

Jerzy Suchanek*

ZIELEŃ STRUKTURALNA – ROŚLINNOŚĆ W STRUKTURZE BUDYNKU

Zieleń jako element towarzyszący architekturze (wewnątrz lub na zewnątrz) wpisuje się w jej historię od samego początku, nie tylko jako wartość estetyczna, lecz także w kontekście techniki. Pierwsze domostwa budowano przecież, między innymi ze ściętych gałęzi, konstruuując szałas lub przekrywając ziemianki¹. Bogatą tradycję ma także zielone pokrycie dachu w postaci murawy i darni, do dziś wykorzystywane w tradycyjnym budownictwie Islandii². Korzyści z zazielenionych powierzchni dachów i ścian dotyczą nie tylko jakości powietrza, termiki, lecz także klimatu akustycznego³. Jednak rośliny w strukturze budynku to pojęcie kojarzące się raczej z destrukcją wynikającą z zaniedbań niż z zamierzonym przez projektanta efektem. O destrukcyjnej sile flory w budynkach mogą przekonać się użytkownicy zaniedbanych budynków, podejmując próbę oczyszczenia dachów, tarasów i elewacji z nieprzewidzianych w projekcie żywych detali (zob. ilustracje 1–4). W literackich opisach budowli, których czas świetności dawno minął, krzewy porastające mury były często używanym obrazem mającym podkreślić nieprzydatność konstrukcji. Architekci w poszukiwaniu ekologicznych rozwiązań eksplorują właśnie te obszary. W Universitat Politècnica de Catalunya opracowano system fasadowy z betonu z domieszkami podwyższającymi kwasowość, dzięki czemu na jego powierzchni łatwo rosną grzyby i algi⁴. Wykorzystanie alg w panelach elewacyjnych, tym razem w szerszym zakresie, stało się wiodącym motywem systemu opracowanego przez firmę Arup we współpracy ze Strategic Science Consult Germany oraz Colt International. Algi uwięzione w przestrzeni międzyszybowej wielkoformatowych paneli elewacyjnych pod wpływem światła produkują biomasę i ciepło, które jest wykorzystywane

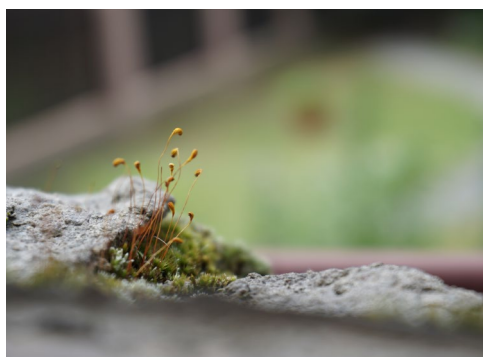
* Dr hab. inż. arch. Jerzy Suchanek, prof. PP,
Instytut Architektury i Planowania Przestrzennego, Wydział Architektury Politechniki Poznańskiej.
Adres e-mail: jerzy.suchanek@put.poznan.pl. ORCID ID: 0000-0001-7755-064X.

- 1 Krassowski wymienia ziemianki i szałas – obok jaskiń – jako najstarsze domostwa (sprzed ok. 14000 lat) – zob. tenże, *Dzieje budownictwa i architektury na ziemiach Polski*, t. 1, Wydawnictwo Arkady, Warszawa 1989, s. 12.
- 2 E. Szajda-Birnfel, A. Pływaczyk, D. Skarżyński, *Zielone dachy. Zrównoważona gospodarka wodna na terenach zurbanizowanych*, Wydawnictwo Uniwersytetu Przyrodniczego, Wrocław 2012, s. 19–20.
- 3 Należy jednak zauważyć, że rośliny same nie pochłaniają hałasu zbyt skutecznie, w tym zjawisku liczy się, przede wszystkim warstwa podkładowa – gleba lub substrat – zob. F. Asdrubali, F.D'Alessandro, N. Mencarelli, *Sound Absorption Properties of Tropical Plants for Indoor Applications*, [w:] *The 21st International Congress on Sound and Vibration*, 13–17 July 2014, Beijing, China, s. 7.
- 4 B. Brownell, *Transmaterial. Next. A Catalog of Materials that Redefine Our Future*, Princeton Architectural Press, New York 2017, s. 32–33.

w systemach instalacyjnych (fotobioreaktory). Ponadto następuje regulacja nasłonecznienia budynku ze względu na proporcjonalną zależność ilości alg od intensywności nasłonecznienia paneli, co przekłada się na większe zacinienie wnętrza⁵. System ten został zastosowany w budynku BIQ (Bio Intelligence Quotient) na terenie IBA w Hamburgu (Spittelwerk 2013).



Ilustracje 1, 2. Roślinność degradująca strukturę budynku: bluszcz (*Hedera helix*) w przestrzeni między elementami drewnianej balustrady; bluszcz (*Hedera helix*) przy szybie werandy
Źródło: fot. J. Suchanek.



Ilustracje 3, 4. Roślinność degradująca strukturę budynku: mech w spoinie między płytkami posadzki tarasu; mech w podkładzie betonowym posadzki tarasu
Źródło: fot. J. Suchanek.

⁵ Tamże, s. 186, 187.

W 1938 roku amerykański architekt Stanley Hart White opatentował system modułów konstrukcyjnych (Vegetation Bearing Architectonic Structure and System) przeznaczony do wypełnienia roślinnością wraz z glebą lub substratem glebowym. Dokumentacja patentowa (tekst i 13 rysunków) przedstawia system ażurowych skrzyń o siatkowych ścianach wraz z uzupełniającymi elementami stalowych łączników i dodatkowych elementów konstrukcji. White zaprojektował kilka wariantów modułów przeznaczonych na konstrukcję ścian i nadproży (w tym nadproże łukowe)⁶. Przedstawiony przez architekta sposób tworzenia brył z pionowymi powierzchniami nadającymi się do zazielenienia znalazł – być może – fragmentaryczne zastosowanie w często spotykanych w parkach rzeźbach kwietnych (zob. ilustracja 5).



Ilustracja 5. Rzeźba kwietna zimą. Duszniki Zdrój
Źródło: fot. J. Suchanek.

Interesujące rozwiązanie uzupełniające system White'a zaprojektowano w firmie Matthew Soules Architecture (Kanada). System tworzący zadaszenie składa się z modułów pełnowymiarowych (61x61x61 cm) i mniejszych (61x61x30,5 cm) w kształcie ściętego ostrosłupa o podstawie kwadratowej zbudowanych z geowłókniny zbrojonej drutem. Ścianki modułów stanowią równocześnie substrat glebowy w połączeniu z masą z mączki drzewnej i gumą arabską oraz wodą, do której od razu aplikuje się nasiona traw i koniczyny. Moduły te wieszają się podstawą w górę na konstrukcji linowej ze stali. Całość tworzy rodzaj podwieszonego sufitu zmieniającego się wraz z rozrostem roślinności. System ten zawiera również elementy instalacji wodnej i oświetleniowej⁷. Tęgo rodzaju obiekty parkowe mają wielowiekową historię związaną z rozwojem sztuki tworzenia założeń parkowych. Drzewa i krzewy przycinane tak, by imitowały elementy architektoniczne – mury, bramy, arkady, kolumny – stanowią atrakcję zabytkowych założeń ogrodowych, których rozkwit przypadał na wiek XVIII (zob. ilustracje 6, 7).

6 H.S. White, *Vegetation bearing architectonic structure and system*, USA, US. Patent 21135223, 1938.

7 B. Brownell, *Transmaterial...*, s. 128–129.



Ilustracja 6. Drzewa i krzewy imitujące elementy architektury.
Schwetzingen, park przy pałacu, kadr przez zieloną bramę na szpaler
półpełny z arkadami
Źródło: fot. J. Suchanek.



Ilustracja 7. Drzewa i krzewy imitujące elementy architektury.
Lunéville, park, szpaler półpełny okalający parter centralny
Źródło: fot. J. Suchanek.

Marc-Antoine Laugier, opisując w *Eseju o architekturze* (1 wydanie – 1753) powstanie prawzoru domostwa sugeruje, że wykorzystano do jego budowy leżące, a więc zapewne w naturalny sposób oddzielone od drzew, gałęzie. Najśłynniejsza ilustracja jego dzieła – frontyspis paryskiego wydania z 1755 roku⁸ nie odzwierciedla, jak się wydaje, w pełni opisu autora *Eseju*. Charles-Dominique-Joseph Eisen przedstawił „prakolumny” podtrzymujące konstrukcję „krokwiową” dachu jako rosnące drzewa, a nie ustawione pionowo, martwe gałęzie⁹. Ta nadinterpretacja lub twórcze wzbogacenie kontrowersyjnych tez Laugiera ma inspirujący wpływ na znacznie później działających architektów, którzy wprowadzają roślinność nie tylko na dachy i elewacje, lecz także do struktury budynku. Najczęściej proces ten przejawia się w zastosowanym układzie konstrukcji przypominającym strukturę drzewa o charakterystycznym podziale na pień i gałęzie. Najlepszym przykładem takiej struktury są realizacje Santiago Calatravy z przełomu XX i XXI wieku, a szczególnie dworzec Oriente w Lizbonie, gdzie szpalery stalowych słupów łączą się ponad peronami w układzie żeber niedwuznacznie nawiązujących do gotyckich sklepień, ale poza tym – przypominających korony drzew.

Nawiązanie do rozgałęzionej struktury drzew to ulubiony motyw tzw. architektury parametrycznej, raczej w powierzchownym rozumieniu tego pojęcia, charakteryzującej się ażurową konstrukcją ścian osłonowych o organicznych kształtach. Nieco bardziej wyrafinowany system zaproponował Shigeru Ban w projekcie klubu golfowego Heasley Nine Bridges w Yeosu, w Korei Południowej (2010)¹⁰. W tym założeniu, nawiązującym do osiągnięć Richarda Buckminstera Fullera, struktura drewnianej konstrukcji dachu (36x72 m) o powierzchni zakrzywionej w dwóch kierunkach, w połączeniu ze smukłymi słupami, na których się opiera, wywołuje nieodparte skojarzenie z lasem. Osiągnięto ten efekt, między innymi dzięki odpowiednio wyeksponowanej powierzchni naturalnego drewna, pionowe profile drewniane smukłych słupów o wysokości trzech kondygnacji przechodzą płynnie do poziomej ażurowej konstrukcji dachu, wspierane przez układ stalowych rur łączących promieniowo części drewniane, jednak w taki sposób, że nie zakłócają one wrażenia naturalnej konstrukcji¹¹.

Przenikanie przestrzeni kojarzące się z lasem podszytym parterową roślinnością potęguje wysunięcie przeszklonej części obiektu przed zasadniczą bryłą. Ta cecha w zasadniczy sposób odróżnia projekt Shigeru Bana od wcześniejszych realizacji Imre Makovecza, w których wnętrza wypełnione są organiczną konstrukcją drewnianą, nawiązującą do struktur roślinnych i zwierzęcych, czego jednak nie ujawnia zewnętrzna bryła. Projektanci ze szwedzkiego biura Tham & Videgård nie poprzestali na podobieństwie elementów konstrukcji do żywych drzew. W realizacji z 2010 roku w Harads (Szwecja)

8 K. Harries, *The Ethical Function of Architecture*, The MIT Press Cambridge, London 1997, s. 113.

9 M.A. Laugier, *An Essay on Architecture*, trans. W. and A. Herrmann, Hennissey and Ingalls, Los Angeles 1977, s. 11, 12.

10 Yufu, *Oita, Japan / 大分県由布市*, http://www.shigerubanarchitects.com/works/2018_yufuinfo/index.html (dostęp: 15.06.2019).

11 Osiem lat po realizacji w Yeosu powstał pawilon Yabushi Tourist Information Center (Yufuinfo) w Oita (Japonia), zaprojektowany przez Shigeru Bana, nieco mniejszy, lecz bardzo podobny do Heasley Nine Bridges. Tam również zastosowano drewnianą konstrukcję zasadniczej bryły budynku w połączeniu z pełnym przeszkleniem ścian zewnętrznych wychodzących przed lico zasadniczej konstrukcji – zob. *Shigeru Ban Architects*, www.shigerubanarchitects.com (dostęp: 10.11.2020).

zastosowali rosnące drzewo jako główny element nośny konstrukcji hotelu na drzewie¹². Budynek w kształcie sześcianu o krawędzi 4 m, stanowi obudowę pnia drzewa, zawieszoną na wysokości pierwszego piętra. Zespolecie z naturą podkreślać ma również kamuflaż – ściany w konstrukcji aluminiowej wykończone są lustrzanym szkłem, odbijającym sąsiednie drzewa. Kontynuacja pomysłu ilustratora *Eseju* Laugiera sama może być inspiracją dla kolejnych eksperymentatorów. Podobny sposób wykorzystania rosnącego drzewa jako elementu konstrukcji, tym razem zwielokrotnionego, prezentuje realizacja pracowni Ludwig.Schoenle (Ferdinand Ludwig i Daniel Schönle) w Nagold (Niemcy). *Plane Tree Cube* (niem. *Platanenkubus*) to długoterminowy eksperyment, w którym użyto 1200 młodych drzew. Drzewa (w donicach) ustawiono w rzędach, w sześciu poziomach (na konstrukcji stalowej), na planie kwadratu o powierzchni 120 m². Zgodnie z opisem autorów, po latach drzewa tworzą jeden organizm będący ścianą i główną konstrukcją nośną obiektu, który ma służyć jako wielofunkcyjny „kieszonkowy” park¹³. Ten efekt nie byłby możliwy bez inwazyjnych zabiegów agrotechnicznych, takich jak naginanie i łączenie gałęzi (dla utworzenia kratownicy), a nawet wprowadzanie do struktury rosnącego drzewa konstrukcyjnych elementów stalowych, które wrastają w pnie i konary. W kontekście zauważalnego obecnie zainteresowania odczuwaniem roślin, tego rodzaju praktyki wydają się trudne do naśladowania, jednak realizacja parku w Nagold oparta jest na obszernych badaniach botanicznych i mechanicznych, udokumentowanych w rozprawie doktorskiej Ferdinanda Ludwiga opracowanej na Wydziale Architektury i Planowania Miast Uniwersytetu w Stuttgarcie¹⁴. W pracy tej autor przedstawił biomechaniczne eksperymenty oraz projekty i realizacje, implementując je w prototypach budowli. Jednym z kluczowych eksperymentów był wspomniany wcześniej *Platanenkubus* w Nagold¹⁵. W rozprawie przedstawiono jeszcze dwa inne, niezrealizowane projekty podobnych założeń, wykorzystujących „drzewne ściany” (niem. *Baumwand*)¹⁶. Jeden z nich zawiera także projekt instalacji wody deszczowej. Stosowane w przytoczonej pracy zabiegi oparto na wcześniejszych przykładach przedstawionych, między innymi przez niemieckiego botanika – Arthura Wiechula – w wydanej w 1926 roku książce *Wachsende Häuser aus lebenden Bäumen entstehend*. Podobne zabiegi stosował także Axel Erlandson w swoim „drzewnym cyrku” założonym w 1947 roku, w Scotts Valley w stanie California, stanowiącym lokalną atrakcję turystyczną. Erlandson wyhodował tam, między innymi drzewo-kosz (*Basket Tree*), którego trzon powstał z sześciu posadzonych na planie okręgu platanów. Pnie młodych drzew tak formowano (łącząc je), by uzyskać kratownicową ścianę o kształcie zbliżonym do powierzchni walcowej¹⁷. Ten rodzaj zabiegów, czyli pleaching, wykorzystano także jako podstawę projektu *The Fab Tree Hab*, którego inicjatorem jest Mitchell Joachim z New York University. Jest to koncepcja „żywego” domu mieszkalne-

12 A. Boschi, *Tree Hotel*, „Materia” 2011, nr 70, s. 132–139.

13 *Architecture Today, Landscape*, ed. by D.A. Bach, transl. M.A. Valdenbro, C. Cardelus, Boq Publishing, Barcelona 2017, s. 170.

14 F. Ludwig, *Botanische Grundlagen der Baubotanik und deren Anwendung im Entwurf* – rozprawa doktorska, Fakultät für Architektur und Stadtplanung der Universität Stuttgart, Stuttgart 2012.

15 Tamże, s. 254–256.

16 Ferdinand Ludwig jest autorem projektu konstrukcji *Baumwand*, która jest przedmiotem patentu, należącego do firmy *Helix Pflanzensysteme*.

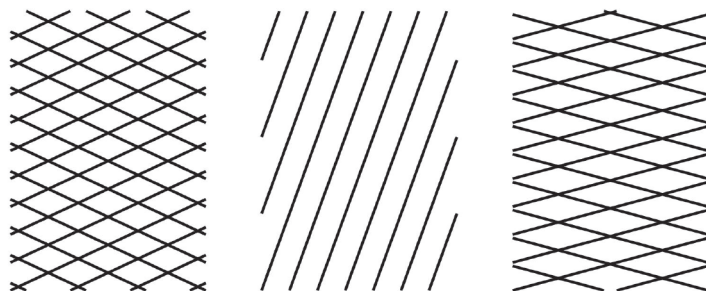
17 Inspiracja tym obiektem wydaje się bardzo czytelna w realizacji w Nagold.

go, którego konstrukcja składa się z trejażu powstałego z prefabrykowanych elementów stalowych oraz rosnących w nim drzew i krzewów (zakłada się, że większość tych roślin to rośliny jadalne). Prefabrykaty konstrukcji przygotowane w maszynach CNC mają być przystosowane do rodzaju przerastających ich strukturę roślin¹⁸.

Rośliny jako budulec obiektu architektonicznego mogą także zaistnieć w postaci konstrukcji wygenerowanej z samokształtującej się żywej kolonii tzw. protokomórek. Badania związane z podobnymi systemami prowadzone są, między innymi w Center for Fundamental Living Technology (University of Southern Denmark, Odense), kierowanym przez Steena Eilera Rasmussena, a także w Centre for Artificial Biology (University of Trento) przez Martina Hanczyca¹⁹.

Inspirowane strukturą roślin rozwiązania architektoniczne, które dotyczą nie tylko ornamentu, lecz wnikają głęboko w architekturę projektowanego budynku, wykorzystują zasady współpracy konstrukcyjnej i funkcjonalnej elementów roślin, a nie żywe rośliny. Przytoczone wcześniej przykłady konstrukcji nawiązujących do zewnętrznej struktury drzew można zaliczyć do biomimetyki, niezależnie od intencji ich twórców. Sięgając jednak do później sformułowanego pojęcia „bionika”, można odnaleźć układy konstrukcyjne w mikroskopowej strukturze drewna, które mogą być wykorzystane w architekturze.

Ściana komórki drewna zbudowana jest z dwóch warstw: błony pierwotnej i błony wtórnej (wewnętrznej). Błona wtórna składa się z trzech warstw różniących się grubością i kierunkiem ułożenia łańcuchów celulozowych (tzw. fibryli). Warstwa zewnętrzna S1 zawiera od czterech do sześciu warstw fibryli ułożonych w dwóch kierunkach, odchylnych od osi pionowej o 50–70 stopni. Warstwa S2 (środkowa) jest najgrubsza i zawiera 30–150 warstw fibryli (lameli) ułożonych w jednym kierunku i odchylnych od pionu o ok. 10–30 stopni. Warstwa wewnętrzna S3 składa się z fibryli ułożonych w dwóch kierunkach, odchylnych od osi pionowej o ok. 60–90 stopni (zob. ilustracja 8)²⁰.



Ilustracja 8. Warstwy wtórnej ścianki komórki drewna. Od lewej – warstwa zewnętrzna (S1), warstwa środkowa (S2), warstwa wewnętrzna (S3)

Źródło: opracowanie J. Suchanek na podstawie: J.M. Dinwoodie, *Timber*, [w:] *Construction Materials. Their Nature and Behavior*, ed. by M. Soutsos, P. Domone, Kindle Edition (5th Edition), Boca Raton, London–New York, s. 483–484.

18 Mitchell Joachim, <http://www.archinode.com/Arch9fab.html> (dostęp: 22.06.2019).

19 Martin Hanczy współpracował także ze Steenem Eilerem Rasmussenem i Mitchelem Joachimem.

20 J.M. Dinwoodie, *Timber*, [w:] *Construction Materials. Their Nature and Behavior*, ed. by M. Soutsos, P. Domone, Kindle Edition (5th Edition), Boca Raton, London–New York, s. 483, 484.

Układ fibryli przypomina skratowania ścian wielu współczesnych budynków, w tym także tych, które wykorzystują konstrukcje z drewna klejonego. Wieża widokowa w zoo w Helsinkach (Avanto Architects 2002) jest trójkondygnacyjną budowlą, jej zewnętrzna, ażurowa ściana nośna wykonana została z giętych belek z drewna klejonego (60x60 mm). Belki te, ułożone w dwóch kierunkach tworzą kratownicę ograniczającą bryłę o miękkim, organicznym kształcie²¹.

Podobny układ belek (modrzew syberyjski, 80x80 mm) zastosowano w konstrukcji (również zewnętrznej ściany nośnej) wieży widokowej w Juberg blisko Hemer (Niemcy). Struktura budowli o wysokości 23,5 m opiera się na zasadzie konstrukcji prostokątnej powierzchni hiperboloidy jednopowłokowej²². Obie budowle, dzięki zastosowaniu kraty drewnianej w konstrukcji zewnętrznej ściany nośnej jednoprzestrzennych (choćby wielokondygnacyjnych) budynków, stają się niemalże modelem komórki drewna. Ten rodzaj ażurowej przegrody (w obu przypadkach zastosowany w budowlu parkowej) może także kojarzyć się z bardzo starym i powszechnie w ogrodach stosowanym systemem parawanowym – trejażem (zob. ilustracja 9).



Ilustracja 9. Trejaż z kratą w parku w Schwetzingen

Źródło: fot. J. Suchanek.

Kształt i konstrukcja włókna drewna są widoczne także w budynku 30 St Mary Axe w Londynie (Foster & Partners 2001), chociaż popularna nazwa tego wieżowca, czyli The Gherkin (korniszon) nawiązuje raczej do większej części rośliny (zob. ilustracja 10). Większość budynków wysokich powiela strukturę pnia drzewa, środkowa część przekroju poprzecznego (twardziel) stanowi rdzeń konstrukcyjny złożony z martwych, przesyconych minerałami komórek, a zewnętrzna (biel) zawiera żywe komórki. Najwyższy budynek Londynu, The Shard (odłamek) prezentował ten schemat w panoramie miasta podczas długiego procesu budowy (zob. ilustracja 10).

21 *Lookout Tower*, <https://avan.to/works/lookout-tower/> (dostęp: 21.06.2019).

22 *Jüberturm Hemer*, http://www.bhundf.com/de/projekte/jueberturm_hemer_2009_10 (dostęp: 18.06.2019).



Ilustracja 10. Londyn, 30 St Mary Axe (proj. Foster & Partners 2001)
Źródło: fot. M. Suchanek.

W pewnym zakresie modelem włókna drewna jest trzcina jako naczynie – przewód, zbudowany (w dużym uproszczeniu) z naczyń – przewodów. Wielowiekowe tradycje zastosowań trzciny w budownictwie wykorzystano w projekcie budynku wystawowego w największym parku narodowym Danii – Vadehavet, na zachodnim wybrzeżu. W tej realizacji tradycyjna strzecha stała się zasadniczym budulcem bryły, podstawą kompozycji w swojej masie, gdzie dach staje się ścianą, stapiającą się z terenem (zob. ilustracja 11). O ile klasyczne ułożenie trzciny, równoległe do spadków połaci, może być uznane za kontynuację tradycji, o tyle ukośne ściany utworzone przez wyjątkowo grube warstwy trzciny, docięte w płaszczyzny, prostopadłe do połaci dachu i ścian, w kontraście do przeszklonych pionowych płaszczyzn są dowodem twórczej ekspansji myśli architekta (Dorte Mandrup 2017)²³.

23 *The Wadden Sea Centre*, <https://www.vadehavscenret.dk/en/about-us/the-wadden-sea-centre> (dostęp: 14.07.2019).



Ilustracja 11. Vadehavscentret

Źródło: fot. J. Suchanek.

Zasady budowy i funkcjonowania organizmów żywych jako zbioru mniejszych jednostek bada się pod kątem ich przydatności w planowaniu i zarządzaniu organizmami miejskimi. Te są zaś w sferze materialnej zbiorem, między innymi obiektów architektonicznych. W ten sposób można zjawisko biokompleksowości, stanowiące „podstawę integracji cykli życia”²⁴ wykorzystać także w architekturze. Zastosowanie materiałów pochodzenia roślinnego w architekturze najpełniej reprezentowane jest przez konstrukcje i okładziny drewniane, jednak na ogół obserwator nie kojarzy ich z żywą rośliną. Swego rodzaju ekspozycję różnych technik i stadiów przetworzenia części drzewa

²⁴ Określenie Jonathana F.P. Rose’a – zob. J.F.P. Rose, *Dobrze nastrojone miasto. Czego współczesna nauka, pradawne cywilizacje i ludzka natura mogą nas nauczyć o przyszłości życia w miastach*, tłum. D. Żukowski, Karakter, Kraków 2019, s. 166.

w elementach budynku zrealizowało studio Faro Architecten w Amsterdamie (2009). Jednorodzinny budynek w zabudowie szeregowej na pierwszy rzut oka nie wyróżnia się w typowej dla modernistycznej zabudowy pierzei. Okna o zdecydowanych proporcjach w układzie pionowym i poziomym, kontrastujące białymi ramami z prawie czarnym materiałem fasady, nie są tu żadnym zaskoczeniem. Okazuje się jednak, że fasada nie jest monolitem – stanowi rodzaj żaluzjowego domknięcia przestrzeni domu. Poziome pasy przeszklenia przeplatają się z pasami grafitowego koloru okładziny. Tą okładziną są deski poddane termicznej obróbce, będącej naturalną techniką zabezpieczania drewna (stosowaną w Japonii) w taki sposób, że wierzchnia warstwa deski jest zwęglona. Wnętrze kontrastuje z elewacją przez zastosowanie jasnych desek na posadzce, ścianach i suficie (także na schodach). W przestronnym (jak na szeregowiec sześciometrowej szerokości) wnętrzu pojawiają się także słupy i zastrzały drewniane oraz konary przytwierdzone do ścian, a dopełnieniem całości jest zawieszony poziomo pień drzewa z rozgałęzionymi konarami, na którym opiera się strop antresoli²⁵. Te właśnie konstrukcyjne elementy pochodzenia roślinnego reprezentują we wnętrzu „strukturę, masę i ciężar”, które w widocznych elementach konstrukcji japońskich domów dostrzegł Steen Eiler Rasmussen²⁶. Czterokondygnacyjny obiekt posiada także użytkowy dach z ogrodem i basenem, które są częścią przyjętej przez projektantów koncepcji maksymalnej oszczędności energii opartej na rekuperacji i akumulacji ciepła (budynek posiada także własną turbinę wiatrową).

Zieleń w architekturze – w kontekście techniki – to pojęcie, które opisuje sposób projektowania architektury zgodny z zasadami zrównoważonego rozwoju. Wielowiekowe tradycje stosowania materiałów pochodzenia roślinnego (drewno, impregnaty, farby i kleje) powinny być wsparte przez projektowanie, które pozwoli wprowadzić zasady funkcjonowania organizmów żywych do obiektu architektonicznego. Metabolizm takiego obiektu może być wtedy na tyle sprawny, że ma szansę wspomóc globalną pracę na rzecz pozostawienia przyszłym pokoleniom planety nadal nadającej się do zamieszkania. Uwzględniając roślinność, jako część struktury projektowanego obiektu, nie tylko w dosłownym tego słowa znaczeniu, lecz – przede wszystkim w sposobie budowy i funkcjonowania roślin – można projektować architekturę przyszłości (lepiej).

LITERATURA

1. *Architecture Today, Landscape*, ed. by D.A. Bach, transl. M.A. Valdenbro, C. Cardelus, Boq Publishing, Barcelona 2017.
2. *Arthur Wiechula* [hasło], https://en.wikipedia.org/wiki/Arthur_Wiechula (dostęp: 25.06.2019).
3. Asdrubali F., D’Alessandro F., Mencarelli N., *Sound Absorption Properties of Tropical Plants for Indoor Applications*, [w:] *The 21st International Congress on Sound and Vibration*, 13–17 July 2014, Beijing, China.
4. *Axel Erlandson* [hasło], https://en.wikipedia.org/wiki/Axel_Erlandson (dostęp: 25.06.2019).

25 *Steigereiland 2.0*, <https://www.archilovers.com/projects/36760/steigereiland-2-0.html> (dostęp: 13.07.2019).

26 S.E. Rasmussen, *Odczuwanie architektury*, tłum. B. Gadomska, Wydawnictwo Murator, Warszawa 1999, s. 102.

5. Boschi A., *Tree Hotel*, „Materia” 2011, nr 70, s. 132–139.
6. Brownell B., *Transmaterial. Next. A Catalog of Materials that Redefine Our Future*, Princeton Architectural Press, New York 2017.
7. Dinwoodie J.M., *Timber*, [w:] *Construction Materials. Their Nature and Behavior*, ed. by M. Soutsos, P. Domone, Kindle Edition (5th Edition), Boca Raton, London–New York, s. 465–611.
8. Harries K., *The Ethical Function of Architecture*, The MIT Press Cambridge, London 1997.
9. *Heasley Nine Bridges Golf Club House*, http://www.shigerubanarchitects.com/works/2010_haesley-nine-bridges/index.html (dostęp: 15.06.2019).
10. *Jübergturm Hemer*, http://www.bhundf.com/de/projekte/juebergturm_hemer_2009_10 (dostęp: 18.06.2019).
11. Krassowski W., *Dzieje budownictwa i architektury na ziemiach Polski*, t. 1, Wydawnictwo Arkady, Warszawa 1989.
12. Laugier M.A., *An Essay on Architecture*, trans. W. and A. Herrmann, Hennissey and Ingalls, Los Angeles 1977.
13. *Lookout Tower*, <https://avan.to/works/lookout-tower/> (dostęp: 21.06.2019).
14. Ludwig F., *Botanische Grundlagen der Baubotanik und deren Anwendung im Entwurf* – rozprawa doktorska, Fakultät für Architektur und Stadtplanung der Universität Stuttgart, Stuttgart 2012.
15. *Marc-Antoine Laugier* [hasło], https://en.wikipedia.org/wiki/Marc-Antoine_Laugier (12.06.2019).
16. *Martin Hanczyc*, <http://www.martinhanczyc.com/research> (dostęp: 25.06.2019).
17. *Mitchell Joachim*, <http://www.archinode.com/Arch9fab.html> (dostęp: 22.06.2019).
18. Rasmussen S.E., *Odczuwanie architektury*, tłum. B. Gadomska, Wydawnictwo Murator, Warszawa 1999.
19. Rose J.F.P., *Dobrze nastrojone miasto. Czego współczesna nauka, pradawne cywilizacje i ludzka natura mogą nas nauczyć o przyszłości życia w miastach*, tłum. D. Żukowski., Karakter, Kraków 2019.
20. *Steigerciland 2.0*, <https://www.archilovers.com/projects/36760/steigerciland-2-0.html> (dostęp: 13.07.2019).
21. Szajda-Birnfeld E., Pływaczyk A., Skarżyński D., *Zielone dachy. Zrównoważona gospodarka wodna na terenach zurbanizowanych*, Wydawnictwo Uniwersytetu Przyrodniczego, Wrocław 2012.
22. *The Wadden Sea Centre*, <https://www.vadehavscenret.dk/en/about-us/the-wadden-sea-centre> (dostęp: 14.07.2019).
23. White H.S., *Vegetation bearing architectonic structure and system*, USA, US. Patent 21135223, 1938.
24. Wines J., *Zielona architektura*, tłum. M. Frankowski, Taschen, Köln 2008.
25. Yufu, *Oita, Japan / 大分県由布市*, http://www.shigerubanarchitects.com/works/2018_yufuinfo/index.html (dostęp: 15.06.2019).

STRESZCZENIE

Zieleń jako inspiracja twórczości architektonicznej w sposób szczególny przejawia się w jednym z elementów witruwiańskiej triady – firmitas. Struktura dzieła architektonicznego we wszystkich aspektach tego pojęcia (w tym jako konstrukcja) nosi znamiona organiczności. W artykule omówiono rolę roślinności w architekturze jako budulca i sposobu tworzenia przestrzennej struktury budynku.

Słowa kluczowe: zieleń, architektura, struktura

SUMMARY

STRUCTURAL GREENERY – PLANTS IN A BUILDING STRUCTURE

Greenery as an inspiration for architectural creation is well visible in one of elements of Vitruvian threefold – firmitas. The structure of work of architecture, in all aspects of this issue (as a construction as well) is organic. The paper deals with a role of greenery in architecture as a construction material and as a way of creating of spatial structure of a building.

Keywords: greenery, architecture, structure