

Karolina Olenia Szumigala¹, Mieczysław Kozaczko²,
Paweł Piotr Szumigala³

¹ Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, Wydział Rolnictwa Ogrodnictwa i Bioinżynierii,
Katedra Terenów Zieleni i Architektury Krajobrazu

karolina.szumigala@gmail.com,  <https://orcid.org/0000-0003-1935-7491>

² Politechnika Poznańska, Wydział Architektury, Instytut Architektury Urbanistyki
i Ochrony Dziedzictwa

mieczyslaw.kozaczko@put.poznan.pl,  <https://orcid.org/0000-0003-1252-8796>

³ Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, Wydział Rolnictwa Ogrodnictwa i Bioinżynierii,
Katedra Terenów Zieleni i Architektury Krajobrazu

pawel.szumigala@up.poznan.pl,  <https://orcid.org/0000-0001-8069-787X>

Możliwości adaptacyjne poznańskich powojennych osiedli mieszkaniowych do zmian klimatu

Zarys treści: Artykuł ma na celu zaprezentowanie przykładów osiedli, których struktury urbanistyczne i struktury zieleni stwarzają różne możliwości adaptacji do zmian klimatu. W artykule przedstawiono analizy jakościowe (metodą studium przypadku) dla dziesięciu wybranych osiedli mieszkaniowych miasta Poznania w aspekcie możliwości adaptacji do zmian klimatu. Wybrane przykłady scharakteryzowano z uwzględnieniem następujących cech: powierzchnia całkowita osiedla, powierzchnia zieleni, powierzchnia zabudowy, kubatura zabudowy, liczba mieszkańców, przeważające struktury zieleni w obrębie osiedli, liczba miejsc parkowania, rok powstania osiedla. Na podstawie tych cech opracowano wskaźniki natężenia zieleni. Następnie metodą porządkowania liniowego sporządzono ranking rozpatrywanych osiedli. Osiedla z połowy i końca XX w. charakteryzuje znacznie większy udział terenów zieleni oraz wysokie walory krajobrazowe, które są skutkiem stosowania dawnego normatywu urbanistycznego i obowiązującego wówczas reżimu funkcjonalnego, krajobrazowego i użytkowego dla osiedli mieszkaniowych. Wyniki wskazują, że osiedla te mają znacznie większy potencjał adaptacyjny do zmian klimatu w przeciwieństwie do osiedli współczesnych. W celu zobiektywizowania tej tezy dokonano jej częściowej weryfikacji, analizując wycinkowo zależność niektórych ilościowych parametrów użytkowych osiedli od natężenia zieleni: jej możliwości filtracyjnych i czystości powietrza, energochłonności ogrzewania budynków i komfortu ruchu pieszego w przestrzeniach między budynkami. Jak się okazuje, parametry te można m.in. w znacznym stopniu kształtować za pomocą odpowiednich układów zieleni¹.

¹ Nowa Karta Ateńska wyznacza strukturom zieleni istotną rolę filtracyjną i regulacyjną (stymulacyjną) w ochronie obszarów naturalnych (*natural areas*) przed rozprzestrzenianiem się i nadmiernym przerastaniem, mnożeniem (*multiplication*) miejskich struktur (Bussadori 2003, s. 10).

Słowa kluczowe: adaptacja do zmian klimatu, osiedla mieszkaniowe, zieleń, normatywy urbanistyczne, narzędzia urbanistyczne, środowisko przyrodnicze

Wprowadzenie

Odporne miasto to takie, które przewiduje, planuje i działa, aby przygotować się na nieoczekiwane kryzysy i móc na nie odpowiedzieć. W kontekście zmian klimatu niezwykle istotnym wskaźnikiem dla osiedli mieszkaniowych jest ilość terenów zieleni wysokiej i terenów niezabudowanych, które można ukształtować w celu ograniczenia wpływu niekorzystnych zmian klimatu, takich jak nadmierne nagrzewanie (wyspa ciepła, susza) oraz skutki gwałtownych zjawisk pogodowych (porywiste przepływy mas powietrza wraz z przenoszeniem pyłów, wiatrołomy, uszkodzenia obiektów i infrastruktury technicznej, lokalne podtopienia obiektów i obszarów – powodzie błyskawiczne).

Adaptację struktur miejskich do zmian klimatu należy prowadzić w aspektach przestrzennych i funkcjonalnych (Stawasz i in. 2017). Jednym z nich jest planowanie zielonej infrastruktury (Szulczewska 2020), które powinno uwzględniać tworzenie optymalnych warunków do świadczenia usług ekosystemowych oraz proaktywne, wielofunkcyjne i wielodyscyplinarne podejście do planowania przestrzennego, zwiększające nasze zdolności do radzenia sobie ze zmianami klimatycznymi w skali miejskiej. Problemy te dotyczą koncepcji i zasad miejskiego planowania adaptacyjnego oraz sposobu, w jaki można wdrożyć miejskie planowanie adaptacyjne w praktyce (Ramyar i in. 2021). Błękitno-zielona infrastruktura może pełnić kluczową funkcję w łagodzeniu skutków zmian klimatu, jeśli zostanie zaprojektowana przy jednoczesnym wykorzystaniu różnorodnych struktur zieleni i wód otwartych. Miejskie jeziora, stawy i zbiorniki osiedlowe mogą pełnić funkcję obszarów retencji wody, a strumienie mogą wspomagać przepływ wody podczas ekstremalnych opadów deszczu (Pamukcu-Alberst i in. 2012).

Mówimy tu o strategiach opartych na ekosystemach (Iwaszczuk i in. 2019), a błękitno-zielona infrastruktura to elementy zagospodarowania obszarów lub zabudowy w postaci różnych form zieleni naturalnej, takich jak parki, lasy, łąki, itp., lub zieleni modelowanej – zielone dachy, ściany, ekrany itp. Natomiast infrastruktura niebieska to również obszary lub fragmenty zabudowy, dla których przewidziano elementy zagospodarowania w postaci zbiorników powierzchniowych lub podziemnych, przeznaczonych do retencji wód opadowych – stawy, oczka wodne, rowy, ogrody deszczowe i zbiorniki naziemne lub na dachach i tarasach obiektów oraz skrzynki i pojemniki rozsączające, podziemne (Garrisoni i in. 2012, Jopek 2019, Pikoń i in. 2019). Są to środki, które mogą wpływać korzystnie na poprawę stanu ekosystemu lub zwiększenie ilości i roli usług ekosystemowych (Wróblewski, Kroc 2022).

Przykładowe wyniki dotychczasowych badań nad znaczeniem błękitno-zielonej infrastruktury dla łagodzenia skutków zmian klimatu wykazały, że pokrycie

100% budynków zielonymi dachami w miastach USA zrównoważyło przewidywane ocieplenie klimatu (Hobbie, Grimm 2020).

Próbie adaptacyjnego projektowania nasadzeń i ram zarządzania zielenią podjęto w Porto w Portugalii (Teixeria i in. 2022). Ramy działań składają się tu z trzech etapów: ocena zmian klimatu, baza danych gatunków roślin oraz = procedura projektowania i zarządzania nasadzeniami.

Kolejnym aspektem działań, w jaki sposób miasta i osiedla mogą przystosować się do zmian klimatu, jest modyfikowanie intensywności miejskiej wyspy ciepła poprzez wykorzystanie drzew i roślinności do zacieniania powierzchni i zapewniania chłodzenia wyparnego oraz redukcji emisji gazów cieplarnianych (Douglas 2010). Strategie te oparte są również na przyrodzie. Wykorzystanie roślinności do przystosowania się do zmian klimatu musi być lokalnie dopasowane do specyfiki klimatu regionalnego i intensywności efektów wysp ciepła w poszczególnych miastach. Kluczowe znaczenie dla środowiska ma w tych przypadkach zwiększona bioróżnorodność, zwiększone składowanie dwutlenku węgla, redukcja ekstremalnych temperatur i ochrona przed powodziami opadowymi. Znaczną poprawę w tym zakresie można uzyskać poprzez sadzenie gatunków drzewiastych oraz instalowanie jasnych, przepuszczalnych chodników i fontann, co pozwala w określonych miejscach na obniżenie średniej temperatury promieniowania cieplnego o 25,5°C i temperatury powietrza odpowiednio o 0,5°C i 2,5°C (Epelde 2012). Powyższe działania powinny być prowadzone w myśl Nature-Based Solutions, które opierają się na zasadach: opłacalności – wydajne ekonomicznie, efektywności w zakresie korzystania z zasobów, korzyści – ekologiczne, ekonomiczne, społeczne, wsparcia – adaptacja do zmian klimatu, dostosowania – do warunków lokalnych (O’Hogain, McCarton 2018, Hobbie, Grimm 2020, Epelde i in. 2021).

Istotną rolę w działaniach na rzecz adaptacji do zmian klimatu pełnią władze lokalne i organizacje publiczne. Instytucje wchodzące w skład samorządów terytorialnych, takie jak: wydziały zieleni miejskiej i wydziały rekreacji, ponoszą odpowiedzialność za zarządzanie ekologią miejską i podmiejską, ponieważ dysponują większością miejskich terenów zielonych. Poziomy przystosowania tych instytucji do działań różnią się w zależności od ekoregionów, a bezpośrednie doświadczenia związane z niwelowaniem skutków zmian klimatu były głównym czynnikiem przyczyniającym się do intensyfikacji działań. Informacje te wskazują, że niektóre regiony mają w tym zakresie znaczne problemy, np. miejskie parki i wydziały rekreacji w USA są nadal nieprzygotowane na zmieniający się klimat (Cheng i in. 2021). Podobnie prezentuje się sytuacja wielu osiedli w Polsce. Na poprawę tej sytuacji mogą także wpływać działania społeczne na rzecz adaptacji do zmian klimatu poprzez zaangażowanie lokalnych społeczności osiedlowych w tworzenie struktur zieleni wysokiej, ozdobnej i użytkowej, np. w ramach inicjatyw i programów Urban Farming², Green Cities³. Przykładem takich działań

² Urban Farming – rolnictwo miejskie lub ogrodnictwo miejskie to praktyka uprawy, przetwarzania i dystrybucji żywności na obszarach miejskich lub wokół nich.

³ Green Cities – program Zielone Miasta promuje, w jaki sposób miejski zielony wzrost i polityka zrównoważonego rozwoju może przyczynić się do poprawy wyników ekonomicznych i jakości

jest miasto Alcaaldia de Medellin w Kolumbii, gdzie ze względu na wysoki poziom bezrobocia, przeszkolono do pracy ludzi ze środowisk ubogich. Zostali oni zatrudnieni jako ogrodnicy i technicy w ramach wdrożenia programu Green Corridor w celu schłodzenia miasta o 3°C poprzez posadzenie 358 000 krzewów i drzew, co przyczyniło się również do ograniczenia przestępczości i poprawy zdrowia publicznego (Egerer 2021).

Należy się tu również odnieść do działań samorządów terytorialnych, które skupiają się na tworzeniu strategii adaptacyjnych:

- Strategie polityczne – obejmują strategie ogdórne, które okrešlają, jaki rodzaj rozwoju miejskiego lub projektu budowlanego jest dozwolony. Bazują na regulaminach, przepisach, normach i kodeksach.
- Strategie twardej infrastruktury – to strategie, które opierają się na twardej infrastrukturze w celu zwiększenia odporności na wpływ klimatu.
- Strategie oparte na ekosystemach – zwane również zieloną i niebieską infrastrukturą.
- Strategie przekrojowe – obejmują działania, takie jak kampanie ušwiadamiające i edukacja, które stymulują zachowania społeczności w celu zwiększenia odporności na skutki zmian klimatu. Mogą być one sterowane odgórnymi środkami polityki rządowej lub inicjatywami oddolnymi i społecznościowymi (Boyd i in. 2021).

W zakresie usług ekosystemowych możemy również mówić o doborze gatunków przystosowanych do zmian klimatu. Nowatorskie kombinacje gatunków rodzimych i nierodzimych, prosperujących w trudnych warunkach środowiska miejskiego, umożliwiają tworzenie ekosystemów, które są dobrze przygotowane do radzenia sobie ze skutkami zmiany klimatu. Obszary miejskie mogą w tym zakresie pełnić funkcję żywych laboratoriów – koncepcji living-lab, których głównym założeniem jest współpraca różnych grup interesariuszy społecznych na rzecz określonego celu, np. umożliwiający modelowanie zestawów gatunkowych dedykowanych do różnych potrzeb lokalnych (Teixeria i in. 2022).

Cel, zakres i metody badań

Celem badań była identyfikacja możliwości adaptacji poznańskich osiedli powojennych do zmian klimatu. W doborze przykładów osiedli i fragmentów zabudowy wielorodzinnej kierowano się kryteriami: jednorodności pod względem dominującej funkcji mieszkaniowej, lokalizacją w odmiennych rejonach miasta i okresem powstania. W pracy zbadano dziesięć wybranych przykładów osiedli w obecnym stanie użytkowania i zainwestowania (ryc. 1). Podstawą analiz były wyniki badań empirycznych (obliczeń trzynastu parametrów zestawionych w tab. 1 i 2) wykonanych przez autorów dla wybranych osiedli. Do wyliczenia badanych parametrów wykorzystano program graficzny AutoCad oraz wiedzę zawodową autorów na

środowiska naturalnego obszarów metropolitalnych, a tym samym zwiększyć wkład obszarów miejskich we wzrost krajowy, jakość życia i konkurencyjność.

temat struktur architektoniczno-urbanistycznych badanych osiedli oraz dane GUS (źródło: INTERNET 7).

Badania przeprowadzono w zakresie podstawowych parametrów i współczynników urbanistycznych: powierzchnia całkowita osiedla, powierzchnia zieleni, powierzchnia zabudowy, kubatura zabudowy, liczba mieszkańców, przeważające struktury zieleni w obrębie osiedli, liczba miejsc parkowania, rok powstania osiedla oraz wskaźników natężenia: powierzchnia zieleni przypadająca na jednego mieszkańca/na powierzchnię zabudowy/na kubaturę zabudowy/na powierzchnię osiedla. Zastosowano metodę graficzną i opisową w zakresie bilansowania obszarów (ryc. 2–10). Nie badano szczegółowo bioróżnorodności fitocenoz osiedlowych. Określono ogólnie dominujące struktury zieleni, takie jak: zieleń wysoka – drzewa (występowały głównie liściaste) oraz zieleń niska – krzewy, trawniki, rabaty ozdobne. Następnie metodą porządkowania liniowego ustalono relacje pomiędzy wymienionymi wartościami dla badanych przykładów a wyniki zestawiono w tabelach i wykresach (rozdział 3).



Ryc. 1. Lokalizacja osiedli na planie Poznania
Źródło: opracowanie własne.

Wyniki

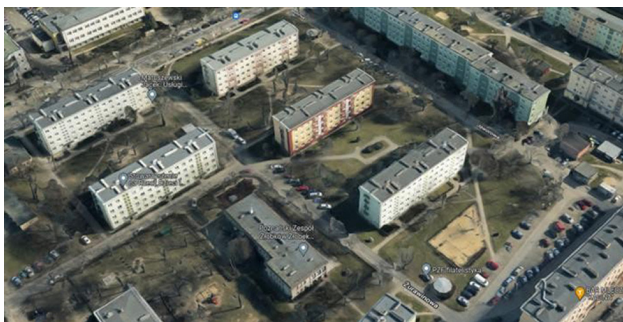
Analiza parametrów natężenia zieleni na wybranych osiedlach

Badaniami objęto 10 wybranych osiedli miasta Poznania. Do syntetycznej prezentacji wyników analiz graficznych i werbalnych wybrano trzy przykłady osiedli „B”, „D”, „J” (oznaczenia wg tab. 1 i 2), które zostały zrealizowane w różnych okresach oraz mają odmienne struktury zabudowy: osiedle „B” pochodzi z lat 40. ubiegłego wieku i jest zlokalizowane w południowo-zachodniej części miasta, osiedle „D” wybudowano w latach 80. XX w. po wschodniej stronie rzeki Warty, osiedle „J” powstało w roku 2021 w północno-wschodniej części Poznania po wschodniej stronie rzeki Warty.

W analizie graficznej rzutów osiedli/zespołów zabudowy oznaczono i zbilansowano powierzchnie obszarów zabudowanych i niezabudowanych (zabudowa, zieleń, ścieżki, drogi i parkingi) oraz podstawowe wymiary geometrii planu zabudowy. W części opisowej analizowanego obszaru uwzględniono dane liczbowe, pozyskane z badań własnych i ogólnie dostępne dane statystyczne (Charakterystyka miasta – 02).

Przykład „B” – ul. Żurawinowa

Zespół zabudowy przy ul. Żurawinowej należy do większej jednostki obszarowej Wilda (ryc. 2–4). Zabudowę osiedla stanowi pięć mniejszych, trzyklatkowych, czterokondygnacyjnych budynków mieszkalnych. Zespół budynków zrealizowano pod koniec lat 40. ubiegłego wieku na osiedlu Zielony Dębiec (uchwała Rady Osiedla LXXV/1065/V/2010 z dnia 10.07.09). Granice analizowanego zespołu zabudowy mieszkaniowej wyznaczają ulice: Łozowa, Jaworowa, Żurawinowa.



Ryc. 2. Lokalizacja i obecny stan zagospodarowania zespołu zabudowy przy ul. Żurawinowej – widok z góry
Źródło: INTERNET 1.



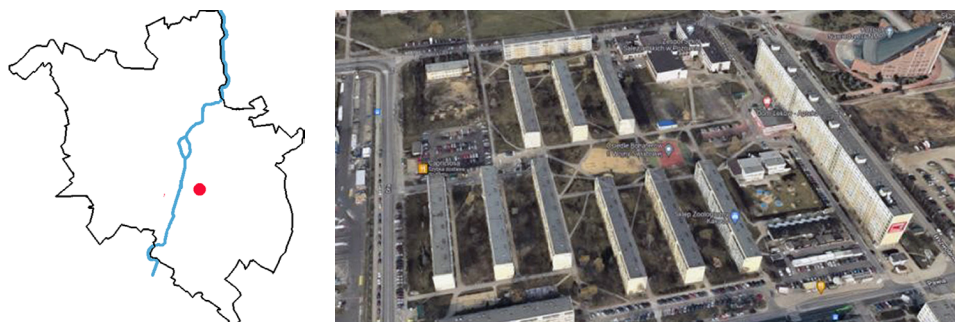
Ryc. 3. Widok na rozległe tereny niezabudowane ze strukturami zieleni wysokiej na osiedlu przy ul. Żurawinowej.
Źródło: INTERNET 2.



Ryc. 4. Zabudowa (barwa czerwona) i tereny niezabudowane (barwa zielona) przy ul. Żurawinowej
Źródło: opracowanie własne na podstawie INTERNET 3.

Przykład „D” – osiedle Bohaterów II Wojny Światowej

Osiedle Bohaterów II Wojny Światowej to osiedle mieszkaniowe wchodzące w skład większej jednostki obszarowej – osiedla Rataje (ryc. 5–7) w dzielnicy Nowe Miasto (uchwała Rady Osiedla LXXV/1074/V/2010 z dnia 10.07.09). Zabudowę osiedla stanowi jedenaście siedmioklatkowych, pięciokondygnacyjnych budynków i jeden jedenastokondygnacyjny. Osiedle wybudowane zostało w pierwszej połowie lat 70. XX w. przez Spółdzielnię Mieszkaniową „Osiedle Młodych”. Znajdują się na nim dwa przedszkola, szkoła i pawilon – apteka. Granice osiedla wyznaczają ulice: Krucza, Wyzwolenia, Pawia i Orla.



Ryc. 5. Lokalizacja i obecny stan zagospodarowania osiedla Bohaterów II Wojny Światowej – widok z góry
Źródło: INTERNET 4.



Ryc. 6. Widok na rozległe tereny niezabudowane ze strukturami zieleni wysokiej na osiedlu Bohaterów II Wojny Światowej
Źródło: INTERNET 5.



Ryc. 7. Zabudowa (barwa czerwona) i tereny niezabudowane (barwa zielona) na osiedlu Bohaterów II Wojny Światowej
Źródło: opracowanie własne na podstawie INTERNET 3.

Na osiedlach „B” i „D” można wyróżnić trzy grupy elementów zagospodarowania terenu, które sprzyjają adaptacji:

- znaczne obszary niezabudowane występujące w dużych zwartych fragmentach;
- znaczne obszary terenów zieleni wysokiej i niskiej (tab. 1, 2, ryc. 11, 12);
- 2–3-krotnie większe odległości pomiędzy budynkami na osiedlach „B” i „D” (ryc. 4, 7) w relacji do osiedla „J” (ryc. 10).

Elementy niesprzyjające adaptacji to: znaczne obszary parkingów.

Przykład „J” – ul. Smolna

Osiedle przy ul. Smolnej – „osiedle Na Smolnej” (ryc. 8–10) położone jest na obszarze osiedla Główna w dzielnicy Nowe Miasto (realizacja na podstawie uchwały Rady Osiedla LXXVI/1142/V/2010 z dnia 10.08.31). Zabudowę osiedla stanowi osiem pięciokondygnacyjnych budynków o złożonych rzutach, które tworzą wąskie wnętrza. Osiedle wybudowane zostało w latach 20. XXI w. Znajduje się na nim budynek usługowy. Granice osiedla wyznaczają ulice: Smolna, Hłonda, Mariacka i granica parku ks. Tadeusza Kirschke.



Ryc. 8. Lokalizacja i obecny stan zagospodarowania osiedla przy ul. Smolnej – widok z góry
Źródło: INTERNET 6.



Ryc. 9. Widok na wąskie wnętrza bez zieleni wysokiej na osiedlu przy ul. Smolnej
Źródło: INTERNET 6.



Ryc. 10. Zabudowa (barwa czerwona) i tereny niezabudowane z zielenią niską – trawniki, krzewy (barwa zielona) przy ul. Smolnej
 Źródło: opracowanie własne na podstawie INTERNET 6.

Na osiedlu „J” występują następujące elementy **niesprzyjające** adaptacji:

- znacznie mniej terenów niezabudowanych i mniejsze odległości pomiędzy budynkami uniemożliwiające sadzenie większych drzew i dużych krzewów;
- ubogie struktury zieleni składające się głównie z zieleni niskiej (trawników, rabat i małych krzewów) oraz sporadycznie występujących małych drzew w gruncie i w donicach;
- rozdrobnienie terenów na małe połacie uniemożliwiające sadzenie większych okazów krzewów i drzew (ryc. 8–10);
- znaczne obszary parkingów.

Wyniki analiz dla wszystkich 10 badanych osiedli zestawiono w dwóch tabelach: tabeli 1 – zawierającej ogólne dane charakterystyki osiedli oraz tabeli 2 – zawierającej zestawienie wartości współczynników w zakresie terenów zieleni, które są istotne w oznaczeniu możliwości adaptacyjnych tych osiedli do zmian klimatu. Następnie w ramach rankingu (ryc. 11, 12) dla wybranych istotnych współczynników zestawiono **dwie grupy osiedli**: sześć osiedli z XX w. (A–F oznaczenia wg tabeli) i cztery osiedla z XXI w. (G–J).

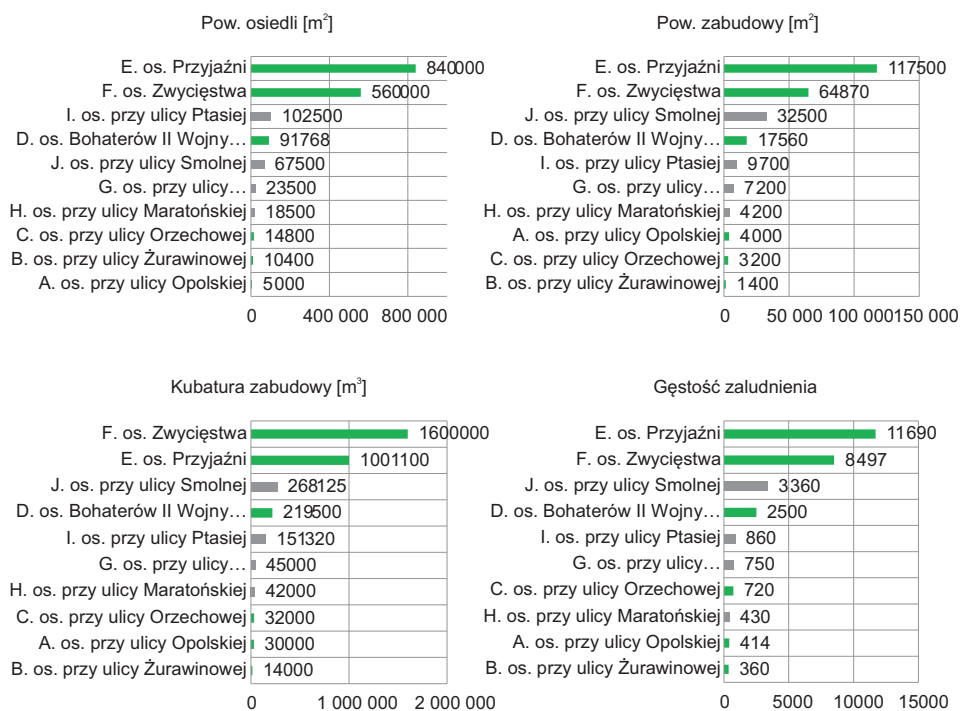
Zdaniem autorów istotnymi czynnikami – wskaźnikami, określającymi udział obszarów zieleni w strukturach osiedli są cztery parametry:

- powierzchnia terenów zieleni na jednego mieszkańca,
- powierzchnia terenów zieleni przypadająca na jednostkę powierzchni osiedla,
- powierzchnia terenów zieleni na powierzchni zabudowy,

Tabela 1. Ogólna charakterystyka osiedli

Kategoria	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
	os. przy ulicy Opolskiej	os. przy ulicy Zurawinowej	os. przy ulicy Orzechowej	os. Bohaterów II Wojny Światowej	os. Przyjaźni	os. Zwycięstwa	os. przy ulicy Świebodzińskiej	os. przy ulicy Maratońskiej	os. przy ulicy Prąskiej	os. przy ulicy Smolnej
rok powstania	1941	1949	1962	1973	1978	1982	2004	2010	2021	2021
powierzchnia całkowita osiedla [m ²]	5 000	10 400	14 800	91 768	840 000	560 000	23 500	18 500	102 500	67 500
powierzchnia zabudowy [m ²]	4 000	1 400	3 200	17 560	1 17 500	64 870	7 200	4 200	9 700	32 500
kubatura zabudowy [m ³]	30 000	14 000	32 000	219 500	1 001 100	1 600 000	45 000	42 000	151 320	268 125
gęstość zaludnienia	414	360	720	2500	11 690	8 497	750	430	860	3 360
liczba miejsc parkingowych	20	30	70	500	600	700	30	100	451	
	Wartości najniższe					Wartości najwyższe				

Źródło: opracowanie własne na podstawie autorskich obliczeń empirycznych dla badanych osiedli.



Ryc. 11. Ogólna charakterystyka osiedli – osiedla z połowy i końca XX w. (A–F), i osiedla z XXI w. (G–J)

Źródło: opracowanie własne.

– powierzchnia terenów zieleni na kubaturę zabudowy.

W kategorii – powierzchnia zieleni na 1 mieszkańca osiedla [m²/1 mieszkańca] – najwyższe wartości osiągnęło osiedle z 1949 r., kolejne miejsca zajęły osiedla z roku 1982 i 2010.

W kategorii – udział terenów zieleni w powierzchni osiedla w [%] – najwyższe wartości prezentują osiedla z lat 1949 [86%], 1962 [41%] oraz 2010 [30%]. Wartości te dla pozostałych osiedli kształtowały się na poziomie 8–29% powierzchni osiedla.

W kategorii – powierzchnia zieleni przypadająca na powierzchnię zabudowy [m²/m²] – najwyższe wartości odnotowano dla osiedli z lat 1949, 1962 i 1982.

W kategorii – powierzchnia zieleni przypadająca na kubaturę zabudowy [m²/m³] – potwierdziło prymat osiedle z roku 1949, gdzie odnotowano wartości o 5 razy wyższe od osiedli z lat 1973, 1982, 2004 i 2010, na drugim miejscu w tym rankingu było osiedle z roku 1962 z wynikiem 3 razy mniejszym od lidera.

Z analizy powyższych parametrów wynika, że osiedla z lat 1949, 1962 (osiedla przy ul. Żurawinowej i Orzechowej) miały najwyższe wyniki, kolejnymi osiedlami w tej klasyfikacji były osiedla z lat 1982 i 2010 (osiedle Zwycięstwa i przy ul. Maratońskiej).

Tabela 2. Ocena zieleni osiedlowej pod kątem znaczenia dla adaptacji do zmian klimatu

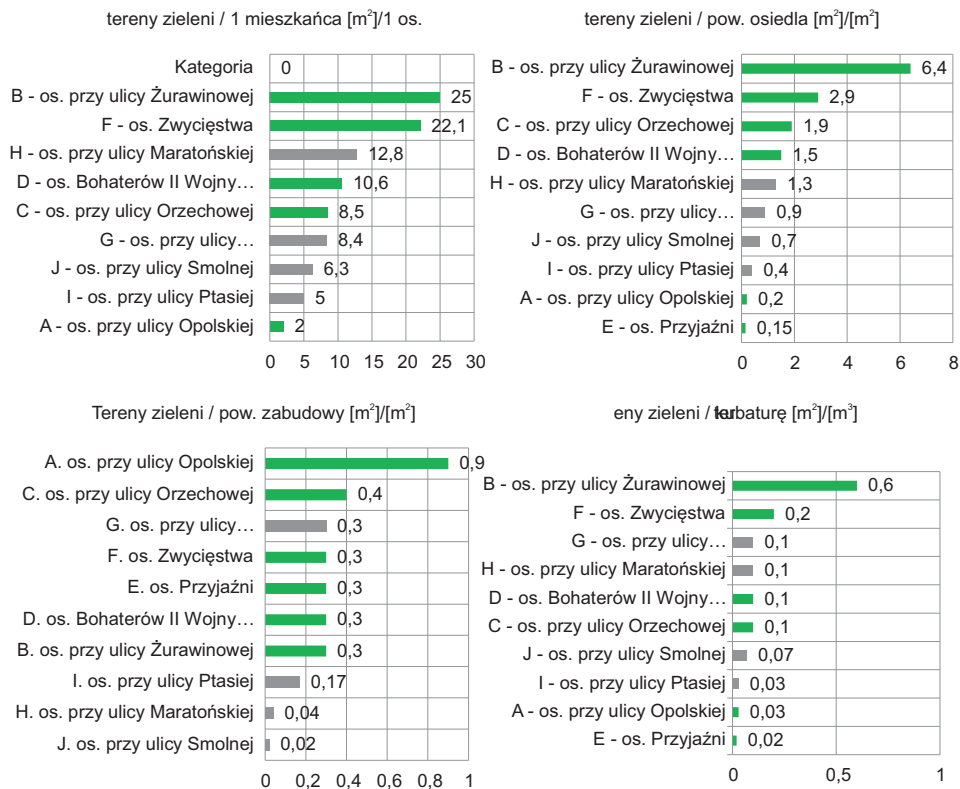
Kategoria	os. przy ulicy									
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
powierzchnia terenów zieleni [m ²]	850	9 000	6 100	26 500	174 000	187 850	6 300	5 500	4 300	21 200
udział terenów zieleni w powierzchni osiedla [%]	17	86	41	29	21	34	27	30	8	
przeważające struktury zieleni	● ●	● ●	● ●	● ●	● ●*	● ●	● ●	● ●	● ●	● ●
powierzchnia terenów zieleni na 1 mieszkańca [m ²]	2	25	8,5	10,6	1,5	22,1	ok. 8,4	ok. 12,8	ok. 5,0	6,3
powierzchnia terenów zieleni na jednostkę powierzchni osiedla [m ² /m ²]	0,17	0,9	0,4	0,3	0,02	0,3	0,3	0,3	0,04	0,3
powierzchnia terenów zieleni przypadająca na jednostkę powierzchni zabudowy [m ² /m ²]	0,2	6,4	1,9	1,5	0,15	2,9	0,9	1,3	0,4	0,7
powierzchnia terenów zieleni przypadająca na kubaturę zabudowy	0,03	0,6	0,2	0,1	ok. 0,02	0,1	ok. 0,1	ok. 0,1	ok. 0,03	0,07
	Wartości najniższe					Wartości najwyższe				

● Zieleni wysoka (drzewa)

● Zieleni niska (krzewy, trawa, rabaty ozdobne)

* park Władysława Czarneckiego

Źródło: opracowanie własne.



Ryc. 12. Porównanie osiedli pod kątem czterech wskaźników – osiedla z połowy i końca XX w. (A–F), osiedla z XXI w. (G–J).

Źródło: opracowanie własne.

Badane parametry – wytypowane przez autorów wskaźniki zagospodarowania terenów osiedli – pozwalają wskazać osiedla o większym/mniejszym udziale zieleni w ich strukturach (natężenie zieleni) i mogą być pomocne przy ustalaniu, jakie rozwiązania bardziej nadają się do wykorzystania na osiedlach z dużym udziałem zieleni (terenów niezabudowanych), a jakie mogą poprawić sytuację tam, gdzie zieleni i dostępnych terenów niezabudowanych jest niewiele.

Zakresy programów i zasad zagospodarowania w ramach działań na rzecz przystosowania osiedli do zmian klimatu zależą od opisywanych wskaźników oraz od warunków lokalnych:

– Dla osiedli ze znacznym udziałem terenów niezabudowanych (osiedla z połowy i końca XX w.) preferowanymi działaniami w kierunku przystosowania do zmian klimatu będą:

1. realizacje nowych struktur i nasadzeń zielenią wysoką z zastosowaniem gatunków dedykowanych do nowych i trudniejszych warunków klimatycznych, które będą bardziej odporne na susze, zanieczyszczenia, zasolenie (ciągły stres dla roślin) i ekstremalne zjawiska pogodowe: klon zwyczajny – *Acer platanoides*,

klon polny – *Acer campestre*, klon czerwony – *Acer rubrum*, lipa srebrzysta – *Tilia tomentosa* zwana również węgierską oraz jej odmiana warszawska – *Tilia tomentosa* ‘Varsaviensis’; dobrze znoszą warunki miejskie również odmiany ozdobne o mniejszych gabarytach: grusza drobnolistna – *Pyrus calleryana* w odmianach ‘Chanticleer’, ‘Red Spire’ oraz miłorząb japoński – *Ginkgo biloba*, glediczja trójcierniowa – *Gleditsia triacanthos* i robinia biała – *Robinia pseudoacacia*, potocznie zwana akacją;

2. większy zakres realizacji i modelowania struktur zieleni wysokiej i niskiej w celu lepszego dostosowania przestrzeni publicznych (również w bezpośrednim sąsiedztwie zabudowy) w celu poprawy komfortu użytkowego (patrz rozdział 3.2.) i funkcjonalnego (rosnące potrzeby komunikacyjne – parkowanie na osiedlach) oraz organizowania przestrzeni o różnym charakterze, przystosowywanych do potrzeb osób w różnym wieku w zakresie wypoczynku biernego i czynnego (Szumigała 2015);
3. realizację powszechnej retencji wód opadowych na terenach osiedli w postaci licznych ogrodów deszczowych, zbiorników powierzchniowych i podziemnych o zróżnicowanych strukturach i wielkościach stosowanych do schładzania i zasilania w wodę terenów zieleni w okresach wysokich temperatur.
 - Dla osiedli o mniejszym udziale powierzchni niezabudowanych (osiedla współczesne XXI w.) możliwości wprowadzania nowych struktur zieleni wysokiej i wód powierzchniowych (infrastruktury zielonej i niebieskiej) są znacznie ograniczone ze względu na mniejszy ogólny udział powierzchni niezabudowanych oraz na rozdrobnienie i mniejsze powierzchnie terenów do sadzenia drzew. W tej sytuacji możliwymi rozwiązaniami mogą być:
 1. realizację zielonych dachów, ścian, tarasów, parawanów oraz ekranów, ogrodów na dachach i tarasach, np. typu Urban Farming, w kierunku upraw użytkowych i ozdobnych (Szumigała, Szumigała 2018); pojawia się tu jednocześnie aspekt społeczny, estetyczny i w mniejszym stopniu ekonomiczny;
 2. rozwiązania techniczne umożliwiające wprowadzanie do przestrzeni osiedli wód powierzchniowych w zbiornikach oraz uprawę roślin (szczególnie mniejszych drzew) w pojemnikach stałych i mobilnych.

Znacznie większy udział powierzchni terenów zieleni na osiedlach wiodących w rankingu (średnio 2–3-krotnie większy) od osiedli współczesnych umożliwia w większym stopniu modelowanie struktur zieleni w zakresie wpływu na warunki cieplne osiedla w okresach letnich (zacienianie – ochrona przed nagrzewaniem) oraz w okresach niskich temperatur (ochrona przed silnym przepływem zimnych mas powietrza i wychładzaniem przestrzeni oraz budynków). Przykładowe efekty modelowania struktur zieleni osiedlowej przedstawiono w rozdziale 3.2.

Natężenie zieleni a istotne parametry osiedli

W układach urbanistycznych o małym natężeniu zieleni odprowadzanie wody systemami kanalizacji powoduje szkodliwe z wielu względów obniżanie się zwierciadła wód gruntowych w stosunku do jego naturalnego poziomu (zjawisko to określane jest jako lej depresyjny). Odpowiednie natężenie zieleni w osiedlu

może podtrzymywać poziom wód gruntowych, co ma kluczowe znaczenie dla wielu procesów zakłóconych przez struktury abiotyczne.

Układom urbanistycznym o małym natężeniu zieleni towarzyszy wiele niekorzystnych zjawisk, określanych mianem Miejskiej Wyspy Ciepła (MWC). Mianowicie, jeśli wiatr w mieście jest zbyt słaby, wówczas nie może usuwać zanieczyszczonego powietrza poza jego obszar. W takiej sytuacji masy powietrza, zamknięte w miejskiej wyspie ciepła, wielokrotnie cyrkulują w strukturze urbanistycznej, podgrzewając się i akumulując zanieczyszczenia w każdym cyklu krążenia. System zieleni wewnątrzosiedlowej może pełnić tu skutecznie funkcję filtracyjną, obniżając stężenie zanieczyszczeń (Kozaczko 2018, s. 121–126). Tej „błękitno-zielonej” filtracji towarzyszy także poprawa składu chemicznego powietrza dzięki procesom natleniania i sorpcji. Właściwe natężenie zieleni pozwala też stabilizować ciepło-wilgotnościowe parametry powietrza. Następuje to nie tylko dzięki zacienianiu, ale również przez ewapotranspirację z terenów zieleni stanowiących system wyspecjalizowanego regulatora, któremu można nadać formę tzw. ogrodu deszczowego (Stanisławska 2022)⁴.

Badania (Kozaczko 2018, 2021) wykazują zależność między ukształtowaniem zieleni wewnątrzosiedlowej a parametrami użytkowymi, takimi jak komfort ruchu pieszego w przestrzeni między budynkami, stężenie zanieczyszczeń w powietrzu i straty grzewcze spowodowane infiltracją. Te (a także inne) zjawiska wynikają z lokalnego ruchu powietrza, który – nawet w istniejącym już układzie zabudowy – można w szerokich granicach korygować odpowiednim systemem zieleni. Jednakże aby móc wprowadzić taki system między budynki, stosunek powierzchni zieleni do powierzchni osiedla winien zawierać się w przedziale 0,3–0,9 (por. rozdział 3).

W tabeli 3 pokazano, jak działa wiatr⁵, stopniowo spowalniany wewnątrz osiedla za pomocą systemu zieleni. Kolumny 1 i 2 zawierają wartości prędkości wiatru między budynkami. Kolumny 3, 4 i 5 ukazują pochodne prędkości wiatru: siłę parcia wiatru, stężenie zanieczyszczeń powietrza i utratę ciepła w budynkach.

1. Prędkość wiatru w przestrzeni osiedla:

Ukształtowanie zieleni może znacząco wpływać na prędkość wiatru wewnątrz struktury urbanistycznej, istotnie redukując negatywne zjawiska z tym związane. W tabeli (a także na ryc. 13) prędkość wiatru (v [m/s]) opada w zależności od struktury zieleni wewnątrzosiedlowej.

2. Opór wiatru w ruchu pieszym:

⁴ Ogrody deszczowe to wysoce efektywny i nieskomplikowany sposób retardacji wody opadowej na terenach zieleni osiedlowej. Zakładane są w gruntach lub w pojemnikach i przypominają wbrew pozorom „zwykłe ogrody”. Odpowiedni dobór roślin i konstrukcja podłoża sprawiają, że są one niskobudżetowymi naturalnymi rezerwuarami wody, szczególnie niezbędnymi na obszarach osiedli mieszkaniowych w kontekście zmian klimatycznych. Ogrody deszczowe pełnią istotne funkcje obniżania temperatury powietrza, filtrowania zanieczyszczeń przez rośliny hydrofitowe, zmniejszania zużycia wody w celu podlewania terenów zieleni oraz zwiększania bioróżnorodności i atrakcyjności zieleni osiedlowej (Domanowska, Kostecki 2015).

⁵ Dla pełnej porównywalności wyników badań przyjęto (stosując metodę *ceteris paribus*), że na zewnątrz każdego badanego osiedla wieje „ten sam” wiatr, z prędkością 5 m/s (wiatr umiarkowany).

Tabela 3. Skutki wynikające z ukształtowania zieleni wewnątrzosiedlowej. Skutki pierwotne (prędkość wiatru) oraz skutki wtórne: parcie wiatru (siła oporu w ruchu pieszym), stężenie zanieczyszczeń PM10 oraz straty grzewcze w budynkach

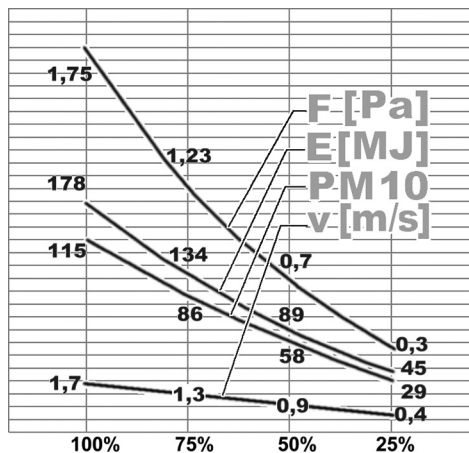
1	2	3	4	5
Prędkość v na wys. 1 m [m/s]	Prędkość V_s na wys. 10m [m/s]	Parcie wiatru [Pa]	Stężenie zanieczyszczeń PM10	Infiltracyjne straty grzewcze [MJ]
1,70	2,358	1,75	115	17,8
1,38	2,153	1,25	88	13,8
0,90	1,559	0,55	52	6,9
0,63	1,166	0,25	33	3,7
0,35	0,724	0,08	15	1,4

Źródło: Arch. N N527 348934.

Komfort ruchu pieszego wewnątrz obszaru zabudowy jest tym niższy, im większy wysiłek jest potrzebny na pokonanie siły parcia wiatru. Gdy poza strukturą wiatr jest słaby, to i jego opór stawiany pieszemu jest niewielki. Przy większych jednak prędkościach uciążliwość zjawiska wzrasta. W kolumnie 3 tabeli i na górnym wykresie $F[\text{Pa}]$ widać, że wewnątrz osiedla czołowy, umiarkowany nawet wiatr stawia idącemu opór o wielkości 1,75 Pa. Wprowadzenie odpowiednich „zielonych regulatorów” pozwala na niemal 6-krotne zmniejszenie tej uciążliwości (do wartości 0,3 Pa) dzięki spowolnieniu wiatru do 25% wartości prędkości początkowej, co znacznie podnosi komfort przemieszczania się.

- Stężenie zanieczyszczeń w powietrzu, wewnątrz osiedla:
Niekorzystnym zjawiskiem jest turbulentny ruch powietrza między budynkami osiedla. Gdy wiatr w przestrzeni między budynkowej się nasila, porywa coraz więcej szkodliwych drobin, aerozoli i lotnych substancji cięższych od powietrza, dotąd „nieaktywnych” – zalegających w kawernach i obniżeniach terenu. Stężenie szkodliwych substancji jest pochodną ruchu powietrza (Stunder, Arya 1988). Spowolnienie prędkości wiatru za pomocą zieleni owocuje nawet czterokrotnym obniżeniem zawartości zanieczyszczeń w powietrzu. Ukazuje to kolumna 4 w tabeli oraz kolejny wykres wartości stężenia PM10.
- Straty termiczne spowodowane nadmierną infiltracją:
Im silniejszy wiatr, tym większe zużycie energii grzewczej. Wiatr włacza zimne powietrze do wnętrza budynków. Zmniejszenie prędkości wiatru za pomocą odpowiedniej struktury zieleni umożliwi niemal czterokrotne obniżenie zużycia ciepła potrzebnego do dogrzewania zimnych mas infiltrującego powietrza (tu z wartości 178 MJ do 45 MJ, co widać w kolumnie 5 tabeli oraz na wykresie $E[\text{MJ}]$).

Wyniki analiz wskazują, że osiedla z połowy i końca XX w. mają znacznie większy potencjał adaptacyjny do zmian klimatu w przeciwieństwie do osiedli współczesnych. Takie układy urbanistyczne dają większe możliwości zastosowania i modelowania nowych struktur zieleni i niebieskiej infrastruktury (Pamukcu-Alberst i in. 2012, Boyd i in. 2021, Ramyar i in. 2021). Adaptacja do zmian



Ryc. 13. Działanie zielonych filtratorów i regulatorów (por. ryc. 14). Oś x układu współrzędnych to skala prędkości wiatru: 100% oznacza swobodny jego przepływ przez osiedle, 75% – to wiatr spowolniony przez strukturę zieleni do prędkości 75% wartości początkowej itd. Oś y układu (wraz z wartościami towarzyszącymi wykresom i ujętymi w tabeli) ukazuje, jak odpowiednio zastosowana zieleń wpływa na wartości: F – siły oporu (parcia) wiatru w ruchu pieszym wewnątrz osiedla, E – energochłonności ogrzewania budynków wywołanej infiltracją oraz PM10 – stężenia zawieszonych w powietrzu szkodliwych cząstek o średnicy nieprzekraczającej 10 mikrometrów. Wykres v to prędkość wiatru w osiedlu spowalniana przez struktury zieleni

Źródło: opracowanie własne na podstawie (Kozaczko 2018).

ekstremalnych warunków klimatycznych (Egerer 2021, Epelde 2021);

większe możliwości zastosowania i lokalizowania znacznej liczby ogrodów deszczowych, zbiorników retencyjnych i ograniczania/sterowania spływem wód opadowych z powierzchni utwardzonych i dachów (Szumigała i in. 2021) oraz poprawy lokalnych warunków klimatycznych, np. schładzania (obniżania temperatury powietrza), poprzez parowanie wód powierzchniowych i zwiększanie wilgotności powietrza w okresach wysokich temperatur i suszy;

większe możliwości zacieniania terenów publicznych w postaci alei wysokich drzew, struktur zieleni o charakterze przestrzeni parkowej lub dedykowane

klimatu może być prowadzona za pomocą odpowiednich układów zieleni – nowych urbanistycznych narzędzi, intencjonalnie antycypowanych w Nowej Karcie Ateńskiej jako stimulatory i regulatory.

Osiedla te charakteryzuje dużo większy udział terenów zieleni, który jest skutkiem stosowania dawnego normatywu urbanistycznego oraz obowiązującego wówczas reżimu funkcjonalnego, krajobrazowego i użytkowego dla osiedli mieszkaniowych.

Dawny normatyw urbanistyczny (zarządzenie nr 9 z 1974 r.) zapewniał również większy stopień różnorodności struktur zieleni na obszarach osiedli mieszkaniowych, głównie w postaci znacznej ilości terenów zarzewionych: alei, grup drzew, obsadzeń granicznych czy układów parkowych, skwerów zieleni towarzyszącej obiektom mieszkalnym i usługowym: oświaty, sportu i handlu oraz znacznej ilości terenów otwartych zagospodarowanych jako trawniki, boiska trawiaste i enklawy zieleni ozdobnej.

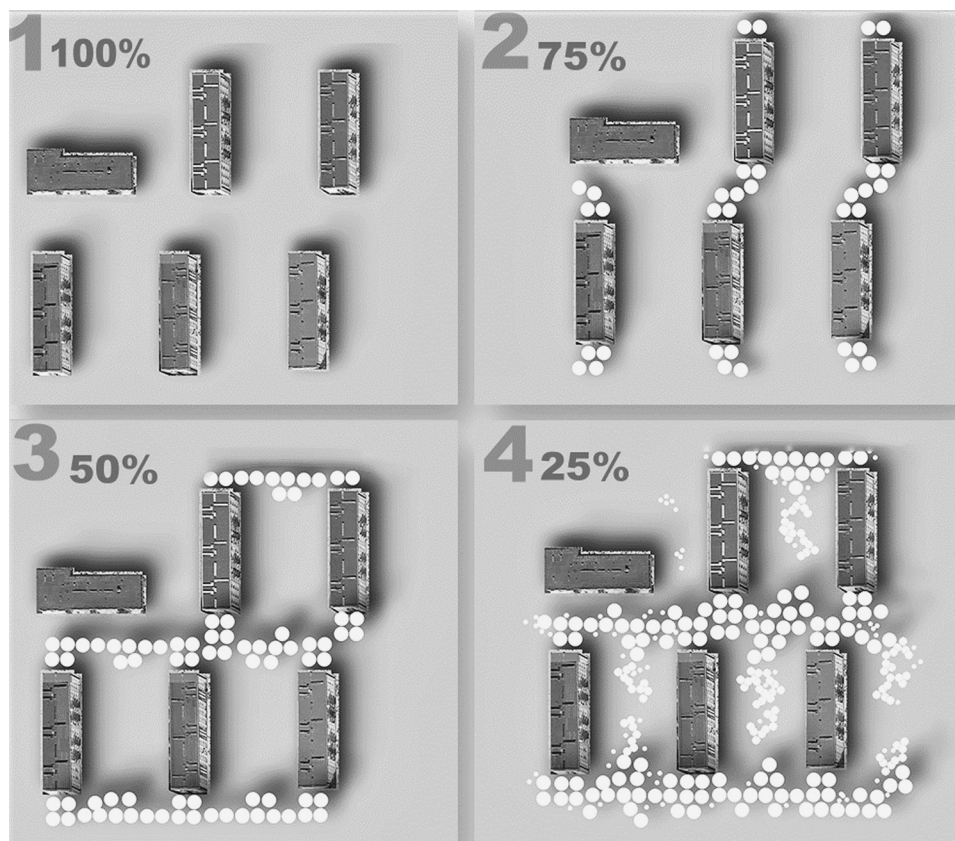
Ta duża różnorodność struktur zieleni oraz terenów otwartych umożliwia działania adaptacyjne do zmian klimatu, a mianowicie:

uzupełnianie oraz wymianę gatunkową w kierunku gatunków lepiej przystosowanych do nowych bardziej

układy zieleni zacieniającej na dużych powierzchniach w celu obniżenia temperatury powietrza (Teixeria i in. 2022);

większe możliwości zastosowania nawierzchni naturalnych i ulepszonych dla ciągów pieszych i placów, które wykazują korzystniejsze warunki użytkowe w okresach wysokich i niskich temperatur (Epelde 2012);

obszerne struktury zieleni wysokiej występujące na osiedlach powojennych wybudowanych według dawnego normatywu urbanistycznego pełnią obecnie rolę zieleni izolacyjnej oraz jako parawany chroniące obiekty mieszkalne przed nadmiernym nagrzewaniem w okresie wysokich temperatur, a to z kolei wpływa



Ryc. 14. Przykładowe zastosowanie filtratorów i regulatorów o różnym natężeniu zieleni w osiedlu Żurawinowa (poz. 2 w tab. 2)

Objaśnienia: 1 – układ urbanistyczny pozbawiony zieleni (wiatr niespawalniany – 100%, por. wykresy na ryc. 13); 2, 3, 4 – układ budynków uzupełniony o zielen spowalniającą (drzewa i krzewy), przepływ zmniejszony do poziomu – odpowiednio – 75% (ok. 35 drzew), 50% (ok. 80 drzew) i 25% prędkości początkowej (ok. 125 drzew i 170 małych drzew lub dużych krzewów) (zaprojektowanie zieleni w układach 2, 3 i 4 oczywiście wykracza poza ramy niniejszego opracowania; rysunek ukazuje wyłącznie „pojemność” osiedla, którego gęstość zabudowy umożliwia spowolnienie wiatru do 25% prędkości początkowej)

Źródło: opracowanie własne.

korzystnie na gospodarowanie zasobami energii, np. poprzez ograniczenia w zakresie stosowania w tych okresach klimatyzacji.

Atutem osiedli mieszkaniowych z połowy i końca XX w. jest również mniejsza gęstość zabudowy, a tym samym więcej terenów niezabudowanych, na których można modelować nowe struktury zieleni w ramach działań adaptacyjnych do zmian klimatu. Przykłady modelowania struktur zieleni zaprezentowano na rycinie 14.

Rycina 14 ukazuje możliwości spowalniania wiatru o 25–75% (wraz z korzyściami stąd wynikającymi i ujętymi na wykresach – por. ryc. 13). Jednakże wielkość tych korzyści zależy wprost od powierzchni wolnej od zabudowy. Im jest ona większa, tym większe może być natężenie zieleni wewnętrznej i tym większe korzyści ze spowolnienia nadmiernego ruchu powietrza, przy jednoczesnej aeracji obszaru osiedla. Skład gatunkowy i układ przestrzenny należy dla każdej struktury urbanistycznej każdorazowo ustalać z użyciem narzędzi kształtowania zieleni w sprzężeniu z układem zabudowy (Kozaczko 2021, s. 106). Ten sposób modelowania struktur zieleni umożliwia również tworzenie stref zacienionych.

Podsumowanie

Reasumując, należy podkreślić, że możliwości adaptacyjne do zmian klimatu omawiane na wybranych przykładach poznańskich osiedli mieszkaniowych z XX i XXI w. wykazują znaczne różnice wynikające przede wszystkim z okresów realizacji osiedli. W związku z tym zachodzi potrzeba określenia zbioru działań rekomendowanych w zakresie projektowania i zarządzania zielenią oraz wodami powierzchniowymi:

- dla osiedli XX-wiecznych występują znaczne możliwości modelowania struktur zieleni istniejącej i projektowanej poprzez wymianę gatunkową, zwiększanie różnorodności gatunkowej, zagęszczanie i rozpraszanie, dostosowanie do potrzeb komunikacyjnych, estetycznych i użytkowych na obszarach niezabudowanych oraz możliwości realizacji zbiorników retencyjnych powierzchniowych i podziemnych;
- dla osiedli z XXI wieku, ze względu na znacznie mniej terenów zieleni i obszarów niezabudowanych, możliwe do zastosowania na szerszą skalę są działania w zakresie adaptacji i dostosowania struktur zurbanizowanych i powierzchni utwardzonych w kierunku wprowadzania zieleni i wody na powierzchni dachów, ścian i placów w pojemnikach stałych i mobilnych/sezonowych.

Autorzy podkreślają fakt skomplikowania omawianego zagadnienia adaptacji do zmian klimatu w odniesieniu do rekomendowanych zaleceń.

Preferowane, gęste obsadzenie dużymi drzewami bloków mieszkalnych może wchodzić w konflikt np. z potrzebą parkowania samochodu, szczególnie jest to widoczne na osiedlach z XX wieku. Jednakże priorytetem w kontekście następujących zmian klimatu jest poprawa warunków środowiskowych i użytkowych w przestrzeniach osiedlowych. Rosnące potrzeby parkowania na osiedlach można zaspokajać poprzez zastosowanie odpowiednich struktur nasadzeń i gatunków

oraz nawierzchni przepuszczalnych dla parkingów. Rozmieszczanie miejsc postojowych, zgodnie z warunkami lokalnymi, wśród drzew oraz „zadrzewione parkingi” mogą w tym zakresie poprawić współegzystencję pojazdów i zieleni na osiedlach.

Istotnym aspektem staje się również nadmierne zacienianie mieszkań położonych na niższych kondygnacjach w przypadku realizacji nowych zadrzewień. W tym przypadku należy zastosować modelowanie struktur zieleni wysokiej i średniej (drzew i dużych krzewów) w strefach sąsiadujących z obiektami mieszkalnymi, np. poprzez zmianę rytmów nasadzeń, grupowanie, strefowanie, lokalizowanie takich struktur w rejonie ścian szczytowych bloków mieszkalnych – gdzie nie występują okna mieszkań, oraz dobór gatunkowy drzew i krzewów, charakteryzujących się mniejszymi, smuklejszymi i mniej zwartymi koronami. Wymieniony zbiór rekomendowanych działań jest próbą realizacji intencjonalnego narzędzia, postulowanego w Drugiej Karcie Ateńskiej jako filtrator/regulator. Nie został on tam zdefiniowany, choć poszczególne jego elementy stosuje się w postaci rozproszonej⁶. Elementy te należy złożyć w system, którego efektywność będzie synergicznie przewyższać prostą sumę efektywności jego składników. Zrąb tego narzędzia (w odniesieniu do aeracji i aerodynamiki) mogą tworzyć rozbudowane i modelowane do warunków lokalnych pasy wiatrochronne. Wielopoziomowa struktura i odpowiednio dobrany przekrój poprzeczny pasa wiatrochronnego, a także użyte w nim dedykowane gatunki (opisane powyżej) roślin umożliwiają m.in. lokalne obniżenie prędkości i siły naporu wiatru i wynikające stąd bezpośrednio:

- skuteczne odwirowywanie wszelkich pyłów, odpowiednią filtrację
- powietrza i absorpcję zawartych tam trucizn oraz jego lepsze natlenianie;
- zwiększenie wygody użytkowania przestrzeni wewnątrz osiedla (minimalizacja oporu wiatru w ruchu pieszym, stanowiącego niezwykle istotny czynnik komfortu (Hon Koo 2013);
- znaczne zmniejszenie energochłonności ogrzewania budynków.

Miasto Poznań wpisuje się w zestawienie 44 największych polskich miast, które opracowały Miejskie Plany Adaptacji⁷ do zmian klimatu. Poznański MPA do 2030 r. ma formę obszernego zbioru wytycznych urbanistycznych – ogólnych zasad działania, zawartych w czterech sektorach o największej wrażliwości na skutki zmian klimatu: zdrowie publiczne, gospodarka przestrzenna, gospodarka wodna oraz transport (Miejski Plan Adaptacji do Zmian Klimatu | Poznan.pl).

⁶ Przykładem takiego elementu jest niezwykle skuteczna metoda pasów wiatrochronnych. Była ona powszechnie stosowana przez Dezyderego Chłapowskiego i jego epigonów (Kodym-Kozaczko 2004).

⁷ W dokumencie opisano charakterystykę miasta Poznania z uwzględnieniem uwarunkowań przyrodniczych, funkcjonalno-przestrzennych, demograficznych i przedstawiono ocenę potencjału ekonomicznego. Znajdują się w nim odniesienia do dokumentów strategicznych. Zawiera on diagnozę szczegółowych danych klimatycznych i hydrologicznych, ocenę wrażliwości miasta na zmiany klimatu, potencjał adaptacyjny, ryzyka i szanse wynikające ze zmian klimatu. W dokumencie zaproponowano również działania wdrożeniowe planu z uwzględnieniem kosztów i harmonogramu (Miejski Plan Adaptacji do Zmian Klimatu | Poznan.pl, www.poznan.pl/mim/main/).

Można zatem stwierdzić, że odpowiednio ukształtowana zieleń wewnątrzsiedlowa jest niezwykle pożądanym narzędziem współczesnej urbanistyki. Taki przyrodniczy system nie musi być – wbrew popularnym stereotypom – bardzo rozległy, by skutecznie realizować swe zadania. Znacznie większe możliwości adaptacyjne w tym zakresie wykazują osiedla realizowane w latach 50.–80. XX w. według dawnych normatywów urbanistycznych z lat 80. i wcześniejszych w przeciwieństwie do osiedli realizowanych współcześnie. Prezentowane rozwiązania zagospodarowywania przestrzennego mają również charakter aplikacyjny w aspektach działań na rzecz adaptacji osiedli mieszkaniowych do zmian klimatu.

Literatura

- Boyd D., Pathak M., van Diemen R., Skea J. 2021. Mitigation co-benefits of climate change adaptation: A case-study analysis of eight cities. *Sustainable Cities and Society*, 77: 103563. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2021.103563> (dostęp: 15.11.2022)
- Bussadori V. 2003. The European Council of Town Planners. The New Charter of Athens. The ECTP Vision for Cities in the 21 st Century. Lisbon.
- Cheng Y., Farmer R.J., Dickinson L.S., Robeson M.S., Fischer C.B., Reynolda L.H. 2021. Climate change impacts and urban green space adaptation efforts: Evidence from U.S. municipal parks and recreation departments. *Urban Climate*, 39: 100962. <https://doi.org/10.1016/j.uclim.2021.100962> (dostęp: 15.11.2022)
- Chłapowski D. 1843. O rolnictwie. Druk. W. Stefański, Poznań.
- Domanowska M., Kostecki J. 2015. *Zeszyty Naukowe*, 158, Inżynieria Środowiska, 38: 50–58.
- Douglas I. 2010. The role of green infrastructure in adapting cities to climate change. [W:] I. Douglas, D. Good, M.C. Houck, D. Maddox (red.), *Routledge Handbook of Urban Ecology*. Routledge, London, s. 6.
- Egerer M., Haase D., McPhearson T., Frantzeskaki N., Andersson E., Nagendra H., Ossola A. 2021. Urban change as an untapped opportunity for climate adaptation. *npj Urban Sustain*, 1, 22. <https://doi.org/10.1038/s42949-021-00024-y> (dostęp: 13.11.2022)
- Epelde L., Mendizabal M., Gutierrez L., Artetxe A., Garbisu C., Feliu E. 2021. Quantification of the environmental effectiveness of nature-based solutions for increasing the resilience of cities under climate change. *Urban Forestry Urban Greening*, 67: 127433. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2021.127433> (dostęp: 11.11.2022)
- Garrison N., Horowitz C., Lunghino C.A. 2012. Looking Up: How Green Roofs and Cool Roots Can Reduce Energy Use, Address Climate Change, and Protect Water Resources in Southern California. Natural Resources Defense Council Report, R: 12-06-B, San Francisco.
- Hobbie E.S., Grimm B.N. 2020. Nature-based approaches to managing climate change impacts in cities. *Philos. Trans. R. Soc. Lond. B, Biol. Sci.* <https://doi.org/10.1098/rstb.2019.0124> (dostęp: 5.11.2022)
- Hon Koo M., Al-Obaidi A. 2013. Calculation of Aerodynamic Drag of Human Being in Various Positions. EURECA, Subang Jaya. Department of Mechanical Engineering, School of Engineering, Taylor's University, Malaysia.
- Iwazuk E., Rudik G., Mederake L., Davis M., Naumann S., Wagner I. 2019. Błękitno-zielona infrastruktura dla łagodzenia zmian klimatu w miastach. Katalog techniczny. Ecologic Institute, Fundacja Sendzimira, Berlin–Kraków.
- Jopek D. 2019. Intelligent urban space as a factor in the development of smart cities. Inteligentna przestrzeń miejska jako element kształtowania rozwoju Smart Cities. Department of Regional Economy, Cracow, University of Economics.
- Kozaczko M. Archiwum Projektu Badawczego N N527 348934 Sprzężenia przestrzennych, energetycznych i materiałowych parametrów układów urbanistycznych. Cechy fizyczne miejskiej tkanki zrównoważonej.

Źródła internetowe

- INTERNET 1 – <https://www.google.com/maps/@52.3689858,16.9042656,184a,35y,128.58h,44.97t/data=!3m1!1e3> (dostęp: 15.11.2022)
- INTERNET 2 – <https://www.google.com/maps/@52.3682229,16.9077342,3a,90y,257.93h,94.8t/data=!3m6!1e1!3m4!1s0to6lFEAqdwPSyWAQkdDbw!2e0!7i13312!8i6656> (dostęp: 20.11.2022)
- INTERNET 3 – mapy.geoportal.gov.pl (dostęp: 12.11.2022)
- INTERNET 4 – <https://www.google.com/maps/@52.3796485,16.9494779,337a,35y,1.06h,44.89t/data=!3m1!1e3> (dostęp: 15.11.2022)
- INTERNET 5 – <https://www.google.com/maps/@52.3842042,16.9523887,3a,60y,214.43h,101.7t/data=!3m6!1e1!3m4!1sovuKkbFmeGImshTo56Vb5g!2e0!7i13312!8i6656> (dostęp: 16.11.2022)
- INTERNET 6 – <https://www.google.pl/maps/@52.4231514,16.9678217,3a,75y,233.2h,103.42t/data=!3m6!1e1!3m4!1sfhLeiW2p9AEGd2vEBtmZPA!2e0!7i16384!8i8192?hl=pl> (dostęp: 15.11.2022)
- INTERNET 7 – bdl.stat.gov.pl/dane/podgrup/tablica (dostęp: 30.11.2022)

Adaptation possibilities of Poznań's post-war housing estates to climate change

Abstract: The aim of article is to present examples of housing estates whose urban structures and green structures give various possibilities of adaptation to climate changes. The article presents qualitative analyses (using the case study method) for ten selected housing estates of the city of Poznań in the aspect of adaptability to climate changes. Selected examples of housing estates were characterized taking into account the following features: total area of the housing estate, green area, building area, building volume, number of inhabitants, green area, prevailing green structures within housing estates, number of parking spaces, year of establishing of housing estate. Based on these characteristics, indicators of the intensity of greenery were developed. Then, by the method of linear ordering, a ranking of the considered settlements was made. Housing estates from the mid and late twentieth century are characterized by a much higher share of green areas and high landscape values, which are the result of the application of the old urban normative and the functional, landscape and utility regime in force at that time for housing estates. The results indicate that these settlements have a much greater potential for adaptation to climate changes as opposed to modern settlements. In order to objectify this thesis, it was partially verified by partially analysing the dependence of some quantitative utility parameters of housing estates on the intensity of greenery: its filtration capabilities and air purity, energy consumption of heating buildings and comfort of pedestrian traffic in the spaces between buildings. As it turns out, these parameters (among others) can be largely shaped with the help of appropriate green systems.

Key words: adaptation to climate changes, housing estates, greenery, urban normatives, urban postulates, environment