School Grounds*, „Children, Youth and Environments”, nr 13(2), s. 87-137.
- McFarland A.L., Waliczek T.M., Zajicek, J.M. (2008) *Campus green spaces and perceptions of quality of life*, „HortTechnol”, nr 18, s. 232-238.
- McMichael A., Scholes R., Hefny M. i in. (2005) *Linking ecosystem services and human well-being*, [w:] Capistrano D., Samper K., Cristián L., Marcus J., Raudsepp-Hearne C. (red.), *Ecosystems and Human Well-being: Multi-scale Assessments*. Millenium Ecosystem Assessment Series, 4, Island Press, Washington, s. 43-60.
- Mendis S. (2014) *Global status report on noncommunicable diseases*, Geneva; doi: ISBN 9789241564854.
- Mills J.G., Bissett A., Gellie N.J.C., Lowe A.J., Selway C.A., Thomas T., Weinstein P., Weyrich L.S., Breed M. (2020) *Revegetation of urban green space rewilds soil microbiotas with implications for human health and urban design*; <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/rec.13175>. [dostęp:10.11.2020]
- Mustafić H., Jabre P., Caussin C., Murad M.H., Escolano S., Tafflet M., Jouven X. (2012) *Main air pollutants and myocardial infarction: A systematic review and meta-analysis*, „JAMA”, nr 307(7), s. 713-721; <https://doi.org/10.1001/jama.2012.12>. [dostęp:15.11.2020]
- Honnay O., Nieuwenhuys A., Van (2018) *Biodiversity and human health: mechanisms and evidence of the positive health effects of diversity in nature and green spaces*, „Br Med Bull”, nr 127(1), s. 5-22; doi: 10.1093/bmb/ldy021; <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30007287>. [dostęp:15.11.2020]
- Nakamura R., Fujii E. (1992) *A comparative study of the characteristics of the electroencephalogram when observing a hedge and a concrete block fence*, „Journal of the Japanese Institute of Landscape Architects”, nr 55, s. 139-144.
- Nakamura R., Fujii E. (1990) *Studies of the characteristics of the electroencephalogram when observing potted plants: Pelargonium hortorum „Sprinter Red” and Begonia evansiana*, „Technical Bulletin of the Faculty of Horticulture of Chiba University”, nr 43, s. 177-183.
- Nicholson S. (1974) *The theory of Loose Parts Alternative Learning Enviroments* Dowden, Hutchinson and Ross Inc. Straudsburg, Pennsylvania, s. 222-228.
- Nowak D.J., Cran D. E., Stevens J.C. (2006) *Air pollution removal by urban trees and shrubs in the United States*, „Urban Forestry and Urban Greening”, nr 4, s. 115-123; <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2006.01.007>. [dostęp:10.11.2020]
- Nowak D.J., Greenfield E.J. (2018) *US urban forest statistics, values, and projections*, „Journal of Forestry”, nr 116(2), s. 164-177; <https://doi.org/10.1093/jofore/fvx004>. [dostęp:10.11.2020]
- Nowak D.J., Hirabayashi S., Bodine A., Greenfield E. (2014) *Tree and forest effects on air quality and human health in the United States*, „Environmental Pollution”, nr 193, s. 119-129; <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2014.05.028>. [dostęp:10.11.2020]
- Ottosson J., Grahn P. (2005) *A comparison of leisure time spent in a garden with leisure time spent indoors: On measures of restoration in residents in geriatric care*, „Landscape Research”, nr 30, s. 23-55.
- Pretty J. (2004) *How nature contributes to mental and physical health*, „Spirituality & Health International”, nr 5(2), s. 68-78.
- Pretty J., Peacock J. Sellens M., Griffin M. (2005) *The mental and physical health outcomes of green exercise*, „International Journal of Environmental Health Research”, nr 15(5), s. 319-337.
- Pretty J., Peacock J., Hine R., Sellens M., South N., Griffin M. (2007) *Green exercise in the UK countryside: effects on health and psychological well-being*, „Journal of Environmental Planning and Management”, nr 50(2), s. 211-231.
- Rice J.S., Remy L.L. (1998) *Impact of horticultural therapy of psychosocial functioning among urban jail inmates*, „Journal of Offender Rehabilitation”, nr 26(3-4), s. 169-191.
- Roy S., Byrne J., Pickering C. (2012) *A systematic quantitative review of urban tree benefits, costs, and assessment methods across cities in different climatic zones*, „Urban Forestry and Urban Greening”, nr 11(4), s. 351-363.

- Ruokolainen L., Fyhrquist N., Haahtela T. (2016) *The rich and the poor: environmental biodiversity protecting from allergy*, „Curr Opin Allergy Clin Immunol”, nr 16, s. 421-426.
- Ruokolainen L., Hertzen L., von, Fyhrquist N. i in. (2015) *Green areas around homes reduce atopic sensitization in children*, „Allergy”, nr 70, s. 195-202.
- Shibata S., Suzuki N. (2002) *Effects of the foliage plant on task performance and mood*, „Journal of Environmental Psychology”, nr 22, s. 265-272.
- Stark M.A. (2003) *Restoring attention in pregnancy*, „Clinical Nursing Research”, nr 12(3), s. 246-265.
- Sullivan W.C., Kuo F.E. (1996) *Do trees strengthen urban communities, reduce domestic violence?*, „Arborist News”, nr 5(2), s. 33-34.
- Taylor A.F., Kuo F.E., Sullivan W.C. (2002) *Views of nature and selfdiscipline: Evidence from inner city children*, „Journal of Environmental Psychology”, nr 22, s. 49-63.
- Tennessen C., Cimprich B. (1995) *Views to nature: Effects on attention*, „Journal of Environmental Psychology”, nr 15(1), s. 77-85.
- Ulrich R.S. (1983) *Aesthetic and affective response to natural environment*, [w:] Altman I., Wohlwill J.F. (red.), *Behavior and the Natural Environment*, Plenum, New York, s. 85-125.
- Ulrich R.S. (1984) *View through a window may influence recovery from surgery*, „Science”, nr 224, s. 420-421.
- Ulrich R.S., Simons R., Losito B.D., Fiorito E., Miles M.A., Zelson M. (1991) *Stress recovery during exposure to natural and urban environments*, „Journal of Environmental Psychology”, nr 11, s. 201-230.
- Vries S., de, Verheij R.A., Groenewegen P.P., Spreeuwenberg P. (2003) *Natural environments – healthy environments? An exploratory analysis of the relationship between greenspace and health*, „Environment and Planning”, nr 35(10), s. 1717-1731.
- WHO (World Health Organization) (2011) *Global status report on noncommunicable diseases*; https://www.who.int/nmh/publications/ncd_report_full_en.pdf [dostęp: 28.11.2020].

V. ZNACZENIE ZIELENI DLA POPRAWY JAKOŚCI ŻYCIA MIESZKAŃCÓW MIAST

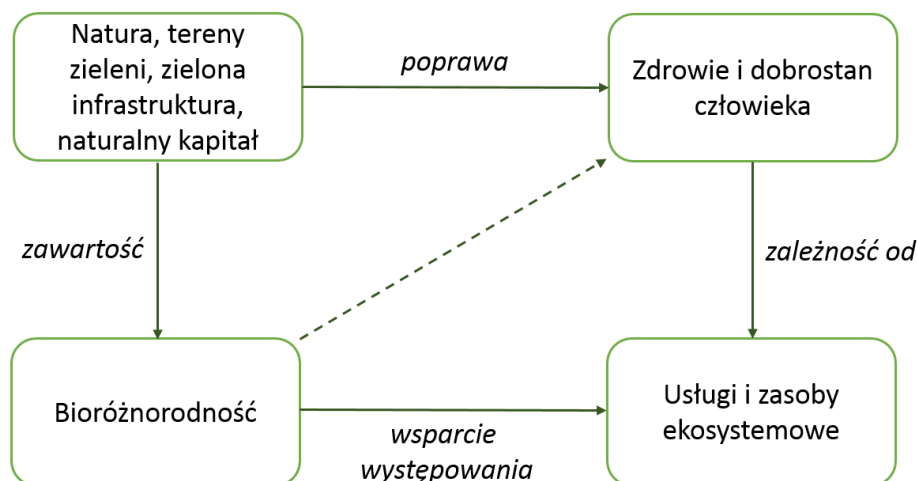
*Magdalena Błaszczyk
Agnieszka Gawłowska*

1. Wstęp

Związek człowieka z przyrodą jest tak długi jak cała historia ludzkości. Przez tysiące lat natura była środowiskiem życia ludzi i to ona determinowała życie, dając ludziom schronienie i pożywienie. Także i dziś natura wpływa na człowieka, choć oczywiście wpływ ten ma innych charakter. Środowisko życia współczesnego człowieka to – w większości przypadków – środowisko przez niego przekształcone. Paradoksalnie, krajobraz zurbanizowany potęguje potrzebę kontaktu z naturą. A dowodów wpływu oddziaływania przyrody na człowieka, zwłaszcza mieszkańca miast, naukowcy dostarczyli już właściwie tysiące.

Natura oddziałuje na człowieka na różnych płaszczyznach. Według Pretty (2004) można wyróżnić trzy formy kontaktu: patrzenie na krajobraz naturalny, przebywanie w krajobrazie naturalnym i aktywną partycypację (np. wykonywanie zielonych ćwiczeń).

Wszelkie krótko- i długoterminowe korzyści, jakie człowiekowi przynoszą naturalne i stworzone przez niego tereny zieleni, można sklasyfikować jako usługi ekosystemowe (McMichael i in., 2005). Wśród nich można wyróżnić usługi zaopatrzeniowe (dostarczanie pożywienia, wody, paliwa, leków itp.), regulacyjne (regulacja klimatu, poprawa jakości powietrza itp.), usługi wspomagające (zapewnianie siedlisk dla gatunków, zachowanie różnorodności biologicznej i genetycznej) oraz usługi kulturowe (przestrzeń dla duchowej, rekreacyjnej i intelektualnej interakcji ze środowiskiem naturalnym) (Costanza i in., 2017). Świadczenie przez środowisko usług ekosystemowych jest ściśle powiązane z dostępem i jakością terenów zieleni (rysunek 1).. Mówiąc zaś o roli samych terenów zieleni, zasadniczo wyróżnia się pięć obszarów wpływu: społeczny, ekonomiczny, przyrodniczy, zdrowotny i estetyczny (Roy i in., 2012). Żaden z nich nie powinien być traktowany jako nadrzędny, ponieważ różna jest wartość zieleni dla każdego człowieka, jak i różne są jego potrzeby, a także reakcje.



Rysunek 1. Schemat powiązań pomiędzy naturą, bioróżnorodnością, usługami ekosystemowymi i zdrowiem oraz dobrostanem człowieka

Źródło: oprac. M. Błaszczyk na podstawie Aerts i in. (2018)

2. Korzyści przyrodnicze i zdrowotne płynące z kontaktu z zielenią

Analizując korzyści, jakie człowiek czerpie z natury, nie sposób nie rozpocząć od tych „najbardziej podstawowych”, które tworzą warunki do życia i zachowania zdrowia. Rośliny (a ze względu na swe rozmiary należy mieć tu na uwadze przede wszystkim drzewa) przechwytyują i zmniejszają zanieczyszczenia powietrza, takie, jak: pył zawieszony (PM), ozon, tlenek węgla, dwutlenek azotu itp. (Nowak i in., 2014; Nowak, Greenfield, 2018). Zanieczyszczenia powietrza mają bezpośrednie przełożenie na występowanie i rozwój wielu chorób, zwłaszcza tych związanych z układem oddechowym, ale nie tylko (Di i in., 2017; Hoek i in., 2013; Mustafić i in. 2012). Według szacunków drzewa miejskie terenie Stanów Zjednoczonych usuwają 711 000 ton metrycznych zanieczyszczeń powietrza (O₃, PM10, NO₂, SO₂, CO) rocznie – wartość tej usługi świadczonej przez drzewa wyceniona została na 3,8 mld USD (Nowak i in., 2006). Należy przy tym podkreślić, że usuwanie zanieczyszczeń jest jednym ze sposobów, w jaki drzewa miejskie wpływają na poprawę jakości powietrza. Nie bez powodu coraz więcej miast na świecie zogniskowało swe działania właśnie na drzewach, uznając je za integralny element polityki prozdrowotnej.

Wiele chorób wynika z degradacji zróżnicowania drobnoustrojów ludzkich i środowiskowych, dlatego tak ważną cechą terenów zieleni jest ich różnorodność biologiczna. Zmniejszenie obciążenia chorobami może być bowiem wspomagane przez ekologiczną odbudowę drobnoustrojów i ich siedlisk w miejskich przestrzeniach zieleni – proces ten nazywany jest odbudową mikrobiologiczną (Mills i in., 2020). Warto w tym miejscu przypomnieć, że czynniki środowiskowe stanowią poważne zagrożenie dla zdrowia ludzkiego, ponieważ według szacunków 24% globalnego obciążenia chorobami jest związanych z zagrożeniami środowiskowymi (WHO, 2006) – w tym z jakością powietrza i wody, użytkowaniem gruntów i jakością przestrzeni miejskiej. Kontakty ze zdrowym środowiskiem mają zatem fundamentalne znaczenie dla promowania lepszego stanu zdrowia ludności. Ma to szczególne znaczenie, jeśli weźmie się pod uwagę tempo i zakres rozwoju chorób niezakaźnych (choroby układu krążenia i oddechowego, cukrzyce, nowotwory itp.), które według WHO w latach 2011-2025 przyniosą gospodarce światowej koszty w wysokości >11 mld USD (Mendis, 2014). Prognozy wskazują na wzrost z 36 mln zgonów z powodu chorób niezakaźnych w 2008 roku do 44 mln w 2020 roku na całym świecie, zwłaszcza w miastach i wśród uboższych grup społecznych (WHO, 2011).

W tym kontekście znaczenie terenów zieleni i dostęp do nich są trudne, a właściwie niemożliwe do przecenienia. Warto również zwrócić uwagę, że dostęp (czy też wzrost ilości) terenów zieleni w mieście wpływa na częstszy i dłuższy czas przebywania w ich obrębie oraz większą aktywność fizyczną (np. spacerowanie czy jazda na rowerze) (Vries, de, i in. 2003). Wielu badaczy podkreśla, iż dostępność (rozumiana głównie w kategoriach odległości) terenów zieleni miejskiej skutkuje zwiększeniem korzyści i stopnia korzystania z nich. Maas i in. (2006) przeprowadzili szeroko zakrojone badania z udziałem 250 000 osób, które wypełniając kwestionariusz ankiety, podały informacje o swoim stanie zdrowia. Wyniki wykazały, że postrzegany stan zdrowia pozostaje w ścisłej relacji z ilością zieleni w sąsiedztwie miejsca zamieszkania (w badaniu poddano analizie tereny w promieniu 1 i 3 km). Jak podkreślają autorzy badania, relacja ta występuje niezależnie od stopnia zurbanizowania terenu. W dużych miastach jest szczególnie widoczna u trzech grup społecznych: osób starszych, dzieci i osób z wykształceniem średnim. Osoby starsze (oprócz gospodyń domowych i osób o niskim statusie społeczno-ekonomicznym) okazały się również beneficjentami dużej ilości zieleni w badaniu de Vriesa i in. (2003). Badanie zostało przeprowadzone próbie 17 000 osób. Według autorów, otrzymane rezultaty związane są z tym, że wyróżnione grupy spędzają stosunkowo dużo czasu w miejscach zamieszkania. Komentując wyniki swojego badania, Maas i in. (2006) napisali z kolei, że dostęp do terenów zieleni jawi się czymś więcej niż „luksusem”, a konsekwentny rozwój terenów zieleni powinien zajmować jedną z centralnych pozycji w polityce planowania przestrzennego. Także wyniki badania van den Berg i in. (2010) wsparły tezę, iż tereny zieleni są sprzymierzeńcem w walce o zdrowie społeczne. Wykazały bowiem, że relacja stresujących wydarzeń w życiu, problemów zdrowotnych i postrzeganego stanu zdrowia jest uzależniona od ilości zieleni w otoczeniu miejsca zamieszkania (promień 3 km) (duża ilość zieleni wspiera odporność na stres). Doskonałym podsumowaniem tych wyników badań jest wyliczenie de Vriesa, według którego zwiększenie ilości terenów zieleni o 10% znajduje odzwierciedlenie w redukcji symptomów chorobowych wśród mieszkańców danej okolicy i „odmłodzeniu” populacji o 5 lat (Vries, de, za: Bird, 2007).

3. Wspomaganie rozwoju dzieci

Korzyści z kontaktu z naturą zostały szeroko udokumentowane zwłaszcza w przypadku dzieci. Udowodniono, że profity z natury czerpią one już na etapie życia płodowego – dzieci matek mieszkających w zielonym otoczeniu mają wyższą wagę urodzeniową w porównaniu do dzieci matek z mniej zazielenionych okolic (Dzhambow i in., 2014). Ekspozycja na środowisko naturalne jest również związana z niższym ryzykiem rozwoju wielu chorób, w tym schizofrenii, przewlekłych stanów zapalnych, otyłości, uczuleń atopowych (Engemann i in., 2018; Dadvand i in., 2014; Ruokolainen i in., 2015). „Więcej czasu spędzanego w pomieszczeniach zamkniętych, słabej jakości dieta i mniejsze narażenie na kontakt z dzikim środowiskiem doprowadziło do znacznego wzrostu zachorowań na choroby niezakaźne, związane na przykład z układem oddechowym” – twierdzi Mills (DW, n.d.). Mikrobiota środowiska naturalnego jest szczególnie istotna dla stymulowania rozwoju immunologicznego dzieci we wczesnym okresie życia, czego skutki mają długoterminowe działanie (Flandroy i in., 2018; Ruokolainen i in., 2016).

Szereg badań potwierdził także dobroczynny wpływ natury na rozwój emocjonalny i psychiczny dzieci. I odwrotnie, udokumentowano całe spektrum trudności rozwojowych (emocjonalnych, wieloletnich obserwacji zachowań i aktywności dzieci, dla których został wprowadzony coraz powszechniej znany termin opisujący zaburzenia psychiczne u dzieci: zespół deficytu natury, *nature-deficit disorder*). Termin ten znajduje się w użyciu od 2005 roku, kiedy pojawił się w książce Richarda Louva *Ostatnie dziecko lasu*. Louv spędził 10 lat, podróżując po Stanach Zjednoczonych. Na podstawie rozmów z amerykańskimi rodzinami uzyskał wyraźny i co najmniej niepokojący obraz współczesnego rodzica i dziecka, trzymanego w domu (z potrzeby ochrony przed wszelkimi potencjalnymi niebezpieczeństwami. Według wyliczeń Louva, przeciętne dziecko spędza około 44 godzin tygodniowo przed ekranem telewizora lub komputera. Sytuacja ta jest również wynikiem propagowania przez media konieczności kontrolowania dzieci i wpływania na

wykonywane przez nie czynności. Dobre intencje rodziców skutkują jednak alarmująco złym stanem psychicznym (nieumiejętność rozpoznania zagrożeń, radzenia sobie ze stresem) i fizycznym (otyłość) dzieci. W połączeniu z redukcją ilości terenów zieleni dostępnych w najbliższym otoczeniu, jak i z brakiem możliwości swobodnego i nieskrępowanego korzystania z tychże, amerykańskie dziecko staje się istotą coraz mniej przystosowaną do życia w środowisku (semi)naturalnym i do szanowania jego zasobów. Choć analogiczne badania nie były przeprowadzone na Starym Kontynencie, można przypuszczać, że w pewnym stopniu zauważone przez Louva problemy dotyczą także i europejskich dzieci (i ich rodziców) (rysunek 2).



Rysunek 2. Według licznych badań kontakt z naturą jest niezbędny dla prawidłowego rozwoju dzieci; fot. A. Warzyńska

Gill (2014) wymienia takie korzyści z zabaw wśród drzew, jak zadowolenie i przyjemność, aktywność fizyczną, możliwość podejmowania nowych wyzwań, nabieranie pewności siebie, naukę przez doświadczenie (w tym wyciąganie wniosków z wypadków). Prócz tego dzieci angażują się w poznawanie środowiska naturalnego, mają możliwość włączenia do zabaw „luźnych elementów” (*loose parts*) (Nicholson, 1974), co stanowi ważny aspekt edukacji ekologicznej. Istotny jest też udział w zabawach dzieci w różnym wieku. Malone i Tranter (2003) odkryli, że dzieci zaczynały bawić się twórczo, odgrywały role, eksplorowały, budowały domki z luźnych elementów tylko wówczas, gdy teren zabaw (przy szkole) był różnorodny i im to umożliwiał. Bez istnienia naturalnych obszarów i zachęcania dzieci do zabaw bliżej natury, były one bierne i często nie potrafiły znaleźć sobie ciekawego zajęcia.

4. Redukcja stresu

Bodajże największa liczba badań z zakresu społecznego (a właściwie także i zdrowotnego oddziaływania zieleni) dotyczy stresu. Wiadomo ponad wszelką wątpliwość, że kontakt z naturą (zarówno przebywanie w środowisku naturalnym, jak i samo patrzeć na zieleni) pomaga zredukować stres (m.in. Ulrich, 1984; Nakamura, Fujii, 1990, 1992; Hartig i in., 1991, 1996; Ulrich i in., 1991; Kaplan R., 2001; Kaplan S., 2001).

Swoistym kamieniem milowym w rozwoju badań nad redukcją stresu i poprawą stanu zdrowia (oraz nad rozwojem badań nad społecznym znaczeniem zieleni w ogóle) było badanie przeprowadzone przez Rogera Ulricha już prawie 40 lat temu i opublikowane w artykule *View through a window may influence recovery from surgery*. W publikacji Ulrich (1984) zaprezentował wyniki dziewięcioletnich badań nad wpływem widoku z okna na tempo powrotu do zdrowia pacjentów po zabiegu operacyjnym. Badanie to było przełomowe, ponieważ połączyło zagadnienia z zakresu estetyki środowiskowej, jak i medycyny. Z tego też powodu wymagało użycia nietypowych jak na ówczesne standardy narzędzi badawczych. Wyniki badań na dwóch grupach pacjentów wskazały jednoznacznie, że zielony widok z okna wpływał na krótszy czas rekonwalescencji i mniejsze zapotrzebowanie na środki przeciwbólowe. Grupę porównawczą stanowili pacjenci, przebywający w pokojach, których okna wychodziły na ścianę z cegieł. Badania Ulricha zainspirowały rzeszę naukowców, a zagadnienie „zielonego otoczenia” czy „zielonego widoku” stało się punktem wyjścia wielu badań (z efektem podobnym do wyników zaprezentowanych przez Ulricha).

Wykazano m.in. istnienie silnego związku pomiędzy dostępem do natury a stresem i poczuciem satysfakcji zawodowej odczuwanymi przez pracowników (Lewis, 1996; Leather i in., 1998). Pracownicy mający w zasięgu wzroku elementy roślinne (zielony widok z okna, ale i kwiaty doniczkowe w biurze) postrzegali swoją pracę jako mniej stresującą i bardziej satysfakcjonującą niż ich koledzy, spoglądający przez okno na krajobraz zabudowany. Raportowali oni także mniejszą ilość chorób i bólów głowy. Schemat zielone-zabudowane na dobre zaistniał w konstruowaniu metod badawczych.

Roślinność jako katalizator stresu, negatywnych odczuć i stanów emocjonalnych jak złość, agresja, niska samoocena, wewnętrzny niepokój) stała się także osiłą badań przeprowadzanych w przestrzeni miejskiej. W ramach badań z obszaru tzw. zielonych ćwiczeń (*green exercise*) sprawdzano samopoczucie osób uprawiających jogging w naturalnym otoczeniu (Bodin, Hartig, 2003; Pretty 2004; Pretty i in., 2005, 2007). Wyniki ujawniły, że naturalne otoczenie podnosi poziom zrelaksowania, obniża poziom złości i przygnębienia (w porównaniu do zamkniętych pomieszczeń siłowni, gdzie osoby z grupy kontrolnej dokonywały podobnego wysiłku fizycznego).

Badania Mackey i Neill (2010) nie tylko potwierdzają dobroczynny wpływ zielonych ćwiczeń na zdrowie psychiczne człowieka i obniżenie stopnia odczuwanego niepokoju. Wskazują także, że od stopnia „zieloności” środowiska ćwiczeń (innymi słowy: natężenia zieleni) zależy poziom redukcji niepokoju (im jest on wyższy, tym większa jest redukcja stresu). Autorzy podkreślają, iż w kontekście otrzymanych rezultatów konieczne jest przeprowadzenie badań z zakresu konkretyzacji i pomiaru/oceny „zieloności” środowiska oraz dalsze zgłębienie tematyki zielonych ćwiczeń (a w szczególności analiza wpływu natężenia zieleni na sposób postrzegania środowiska [otoczenia] przez ćwiczących). Warto nadmienić, że zielone ćwiczenia szczególnie pozytywny sposób oddziałują na samoocenę ludzi chorych psychicznie, a ich rezultaty widoczne są już po wykonaniu pięciominutowych ćwiczeń (Barton, Pretty, 2010).

5. Wzrost produktywności i koncentracji

Liczne badania dowodzą pozytywnego wpływu roślin i świata natury na poprawę zdolności koncentracji, szybkości podejmowania decyzji, utrzymania uwagi ukierunkowanej i redukcję zmęczenia psychicznego u człowieka (m.in. Cimprich, 1992, 1993; Tennessen, Cimprich 1995; Lohr i in., 1996; Taylor i in., 2002; Shibata, Suzuki, 2002; Cimprich, Ronis, 2003; Hartig i in., 2003; Berto, 2005; Bringslimark i in.,

2007). Dotyczą one zarówno osób cierpiących na poważne schorzenia (np. badania na grupie kobiet ze zdiagnozowanym nowotworem piersi (Cimprich, 1993; Cimprich, Ronis, 2003), jak i osób zdrowych (Lohr i in., 1996; Shibata, Suzuki, 2002; Stark, 2003; Bringslimark i in., 2007). Tennesen i Cimprich (1995) stanęły na stanowisku, że samo spoglądanie przez okno na „naturę” może być traktowane jako łatwo dostępna forma „mikrowzmacniającej” aktywności.

Jeszcze wcześniej, bo w połowie lat 80. Heerwagen i Orians (1986) – w badaniu wystroju 75 pomieszczeń biurowych (z oknami i bez) na terenie kampusu uniwersytetu w Waszyngtonie – odkryli, że brak widoku z okna na zielen jest rekompensowany dekoracjami ściennymi z motywem natury. Zdaniem badaczy, świadczy to o potrzebie wzrokowego kontaktu z naturą i jej wpływie na samopoczucie użytkowników pomieszczeń. W wielu innych badaniach (m.in. Hartig i in., 1996) uczestnicy raportowali poprawę samopoczucia po/podczas oglądania zdjęć natury.

Interesujące wyniki przyniosło również badanie Berto (2005). Wskazała ona na istnienie zależności między charakterem oglądanych widoków a produktywnością (w badaniu na grupie studentów, z wykorzystaniem zdjęć i testu SARP (Sustained Attention to Response Test). W badaniu posłużyła się widokami środowiska regeneracyjnego (widoki natury), nie-regeneracyjnego (krajobraz industrialny, zaniedbane ulice) i zdjęciami przedstawiającymi wzory geometryczne, uznane za równie „bezwysiłkowe w patrzeniu na nie” jak widoki natury. Spośród wymienionych opcji, jedynie zdjęcia środowiska regeneracyjnego miały wyraźny wpływ na podniesienie uwagi i koncentracji wśród badanych. Zdaniem Berto (2005) wyniki te sugerują, że sąsiedztwo biurowców z terenami zieleni, z których pracownicy korzystaliby w czasie przerw, może skutkować podniesieniem ich produktywności. Podobny wniosek wysunęła wcześniej Kaplan (1993), analizując odpowiedzi pracowników biurowych: widok z okna na zielen podnosi poziom satysfakcji z pracy, a nawet krótkotrwała ekspozycja natury przynosi działanie regeneracyjne.

Wpływ kontaktu z zielenią na poprawę koncentracji został również wykazany w przypadku osób starszych, zaś u cierpiących na demencję odnotowano zwiększoną zdolność spójnego pojmowania rzeczywistości (Ottoosson, Grahn, 2005). Zdolność koncentracji stała się także przedmiotem badania kobiet w trzecim trymestrze ciąży. Ciężarnym „aplikowano” studwudziestominutową „dawkę natury” (aktywności rekreacyjne w naturalnym otoczeniu), po czym sprawdzono umiejętność skupienia i eliminacji błędów popełnianych w czasie codziennych czynności. Autorka badania wskazuje, że inkorporacja natury do środowisk przebywania kobiet w ostatniej fazie ciąży (dom, szpital) wydaje się istotnym przyczynkiem do poprawy ich funkcjonowania (Stark, 2003).

6. Budowanie więzi społecznych

Tereny wyposażone w zielen są chętniej użytkowane przez okolicznych mieszkańców niż tereny pozbawione roślinności (Kuo i in., 1998). Dostęp do terenów zieleni inspirowe z kolei nawiązywanie i zacieśnianie więzi międzyludzkich (Kuo i in., 1998; Kweon i in., 1998). Mieszkańcy wykonujący różnego rodzaju aktywności na terenach zieleni mają okazję do zaznajomienia się z sąsiadami, dłuższej rozmowy z nimi (rysunek 3). To z kolei pociąga za sobą większe zainteresowanie ich losem i chęć udzielenia pomocy i wsparcia (Kuo i in., 1998). Jest to szczególnie widoczne u osób starszych, które na terenach wspólnych wyposażonych w zielen (postawionych w badaniach w przeciwieństwie do terenów jej pozbawionych) chętniej się integrują i angażują w aktywności społeczne (Kweon i in., 1998). McFarland i in. (2008) w badaniu na grupie studentów uniwersytetu stanowego w Teksasie, odnotowali powiązanie pomiędzy częstotliwością korzystania z terenów zieleni a postrzeganą jakością życia.



Rysunek 3. Dostęp do terenów zieleni podnosi jakość życia na osiedlach mieszkaniowych i sprzyja nawiązywaniu więzi społecznych; fot. M. Błaszczyk

Przywołani już wcześniej Maas i in. (2009), badając kontakty społeczne na grupie ponad 10 000 Holendrów i zestawiając je z ilością terenów zieleni w najbliższym otoczeniu badanych (1-3 km), potwierdzili istnienie zależności odnotowanych we wcześniejszych badaniach. Mniejszy udział zieleni w sąsiedztwie miejsca zamieszkania był równoznaczny z poczuciem osamotnienia badanych i zauważanym przez nich brakiem wsparcia społecznego. Osamotnienie i niski poziom społecznej integracji są czynnikami znacząco zwiększającymi śmiertelność wśród osób starszych (Bennett, 2002).

Co ciekawe i nieoczywiste, obecność drzew wpływa na zmniejszenie przestępczości i obniżenie poziomu agresji wśród osób mieszkających w ich pobliżu (Sullivan, Kuo, 1996; Rice, Remy, 1998; Kuo, Sullivan, 2001; Kuo, 2003). Wykazane zostało, że w osiedlach mieszkaniowych bogatych w zieleni rodzice rzadziej stosują przemoc wobec dzieci (Sullivan, Kuo, 1996). Rice i Remy (1998) przedstawili wyniki badań nad wpływem terapii ogrodowej na zachowania grupy więźniów przebywających w zakładzie karnym w San Francisco. W czasie i po terapii więźniowie mający kontakt z zielenią wykazywali niższy poziom agresji.

Kuo i Sullivan (2001) przeprowadzili z kolei badania nad związkiem pomiędzy przestępstwami dokonywanymi w Ida B. Wells w Chicago a ilością zieleni otaczającej. Z pozoru wydawać by się mogło, że tereny zadrzewione sprzyjają przestępczości, stanowiąc idealną osłonę dla przestępców. Tymczasem, w budynkach otoczonych dużą ilością drzew odnotowano o 52% mniej przestępstw (rabunkowych i z użyciem przemocy) niż w budynkach pozbawionych ich sąsiedztwa. Dla porównania średnia ilość drzew podnosiła wskaźniki braku przestępstw o 42%. Późniejsze badanie Kuo potwierdziło, iż przestrzenie pozbawione drzew stają się przysłowiową „ziemią niczyją”, a w konsekwencji osłabiają relacje społeczne i stają się polem dla działań przestępczych (Kuo, 2003).

6. Hipoteza biofilii

Przytoczone powyżej badania stanowią zaledwie część dowodów na wpływ kontaktu z zielenią na zdrowie i samopoczucie człowieka. Pytanie, które rodzi się w tym momencie, mogłoby brzmieć następująco: co stoi za tym wszystkim? Co powoduje, że zielen oddziałuje na człowieka w tak istotny sposób? Pytania takie oczywiście zadali sobie badacze, formułując w odpowiedzi kilka teorii. Do jednej z najpopularniejszych należy tzw. hipoteza biofilii. Zakłada ona, że ludzie są nieodłącznie spokrewnieni z innymi gatunkami i przyrodą, ponieważ interakcja ze środowiskiem naturalnym napędzała ewolucję naszego gatunku (Wilson, 1984). Zgodnie z hipotezą biofilii oczekuje się, że ludzie będą preferować i wybierać środowiska biologicznie zróżnicowane oraz czerpać korzyści psychiczne z ekspozycji na tereny zielone (Grinde, Patil, 2009; Hartig i in., 2014). Cameron i in. (2020) wykazali istnienie silnej korelacji ($r=0,87$) między poziomem

bioróżnorodności (mierzonej liczbą występujących gatunków dzikich ptaków) a pozytywnymi odczuciami ankietowanych mieszkańców miast.

Hipoteza biofilii jest często ujęta w „teorii regeneracji stresu” (środowiska naturalne ułatwiają regenerację po stresie fizjologicznym) (Ulrich, 1983) oraz „teorii przywracania uwagi” (środowiska naturalne ułatwiają regenerację po zmęczeniu psychicznym i pomagają w przywracaniu ukierunkowanej uwagi) (Kaplan, 1995). Swoistym nawiązaniem do hipotezy biofilii są badania wskazujące na istnienie silnej zależności pomiędzy procentowym udziałem zieleni a korzyściami raportowanymi przez ludzi. Wpływ na postrzeganie terenów zieleni mają przede wszystkim drzewa. W badaniu wykazano, że w dzielnicach, w których zadaszenie drzewa wynosi 30% lub więcej, ryzyko rozwoju stresu psychicznego było o 31% mniejsze u osób dorosłych (Long, 2019).

W kontekście zaprezentowanych w niniejszym rozdziale informacji, niezwykle wymowne i aktualne wydają się słowa wypowiedziane w 2009 roku przez sekretarza wykonawczego Konwencji w sprawie różnorodności biologicznej Ahmeda Djoghla: „Bitwa o życie na ziemi rozegra się w miastach” (*The battle for life on earth will be won or lost in cities*) (CBD, 2009). Miasta to nie tylko przestrzenie kluczowe dla życia ludzi, ale także środowiska, w których wzrastają i żyją obecni i przyszli decydenci (prezydenci państw, miast, ministrowie, wszelkiego rodzaju decydenci, aktywiści, ale przede wszystkim zwykli ludzie). To w ich rękach leżą obecne i przyszłe decyzje dotyczące kształtowania miast. I to oni, wzrastając w mniej lub bardziej zazielenionym środowisku, wiążą się z nim i kształtują swój system wartości. Warto mieć to na uwadze, zwłaszcza kiedy weźmie się pod uwagę fakt, że to właśnie interakcje z naturą, jej bezpośrednie doświadczanie najsilniej wspierają zaangażowanie w ochronę bioróżnorodności.

Podsumowanie

Oddziaływanie zieleni na człowieka dokonuje się na różnych płaszczyznach, począwszy od jego wczesnego rozwoju poprzez zdrowie, zrównoważone emocjonalnie funkcjonowanie po poczucie bezpieczeństwa i produktywności. Dostęp do terenów zieleni, zwłaszcza zadrzewionych (i o bioróżnorodnym charakterze) determinuje jakość i długość życia człowieka, co potwierdzają badania przeprowadzone w ciągu kilkudziesięciu lat na całym świecie. Istnieje również silny związek między wzrostem chorób niezakaźnych a ilością terenów zieleni w mieście. W obliczu postępującej urbanizacji konieczne wydaje się oparcie wszelkich decyzji planistycznych na rozwoju terenów zieleni.

Gdyby hipoteza biofilii stanowiła podstawę do projektowania terenów zieleni w dzisiejszych miastach, wówczas różnorodność biologiczna stałaby się normą z wielką korzyścią dla użytkowników. Korzyści dla środowiska miejskiego byłyby też nie do przecenienia. Można stwierdzić, że wiele dzisiejszych problemów związanych z niedostatkiem roślin w bezpośrednim sąsiedztwie człowieka zostałoby dzięki temu rozwiązanych. Wymaga to jednak częściowej zmiany sposobu myślenia o terenach zieleni i ich miejscu w miastach. Warto przypomnieć, że roślinność to realne korzyści, nie problemy, jej bliskość miejscom zamieszkania zwiększa, a nie zmniejsza bezpieczeństwo, różnorodność to nie tylko wielkość roślin, ale przede wszystkim gatunki, a więc nie ma podziału na „lepsze” i „gorsze”, ale na „pożyteczne” i „bardzo pożyteczne”. Najważniejsze jednak zależy od samych ludzi – akceptacja i docenienie roli roślin we własnym otoczeniu. Tylko wówczas korzyści będą obopólne.

Literatura

- Barton J., Pretty, J. (2010) *What is the best dose of nature and green exercise for improving mental health? A multi-study analysis*, „Environmental Science and Technology”, nr 44(10), s. 3947-3955.
- Bennett K.M. (2002) *Low level social engagement as a precursor of mortality among people in later life*, „Age and Ageing”, nr 31, s. 165-168.
- Berto R. (2005) *Exposure to restorative environments helps restore attentional capacity*, „Journal of Environmental Psychology”, nr 25(3), s. 249-259.
- Bird W. (2007) *Natural greenspace: viewpoint*, „British Journal of General Practice”, nr 57(534), s. 69.
- Bodin M., Hartig T. (2003) *Does the outdoor environment matter for psychological restoration gained through running?*, „Psychology of Sport and Exercise”, nr 4, s. 141-153.
- Bringslimark T., Hartig T., Patil G.G. (2007) *Psychological benefits of indoor plants in workplaces: Putting experimental results into context*, „HortScience”, nr 42, s. 581-587.
- Cameron R.W.F., Brindley P., Mears M., McEwan K., Ferguson F., Sheffield D., Jorgensen A., Riley J., Goodrick J., Ballard L., Richardson M. (2020) *Where the wild things are! Do urban green spaces with greater avian biodiversity promote more positive emotions in humans?*, „Urban Ecosyst”, nr 23, s. 301-317.
- Cimprich B. (1992) *Attentional fatigue following breast-cancer surgery*, „Research in Nursing and Health”, nr 15, s. 199-207.
- Cimprich B. (1993) *Development of an intervention to restore attention in cancer patients*, „Cancer Nursing”, nr 16, 83-92.
- Cimprich B., Ronis D.L. (2003) *An environmental intervention to restore attention in women with newly diagnosed breast cancer*, „Cancer Nursing”, nr 26, s. 284-292.
- Clark C., Adriaens P., Talbot F.B. (2008) *Green roof valuation: A probabilistic economic analysis of environmental benefits*, „Environmental Science and Technology”, nr 42, s. 2155-2161.
- Costanza R., Groot R., de, Braat L. i in. (2017) *Twenty years of ecosystem services: how far have we come and how far do we still need to go?*, „Ecosyst Services”, nr 28A, s. 1-16.
- Dadvand P., Villanueva C.M., Font-Ribera L. i in. (2014) *Risks and benefits of green spaces for children: a cross-sectional study of associations with sedentary behavior, obesity, asthma, and allergy*, „Environ Health Perspect”, nr 122, s. 1329-1335.
- Di Q., Dai L., Wang Y., Zanobetti A., Choirat C., Schwartz J. D., Dominici, F. (2017) *Association of short-term exposure to air pollution with mortality in older adults*, „The Journal of the American Medical Association”, nr 318(24), s. 2446–2456; <https://doi.org/10.1001/jama.2017.17923>. [dostęp:10.11.2020]
- Dzhambov A.M., Dimitrova D.D., Dimitrakova E.D. (2014) *Association between residential greenness and birth weight: systematic review and meta-analysis*, „Urban For Urban Green”, nr 13, s. 621-629.
- Engemann K., Pedersen C.B., Arge L. i in. (2018) *Childhood exposure to green space – a novel risk-decreasing mechanism for schizophrenia?*, „Schizophrenia Res”; doi:10.1016/j.schres.2018.03.026.
- Flandroy L., Poutahidis T., Berg G. i in. (2018) *The impact of human activities and lifestyles on the interlinked microbiota and health of humans and of ecosystems*, „Sci Tot Environ 2018”, nr 627, s. 1018-1038.
- Gill T. (2014) *The Benefits of Children's Engagement with Nature*, „Children, Youth and Environments”, nr 24(2), s. 10-24.
- Grinde B., Patil G.G. (2009) *Biophilia: does visual contact with nature impact on health and well-being?*, „Int J Environ Res Public Health”, nr 6, s. 2332-2343.
- Hartig T., Böök A., Garvill J., Olsson T., Gärling T. (1996) *Environmental influences on psychological restoration*, „Scandinavian Journal of Psychology”, nr 37, s. 378-393.
- Hartig T., Evans G.W., Jamner L.D., Davis D.S., Garling T. (2003) *Tracking restoration in natural and urban field settings*, „Journal of Environmental Psychology”, nr 23, s. 109-123.

- Hartig T., Mang M., Evans G.W. (1991) *Restorative effects of natural environment experience*, „Environment and Behavior”, nr 23, s. 3-26.
- Hartig T., Mitchell R., Vries S., de, i in. (2014) *Nature and health*, „Ann Rev Public Health”, nr 35, s. 207-228.
- Heerwagen J.H., Orians G.H. (1986) *Adaptations to windowlessness: A study of the use of visual decor in windowed and windowless offices*, „Environment and Behavior”, nr 18(5), s. 623-639.
- Hoek G., Krishnan R.M., Beelen R., Peters A., Ostro B., Brunekreef B., Kaufman, J.D. (2013) *Long-term air pollution exposure and cardio-respiratory mortality: A review*, „Environmental Health”, nr 12(1), s. 43; <https://doi.org/10.1186/1476-069X-12-43>. [dostęp:10.11.2020]
- Kaplan R. (1993) *The role of nature in the context of the workplace*, „Landscape and Urban Planning”, nr 26 (1-4), s. 193-201.
- Kaplan R. (2001) *The nature of the view from home: Psychological benefits*, „Environment and Behavior”, nr 33, s. 507-542.
- Kaplan S. (1995) *The restorative benefits of nature: toward an integrative framework*, „J Environ Psychol”, nr 15, s. 169-82.
- Kaplan S. (2001) *Meditation, restoration, and the management of mental fatigue*, „Environment and Behavior”, nr 33, s. 480-506.
- Kuo F.E. (2003) *The role of arboriculture in a healthy social ecology*, „Journal of Arboriculture”, nr 29(3), s. 148-155.
- Kuo F.E., Sullivan W.C. (2001), *Environment and crime in the inner city: Does vegetation reduce crime?*, „Environment and Behavior”, nr 33(3), s. 343-365.
- Kuo F.E., Sullivan W.C., Coley R.L., Brunson L. (1998) *Fertile ground for community: Inner-city neighborhood common spaces*, „American Journal of Community Psychology”, nr 26(6), s. 823-851.
- Kweon B.S., Sullivan W.C., Wiley A.R. (1998) *Green common spaces and the social integration of inner-city older adults*, „Environment and Behavior”, nr 30, s. 832-858.
- Leather P., Pyrgas M., Beale D., Lawrence C. (1998) *Windows in the workplace*, „Environment and Behavior”, nr 30, s. 739-763.
- Lewis C.A. (1996) *Green nature/Human nature: The meaning of plants in our lives*, University of Illinois Press, Urbana, Chicago.
- Lohr V.I., Pearson-Mims C.H., Goodwin G.K. (1996) *Interior plants may improve worker productivity and reduce stress in a windowless environment*, „Journal of Environmental Horticulture”, nr 14, s. 97-100.
- Long B. (2019) *Urban trees found to improve mental and general health*; <https://phys.org/news/2019-07-urban-trees-mental-health.html>. [dostęp:13.11.2020]
- Louv R. (2005) *Last child in the woods: Saving our children from nature-deficit disorder*, Algonquin Books Chapel Hill.
- Maas J., Verheij R.A., Groenewegen P.P., Vries S., de, Spreeuwenberg P. (2006) *Green space, urbanity, and health: how strong is the relation?*, „Journal of Epidemiology and Community Health”, nr 60(7), s. 587-592.
- Maas J., Dillen S.M., van, Verheij R.A., Groenewegen P.P. (2009) *Social contacts as a possible mechanism behind the relation between green space and health*, „Health Place”, nr 15(2), s. 586-595.
- Mackay G.J.S., Neill J.T. (2010) *The effect of „green exercise” on state anxiety and the role of exercise duration, intensity, and greenness: A quasi-experimental study*, „Psychology of Sport and Exercise”, nr 11(3), s. 238-245.
- Malone K., Tranter P.. (2003) *Children's Environmental Learning and the Use, Design and Management of School Grounds*, „Children, Youth and Environments”, nr 13(2), s. 87-137.
- McFarland A.L., Waliczek T.M., Zajicek, J.M. (2008) *Campus green spaces and perceptions of quality of life*, „HortTechnol”, nr 18, s. 232-238.
- McMichael A., Scholes R., Hefny M. i in. (2005) *Linking ecosystem services and human well-being*, [w:] Capistrano D., Samper K., Cristián L., Marcus J., Raudsepp-Hearne C. (red.) *Ecosystems and Human Well-being: Multi-scale Assessments*. Millenium Ecosystem Assessment Series, 4.: Island Press, Washington DC, s. 43-60.
- Mendis S. (2014) *Global status report on noncommunicable diseases 2014*. Geneva; doi:ISBN 9789241564854.

- Mills J.G., Bissett A., Gellie N.J.C., Lowe A.J., Selway C.A., Thomas T., Weinstein P., Weyrich L.S., Breed M. (2020) *Revegetation of urban green space rewilds soil microbiotas with implications for human health and urban design*; <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/rec.13175>. [dostęp:15.11.2020]
- Mustafić, H., Jabre, P., Caussin, C., Murad, M. H., Escolano, S., Tafflet, M., Jouven, X. (2012) *Main air pollutants and myocardial infarction: A systematic review and meta-analysis*, „JAMA”, nr 307(7), s. 713-721; <https://doi.org/10.1001/jama.2012.126>.
- Nakamura R., Fujii E. (1992) *A comparative study of the characteristics of the electroencephalogram when observing a hedge and a concrete block fence*, „Journal of the Japanese Institute of Landscape Architects”, nr 55, s. 139-144.
- Nakamura R., Fujii E. (1990) *Studies of the characteristics of the electroencephalogram when observing potted plants: Pelargonium hortorum „Sprinter Red” and Begonia evansiana*, „Technical Bulletin of the Faculty of Horticulture of Chiba University”, nr 43, s. 177-183.
- Nicholson S. (1974) *The theory of Loose Parts Alternative Learning Enviroments* Dowden, Hutchinson and Ross Inc. Straudsbury, Pennsylvania, s. 222-228.
- Nowak D.J., Crane D.E., Stevens, J.C. (2006) *Air pollution removal by urban trees and shrubs in the United States*, „Urban Forestry and Urban Greening”, nr 4, s. 115-123; <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2006.01.007>.
- Nowak D.J., Greenfield E.J. (2018) *US urban forest statistics, values, and projections*, „Journal of Forestry”, nr 116(2), s. 164-177; <https://doi.org/10.1093/jofore/fvx004>.
- Nowak D.J., Hirabayashi S., Bodine A., Greenfield E. (2014) *Tree and forest effects on air quality and human health in the United States*, „Environmental Pollution”, nr 193, s. 119-129; <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2014.05.028>. [dostęp:10.11.2020]
- Ottosson J., Grahn P. (2005) *A comparison of leisure time spent in a garden with leisure time spent indoors: On measures of restoration in residents in geriatric care*, „Landscape Research”, nr 30, s. 23-55.
- Pretty J. (2004) *How nature contributes to mental and physical health*, „Spirituality & Health International”, nr 5(2), s. 68-78.
- Pretty J., Peacock J. Sellens M., Griffin M. (2005) *The mental and physical health outcomes of green exercise*, „International Journal of Environmental Health Research”, nr 15(5), s. 319-337.
- Pretty J., Peacock J., Hine R., Sellens M., South N., Griffin M. (2007) *Green exercise in the UK countryside: effects on health and psychological well-being*, „Journal of Environmental Planning and Management”, nr 50(2), s. 211-231.
- Rice J.S., Remy L.L. (1998) *Impact of horticultural therapy of psychosocial functioning among urban jail inmates*, „Journal of Offender Rehabilitation”, nr 26(3-4), s. 169-191.
- Roy S., Byrne J., Pickering C. (2012) *A systematic quantitative review of urban tree benefits, costs, and assessment methods across cities in different climatic zones*, „Urban Forestry and Urban Greening” nr 11(4), s. 351-363.
- Ruokolainen L., Fyhrquist N., Haahtela T. (2016) *The rich and the poor: environmental biodiversity protecting from allergy*, „Curr Opin Allergy Clin Immunol”, nr 16, s. 421-426.
- Ruokolainen L., Herten L., von, Fyhrquist N. i in. (2015) *Green areas around homes reduce atopic sensitization in children*, „Allergy”, nr 70, s. 195-202.
- Shibata S., Suzuki N. (2002) *Effects of the foliage plant on task performance and mood*, „Journal of Environmental Psychology”, nr 22, s. 265-272.
- Stark M.A. (2003) *Restoring attention in pregnancy*, „Clinical Nursing Research”, nr 12(3), s. 246-265.
- Sullivan W.C., Kuo F.E. (1996) *Do trees strengthen urban communities, reduce domestic violence?*, „Arborist News”, nr 5(2), s. 33-34.
- Taylor A.F., Kuo F.E., Sullivan W.C. (2002) *Views of nature and selfdiscipline: Evidence from inner city children*, „Journal of Environmental Psychology”, nr 22, s. 49-63.
- Tennessen C., Cimprich B. (1995) *Views to nature: Effects on attention*, „Journal of Environmental Psychology”, nr 15(1), s. 77-85.
- Ulrich R.S. (1983) *Aesthetic and affective response to natural environment*, [w:] Altman I, Wohlwill J.F. (red.), *Behavior and the Natural Environment*, Plenum New York, s. 85-125.

Ulrich R.S. (1984) *View through a window may influence recovery from surgery*, „Science”, nr 224, s. 420-421.

Ulrich R.S., Simons R., Losito B.D., Fiorito E., Miles M.A., Zelson M. (1991) *Stress recovery during exposure to natural and urban environments*, „Journal of Environmental Psychology”, nr 11, s. 201-230.

Vries S., de, Verheij R.A., Groenewegen P.P., Spreeuwenberg P. (2003) *Natural environments – healthy environments? An exploratory analysis of the relationship between greenspace and health*, „Environment and Planning”, nr 35(10), s. 1717-1731.

WHO (World Health Organization) (2011) *Global status report on noncommunicable diseases*; https://www.who.int/nmh/publications/ncd_report_full_en.pdf [dostęp: 28.11.2020].

VI. REDEFINICJA ZNACZENIA ZIELENI DLA ŚRODOWISKA MIEJSKIEGO: WSPÓŁCZESNE KONCEPCJE, IDEE, DOKUMENTY

*Agata Cieszevska
Barbara Szulczewska*

1. Wstęp

W rozdziale zostaną krótko scharakteryzowane ważne obecnie dokumenty, opracowane na szczeblu międzynarodowym (zwłaszcza przez Komisję Europejską UE) i krajowym, które m.in. wskazują zasadnicze kierunki działań w sferze zarządzania terenami zieleni miejskiej. Odwołują się one do współczesnych wyzwań, uzasadniają potrzebę troski o tereny zieleni, wskazują na możliwości finansowego i organizacyjnego wspomagania tych działań. Odniesiemy się także do kilku idei i koncepcji, które pojawiły się w ostatnich latach, a które w nieco innym – niż tradycyjnym – ujęciu regulują podejście do zarządzania, a w tym zwłaszcza do planowania i projektowania terenów zieleni.

2. Przesłanki do kształtowania terenów zieleni w miastach wynikające ze Strategii Europejskiego Zielonego Ładu

W grudniu 2019 roku Komisja Europejska przedstawiła nową strategię rozwoju UE, czyli Europejski Zielony Ład. Jest to zaproponowany pakiet strategii, który powinien umożliwić europejskim obywatelom i przedsiębiorstwom zrównoważoną transformację w taki sposób, aby Europa stała się do 2050 roku pierwszym neutralnym dla klimatu kontynentem. Proponowana zmiana podejścia w znacznym stopniu ma szansę wpłynąć na kształtowanie rozwoju miast także w aspekcie kształtowania miejskich terenów zieleni, a szerzej – zielonej infrastruktury miast.

W Komunikacie Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady Europejskiej, Rady Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów z dnia 11 grudnia 2019 roku przedstawiono wstępny plan działań w odpowiedzi na wyzwania związane z postępującymi zmianami klimatycznymi. Nowoczesna gospodarka w przyszłości ma mieć przede wszystkim charakter zasobooszczędny z założeniem osiągnięcia w roku 2050 zerowej emisji gazów cieplarnianych netto – co nie oznacza, że Europa nie będzie ich całkiem produkować, lecz suma działań przeciwdziałających nadmiernej emisji spowoduje jej drastyczne ograniczenie i w rezultacie neutralność w tym zakresie. A zatem kluczową kwestią jest w proponowanym pakiecie strategii transformacja gospodarowania środowiskiem w taki sposób, aby poprawić stan zdrowia i dobrostan obywateli UE, chroniąc ich przed negatywnymi skutkami i zagrożeniami związanymi ze zmianami klimatycznymi.

Przedstawiona polityka rozwoju obejmuje osiem głównych scharakteryzowanych poniżej strategii.

1. Bardziej ambitne cele klimatyczne na lata 2030 i 2050. Działania na rzecz neutralności klimatycznej 2050 wiążą się tu z nowym Europejskim Prawem o klimacie, zapewnieniem środków do realizacji tego celu, jak również powiązaniem wszystkich obszarów unijnej polityki, sektorów gospodarki i grup społecznych na rzecz osiągnięcia redukcji emisji i osiągnięcia neutralności klimatycznej.

2. Dostarczanie czystej środowiskowo, przystępnej cenowo i bezpiecznej energii. Chodzi o zapewnienie na poziomie krajowym czystej środowiskowo energii, co wiąże się na poziomie regionalnym (metropolitalnym, miejskim i lokalnym) z inteligentną integracją odnawialnych źródeł energii oraz wprowadzeniem środków w celu ochrony przed „ubóstwem energetycznym”, chodzi o programy finansowania m.in. renowacji budynków, co w konsekwencji przyczyni się do obniżenia rachunków za energię i jednocześnie wpłynie pozytywnie na środowisko. W tej strategii istotne jest także poszukiwanie nowych źródeł energii i miejsc związanych z produkowaniem nowej (bezpiecznej środowiskowo, odnawialnej) energii.

3. Zmobilizowanie sektora przemysłu na rzecz czystej gospodarki w obiegu zamkniętym (*circular economy*), aby materiały i surowce (a w rezultacie produkty) pozostawały w gospodarce tak długo, jak jest to możliwe, natomiast wytwarzanie odpadów powinno być jak najbardziej zminimalizowane. Istotną kwestią jest także bardziej efektywny recykling.

4. Budowanie i remontownie w sposób oszczędzający energię i zasoby. Na poziomie krajowym dotyczy to opracowania krajowych długoterminowych strategii renowacji, natomiast na poziomie regionalnym (metropolitalnym, miejskim i lokalnym) – Komisja proponuje wprowadzenie innowacyjnych instrumentów finansowych w celu przeprowadzenia większej liczby prac renowacyjnych na platformach skupiających oprócz sektora mieszkalnictwa i budownictwa samorządy terytorialne.

5. Przyspieszenie przejścia na zrównoważoną i inteligentną mobilność. Kluczową kwestią jest ograniczenie do 2050 roku emisji pochodzącej ze źródeł transportu. Na poziomie krajowym strategia ta będzie dotyczyła wsparcia transportu multimodalnego (wykorzystującego 2 lub więcej środków transportu podczas jednej podróży), natomiast na poziomie regionalnym (metropolitalnym, miejskim i lokalnym) – poprawy transportu publicznego w miastach oraz wzrostu publicznych stacji ładowania i tankowania bezemisyjnych i niskoemisyjnych pojazdów.

6. Od pola do stołu – stworzenie sprawiedliwego, zdrowego i przyjaznego środowisku systemu żywnościowego. Na poziomie krajowym działania te będą dotyczyły kształtowania wspólnej polityki rolnej, gdzie zakłada się, że 40% udziału budżetu UE będzie dotyczyło walki na rzecz zmian klimatu, podczas gdy na poziomie regionalnym (metropolitalnym, miejskim i lokalnym) chodzi o zachętę do produkcji i spożywania zdrowej żywności czy wreszcie skrócenie drogi „z pola na stół”, dla których kluczowe są strefy żywicielskie obszarów metropolitalnych (obejmujące tzw. zielone pierścienie), zwłaszcza względem produkcji warzyw i owoców (redukcja stosowania pestycydów, nawozów i antybiotyków w produkcji żywności).

7. Ochrona i odbudowa ekosystemów i bioróżnorodności. Tu podstawowe znaczenie będzie miała unijna strategia bioróżnorodności, która na poziomie kraju będzie odnosić się do stosownych polityk i aktów prawnych m.in. związanych ze zwiększeniem powierzchni obszarów chronionych. Na poziomie regionalnym (metropolitalnym, miejskim i lokalnym) oprócz wskazania cennych przyrodniczo obszarów (zgodnie z klasyfikacją sieci Natura 2000) strategia ta będzie skupiała się na poprawie stanu ekologicznego zdegradowanych ekosystemów m.in. związanych z degradującą dla środowiska eksploatacją węgla, a także odnosi się do ekologizacji europejskich miast i zwiększenia różnorodności biologicznej przestrzeni miejskich. W tym względzie podkreślono kwestię zwiększenia lesistości i odtwarzania zdegradowanych lasów, co dotyczy także miast i całych obszarów metropolitalnych.

8. Zerowy poziom emisji zanieczyszczeń na rzecz nietoksycznego środowiska. Na poziomie krajowym chodzi dostosowanie regulacji prawnych, natomiast na poziomie regionalnym (metropolitalnym, miejskim i lokalnym) Komisja wskazuje konieczność redukcji zanieczyszczeń z odpływów wody z terenów miejskich, proponując w tym względzie stosowne środki finansowe, a także wsparcie dla samorządów terytorialnych w celu osiągnięcia lepszego stanu powietrza

Dla obszarów miejskich, w tym kształtowania zieleni, szczególne znaczenie ma opublikowana 20 maja 2020 roku Unijna strategia na rzecz różnorodności biologicznej. Zawiera ona propozycje rozwiązań zmierzających do poprawy stanu komponentów biotycznych w krajobrazie. Poniżej omówiono te elementy strategii, które wiążą się z kształtowaniem terenów otwartych w miastach wraz z komentarzem dotyczącym istniejących w Polsce rozwiązań.

W omawianej strategii działaniem bezpośrednio skierowanym na ekosystemy miejskie jest wdrożenie idei intensywnego zazieleniania obszarów miejskich i podmiejskich. W strategii podkreślono wielofunkcyjność terenów zieleni dla kształtowania zdrowego środowiska miejskiego. Za kluczowe uznano zapewnienie miejsc do rekreacji i wypoczynku, tak istotne dla zdrowia psychicznego zwłaszcza w trudnych warunkach pandemii, gdy kontakt z przyrodą jest czasowo ograniczany. Zwrócono także uwagę na wiele innych, mniej oczywistych funkcji realizowanych przez tereny zieleni. Dotyczy to przede wszystkim funkcji środowiskotwórczych, jakie pełnią tereny otwarte w miastach takich, jak: ograniczanie zanieczyszczenia powietrza i zanieczyszczenia wody, redukcja hałasu, zapewnienie ochrony przed ekstremami klimatycznymi: powodzią, suszami oraz falami upałów, czyli szeregiem funkcji związanych z adaptacją do zmian klimatu (<https://oppla.eu/groups/enroute>). W strategii podkreślono konieczność zachowania terenów otwartych w miastach i zwrócenia większej uwagi na zasoby przyrodnicze ekosystemów miejskich zwłaszcza w procesie planowania przestrzennego.

Komisja proponuje, aby miasta liczące co najmniej 20 000 mieszkańców podjęły wyzwania opracowania planów zazieleniania obszarów miejskich do końca 2021 roku, uwzględniając bardzo różne formy zieleni od lasów miejskich, parków i ogrodów, miejskich gospodarstw rolnych, zielonych dachów, zielonych ścian oraz zielonych ulic po żywopłoty i łąki miejskie. Plany te powinny obejmować środki służące tworzeniu różnorodnych biologicznie i dostępnych lasów miejskich, parków i ogrodów; miejskich gospodarstw rolnych; zielonych dachów i ścian; ulic obsadzonych drzewami; łąk miejskich; żywopłotów miejskich. Realizacja takich planów powinna przyczynić się również do poprawy połączeń między terenami zieleni, wyeliminowania pestycydów i ograniczenia nadmiernego koszenia zielonych przestrzeni miejskich, a także stosowania innych praktyk szkodliwych dla różnorodności biologicznej. Pomoc w realizacji tych propozycji ma europejska platforma na rzecz zazieleniania miast w ramach Programu „Zielone Miasta” (EBRD Green Cities). Program ten ma celu wspieranie dużych miast w projektach sprzyjających zrównoważonemu rozwojowi.

Inne, wymienione poniżej, elementy strategii również można powiązać z kształtowaniem terenów otwartych w miastach.

1. Spójna sieć obszarów chronionych – idea poprawy powiązań przyrodniczych wynika z korzystniejszego dla ochrony różnorodności biologicznej struktury. Lepiej powiązane elementy sieci ekologicznej to zapewnienie dróg dla przemieszczania się organizmów. Poprawa sieci terenów chronionych wymaga utworzenia bądź poprawy funkcjonowania (drożności) korytarzy ekologicznych, czyli w konsekwencji układu systemu terenów chronionych który będzie tworzył realną sieć powiązań ekologicznych. Formy ochrony przyrody, zwłaszcza w miastach, stanowią zwykle izolowane obiekty, tak więc wsparcie techniczne i finansowe w tym zakresie wpłynie także na kondycję najcenniejszych przyrodniczo terenów miejskich. W Polsce utrzymanie sieci ekologicznych na obszarach miast jest tematem stosunkowo nowym, gdyż główne prace w tym zakresie skupiały się na powiązaniu terenów chronionych głównie w obszarach niezabudowanych i zwykle w skali krajowej lub regionalnej. Do takich rozwiązań należał Ekologiczny System Obszarów Chronionych (Gacka-Grzesikiewicz, Różycka 1977) a następnie sieć ECONET PL (Liro red. 1995). W pewnym zakresie lukę tę wypełniały zapisy dotyczące kształtowania korytarzy w ramach niektórych form ochrony przyrody jak obszarów chronionego krajobrazu i obszarów Natura 2000. W skali lokalnej – gminy, w tym gminy miejskiej czy miejsko-

wiejskiej, kształtowanie powiązań przyrodniczych można było określać przy wykorzystaniu zapisu w Rozporządzeniu dotyczącym opracowań ekofizjograficznych pkt.6. (Cieszewska, 2008).

2. Ograniczanie uszczelniania gleb, czyli pokrycia jej asfaltem lub innymi nawierzchniami nieprzepuszczalnymi, co w rezultacie prowadzi do utraty zasobów glebowych. Ochrona tych zasobów na terenach miejskich będzie elementem przyszłej strategii na rzecz zrównoważonego środowiska zabudowanego. Znaczenie zasobów glebowych w miastach przedstawiono w raporcie Europejskiej Agencji Środowiska (EEA Report, 2016) *Soil resource efficiency in urbanised areas* (Efektywne gospodarowanie zasobami gleb na terenach zurbanizowanych), gdzie zwrócono uwagę na powiązanie zachowania gleb w miastach z kształtowaniem zielono-błękitnej infrastruktury. W polskich miastach problem utraty zasobów glebowych wynika z braku odpowiednich regulacji chroniących gleby miejskie nawet te o najwyższym stopniu cenneści. Zmodyfikowana w 2008 roku ustawa o ochronie gruntów rolnych i leśnych spowodowała bowiem wyłączenie spod ochrony wszystkich gruntów rolnych zlokalizowanych w granicach miast. Co prawda jest możliwe identyfikowanie obszarów z glebami o wysokich klasach bonitacyjnych np. w opracowaniach ekofizjograficznych, jednak istotne jest aby w kolejnym ruchu to planiści zapisywali odmienne, chroniące zasoby glebowe ustalenia w dokumentach planistycznych, np. poprzez konieczność zachowania większych działek i proporcji powierzchni czynnych biologicznie.

3. Propozycja wdrożenia strategii leśnej UE ma w efekcie przyczynić się do zwiększenia udziału terenów zalesionych – planowane jest bowiem zasadzenie co najmniej 3 mld dodatkowych drzew w UE do 2030 roku. Co istotne, podkreślono że szczególnie ważne jest sadzenie drzew na terenach miejskich, gdzie mieszka najwięcej ludzi, a zagrożenia dla środowiska są znaczące. UE planuje wdrożenie nowej europejskiej platformy na rzecz zazieleniania miast, w tym w ramach programu LIFE. Problem ten jest szczególnie palący w polskich miastach, cechujących się wysokim zanieczyszczeniem powietrza, co przyczynia się do znacznie szybszej degradacji dojrzałych drzew. Inną kwestią dotkliwą dla miejskich drzew są zmiany klimatu, zwłaszcza wzrost ekstremów pogodowych, co przyczynia się nie tylko do zamierania istniejących drzew, ale także skutkuje trudniejszymi warunkami dla wprowadzania nowych nasadzeń.

4. Działaniem, co prawda nie bezpośrednio skierowanym do ekosystemów miejskich, ale możliwym do realizacji w miastach, jest idea odbudowy ekosystemów słodkowodnych. W wielu miastach rzeki, strumienie czy potoki płyną obecnie w przekształconych, często wyprostowanych i wybetonowanych korytach, co powoduje zbyt szybkie odprowadzanie wód opadowych i zmniejszenie zasobów wodnych na obszarach miast. Strategia zakłada, że do 2030 roku co najmniej 25 000 km rzek „odzyska” charakter rzek o swobodnym przepływie w wyniku usunięcia głównie przestarzałych barier i przywrócenia równin zalewowych i terenów podmokłych – z pewnością część z nich będzie dotyczyła terenów miejskich. Przykłady renaturyzacji koryt rzecznych już się w Polsce pojawiają. Dobrą praktyką jest tu przykład z Łodzi, gdzie rzece Sokołowce przywrócono meandrujący bieg, dolinę uzupełniono o szereg niewielkich zbiorników retencyjnych i ścieżek spacerowych dla mieszkańców. Szereg takich dobrych praktyk zawarto w przewodniku praktycznym *Temat rzeka* (Lange, Nissen, 2012).

5. Jeszcze jedną kwestią również pośrednio odnoszącą się do kształtowania terenów otwartych w miastach jest uwzględnienie w Strategii różnorodności biologicznej UE wdrażania programu czystej energii z priorytetowym traktowaniem czystych środowiskowo źródeł energii jak farmy paneli fotowoltaicznych, rozwiązania w zakresie zrównoważonej bioenergii, które mogą być również realizowane w miastach. Tereny otwarte mogłyby stanowić rezerwę nie pod tereny zabudowy, lecz pod miejsca lokalizacji źródeł czystej energii jak wspomniane farmy paneli fotowoltaicznych, ale także niewielkich osiedlowych biogazowni czy biogazowni rolniczych działających na rzecz zaopatrzenia

terenów miejskich w energię. Miastem wykorzystującym taką biogazownię rolniczą do potrzeb zaopatrzenia osiedli mieszkaniowych w energię jest Rawa Mazowiecka. Pozyskiwana energia zaspokaja 50% zapotrzebowania Zakładu Energetyki Ciepłej na ciepłą wodę, w rezultacie jedna z osiedlowych kotłowni mogła zostać wyłączona⁷.

3. Koncepcja zielonej infrastruktury jako podstawa rozwoju terenów zieleni w miastach

Wprowadzanie koncepcji zielonej infrastruktury jako podstawy sterowania rozwojem terenów pokrytych roślinnością i wodami w polskich miastach nie jest konieczne. W Polsce nie ma bowiem w tym względzie żadnych regulacji prawnych. Wydaje się jednak, że koncepcja ta warta jest rozważenia przy podejmowaniu strategicznych decyzji związanych z kształtowaniem terenów zieleni miejskiej.

W optyce włodarzy polskich miast „tereny zieleni” kojarzą się, na ogół, z parkami, zieleńcami, może jeszcze placami zabaw dla dzieci, alejami i promenadami i tzw. „zielenią osiedlową”, rzadziej – z lasami. Tymczasem w miastach występuje bardzo wiele innych terenów, pokrytych roślinnością i wodami, które pełnią ważne funkcje przyrodnicze, społeczne, a także gospodarcze. Identyfikacja tych terenów i ich funkcji wiąże zieloną infrastrukturę z koncepcją usług ekosystemowych, która to koncepcja wskazuje na potrzebę ustalenia i co ważniejsze – wyceny korzyści dostarczanych przez funkcjonujące ekosystemy (patrz podrozdział VI. 4)

Przejsięcie z zarządzania „terenami zieleni” do zarządzania „zieloną infrastrukturą” polega na wprowadzeniu w sferę zainteresowania władz miejskich wszystkich terenów dostarczających usług ekosystemowych, niezależnie od ich formalnej kwalifikacji, w ramach struktury funkcjonalno-przestrzennej miasta i prawa własności. Dzięki takiemu podejściu, przy odpowiednim zaprogramowaniu zagospodarowania tych terenów (patrz niżej), można oczekiwać zmnożenia się korzyści dostarczanych zarówno przez poszczególne tereny, jak i całą sieć zielonej infrastruktury. Korzyści te można rozpatrywać, zgodnie z koncepcją usług ekosystemowych, zarówno w sferze przyrodniczej, jak i społecznej oraz gospodarczej.

Z uwagi na to, że literatura poświęcona zielonej infrastrukturze obejmuje dziś już nie setki, ale tysiące pozycji, poniżej przedstawione zostały zasadnicze założenia koncepcji, uwzględniające zarówno jej główne przesłania, jak i niejednoznaczność, wynikającą z jej genezy, jak i ze sposobu interpretacji terminu.

Geneza koncepcji: koncepcja zielonej infrastruktury pojawiła się na przełomie XX i XXI wieku. Powstała w wyniku ewolucji uprzednio opracowanych, a w dużym stopniu także zrealizowanych koncepcji oraz związanych z nimi doświadczeń i obserwacji. Szczególną rolę w jej sformułowaniu miała koncepcja sieci ekologicznych, choć jak zauważa Mell (2016), rozwijała się ona, bazując na dorobku wielu dziedzin wiedzy, np. ekologii krajobrazu, geografii, planowania przestrzennego. Drugą ważną koncepcją, która – szczególnie w Stanach Zjednoczonych – sprzyjała powstaniu zielonej infrastruktury, była idea *greenways* (Little, 1990). Większe zróżnicowanie poglądów widoczne jest w przypadku ustalania genezy zielonej infrastruktury miasta. Tutaj również pojawiają się sieci ekologiczne i *greenways*, ale ponadto przywoływane są bardzo różne, czasami wcale nie oczywiste koncepcje i idee. Dość zrozumiałe jest to, że niektórzy autorzy odwołują się do Szmaragdowego Naszyjnika Fredericka Lawa Olmsteda, wskazując na walor wielofunkcyjności (powiązanie funkcji rekreacyjnej z ochroną przeciwpowodziową i gospodarowaniem wodami) oraz stworzenie sieci obszarów. Zwłaszcza rozwiązania „roślinno-

⁷ Źródło: <http://www.chronmyklimat.pl/projekty/biogazownia-przemyslany-wybor/wiadomosci/4/pol-miasta-korzysta-z-energii-z-biogazowni>.

techniczne”, sprzyjające zatrzymywaniu wody opadowej „na miejscu” (np. ogrody deszczowe), ale także pozwalające na spowolnienie jej spływu (np. zielone dachy), dały asumpt do rozwoju nurtu „hydrologicznego” zielonej infrastruktury.

Różne ujęcia i ich konsekwencje: w trakcie swej już ponad 25 lat historii koncepcja, a raczej należałoby powiedzieć – koncepcje zielonej infrastruktury podlegały ewolucji. Już u swoich początków nie były one jednoznaczne, a rozłożona w czasie interpretacja idei przez środowiska naukowe i przez praktyków w poszczególnych krajach niejednoznaczność tę pogłębiła. W literaturze przedmiotu można znaleźć dziesiątki definicji. Daje się wśród nich zidentyfikować kilka zasadniczych interpretacji, z których w przypadku miast szczególne znaczenie mają dwa ujęcia:

1. zintegrowane, w którym zielona infrastruktura definiowana jest jako zaplanowana struktura przestrzenna, pełniąca funkcje klimatyczne, hydrologiczne, biologiczne, ekologiczne, społeczne, którą tworzą powiązane przestrzennie i funkcjonalnie obszary pokryte roślinnością lub/ i wodami oraz struktury (np. zielone dachy);

2. hydrologiczno/techniczne, w którym zieloną infrastrukturę definiuje się jako rozwiązania wykorzystujące roślinność, wspomagające zagospodarowanie wód opadowych „na miejscu” lub towarzyszące infrastrukturze technicznej i budynkom (np. zielone torowiska, zielone ściany, zielone dachy).

Ta mnogość ujęć jest – co najmniej – niewygodna dla praktyki planistycznej. W opublikowanych poradnikach, dotyczących projektowania zielonej infrastruktury, stosowane są dwa rozwiązania. Pierwsze polega na zaproponowaniu konkretnego ujęcia i konkretnej definicji, drugie zaś wskazuje na potrzebę opracowania indywidualnego podejścia, uwarunkowanego z jednej strony zasobami przyrodniczymi i problemami miasta, a z drugiej celami i możliwościami władz miejskich. To drugie podejście wydaje się właściwsze, bo gwarantuje opracowanie koncepcji zielonej infrastruktury „uszytej na miarę” konkretnego miasta.

Zasady kształtowania zielonej infrastruktury: zasady kształtowania zielonej infrastruktury mówią najwięcej o istocie koncepcji. Przez 25 lat sporo się ich nazbierało, jednak za najważniejsze trzeba przyjąć następujące (Szulczewska, 2018):

1. zasadę wielofunkcyjności: przemyślane łączenie różnych funkcji, najogólniej określanych jako przyrodnicze, społeczne, a czasami także gospodarcze przy planowaniu zagospodarowania zarówno poszczególnych obiektów, jak i sieci zielonej infrastruktury;

2. zasada łączności (tworzenie sieci): wskazuje na konieczność tworzenia dwóch rodzajów „korytarzy”, służących przemieszczaniu się mas powietrza, wód i żywych organizmów (grzybów, roślin i zwierząt) oraz integrowanych z nimi dróg przemieszczania się ludzi, zwłaszcza w celach rekreacyjnych;

3. zasada wieloskalowości (*multi-scale approach*): tłumaczy potrzebę tworzenia sieci zielonej infrastruktury w różnych skalach przestrzennych (w przypadku miast, najczęściej na poziomie całego miasta, jego dzielnic, osiedli lub kwartałów zabudowy); sieci niższego rzędu funkcjonują dzięki „zasilaniu” przez sieci wyższego rzędu, a jednocześnie budują moc całego układu;

4. zasada opłacalności: polega na konieczności udowodnienia, że proponowane rozwiązania są tańsze i bardziej opłacalne niż tradycyjnie kształtowane tereny zieleni; zasada ta jest realizowana na dwa zasadnicze sposoby: po pierwsze, planowane zagospodarowanie obiektów musi minimalizować koszty ich utrzymania i pielęgnacji, a po drugie, może nawet ważniejsze, korzyści uzyskiwane w wyniku projektowania i użytkowania wielofunkcyjnych obiektów przewyższają te, których dostarczają tradycyjne tereny zieleni (ten argument rozwija koncepcja usług ekosystemowych – patrz dalej, podrozdział VI.4)

Rekomendacje Unii Europejskiej: po trwającym kilka lat okresie przyglądania się koncepcji zielonej infrastruktury, badania jej nurtów i ich ewolucji, a także identyfikowaniu stanu jej wdrożenia w krajach członkowskich Komisja Europejska zdecydowała się zająć oficjalne stanowisko w tej kwestii. Przedstawia je Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów. Zielona Infrastruktura (ZI) – zwiększanie kapitału. Komisja Europejska, Bruksela 6. 05. 2013.

Komunikat zwraca uwagę na następujące zagadnienia:

- 1) znaczenie zielonej infrastruktury w środowisku miejskim, gdzie wskazuje się zarówno na kwestie jej wpływu na jakość środowiska (jest źródłem korzyści związanych ze zdrowiem), ale także na korzyści społeczne (zwiększa poczucie wspólnoty, wzmacnia powiązania z dobrowolnymi działaniami prowadzonymi przez społeczeństwo obywatelskie, pomaga w eliminowaniu wykluczenia społecznego i izolacji); odrębnym podkreślanym wątkiem jest rola infrastruktury w adaptacji miast do skutków zmian klimatu;
- 2) zielona infrastruktura jako element łączący miasto i wieś; tu podkreślana jest także idea „rolnictwa miejskiego”, jego roli społecznej (ogrody działkowe, wspólnotowe) i produkcyjnej (produkcja żywności „na miejscu”, tworzenie miejsc pracy);
- 3) przeciwdziałanie zmianom klimatycznym i łagodzenie skutków zmian klimatu, nie tylko na obszarach zurbanizowanych;
- 4) znaczenie zielonej infrastruktury dla generowania miejsc pracy (np. rolnictwo);
- 5) rola zielonej infrastruktury w zmniejszaniu ryzyka związanego z klęskami żywiołowymi.

Od czasu opublikowania Komunikatu podejmowane są rozmaite działania na rzecz promowania koncepcji zielonej infrastruktury w krajach członkowskich. Nie bez znaczenia jest także i to, że w warunkach finansowania wielu przedsięwzięć wśród kryteriów wyboru projektów pojawia się obecność rozwiązań z zakresu zielonej infrastruktury.

4. Usługi ekosystemowe i możliwości ich wykorzystania w zarządzaniu terenami zieleni w miastach

Początki koncepcji usług ekosystemowych wiążą się z rozwojem dziedziny nauki nazywanej „ekonomią ekologiczną” (*ecological economics*), w tym z próbami wyceny wartości ekosystemów, podejmowanymi już w latach 60. i 70. ubiegłego wieku (de Grot i in., 2002). W bardzo już dziś obfitej literaturze, poświęconej usługom ekosystemów, jako przełomowe cytowane są opracowania Constanzy i in. (1997) oraz Dailly (1997). Obecnie koncepcja ta ze świata nauki przeszła do świata polityki, o czym świadczy m.in. zastosowanie tego terminu w Komunikacie Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów Bruksela (6 maja 2013 r.) dotyczącym zielonej infrastruktury i wyjaśnieniu korzyści, jakie spełnia zielona infrastruktura dla społeczeństwa.

Z licznych definicji usług ekosystemowych zostanie przytoczona jedna z najaktualniejszych, zawarta w opracowaniu Common International Classification of Ecosystem Services (CICES) V5.1 Guidance on the Application of the Revised Structure (Haines-Young, Potschin, 2018):

„Usługi ekosystemów: wkład, jaki wnoszą ekosystemy w dobrobyt człowieka; Wkład ten jest ujęty w kategoriach tego, » co ekosystemy robią« dla ludzi”. Definicja każdej usługi określa zarówno cele, jak i zastosowania, których ludzie upatrują w różnych rodzajach usług ekosystemowych i szczególnych cechach ekosystemu lub procesach, które je wspierają.

Jednym z istotnych zagadnień, związanych z koncepcją usług ekosystemów, jest ich identyfikacja i klasyfikacja. Jedną z pierwszych, która powstała w efekcie pracy specjalistów z całego świata, to klasyfikacja

opublikowana w *Millennium Ecosystem Assessment* (2005). Według niej usługi ekosystemów podzielić można na:

- **zaopatrzeniowe** (*provisioning*), dzięki którym uzyskujemy zasoby naturalne, odnawialne lub nieodnawialne, w szczególności surowce mineralne, produkty rolne pochodzenia roślinnego i zwierzęcego: żywnościowe, medyczne, ozdobne, biopaliwa, surowce włókniste, drewno lub surowce drzewne, rośliny dziko rosnące, dzika zwierzyna i ryby;
- **regulacyjne** (*regulating*), związane z funkcjami środowiska takimi, jak np. modyfikacja składu atmosfery (oczyszczanie powietrza i regulacja klimatu przez szatę roślinną), przeciwdziałanie zagrożeniom naturalnym (przeciwdziałanie powodziom, erozji gleby), regulacja biologiczna (zapobieganie rozprzestrzenianiu się chorób i szkodników);
- **wspomagające** (*supporting*), obejmujące procesy ekosystemowe niezbędne do realizacji wszystkich pozostałych usług, np. krążenia pierwiastków oraz wody i powietrza, podtrzymywania różnorodności biologicznej (genetycznej), tworzenia siedlisk glebowo-wodnych;
- **kulturowe** (*cultural*), zależące bezpośrednio od percepcji ekosystemów przez człowieka i wskazujące na wartości środowiska takie, jak: walory estetyczne krajobrazu, wartości rekreacyjne, zasoby o znaczeniu kulturowym, duchowym, walory dydaktyczne i naukowo-poznawcze.

Podobną klasyfikację, choć nieco bardziej uogólnioną i dostosowaną do warunków miejskich, proponuje TEEB (2006); klasyfikacja ta została potem zaktualizowana w 2011 roku. Obecnie najczęściej stosowana jest klasyfikacja według Common International Classification of Ecosystem Services (CICES) (Haines-Yong, Potschin, 2013). Miała ona już kilka „odsłon”, przy czym ostatnia wersja 5.1 ukazała się w 2018 roku (<https://cices.eu>).

Według tej klasyfikacji identyfikuje się następujące usługi:

- **zaopatrzeniowe** (*provisioning*) – żywność (biomasa, woda), materiały (biomasa, drewno, woda), energia (biomasa, energia mechaniczna);
- **regulujące i podtrzymujące** (*regulation and maintenance*) – pośrednictwo przy utylizowaniu odpadów, substancji toksycznych oraz innych uciążliwości (przez biotę, przez ekosystemy); regulowanie przepływów/przemieszczania się (mas ziemnych, płynów, gazów/powietrza); utrzymanie warunków fizycznych, chemicznych biologicznych (podtrzymanie cykli życiowych, ochrona siedlisk i puli genetycznej, kontrola występowania szkodników i chorób, utrzymanie właściwości gleb, utrzymanie właściwości wód, regulacja składu atmosfery i warunków klimatycznych);
- **kulturowe** (*cultural*) – fizyczna i intelektualna relacja z ekosystemami i krajobrazami (doświadczenie fizyczne, doświadczenie intelektualne; duchowe, symboliczne i inne relacje z ekosystemami i krajobrazami).

Koncepcja usług ekosystemów nie ogranicza się do ich identyfikacji. Jej zasadniczym przesłaniem jest potrzeba wartościowania i wyceny usług. To zaś generuje liczne problemy, nad którymi pracują rzesze ekonomistów i przyrodników na całym świecie. Nie sposób nie zauważyć, że omawiana tu koncepcja jest niezwykle ważna dla zarządzania – w szerokim rozumieniu tego słowa – zieloną infrastrukturą, a w tym – terenami zieleni. Są one bowiem niczym innym, jak układem mniej lub bardziej naturalnych ekosystemów.

Zastosowanie koncepcji usług ekosystemów do analizy zasobów terenów zieleni pozwala na:

- zidentyfikowanie wielorakich korzyści, które niesie ze sobą funkcjonowanie konkretnego obiektu; jest to ważne, ponieważ istotne bywa uświadomienie zarządom i mieszkańcom miast często niedostrzeganego na pierwszy rzut oka znaczenia tego obiektu;
- ewentualną wycenę monetarną tych korzyści, co jest zwykle najlepszym argumentem przy podejmowaniu decyzji, np. o ewentualnym zachowaniu, przekształceniu lub likwidacji tego obiektu.

W tabeli 1 przedstawiono próbę identyfikacji korzyści dostarczanych przez miejskie tereny zieleni, dla której punktem wyjścia była klasyfikacja usług ekosystemów.

Tabela 1. Identyfikacja korzyści i typów terenów zieleni, które ich dostarczają

Grupy usług ekosystemów (CICES 2017)	Interpretacja wg. Korzyści ZI (Komisja Europejska 2013b: 4-5)	Usługi możliwe do realizacji w warunkach miejskich	Typy terenów zieleni, które mogą dostarczać wymienionych korzyści
Usługi zaopatrzeniowe	wielofunkcyjne, odporne, rolnictwo i leśnictwo	zaopatrzenie w żywność, biomasę, zapylenie przez owady	rolnictwo miejskie, farmy edukacyjne, parki, ogrody działkowe, lasy miejskie
	inwestycje i zatrudnienie	zatrudnienie w rolnictwie i leśnictwie	ewentualnie w wymienionych typach rolnictwa miejskiego
Usługi kulturowe	turystyka i rekreacja	aktywności wypoczynkowe oraz turystyka	parki (w tym zabytkowe), lasy miejskie, farmy edukacyjne, ogrody działkowe, a także tzw. nieużytki
	edukacja	tereny zieleni jako miejsce edukacji przyrodniczej i poznawczej	farmy edukacyjne, tereny zieleni wyposażone w elementy edukacyjne, parki zabytkowe
	zdrowie i dobrostan	przebywanie na świeżym powietrzu sprzyjające zdrowiu fizycznemu i mentalnemu	parki, lasy miejskie, w mniejszym stopniu tereny zieleni o nieznacznych powierzchniach
Usługi regulujące i podtrzymujące	zwiększenie efektywności zasobów naturalnych	ochrona zasobów glebowych przed uszczelnieniem, ochrona zasobów wodnych (retencja), regeneracja powietrza, pochłanianie zanieczyszczeń, zapylenie przez owady	wszystkie typy terenów zieleni, zwłaszcza tych większych obszarowo, tj. powyżej 3000 m ²
	adaptacja i mitygacja do zmian klimatu	efekt chłodzący utrzymania terenów kontrastowych termicznie, możliwość uprawy roślin energetycznych, sekwestracja węgla	wszystkie typy terenów zieleni, zwłaszcza o powierzchni powyżej 3000 m ²
	gospodarowanie wodą	odnawianie się zasobów wodnych, spowolnienie odpływu i retencja wód opadowych, oczyszczanie wód (filtr dla zanieczyszczeń)	wszystkie typy terenów zieleni, zwłaszcza wyposażone w tzw. rozwiązania bazujące na naturze NBS (ogrody deszczowe, zbiorniki retencyjne etc.)
	gospodarowanie gruntami i glebą	ograniczenie erozji gleb, utrzymanie warstwy organicznej gleb, ograniczanie uszczelnienia	wszystkie typy terenów zieleni, zwłaszcza te pokrywające wrażliwe na

		gleb i gruntów, ochrona gruntów przed fragmentacją	procesy rzeźbotwórcze tereny (stoki, dna dolin rzecznych)
	ochrona przed zagrożeniami przyrodniczymi	redukcja zagrożenia powodziowego w wyniku retencji wód opadowych, kontrola procesów erozji, ograniczenie zbyt silnego wiatru	wszystkie typy terenów zieleni
Usługi siedliskowe	korzyści związane z ochroną przyrody	ochrona cennych gatunków i utrzymanie cennych siedlisk oraz dróg migracji	wszystkie typy terenów zieleni, zwłaszcza te najstarsze ekosystemy pokrywające oraz cenne siedliska, jak również miejsca bytowania rzadkich i cennych gatunków, a także linearne tworzące element sieci ekologicznej czy zielonych szlaków (<i>greenways</i>)
	zmniejszenie śladu węglowego	skrócenie łańcuch zaopatrzeniowego	lokalne gospodarstwa rolne na obrzeżach miast

Źródło: opracowanie własne

5. Włączenie terenów zieleni w realizację idei rolnictwa miejskiego

Rolnictwo miejskie to idea proponująca nowe spojrzenie na zagospodarowanie gruntów rolnych w mieście. Problematykę rolnictwa miejskiego scharakteryzowano w programie COST Action Urban Agriculture Europe (2013), gdzie określono też jego definicję. Pod pojęciem rolnictwo miejskie przyjmuje się „wszystkie osoby, społeczności, aktywności, miejsca i gospodarki, które skupiają się na produkcji biologicznej (plony, produkcja zwierzęca, produkcja biomasy dla energii) w kontekście przestrzennym, które zgodnie z lokalnymi poglądami i standardami, określane jest jako przestrzeń miejska” (UAE Cost Action, 2013). Popularność tej idei wzrosła w ostatnich latach wraz ze zwiększaniem się świadomości konsumentów żywności, w tym skrócenia drogi „od pola do stołu” czyli od producenta do konsumenta, i potrzebą redukcji śladu ekologicznego.

W ostatnich latach jednym z tematów coraz bardziej istotnych w kształtowaniu również polskich miast jest problem użytków rolnych. Tereny miast wbrew pozorom w znacznym stopniu zajmują obszary o charakterze rolniczym takie jak grunty orne, łąki i pastwiska oraz sady. W 18 największych miastach Polski średni udział użytków rolnych wynosi 32%, a w małych i średnich miastach jednego z województw – mazowieckiego wskaźnik ten wynosi nieco więcej – 37% (GUS Bank Danych Lokalnych, 2014). W mniejszych miastach udział ten jest bardzo zróżnicowany i w województwie mazowieckim są miasta gdzie użytki rolne stanowią przeszło 70% powierzchni, np. Garwolin (70%), Przasnysz (76%) czy Raciąż (76%) – dotyczy to miast małych, tzn. poniżej 20 000 mieszkańców. W tym samym województwie są miasta, gdzie użytki rolne stanowią niewielki udział – poniżej 10%, np. w Legionowie (6%), Podkowie Leśnej (3%) czy Zielonce (3%) – te ostatnie to przykłady tzw. miast ogrodów ze znaczącym udziałem lasów.

Obszary rolne zajmują zwykle przestrzenie zlokalizowane na obrzeżach miast, choć zdarza się, że tereny w uprawie sąsiadują bezpośrednio ze strefą zwartej zabudowy. Przez wiele lat tereny te traktowane były jako tzw. rezerwa budowlana, zakładano, że w ciągu kilkudziesięciu lat w dominującym stopniu ulegną

one transformacji w kierunku zabudowy głównie mieszkaniowej i usługowej (Szulczewska i in., 2012; Gałęcka -Drozda, Zachariasz, 2017). Zmiany te w miastach wojewódzkich prześledziła Harańczyk (2015), zwracając uwagę na sukcesywny spadek udziału terenów rolnych we wszystkich miastach wojewódzkich (od 1,1% do 7,6% punktu procentowego). Sytuację tę spotęgowała zmiana w ustawie o ochronie gruntów rolnych i leśnych wyłączająca spod ochrony grunty rolne zlokalizowane w granicach miast. W konsekwencji od wielu lat obserwuje się proces zaniechania prowadzenia gospodarki rolnej na tych terenach (Gałęcka -Drozda, Zachariasz, 2017), na co wyraźnie wskazują także dane GUS (Bank Danych Lokalnych, 2014). Grunty rolne stały się nieproduktywnym, niechcianym elementem polskich miast.

Konieczność wykonania w studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego gminy (suikzp) bilansu terenów przeznaczonych pod zabudowę i większej dyscypliny w dostosowaniu do prognozy demograficznej spowodowała rewizję poglądów odnośnie do gruntów rolnych (zmiana ustawy o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym dokonana w 2015). Przyczyniły się do tego także niekorzystne prognozy demograficzne dla większości miast – polskie miasta raczej się zwijają lub ich liczba ludności nie zmienia się (Śleszyński, 2014), stąd perspektywa szybkiego przekształcenia terenów rolnych w miastach wymaga bardziej realistycznego spojrzenia. W rezultacie problem zachowania lub przekształcenia terenów uprawnych w miastach nie jest taki oczywisty, zwłaszcza że problem kryzysu środowiskowego, w tym konieczność adaptacji do zmian klimatu, wymaga zwiększenia nacisku na ochronę terenów otwartych w miastach. Tereny rolne pełnią bowiem szereg dodatkowych funkcji oprócz produkcji żywności. Do najważniejszych funkcji jakie pełnią grunty rolne w miastach należą (Szulczewska i in., 2012):

1. funkcje środowiskotwórcze, w tym: ochrona zasobów glebowych, sprzyjanie obniżaniu temperatury powietrza, redukcja hałasu, zwiększenie bioróżnorodności;
2. funkcje społeczne, w tym zachowanie miejsc pracy zwłaszcza dla niżej uposażonych grup społecznych, podtrzymanie obszarów o specyficznych cechach krajobrazowych istotnych dla kształtowania tożsamości miejsca, np. tradycyjnych form zagospodarowania;
3. funkcje ekonomiczne – pozyskiwanie dochodów bezpośrednio z produkcji rolnej.

Formy rolnictwa miejskiego można w zależności od rodzaju i stopnia intensywności produkcji podzielić na: rolnictwo produkcyjne skupione na produkcji żywności i innych intensywnych upraw, rolnictwo prospołeczne związane z nastawieniem nie tyle na funkcje produkcji żywności, ile na różnorodne funkcje sprzyjające różnym formom integracji społecznej – edukacji, resocjalizacji, przeciwstawienia się wykluczeniu społecznemu, tworzeniu więzi sąsiedzkich, oraz ogrodnictwo miejskie związane z produkcją na potrzeby indywidualne – dostarczaniem żywności (m.in. ogrody działkowe), jak i realizacją innych funkcji m.in. wypoczynkowych.

W tabeli 2 przedstawiono zestawienie wymienionych głównych typów rolnictwa i ogrodnictwa miejskiego wraz z przykładowymi formami oraz lokalizacją względem granic miasta.

Tabela 2. Rolnictwo miejskie: typy, formy, lokalizacja

Typy rolnictwa miejskiego	Główna funkcja	Przykładowe formy rolnictwa miejskiego	Lokalizacja
Rolnictwo produkcyjne – intensywne	gospodarcza: pozyskiwanie dochodów z gruntów ornych	uprawy zbóż i upraw okopowych, uprawy roślin ozdobnych, uprawy roślin energetycznych (wierzba, topinambur)	rozległe obszary gruntów ornych zwykle na obrzeżach miast >5ha, ale także małe farmy miejskie ok. 1-2 ha

		hodowla pszczół	wykorzystywanie jako pożytki tereny zieleni miejskiej
Rolnictwo prospołeczne – ekstensywne	społeczna: edukacja, resocjalizacja, przeciwstawianie się wykluczeniu społecznemu, tworzenie więzi społecznych (np. sąsiedzkich)	farmy/gospodarstwa edukacyjne i/lub resocjalizacyjne, uprawy w parkach miejskich, ogrody społecznościowe	niewielkie przestrzenie w sąsiedztwie terenów zwartej zabudowy – 1-5 ha
		mikrohodowla zwierząt gospodarczych – kilka/kilkanaście zwierząt	
Ogrodnictwo miejskie – ekstensywne (lokalnie intensywne)	społeczna: związane z produkcją na potrzeby indywidualne zarówno związane z dostarczaniem żywności (m.in. ogrody działkowe) jak i realizacją innych funkcji m.in. wypoczynkowych	ogrody przydomowe, ogrody działkowe, uprawy na balkonie, uprawy dachu,	niewielkie przestrzenie w terenach zabudowy jednorodzinnej i/lub ogrody działkowe zwykle 300-500 m ² w kompleksach powierzchnie do 20ha ha w sąsiedztwie terenów zwartej zabudowy
		hodowla zwierząt gospodarczych na własne potrzeby, głównie kur	

Źródło: opracowanie własne

Nowym podejściem w traktowaniu terenów rolnych w miastach jest wskazanie korzyści, jakie mieszkańcy miast czerpią z gruntów rolnych lub, innymi słowy, jakie korzyści ekosystemy wykorzystywane rolniczo w mieście przynoszą dla mieszkańców tych miast. Są to przede wszystkim korzyści wynikające z bezpośredniego zaopatrywania mieszkańców miast w żywność – istotne dla zachowania bezpieczeństwa żywnościowego, wspomniane skrócenie drogi od producenta do konsumenta i dostosowanie do lokalnych potrzeb, np. podtrzymanie produkcji wyrobów tradycyjnych dla regionu lub dostarczanie lokalnie wytwarzanych produktów rolnych do miejskich restauracji, barów lub targów żywnościowych (tzw. targów zdrowej żywności czy targów śniadaniowych).

Kolejna grupa korzyści związana jest z kształtowaniem środowiska przyrodniczego – przede wszystkim poprzez zachowanie terenów otwartych – kontrastowych termicznie względem obszarów zabudowy i zmniejszenie wyspy ciepła, a w konsekwencji poprawa warunków klimatycznych i wymiany powietrza w mieście. Kwestia ta jest kluczowa w perspektywie adaptacji do postępujących zmian klimatu. Nie bez znaczenia jest poprzez podtrzymanie funkcji rolniczej ochrona cennych zasobów glebowych, które obecnie nie są już chronione przed zmianą przeznaczenia gruntów w granicach miast, zaś wkraczanie zabudowy i terenów pokrytych nawierzchniami nieprzepuszczalnymi bezpowrotnie zasób ten niszczy. Coraz częściej podkreśla się także znaczenie terenów rolnych w miastach dla zachowania funkcji ekologicznych, w tym różnorodności biologicznej, ale dotyczy to takich form rolnictwa, które nie są zbyt intensywne. Generalnie intensywne formy rolnictwa mogą powodować negatywne skutki dla mieszkańców miast. Związane jest to z użyciem środków ochrony roślin, w tym pestycydów, oraz prowadzonych oprysków. Tereny rolne, które mogą pełnić istotne funkcje ekologiczne, to obszary produkcji prowadzonej w określony sposób. Chodzi tu o zachowanie proekologicznej struktury upraw, czyli terenów z zadrzewieniami śródpolnymi zapewniającymi migrację gatunków oraz tradycyjnego układu pól z miedzami, gdzie rozplanowanie użytków rolnych stanowi nie tyle rozległe obszary produkcyjne, ile mozaikę z terenami użytków zielonych (łąki, pastwiska) oraz niewielkimi kompleksami

leśnymi. Istotne pod względem ochrony środowiska przyrodniczego może być także lokalne zachowanie terenów rolnych na obszarach o ograniczeniach ekofizjograficznych jak tereny zalewowe czy tereny położone w strefach podwyższonego hałasu, a nawet w strefach ograniczonego oddziaływania.

Nie dostrzeganą przez długi czas rolą terenów rolnych w mieście są funkcje prospołeczne, sprzyjające większej integracji mieszkańców, a także umożliwiające wprowadzanie korzystnych procesów ograniczających wykluczenie społeczne, np. poprzez włączenie biedniejszych grup społeczeństwa czy wręcz bezdomnych do wspólnych prac na farmach miejskich, ale także eliminacja problemów związanych z samotnością, zwłaszcza osób starszych, niepełnosprawnych czy z problemami psychicznymi. Tereny rolne mogą być wykorzystywane jako forma terapii zajęciowej lub w szczególnych przypadkach resocjalizacji.

Funkcja kulturowa to także edukacja – ogrodnictwo miejskie może być wprowadzane do ogrodów przyszkolnych i przedszkolnych – nawet w niewielkich formach jako kilka wyniesionych grządek, co pozwoli zapoznać się miejskim dzieciom z roślinami, które są w ich codziennym menu, a nie są znane w formie uprawy.

Istotną funkcją, jaką w przestrzeni miejskiej pełnią tereny rolne, jest funkcja rekreacyjna. W polskich miastach ogrody działkowe są tradycyjnym elementem krajobrazu, podobną funkcję pełnią ogrody przydomowe, a także coraz częściej modne obecnie ogrody społecznościowe. Ogrody społecznościowe czy wspólnotowe nie mają przestrzeni prywatnych, lecz są uprawiane przez grupę mieszkańców, np. sąsiedzką lub związaną z ośrodkiem edukacyjnym takim jak dom kultury.

Funkcje rekreacyjne to również postrzeganie terenów rolnych podobnie jak innych terenów otwartych, gdzie może być realizowana aktywność fizyczna. Przez tereny rolne przebiegają bowiem szlaki turystyczne, trasy spacerowe lub ścieżki rowerowe. Wśród takich przestrzeni mogą być lokalizowane miejsca aktywności fizycznej, np. siłownie czy boiska.

Oprócz tradycyjnych form rolnictwa czy ogrodnictwa rolnictwo miejskie cechuje się występowaniem nowych form związanych głównie ze zwiększeniem roli, jakie tereny te pełnią dla mieszkańców miast. Przykładem takiego rozwiązania są instalacje artystyczne wykorzystujące formę rolnictwa jako czasowe zagospodarowanie przestrzeni. W 2014 roku Mediolanie na terenie dawnej farmy (dziś w obrębie nowoczesnego centrum jednej dzielnicy miasta) na niezagospodarowanym obszarze 5 ha artystka Agnes Denes zaproponowała uprawę pszenicy. Rozległe pole pszenicy fizjonomicznie silnie kontrastowało z otaczającymi je wieżowcami, ale dla mieszkańców i odwiedzających wytyczono w jego obrębie trasy spacerowe oraz zorganizowano szereg imprez związanych z obserwowaniem sezonowych zmian w tej przestrzeni. Z jednej strony było to chwilowe (sezon) zagospodarowanie terenu, z drugiej nawiązywało do historii tego miejsca, co wyjaśniały tablice informacyjne.

Innym nowym rozwiązaniem są tzw. parki jadalne, czyli parki, gdzie wprowadzane są rośliny uprawowe, np. drzewa i krzewy owocowe, dostępne bezpłatnie dla mieszkańców miasta. Kolejnym ciekawym przykładem wykorzystania terenów rolnych do funkcji społecznych są farmy miejskie. Mogą mieć one charakter edukacyjny z minizoo i ogrodem społecznościowym. Farmy takie znajdują się w niemal każdej dzielnicy Berlina, a także innych niemieckich miastach i służą młodszemu dzieciom, a także osobom starszym jako miejsca wypoczynku. Jeszcze innym przykładem jest farma miejska służąca resocjalizacji. W takiej farmie w Brukseli kilku podopiecznych po wyjściu z więzienia znajduje roczne lub dwuletnie zatrudnienie przy produkcji żywności ekologicznej, zaś pracownicy socjalni wspomagają dystrybucję wytworzonych produktów rolnych poprzez sklep internetowy.

Przedstawione nowe formy rolnictwa miejskiego, a także nowe funkcje, jakie tereny rolne mogą pełnić, pozwalają dostrzec szansę na przywrócenie znaczenia gruntom rolnym w miastach i to zarówno istniejącym gospodarstwom rolnym, jak i nieużytkowanym obecnie terenom porolnym.

6. Miejskie plany adaptacji do zmian klimatu

Zmiany klimatu obserwowane od kilkudziesięciu lat przyczyniły się do pogorszenia jakości życia w miastach i powstania nowych zagrożeń związanych z działalnością człowieka.

W 2011 roku ukazał się *Przewodnik do adaptacji miast do zmian klimatu* przygotowany pod egidą Banku Światowego. Wskazywał on, że właśnie miasta z uwagi na swoją specyfikę (m.in. gęstość zaludnienia, udział terenów zabudowanych) są szczególnie podatne na zmiany klimatu. W dokumencie podkreślono także konieczność budowania długoterminowej odporności (*resilience*) przy dostosowaniu do lokalnych warunków środowiska i zagospodarowania. Tu także zdefiniowano, że miasto odporne na zmiany klimatu – zwane miastem rezylientnym (*resilient city*), oznacza takie miasto, które będzie w stanie skutecznie i szybko reagować na zachodzące zmiany klimatu, ograniczając skutki obecne i przygotowując się na skutki przyszłe tych zmian. Metody tego dostosowania się do zmieniających się warunków zostały tu wskazane jako wdrażanie narzędzi polityki i planowania przestrzennego, natomiast sam proces dostosowawczy nazywa się adaptacją do zmian klimatu. Strategia adaptacyjna według Komisji Europejskiej oznacza zatem przewidywanie niekorzystnych skutków zmiany klimatu i podejmowanie odpowiednich działań w celu zapobieżenia szkodom, jakie mogą one wyrządzić, lub zminimalizowania ich, lub wykorzystania szans, które mogą się pojawić. Jednocześnie uznano, że dobrze zaplanowane, wczesne działania adaptacyjne oszczędzają finanse i zapewniają wyższą jakość życia (Komisja https://ec.europa.eu/clima/policies/adaptation_en).

Omawiając proces wdrożenia działań adaptacyjnych w mieście, konieczne jest wyjaśnienie trzech pojęć: wrażliwości na zmiany klimatu, podatności na zmiany klimatu i wreszcie odporności na zmiany klimatu.

Wrażliwość miasta na zmiany klimatu określa, w jaki sposób podlega ono wpływom zmian klimatycznych, i zależy od wielu cech: demograficznych, infrastruktury technicznej, struktury przestrzennej, w tym udziału terenów biologicznie czynnych.

Podatność miasta na zmiany klimatu łączy jego wrażliwość na zmiany klimatu, obecne przygotowanie na te zmiany uwzględniające nie tylko infrastrukturę, ale także środki finansowe i wiedzę, czyli tzw. potencjał adaptacyjny.

Odporność miasta będzie natomiast uzależniona nie tylko od podatności, ale i od sprawnej umiejętności dostosowania się do nadchodzących zmian.

Zdolność adaptacyjna jest natomiast związana z określeniem możliwości, zasobów i instytucji kraju lub regionu w celu wdrożenia skutecznych środków dostosowawczych (IPCC, 2007).

Konieczne jest tu wyjaśnienie, że każde miasto cechuje się inną ekspozycją, wrażliwością, podatnością na zmiany klimatu i zdolnością adaptacyjną. Będzie to zależało od położenia geograficznego i struktury przestrzennej miasta. Przy czym nie chodzi tu tylko o proporcje terenów zabudowanych do terenów otwartych, ale i ich zróżnicowanie wewnętrzne. Z pewnością miasta z większym udziałem terenów intensywnie zabudowanych lub w większym stopniu uszczelnionej powierzchni terenu inaczej będą odpowiadały na zmiany klimatu (zwiększenie ekstremów pogodowych, w tym występowania: suszy, intensywnych opadów, silnego wiatru czy powodzi), niż miasta z dużym udziałem terenów biologicznie czynnych. Jednak to rozmieszczenie terenów otwartych i stopień uszczelnienia terenów zabudowy zwartej będzie determinował skutki występowania tych ekstremalnych zjawisk klimatycznych.

Również lokalne warunki przyrodnicze jak występowanie wód powierzchniowych (cieków, zbiorników) i ukształtowanie terenu będą wpływały na generowanie zagrożeń dla funkcjonowania miasta. W rezultacie nawet niewielkie miasto, ale ze zwartą zabudową i małą rzeką w wąskiej dolinie będzie bardziej podlegało silnym skutkom ekstremalnych zjawisk pogodowych, proces ten będzie narastał wraz z urozmaiconym ukształtowaniem terenu i zwiększeniem odpływu powierzchniowego. Natomiast miasto o podobnej wielkości, jednak z szerszą doliną rzeczną i z mniejszym uszczelnieniem powierzchni terenu będzie znacznie lepiej odpowiadać na zagrożenia związane ze zmianami klimatu. Sytuację komplikują inne

czynniki decydujące o wrażliwości miasta na zmiany klimatu jak wspomniane wcześniej cechy demograficzne (udział starszych osób w populacji) czy dostosowanie infrastruktury technicznej (jej parametry oraz rozmieszczenie).

Przygotowaniu się miast do zmian klimatu służą plany adaptacji do zmian klimatu. Są to dokumenty strategiczne, których celem jest wieloaspektowe przygotowanie miasta do nadchodzących zmian, przygotowanie nie tylko od strony technicznej i przestrzennej, ale także od strony społecznej (realizacja potrzeb społeczności lokalnej).

Plany adaptacji do zmian klimatu pojawiły się jako odpowiedź na porozumienie paryskie podpisane podczas konferencji klimatycznej w Paryżu (COP21) w grudniu 2015 roku. Przystąpiło do niego niemal 190 krajów, a jednym z głównych postulatów związanych z koniecznością łagodzenia zmian klimatu było zwrócenie uwagi na szczególną rolę miast w tym działaniu, zwłaszcza poprzez budowanie odporności na niekorzystne skutki zmian klimatu i zmniejszania podatności na zagrożenia związane ze zmianami klimatu. Jednym z rozwiązań są właśnie miejskie plany adaptacji (MPA) do zmian klimatu. W Polsce dokumenty te pojawiły się wraz z projektem „Wczujmy się w klimat”, w którym dla 44 miast, na podstawie porozumień zawartych z Ministerstwem Środowiska sporządzono w latach 2016-2018 miejskie plany adaptacji. Do programu zakwalifikowano duże miasta liczące powyżej 100 000 mieszkańców oraz kilka mniejszych (Mysłowice, Sopot i Czeladź). Szczegóły projektu realizowanego przez Instytut Ochrony Środowiska, IMGW, Instytut Ekologii Terenów Uprzemysłowionych oraz Deloitte i Arcadis przedstawiono na portalu projektu (<http://44mpa.pl/partnerzy-projektu>). Odrębnie realizowano Plan Adaptacji do zmian klimatu dla Warszawy (AdaptCity) <https://www.pine.org.pl/adaptcity>) zrealizowany przez Instytut na Rzecz Ekorozwoju.

MPA obejmują następujące zagadnienia:

1. charakterystykę miasta;
2. etap diagnozy, w tym:
 - główne zagrożenia wynikające ze zmian klimatu,
 - wrażliwość miasta na zmiany klimatu
 - potencjał adaptacyjny miasta,
 - ryzyko i szanse wynikające ze zmian klimatu;
3. etap proponowanych rozwiązań adaptacyjnych, w tym:
 - wizja adaptacji i cele MPA,
 - działania adaptacyjne,
 - wdrażanie MPA, w tym źródła finansowania , harmonogram oraz monitoring jego realizacji.

Część najistotniejszą MPA stanowią działania techniczne, organizacyjne i edukacyjno-promocyjne. Działania te obejmują bardzo szerokie spektrum polityk miejskich. Obok ochrony środowiska i kształtowaniem przestrzeni związanej bezpośrednio adaptacją do zmian klimatu składają się na nie gospodarowanie zasobami wodnymi, system infrastruktury technicznej, zaopatrzenia w energię, system transportu, system ostrzegania i informowania o zagrożeniach i wiele innych, w tym opiekę zdrowotną. Zestawienie sektorów polityki miejskiej najbardziej zagrożonych zmianami klimatu w relacji do polityk miejskich przedstawia tabela 3.

Tabela 3. Wpływ zagrożeń zmian klimatu na sektory polityki miejskiej.

Sektory polityki miejskiej najbardziej zagrożone na zmiany klimatu wg Plany adaptacji do zmian klimatu 44 miast Polski Publikacja podsumowująca (2018)	Polityki Miejskie
• gospodarka wodno-ściekowa • zdrowie publiczne • transport • energetyka • gospodarka przestrzenna	• kształtowanie przestrzeni • partycypacja publiczna • transport i mobilność miejska; • niskoemisyjność i efektywność energetyczna • rewitalizacja • polityka inwestycyjna • rozwój gospodarczy • ochrona środowiska i adaptacja do zmian klimatu • demografia • zarządzanie obszarami miejskimi

Źródło: opracowanie własne

Wśród działań związanych z terenami zieleni w miastach wskazano przede wszystkim:

- budowę i rozwój systemu zielono-błękitnej infrastruktury,
- ochronę i rozbudowę obszarów generowania świeżego/chłodnego powietrza, korytarzy wentylacji na obszarach miejskich,
- zwiększenie udziału powierzchni biologicznie czynnej poprzez ograniczanie powierzchni nieprzepuszczalnych w mieście lub ich rozszczelnienie.

Również w części diagnostycznej wskazywano tereny zieleni jako obszary szczególnie podatne na zagrożenia zmianami klimatu, m.in. wzrost zagrożenia dla zieleni miejskiej i zwierząt żyjących w mieście, wzrost ryzyka uszkodzenia drzewostanów w mieście i pożarów lasów czy utrata gatunków i siedlisk, w szczególności siedlisk wodnych i zależnych od wód oraz nadmorskich.

Planom towarzyszą katalogi dobrych praktyk, gdzie do najciekawszych należą takie przewodniki przygotowane dla Bydgoszczy, obejmujące m.in. wytyczne i rozwiązania szczegółowe (<http://www.mwik.bydgoszcz.pl/index.php/component/attachments/download/445>) czy Wrocławia (<http://zielonainfrastruktura.pl/wroclaw-katalog-dobrych-praktyk-cz-ii-zasady-zrownowazonego-gospodarowania-wodami-opadowymi-na-obszarze-zabudowanym>). Dogodnym źródłem informacji jest także przygotowany przez Ministerstwo Środowiska *Podręcznik adaptacji dla miast – Wytyczne do przygotowania Miejskiego Planu Adaptacji do zmian klimatu* obejmujący elementy składające się na miejski plan adaptacji do zmian klimatu i zasady postępowania przy jego opracowaniu.

Zakończenie

Przedstawione wyżej idee i dokumenty wskazują na to, że zarówno przyrodnicze, jak i społeczne oraz gospodarcze znaczenie terenów pokrytych roślinnością, w tym terenów zieleni w miastach, jest obecnie coraz mocniej dostrzegane. Sprzyja temu wiedza zgromadzona w trakcie wieloletnich badań, prowadzonych przez naukowców na całym świecie, oraz zmiany dokonujące w świadomości mieszkańców miast i w świadomości polityków.

Głównym wyzwaniem stojącym przed władzami miast, ale po części także ich mieszkańcami jest umiejętne wykorzystanie synergicznych korzyści płynących z odpowiedniego sterowania rozwojem terenów zieleni.

Literatura

- Cieszewska A. (2008) *Zachowanie terenów cennych przyrodniczo w kształtowaniu struktury krajobrazu na poziomie miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego*, „Problemy Ekologii Krajobrazu”, t. XXI, s. 239-251.
- Costanza R., Arge R., d', Groot R., de, Farberk S., Grasso M., Hannon B., Limburg K., Naeem S., Robert V. O'Neill R. V., Paruelo J., Raskin R.G., Sutton P., Belt M., van den (1997) *The Value of the World's Ecosystem Services and Natural Capital*, „Nature”, nr 387(6630), s. 253-260.
- Daily G. (red.) (1997) *Nature's Services: Societal Dependence on Natural Ecosystems*, Island Press, Washington.
- EEA Report 2016, Soil resource efficiency in urbanized areas, Analytical framework and implications for governance, Pobrane z: Raport no 7/2016; <https://www.teraz-srodowisko.pl/media/pdf/aktualnosci/2181-Soil-resource-efficiency.pdf> [dostęp 10.11. 2020].
- Gacka-Grzesikiewicz E., Różycka W., 1977, Obszary chronione a przestrzenna struktura aglomeracji. IKŚ, Warszawa
- Gałęcka -Drozda A., Zachariasz A. (2017) *Tereny postagrarne w największych miastach Polski*, Prace Komisji Krajobrazu Kulturowego, nr 38, s. 57-70.
- Grot R.S., de, Wilson M.A., Boumans R.M.J. (2002) *A Typology for Classification, Description and Valuation of Ecosystem Functions, Goods and Services*, „Ecological Economics”, nr 41, s. 393-408.
- GUS (2014) *Powierzchnia i ludność w przekroju terytorialnym w 2014 r.*, Warszawa.
- Haines-Young R., Potschin M. (2018) *Common International Classification of Ecosystem Services (CICES) V5.1 Guidance on the Application of the Revised Structure*; <https://cices.eu/content/uploads/sites/8/2018/01/Guidance-V51-01012018.pdf> [dostęp: 20.10.2018].
- Harańczyk A. (2015) *Przemiany w użytkowaniu gruntów w miastach wojewódzkich w latach 2010 i 2014*, „Studia miejskie”, t. 18, s. 131-146.
- Lange K., Nissen S., (red.) (2012) *Temat Rzeki – rewitalizacja rzek miejskich. Przewodnik praktyczny*, REURIS Project, Bydgoszcz.
- Liro A. (red.), 1995, *Koncepcja krajowej sieci ekologicznej ECONET-POLSKA*. Fundacja IUCN Poland, Warszawa
- Little Ch.E. (1990) *Greenways for America*, The Johns Hopkins University Press, Baltimore– London.
- Lohrberg F., Lička L., Timpe A. (red.) (2015) *Urban Agriculture Europe*, Jovis Verlag GmbH.
- Kronenberg J. (bez daty) *Usługi ekosystemów w miastach*; http://www.sendzimir.org.pl/images/zrz_3_pl/01_uslugi_ekosystemow_w_miastach.pdf [dostęp: 20.11.2020].
- Mell I.C. (2016) *Global Green Infrastructure. Lessons for successful policy-making, investment and management*, Routledge, Taylor & Francis Group, London–New York.
- Guidance on the Application of the Revised Structure*, Fabis Consulting Ltd. The Paddocks, Chestnut Lane, Barton in Fabis, Nottingham.
- Millennium Ecosystem Assessment (2005), *Ecosystems and Human well-being: synthesis*, MEA, Island Press.
- Solon J., Roo-Zielińska E., Affek A., Kowalska A., Kruczkowska B., Wolski J., Degorski M., Grabińska B., Kołaczowska E., Regulska E., Zawiska I. (2017) *Świadczenia ekosystemowe w krajobrazie młodogłacjalnym. Ocena potencjału i wykorzystania*, IGiPZ PAN, Wydawnictwo Akademickie SEDNO.
- Szulczewska B., Bruszeńska K., Cieszewska A., Giedych R., Maksymiuk G., Pirowski A. (2012) *Rolnictwo miejskie – niechciane dziedzictwo czy szansa na nową jakość krajobrazu*, „Problemy Ekologii Krajobrazu”, t. 32, s. 79-88.
- Szulczewska B. (2018) *Zielona infrastruktura – czy koniec historii?*, Studia Komitetu Przestrzennego Zagospodarowania Kraju PAN, t. 189, Warszawa.
- Śleszyński P. (2014) *W sprawie prognozy demograficznej i jej niektórych skutków*, [w] Strzelecki Z., Kowalczyk E., (red.), *Przemiany ludności w Polsce. Przyszłość demograficzna*, Konferencja Jubileuszowa Rządowej Rady Ludnościowej, Zakład Wydawnictw Statystycznych, Warszawa, s. 152-156.

