

Katarzyna Zielonko-Jung
Politechnika Gdańska

TECHNOLOGIE PROŚRODOWISKOWE DLA BUDYNKÓW MIEJSKICH – KIERUNKI POSZUKIWAŃ

Streszczenie

Współczesne duże miasta na całym świecie charakteryzują się dużą i wciąż rosnącą intensywnością zabudowy. Jest to tendencja utrwalona, którą pogłębia idea „miasta zwartej” jako rozwiązania problemu nadmiernego rozrastania terytorialnego i rozpraszania się struktury terenów miejskich. Jednocześnie realną potrzebą współczesnych miast jest poprawa jakości ich środowiska (eliminacja zanieczyszczeń, minimalizacja zjawiska miejskiej wyspa ciepła, ochrona naturalnych czynników środowiska itp.) oraz minimalizacja negatywnego oddziaływania miast na środowisko w ogólnym wymiarze (zmniejszenie energochłonności, zużycia surowców, redukcja opadów itp.). Z jednej strony mamy więc do czynienia z wyjątkowymi trudnościami sytuacyjnymi budynków miejskich (np. ograniczenia dostępu promieniowania słonecznego, niska jakość powietrza, brak otwartych przestrzeni oraz zieleni), a z drugiej z wyzwaniem, które należy im stawiać (np. energooszczędność, wysoka jakość środowiska wewnątrz, odpowiedzialne podejście do gospodarki materiałowej). Celem tego artykułu jest przybliżenie tych uwarunkowań, wskazanie najistotniejszych problemów do rozwiązania, a także grup rozwiązań technologicznych, które mogą okazać się szczególnie pomocne w tym zakresie. Wnioski dotyczą wytyczenia dalszych kierunków rozwoju technologii prośrodowiskowych dedykowanych budynkom lokalizowanym w dużych miastach, w strefach o dużej intensywności zabudowy. Odniesiono się do uwarunkowań klimatu umiarkowanego, charakterystycznego dla miast środkowoeuropejskich.

Słowa kluczowe: architektura proekologiczna, zrównoważone miasto, prośrodowiskowe technologie budowlane.

Wstęp

Środowisko miejskie jest przestrzenią życia przeważającej większości ludzi na świecie. Największy udział mają duże miasta, które we współczesnych czasach stają przed koniecznością poprawy jakości środowiska. Wymaga to przewartościowania krótkofalowych celów ekonomicznych, na te nakierowane na dalszą perspektywę harmonijnego rozwoju zgodnego z potrzebami ludzi i naturalnego środowiska. Miasta są największymi centrami mieszkalnictwa,

usług, kultury i komunikacji, a przez to także największymi źródłami konsumpcji energii i emisji szkodliwych substancji. Przestrzenie miejskie są niemal pozbawione elementów przyrodniczych i zdominowane zostały przez czynniki antropogeniczne. Tworzy to trudne, niekorzystne środowisko dla budynków miejskich, zwłaszcza tych usytuowanych w układach zwartej, intensywnej zabudowie. Jednocześnie ważne jest dążenie do zmniejszenia szkodliwego oddziaływania budynków na środowisko. W tym duchu powinny być projektowane i wznoszone budynki nowe, a podobny cel powinien przyświecać modernizacjom budynków istniejących. Zaznacza się tu szczególna rola rozwoju technologii prośrodowiskowych, który powinien zostać ukierunkowany na problemy środowiska współczesnych miast. Odnieść się tu można dla znaczenia technologii we współczesnej architekturze, a szczególnie czasu, gdy zauważony został jej potencjał dla budynków o cechach proekologicznych. Kierunek nazwany eco-tech wyłonił się na początku lat 90. XX wieku jako przetworzenie nurtu high-tech, opartego na fascynacji technologią jaka taką. Cele proekologiczne wyraźnie ukierunkowały rozwój technologii dedykowanej budynkom. Z perspektywy ostatnich 20 lat widoczne są błędy pierwszych założeń polegające na zbyt dużym udziale technologii, którą niepotrzebnie starano się zastąpić prostsze, racjonalne, znane z tradycji rozwiązania. W tym czasie rozwinęła się także wiedza pogłębiająca rozumienie celów proekologicznych, w tym szczególnie myślenie o całościowym bilansie środowiskowym budynków zawierającym także „koszty” ekologiczne związane z produkcją materiałów i wyrobów budowlanych, a także z ich utylizacją, gdy budynek przestanie istnieć. Obecne czasy pozwalają na nowe, zweryfikowane podejście do nurtu eco-tech, który powinien być dedykowany przede wszystkim zabudowie miejskiej ze względu na jej utrudnione warunki.

Ograniczenia dla stosowania rozwiązań prośrodowiskowych w warunkach zwartej zabudowy

Paleta dostępnych rozwiązań proekologicznych jest bardzo szeroka. W przypadku projektu konkretnego budynku ich wybór powinien wynikać ze spójnej wizji wzajemnego współdziałania, przy czym powinna być to myśl powiązana z zagadnieniami wpływającymi na inne, pozaśrodowiskowe wartości budynku, np. użytkowe, estetyczne czy społeczne. Podstawowym podziałem istniejących rozwiązań proekologicznych jest podział na rozwiązania architektoniczne i technologiczne. Te pierwsze związane są z formowaniem budynku, jego orientacją na działce, kształtowaniem przestrzeni wewnętrznych, układem funkcjonalnym, rozwiązaniem elewacji, decyzjami materiałowymi (Marchwiński, Zielonko-Jung 2012). Można powiedzieć, że odpowiada to kolejnym etapom projektowania budynku – od wizji ogólnej po rozwiązanie detalu. Na każdym z tych etapów decyzje projektowe mogą zawierać myśl prośrodowiskową,

związaną np. z odpowiednią ekspozycją budynku na słońce, wykorzystaniem naturalnej wentylacji, ochroną przed stratami ciepła. Duża część architektonicznych rozwiązań proekologicznych zakorzeniona jest mocno w tradycji, czego przykładem może być dążenie do zwartych form, strefowanie funkcji zgodne z orientacją względem stron świata czy wykorzystanie efektu szklarniowego i kominowego przez różnego rodzaju atria czy wieże.

Druga grupa to rozwiązania technologiczne, które są w większości wynikiem współczesnej myśli projektowej, choć bywa, że inspirowanej tradycją. Zaliczyć można do nich różnego rodzaju instalacje, takie jak energooszczędne systemy grzewcze, systemy zarządzania oraz innowacyjne materiały. Część z nich ma znikomą wpływ na architekturę budynku, część jest z nią ściśle powiązana, jak np. systemy pozyskiwania energii odnawialnej za pomocą ogniw fotowoltaicznych, turbin wiatrowych czy systemy regulujące dostęp promieniowania słonecznego do wnętrza. Stają się one integralnym elementem budynku, odciskającym swoje piętno na jego wyrazie architektonicznym.

W przypadku budynków lokalizowanych w zwartej, intensywnej zabudowie mamy do czynienia ze znacznym ograniczeniem możliwości zastosowania pełnej palety znanych rozwiązań proekologicznych. Dotyczy to w szczególności pierwszych z wymienionych – rozwiązań architektonicznych, których stosowanie jest utrudnione przede wszystkim z racji ograniczeń przestrzeni i narzuconemu kontekstowi urbanistycznemu.

Kształtowanie architektury budynków lokalizowanych w centralnych dzielnicach dużych miast podlega przede wszystkim możliwościom maksymalnego wykorzystania potencjału powierzchniowego działki tak, by uzyskać jak największą powierzchnię użytkową w projektowanym obiekcie. Jest to podstawą logiki deweloperów, przeliczających każdy metr kwadratowy na konkretny zysk ekonomiczny, ale nawet dystansując się od tej zależności, należy to uznać za oczywisty i zrozumiały fakt. Regulacje wynikające z założeń urbanistycznych i przepisów budowlanych narzucają granice tych dążeń. Tak więc projektowanie budynków w zabudowie zwartej, szczególnie na niewielkich działkach rodzi konieczność rozwiązania wielu zagadnień architektonicznych przy ostrych ograniczeniach możliwości ich rozwiązania. Zagadnienia środowiskowe na etapie tworzenia koncepcji przestrzennej budynku siłą rzeczy ustępują innym, które decydują o ogólnej racjonalności całej inwestycji. Bez niej lepiej, by dany teren pozostawić w ogóle niezabudowanym. Tak więc możliwości stosowania rozwiązań proekologicznych związanych z formowaniem budynku, jego usytuowaniem na działce, a także kształtowaniem układu przestrzenno-funkcjonalnego jego wnętrza są znacznie ograniczone w warunkach zwartej zabudowy miejskiej (Zielonko-Jung 2013). Utrudnione jest między innymi:

- optymalne usytuowanie budynku względem stron świata,
- formowanie budynku względem słońca i wiatru (pochylenia ścian, zaokrąglenia narożników, zasada koperty słonecznej w płaszczyźnie poziomej),
- strefowanie funkcji budynku względem stron świata,

- wykorzystanie potencjału elementów naturalnych (zieleni, wody, skarp, wzniesień) zlokalizowanych w bezpośrednim sąsiedztwie budynku,
- stosowanie najbardziej typowych struktur szklarniowych wymagających wyeksponowania na słońce jednej lub kilku ścian.

Na etapie koncepcji przestrzennej budynku w większości przypadków możemy mówić jedynie o klasyfikacji możliwych, rozważanych rozwiązań jako mniej lub bardziej korzystnych, np. ze względu na ograniczenie energochłonności budynku czy możliwość wykorzystania naturalnych czynników klimatycznych w budowaniu mikroklimatu jego wnętrza.

Przykładem zderzenia priorytetów środowiskowych i przestrzennych jest budynek wielorodzinny w Warszawie, wzniesiony w ramach projektu badawczego *Miejski Budynek Jutra 2030*¹. Rozpoczęły go rozważania teoretyczne dotyczące miejskiego mieszkaniowego budownictwa zrównoważonego w ogóle. Kiedy przeszły w fazę analizowania konkretnej, usytuowanej w Warszawie lokalizacji, pole możliwości zastosowania rozwiązań proenergetycznych zasadniczo się zawężyło. Zaistniałe konflikty mają różne przyczyny, np. ekonomiczne (budżet, założenia co do wielkości powierzchni użytkowej, sposób kredytowania inwestycji), formalne (niespójne zapisy prawne dotyczące możliwości zagospodarowania działki, brak kompletnych informacji co do istniejących na działce instalacji podziemnych), czy funkcjonalne (dążenie do najbardziej racjonalnych układów mieszkań i ich struktury powierzchniowej w całym budynku). Pewna ich część wynika także z próby wypracowania odpowiedniego kontekstu kompozycyjnego względem miasta. Decyzje przestrzenne podjęte na tej podstawie okazały się nieracjonalne, np. pod względem energetycznym. Niezbyt korzystne okazało się umiejscowienie i wielkość dziedzińca wewnętrznego (ekspozycja południowo-wschodnia przy bardzo małych wymiarach), który jest w znacznym stopniu zacieniony, zwłaszcza w porach popołudniowych, kiedy mieszkańcy wracają do domów. Jego usytuowanie wynika jednak z relacji terenu do istniejących ulic i otaczającej zabudowy, która przy określonych założeniach co do wykorzystania powierzchni działki nie pozwoliła na inną konfigurację

Dopiero kolejne etapy uszczegółowienia projektu, obejmujące decyzje dotyczące rozwiązań elewacyjnych, materiałowych oraz wyposażenia technicznego budynku dały pole do świadomej implementacji konkretnych rozwiązań, takich jak: optymalizacja powierzchni i rozmieszczenia okien i parametrów szklenia, zastosowania systemów przeciwsłonecznych, wybór materiałów o możliwie ni-

¹ Celowy projekt badawczy MBJ2030 (2010-2014) polegał na stworzeniu podstawy teoretycznej w formie kompleksowych, interdyscyplinarnych opracowań dotyczących projektowania miejskich budynków wielorodzinnych możliwie najbliższych idei zrównoważonego rozwoju. Kolejnym krokiem było opracowanie projektu budowlanego budynku wielorodzinnego w Warszawie z wykorzystaniem opracowań teoretycznych i konsultacji zespołu badawczego oraz wzniesienie obiektu demonstracyjnego. Autorami projektu są architekci z pracowni Galicki Sypniewski Architekci. Obiekt usytuowany jest na skrzyżowaniu ulic Krasińskiego i Burakowskiej. Projekt badawczy realizowany był przez firmę Mostostal Warszawa oraz Instytut Techniki Budowlanej.

skiej energii wbudowanej i przyjaznych ze względu na właściwości użytkowe. Największy zakres implementacji rozwiązań podporządkowanych celom środowiskowym objął rozwiązania instalacyjne, związane z jego ogrzewaniem, aktywnym pozyskiwaniem energii słonecznej, wentylacją i odzyskiem wody. W obszarze działań materiałowych, elewacyjnych i instalacyjnych decydował budżet projektu oraz racjonalne przesłanki „opłacalności” zastosowania konkretnych rozwiązań w stosunku do korzyści, a nie realna możliwość ich zastosowania. W przypadku tej realizacji można mówić o bardzo małym udziale proekologicznych rozwiązań architektonicznych i przeważającym udziale rozwiązań technologicznych, w tym częściowo wpływających na wyraz architektoniczny budynku. Oczywiście, każdy przypadek jest inaczej uwarunkowany i tworzy inne możliwości w zakresie relacji między architektonicznymi i technologicznymi możliwościami optymalizacji środowiskowej budynku. Jednak rysuje się wyraźna tendencja przewagi rozwiązań technologicznych, tym większa im więcej ograniczeń przestrzennych dotyczy lokalizacji budynku.

Charakterystyka rozwiązań proekologicznych adekwatnych do potrzeb zabudowy obszarów miejskich

Rozwiązania proekologiczne dedykowane budynkom miejskim powinny być ukierunkowane na cele środowiskowe, które można uznać za priorytetowe dla obszarów miejskich, charakteryzujących się niską jakością środowiskową przestrzeni z jednej strony i znaczną koncentracją potrzeb, w tym także potrzeb związanych z jakością życia z drugiej. Do celów najistotniejszych zaliczyć można:

- dążenie do zmniejszenia energochłonności budynków,
- ograniczenie emisji szkodliwych zanieczyszczeń,
- ograniczenie ingerencji w system przyrodniczy, znacznie zredukowany i osłabiony w stosunku do terenów obrzeżnych,
- regulacja gospodarki wodnej np. retencja wody i jej wtórne wykorzystanie,
- konieczność regulacji mezoklimatu miasta i mikroklimatu przestrzeni wokół budynków (w tym minimalizacja efektu miejskiej wyspy ciepła).

Myśląc o cechach proekologicznych budynków miejskich należy odpowiedzieć na dwa pytania. Pierwsze wydaje się oczywiste: jakie rozwiązania zastosować, by budynek możliwie w najpełniejszy sposób spełniał kryteria budynku proekologicznego? Drugie pytanie odnosi się do budynku jako elementu większej całości, jaką jest organizm miejski. Należy rozważyć, jak zaprojektować budynek, by nie pogorszył jakości środowiska miejskiego, a być może ją poprawił (np. osłona przed wychładzającym wiatrem, intensyfikacja wentylacji obszarów z niedostateczną wymianą powietrza). Budynek powinien być częścią większej całości zabudowy, także w aspekcie zadań środowiskowych, które powinien spełniać.

Mówiąc o jakości życia użytkowników miast w aspekcie zagadnień proekologicznych należy podkreślić, że chodzi tu o kwestie jakości środowiska odpowiadające potrzebom psychofizycznym człowieka. U ich podstaw leży konieczność zachowania kontaktu człowieka z naturą. Według twórców teorii biofilii, ta potrzeba jest biologicznie zakodowana w ludzkim organizmie (Modrzewski, Szkołut 2014). Dotychczasowe doświadczenie pozwala wnioskować, że środowisko fizyczne w pomieszczeniach wykreowane w sposób sztuczny, nawet jeśli jest zgodne z parametrami uznanymi za komfortowe dla organizmu ludzkiego, nie zastępuje naturalnych czynników i nie jest korzystne dla człowieka. Do istotnych cech jakościowych budynków w miastach jest dostęp światła dziennego do wnętrza, możliwość doznawania – odczuwania i obserwacji zmian czynników klimatycznych stosownie do pór dnia i roku, możliwość otwierania okien w pomieszczeniach. Jednym z kluczowych zagadnień jakości przestrzeni miejskich staje się także możliwość kontaktu z otwartą przestrzenią, pozwalającą na obserwację nieba oraz z zielenią. O znaczeniu zieleni w mieście mówią nie tylko ekolodzy, ale także badacze zjawisk społecznych, np. architekci i urbaniści badający jakość środowiska zamieszkania (Kobylaczyk 2017) czy twórcy teorii tzw. społeczeństw i klas kreatywnych (Landry 2013).

Duże miasta, szczególnie w strefach najsilniej zurbanizowanych, z natury rzeczy są przestrzenią niemal pozbawioną czynników naturalnych i jak wynika chociażby z podjętych tu rozważań na temat ograniczenia możliwości stosowania architektonicznych rozwiązań proekologicznych w budynkach miejskich, ta sytuacja nie może się radykalnie zmienić. Strefy śródmiejskie są wciąż dogęszczane nowopowstającą zabudową, o czym może świadczyć np. pojawiająca się tendencja do wyburzania istniejącej zabudowy nie ze względu na jej stan techniczny, ale możliwość zbudowania na odzyskanym w ten sposób miejscu nowych, wyższych budynków. Zabudowywane są działki wymagające wielkich nakładów finansowych związanych z utrudnionymi warunkami fundamentowania, koniecznością przebudowy infrastruktury instalacyjnej czy modernizacją zdegradowanych terenów przemysłowych. Z jednej strony, konieczna jest ochrona przed przekroczeniem ekologicznego „limitu” intensywności zabudowy, powyżej którego jakość środowiska zacznie dramatycznie spadać, ale z drugiej konieczne jest poszukiwanie rozwiązań technologicznych, które mogą „wyrównać” deficyty jakości środowiska rozumianej właśnie przez szeroko rozumiany pryzmat potrzeb psychofizycznych człowieka. Rozwiązania te nie powinny zastępować czynników naturalnych, ale wspomagać możliwości ich wykorzystania w trudnych warunkach terenów silnie zurbanizowanych. Rozważając problematykę projektowania zabudowy wznoszonej w warunkach ograniczeń przestrzennych i środowiskowych charakterystycznych dla dużych miast, można wyodrębnić kilka cech, którymi powinny charakteryzować się rozwiązania proekologiczne najbardziej dla niej adekwatne. Są to:

- możliwie mała zależność efektywności danego rozwiązania od usytuowania budynku względem stron świata (np. struktury szklarniowe i atrialne,

w których oddziaływanie czynników zewnętrznych odbywa się przez płaszczyznę dachu, a nie elewacji);

- adaptacyjność rozwiązań do zmiennych warunków otoczenia i potrzeb użytkowników budynku (np. systemy przeciwsłoneczne pozwalające na regulację zakresu zacieniania, rozwiązania oparte na materiałach typu *smart* zdolnych do zmiany cech fizycznych pod wpływem impulsu zewnętrznego);
- zwiększona efektywność (np. koncentrujące systemy fotowoltaiczne);
- małe zapotrzebowanie na przestrzeń (np. izolacje termiczne o możliwie małej grubości, instalacje o małym zapotrzebowaniu na przestrzeń techniczną);
- znikomy wpływ na estetykę budynku, możliwie mało „technologiczny” wyraz (np. ogniwa fotowoltaiczne w formie nadruków na elementach budynku – szkłe, pokryciu dachowym – o dowolnej kolorystyce);
- możliwość wykorzystania unikatowych dla miasta form energii (np. lokalnych porywów wiatru, energii podchodzącej od ludzi, urządzeń, pojazdów).

Przykłady rozwiązań, kierunki rozwoju nowych technologii – na przykładzie obudowy budynku

Technologie ukierunkowane na budownictwo energooszczędne, przyjazne środowisku i zdrowe dla człowieka rozwijane są bardzo dynamicznie. Z racji specyfiki naukowych zainteresowań odniesiono się tu do elementów bezpośrednio związanych i wpływających na architekturę budynku, a pominięto te związane z wyposażeniem instalacyjnym nie wpływającym na nią zasadniczo. Wydaje się, że spośród wszystkich elementów budynku zlokalizowanego w zwartej, intensywnej zabudowie miejskiej, tym, który daje największe możliwości optymalizacji środowiskowej, w tym szczególnie energetycznej, jest jego obudowa zewnętrzna – ściany elewacyjne i dach. Powinna ona działać jak osłona zdolna do adaptowania się do zmiennych warunków. Szczególnie interesującym rozwiązaniem z tego punktu widzenia są termoizolacje oparte na materiałach zmiennofazowych PCM (*Phase Change Materials*). Zasadą działania tych materiałów jest ich zdolność do zmian stanu skupienia wskutek różnicy temperatury. Podczas zmiany stanu skupienia dochodzi do absorpcji ciepła z otoczenia, gdy temperatura wzrasta, zatrzymania go i oddania, gdy temperatura spada (Adingotn, Schodek 2005). Ta cecha pozwala wykorzystać właściwości akumulacyjne masywnych ścian zewnętrznych budynku ogrzewanych energią słoneczną oraz wykorzystać ciepło wytwarzane podczas użytkowania pomieszczeń. Wielką zaletą tej technologii jest to, że materiały zmiennofazowe przyjmują postać elementów cienkowarstwowych (np. płyt wykończeniowych lub kapsułek umieszczanych bezpośrednio w materiale masywnej ściany). Ich zastosowanie nie wiąże się zatem z koniecznością pogrubiania ścian zewnętrznych budynku. Stanowi także wielką szansę dla budynków zabytkowych, dla których tradycyjna termomodernizacja jest niemożliwa.

Szczególnie istotne wydają się także zewnętrzne systemy przeciwsłoneczne, bez których eksponowane na słońce przeszklenia prowadzą do przegrzewania pomieszczeń w dni gorące i wzrostu zapotrzebowania budynku na energię potrzebną do jego chłodzenia. Istotna jest możliwość regulowania położenia elementów zacieniających, a szczególnie na zasadzie „reakcji” na warunki zewnętrzne. W przypadku trudności z doświetleniem pomieszczeń światłem dziennym (powszechnych w strukturze zwartej, intensywnej zabudowy) stosowane są integrowane z elewacją systemy kolektorowo-reflektorowe, umożliwiające głębszą penetrację światła dziennego i jego równomierne rozprowadzenie we wnętrzu. Przyjmują one formę półek świetlnych, parapetów odblaskowych lub systemów zakrzywionych luster (*anidolic system*). Wykorzystuje się także heliostaty odbijające promienie słoneczne do wnętrza (Celadyn 2004). Wymienione rozwiązania mogą mieć różny poziom zaawansowania technologicznego. Stosowanie tych najbardziej złożonych technologicznie jest dyskusyjne ze względu na wysokie koszty w stosunku do korzyści (koszty ekonomiczne), dużą zawartość energii wbudowanej (koszty ekologiczne), a często także ze względu na skomplikowaną obsługę, która nie spotyka się w aprobatą użytkowników.

Specyfika zabudowy miejskiej stwarza specjalne uwarunkowania dla aktywnych systemów pozyskiwania energii. Wskazane jest, by były one elementami ściśle zintegrowanymi z obudową budynku, jak na przykład cienkowarstwowe ogniwa fotowoltaiczne, które można nadrukować na powierzchni przeszklenia, czy turbiny wiatrowe o niewielkich wymiarach „wbudowane” w ścianę elewacyjną (np. w otworach elewacji lub przestrzeni ścian dwupowłokowych). Rozwój tych technologii powinien być nastawiony na zwiększanie wydajności systemów, ich miniaturyzację i estetyzację (Tymkiewicz 2012).

Ważne dla zabudowy miejskiej wydaje się także rozwijanie technologii związanych z podtrzymaniem zieleni, np. nawierzchni przepuszczalnych dla wody oraz zielonych dachów i różnego rodzaju systemów integrowania zieleni ze ścianami budynków (Zinowiec-Cieplik 2017). O ile na terenach otwartych można uznać stosowanie tego rodzaju rozwiązań za dyskusyjne ze względu na ich nasycenie technologią (np. w przypadku systemów ścian zielonych typu *living walls*), o tyle dla obszarów zwartej zabudowy miejskiej może to być jedyna szansa wprowadzenia jakiegokolwiek zieleni. Ken Yeang (2009) sugeruje w swoich rozważaniach teoretycznych i proponuje w projektach zachowanie ciągłości systemów zieleni wśród zabudowy i rozwiązywanie punktów „kolizji” z innymi systemami (np. drogowymi lub społecznymi, które definiuje jako układy zabudowy i przestrzeni aktywności ludzi między nimi) jako wielopoziomowych „węzłów”. Ich realizacja jest możliwa dzięki technologiom integrujących zieleni z elementami budowlanymi. Przyszłościowa może się okazać także idea tzw. rolnictwa miejskiego, czyli infrastruktury budowlano-technicznej przeznaczonej do produkcji roślin na potrzeby lokalnych społeczności w miastach. Produkcja taka jest możliwa dzięki zastosowaniu nowatorskich rozwiązań technologicznych zintegrowanych z budynkiem (uprawy hydroponiczne i aeroponiczne). Idea ta

wymaga spojrzenia na system zieleni w miastach jako bardzo istotną tkankę, która może pełnić wiele uzupełniających się funkcji (np. rekreacja, rolnictwo miejskie, regulacja klimatu, system przestrzeni umożliwiających przewietrzanie, oczyszczanie powietrza, retencja wody). Rozwój technologii umożliwiających realizację tak określonego celu, w tym także technologii wiążących zieleń z infrastrukturą budowlaną jest więc niezwykle istotny.

Podsumowanie

Można zapewne wytypować jeszcze wiele innych obiecujących technologii, szczególnie przydatnych dla budynków proekologicznych sytuowanych w zwartej zabudowie miejskiej. Istotne jest by zauważyć problem jako swego rodzaju inspirację dla poszukiwań innowacyjnych rozwiązań lub przekształcania istniejących, znanych rozwiązań proekologicznych. Specyfika warunków terenów silnie zurbanizowanych uzasadnia sięganie po zaawansowane technologie i ponoszenie zwiększonych kosztów, pod warunkiem rzeczywistych korzyści, które za ich pomocą można osiągnąć, zarówno w skali potrzeb budynku, jak i środowiska miejskiego w skali lokalnej, a pośrednio w skali całego miasta. Poszukiwania powinny iść w kierunku poprawiania efektywności działania, upraszczania technologicznego i redukcji kosztów tak, by rozwiązania proekologiczne były skuteczne, możliwie najmniej skomplikowane, przyjazne w użytkowaniu i by mogły się rozpowszechnić.

Bibliografia

- Adington M., Schodek D. (2005), *Smart Materials and Technologies. For the Architecture and Design Professions*, Elsevier, Oxford.
- Celadyn W. (2004), *Przegrody przeszklone w architekturze energooszczędnej*, Politechnika Krakowska, Kraków.
- Kobylarczyk J. (2017), *Jakość środowiska zamieszkania – preferencje mieszkańców*, (w:) Czarnecki L. (red.), *Innowacyjne wyzwania techniki budowlanej*, Instytut Techniki Budowlanej, Warszawa.
- Landry Ch. (2013), *Kreatywne miasto*, NCK, Warszawa.
- Marchwiński J., Zielonko-Jung K. (2012), *Współczesna architektura proekologiczna*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- Modrzewski B., Szkołut A. (2014), *Biofilia – teoria i praktyka projektowa*, (w:) Górski F., Łaskarzewska-Średzińska M. (red.), *Biocity*, Naukowy Klub Architektury, Warszawa.
- Tymkiewicz J. (2012), *Funkcje ścian zewnętrznych w aspektach badań jakościowych. Wpływ rozwiązań architektonicznych elewacji na kształtowanie jakości budynku*, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice.

Yeang K. (2009), *Ecomasterplanning*, John Wiley & Sons, Chichester.

Zielonko-Jung K. (2013), *Kształtowanie przestrzenne architektury ekologicznej w strukturze miasta*, Oficyna Wydawnicza PW, Warszawa.

Zinowiec-Cieplik K. (2017), *Nowoczesna Natura we współczesnym mieście*, „Zeszyty Naukowe Uczelni Vistula”, nr 53(2).

Ecological Technologies for Urban Buildings – Research Directions

Summary

Large modern cities all over the world are characterised by large and ever-increasing development intensity. This fixed tendency is intensified by the idea of a „compact city” that emerged as a solution to the problems posed by excessive territorial expansion of cities and urban sprawl. At the same time, improvement in quality of urban environment (that is elimination of pollution, minimisation of the urban heat island phenomenon, protection of natural environmental factors, etc.), as well as minimisation of negative impact of cities on the environment as such (by reducing energy consumption, raw material consumption and reduction in the amount of precipitation) appears as the real need of modern cities.

On the one hand, we are dealing with eminent situational difficulties of urban buildings (such as limited access to sunlight, poor air quality, lack of open space and greenery). On the other hand, the challenges these buildings face (such as energy efficiency, high quality of interior environment and responsible approach to material management) need to be taken into consideration. The purpose of the following article is to approximate the above determinants, to identify the most vital issues to be solved, as well as to determine such groups of technological solutions that may prove particularly helpful in this regard. The conclusions concern the designation of future directions for development of pro-environment technologies dedicated to buildings that are located in large cities, especially in highly-condensed areas. Temperate climate, typical for cities situated in Central Europe, was referred to in the study.

Key words: pro-environmental architecture, sustainable city, pro-environmental construction technologies.

Artykuł nadesłany do redakcji w październiku 2017 roku.

© All rights reserved

Afiliacja:
dr hab. inż. arch. Katarzyna Zielonko-Jung
Politechnika Gdańska
Wydział Architektury
ul. Gabriela Narutowicza 11/12
80-233 Gdańsk
e-mail: kasiziel@wp.pl