**LUCYNA NYKA**
**JAN CUDZIK**
**KACPER RADZISZEWSKI**
**DOMINIK SĘDZICKI**
Politechnika Gdańska

# KOMPUTACYJNE NARZĘDZIA W PROJEKTOWANIU SYSTEMÓW ZIELENI MIEJSKIEJ JAKO ELEMENTU REWITALIZACJI

**Abstract: Computation Tools for Designing Green Town Systems as a Part of the Revitalization**. Green spaces are an integral element of urban structures. They are not only a place of rest for their users, but also positively affect their well-being and health. The effect of these spaces, is the better, the smoother they create larger urban layout – stings of greenery. The introduction of urban greenery can and should be one of the basic elements of revitalization. Often, however, greenery is designed without multi-aspect analysis, enabling understanding of conditions and the use of existing potential in a given place. The use of computational design in conjunction with the use of generally available databases, such as numerical SRTM terrain models, publicly available OSM map database and EPW meteorological data, allows for the design of space in a more comprehensive way. These design methods allow better matching of the greenery design in a given area to specific architectural, urban and environmental conditions.

**Keywords:** Computational design, revitalization, urban greenery.

## Wstęp

Gwałtowna urbanizacja, zmiany klimatu oraz liczne wyzwania środowiskowe, ekonomiczne i społeczne sprawiają, że zieleń zaczyna być coraz częściej doceniana jako ważny komponent procesów przekształceń obszarów miejskich. Według raportu ONZ obecnie 55% globalnej populacji żyje w miastach, ale do 2050 r. współczynnik ten wzrośnie do 68% [*United Nations* 2018]. Zrównoważony rozwój terenów miejskich staje się priorytetem. Obecność terenów zielonych jest niezbędna nie tylko w kontekście dostępności miejsc wypoczynku i rekreacji, ale coraz większą rolę przypisuje



Studia 192 - Lorens - Urbanistyczne 10.indd 407 24.06.2019 06:42:09

się terenom zielonym w niwelowaniu skutków zmian klimatu, podnoszenia wartości ekologicznych terenów zabudowanych i pozytywnego wpływu na jakość życia. Liczne dokumenty krajowe i międzynarodowe służą wspieraniu działań skierowanych na podnoszenie walorów przyrodniczych terenów miejskich, powszechnie już doceniana jest rola zieleni w procesach zrównoważonego rozwoju miast.

Również wiele spośród europejskich programów dedykowanych rewitalizacji eksponuje rolę przestrzeni zielonych. Rewitalizacja miast oparta na paradygmacie *nature-based urban solutions* wprowadza rozwiązania wynikające z wykorzystania natury jako elementu identyfikującego miasta [SCC-02-2016-2017]. Innowacyjne rozwiązania oparte na wprowadzaniu do miasta przestrzeni zielonych mogą prowadzić do mierzalnych korzyści zarówno środowiskowych, społecznych jak też ekonomicznych. Wprowadzanie natury na tereny zurbanizowane dokonuje się w różnych skalach i ujęciach: od planistycznych [Vanneste 2017], po skalę interwencji urbanistycznych [Aouad 2017; Nyka 2016], aż po wprowadzenie zieleni do budynków [Mangone *et al.* 2017]. Modeli działań jest wiele: dla przykładu w Hadze wprowadzana jest idea 'urban farming' [van den Boomen *et al.* 2017] lub w Nowym Jorku wspierane są oddolne inicjatywy wprowadzania zielonej infrastruktury w celu podniesienia walorów środowiskowych miasta [Perini 2017]. Również w kontekście polskim tematyce roli zieleni w procesach przekształceń miast i ich rewitalizacji poświęconych jest wiele opracowań [Sobol 2014; Kosmala 2015]. Tereny i powierzchnie zielone podnoszą odporność miast na zmiany klimatu, przeciwdziałają tworzeniu się wysp ciepła, odgrywają różnorodne role w procesach zarządzania wodą deszczową. Obszary zielone pozwalają na przywrócenie bioróżnorodności miejskich systemów przyrodniczych. Zieleń wprowadzana na fasady i dachy podnosi efektywność energetyczną budynków. Rośliny zielone oczyszczają powietrze przez absorpcję pyłów zawieszonych i substancji szkodliwych, w procesie fotosyntezy pochłaniają dwutlenek węgla i produkują tlen, mogą też być wykorzystywane do redukcji hałasu. Badania wskazują, że otwarcia widokowe na przestrzenie zielone są ważnym czynnikiem wpływającym na zdrowie, zaś pielęgnacja zieleni przynosi efekty terapeutyczne. Podkreślana jest rola zieleni w podnoszeniu jakości społecznych relacji przez promowanie spacerów czy oferowanie licznych pretekstów do tworzenia miejsc spotkań i odpoczynku na świeżym powietrzu w mieście. Jak argumentują twórcy programów europejskich, utrzymanie terenów zielonych, ich pielęgnacja, a także wyposażenie takich terenów w usługi kultury, edukacji i rekreacji jest poważnym czynnikiem pobudzającym rozwój ekonomiczny, pozwalając zaoferować nowe miejsca pracy na terenach zdegradowanych. Wymieniając walory wynikające z obecności natury na obszarach zurbanizowanych, pozostaje otwarta kwestia, jak wprowadzać zieleń do coraz bardziej intensywnie zabudowywanych przestrzeni miejskich.



MOST WIEDZY Pobrano z mostwiedzy.pl

Studia 192 - Lorens - Urbanistyczne 10.indd 408 24.06.2019 06:42:31

## 1. Rodzaje otwartych baz danych wykorzystywanych w projektowaniu architektonicznym i urbanistycznym

Współczesne cyfrowe narzędzia wspomagające proces projektowy umożliwiają zarówno zapis projektu, jak i sporządzenie obliczeń niezbędnych do weryfikacji podejmowanych decyzji. Dzięki wykorzystaniu mocy obliczeniowej komputerów możliwe jest przeprowadzenie symulacji dotyczących zarówno stanu istniejącego, jak też projektowanej przestrzeni w kontekście jej użytkowania czy wpływu na otoczenie. Symulacje w dziedzinie szeroko pojętej praktyki architektonicznej wykorzystywane są najczęściej do obliczeń charakterystyki energetycznej budynku *(Building performance simulation)*, układu konstrukcyjnego, widoczności, komfortu wizualnego użytkowników, nasłonecznienia, aerodynamiki czy ruchu osób. Ciągle w niewielkim stopniu wykorzystuje się narzędzia komputacyjne do oceny możliwości wprowadzania powierzchni zielonych w konkretne projektowane miejsce.

Pierwszym krokiem do bardziej zaawansowanego wykorzystania narzędzi komputacyjnych jest wykonanie symulacji. Przeprowadzenie symulacji, czyli odtworzenia zjawiska za pomocą modelu, wymaga zarówno przygotowania danych do obliczeń, jak i odpowiednich algorytmów przetwarzających dane. W przypadku analiz dotyczących projektowania przestrzeni zielonych wymagane jest uzyskanie zunifikowanych danych zapisanych w odpowiednim formacie pliku. W opracowaniu zostaną opisane oraz wykorzystane do symulacji dostępne zbiory danych dotyczące:

- Rzeźby terenu *(SRTM – Shuttle Radar Topography Mission)*
- Informacji Geograficznej *(OSM – Open Street Map)*
- Dane Meteorologiczne *(EPW – EnergyPlus Weather Data File).*

Dane rzeźby terenu *SRTM* zostały zebrane podczas misji promu Endeavour w 2000 r. we współpracy agencji kosmicznej Stanów Zjednoczonych, Niemiec oraz Włoch. W trakcie misji zebrano dane wysokościowe terenu kuli ziemskiej i utworzono na ich podstawie numeryczne modele terenu. Powierzchnię ziemi udało się zeskanować w 99.94% [Farr *et al.* 2007]. Brakujące dane są skutkiem braku możliwości skanowaniu terenu powyżej 6000 m.n.p.m. Dokładność próbkowania terenu wynosi 25 m, co stanowić niewystarczającą rozdzielczość do modelowania w skali architektonicznej, lecz może stanowić pomoc w przypadku planów i studiów o szerszym zakresie, przyjęta poprawność zebranych danych zalecana jest do wykorzystania w skali 1:200 000. Dodatkowo należy zwrócić uwagę na niedokładności wynikające ze skomplikowania przestrzennego skanowanych przestrzeni. Błąd dla terenów rolniczych może wynosić od 1.6 do 5.9 m wysokości, zabudowanych od 2.2 do 6.0 m oraz od 3.7 do 7.2 m dla terenów zalesionych. Pliki SRTM są udostępnione bezpłatnie do wykorzystania przez serwery Amerykańskiej Agencji Kosmicznej *NASA*. Obecnie istnieje wiele rozwiązań umożliwiających generowanie modeli trójwymiarowych na podstawie zebranych da-

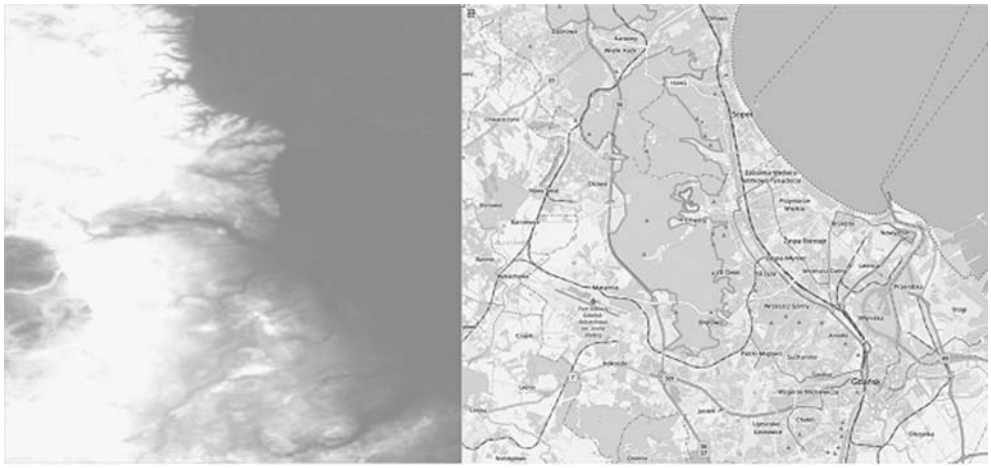


MOST WIEDZY Pobrano z mostwiedzy.pl

Ryc. 1. Przykład możliwości zastosowania danych *SRTM* w projektowaniu urbanistycznym i architektonicznym poprzez wykorzystanie danych *SRTM* do wykonania edytowalnych map terenu
Źródło: Opracowanie własne (ryc. 1-9). .

nych. Dane mogą być przetwarzane na wiele sposobów. Rycina 1 pokazuje metodę wykonania prostego modelu terenu w postaci np. pliku dwg czy sketch-up, której implementacja dla konkretnego przykładu została pokazana na ryc. 2.

Druga grupa danych, *Open Street Map* [Arsanjani *et al.* 2015] jest projektem społecznościowym mającym na celu stworzenie dostępnej bazy danych map kuli ziemskiej. Dane na licencji typu *open-source* zawierają informacje w postaci czterech typów danych: węzły (dokładne pozycje geograficzne mapy), linie (zestawy węzłów tworzące linie oraz wielokąty), relacje (powiązania elementów), tagi (opisy elementów, zawierające usystematyzowany zestaw danych tekstowych). Informacje w systemie Open Street Map są tworzone na podstawie informacji zbieranych za pomocą odbiorników GPS, ogólnodostępnych baz informacji czy na podstawie plików udostępnionych przez firmy, takie jak Yahoo czy serwis Bing firmy Microsoft. Dodatkowo bazowe dane są uzupełniane przez użytkowników o takie informacje, jak adresy, rodzaje usług, nazwy własne czy rok powstania obiektu, na zasadach podobnych do tych znanych z Wikipedii. Dzięki wykorzystaniu otwartej bazy informacji geometrycznej, jak i metadanych



Ryc. 2. Mapa wysokościowa oparta na danych SRTM dla współrzędnych: 54.4844 54.3083, 18.3945 18.7976 i porównawczo mapa terenu fragmentu aglomeracji gdańskiej



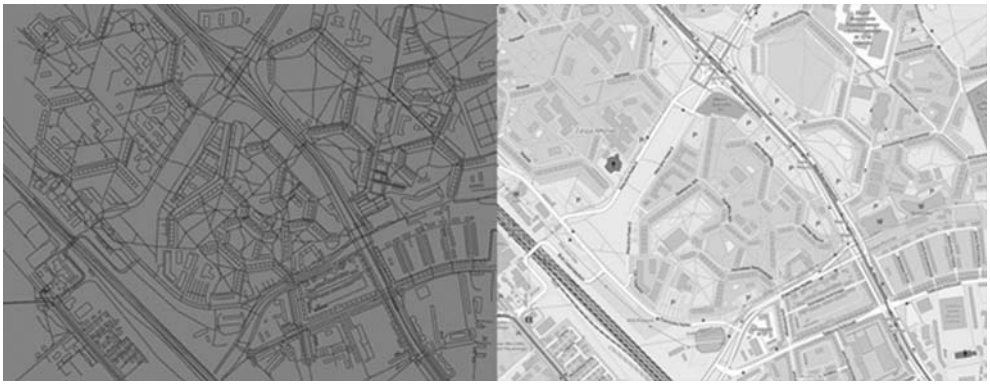
MOST WIEDZY Pobrano z mostwiedzy.pl

zapisanych według szablonu, możliwe jest stosowanie i analiza danych bez konieczności dodatkowej obróbki. Zastosowanie dodatkowego oprogramowania, takiego jak np. *GeoConverter* lub *OSM IQ* możliwe jest wygenerowanie danych w formie krzywych w wielu powszechnie stosowanych formatach. Rycina 3 prezentuje przykładową metodę zastosowania danych *OSM* dzięki oprogramowaniu *Grasshopper3d* dla *Rhinoceros* oraz dedykowanej biblioteki *ELK*. Takie działanie umożliwia szybkie tworzenie modeli urbanistycznych całych miast czy dzielnic. Przykład z ryc. 4 pokazuje utworzony w ten sposób model fragmentu Gdańskiej Zaspy.

W celu wykonania symulacji środowiskowych niezbędne są dane pogodowe dla wybranej lokalizacji. Dzięki formatowi opracowanemu przez Departament Energii Stanów Zjednoczonych, możliwa jest wymiana danych pogodowych w ustandaryzowanym formacie *EPW* (*EnergyPlus Weather File*), który zawiera dane ze stacji meteorologicznych, aktualnie dostępnych dla 2100 lokalizacji z ponad 100 krajów. Dane pogodowe zawierają informacje roczne, podawane z dokładnością do minuty, takie jak: temperatura, wilgotność, promieniowanie, natężenie oświetlenia, zachmurzenie, prędkość wiatru czy wysokość pokrywy śnieżnej. Dane meteorologiczne dostępne są aktualnie dla 43 lokalizacji w Polsce, pobranych oraz udostępnionych przez Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej.

Na ryc. 5 przedstawiono w formie wizualnej dane dla Gdańska. Wygenerowane schematy przedstawiają całoroczne dane meteorologiczne dla obszaru na podstawie

Ryc. 3. Przykład sekwencji postępowania służącej zastosowaniu danych *OSM* w projektowaniu urbanistycznym i architektonicznym

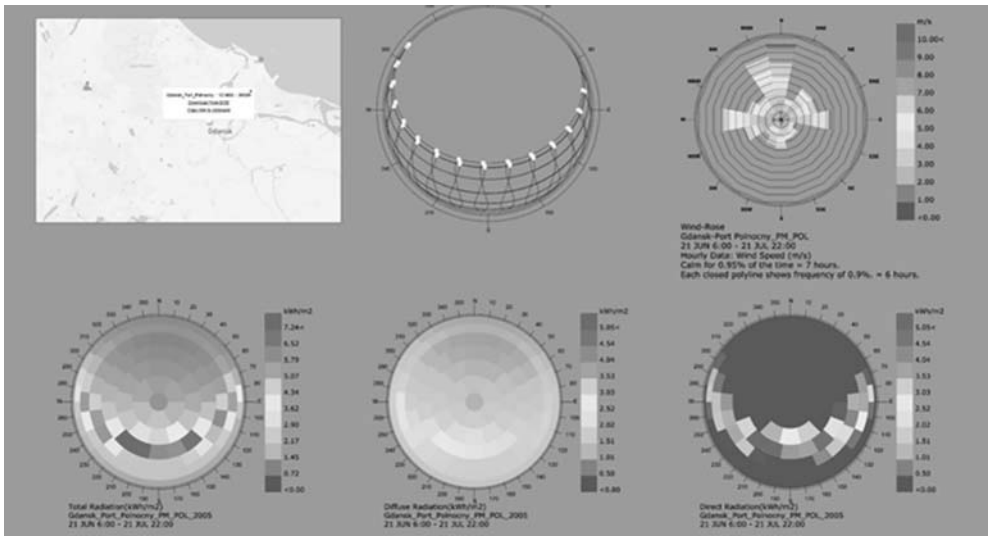


Ryc. 4. Automatycznie wygenerowany model miasta w oparciu o dane *OSM*



MOST WIEDZY Pobrano z mostwiedzy.pl

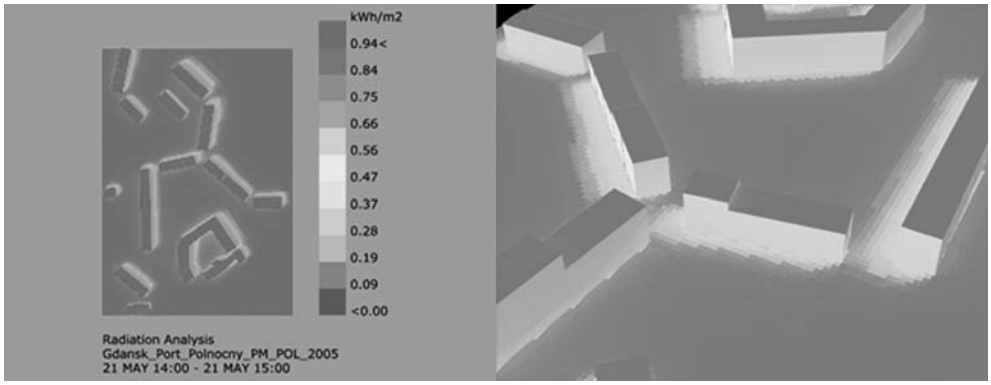
Studia 192 - Lorens - Urbanistyczne 10.indd 411 24.06.2019 06:42:32



Ryc. 5. Wizualna forma danych meteorologiczny *EPW* dla Gdańska

pliku udostępnionego przez Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej, oznaczonych symbolem *Gdansk-Port-Polnocny_PM_POL*. Dzięki bibliotece *Ladybug* dla *Grasshopper3d* zwizualizowane zostały dane dotyczące ścieżki słońca (*Sun Path*), kierunków i siły wiatru (*Wind-Rose*) wyrażonej w m/s, promieniowania w kWh/m²: całkowitego (*Total Radiation*), rozproszonego (*Diffuse Radiation*) oraz bezpośredniego (*Direct Radiation*), dla okresu od 6:00 21 czerwca do 22:00 21 czerwca.

Dzięki zastosowaniu danych meteorologicznych, geograficznych oraz odpowiednich narzędzi komputacyjnych (biblioteka *LadyBug*) możliwa jest symulacja zjawisk środowiskowych. Dla przykładu, symulacja przewidywanego natężenia na-




Ryc. 6. Symulacja nasłonecznienia powierzchni budynków i terenu dla fragmentu gdańskiej dzielnicy Zaspa



MOST WIEDZY Pobrano z mostwiedzy.pl

słonecznienia na fasadach budynków i na powierzchni terenu zaprezentowana została na ryc. 6. W poniższym przykładzie dzięki wykorzystaniu danych geograficznych dostępnych w bazie *Open Street Map* stworzono model komputerowy dla fragmentu Gdańskiej Zaspy, przy ulicy Hynka oraz Skarżyńskiego. Na podstawie danych meteorologicznych zebranych dla danego obszaru wykonano symulację godzinową (21 maja godz. 14:00) nasłonecznienia danego obszaru wraz z nasłonecznieniem docierającym do fasady budynku wyrażonej w kWh/m². Analiza pozwala na wyodrębnienie terenu o niższym stopniu nasłonecznienia oraz obszarów o całkowitej ekspozycji, co z kolei umożliwia odpowiednie zaprojektowanie systemów zieleni dla danego obszaru. Warto zwrócić uwagę na możliwość wykonania analizy przed podjęciem procesu projektowego, jak i analiz po wprowadzeniu nasadzeń, czy też obiektów małej architektury, które mają wpływ na zmianę zacienienia dla danego obszaru.

## 2. Zastosowanie narzędzi komputacyjnych i ogólnodostępnych danych w procesie projektowania

Współcześni architekci bardzo chętnie korzystają z nowoczesnych narzędzi umożliwiających analizy obiektów pod kątem aspektów środowiskowych. Najczęściej te analizy dotyczą nasłonecznienia i przewietrzania, czyli danych, które możemy pozyskać z baz *EPW*. Jednym z obiektów zaprojektowanych w ten sposób jest *The Valley* z 2015 r. autorstwa pracowni *MRVDV*, który powstał we współpracy z firmą konsultingową *ARUP*. Forma obiektu stanowi próbę pogodzenia intensywnego programu funkcjonalnego z ideą przecięcia zespołu zielonymi korytarzami – nazwanymi w projekcie dolinami. Udało się ten efekt uzyskać dzięki wnikliwej analizie danych i w efekcie dostosowaniu formy i programu funkcjonalnego do wymagań środowiskowych i lokalnych warunków klimatycznych. W rezultacie uzyskano nieregularną formę, składającą się z wielu rozproszonych elementów, która zapewnia optymalne przewietrzanie i nasłonecznienie zarówno wewnętrznych przestrzeni użytkowych, jak i zewnętrznych terenów zielonych.

Badany obiekt został zaprojektowany z wykorzystaniem narzędzi komputacyjnych. Wybrano oprogramowanie *Rhinoceros* wspomagane wizualnym edytorem – *Grasshopper* wraz z szeregiem dodatkowych bibliotek, takich jak np. *LadyBug*. Pierwszy etapem było sprawdzenie wielkości apartamentów, następnie powierzchni dostępnych z nich zielonych tarasów, kolejnym sprawdzenie czy układ ścian konstrukcyjnych mieścił się w założonych w projekcie parametrach. Po przeprowadzeniu podstawowych analiz projektanci sprawdzili za pomocą biblioteki *Ladybug* nasłonecznienie poszczególnych apartamentów oraz tarasów. Po przeprowadzeniu optymalizacji wykonano analizę parametru odpowiadającego za prywatność, który oparto na minimalnym kącie między poszczególnymi ścianami zewnętrznymi z oknami. Takie działania projektowe pozwoliły na szybką analizę formy i opracowanie jej ostatecznego kształtu na podstawie danych i obiektywnych parametrów.



MOST WIEDZY Pobrano z mostwiedzy.pl

Studia 192 - Lorens - Urbanistyczne 10.indd 413 24.06.2019 06:42:32

Analizy zjawisk, które przyczyniły się do osiągnięcia ostatecznej formy obiektu *The Valley*, mogą być również wykorzystywane w skali urbanistycznej. Zastosowanie komputacyjnych narzędzi projektowych oraz ogólnodostępnych baz danych może znacznie ułatwić wprowadzanie zieleni nie tylko do nowo projektowanych, ale także w obręb istniejących struktur urbanistycznych. Staje się to szczególnie przydatne na obszarach miast poddawanych procesom rewitalizacji, które zazwyczaj posiadają wiele dodatkowych ograniczeń wynikających z pierwotnego charakteru miejsca, w tym istniejącej zabudowy oraz z konkretnych oczekiwań społecznych. Dzięki wieloaspektowym analizom tworzonym na podstawie ogólnodostępnych baz danych projektanci mogą wykorzystać w lepszym stopniu ich potencjał. Odpowiednio przygotowany algorytm dla wybranego założenia urbanistycznego, na podstawie danych meteorologicznych mógłby wskazywać najlepiej oświetlone przestrzenie, które następnie można poddawać kolejnym analizom, takim jak odległość od mieszkań, usług czy przystanków komunikacji publicznej w celu wyboru najlepszych z nich. Analizy środowiskowe oparte na otwartych źródłach danych mogą znacznie ułatwić optymalną lokalizację i projektowanie miejsc wypoczynku dla mieszkańców, nawet na bardzo intensywnie zurbanizowanych obszarach. Wyniki analiz mogą również wskazać na możliwość wprowadzenia konkretnych typów zieleni na elewacje i dachy budynków, a także ujawnić enklawy, gdzie mogłyby powstać odpowiednio nasłonecznione i ciekawe rozwiązane krajobrazowo miejsca w przestrzeni publicznej, służące integracji mieszkańców.

## 3. Przykłady zastosowania narzędzi komputacyjnych i baz danych w procesach rewitalizacji urbanistycznych i systemów zieleni

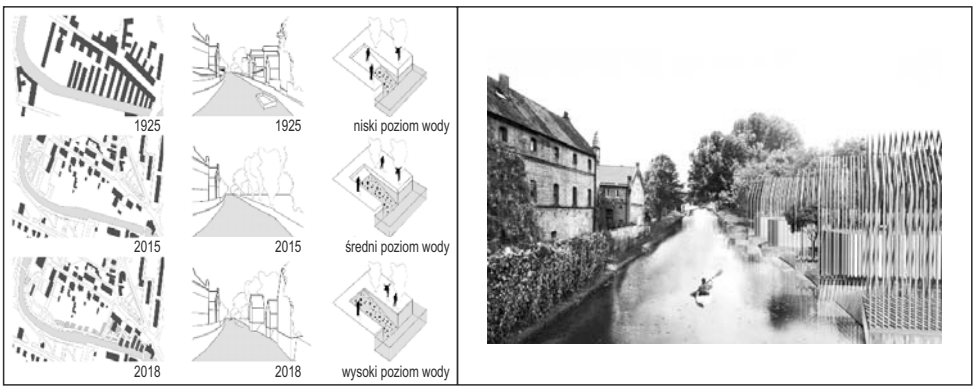
Do zilustrowania możliwości zastosowania narzędzi komputacyjnych i otwartych baz danych do projektowania na obszarach podlegających procesom rewitalizacji posłużono się przykładem terenu usytuowanego wzdłuż rzeki Tugi w Nowym Dworze Gdańskim. Projekt ten powstał jako odpowiedź na konkurs ogłoszony przez miasto w 2017 r. (aut.: J. Cudzik, K. Radziszewski, L. Nyka, I. Burda, J. Borucka). Analizy historyczne jednoznacznie wykazały, że charakter zabudowy przy nabrzeżu Tugi przez wiele wieków stanowił o krajobrazowej tożsamości miasta. Rzeka stanowiła niegdyś główny trakt komunikacyjny, miejsce pracy i codziennych spotkań lokalnej społeczności. Nawiązanie do tych wartości i powtórne ukazanie zdegradowanego obecnie terenu wzdłuż Tugi jako interesującego miejsca integracji mieszkańców, jak też przywrócenie wartości ekologicznych i krajobrazowych wynikających z obecności rzeki stało się główną ideą projektu (ryc. 7).

Kompozycja projektowanego układu wykorzystuje historyczną, częściowo zachowaną kompozycję wydłużonych domów o układzie prostopadłym do wody. Układ ścieżek został zaprojektowany po przeprowadzeniu analiz poruszania się ludzi w strefie nadwodnego bulwaru i jego powiązań z miastem. W projekcie zapropono-



MOST WIEDZY Pobrano z mostwiedzy.pl

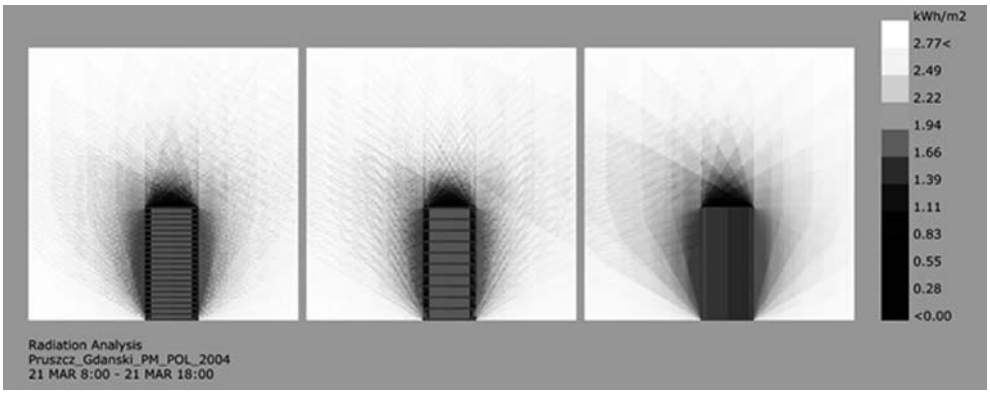
Studia 192 - Lorens - Urbanistyczne 10.indd 414 24.06.2019 06:42:33




Ryc. 7. Projekt nabrzeża rzeki Tugi w Nowym Dworze Gdańskim

wano rozplanowanie interesujących krajobrazowo i przyrodniczo zespołów zieleni, pól okresowo wypełniających się wodą i miejsc do siedzenia. Wskazano na potrzebę wykorzystania istniejącej roślinności i zaproponowano nowe rodzime gatunkowo nasadzenia, zgodnie z uzyskanymi danymi z analiz nasłonecznienia.

Projektowana zabudowa jest ażurowa, jednak kubaturowo nawiązuje do dawnych domów. Takie rozwiązanie pozwala na powtórzenie historycznej formy, z jednoczesnym ograniczeniem zacieniania terenów rekreacyjnych. Sposób projektowania zabudowy został poprzedzony analizami, który wykazały, że zastosowanie pełnych form znacznie ograniczyłoby nasłonecznienie przestrzeni rekreacyjnych. Analizy przeprowadzone z pomocą narzędzi komputacyjnych przedstawione na ryc. 8 dla projektowanych ażurowych form pokazują, że dzięki zmianie gęstości formy, uzyskano więcej atrakcyjnych miejsc wypoczynku. Część z nich została zadaszona i przeznaczona na funkcje integracyjne. Jednym z problematycznych aspektów związanych z przeprowadzeniem analiz klimatycznych był brak dostępnych danych metrologicznych. W tym celu projektanci przeanalizowali najbliżej położone punkty,




Ryc. 8. Porównanie zacienienia terenów zielonych dla trzech propozycji zagęszczenia przekrycia

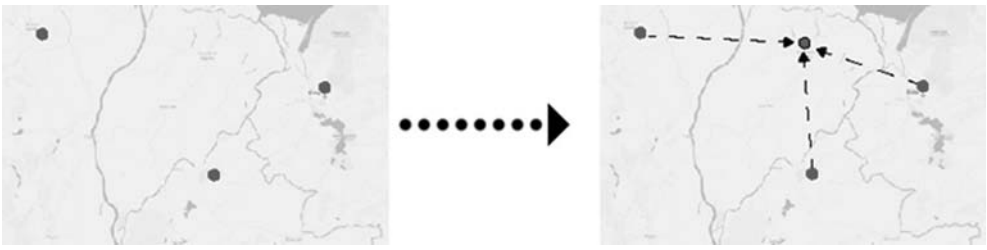


MOST WIEDZY Pobrano z mostwiedzy.pl

które posiadały niezbędne dane. Wybrane zostały trzy miejsca o podobnej charakterystyce, wysokość nad poziomem morza, odległość od miejsca projektowane nie większa niż 50 km w linii prostej oraz bliskość rzeki. Na podstawie danych z tych miejsc wykonano triangulację i wygenerowano prawdopodobne dane dla wybranej lokalizacj (ryc. 9).

Proces rewitalizacji środowiska urbanistycznego możemy przeprowadzić również dzięki lokalnym interwencjom przeprowadzonym w małej skali, wewnątrz, wokół i pomiędzy istniejącymi strukturami. Wyniki analiz otwartych baz danych wykorzystywać można nawet w przypadku lokalnych mikrointerwencji polegających na wprowadzaniu niewielkich obszarów lub powierzchni zielonych na poddane rewitalizacji obszary miast. Po sukcesie różnego rodzaju parków kieszeniowych, często o minimalnych gabarytach, warto się przyglądać nawet pojedynczym fasadom czy załamaniom kompozycyjnym brył upatrując w nich pretekstu do wprowadzenia zieleni. Obecnie występowanie mniejszych form zaprojektowanej zieleni zawdzięczamy w dużej części wcześniejszym eksperymentom chociażby z lat 70., takich jak np. ogrody na dachach czy trasach. Obecnie, nietypowe jak na ówczesne czasy rozwiązania przerodziły się w konwencjonalne metody wprowadzania zieleni do tkanki miejskiej. Współczesne sposoby projektowania zieleni coraz częściej charakteryzują się przełamywaniem i rozszerzaniem typowych rozwiązań przez coraz bardziej radykalne poszukiwania projektowe wykorzystujące wcześniej zmarginalizowane pod tym względem powierzchnie z zastosowaniem nowych rozwiązań technicznych.

Jednym z pionierów poszukujących niekonwencjonalnych rozwiązań związanych z wprowadzaniem zieleni do architektury i urbanistyki jest francuski botanik Patrick Blanc, który łączy swoją karierę naukową w prestiżowym ośrodku *National de la Recherché Setcientifique* w Paryżu z autorskimi praktykami projektowymi skupionymi na tworzeniu pionowych ogrodów. Charakterystyczne rozwiązanie Blanca, oparte na umieszczeniu warstw z filcu poliamidowego w donicach z PVC zawieszonych na stalowych ramach, zostało opatentowane w 1988 r. Warte podkreślenia jest zastosowanie zautomatyzowanego systemem nawożenia i nawadniania, który pozwala na trwałe utrzymanie i montaż roślin w nietypowy sposób na pionowej powierzchni. Żywe, zielone ściany zawierają mieszaninę rodzimych i importowanych roślin, które są starannie ułożone w odniesieniu do zmian w wilgotności i temperaturze. Według Blanca



Ryc. 9. Triangulacja danych meteorologicznych



MOST WIEDZY Pobrano z mostwiedzy.pl

Studia 192 - Lorens - Urbanistyczne 10.indd 416 24.06.2019 06:42:33

nowoczesne miasto może przypominać lasy deszczowe, ulice lub budynki mogą zostać przekształcone w pełne zieleni wąwozy, które przypominają niższe warstwy tropikalnych lasów deszczowych wypełnionych mchami i paprociami. Dzisiaj wizja taka staje się coraz bardziej realna dzięki możliwościom analiz z wykorzystaniem algorytmów komputerowych i ogólnodostępnych baz danych. Powszechne skażenie środowiska w miastach, odkrycie integrującej i terapeutycznej roli zieleni do takich poszukiwań mobilizuje. Dzięki zaawansowanym narzędziom i analizom projektant może już obecnie wprowadzać roślinność w kompozycje architektoniczne w coraz bardziej swobodny sposób i coraz dokładniej określać możliwe do zastosowania grupy roślin.

## Podsumowanie

Wprowadzanie zieleni na obszary zurbanizowane już obecnie stanowi ważny element w procesach rewitalizacji, a w przyszłości rola takich działań będzie wzrastać. Dostęp do zielonych przestrzeni rekreacyjnych ma duże znaczenie dla komfortu życia, zdrowia mieszkańców i jakości środowiska. Coraz większy akcent na wprowadzanie zieleni do przestrzeni miast jest efektem nie tylko specjalnych programów tworzonych przez Unię Europejską, lecz również wzrastającej świadomości projektantów i przyszłych użytkowników, którzy coraz częściej obok aspektów związanych z lokalizacją analizują czynniki wpływające na jakość życia. Dążenie do wprowadzania do przestrzeni miast ciągów zielonych i niebieskich pojawia się także coraz częściej w dokumentach planistycznych opracowywanych przez poszczególne miasta. W obliczu tych przemian wskazać należy na istotny i ciągle w niewielkim stopniu wykorzystywany potencjał wynikający z możliwości użycia do analiz i projektowania zieleni w miastach narzędzi komputacyjnych i ogólnodostępnych baz danych. Jest to szczególnie istotne na obszarach poddanych procesom rewitalizacji. Narzędzia komputacyjne pozwalają projektantom i planistom na stosowanie zieleni w sposób bardziej profesjonalny, często innowacyjny formalnie i oparty na rzeczowej analizie danych. Analizy takie mogą być wykorzystywane już na etapie przygotowywania planów miejscowych czy też wytycznych do studium stanowiącego podstawę do tworzenia planów i wydawania bardziej szczegółowych decyzji. Narzędzia komputacyjne zastosowane w połączeniu z danymi pogodowymi mogą przyczynić się do lepszego zrozumienia konkretnych warunków architektoniczno-urbanistycznych i środowiskowych, a także do projektowania lepszej jakości przestrzeni publicznych oraz terenów zielonych dostępnych dla użytkowników.

## Literatura

Aouad D. R., 2017, *Urban Acupuncture as a Tool for Today's Re-naturalization of the City: The Non-constructible Parcels of Municipal Beirut through the Case Study of the Sa-*



MOST WIEDZY Pobrano z mostwiedzy.pl

*ifi District.* Couceiro da Costa et al. Eds, Architectural Research Addressing Societal Challenges. Taylor & Francis Group, Boca Raton FL: 629-636.

Arsanjani Jamal J., Mooney P., Zipf A., Helbich M., 2015, *An Introduction to OpenStreetMap in GIScience: Experiences*. Research, Applications, Springer.

*Arup: Adding Value by the Use of Parametric Design,* [https://www.arup.com/projects/valley].

Bernardini C., Irvine K. N., 2007, *The Nature of Urban Sustainability: Public or Private Greenspaces?* Sustainable Development and Planning, III: 102.

Christodoulou A., Vola M., Rikken G., 2018, *Case Study for the Application of Multidisciplinary Computational Design Assessment and Constructability Optimisation Tools.* Proceedings of the Symposium on Simulation for Architecture and Urban Design, TU Delft, Delft.

*EnergyPlus* EPW files documentation, [https://energyplus.net/documentation].

Farr T. G., Rosen P. A., Caro E., Crippen R., 2007, *The Shuttle Radar Topography Mission*. Reviews of Geophysics, 45.

Kosmala M., 2015, *Zieleń w programach rewitalizacji miast*. Polskie Zrzeszenie Inżynierów i Techników Sanitarnych, Oddział Toruń, Toruń.

Mangone G., Capaldi C. A., van Allen Z. M., Luscuere P. G., 2017, *Bringing Nature to Work: Preferences and Perceptions of Constructed Indoor and Natural Outdoor Workspaces*. Urban For, Urban Green.

*MVRDV*, Valley Project description, [ttps://www.mvrdv.nl/projects/valley].

Nyka L., 2016, *Polder And City: Sustaining Water Landscapes on an Urban Edge.* 3rd International Multidisciplinary Scientific Conference on Social Sciences and Arts (SGEM 2016), Book 4, t. II: 493-500. doi.org/10.5593/sgemsocial2016hb42

Perini K., 2017, *Green Infrastructure in New York City: Top Down and Bottom up Initiatives to Improve Environmental Quality*. Couceiro da Costa *et al.* (red.). Architectural Research Addressing Societal Challenges, Taylor & Francis Group, Boca Raton FL, pp. 659-665.

Sobol A., 2014. *Rewitalizacja miast w kolorach zieleni*. Studia Ekonomiczne, 187: 285-295.

*SCC-02-2016-2017 – Demonstrating innovative nature-based solutions in cities*. Cordis, EU, 2016, [https://cordis.europa.eu/programme/rcn/701974/en; dostęp: 15.11.2018].

*United Nations*, 2018, *Population Division of the United Nations Department of Economic and Social Affairs* (UN DESA). New York. [dostęp 19.11.2018] [https://www.un.org/development/desa/en/news/population/2018-revision-of-world-urbanization-prospects.html].

Van den Boomen T., *et al.,* 2017, *Urban Challenges – Resilient Cities: Design Thinking for the Future of Urban Regions*. Trancity-Valiz.

Vanneste G., 2017, *Toward a Sustainable City-territory in a Diffused Context: The Potential of Internal Limits.* Couceiro da Costa *et al*. (red.). Architectural Research Addressing Societal Challenges, Taylor & Francis Group, Boca Raton FL: 479-486.



MOST WIEDZY Pobrano z mostwiedzy.pl