

Zielono-błękitna infrastruktura w Pekinie

Wstęp

Opis wizyty

W dniach od 22 kwietnia do 7 maja 2025 roku przeprowadzona została wizyta badawcza w Pekinie, zrealizowaną w ramach międzynarodowego programu PROM NAWA, we współpracy z Tsinghua University. W badaniach uczestniczyli studenci II i III roku kierunku gospodarka przestrzenna na Uniwersytecie Wrocławskim. Celem wizyty było prowadzenie badań terenowych i inwentaryzacji fotograficznej koncentrujących się na zielono-błękitnej infrastrukturze (ZBI), ze szczególnym uwzględnieniem jej funkcjonowania w ekstremalnych warunkach jednego z największych miast Azji.

Pekin – stolica Chińskiej Republiki Ludowej – jako dynamicznie rozwijająca się metropolia, zamieszkała przez ponad 22 miliony osób, stanowi wyjątkowe środowisko badawcze. Jest to miasto narażone na problemy typowe dla intensywnie zurbanizowanych obszarów, takie jak: zanieczyszczenie powietrza; niedobory wody; miejskie wyspy ciepła czy zagrożenia powodziowe. Badania terenowe prowadzone były w wybranych lokalizacjach miejskich, gdzie zastosowano nowoczesne rozwiązania integrujące zieleni i wodę z infrastrukturą techniczną

Analizy koncentrowały się na zrozumieniu strategii planowania przestrzennego, które wdrażane są przez władze lokalne, a także na ocenie skuteczności podejmowanych działań w kontekście poprawy warunków życia mieszkańców i zwiększania odporności miejskiej na zmiany klimatyczne. Uwagę zwrócono także dostosowanie projektów do potrzeb lokalnych społeczności. Szczególnie interesujące okazały się przypadki wdrożeń długofalowych strategii bazujących na koncepcji usług ekosystemowych, które stanowią podstawę do budowy trwałych i funkcjonalnych systemów ZBI. Obserwacje studentów pozwoliły na zebranie pokaźnego materiału empirycznego.

Opis zielono-błękitnej infrastruktury

Zielono-błękitna infrastruktura (ZBI) stanowi współczesną koncepcję planistyczną, integrującą elementy środowiska przyrodniczego i technicznego w sposób umożliwiający poprawę jakości życia w miastach oraz zwiększenie ich odporności na skutki zmian klimatycznych. Pojęcie to odnosi się do systemów, które łączą naturalne lub częściowo naturalne elementy krajobrazu – takie jak parki miejskie, cieki wodne, mokradła, zbiorniki retencyjne, zielone dachy, ogrody deszczowe, zielone ściany czy pasy zieleni przyulicznej – z komponentami infrastrukturalnymi służącymi gospodarce wodnej i regulacji mikroklimatu.

W przeciwieństwie do tradycyjnej szarej infrastruktury, skupionej na inżynierskich rozwiązaniach technicznych, ZBI opiera się na zasadzie wykorzystania procesów ekosystemowych do realizacji zadań związanych z gospodarką wodną, zarządzaniem jakością powietrza, ochroną przed upałami, powodzią czy hałasem. Kluczowym aspektem ZBI jest jej wielofunkcyjność – struktury te pełnią jednocześnie funkcje przyrodnicze, społeczne, rekreacyjne, estetyczne i edukacyjne. Planowanie zielono-błękitnej infrastruktury wymaga uwzględnienia uwarunkowań lokalnych oraz wdrażania strategii długoterminowych, ukierunkowanych na zrównoważony rozwój i adaptację do zmian klimatycznych.

W przypadku Pekinu ZBI traktowana jest jako strategiczny komponent polityki miejskiej. Miasto od wielu lat inwestuje w rozwój rozległych zielonych korytarzy, systemów zbierania i infiltracji wód opadowych oraz zielonych przestrzeni publicznych, które są projektowane w oparciu o analizę potrzeb

społeczności lokalnych. Rozwiązania te wdrażane są z dużą systematycznością i w sposób zintegrowany z innymi politykami miejskimi. Dzięki temu możliwe jest osiągnięcie efektów synergii w zakresie ochrony środowiska, zdrowia publicznego, łagodzenia skutków ekstremalnych zjawisk pogodowych oraz podnoszenia atrakcyjności przestrzeni miejskiej. ZBI w Pekinie staje się wzorcowym przykładem dla innych metropolii na świecie, które poszukują efektywnych i trwałych rozwiązań odpowiadających na wyzwania XXI wieku.

Studium przypadków

Historyczne podejście do zielono-błękitnej infrastruktury

Pałac letni

W ramach wymiany naukowej w Chinach grupa badawcza prowadziła obserwacje i inwentaryzację wybranych przykładów zielono-błękitnej infrastruktury (ZBI). Jednym z kluczowych punktów programu była wizyta w Pałacu Letnim w Pekinie (Yíhéyuán) (Ryc. 1), stanowiącym jeden z najbardziej reprezentatywnych przykładów historycznego podejścia do integracji elementów przyrodniczych i architektonicznych w przestrzeni miejskiej.



Ryc. 1 Ogrody pałacu letniego fot. Zdjęcia własne

Pałac Letni, wpisany na listę światowego dziedzictwa UNESCO, to rozległy kompleks krajobrazowy, w którym centralne znaczenie mają Jezioro Kunming oraz Wzgórze Długowieczności (Ryc. 2). Jezioro jako element błękitnej infrastruktury, pełni istotną funkcję retencyjną, łagodzi skutki nadmiernych opadów, stabilizuje lokalny mikroklimat i stanowi siedlisko wielu gatunków roślin i zwierząt. Otaczające je tereny zielone – ogrody, zadrzewienia i nasadzenia – tworzą z kolei zieloną

infrastrukturę, która wspiera bioróżnorodność, poprawia jakość powietrza i redukuje efekt miejskiej wyspy ciepła. Szczególną uwagę podczas pracy terenowej zwracaliśmy na naturalne ukształtowanie terenu – Wzgórze Długowieczności oraz otaczające je rozległe strefy zieleni. Wśród roślinności dominują wieloletnie drzewa, takie jak sosny, platany i wierzby płaczące, które nie tylko wzbogacają krajobraz wizualnie, lecz także pełnią istotne funkcje środowiskowe – regulują temperaturę, poprawiają jakość powietrza i zapewniają cień, znacząco podnosząc komfort przebywania w przestrzeni publicznej.



Ryc. 2 Błękitna infrastruktura pałacu letniego oraz widok na jezioro Xi fot. Zdjęcia własne

Na terenie Pałacu Letniego znajdują się liczne, wiekowe drzewa, o które prowadzi się staranną opiekę – m.in. poprzez stosowanie podpór stabilizujących ich konary (Ryc. 3). Dbłość o stare drzewa ma nie tylko wymiar ekologiczny, lecz także kulturowy, nawiązując do chińskiego szacunku wobec starości i tradycji, głęboko zakorzenionego w tamtejszej kulturze.

Cały kompleks zaprojektowany został z uwzględnieniem zasad harmonii między naturą, architekturą, zgodnie z tradycyjną chińską filozofią planowania przestrzennego. Obecnie teren ten objęty jest ścisłą ochroną konserwatorską i ekologiczną, a jego funkcjonowanie wspiera adaptację miejskiego środowiska do skutków zmian klimatu. Pałac Letni stanowi tym samym nie tylko zabytek o wysokiej wartości kulturowej, lecz także historyczny model zintegrowanej zielono-błękitnej infrastruktury, który może inspirować współczesne rozwiązania urbanistyczne.



Ryc. 3 Przykłady implementacji zieleni w różnych częściach kompleksu pałacowego fot. Zdjęcia własne

Podczas wizyty w Pałacu Letnim przeprowadzone zostały rozmowy ze studentami Uniwersytetu Tsinghua na temat roli tego historycznego kompleksu jako przykładu wczesnej zielono-błękitnej infrastruktury. Wymienione zostały się spostrzeżeniami na temat sposobów integracji przyrody z architekturą oraz jej wpływu na klimat miejski. Dyskusje te pozwoliły lepiej zrozumieć kulturowe uwarunkowania chińskiego podejścia do planowania krajobrazu oraz sprzyjały budowaniu międzynarodowych relacji i współpracy akademickiej.

Lama temple

Kompleks świątynny Yonghe Gong, znany szerzej jako Lama Temple, stanowi jedno z najważniejszych miejsc sakralnych Pekinu oraz wyjątkowy przykład historycznego obiektu religijnego wkomponowanego w strukturę współczesnego miasta. Świątynia powstała w XVIII wieku jako rezydencja cesarskiego księcia, a następnie została przekształcona w klasztor lamaistyczny, odgrywając istotną rolę w popularyzacji buddyzmu tybetańskiego w Chinach. Do dziś pozostaje czynnym ośrodkiem religijnym i ważnym miejscem pielgrzymkowym, przyciągającym zarówno wiernych, jak i turystów.

Mimo silnie zurbanizowanego otoczenia, świątynia zachowuje czytelne powiązania z naturalnym środowiskiem poprzez liczne elementy zieleni, które są integralną częścią jej struktury przestrzennej. Zieleń w obrębie kompleksu została rozplanowana zgodnie z zasadami tradycyjnej architektury chińskiej, tworząc wnętrza ogrodowe między kolejnymi pawilonami, dziedzińcami i alejkami (Ryc. 4). Ograniczona ilość wody i brak dużych zbiorników nie przeszkodziły w stworzeniu przestrzeni silnie nasyczonej zielenią drzewiastą i krzewiastą, zapewniającej cień, mikroklimat oraz

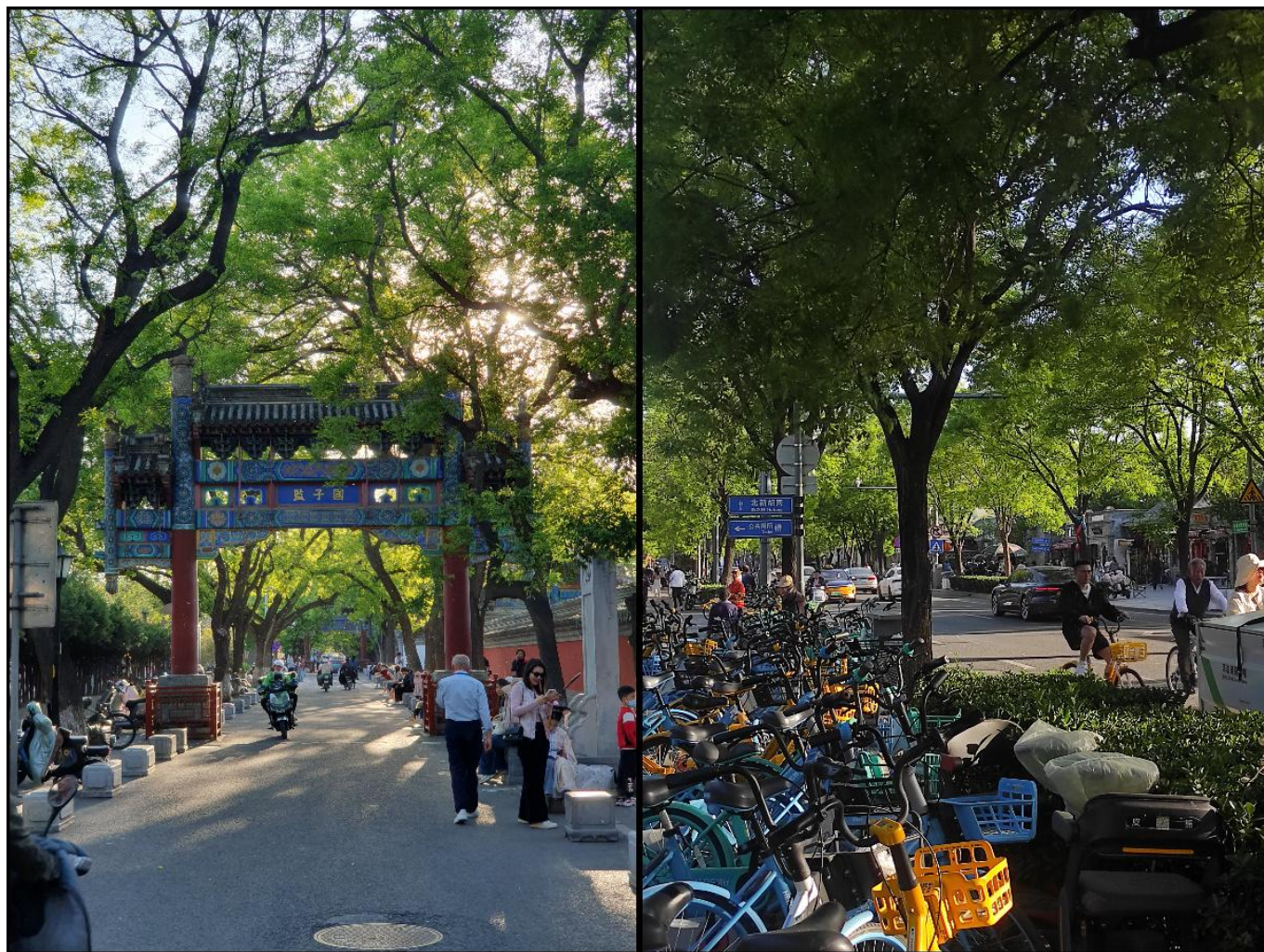
walory estetyczne i duchowe. Dominują tu nasadzenia rodzimych gatunków drzew liściastych, a także tradycyjnych roślin ozdobnych związanych z chińską symboliką – m.in. bambusów.



Ryc. 4 Przykłady zieleni na terenie kompleksu świątynnego fot. Zdjęcia własne

Zieleń pełni w tym miejscu rolę bufora klimatycznego, redukując skutki nagrzewania się powierzchni zabudowanych i utwardzonych oraz tłumiąc hałas dochodzący z przyległych ulic. Przestrzeń zielona, mimo że ograniczona powierzchniowo, są dobrze utrzymane i intensywnie wykorzystywane przez odwiedzających. Rozbudowany układ pieszych ścieżek ogrodowych prowadzi użytkowników przez sekwencje zacienionych dziedzińców, przyczyniając się do stworzenia mikroklimatu sprzyjającego odpoczynkowi, kontemplacji i praktykom religijnym. Zieleń ta została wpisana w strukturę świątyni jako element niematerialnego dziedzictwa, podtrzymując tradycyjne związki między naturą a przestrzenią sakralną.

Kompleks świątynny znajduje się w bezpośrednim sąsiedztwie jednej z głównych arterii komunikacyjnych dzielnicy Dongcheng, co czyni go interesującym przykładem zintegrowania historycznej enklawy z nowoczesną tkanką miejską. Mimo intensywnego ruchu drogowego w bezpośrednim otoczeniu, dzięki otaczającej zieleni oraz odpowiedniemu zagospodarowaniu strefy wejściowej, udało się utrzymać atmosferę spokoju i separacji od zewnętrznego chaosu miasta. Zieleń wzdłuż ogrodzeń oraz pasy roślinności wzdłuż dojść pieszych od strony stacji metra Yonghegong stanowią naturalną barierę i wprowadzają odwiedzających w bardziej kontemplacyjny rytm przestrzeni (Ryc. 5).



Ryc. 5 Ulice w okolicy Lama Temple fot. Zdjęcia własne

W ramach prowadzonej inwentaryzacji szczególnie została zwrócona uwaga na sposób, w jaki ograniczona przestrzeń biologicznie czynna została wykorzystana do stworzenia wielofunkcyjnej zieleni miejskiej, służącej nie tylko celom rekreacyjnym, religijnym i kulturowym, ale również ekologicznym (Ryc. 6). Pomimo braku otwartych systemów wodnych, kompleks świątynny wykazuje cechy zielonej infrastruktury zdolnej do wspierania lokalnego mikroklimatu, ograniczania efektu miejskiej wyspy ciepła i zwiększania estetyki przestrzeni miejskiej w rejonie o wysokiej gęstości zabudowy.

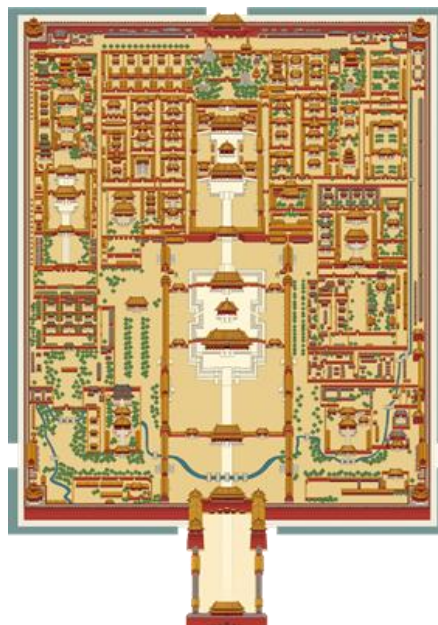
Lama Temple pokazuje, że także obiekty historyczne i sakralne mogą skutecznie włączać się w system błękitno-zielonej infrastruktury miejskiej, mimo ograniczeń związanych z ich funkcją, wiekiem oraz położeniem. Zachowanie i pielęgnacja zieleni w takich miejscach ma nie tylko znaczenie estetyczne, ale również kulturowe i ekologiczne, a ich integracja z otaczającym krajobrazem miejskim stanowi istotny element zrównoważonego planowania przestrzeni w gęsto zabudowanych dzielnicach Pekinu.



Ryc. 6 Zabudowa kompleksu świątynnego i zielen otaczająca tę zabudowę fot. Zdjęcia własne

Zakazane miasto

Zakazane Miasto stanowi jeden z wielu przykładów historycznego podejścia do integracji elementów zielono-błękitnej infrastruktury w przestrzeni urbanistycznej Pekinu. Kompleks pałacowy powstał w latach 1406-1420 podczas panowania dynastii Ming, przez niemal pięć wieków służył jako siedziba cesarzy Chin i centrum administracyjne państwa. Obecnie funkcjonuje jako Pałacowe Muzeum Narodowe, będące jednym z najważniejszych obiektów dziedzictwa kulturowego Chin. Zakazane Miasto, zajmuje powierzchnię około 725 000 metrów kwadratowych, z czego 150 000 metrów kwadratowych stanowi zabudowa. Jego plan opiera się na symetrycznej osi północ-południe, która jednocześnie stanowi centralną oś miasta (Zhang, Xuyang , Xinyi , Hao i Yingsheng , 2023). W jego planowaniu i projektowaniu wyraźnie widoczna jest hierarchiczna, modułowa struktura, która miała symbolizować i wzmacniać autorytet cesarza oraz porządek społeczny, co jest typowe dla architektury chińskiej (Ryc. 7 i 9). Pałac otoczony jest murem obronnym z wieżami oraz fosą. Ponadto, pałac i sąsiadujące parki z trzema sztucznymi stawami tworzą całościową, zamkniętą, błękitno-zieloną kompozycję infrastrukturalną (Ryc. 8). Wzgórze Węglowe w Parku Jingshan, utworzone z ziemi wykopanej podczas budowy fosy pałacowej, stanowi naturalne zabezpieczenie Zakazanego Miasta od strony północnej, co odpowiada zasadom chińskiej geomancji fengshui. Od południa ochronę kompleksu zapewnia system wodny - niewielki kanał przepływający między bramami Wumen i Taihemen, który dopełnia tradycyjny układ elementów naturalnych otaczających cesarską rezydencję. W samym środku zakazanego miasta istnieje wiele ogrodów, skwerów, zielonych formacji roślin, systemu fos, kanałów i zbiorników wodnych, co odpowiada koncepcji harmonii człowieka z naturą oraz równowagi (Ryc. 7 i 9).



Ryc. 7 Plan Zakazanego Miasta (The Palace Museum, 2025)



Ryc. 8 Zakazane Miasto – widok z Pałacu Taih fot. Zdjęcie własne



Ryc. 9 Mapa okolicy Zakazanego Miasta (The Palace Museum, 2025)

Badania w Zakazanym Mieście przeprowadzono stosując metodę obserwacji terenowej połączonej z dokumentacją fotograficzną, systematycznie przemierzając kompleks, koncentrując się na elementach zielono-błękitnej infrastruktury: systemach wodnych, terenach zielonych oraz ich

powiązaniach z architekturą. Wykonana została szczegółowa inwentaryzacja fotograficzna kanałów, zbiorników wodnych, ogrodów oraz rozwiązań odprowadzania wód opadowych. Analizie poddany został układ przestrzenny obiektów, ich funkcje oraz wzajemne relacje. Zebrane dane pozwoliły na identyfikację kluczowych cech tradycyjnego podejścia do integracji elementów wodnych i zielonych w przestrzeni urbanistycznej Zakazanego Miasta. W tradycyjnej chińskiej filozofii przestrzennej woda i zieleń nie były traktowane jako odrębne elementy infrastruktury, lecz jako integralne komponenty harmonijnego środowiska życia człowieka. Analiza przestrzenna kompleksu ujawnia przemyślany system zarządzania wodą oraz integracją elementów przyrodniczych z architekturą.

Elementy zieleni w Zakazanym Mieście

Zakazane Miasto, choć powszechnie kojarzone z monumentalną architekturą, zawiera również przemyślany system zieleni, który pełnił zarówno funkcje estetyczne, jak i praktyczne (Ryc. 10). Północno-wschodnia część kompleksu mieści Cesarski Ogród, będący miejscem wypoczynku rodziny cesarskiej. Ogród ten, zaprojektowany zgodnie z zasadami tradycyjnej chińskiej sztuki ogrodowej, łączy elementy wodne, skalne oraz roślinne w harmonijną całość (Ryc. 11).



Ryc. 10 Roślinność w Ogrodzie Cesarskim fot. Zdjęcie własne



Ryc. 11. Roślinność i system skał w Ogrodzie Cesarskim fot. Zdjęcie własne

Zieleń w Zakazanym Mieście reprezentuje starannie przemyślany system, który nie tylko pełni funkcje estetyczne, ale również praktyczne. Trawniki w kompleksie są utrzymywane jako nisko przystrzyżone powierzchnie, co nie jest wyłącznie zabiegiem estetycznym, ale także funkcjonalnym rozwiązaniem zapewniającym lepszą infiltrację i wsiąkanie wody opadowej do gruntu, wspierając tym samym naturalne procesy hydrologiczne.



Ryc. 12 Teren wokół ciągu pieszego Zakazanego Miasta fot. Zdjęcie własne

Szczególnie charakterystyczny dla tego terenu jest uporządkowany układ zadrzewienia. Drzewa są sadzone równolegle do siebie, tworząc geometryczną siatkę, która odzwierciedla konfucjańskie zasady harmonii i porządku. Ten regularny układ nie jest przypadkowy. Symbolizuje on uporządkowany świat pod rządami cesarza, gdzie każdy element ma swoje określone miejsce w hierarchii (Qi, 2023). W kompleksie obowiązuje system oznakowania drzew, który podkreśla ich historyczną i kulturową wartość. Drzewa oznaczone czerwonymi tabliczkami to okazy liczące ponad 300 lat, natomiast zielone tabliczki wskazują na wiek między 100 a 300 lat (Ryc. 13).



Ryc. 13 Tabliczki informacyjne na historycznych drzewach. fot. Zdjęcia własne

Te wielowiekowe drzewa są traktowane ze szczególną troską, otaczają je ochronne ogrodzenia, a ich konary są często podpierane przez starannie dobrane drewniane bale, których forma

harmonizuje z ogólną kompozycją przestrzenną. Podpory te stanowią nie tylko zabezpieczenie przed złamaniem, ale są również zaprojektowane tak, by wpisywać się w estetykę otoczenia (Ryc. 14).



Ryc. 14 Formy ochrony i dbania o drzewa. fot. Zdjęcia własne

Dobór gatunków roślin w Zakazanym Mieście nie był przypadkowy, każdy gatunek niesie ze sobą głębokie znaczenie symboliczne zakorzenione w chińskiej kulturze. Sosny najczęściej tam występujące symbolizują długowieczność, wytrwałość i niezłomność, a ich zimozielone igły reprezentują niezmienność i stabilność. Jałowce chińskie reprezentują siłę i odporność, zdolność przetrwania w trudnych warunkach. Wierzby w chińskiej kulturze symbolizują vitalność, odrodzenie i elastyczność, a ich giętkie gałęzie reprezentują zdolność adaptacji do zmiennych okoliczności życiowych - cechę wysoko cenioną w filozofii taoistycznej. Cyprysy symbolizują nieśmiertelność i trwanie po śmierci. Dostojników Piwonie symbolizują bogactwo, honor i wysoką pozycję społeczną, a róże młodość, piękno i miłość (Peng, Huan , Zhaojing i Qiming , 2024) (Ryc. 15).



Ryc. 15 Piwonie oraz róże na terenie Zakazanego Miasta. fot. Zdjęcia własne

W Zakazanym Mieście występuje wyjątkowe zespolenie elementów zieleni z architekturą, ukazujące holistyczne podejście do projektowania przestrzeni. Na ścianach niektórych budynków, szczególnie w bardziej prywatnych częściach kompleksu, można zaobserwować pionowe nasadzenia roślin tworzące zielone ściany. Rozwiązanie to, wyprzedzające o wieki współczesne koncepcje zielonych fasad, pełniło funkcje nie tylko estetyczne, ale również praktyczne, rośliny pomagały w regulacji temperatury wewnątrz i oczyszczaniu powietrza. Winobluszcz trójklapowy, choć nie jest natywnym gatunkiem chińskim, został wprowadzony do cesarskich ogrodów jako element dekoracyjny, ceniony za jesienne przebarwienia liści, które symbolizują przemijanie czasu i dojrzałą mądrość (Ryc. 15). W projektowaniu zieleni Zakazanego Miasta widoczne jest dążenie do osiągnięcia harmonii między naturalnymi i antropogenicznymi elementami krajobrazu. Drzewa i krzewy są sadzone tak, by tworzyć ramy dla architektury, podkreślając jej monumentalność. Jednocześnie elementy roślinne łagodzą surowość architektonicznych form, wprowadzając do przestrzeni element życia i zmienności. Ta głęboka integracja zieleni z architekturą w Zakazanym Mieście stanowi cenny przykład historycznego podejścia do projektowania przestrzeni.



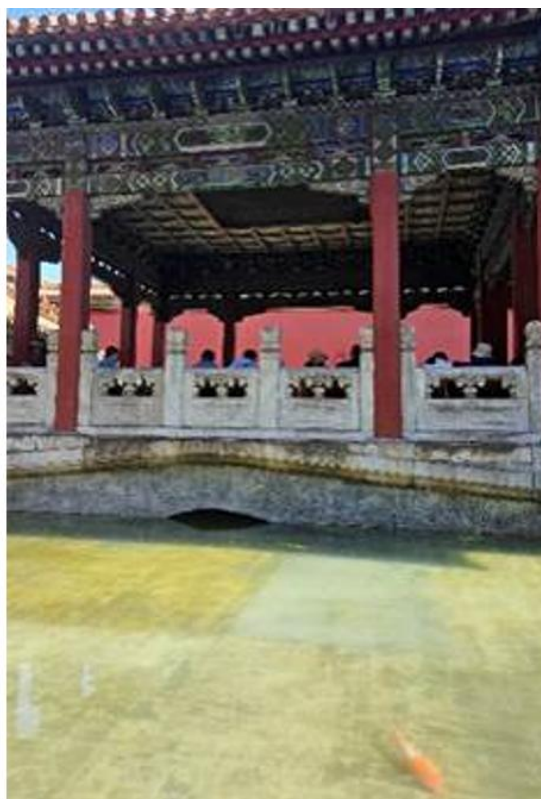
Ryc. 16 Zielona ściana w Zakazanym Mieście. fot. Zdjęcia własne

Systemy gospodarowania wodą w Zakazanym Mieście

Obserwacje pozwoliły na spostrzeżenie złożoności i zaawansowania historycznych rozwiązań gospodarowania wodą, które stanowią przykład historycznej zielono-błękitnej infrastruktury. Kompleksowa analiza przestrzenna wykazała, że system wodny Zakazanego Miasta funkcjonuje jako zintegrowany organizm, łączący elementy naturalne z technicznymi w sposób zapewniający efektywne zarządzanie zasobami wodnymi. Wewnętrzny system wodny obejmuje sieć mniejszych kanałów i ozdobnych zbiorników wodnych. W przedniej, południowej części kompleksu zlokalizowano system pięciu połączonych ze sobą zbiorników wodnych, które pełnią funkcję buforową i retencyjną. Analiza ich lokalizacji i parametrów przestrzennych wykazała, że zbiorniki te zostały strategicznie rozmieszczone w miejscach gromadzenia się wód opadowych spływających z utwardzonych powierzchni dziedzińców (Ryc. 17). Szczególnie interesującym elementem jest system "Złotych Wód" - sieci odkrytych kanałów wyłożonych blokami z białego marmuru, które przecinają główne dziedzińce kompleksu (Ryc. 18).



Ryc. 18 System wodny w Zakazanym Mieście



Ryc. 17 Zbiornik przy wejściu od Bramy Południkowej. fot. Zdjęcia własne

Wykorzystanie naturalnego ukształtowania terenu w planowaniu systemu wodnego również było celowe. Kompleks charakteryzuje się łagodnym, ale znaczącym spadkiem z północy na południe. Ta różnica wysokości została świadomie wykorzystana w projektowaniu systemu odprowadzania wody. Należy również zwrócić uwagę na wysokościowe zróżnicowanie posadowienia poszczególnych budynków pałacowych. Przeprowadzone pomiary wykazały, że kolejne pawilony w osi północ-południe są usytuowane na coraz wyższych platformach, co nie tylko podkreśla ich hierarchiczne znaczenie, ale również zapewnia naturalny grawitacyjny przepływ wody od wyżej położonych części kompleksu ku niższemu. Najważniejsze budynki cesarskie, znajdujące się w północnej części kompleksu, są posadowione na platformach wyniesionych o ok. 1,2-1,5 metra powyżej otaczającego terenu, co zapewnia im dodatkową ochronę przed potencjalnymi podtopieniami. Zakazane Miasto otacza dodatkowo system fos o szerokości sięgającej 52 metrów, tworzący zewnętrzną barierę hydrologiczną kompleksu. Fosa pełni podwójną funkcję: obronną oraz retencyjną, stanowiąc pierwszy element systemu gospodarowania wodą w obrębie zespołu pałacowego. Fosa jest połączona z siecią kanałów, które transportują wodę zgodnie z naturalnym spadkiem terenu (Ryc. 19).



Ryc. 19 Fosa na wschód od wyjścia z Bramy Boskiej Mocy.

Zidentyfikowane podczas badań, historyczne rozwiązania wykazują znaczące podobieństwa do współczesnych koncepcji zarządzania wodami. Mimo upływu setek lat, obiekt realizuje wiele zasad obecnie uznawanych za innowacyjne w kontekście zrównoważonego rozwoju miast.

Zielona i błękitna infrastruktura, choć często analizowane osobno, funkcjonują w praktyce jako wzajemnie uzupełniające się elementy tego samego systemu. Ich integracja pozwala osiągać efekty synergiczne, roślinność wspiera retencję wody, reguluje mikroklimat i poprawia jakość powietrza, podczas gdy systemy wodne zasilają ekosystemy roślinne i łagodzą skutki ekstremalnych zjawisk pogodowych. Analiza przestrzenna kompleksu wykazuje, że elementy wodne i zielone zostały zaplanowane jako jeden, spójny organizm.

Świątynia Nieba

Świątynia Nieba (Tian Tan), będąca miejscem kultu wyznawców taoizmu, stanowi kolejny ważny punkt na zielonej mapie miasta. Jest jednym z najlepiej rozpoznawalnych zabytków Pekinu. Dzięki swojej wyjątkowej architekturze została wpisana na Listę Światowego Dziedzictwa Kulturowego UNESCO (ryc. 20 i 21). Podobnie jak Zakazane Miasto, Świątynia Nieba powstała za panowania cesarza Yongle z dynastii Ming w latach 1406–1420, w związku z przeniesieniem stolicy Chin do Pekinu. Budowa świątyni wynikała z potrzeby stworzenia miejsca, w którym cesarz – uznawany za syna Niebios – mógł raz do roku odprawiać obrzędy rytualne i modlić się o obfite plony. W XVIII wieku świątynia przeszła renowację według projektu cesarza Qianlonga. W tym okresie teren obsadzono licznymi drzewami. W 1912 roku została po raz pierwszy otwarta dla zwykłych ludzi – wcześniej mieszkańcy nie mieli prawa uczestniczyć w obrzędach. W 1918 roku zespół świątynny ostatecznie przekształcono w park (ryc. 22). Obecnie cały kompleks zajmuje powierzchnię 2,73 km².



Ryc. 21 Świątynie Modłów o Dobry Urodzaj



Ryc. 20 Pawilon w Parku Świątyni Nieba
fot. Zdjęcia własne



Ryc. 22 The Long Corridor prowadzący do świątyni Świątynie Modłów o Dobry Urodzaj fot. Zdjęcie własne

Na terenie kompleksu znajduje się szereg obiektów i ogrodów tematycznych. W centralnej części na podwyższeniu umiejscowiono Świątynię Modłów o Dobry Urodzaj (ryc. 20), skąd znad koron drzew okalających świątynię rozciąga się panorama miasta (ryc. 23). Na zachód od niej usytuowano Chiński Ogród Różany (ryc. 24) oraz Ogród Setki Innych Kwiatów (ryc. 25). Obok nich znajduje się Pałac Abstynencji (ryc. 25), gdzie dawniej, na trzy dni przed obrzędem poświęcenia cesarz pościł m.in. od mięsa, wody i muzyki. Na wschód od świątyni mieści się m.in. Studnia Niebiańskiej Esencji, której woda była uważana za czystą i świętą, obok niej znajduje się mierzący 350 m długości Długi Korytarz prowadzący do Świątyni Modłów o Dobry Urodzaj (ryc. 22).



Ryc. 23 Świątynia Modłów o Dobry Urodzaj - widok w kierunku Dzielnicy Biznesowej CBD fot. zdjęcie własne



Ryc. 24 Chiński Ogród Różany na terenie Świątyni Nieba fot. zdjęcia własne



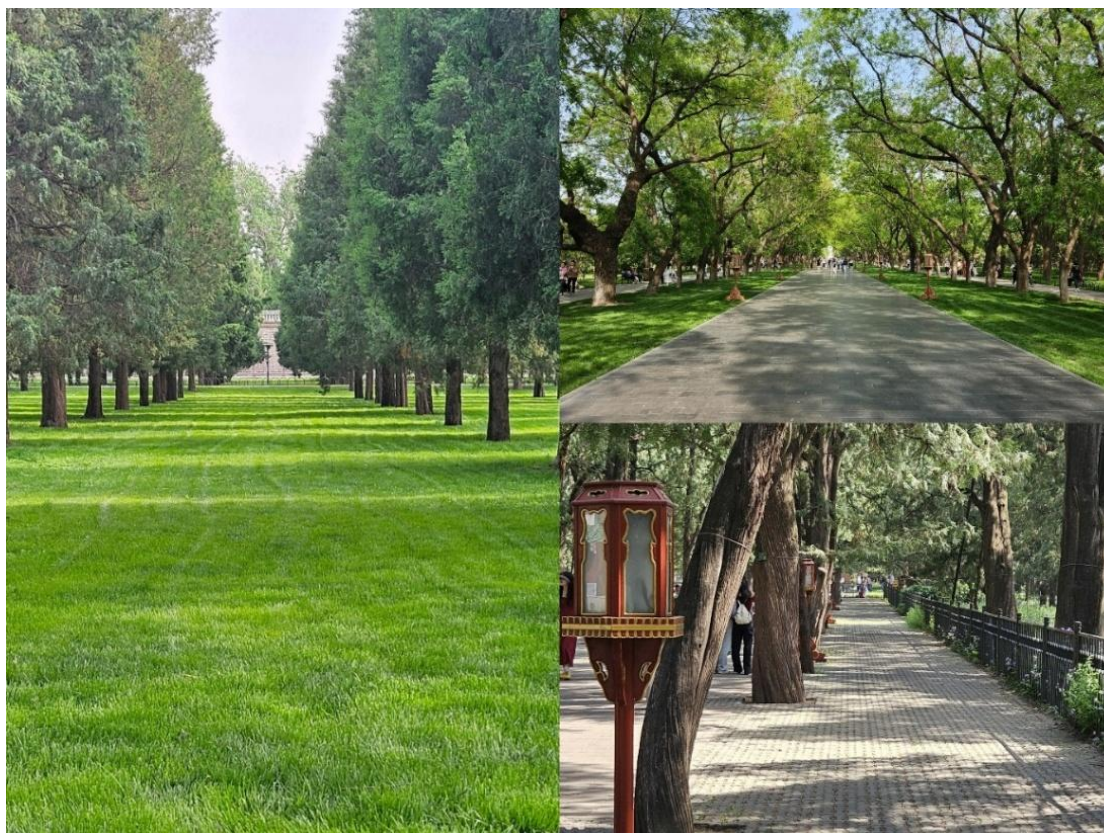
Ryc. 25 Ogród Setki Innych Kwiatów fot. zdjęcia własne



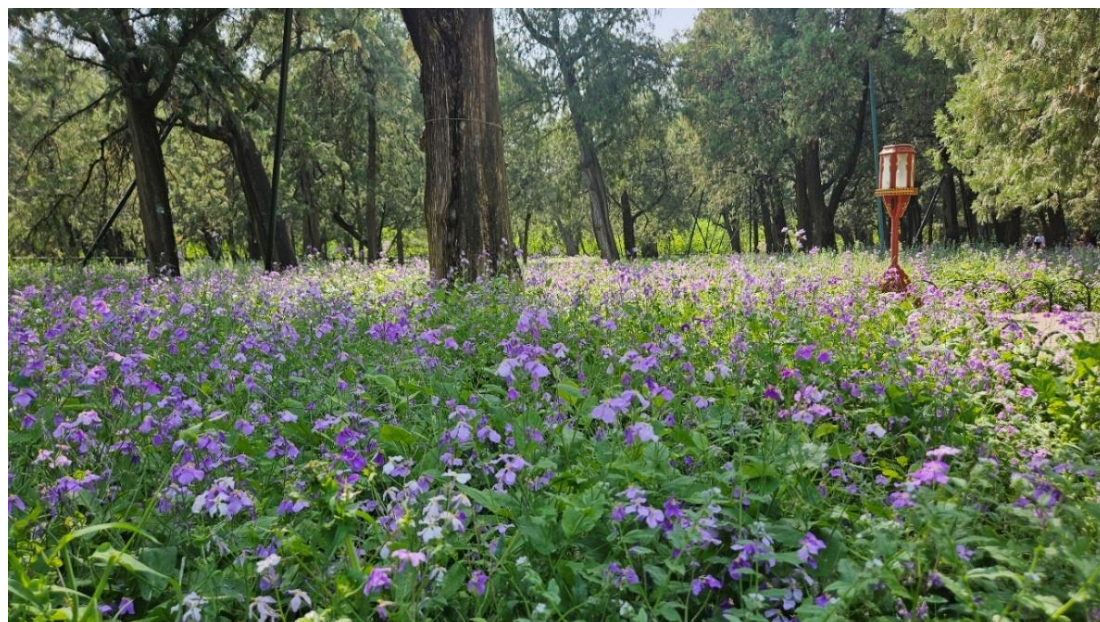
Ryc. 26 Fosa przy Pałacu Abstynencji fot. zdjęcie własne

Świątynia Nieba została zaprojektowana zgodnie z zasadami feng shui oraz symboliką nieba i ziemi; formy okrągłe symbolizują niebo, natomiast formy kwadratowe symbolizują ziemię. Podobnie jak na terenie Zakazanego Miasta cechą charakterystyczną jest uporządkowany układ zadrzewienia, który tutaj jest jeszcze bardziej wyraźny. Wokół Świątyni Abstynencji posadzone są szeregi drzew w sposób wysoce zorganizowany (ryc. 27). W parku miejscami wśród drzew rosną liczne gatunki roślin, w tym chińska rzeżucha fioletowa (*Orychophragmus violaceus*) (ryc. 28). W kompleksie obowiązuje ten sam system oznakowania drzew co na terenie Zakazanego Miasta, który podkreśla ich historyczną i kulturową wartość. Najstarsze zaobserwowane drzewa mają 620 lat (ryc. 29). Wyróżnia

się tu takie gatunki jak: żywotnik wschodni (*Platycladus orientalis*) - sadzony w świątyniach, grobowcach i ogrodach pałacowych jako drzewo długowieczności, symbolizujące nieśmiertelność oraz trwałość; peretkowiec japoński (*Sophora japonica*) jako drzewo ochronne i symbol mądrości; jałowiec chiński (*Sabina chinensis*) czy odmiany jabłoni (*Malus micromalus*). W tradycyjnej kulturze chińskiej drzewa otaczane są szacunkiem, który był wyrażany poprzez fizyczny kontakt, np. próba objęcia drzewa rękoma.



Ryc. 27 Uporządkowany układ zadrzewienia fot. zdjęcia własne

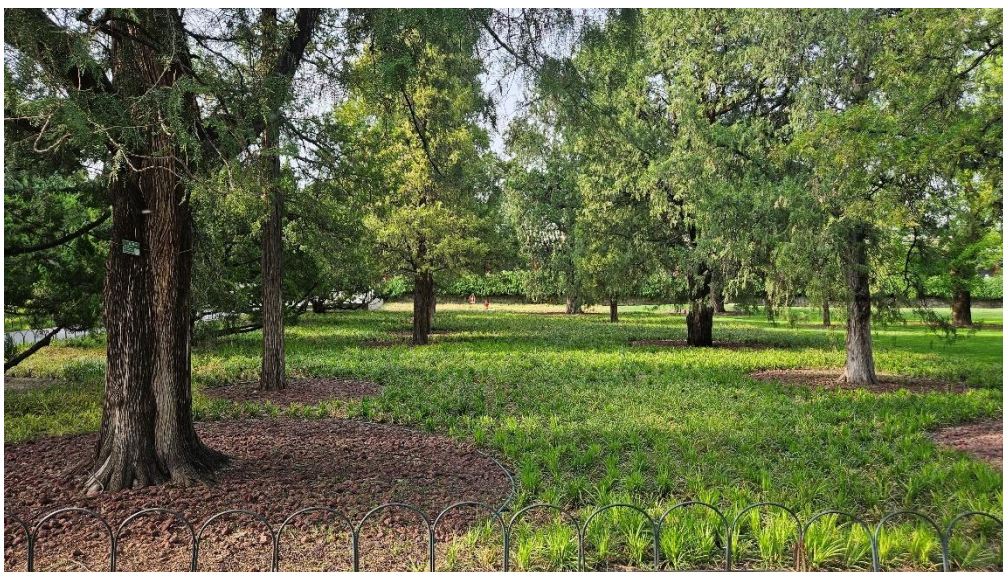


Ryc. 28 Chińska fioletowa rzeżucha kwitnąca wśród drzew fot. zdjęcie własne



Ryc. 29 Charakterystyczne oznakowanie drzew fot. zdjęcia własne

Tereny zadrzewione stanowiące największy udział powierzchni parku są jego ważnym elementem, nie tylko pełnią wartość estetyczną i kulturową, lecz także są częścią zielono-błękitnej infrastruktury. Poprzez transpirację i zacienianie powierzchni drzewa skutecznie obniżają temperaturę otoczenia przeciwdziałając efektowi miejskiej wyspy ciepła. Tereny zadrzewione sprzyjają adaptacji miast do zmian klimatu poprzez łagodzenie ekstremalnych zjawisk pogodowych i poprawę komfortu termicznego (ryc. 30). Pełnią kluczową rolę w retencji wody opadowej, redukując ryzyko lokalnych podtopień i wspomagając naturalny obieg wody w środowisku miejskim. Zwiększają bioróżnorodność ekosystemów miejskich, tworząc siedliska dla wielu gatunków ptaków, owadów i drobnych ssaków. Temperatura panująca przy powierzchni kamiennego placu wokół Świątyni Modłów o Dobry Urodzaj odczuwalnie kontrastuje z zadrzewionymi, zacienionymi alejami rozchodzącymi się od niego. Park oferujący komfortowe warunki termiczne pozytywnie wpływa na dobrostan psychiczny mieszkańców co sprawia, że jest chętnie odwiedzany przez osoby starsze.



Ryc. 30 Charakterystyczne kamienne kręgi wokół drzew ułatwiają rozrastanie się systemów korzeniowych - szczególnie leżących płytko pod ziemią i nielubiącej zbitej ziemi cyprysów - zmniejszają również konkurencję o wodę z innymi roślinami fot. Zdjęcie własne

Tradycyjne chińskie osiedla – Hutong

Hutong to tradycyjna forma architektoniczna, szczególnie rozpowszechniona w Pekinie. Składa się z wąskich uliczek otoczonych parterowymi, przylegającymi do siebie budynkami (Ryc. 31). Charakterystycznym elementem hutongów są niewielkie, prostokątne dziedzińce siheyuan, wokół których zgrupowane są ceglane, nieotynkowane zabudowania (Ryc. 32). Te historyczne kompleksy mieszkalne zazwyczaj pozbawione są nowoczesnych udogodnień takich jak wodociągi czy centralne ogrzewanie, a mieszkańcy korzystają z wspólnych sanitariatów zlokalizowanych na podwórzu. Hutongi zaczęły powstawać w XII wieku i szybko zyskały popularność dzięki swoim zaletom obronnym podczas oblężeń oraz dostosowaniu do patriarchalnej struktury ówczesnego społeczeństwa chińskiego (Olszewski, 2003).



Ryc. 31 Ulica prowadząca do XILOU Hutong w Pekinie. fot. Zdjęcie własne



Ryc. 32. Widok z lotu ptaka na typowy Siheyuan (Insideinside, 2025).

Obszary historycznych hutongów w Pekinie przedstawiają szczególne wyzwanie dla współczesnych koncepcji zrównoważonego rozwoju miejskiego, w tym dla implementacji błękitno-zielonej infrastruktury. Te tradycyjne struktury urbanistyczne, charakteryzujące się wysoką gęstością zabudowy i minimalną ilością terenów otwartych, powstały w okresie dynastii Yuan (XII-XIV w.) i do dziś stanowią istotny element dziedzictwa kulturowego. Problematyka adaptacji hutongów do współczesnych standardów środowiskowych napotyka na szereg barier strukturalnych. Ograniczona przestrzeń między zabudowaniami, brak systemów odprowadzania wody deszczowej oraz historyczna struktura urbanistyczna uniemożliwiają implementację tradycyjnych rozwiązań błękitno-zielonej infrastruktury (Ma, 2014).

Mimo to, istotnym narzędziem na tych terenach są drzewostany. Występują tam stare, często objęte ochroną drzewa, które przetrwały proces urbanistycznej transformacji, stanowiąc żywe świadectwo historii tych obszarów. Najbardziej reprezentatywne są drzewa pagodowe i cyprysy, o czym świadczy ponad 200 hutongów nazwanych właśnie na ich cześć. W tradycyjnych podwórzach typu siheyuan szczególną rolę odgrywają drzewa owocowe, które w niektórych rejonach hutongów stanowią nawet 42% całego drzewostanu (Ma, 2014). Współczesne działania rewitalizacyjne w hutongach zakładają zachowanie i uzupełnienie istniejącej zieleni poprzez wprowadzanie gatunków rodzimych, doskonale zaadaptowanych do lokalnych warunków klimatycznych. Program zazieleniania hutongów obejmuje również tworzenie niewielkich, pionowych ogrodów przy ścianach budynków oraz wykorzystanie dachów na cele retencyjne i wegetacyjne, co pozwala na zwiększenie powierzchni biologicznie czynnej bez ingerencji w historyczną tkankę urbanistyczną (Ryc. 33). Miejskie przepisy wymagają, aby przy renowacji ulic w obrębie hutongów zachowywać minimum 15% powierzchni przepuszczalnej, co realizowane jest poprzez wprowadzanie pasów zieleni z zastosowaniem gatunków rodzimych o niskich wymaganiach pielęgnacyjnych, takich jak trawy ozdobne i niskie krzewy. Kompleksowe podejście do zazieleniania hutongów ma na celu nie tylko poprawę estetyki i mikroklimatu tych obszarów, ale także zwiększenie ich odporności na zjawiska związane ze zmianami klimatu, szczególnie w kontekście problemów z powodzią błyskawicznymi i miejskimi wyspa mi ciepła.

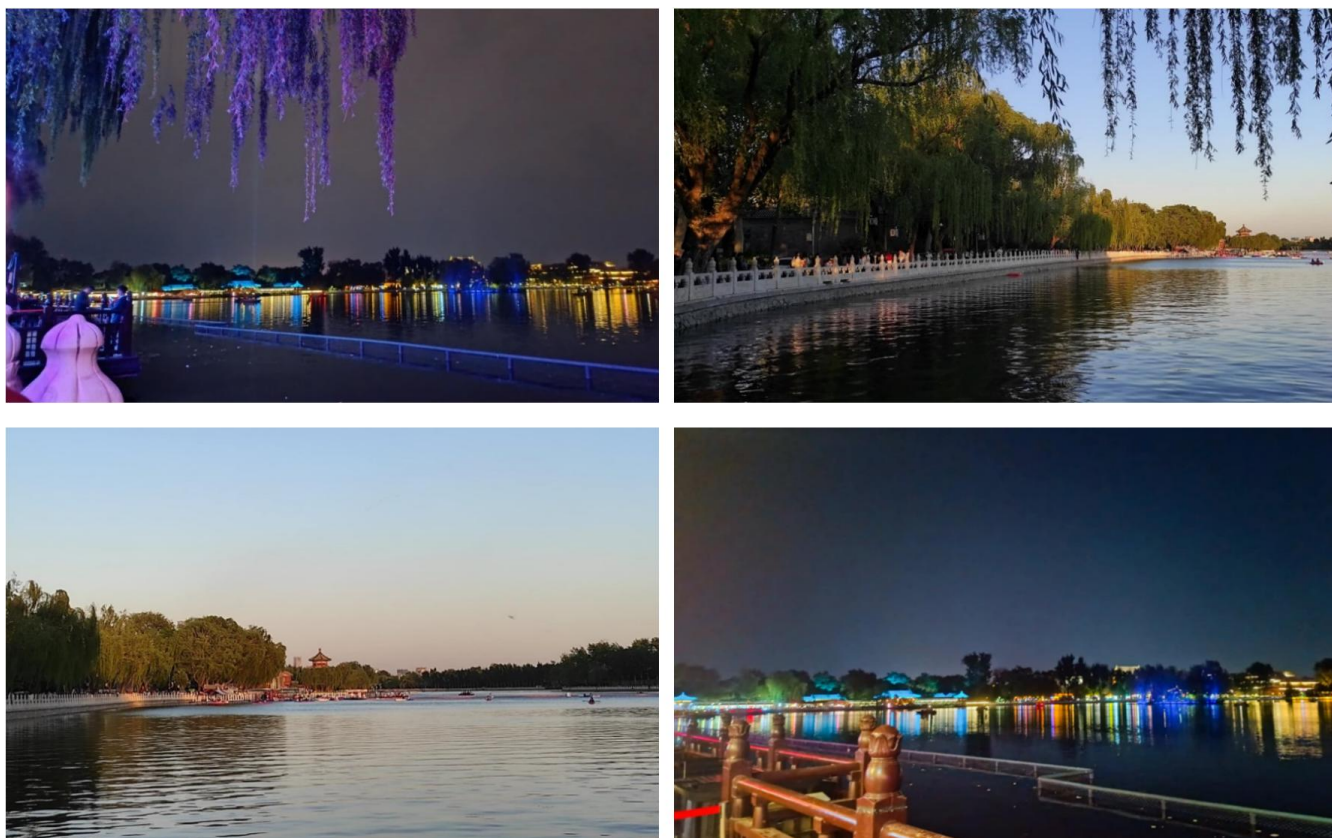


Ryc. 33 Implementacja terenów zielonych przy Hutongach. fot. Zdjęcie własne

Kompleks Jezior Shichahai

W ramach wizyty studyjnej w Pekinie, grupa projektowa przeprowadziła także analizę kompleksu wodnego Shichahai stanowiącego unikalne połączenie historycznego dziedzictwa, przestrzeni rekreacyjnej i elementu miejskiej infrastruktury błękitno-zielonej.

Kompleks jezior w północno-zachodnim Pekinie zajmuje łącznie powierzchnię 146,7 ha, w jego skład wchodzi trzy akweny: Qianhai („Morze Przednie”), Houhai („Morze Tylne”) i Xihai („Morze Zachodnie”). Jezioro Qianhai położone bezpośrednio na północny zachód od Parku Beihai, jest pozostałością dawnego systemu kanałów z czasów dynastii Yuan, będącego północnym końcem Wielkiego Kanału łączącego Hangzhou z Pekinem. Qianhai znajduje się w północno-centralnej części Pekinu, w dzielnicy Xicheng. Otoczone jest tradycyjnymi hutongami oraz zabytkami, takimi jak Pałac Księcia Gongga i Rezydencja Song Qingling. Współcześnie obszar ten pełni funkcję rekreacyjną i kulturalną, gdyż wokół niego zlokalizowany jest Market Lotus z licznymi kawiarniami, barami i restauracjami nad brzegiem jeziora (Ryc. 34). Jego nazwa jest znacząca, gdyż odnosić się do wydarzenia związanego z kwitnieniem lotosów na jeziorze, które przyciąga zarówno mieszkańców, jak i turystów. Lotosy mają głębokie znaczenie w kulturze chińskiej, symbolizując czystość i odrodzenie.

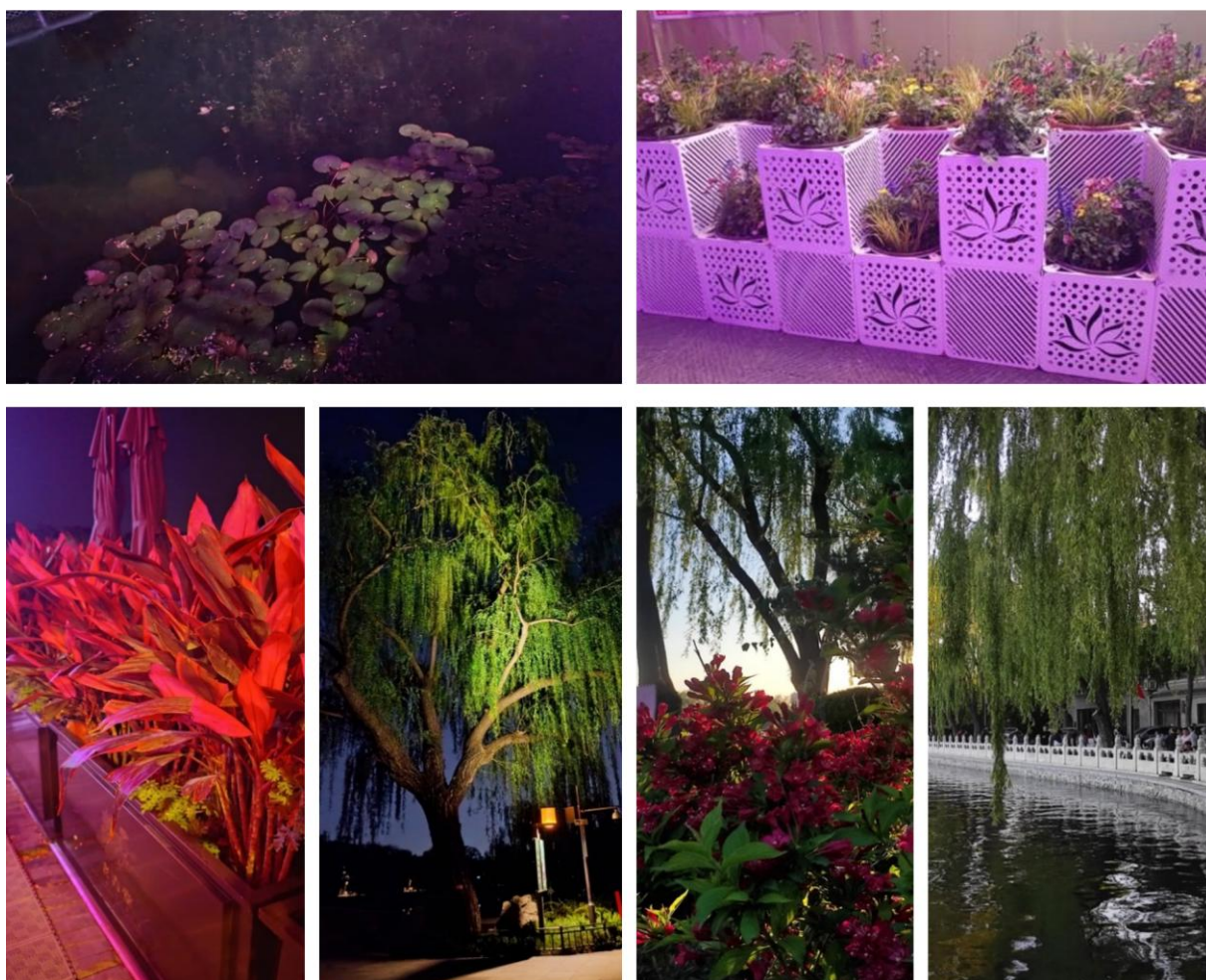


Ryc. 34 Kompleks Jezior Shichahai fot. Zdjęcia własne

Jednak oprócz tych funkcji mimo, iż nie jest częścią nowoczesnych projektów infrastruktury błękitno-zielonej, jego obecność w centrum Pekinu odgrywa istotną rolę w zarządzaniu wodami opadowymi i mikroklimatem miejskim. Obszary wodne, takie jak Qianhai jak i cały kompleks, pełnią również istotne funkcje środowiskowe i klimatyczne. Obecność tak rozległego kompleksu wodnego pomaga redukować efekt miejskiej wyspy ciepła. Woda parując z powierzchni jezior obniża temperaturę otoczenia, szczególnie w letnich miesiącach, co ma ogromne znaczenie w gęsto zabudowanym i nagrzewającym się centrum miasta. Dzięki temu obszar wokół Shichahai charakteryzuje się łagodniejszym mikroklimatem niż inne części Pekinu, co jest szczególnie ważne w kontekście coraz częstszych fal upałów związanych ze zmianami klimatu. Jeziora Shichahai

odgrywają także ważną rolę w retencji wód opadowych. W czasie intensywnych deszczy, które stają się coraz częstsze w wyniku zmian klimatu, zbiorniki te działają jak naturalne magazyny wody, pomagając unikać przeciążeń systemów kanalizacyjnych oraz ograniczając ryzyko podtopień. Woda z opadów gromadzi się w jeziorach, co pozwala na jej stopniowe odprowadzenie lub infiltrację do gruntu, wspierając przy tym odnawianie zasobów wód podziemnych. Kompleks Shichahai stanowi ważne siedlisko miejskiej bioróżnorodności (Ryc. 35). Obecność wody sprzyja życiu ptaków wodnych, ryb, płazów oraz różnorodnej roślinności. Dzięki temu obszar ten działa jako oaza ekologiczna w centrum metropolii, wzmacniając zieloną i błękitną infrastrukturę Pekinu. To z kolei przekłada się na większą odporność ekosystemu miejskiego na skutki zmian klimatu.

Nie bez znaczenia są również funkcje społeczne i rekreacyjne, jakie pełni Shichahai. Brzegi jezior to popularne miejsce spacerów, spotkań, a także sportów wodnych latem i jazdy na łyżwach zimą. Tego typu przestrzenie zwiększają komfort życia mieszkańców i pozytywnie wpływają na ich zdrowie fizyczne oraz psychiczne (Ryc. 36).



Ryc. 35 Roślinność spotykana przy jeziorach fot. Zdjęcia własne



Ryc. 36 Przykłady rekreacyjnych funkcji jezior fot. Zdjęcia własne

Roślinność wodna

Dobór roślinności wodnej występujących na kompleksie jezior Shichahai, a także w innych miejscach Pekinu jest nieprzypadkowy. Oprócz walorów estetycznych, rośliny te często pełnią również funkcję naturalnych filtrów wody. Najczęściej spotykaną rośliną wodną był kosaciec żółty (*Iris pseudacorus* L.), która występuje m.in. w jeziorze Xihai, na terenie kampusu Uniwersytetu Tsinghua, nad rzeką Yangshan oraz w parku Yuyuantan. Kosaciec pobiera z gleby nadmiar azotu i fosforu, ograniczając rozwój glonów, a jego rozbudowany system korzeniowy tworzy gęstą sieć zatrzymującą cząstki zanieczyszczeń. W wielu zbiornikach wodnych zaobserwowano również lilie wodną (*Nymphaea alba* L.), która redukuje rozwój glonów poprzez ograniczenie dostępu światła słonecznego do głębszych warstw wody. W jeziorze Houhai występowała moczarka kanadyjska (*Elodea canadensis* Michx.), roślina podwodna, która – podobnie jak kosaciec – odgrywa ważną rolę w oczyszczaniu wody, pochłaniając nadmiar substancji odżywczych i wspierając równowagę biologiczną ekosystemu.

Sam sposób sadzenia roślinności wodnej jest interesujący. Kosańce często rozmieszczone są na pływających platformach jeden obok drugiego (ryc. 37). Przy brzegach rozstawione są siatki w obrębie których występują zatopione wazy, w których rosną rośliny (ryc. 38). W ich sąsiedztwie można zaobserwować liczne gatunki kaczek, w tym barwne kaczki mandarynki (*Aix galericulata*) występujące w Chinach w swoim naturalnym środowisku. W Chińskiej kulturze będące symbolem miłości i wierności, ponieważ ptaki te łączą się w pary na całe życie.

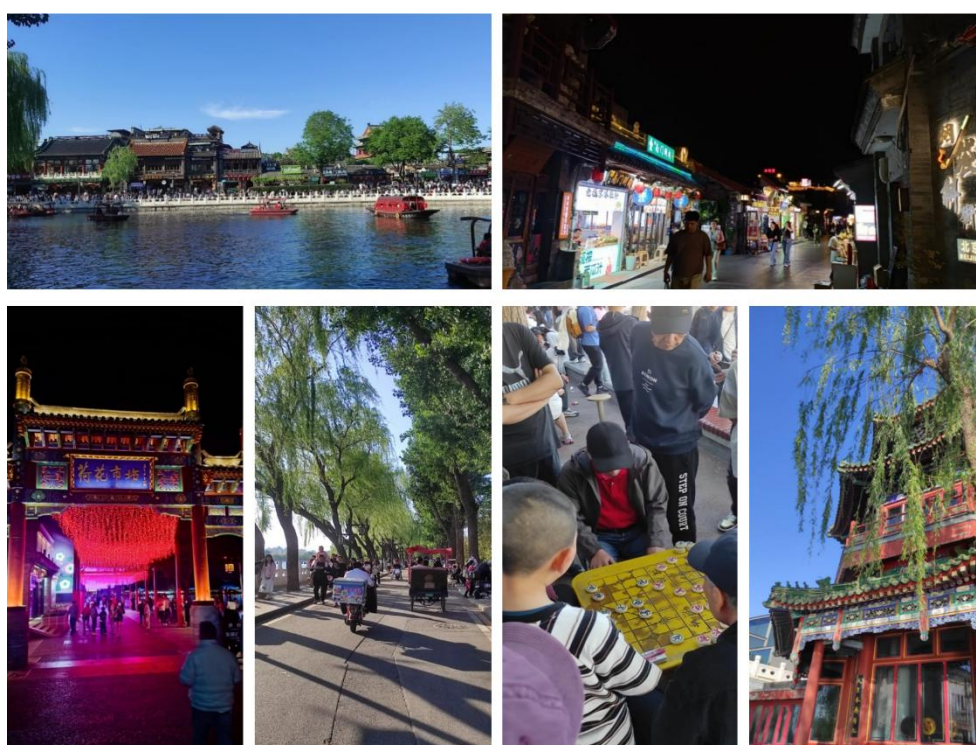


Ryc. 37 Kosańce i lilie wodne na jeziorze Xihai fot. Zdjęcia własne



Ryc. 38 Zatopione platformy na jeziorze Houhai, kaczka mandarynka fot. Zdjęcia własne

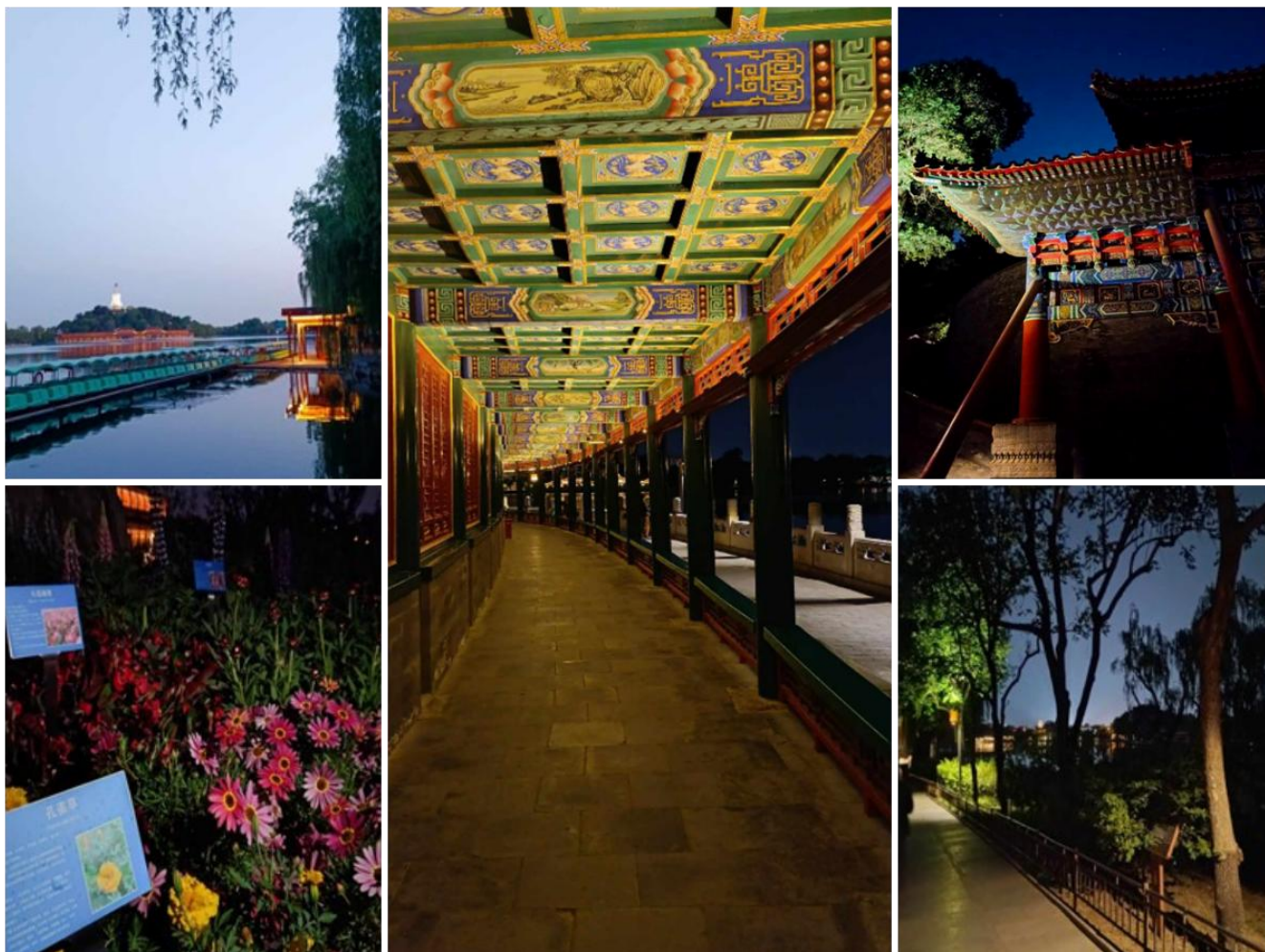
Kompleks wodny Shichahai stanowi jeden z najbardziej wartościowych przykładów zintegrowanego podejścia do przestrzeni miejskiej w kontekście współczesnych wyzwań urbanistycznych i środowiskowych. Jego wielowarstwowa struktura łącząca funkcje przyrodnicze, społeczne, historyczne i klimatyczne pokazuje, jak duże zbiorniki wodne w centrum miasta mogą aktywnie wspierać odporność miejską na zmiany klimatu, łagodzić skutki ekstremalnych zjawisk pogodowych oraz poprawiać jakość życia mieszkańców. Jeziora oraz otaczające je parki i zieleńce stanowią kluczowy element błękitno-zielonej infrastruktury miasta. Kompleks pełni funkcję korytarza ekologicznego, wspierając lokalną bioróżnorodność i poprawiając jakość powietrza. Jest to odpowiedź na potrzebę tworzenia zintegrowanych systemów przyrodniczych w przestrzeni miejskiej. Jednocześnie jako przestrzeń publiczna o wysokiej wartości kulturowej i rekreacyjnej, przeciwdziała fragmentacji i wykluczeniu społecznemu w dostępie do jakościowej przestrzeni publicznej (Ryc. 39).



Ryc. 39 Zróżnicowanie zagospodarowania przestrzennego obszaru wokół jezior fot. Zdjęcia własne

Beihai Park

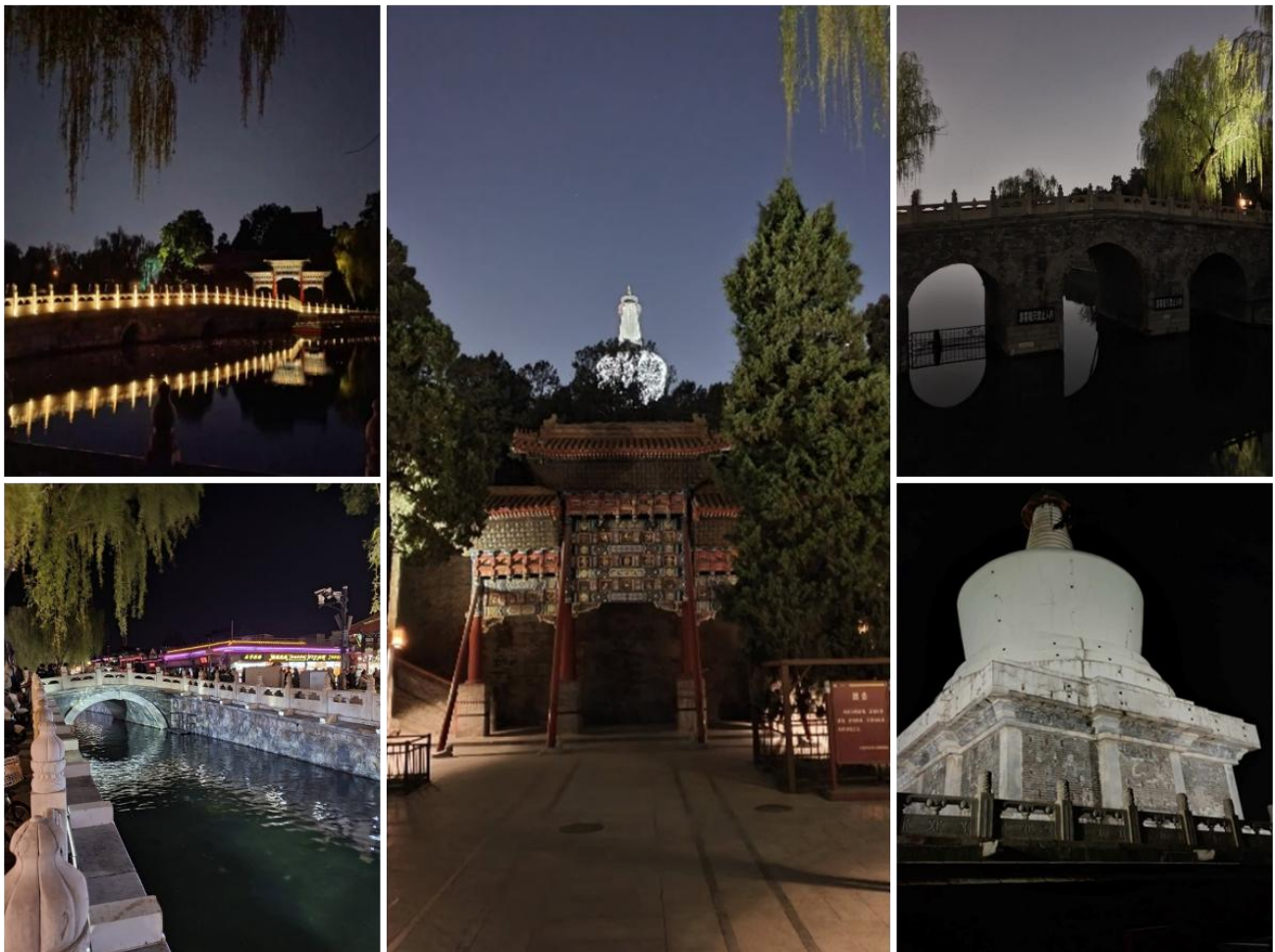
Beihai Park to jeden z najstarszych i najlepiej zachowanych ogrodów cesarskich w Chinach, którego historia sięga ponad tysiąca lat, aż do dynastii Liao. Zajmuje powierzchnię około 70 ha, z czego ponad połowę stanowi malownicze jezioro Beihai. Park łączy elementy tradycyjnej chińskiej architektury ogrodowej z bujną roślinnością i rozległymi wodami, tworząc harmonijną przestrzeń sprzyjającą wypoczynkowi i kontemplacji. Centralnym punktem jest wyspa Qionghua z Białą Dagobą – charakterystyczną buddyjską stupą z czasów dynastii Qing (Ryc. 40 i 41). Beihai Park jest nie tylko popularnym miejscem rekreacji mieszkańców Pekinu, ale również cennym przykładem błękitno-zielonej infrastruktury wspierającej zrównoważony rozwój miasta.



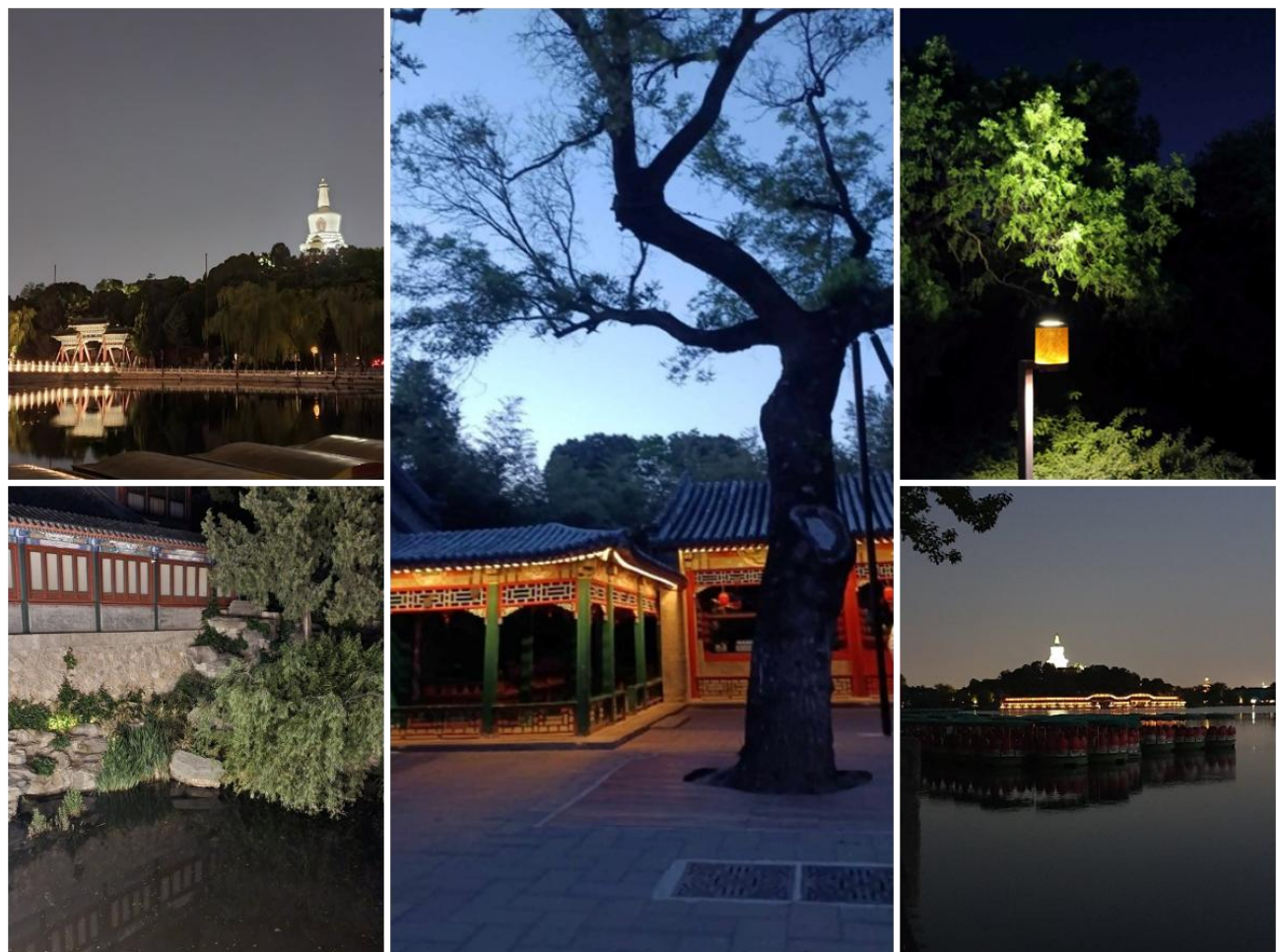
Ryc. 40 Zabudowania i roślinność na wyspie Qionghua fot. Zdjęcia własne

Zielona infrastruktura w Beihai Park: Park charakteryzuje się bogatą szatą roślinną, w tym licznymi drzewami, krzewami i kwiatami, które tworzą różnorodne siedliska dla fauny miejskiej. Obecność takich gatunków jak wierzby płaczące czy lotosy przyczynia się do zwiększenia bioróżnorodności oraz poprawy mikroklimatu. W Beihai Park znajdują się także elementy klasycznych ogrodów chińskich, takie jak pawilony, mosty i kamienne ścieżki, które harmonijnie współgrają z naturalnym krajobrazem (Ryc. 41 i 42). Te struktury nie tylko pełnią funkcje estetyczne, ale także wspomagają retencję wody deszczowej i ograniczają erozję gleby.

Niebieska infrastruktura Centralnym elementem parku jest jezioro Beihai, które zajmuje ponad połowę jego powierzchni. Jezioro pełni funkcje retencyjne, pomagając w zarządzaniu wodami opadowymi oraz łagodzeniu skutków ewentualnych powodzi. Na środku jeziora znajduje się wyspa Qionghua, na której wznosi się Biała Dagoba – buddyjska stupa (Ryc. 41). Wyspa ta stanowi nie tylko atrakcję turystyczną, ale także wpływa na cyrkulację wody w jeziorze, wspomagając jego naturalne oczyszczanie.



Ryc. 41 Biała Dagobą i mosty prowadzące na wyspę Qionghua fot. Zdjęcia własne



Ryc. 42 Przenikanie się elementów ZBI z elementami architektonicznymi fot. Zdjęcia własne

Współczesne realizacje zielono-błękitnej infrastruktury

Park olimpijski

Park Olimpijski w Pekinie stanowi jedno z kluczowych ogniw miejskiego systemu błękitno-zielonej infrastruktury, pełniąc równocześnie funkcję przestrzeni rekreacyjnej, reprezentacyjnej oraz demonstracyjnej w kontekście zrównoważonego rozwoju. Utworzony z okazji Letnich Igrzysk Olimpijskich w 2008 roku, park ten zajmuje znaczną powierzchnię w północnej części miasta i stanowi jeden z największych publicznych kompleksów przestrzeni otwartych w Pekinie. Jest to teren o wyraźnym charakterze klinowym, który przenika przez gęsto zabudowane rejony miejskie, tworząc zielony kanał wentylacyjny oraz ekologiczny korytarz łączący obszary centralne z północnymi przedmieściami. Ze względu na swoją skalę i lokalizację, Park Olimpijski pełni ważną rolę w strukturze przestrzennej i ekologicznej miasta.

Charakterystycznymi elementami krajobrazu są tu liczne obiekty architektoniczne o znaczeniu symbolicznym i funkcjonalnym – wśród nich najbardziej rozpoznawalna jest Wieża Olimpijska, która oprócz funkcji obserwacyjnej stanowi także punkt orientacyjny i dominantę kompozycyjną (Ryc. 43). Inne ikoniczne budowle to Stadion Narodowy (tzw. Ptasia Gniazdo) oraz Narodowe Centrum Pływackie (Kostka Wodna), które mimo pierwotnej funkcji sportowej obecnie pełnią również role komercyjne i społeczne.



Ryc. 43 Najbardziej charakterystyczne konstrukcje Parku Olimpijskiego – Wieża Olimpijska (po lewej), Ptasia Gniazdo (prawa góra), Kostka Wodna (prawy dół) fot. Zdjęcia własne

Zlokalizowany wzdłuż jednej z głównych osi urbanistycznych północnej części Pekinu – wyznaczonej przez Plac Tiananmen oraz Zakazane Miasto, Park Olimpijski tworzy czytelne powiązania z miejskim układem komunikacyjnym. Przebiega przez niego kilka głównych arterii komunikacyjnych

oraz linie metra, co zapewnia zarówno silne powiązania transportowe, jak i wysoki poziom dostępności. Wzdłuż ulic przylegających do parku i przecinających jego struktury wprowadzono ciągłe pasy zieleni, obsadzone szpalerami drzew, które pełnią funkcje buforowe i klimatyczne. Zieleń ta została zaprojektowana w sposób umożliwiający retencję wód opadowych i integrację z systemami drenażowymi parku. Przejścia piesze i rowerowe między podzielonymi pasami komunikacyjnymi zostały starannie wkomponowane w zieleń adaptacyjną, odporną na okresowe podtopienia oraz deficyty opadów.

W przeprowadzonej analizie terenowej zaobserwowano szerokie zastosowanie elementów charakterystycznych dla koncepcji miasta-gąbki. Retencja powierzchniowa realizowana jest poprzez system powiązanych ze sobą dużych zbiorników otwartych (Ryc. 44), kanałów drenażowych, niecek infiltracyjnych. W wielu miejscach elementy te mają charakter naturalizowany, co sprzyja integracji z krajobrazem i lepszemu wchłanianiu opadów atmosferycznych. Rozmieszczenie tych form zostało dostosowane do naturalnej topografii terenu oraz przebiegu osi kompozycyjnych parku, co sprzyja pasywnemu zarządzaniu wodami opadowymi poprzez ich grawitacyjne przemieszczanie się i infiltrację w miejscach o podwyższonej chłonności. W miejscach niżej położonych stworzono obniżone ogrody wodne i sezonowe mokradła obsadzone roślinnością hydrofitową, które oprócz funkcji retencyjnych pełnią również rolę biotopów wspierających miejską bioróżnorodność.

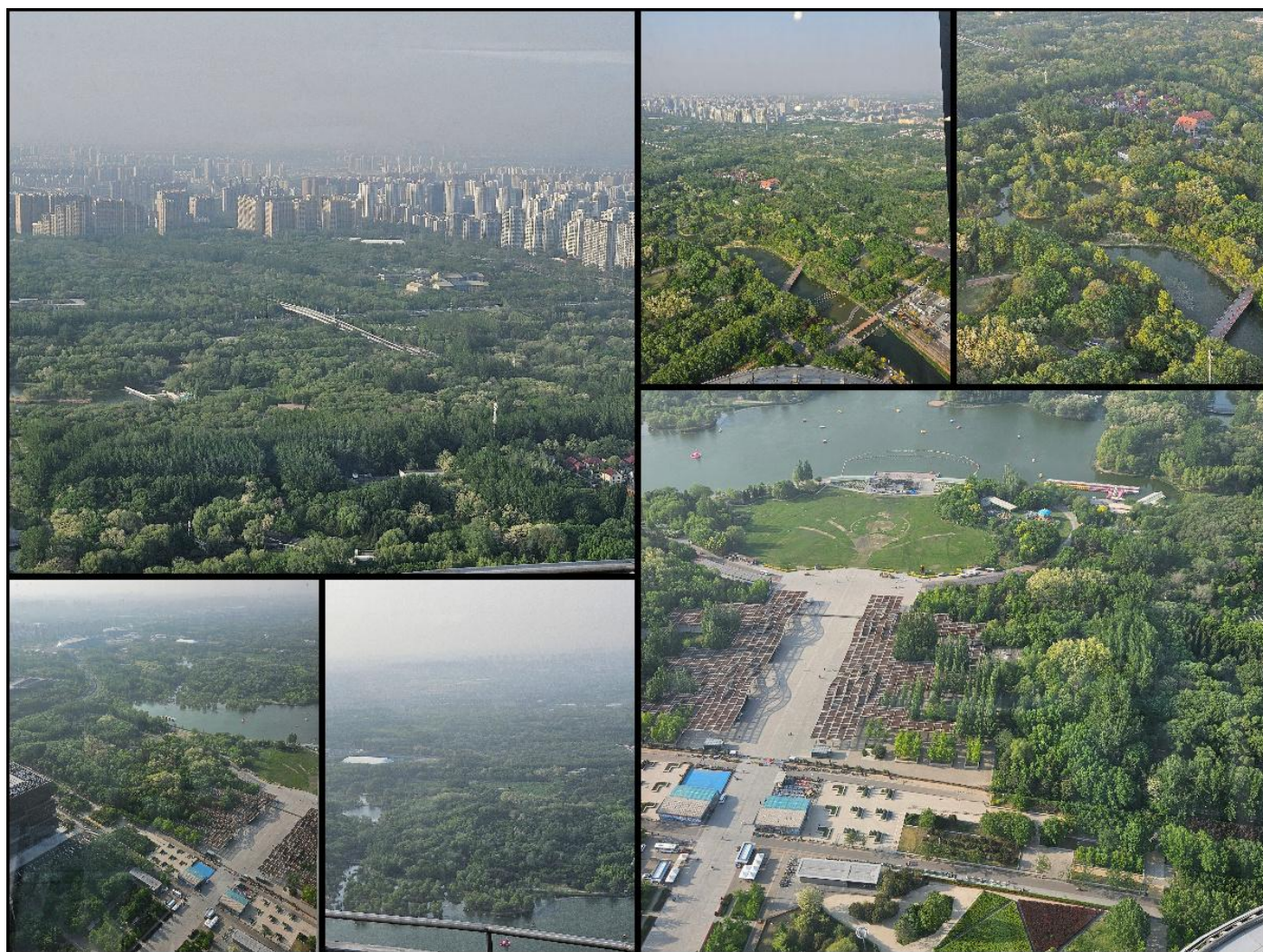


Ryc. 44 Zbiorniki wodne na terenie parku oraz obrastająca je roślinność fot. Zdjęcia własne

Zieleń parkowa została ukształtowana w sposób wspierający zarówno funkcje hydrologiczne, jak i klimatyczne oraz społeczne. Wzdłuż osi kompozycyjnych i głównych traktów spacerowych parku rozciągają się pasy zieleni z dominacją nasadzeń wielogatunkowych, stanowiących bufor biologicznie czynny o wysokim potencjale retencyjnym. Zastosowano tu m.in. trawniki strukturalne, rabaty

z rodzimymi bylinami i krzewami, ziołorośla oraz szpalery drzew liściastych, których dobór gatunkowy uwzględnia lokalne warunki siedliskowe, odporność na suszę oraz zdolności transpiracyjne. Drzewa sadzone są z uwzględnieniem zacieniwania ciągów pieszych i rowerowych. Znaczną część ścieżek i placów wykonano z nawierzchni półprzepuszczalnych i ażurowych, co umożliwia infiltrację wody do głębszych warstw gleby oraz ogranicza efekt spływu powierzchniowego.

Park Olimpijski ukazuje pełnię potencjału zintegrowanej błękitno-zielonej infrastruktury w przestrzeni wielkoskalowej (Ryc. 45), o złożonym programie funkcjonalnym i wysokiej intensywności użytkowania. Przemyślana kompozycja przestrzenna, wielowarstwowe podejście do gospodarki wodnej, powiązania z siecią ekologiczną miasta oraz zastosowanie rozwiązań opartych na usługach ekosystemowych czynią z niego wzorcowy przykład wdrażania ZBI w kontekście urbanistycznym. Struktura parku stanowi jednocześnie element spójny z miejską siecią zieleni Pekinu, jak i samodzielny system wspierający odporność klimatyczną oraz zwiększający jakość życia mieszkańców.



Ryc. 45 Park Olimpijski widziany z Wierzy Olimpijskiej fot. Zdjęcia własne

Kampus Tsinghua University

W środowisku akademickim, kampus Uniwersytetu Tsinghua (ryc. 46) można uznać za wzór do naśladowania w kwestii wdrażania zielono-błękitnej infrastruktury. Tsinghua realizuje szereg strategii i projektów dotyczących zrównoważonego rozwoju i adaptacji do zmian klimatu, poprzez wprowadzanie zieleni na terenie kampusu. Jednym z nich jest strategia Zielonego Uniwersytetu, łącząca aspekt zielonej edukacji, zielonych badań i zielonego kampusu. Tsinghua realizuje strategię Sponge Campus, powiązaną z koncepcją miasta-gąbki, zakładającą kształtowanie przestrzeni kampusu jako laboratorium dla badań nad zarządzaniem wodami opadowymi. W tym celu na terenie

kampusu wprowadzono zintegrowane rozwiązania, sprzyjające retencji, zbieraniu i podczyszczaniu wody deszczowej oraz redukujące spływ powierzchniowy, takie jak ogrody deszczowe, powierzchnie przepuszczalne (ryc. 46), zielone dachy, systemy retencji i infiltracji. Działanie te dodatkowo wspomagają efektywność wodną uniwersytetu, razem z technologiami nawadniania, pozwalającymi na zmniejszenie zużycia wody czy użyciem wody deszczowej do nawadniania terenów zielonych i w systemach sanitarnych.



Ryc. 46 ZBI na terenie kampusu Tsinghua: aleje: reprezentacyjna z budynkiem głównym w tle, miłorzębów, brzoź, prowadząca do Starej Bramy oraz urokliwe powierzchnie biologicznie czynne fot. Zdjęcia własne

Wśród nasadzonych tam drzew można znaleźć takie gatunki jak: miłorząb dwuklapowy (japoński), brzoza mandżurska, platan klonolistny, sofora japońska, magnolia czy topola chińska. Często występują w charakterze alei (ryc. 46). Dominującymi gatunkami roślinności niskiej są: liriopie rozłogowa, barwinek pospolity, liliowce czy kocimiętka. Na terenie kampusu znajdują się charakterystyczne punkty, jak Stara Brama (ryc. 47) czy budowle zaprojektowane przez architektów z MIT (ryc. 47), co które rzucają się w oczy ze względu na swój charakterystyczny amerykański styl. Często spotyka się zielone ściany (ryc. 47). Oprócz typowego układu ulic, poruszać się można także wytyczonymi ścieżkami (ryc. 47) o naturalnym charakterze otoczonymi zielenią.



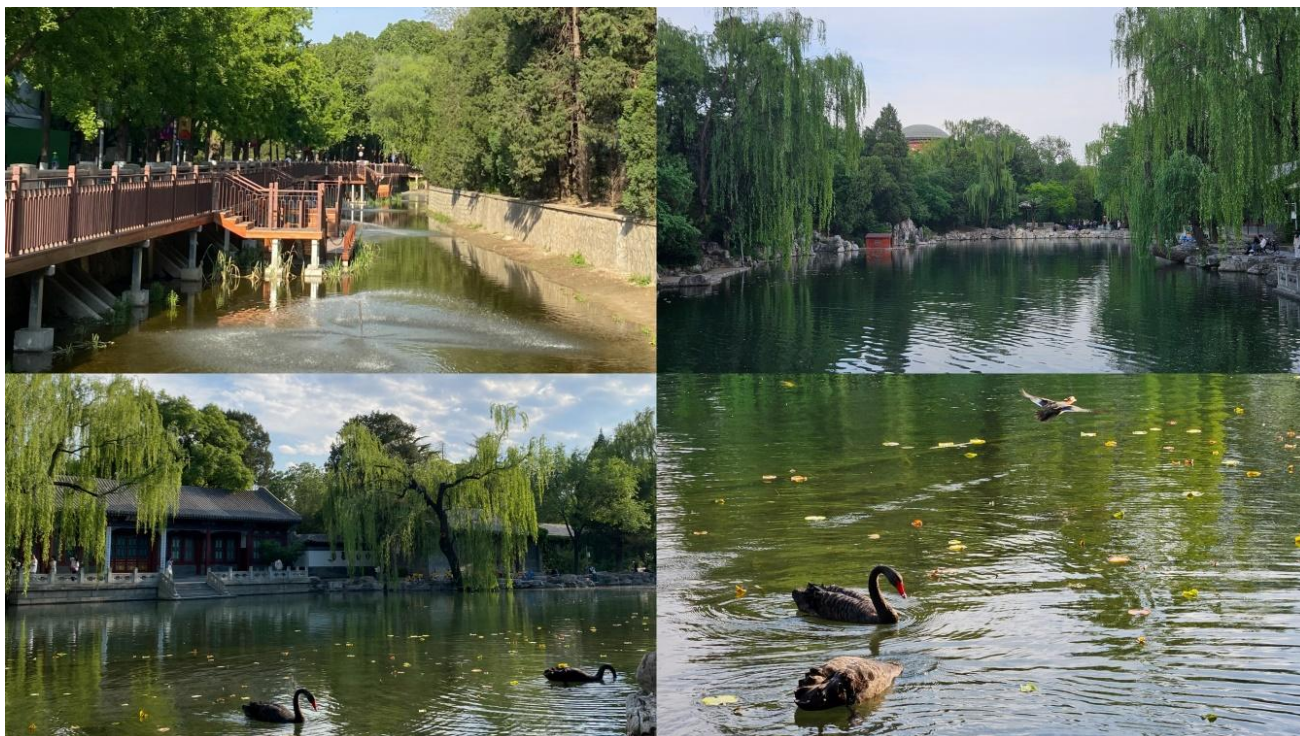
Ryc. 47 Stara Brama, budynek projektowany w stylu amerykańskim, zielone ściany, ścieżki fot. Zdjęcia własne

Sam budynek Wydziału Środowiska (ryc. 48), zaprojektowany przez włoskiego architekta Mario Cucinellę, uważany jest za jeden z “najbardziej zielonych” w Chinach. Budowla, nazwana Sino-Italian Ecological and Energy-efficient Building (SIEEB), wykorzystuje innowacyjne rozwiązania z zakresu implementacji zielono-błękitnej infrastruktury oraz produkcji energii ze źródeł odnawialnych. W konstrukcji budynku uwzględniono: tarasy na wyższych piętrach zintegrowane z systemem zacieniania (ryc. 48), systemy przechwytywania i odzysku wody opadowej (ryc. 48), ekologiczne materiały, położenie zapewniające maksymalizację doływu światła słonecznego, warunki dla naturalnej wentylacji. Ponadto, siedziba Wydziału Środowiska wykorzystuje systemy ogrzewania, klimatyzacji i wentylacji z odzyskiem ciepła oraz monitorowania stopnia zużycia energii, wspierające efektywne zarządzanie nią. Przed wejściem do budynku znajduje się przestrzeń zielona (ryc. 48), której zadaniem jest przechwytywanie wody deszczowej, zadrzewiona i specjalnie nawadniana, uwzględniając zagłębienia wokół pni drzew, pozwalające wodzie dotrzeć bezpośrednio do systemu korzeniowego.

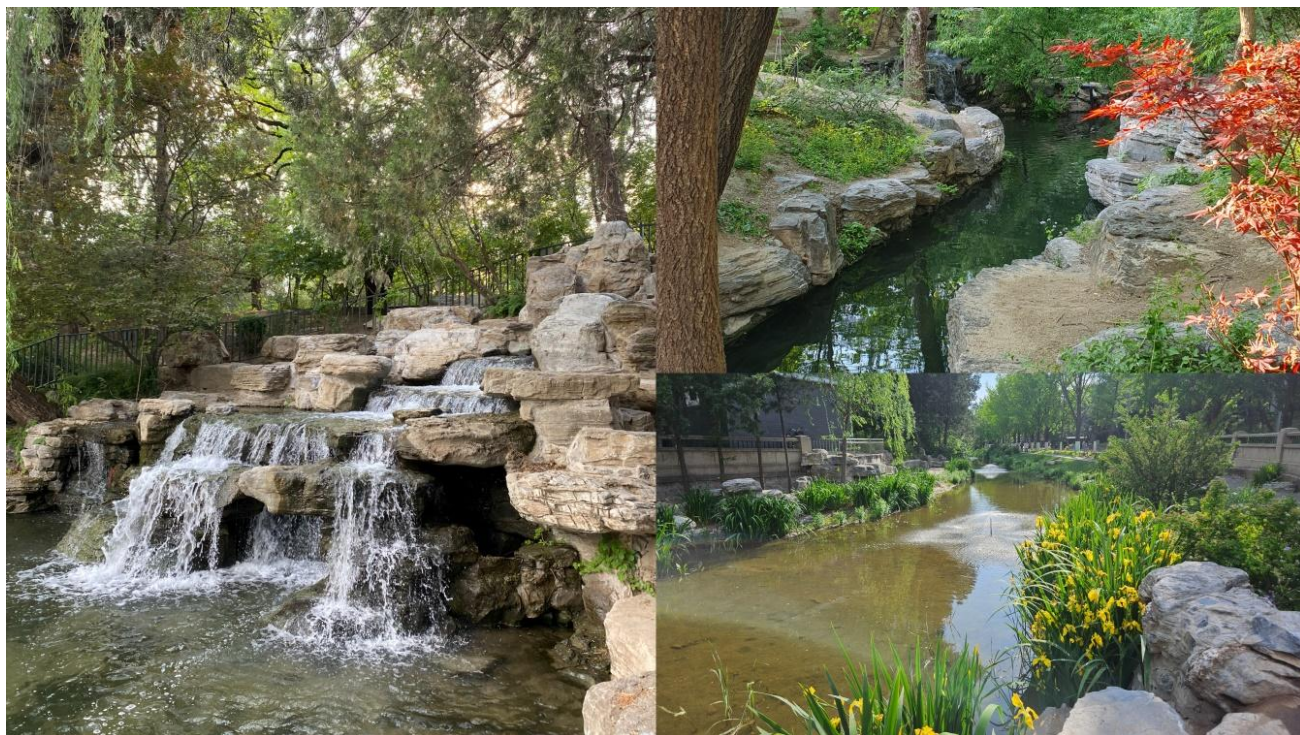


Ryc. 48 Innowacyjne systemy wykorzystywane w budynku Wydziału Środowiska fot. Zdjęcia własne

Teren kampusu charakteryzuje się dobrze rozwiniętym systemem wodnym, składającym się z cieków, kanałów, strumieni oraz zbiorników wodnych. Podstawowym elementem hydrograficznym jest rzeka Wanquan, następnie Stawy Lotosowe oraz łączące je z rzeką kanały i strumienie. Sieć hydrograficzna pełni na terenie kampusu ważne role. Przede wszystkim, przyczynia się do poprawy mikroklimatu i poprawy retencji wody deszczowej, ale także pełni rolę społeczną i edukacyjną. Przestrzeń wokół cieków wyposażona jest w podesty (ryc. 49) i zejścia, umożliwiające spędzanie czasu nad wodą. Ponadto, błękitna infrastruktura kampusu stanowi żywe laboratorium, gdzie studenci mogą przeprowadzać swoje badania. Wraz z rozbudową zielono-błękitnej infrastruktury i prowadzenia strategii Sponge Campus, poprawiła się jakość wód na kampusie, a jej przejawem jest pojawienie się nowych gatunków zwierząt w ciekach: żółwi, krewetek, nowych gatunków ryb. Staw Lotosowy zamieszkują natomiast charakterystyczne kaczki mandarynki i rzadko spotykane czarne łabędzie (ryc. 49). Nad wspomnianym stawem znajduje się pomnik profesora Zhu Ziqinga, znanego m. in. z eseju opowiadającego o tym zbiorniku - "Moonlight over the Lotus Pond". Dominującymi gatunkami roślinności wodnej są właśnie lotosy, ale także wierzby i kosańce (ryc. 50). Często spotykanym elementem systemu wodnego są wodospady (ryc.50).



Ryc. 49 Podesty nad jednym z cieków, Staw Lotosowy oraz zamieszkującego go czarne tabędzie i kaczka mandarynka fot. Zdjęcia własne



Ryc. 50 Przykłady błękitnej infrastruktury: wodospad, strumień oraz ciek z kosaćcami fot. Zdjęcia własne

Szczególnym miejscem, omawianym na wykładach profesora Jia (ryc. 51), jest osiedle Shengyinyuan. W przeszłości był to kompleks budynków mieszkalnych dla wykładowców akademickich. Osiedle jest jednak położone nisko w stosunku do reszty kampusu, co prowadziło do lokalnych podtopień przy intensywnych opadach deszczu. W latach 2010-2012 przeprowadzono rewitalizację Shengyinyuan, poprzedzoną dogłębną analizą warunków hydrologicznych. W ramach rewitalizacji wprowadzono ogrody deszczowe oraz inne rozwiązania retencyjne, spójnie powiązane z istniejącą architekturą oraz systemy monitoringu osiedla (ryc. 52).



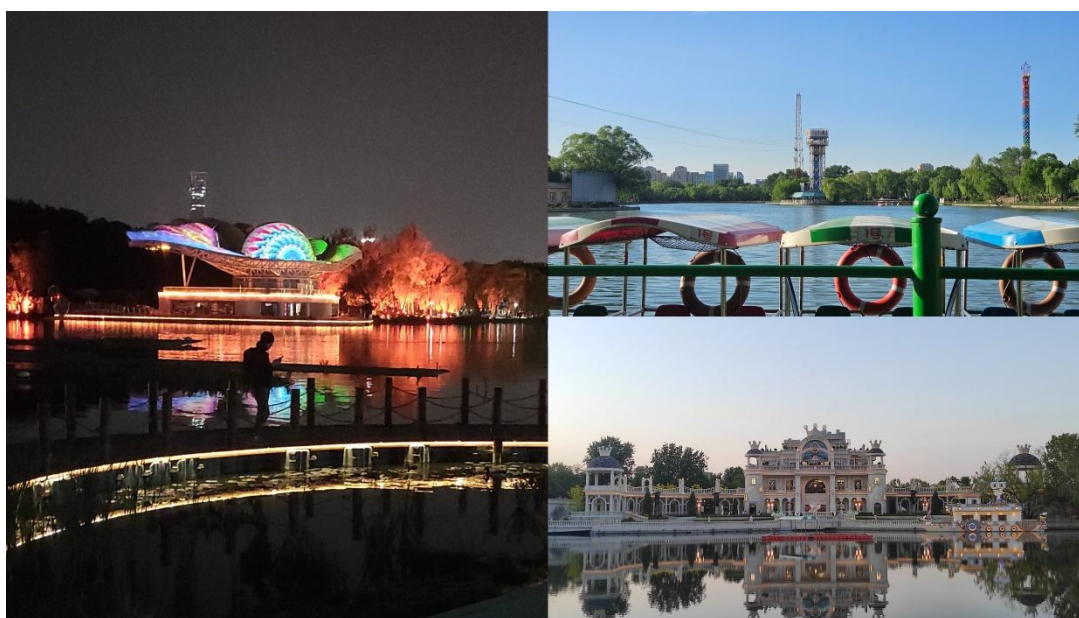
Ryc. 51 Wykład profesora Jia Haifenga dotyczący koncepcji miasta-gąbki



Ryc. 52 System monitoringu rewitalizowanego obszaru Źródło: www.asla.org/

Chaoyang Park

Park Chaoyang jest największym z usytuowanych w centrum Pekinu parków miejskich. Park charakteryzuje się znacznym pokryciem powierzchni roślinnością – 87% oraz występowaniem dużej ilości zbiorników wodnych. Zajmuje powierzchnię 289 ha, co znacząco wpływa na meliorację mikroklimatu dzielnicy Chaoyang, w której jest położony. W parku zaprojektowano wiele miejsc wspierających rozwój kultury, rekreacji i wypoczynku, szczególnie przez lokalizację tam takich obiektów jak, rozległe wesole miasteczko (ryc. 53), Chaoyang Museum of Urban Planning, tras biegowych, stref praktyki tai chi i qigong, amfiteatru (ryc. 53), usług handlowych (ryc. 53) czy boisk i centrum sportowego. Często w parku organizowane są także festiwale, kiermasze czy targi. Z uwagi na ten fakt, park Chaoyang pełni szereg różnych funkcji, nie tylko środowiskowych i estetycznych, ale i społecznych, rekreacyjnych, kulturowych.



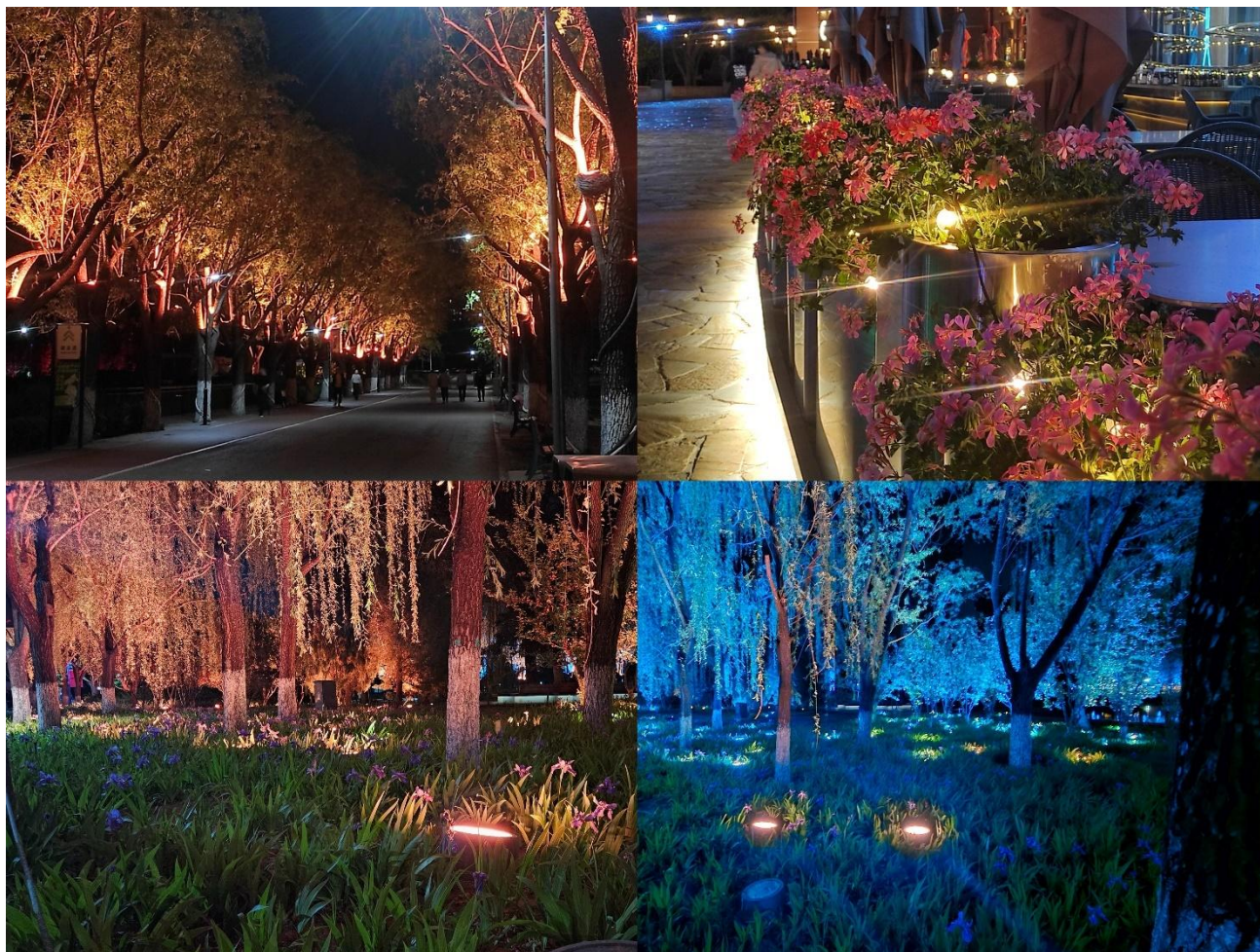
Ryc. 53 Amfiteatr, wesole miasteczko i sklep "Popland" fot. Zdjęcia własne

Centralna Dzielnica Biznesowa, położona jest na południowy zachód od Parku Chaoyang, w którym z różnych miejsc można podziwiać piękną panoramę właśnie na tę dzielnicę oraz na położony tuż obok południowej granicy parku wielofunkcyjny kompleks budynków Chaoyang Park Plaza o ciekawej koncepcji architektonicznej (ryc. 54). Wygląd budynków nawiązuje do sposobu przedstawiania gór na tradycyjnych chińskich malowidłach shan-shui (ryc. 54). Projekt wykorzystuje rozwiązania powiązane ze zrównoważonym rozwojem: zielone tarasy, naturalną wentylację, elementy wodne.

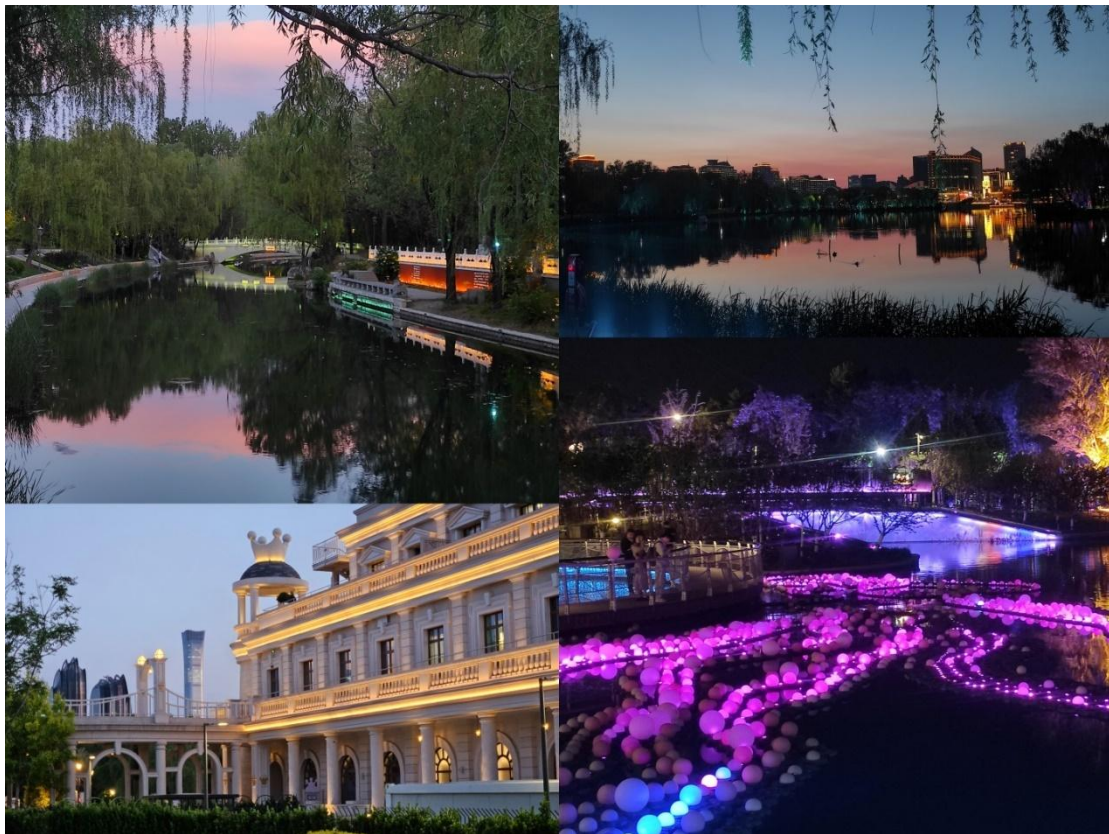


Ryc. 54 Ujęcia panoramy Centralnej Dzielnicy Biznesowej i Chaoyang Park Plaza z różnych miejsc w park Chaoyang oraz malowidła shan-shui fot. Zdjęcia własne

Charakterystyczny, bajkowy klimat parku Chaoyang tworzą światła, poukrywane w trawie, kwiatkach, na drzewach (ryc. 55), podświetlające mosty, budynki, ścieżki (ryc. 56). Co wieczór, na budynku amfiteatru wyświetlają się kolorowe, ruchome iluminacje, a zabudowa w jego otoczeniu oraz inne ciekawe instalacje również przyciągają wzrok ze względu na swoje widowiskowe oświetlenie (ryc. 56).



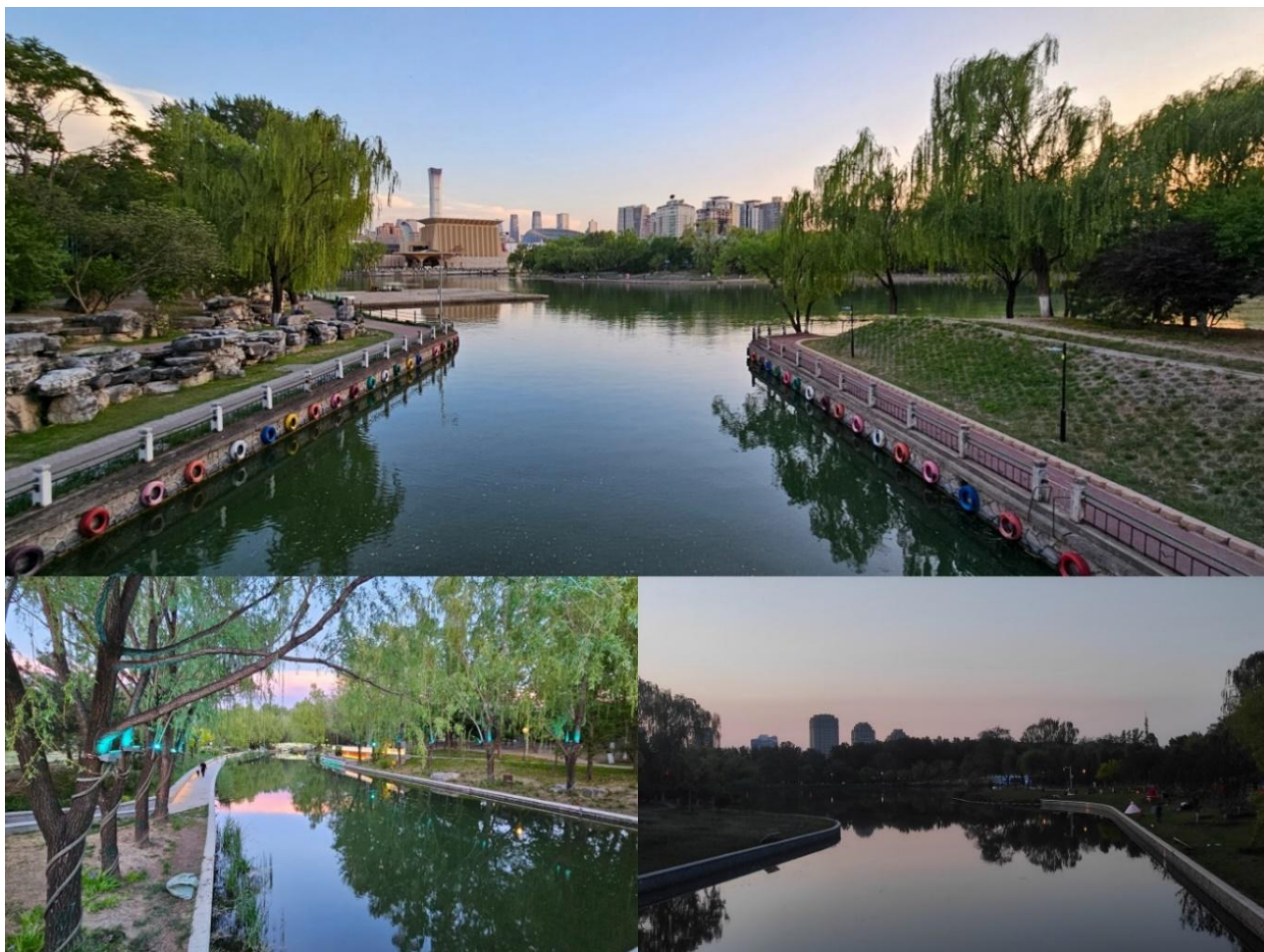
Ryc. 55 Podświetlona nocą roślinność parku Chaoyang fot. Zdjęcia własne



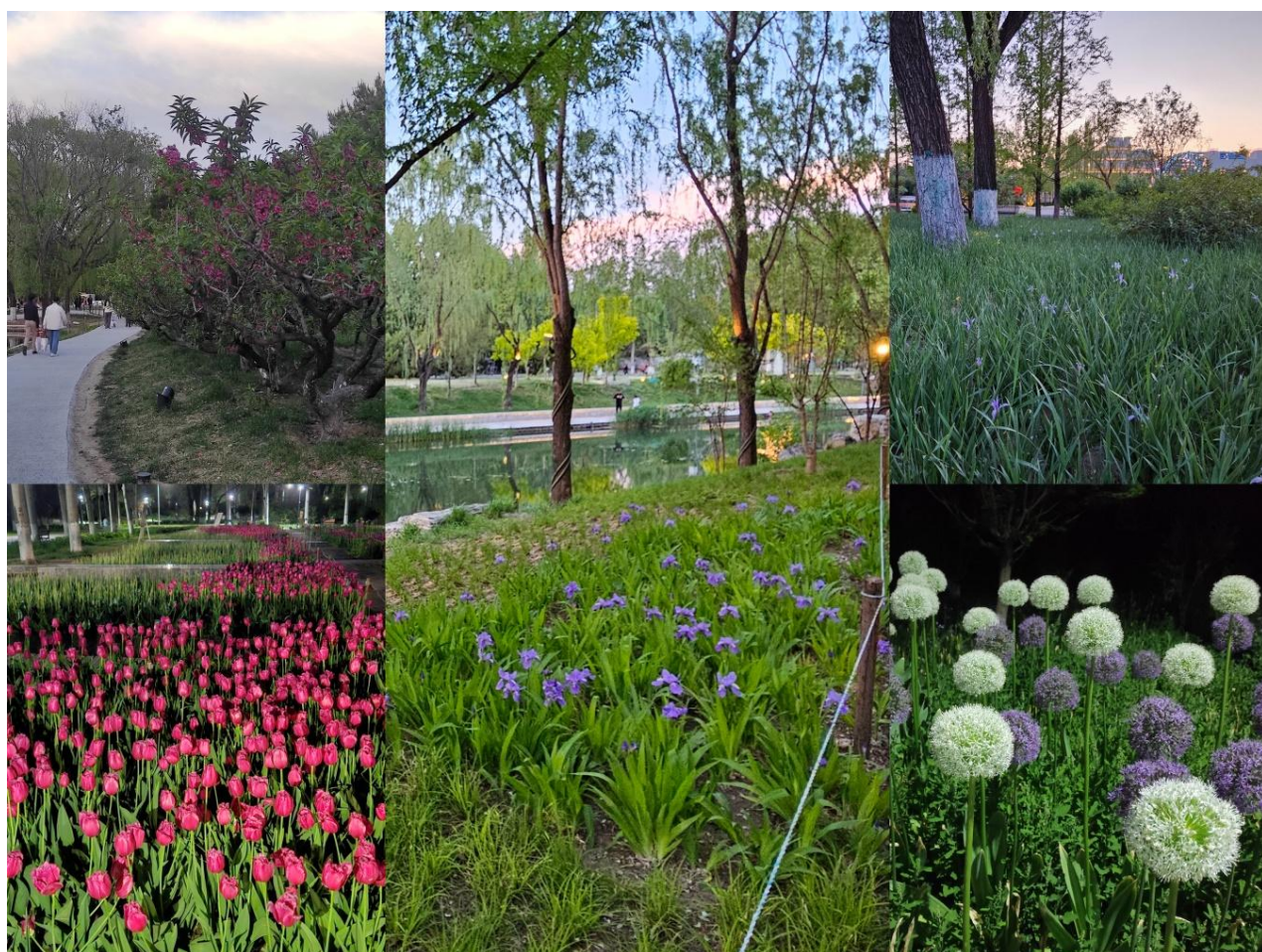
Ryc. 56 Nocne iluminacje w parku Chaoyang: na mostach, zabudowie, instalacje na wodzie fot. Zdjęcia własne

Jak wiele innych miejsc w Pekinie, park Chaoyang zaprojektowany jest zgodnie z ideą miasta-gąbki. W realizacji tej koncepcji szczególne znaczenie ma pięć jezior tematycznych położonych w parku, ciek i kanały do nich wpływające (ryc. 57), a także fontanny i rozległe tereny biologicznie czynne, pokryte różnorodnymi gatunkami drzew i roślinności niskiej. Przestrzeń wodną udostępniono dla mieszkańców, poprzez możliwość wynajmu łodzi, rowerków wodnych, kajaków i małych elektrycznych motorówek. Dodatkowo, w parku zaprojektowano wodne place zabaw dla dzieci, plażę i małe pomosty, umożliwiające spacer nad wodą.

Dominujące gatunki drzew w parku obejmują: miłorząb dwuklapowy, platan klonolistny, topolę czarną oraz różne drzewa ozdobne, natomiast roślinności niskiej: żurawkę, tawułę japońską, barwinek pospolity oraz w niektórych miejscach irysy, tulipany i czosnki ozdobne (ryc. 58).



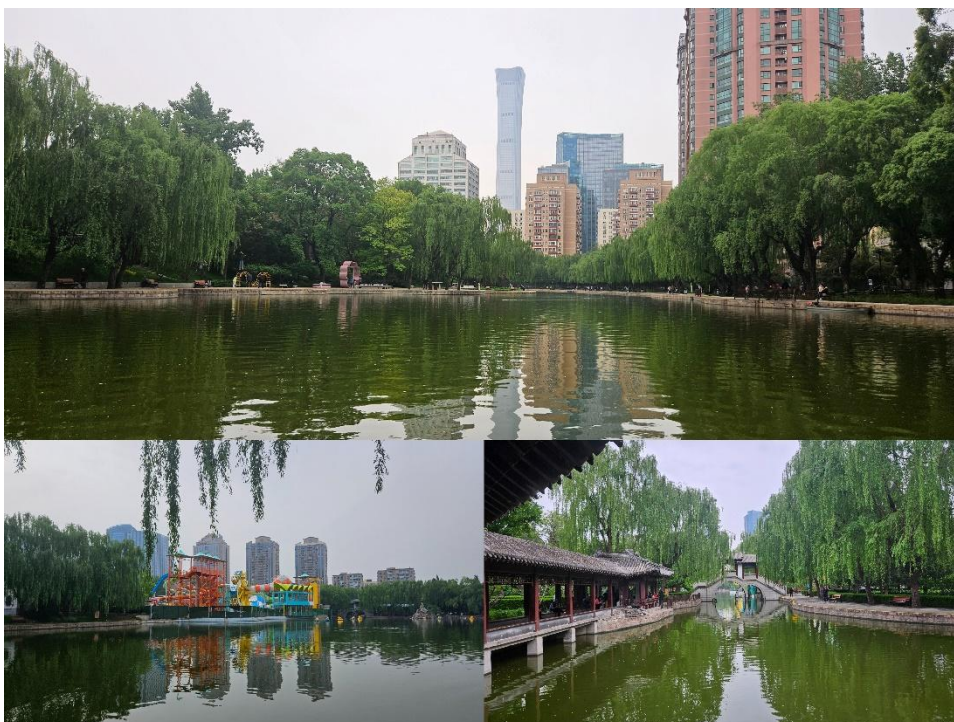
Ryc. 57 System wodny parku Chaoyang fot. Zdjęcia własne



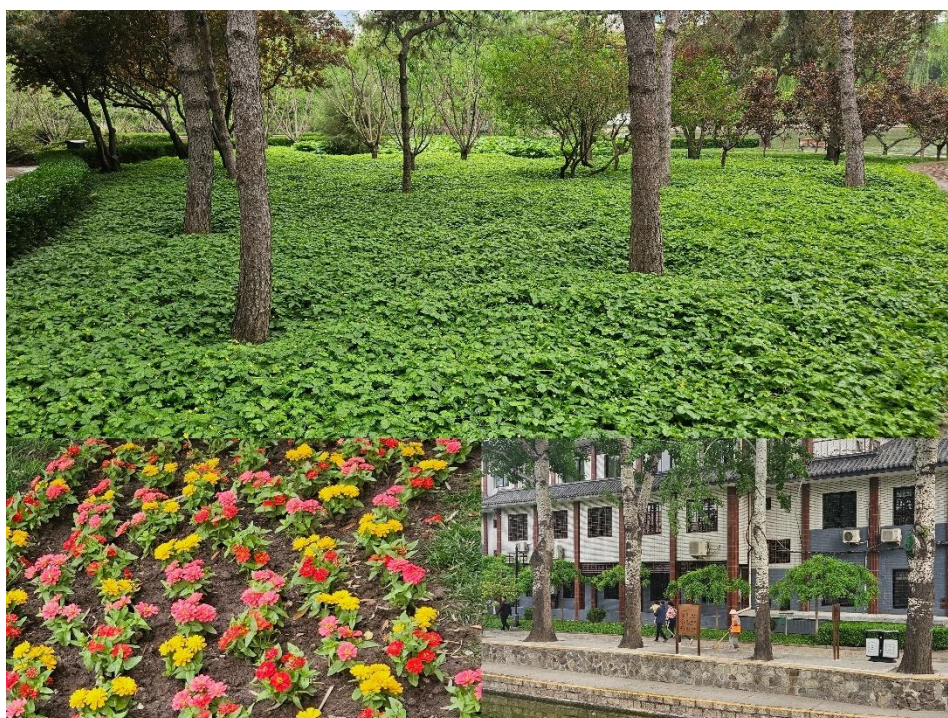
Ryc. 58 Roślinność w parku Chaoyang: drzewa ozdobne, tulipany, irysy, czosnki ozdobne fot. Zdjęcia własne

Tuanjiewu Park

Park miejski położony w dzielnicy Chaoyang stanowi zieloną oazę wśród wieżowców, stąd często określany jest jako zielona wyspa. Centralną część parku zajmuje sztuczne jezioro o kształcie zbliżonym do pierścienia przypominające fosę (ryc. 59). Jego projekt inspirowany jest tradycyjnymi ogrodami z południowego regionu Chin - Jiangnan. W parku znajdują się mostki łukowe, drewniane pawilony, kładki oraz kamienne ścieżki pośród bujnej roślinności (ryc. 60). Łączna powierzchnia parku wynosi 14 hektarów. Nazwa „Tuanjiewu” oznacza dosłownie „Jezioro Jedności”, park pełni funkcję integracyjną, łącząc różne grupy społeczne. Często praktyką jest wspólny taniec, słuchanie śpiewu lokalnych muzyków czy gra w xianqi - chińską wersję szachów. Jezioro cieszy się także dużą popularnością wśród miłośników sportów wodnych.



Ryc. 59 Jezioro okalające Park Tuanjiewu fot. zdjęcia własne



Ryc. 60 Roślinność w parku Tuanjiewu fot. zdjęcia własne

W większości parkach miejskich w tym w parku Tuanjiehu funkcjonuje m.in. system nawadniania kropelkowego dostarczającego wodę za pomocą rur i kroplowników bezpośrednio do korzeni roślin, ograniczając tym samym parowanie i zużycie wody. System jest zautomatyzowany i inteligentny, wykorzystuje czujniki wilgotności gleby i wilgotność powietrza, dodatkowo jest zintegrowany z prognozą pogody. Często praktyką jest stosowanie zagłębień wokół drzew ułatwiających kierowanie wody opadowej do korzeni (ryc. 61). Tam, gdzie nie ma automatycznych systemów, korzysta się z częstego podlewania ręcznego, tak by zrekompensować niedobory wody opadowej zwłaszcza w okresie wiosennym (ryc. 62).

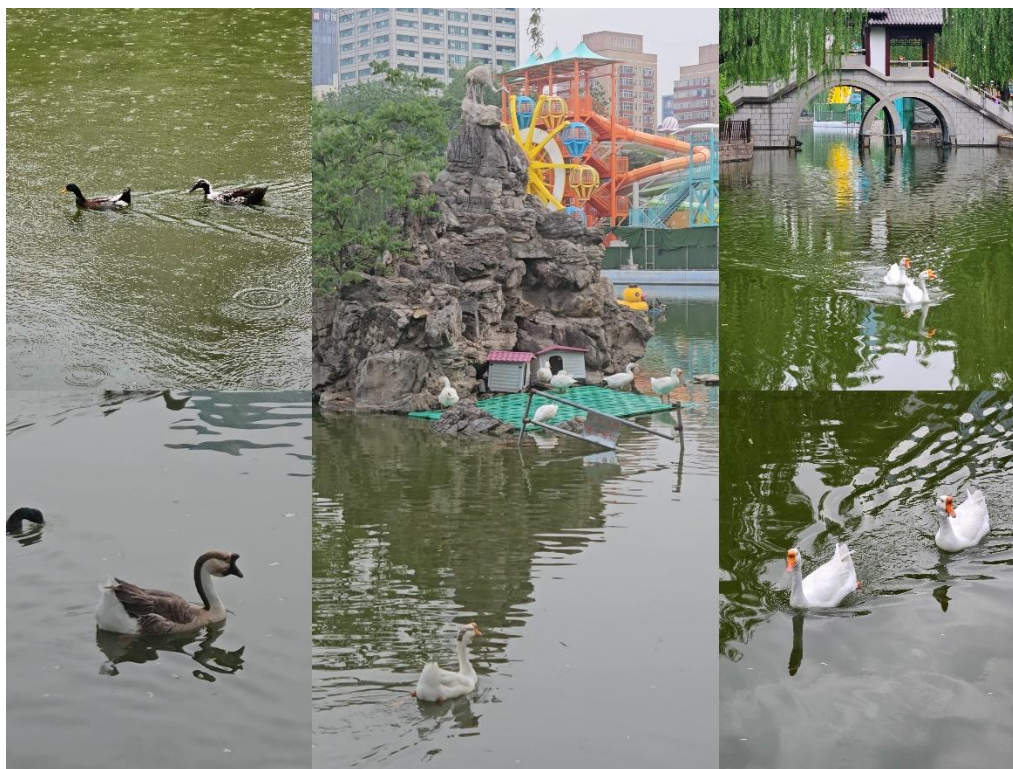


Ryc. 61 Charakterystyczne zagłębienia wokół drzew, na zdjęciach przykład ze Świątyni Nieba fot. Zdjęcia własne



Ryc. 62 System nawadniania fot. zdjęcia własne

W parku Tuanjiewu rosną zarówno ozdobne gatunki iglaste i liściaste, w tym drzewa owocowe (ryc. 63), całość roślinności tworzy bogaty krajobraz sprzyjający bioróżnorodności i mikroklimatycznej równowadze. Na powierzchni jeziora znajdują się specjalnie zaprojektowane schronienia dla ptactwa wodnego (ryc. 63), a w jego wodach bytują liczne gatunki ryb, w tym karpie chińskie. Mieszkańcy mogą monitorować stężenie zanieczyszczeń oraz poziom natężenia dźwięku (ryc. 64). Park jest przykładem integracji naturalnych elementów zielono błękitnej infrastruktury z funkcjami społecznymi, przyczyniając się do poprawy jakości życia mieszkańców i promowania zrównoważonego rozwoju gęsto zaludnionym obszarze miasta.



Ryc. 63 Kaczki i gęsi stanowią nieodłączny element większości zbiorników wodnych w parkach fot. zdjęcia własne



Ryc. 64 Brzoskwinia zwyczajna, Monitoring jakości powietrza i poziomu hałasu w parku Tuanjiewu fot. zdjęcia własne

ZBI wzdłuż arterii komunikacyjnych

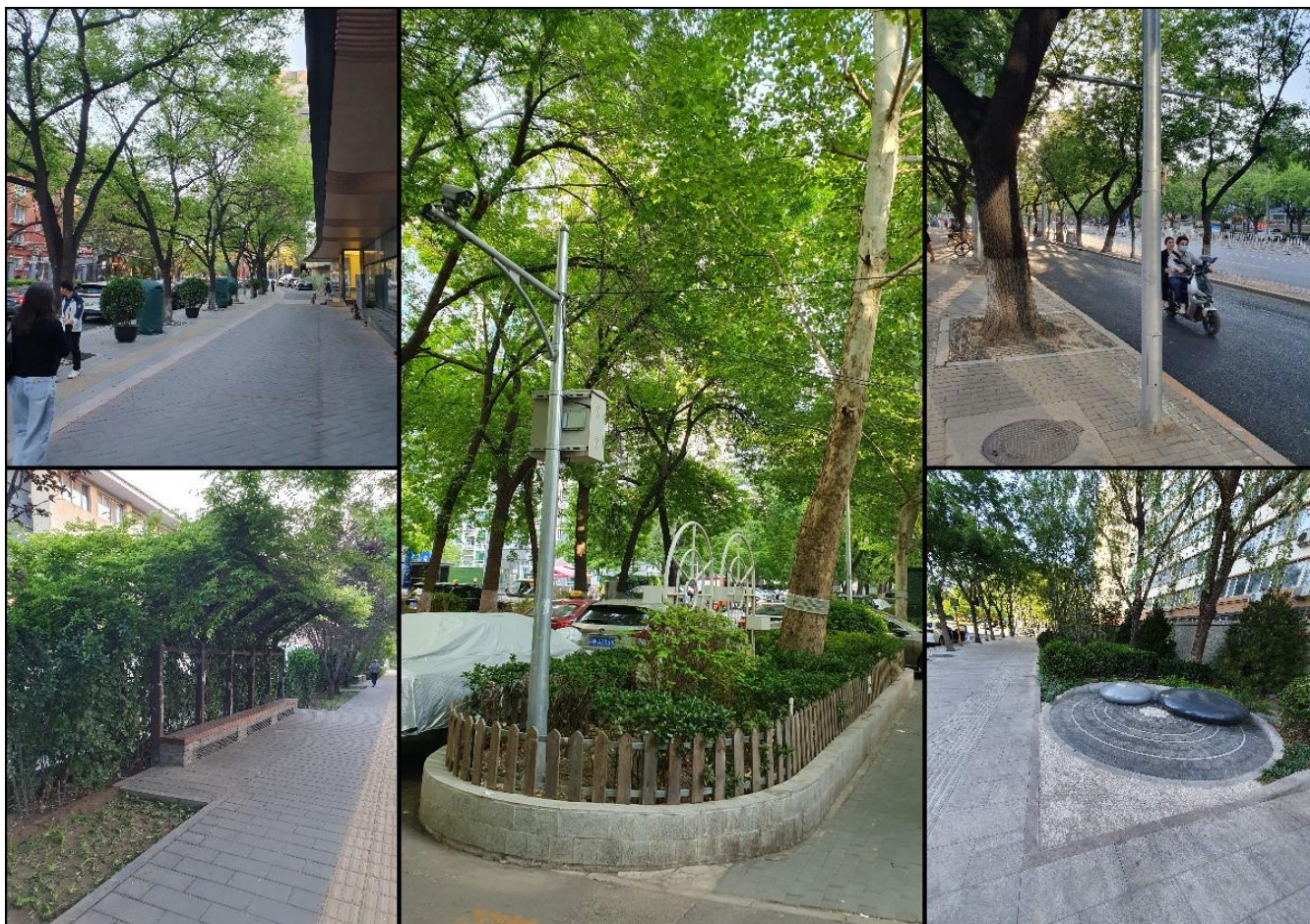
W trakcie realizowanych wizyt badawczych oraz również codziennych podróży, szczególne zainteresowanie wzbudziły obserwacje błękitno-zielonej infrastruktury rozwijanej wzdłuż głównych oraz lokalnych arterii komunikacyjnych Pekinu. Obszary te zostały zinwentaryzowane fotograficznie oraz opisane pod kątem integracji systemów zieleni z infrastrukturą techniczną (tzw. szarą infrastrukturą) i ich funkcjonowania w warunkach ekstremalnego zurbanizowania (Ryc. 65).



Ryc. 65 Zielen wzdłuż głównych ciągów komunikacyjnych fot. Zdjęcia własne

W pasach rozdzielających jezdnie, na poboczach, wzdłuż dróg ekspresowych, obwodnic, ale również przy mniejszych ulicach miejskich i osiedlowych, rozmieszczone są zadrzewione aleje, pasma zieleni oraz roślinne enklawy separujące strefy ruchu od zabudowy. Pasy zieleni są zróżnicowane pod względem szerokości i składu roślinnego.

Najbardziej wyróżniającą się cechą zieleni w Pekinie jest jej występowanie w miejscach, gdzie mogłoby się wydawać nie ma na nią miejsca w tej skali, w której jest. Nawet wąski, metrowy pas zieleni oddzielający drogę dla jednośladów od drogi samochodowej jest w stanie pomieścić w sobie wysokie drzewa (Ryc. 66). Wzdłuż niemal każdego ciągu pieszego znajdują się gęste nasadzenia drzew. Nawet jeśli wymaga to posadzenia drzew w samym pasie chodnika, wtedy sadzone są one w specjalnie przygotowanych wycięciach. Dzięki temu niemal wszystkie chodniki w Pekinie są zacienione i pozwalają na komfortowy spacer nawet w słoneczne, upalne dni. Podobny efekt próbuje się uzyskać przy szerszych drogach dla samochodów sadząc wysoką roślinność tuż przy krawędzi jezdni tak aby powierzchnia cienia pokryła jak największą część asfaltu (Ryc. 67).

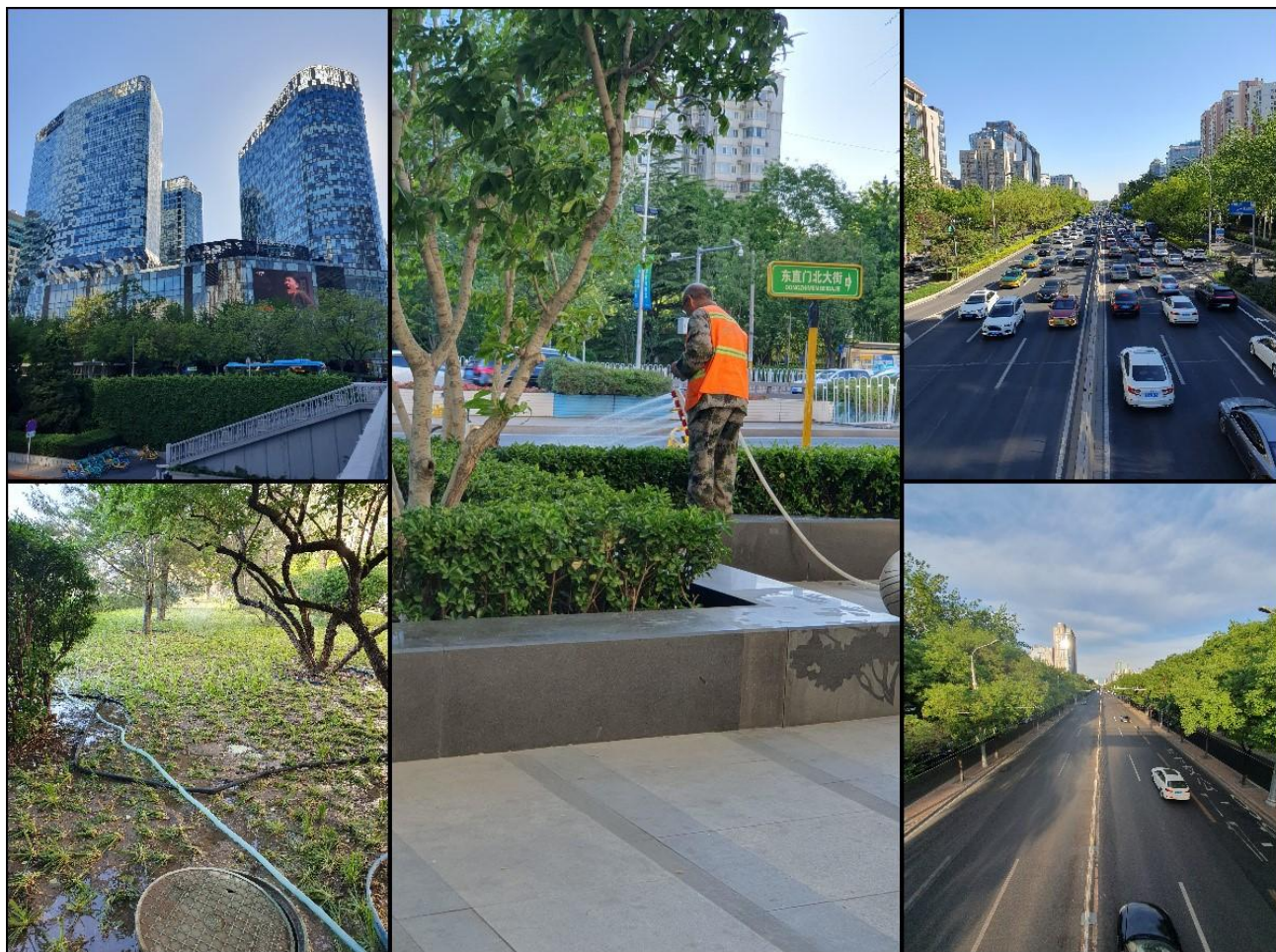


Ryc. 66 Zieleni przy ciągach pieszych fot. Zdjęcia własne

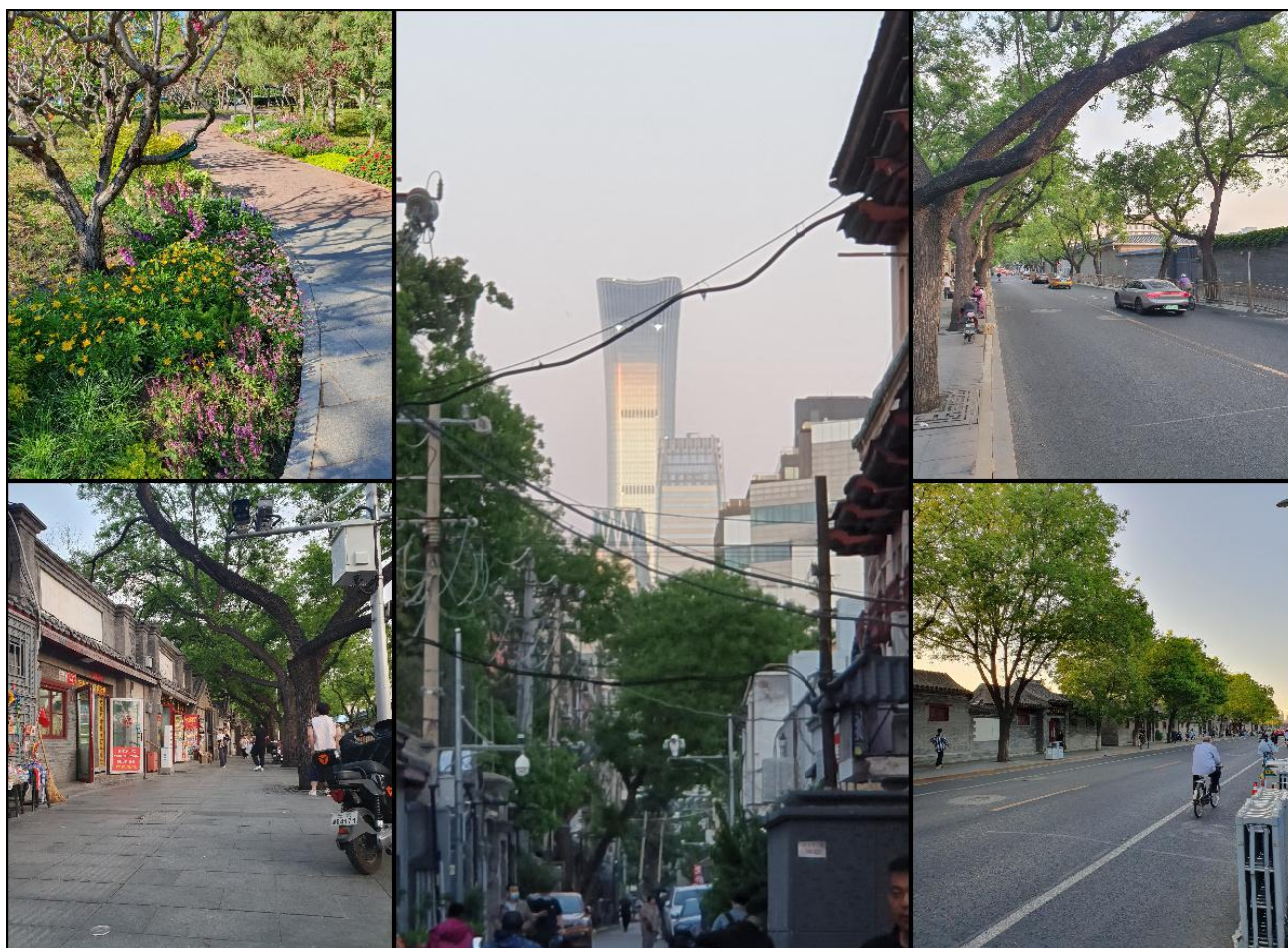
W wielu lokalizacjach, zwłaszcza na węzłach komunikacyjnych, rondach oraz w obrębie mniejszych skrzyżowań, wykształciły się większe kompleksy zieleni o charakterze zarówno rekreacyjnym, jak i retencyjnym. Pełnią one funkcję buforów oddzielających intensywny ruch od zabudowy mieszkaniowej oraz punktów usługowych, a jednocześnie stanowią istotny element systemu ekologicznego miasta. Zidentyfikowane układy roślinne wykazują dużą różnorodność gatunkową – od trawników, pnączy i bylin, po krzewy, drzewa ozdobne i wysokie drzewa liściaste (Ryc. 66). Układy roślinne pasów zieleni są starannie zaprojektowane - dobór gatunków opiera się na odporności na zanieczyszczenia powietrza, zdolności tłumienia hałasu, tolerancji na suszę oraz zdolności adaptacyjnych do lokalnych warunków glebowych i klimatycznych.

Obserwacje terenowe wykazały również złożoność systemów błękitnej infrastruktury. Wzdłuż arterii funkcjonują rowy infiltracyjne, zbiorniki retencyjne i pasy filtracyjne obsadzone roślinnością hydrofitową. Systemy te są często zasilane wodą odzyskaną w ramach miejskich instalacji odzysku wody szarej i kontrolowane przez czujniki wilgotności gleby, co znacząco poprawia efektywność gospodarowania wodą. Zbierana woda opadowa podlega wstępnej filtracji przed wykorzystaniem do nawadniania zieleni, co ogranicza konieczność zużycia wody pitnej.

Rozwój tej infrastruktury realizowany jest w ramach miejskich programów rozwoju korytarzy ekologicznych (Ecological Corridors) oraz koncepcji tzw. „miasta gąbki” (Sponge City), które mają na celu zwiększenie odporności urbanistycznej na skutki zmian klimatycznych, ograniczenie zanieczyszczeń powietrza oraz poprawę jakości życia mieszkańców poprzez integrację funkcji przyrodniczych, retencyjnych i rekreacyjnych. Zwraca uwagę fakt, że system błękitno-zielonej infrastruktury jest obecny nie tylko w reprezentacyjnych częściach miasta, ale również w dzielnicach peryferyjnych oraz wzdłuż dróg o mniejszym natężeniu ruchu, w tym w historycznych częściach miasta (Ryc. 68), co świadczy o dążeniu władz miejskich do równomiernego rozłożenia usług ekosystemowych w całej przestrzeni miejskiej.



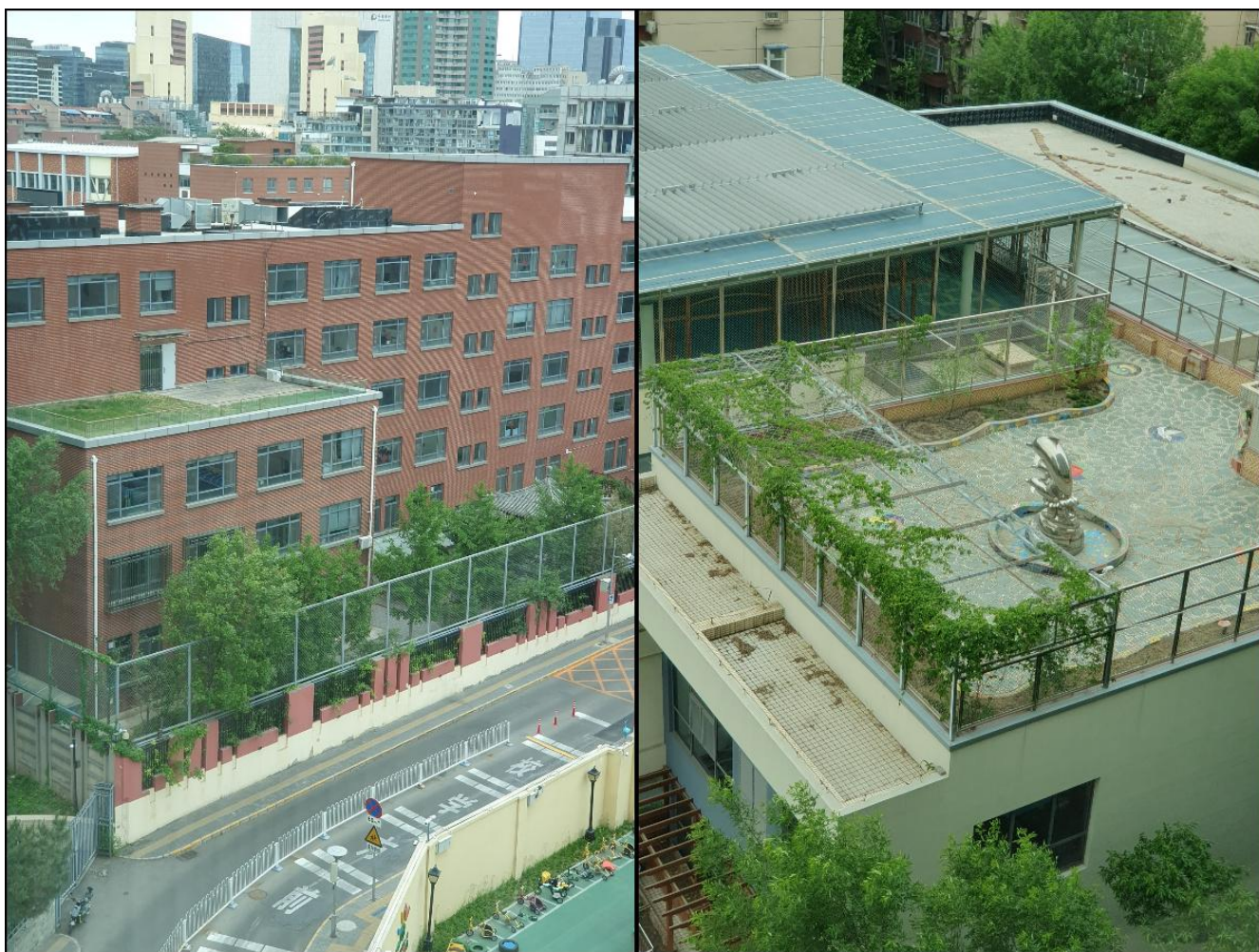
Ryc. 67 Przykłady zieleni przyulicznej oraz sposoby jej nawadniania fot. Zdjęcia własne



Ryc. 68 Zielen przyuliczna w starszych częściach miasta fot. Zdjęcia własne

ZBI jako część nowych inwestycji (nowe osiedla mieszkaniowe i centra biznesowe)

W nowych osiedlach mieszkaniowych błękitno-zielona infrastruktura stanowi element planowany integralnie z układem funkcjonalno-przestrzennym. Zielone dziedzińce, ogrody deszczowe oraz ciągi spacerowe otoczone roślinnością zostały rozmieszczone pomiędzy budynkami w taki sposób, aby wspierać mikroretencję, poprawiać komfort termiczny i tworzyć estetyczne oraz społecznie dostępne przestrzenie półpubliczne. Zwrócono uwagę na stosowanie rozwiązań opartych na zasadzie „sponge city”, takich jak nawierzchnie przepuszczalne, zielone dachy (Ryc. 69) oraz układy powierzchniowych zbiorników retencyjnych wkomponowanych w przestrzenie rekreacyjne, nieraz powiązanych z placami zabaw lub strefami wypoczynku dla seniorów. Ograniczenie powierzchni utwardzonych przy równoczesnym zwiększeniu udziału żywej roślinności umożliwia skuteczne gospodarowanie wodami opadowymi bez konieczności tworzenia rozbudowanych systemów odwodnienia tradycyjnego.



Ryc. 69 Przykłady zielonych dachów na budynkach liceum (lewe zdjęcie) i przedszkola (prawe zdjęcie) fot. Zdjęcia własne

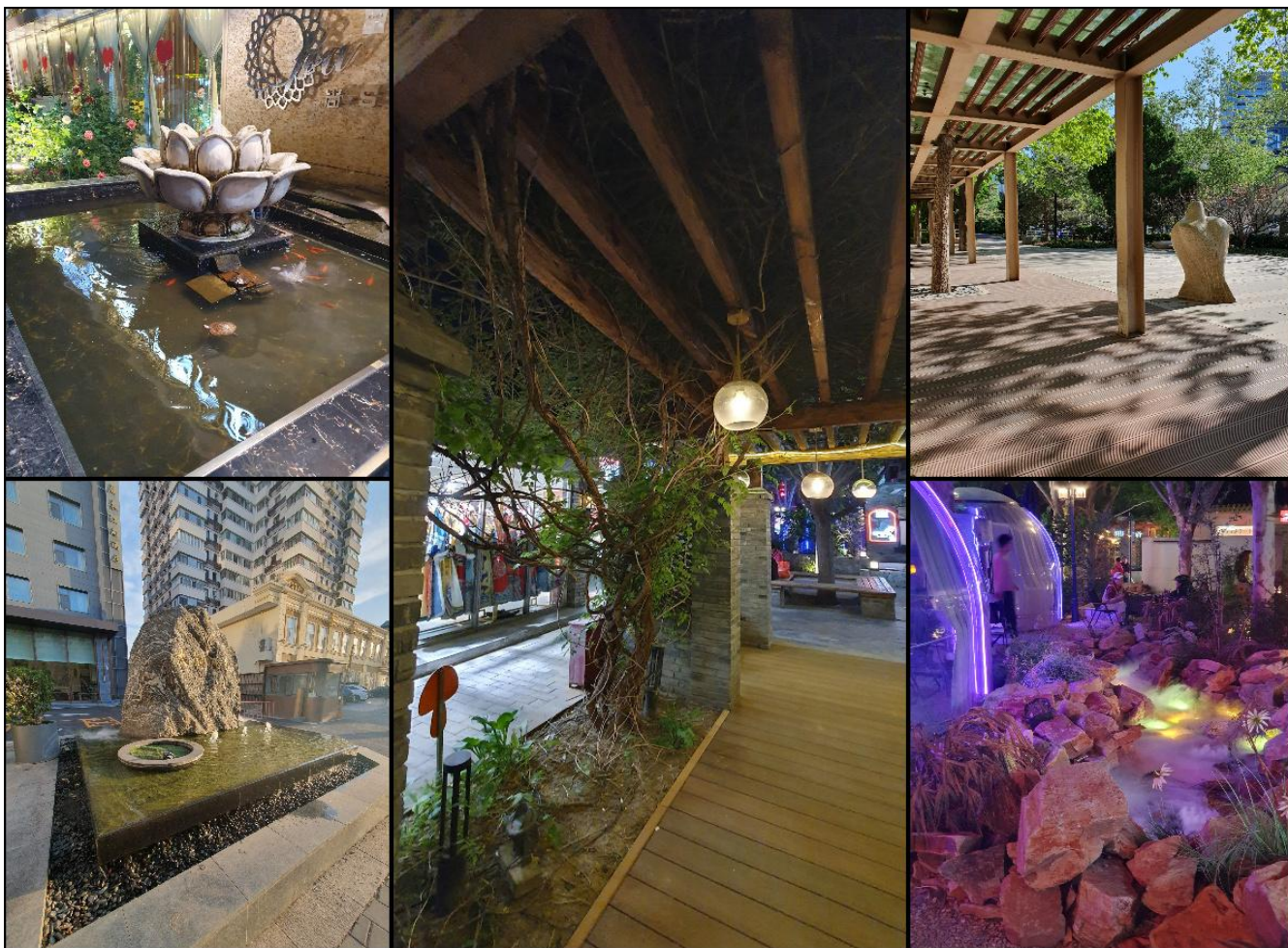
Z kolei w nowoczesnych kompleksach biurowych i centrach biznesowych błękitno-zielona infrastruktura pełni przede wszystkim funkcje estetyczno-reprezentacyjne, a na drugim miejscu także ekologiczne oraz klimatyczne. Przestrzenie zewnętrzne między budynkami zaprojektowano z dużym udziałem zieleni wysokiej (Ryc. 70), wodnych elementów dekoracyjnych oraz systemów retencyjno-filtracyjnych ukrytych pod warstwami roślinności ozdobnej (Ryc. 71). W wielu analizowanych przypadkach pojawiają się także rozwiązania wertykalne – zielone fasady oraz żywe ściany lobby wejściowych, co potwierdza, że integracja roślinności z architekturą nie ogranicza się jedynie do poziomu terenu. Wewnętrzne dziedzińce pełnią często funkcję bioparków – z naturalistyczną kompozycją roślin, małymi zbiornikami wodnymi i licznymi elementami małej architektury, służącymi również jako przestrzenie regeneracyjne dla pracowników.



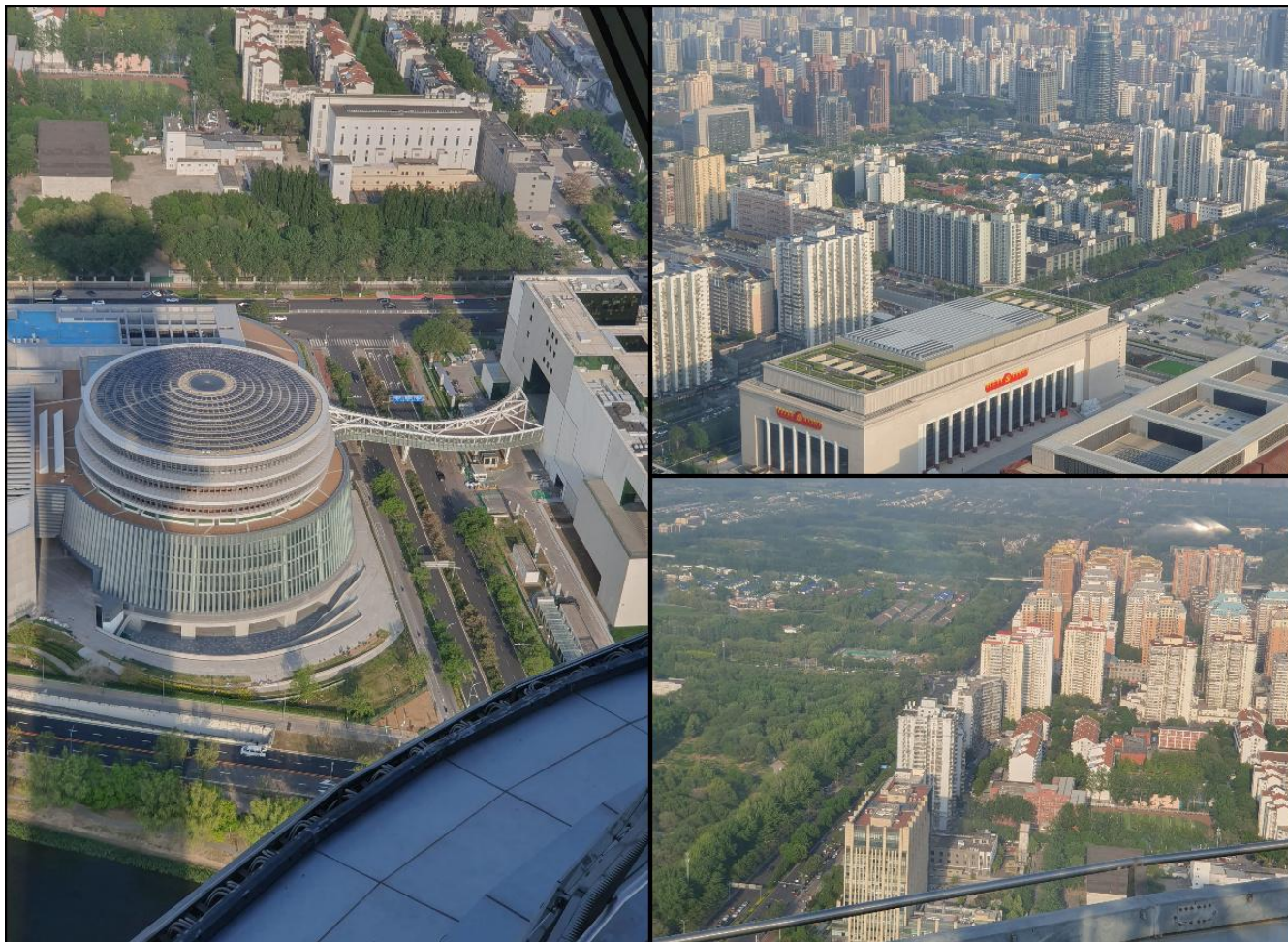
Ryc. 70 Zieleń otaczająca osiedla mieszkaniowe i kompleksy biurowe fot. Zdjęcia własne

Systemy nawadniania i retencji w nowych inwestycjach realizowane są przy wykorzystaniu zaawansowanych technologii – systemy zbiorników, czujniki wilgotności oraz systemy kontrolowane cyfrowo pozwalają na efektywne zarządzanie wodą deszczową i szarą. Nawadnianie roślinności odbywa się zarówno poprzez tradycyjne zraszacze jak i przez nowoczesne systemy kropelkowe, a także ręczne podlewanie. W wielu obiektach obserwowano ponadto zastosowanie lokalnych rozwiązań opartych na tradycyjnej chińskiej wiedzy ogrodniczej, takich jak systemy kanałów i niecek zbierających wodę deszczową (czasem z roślinnością wodolubną), inspirowane układami klasycznych ogrodów, które współczesna inżynieria integruje z miejską infrastrukturą w sposób płynny i funkcjonalny (Ryc. 71).

W projektach nowych osiedli i kompleksów biurowych zauważono wyraźne powiązania między strukturą przestrzenną, a ciągłością sieci przyrodniczej. Powstające inwestycje wpisują się w system miejskich korytarzy ekologicznych, pozwalając na zachowanie biologicznej łączności pomiędzy parkami, kanałami wodnymi a naturalnymi enklawami roślinności. Cechą wyróżniającą pełnej integracji ZBI z urbanistyką jest także współistnienie funkcji użytkowych i ekologicznych w obrębie tej samej przestrzeni (Ryc. 71). Deweloperzy zobowiązani są przez lokalne regulacje do zapewnienia określonego udziału zieleni funkcjonalnej, przy czym priorytet kładziony jest na jakość biologiczną i zdolność retencyjną, a nie wyłącznie estetykę krajobrazu. Co istotne, wdrażane rozwiązania błękitno-zielonej infrastruktury nie ograniczają się do przestrzeni zamkniętych lub ogrodzonych – w wielu projektach mieszkalnych i biurowych tereny zieleni mają charakter ogólnodostępny i tworzą spójne powiązania z układami parków liniowych, kanałów retencyjnych i miejskich korytarzy ekologicznych. Takie podejście sprzyja zarówno zachowaniu ciągłości biologicznej w mieście, jak i integracji nowych inwestycji z istniejącą tkanką urbanistyczną, wpisując się w politykę przestrzenną Pekinu zakładającą tworzenie systemu „zielonych pierścieni” wokół osiedli i dzielnic usługowych (Ryc. 72).



Ryc. 71 Przykłady łączenia ZBI z małą architekturą fot. Zdjęcia własne



Ryc. 72 Zielone kliny, pierścienie i pasy wkomponowane w tkankę miejską fot. Zdjęcia własne

Z perspektywy prowadzących badań terenowych szczególnie interesujące były obserwacje sposobu, w jaki poszczególne komponenty ZBI są ze sobą łączone, tworząc funkcjonalne, zrównoważone i wielofunkcyjne systemy, które pełnią jednocześnie rolę klimatyczną, retencyjną, społeczną i ekologiczną. Zastosowane rozwiązania dowodzą, że w nowych projektach urbanistycznych błękitno-zielona infrastruktura nie jest elementem wtórnym czy dekoracyjnym, lecz stanowi integralną część procesu planowania przestrzeni – równorzędną wobec struktur transportowych, komunikacyjnych i komercyjnych.

Wnioski i podsumowanie

Zrealizowana w dniach 22 kwietnia – 7 maja 2025 roku wizyta badawcza w Pekinie, przeprowadzona w ramach programu PROM NAWA we współpracy z Tsinghua University, pozwoliła na zebranie obszernego materiału empirycznego dotyczącego funkcjonowania zielono-błękitnej infrastruktury (ZBI) w warunkach ekstremalnie zurbanizowanego środowiska miejskiego. Analizie poddano zarówno zabytkowe założenia krajobrazowo-architektoniczne, jak i współczesne realizacje infrastrukturalne, które stanowią integralną część strategii adaptacyjnych Pekinu wobec zmian klimatycznych.

Przeprowadzona analiza wskazuje na ewolucję chińskiej myśli planistycznej, która łączy elementy klasycznego podejścia do kształtowania krajobrazu z aktualnymi wymaganiami zrównoważonego rozwoju. W obiektach takich jak Pałac Letni, Zakazane Miasto, Świątynia Nieba czy kompleks jezior Shichahai widoczne tradycyjne przykłady integracji przyrody i architektury, które stanowią kulturowy fundament dla współczesnych realizacji ZBI. Z kolei nowoczesne projekty – w tym Park Olimpijski, kampus Uniwersytetu Tsinghua oraz Park Chaoyang – świadczą o wdrażaniu zaawansowanych technologicznie i systemowo spójnych rozwiązań opartych na koncepcji miasta-gąbki, w celu minimalizacji ryzyk środowiskowych i maksymalizacji jakości życia miejskiego.

Na szczególną uwagę zasługują skala i złożone strategii integracji ZBI w miejskiej strukturze Pekinu, odznaczające się wysokim stopniem koordynacji instytucjonalnej oraz elastycznością adaptacyjną do lokalnych warunków. Zidentyfikowane komponenty – systemy retencji powierzchniowej (np. ogrody deszczowe, mokradła sezonowe), zielone dachy i fasady, nawierzchnie przepuszczalne, zadrzewienia oraz korytarze ekologiczne złożone z kanałów i cieków – konstruowane są w oparciu o analizę topografii, struktury hydrograficznej, intensywności zabudowy i kulturowej funkcji przestrzeni. Wysoko cenione jest także wykorzystanie rodzimych gatunków roślin – zarówno z uwagi na ich właściwości biotechniczne (retencja, transpiracja, fitoremediacja), jak i odniesienia do chińskiej symboliki krajobrazowej.

Podejście Pekinu do kształtowania ZBI to podejście, w którym infrastruktura przyrodnicza nie tylko pełni funkcje środowiskowe, lecz także wzmacnia tożsamość miejsca, wspiera spójność społeczną i podnosi jakość przestrzeni publicznych.

Rezultaty przeprowadzonych badań stanowią cenną podstawę do rozwijania polityk przestrzennych w kontekście europejskim, w tym również polskim. Studium przypadku Pekinu pokazuje, że sukces wdrażania zintegrowanej ZBI zależy od skali zaangażowania władz w przedsięwzięcia, jednoczesnego planowania i integracji inwestycji o różnej skali oddziaływania oraz konsekwentnego włączania komponentu kulturowego w strategię urbanistyczne. Doświadczenia te mogą posłużyć jako model i źródło inspiracji w projektowaniu odpornych, estetycznych i zrównoważonych przestrzeni miejskich, adekwatnych do lokalnych uwarunkowań społecznych, klimatycznych i przestrzennych.

Bibliografia:

<https://larryspeck.com/2010/09/environmental-science-building-sieeb-at-tsinghua-university/> [dostęp z dnia 09.06.2025]

www.asla.org/,

https://www.asla.org/2019studentawards/684549_Monitoring_Design_Stormwater_Management_Process_Visualization_And_Evaluation.html [dostęp z dnia 09.06.2025]