

ARTYKUŁY – REPORTS

Jacek Nurzyński*

WIZJA ROZWOJU WSPÓŁCZESNEGO BUDOWNICTWA NAKREŚLONA W RAMACH PROJEKTU ZINTEGROWANEGO ManuBuild

Pomimo nowych możliwości technicznych, dostępu do zaawansowanych technologii oraz nowoczesnych procesów zarządzania, współczesne budownictwo pozostaje wyraźnie w tyle za innymi gałęziami przemysłu. Wizja rozwoju budownictwa, pozwalająca na zbliżenie go do przemysłu samochodowego, okrętowego czy lotniczego, była przedmiotem prac prowadzonych w ramach projektu zintegrowanego ManuBuild, Open Building Manufacturing. Podstawowe zadanie wytyczone w projekcie to koncepcja otwartego systemu, dającego klientowi szerokie możliwości wyboru i wysokiej jakości elastyczną architekturę. Realizacja tego celu zakłada wykorzystanie nowoczesnej technologii, wielofunkcyjnych zintegrowanych modułów, standardowych „inteligentnych” elementów, elastycznych połączeń typu *plug and play* itp. W artykule przedstawiono zarys koncepcji nakreślony w oparciu o doświadczenia z prac związanych z projektem oraz ostateczne wyniki tych prac.

1. Wprowadzenie

Współczesne budownictwo, zwłaszcza budownictwo mieszkaniowe, pod wieloma względami pozostaje w tyle za innymi dziedzinami przemysłu. Dominuje system materiałowo-rzemieślniczy, większość prac jest wykonywana na placu budowy, a wiele decyzji podejmuje się dopiero w trakcie realizacji obiektu. Ta sytuacja będzie ulegać zmianie. Nowe technologie przenikają do budownictwa, wzbudzają zainteresowanie producentów materiałów i elementów budowlanych, developerów oraz innych uczestników całego procesu inwestycyjnego. Jednak zmiana paradygmatu współczesnego budownictwa to nie jest jedynie kwestia zastosowania nowych, innowacyjnych materiałów i rozwiązań konstrukcyjnych. Chodzi także o całą technologię wytwarzania i wznoszenia budynków, nowoczesne procesy zarządzania, możliwości indywidualizowania produktów zależnie od potrzeb klienta, szerokie wykorzystanie technik ITC, nowoczesne systemy zamawiania i sprzedaży, interaktywny udział w procesie projektowania itd. Wizja rozwoju współczesnego budownictwa, pozwalającego na zbliżenie go do przemysłu samochodowego, okrętowego czy lotniczego, była przedmiotem prac prowadzonych w ra-

* dr inż. – Zakład Akustyki ITB

mach projektu zintegrowanego ManuBuild, Open Building Manufacturing^{*}. Doświadczenia związane z udziałem w tych pracach oraz ich wyniki stanowią podstawę do napisania artykułu [1].

2. Koncepcja otwartego systemu

Koncepcja otwartego systemu budowlanego opracowana w ramach projektu Manu-Build jest próbą przełamania obecnych stereotypów, zwłaszcza w odniesieniu do budownictwa mieszkaniowego. Zakłada, że każdy podmiot może produkować elementy o typowych wymiarach, wyposażone w typowe połączenia, które będą wprowadzane do obrotu na otwartym rynku z uwzględnieniem zasad konkurencji. Dotyczy to elementów budynku, zintegrowanych modułów, całych budynków wykonywanych metodami uprzemysłowionymi w technologii zbliżonej na przykład do stosowanej w przemyśle motoryzacyjnym. Różnica w odniesieniu do innych dziedzin przemysłu polega na tym, że proponowany system budownictwa jest systemem otwartym, podczas gdy w przemyśle motoryzacyjnym i innych jego gałęziach funkcjonują systemy zamknięte; nie można zastosować elementów i części samochodu jednego producenta w samochodzie innej firmy. Obecnie elementami budowlanymi, które w pewnym sensie pasują do tej koncepcji, są na przykład okna, drzwi i inne małe elementy o wysokim stopniu typizacji, które można stosować w budynkach o dowolnej konstrukcji.

Jednym z podstawowych celów projektu było stworzenie podstaw umożliwiających przesunięcie paradygmatu budownictwa z systemu rzemieślniczo-surowcowego w kierunku otwartego systemu przemysłowego i zbliżenie go do innych nowoczesnych gałęzi przemysłu, zapewnienie kompleksowego podejścia do procesu budowlanego od projektu do rozbiórki i recyklingu, przy uwzględnieniu okresu eksploatacji i utrzymania budynku. Zgodnie z przyjętymi założeniami i oszacowaniami zmiana koncepcji współczesnego budownictwa powinna doprowadzić do zmniejszenia kosztów budowy o 50%, skrócenia czasu realizacji o 70% i ograniczenia wypadkowości o 90% [2], [3]. Biorąc pod uwagę rosnące zapotrzebowanie na nowe mieszkania, należy się spodziewać, że nacisk na rozwój budownictwa w kierunku pozwalającym na zaspokojenie podaży z uwzględnieniem możliwości nabywczych klientów będzie wzrastał. Obserwując obecne możliwości przemysłu budowlanego oraz możliwości technologiczne występujące w innych dziedzinach, a także rozważając potencjalne kierunki rozwoju budownictwa, można zaryzykować twierdzenie, że jesteśmy w przededniu budownictwa uprzemysłowionego, że ten kierunek rozwoju jest najbardziej prawdopodobny.

* ManuBuild to projekt zintegrowany, realizowany w latach 2005–2009 przez konsorcjum złożone z 23 partnerów, w którym wiodącą rolę odgrywały duże europejskie firmy budowlane. Projekt obejmował jedenaście pakietów roboczych. W ramach poszczególnych pakietów zostały opracowane raporty końcowe. Spotkanie podsumowujące odbyło się w marcu 2009 r. w Londynie podczas międzynarodowej wystawy budownictwa FutureBuild. Zakład Akustyki ITB pełni w konsorcjum funkcję konsultingową głównie w zakresie ochrony przed hałasem i akustyki budowlanej. Projekt dotyczy wizji przyszłego budownictwa i możliwości zbliżenia go do innych, bardziej rozwiniętych dziedzin przemysłu. Jest to koncepcja nadająca pewien kierunek dalszemu rozwojowi budownictwa, pozostawiająca swobodę działania firmom na wolnym rynku.

Pomysł budownictwa uprzemysłowionego nie jest nowy, w historii były już różne koncepcje zmiany wizerunku budownictwa w tym kierunku i kończyły się niepowodzeniem. W swoim czasie całkowicie nowe spojrzenie prezentował Le Corbusier (Modern Movement), z koncepcją budynku-maszyny służącej do mieszkania i życia. Ze względu na brak odpowiednich możliwości technologicznych w tym okresie, z idei tej pozostał tylko styl architektoniczny. W latach sześćdziesiątych i siedemdziesiątych XX w. dostępne już były liczne technologie, ale próba rozwinięcia budownictwa uprzemysłowionego w stylu masowej produkcji zakończyła się odrzuceniem tego systemu i trwającą do dziś niechęcią do budownictwa prefabrykowanego. Obecna sytuacja jest jednak odmienna, ponieważ istnieją odpowiednie zaawansowane technologie, pozwalające na realizację atrakcyjnych budynków prefabrykowanych w różnym stylu, a także narzędzia umożliwiające indywidualne podejście do potrzeb i oczekiwań użytkownika. Systemy komputerowe ułatwiają komunikację z klientem i precyzyjne definiowanie jego oczekiwań, a z drugiej strony umożliwiają automatyzację całego procesu projektowania, produkcji i dystrybucji.

Zainicjowanie zmiany wizji współczesnego budownictwa nie leży jednak po stronie technologiczno-materiałowej. Najtrudniejsza wydaje się zmiana sposobu myślenia poszczególnych uczestników zaangażowanych w cały proces inwestycyjny. Opracowywanie i rozwijanie nowych rozwiązań konstrukcyjnych jest istotne, ale nie stanowi sedna problemu. Nie doprowadzi do przełomu bez metodologii uwzględniania i wprowadzania do tych rozwiązań aktualnych, ciągle zmieniających się potrzeb użytkownika. Tak jest w przemyśle samochodowym, gdzie motorem rozwoju są potrzeby użytkownika, a możliwości technologiczne i materiałowe wykorzystuje się do realizacji tych potrzeb. Mając dokładnie zdefiniowane potrzeby użytkownika, ale nie tylko użytkownika, każdy producent może rozwijać swój indywidualny produkt, dostosowany do obecnych i przyszłych (zmieniających się) potrzeb i oczekiwań. Istotna jest odpowiedź na pytanie, jak definiować wymagania funkcjonalne i przekształcać je w gotowe produkty. Jakie potrzeby należy brać pod uwagę przy opracowywaniu produktu przeznaczonego do wykonania w fabryce, następnie transportowanego i montowanego na miejscu, aby zaspokoić oczekiwania? Jakie będą możliwości wprowadzenia późniejszych zmian, adaptacji dostosowanych do zmiany sytuacji użytkownika? Z takiej analizy będą dopiero wynikały wyzwania technologiczne. Takim wyzwaniem jest na przykład skonstruowanie modułu „mokrego” (kuchnia – łazienka) umożliwiającego jego dowolną lokalizację w budynku, nie tylko w sąsiedztwie pionu instalacyjnego, oraz późniejszą dowolną zmianę tej lokalizacji zależnie od aktualnych potrzeb. Jest oczywiste, że nie wszystkie elementy budynku mają taki sam udział w jego cyklu życia. Istotne jest zdefiniowanie elementów i komponentów, które powinny ułatwiać modernizację (upgrade), wymianę, konserwację czy zmianę położenia przez użytkownika, powodując przy tym minimalne zakłócenia. Z technicznego punktu widzenia bardzo istotna jest tu koordynacja wymiarowa oraz rozwój dostosowanych do potrzeb budownictwa połączeń typu *plug-in*, a także wprowadzenie materiałów wielofunkcyjnych (multifunctional materials).

Obecnie celem nadrzędnym jest jednak doprowadzenie do akceptacji budownictwa uprzemysłowionego przez zapewnienie wysokiej jakości i różnorodności oferowanych produktów. Środowisko i dobra, jakimi otaczają się ludzie, są najczęściej postrzegane jako oznaka statusu społecznego. W tym kontekście wartość dóbr produkowanych

seryjnie jest problematyczna, nie pozwalają one bowiem na wyrażenie różnicy społecznej. Używane przez klasę średnią określenia takie jak: „tanie” czy „powszechne”, nie pozwalają na rozróżnienie wartości społecznych, estetycznych i ekonomicznych. Natomiast rzeczy wykonywane ręcznie są uważane za najbardziej wartościowe ze względu na swoją osobliwość (rzadkość), bez względu na niedoskonałości i usterki. Tego typu stereotypy tkwiące w podświadomości mogą powodować trudności w odpowiednim dopasowaniu, akceptacji nowych metod projektowania i realizacji budynków.

Podstawowe zadanie wytyczone w projekcie ManuBuild to koncepcja otwartego systemu, dającego klientowi szerokie możliwości wyboru i wysokiej jakości elastyczną architekturę. Realizacja celu zakłada wykorzystanie nowoczesnej technologii, wielofunkcyjnych zintegrowanych modułów, standardowych „inteligentnych” elementów (smart components), elastycznych połączeń i interfejsów umożliwiających montaż na zasadzie *plug and play*. Kluczową rolę odgrywa interaktywny proces komunikowania się i współpracy z klientem, jego udział w procesie projektowania i realizacji inwestycji, co obecnie umożliwiają odpowiednie programy komputerowe i logiczne systemy decyzyjne. Bardzo ważna jest też jawność kosztów i ich zależność od wybranego standardu.

3. System wartości jako siła napędowa procesu

Zgodnie z wymaganiami prawa [4] obiekt budowlany należy projektować i budować, zapewniając spełnienie wymagań podstawowych dotyczących bezpieczeństwa konstrukcji, bezpieczeństwa pożarowego, bezpieczeństwa użytkowania, odpowiednich warunków higienicznych i zdrowotnych oraz ochrony środowiska, a także ochrony przed hałasem i drganiami oraz oszczędności energii i odpowiedniej izolacyjności cieplnej przegród. Wymagania podstawowe w sposób ramowy określają zasady techniczne projektowania i realizacji obiektu. Idea otwartego systemu budownictwa obejmuje natomiast konceptualną wizję całego procesu, technologię produkcji, proces biznesowy, wsparcie ICT oraz system szkolenia. Jednym z założeń jest radykalne zmniejszenie czasu realizacji obiektu. Skrócenie czasu to nie tylko ograniczenie kosztów, lecz również uelastycznienie procesów decyzyjnych w planowaniu inwestycji. Przy obecnej dynamice zmian w gospodarce, w przypadku długotrwałego cyklu realizacji cele i uwarunkowania występujące w momencie podejmowania decyzji o rozpoczęciu inwestycji mogą być już w dużym stopniu nieaktualne w okresie końcowym. Koncepcja systemu jest oparta na systemie wartości jako głównej sile napędzającej cały proces, z zachowaniem warunków technicznych, przepisów, norm i wymagań podstawowych. W zasadzie to klient i użytkownik decyduje o tym, co jest dla niego wartością i za co jest skłonny zapłacić. Klient ze swoimi potrzebami i oczekiwaniami, a także możliwościami, stoi w centrum całego procesu.

Zgodnie z założeniami projektu ManuBuild należy mówić o wartościach zewnętrznych związanych z klientem, odbiorcą i użytkownikiem, oraz wartościach wewnętrznych związanych z uczestnikami procesu tworzenia. Pojęcie „klient” ma tu jednak nieco szersze znaczenie – jest nim użytkownik, ale także inwestor, właściciel obiektu itp., z których każdy ma swoje określone wartości. Wartości zewnętrzne można podzielić na wartości związane z produktem i wartości związane z samym procesem. Wartości związane z procesem dotyczą zapewnienia jak najlepszych doświadczeń odbiorcy podczas całego

cyklu, obejmującego projekt i realizację. Możemy tu wyróżnić wartości „miękkie” (etyka zachowań, porozumienie, rozwiązywanie konfliktów) oraz wartości „twarde” (dotrzymanie terminów, oszacowań finansowych, jakości i bezpieczeństwa). Nie należy też zapominać o wartościach związanych z doświadczeniem udziału w procesie realizacji inwestycji. Wszyscy uczestnicy procesu zdobywają cenne doświadczenie i wiedzę, również klient, który na przykład dla osób dopiero planujących zakup mieszkania staje się ekspertem, u którego warto zasięgnąć porady.

Najbardziej istotne są jednak wartości związane z produktem. Można je ująć – podobnie jak zdefiniowane w prawie budowlanym wymagania podstawowe – w uporządkowany system podstawowych wartości projektowych. Do dziś są aktualne trzy podstawowe wartości sformułowane przez Witruwiusza: firmitas, utilitas, venustas, a więc trwałość, funkcjonalność i piękno, chociaż ich współczesne rozumienie może się nieco różnić od starożytnej definicji. Koncepcja ManuBuild, poza tradycyjnymi wartościami zaczerpniętymi od Witruwiusza, w odniesieniu do współczesnego budownictwa proponuje dodatkowo uwzględnić wartości związane z ideą zrównoważonego rozwoju (sustainability), możliwościami realizacyjnymi (buildability), czy dopasowaniem do aktualnej sytuacji (suitability).

Trwałość (durability) wiąże się z bezpieczeństwem oraz zdolnością do zachowania parametrów użytkowych, odpornością na działanie różnych czynników niszczących i zdolnością zachowania odpowiedniej jakości pomimo wpływu tych czynników. Każdy budynek oraz jego poszczególne elementy są poddane różnego rodzaju obciążeniom i oddziaływaniom. Normy, przepisy i wymagania określają metody ustalania obciążeń i sposoby przeciwdziałania im poprzez zapewnienie odpowiedniej nośności, wytrzymałości, trwałości, odporności itp. Należy wskazać elementy, które powinny się wykazywać szczególną trwałością (np. połączenia, fundamenty, dach), a tym samym określić kierunek prac badawczych nad bardziej trwałymi materiałami i rozwiązaniami. Natomiast niektóre elementy nie powinny być „zbyt trwałe”, ale raczej łatwe do wymiany, recyklingu i utylizacji. W USA użytkownik zmienia mieszkanie statystycznie co około 7 lat [5] i istnieje prawdopodobieństwo, że podobna tendencja będzie występowała również w Europie. Wymieniane są wówczas różne elementy wykończenia i wyposażenia. Producent powinien jasno określić metody utrzymania i demontażu (wymiany) wytwarzanych elementów.

Pojęcie piękna (beauty) wiąże się z odczuciami estetycznymi związanymi z projektem architektonicznym, aranżacją wnętrza, doбором materiałów itp. Należy jednak uwzględnić pewne rozróżnienie odczuć projektanta profesjonalisty i osobistej wrażliwości użytkownika. Piękno to w dużym stopniu pojęcie względne, osadzone w uwarunkowaniach kulturowych, zależne od aktualnej mody czy indywidualnych odczuć estetycznych. Właściwe założenie polega na tym, aby na poziomie ogólnym decydował architekt, pozostawiając użytkownikowi znaczący wpływ na wygląd wnętrza. Założeniem otwartego systemu budownictwa jest zaangażowanie i współpraca klienta już we wczesnej fazie projektu, dzięki czemu otrzyma on ostateczny produkt bez konieczności prowadzenia długotrwałych i uciążliwych prac wykończeniowych, wynajmując kolejne ekipy i specjalistów różnej branży do wykonania prac, które zwykle nadzoruje osobiście, podejmując w ich trakcie kolejne decyzje. W celu zaspokojenia indywidualnych potrzeb konieczna jest szeroka możliwość wyboru. Mieszkanie powinno być wykonane na zamówienie

(made to order), co oznacza zastosowanie elementów i modułów „szytych na miarę”, z uwzględnieniem potrzeb konkretnych grup odbiorców. Kluczowe znaczenie ma zakres oferty – czego może dotyczyć wybór (jakich elementów), na ile jest bogaty i w jaki sposób prezentuje się go klientowi. Zasadniczą rolę odgrywa zastosowana metoda oceny poszczególnych wariantów – jest to kwestia skutecznego dopasowania oczekiwań do proponowanej różnorodności możliwych wariantów.

Funkcjonalność (functionality) jest określona przez zestaw podstawowych cech użytkowych budynku. Poszukiwanie optymalnych rozwiązań projektowych, właściwa procedura, umożliwiająca spełnianie założonych funkcji w sposób satysfakcjonujący odbiorcę powoduje, że budynek działa lepiej i sprawniej. Można mówić o funkcjonalności architektonicznej i funkcjonalności technicznej. Współczesne mieszkanie powinno być pod tym względem elastyczne w odniesieniu do całego cyklu życia budynku, dawać możliwość łatwej modyfikacji. Oczekiwania i wymagania użytkownika będą się z czasem zmieniać, ale rysuje się tu konieczność pewnego kompromisu, ponieważ producent będzie zawsze zmierzał do zredukowania liczby elementów i do zmniejszenia zaangażowanej w proces produkcji siły roboczej, zatem możliwości zmian aranżacji wnętrza budynku na różnych etapach będą zawsze ograniczone. Elastyczność dotyczy zarówno samego produktu, jak też procesu, umożliwiając wprowadzanie zmian w różnej fazie, także na różnych etapach projektowania. Proces decyzyjny u klienta przebiega inaczej niż u dewelopera (dostawcy), jest więc konieczny odpowiedni przepływ informacji, aby nastąpiła w tym zakresie synchronizacja. Klient zgodnie ze swoimi oczekiwaniami określa lokalizację, wielkość mieszkania, aranżację pomieszczeń, obudowę i wypełnienie. Konieczne jest jednak sprawdzenie, czy ten wybór spełnia wymagania techniczne, prawne, finansowe, funkcjonalne itp. Istotne jest zapewnienie przejrzystej informacji dotyczącej zastosowanych produktów, ceny, wartości i jakości. Funkcjonalność to również wyposażenie mieszkania w potrzebne urządzenia i odpowiednie rozmieszczenie tych urządzeń. Nowe technologie dają w tym zakresie duże możliwości.

Z pojęciem funkcjonalności wiąże się również zdrowe środowisko i poczucie komfortu. W Europie ludzie spędzają ok. 90% czasu wewnątrz budynku, ze zdrowotnego punktu widzenia jakość tego środowiska jest więc bardziej znacząca niż jakość środowiska zewnętrznego (środowisko zewnętrzne oczywiście wpływa na jakość środowiska wewnątrz budynku). Należy więc zapewnić odpowiednią jakość powietrza wewnętrznego, ochronę przed hałasem, poczucie kontroli nad środowiskiem wewnętrznym, ale także komfort psychologiczny (mental well-being) i poczucie bezpieczeństwa. Problemy dotyczące jakości środowiska wewnętrznego mogą być związane z samym budynkiem, działaniami mieszkańców oraz utrzymaniem i funkcjonowaniem instalacji. Natomiast funkcjonalność techniczna budynku dotyczy głównie instalacji związanej z jego użytkowaniem: wodno-kanalizacyjnej, ogrzewania, wentylacji, oświetlenia oraz systemu bezpieczeństwa. W ocenie całego cyklu życia budynku LCA (Life Cycle Assessment) znaczna część prac jest poświęcona utrzymaniu, konserwacji, naprawie i wymianie części. Kluczową rolę odgrywają tu skuteczne metody monitorowania i diagnostyki.

Zrównoważony rozwój (Sustainability) to wiodąca aktualnie idea zaspokajania obecnych potrzeb użytkowników bez upośledzenia możliwości zaspokajania potrzeb przyszłych generacji. Dotyczy środowiska, spraw ekonomicznych i społecznych. W dziedzi-

nie środowiska w polityce europejskiej dominują dwa kierunki: zmniejszenie uzależnienia od importowanej energii oraz ograniczenie emisji GHG (Green House Gas). Ponieważ sektor budowlany zużywa około 40% energii, należy się spodziewać, że te strategiczne założenia wpłyną w zasadniczy sposób na dalszy rozwój i kształt budownictwa oraz zakres prac modernizacyjnych. Energia zawarta w materiałach budowlanych jest obecnie około dziesięciokrotnie mniejsza od energii zużytej na utrzymanie budynku w okresie jego cyklu życia. Konieczność oszczędzania energii dotyczy jednak wszystkich branż związanych z budownictwem. Zrównoważony rozwój w sensie społecznym to kwestia jakości życia, zdrowia, sprawiedliwości, żywotności i aktywności. Należy też mówić o zaspokojeniu podstawowych potrzeb, możliwości indywidualnego rozwoju i rozwoju społecznego. W kontekście budownictwa podstawową potrzebą jest odpowiednie, dostępne i elastyczne budownictwo mieszkaniowe z uwzględnieniem potrzeb osób o niskich i średnich zarobkach, osób niepełnosprawnych i starzejących się, oraz poprawa warunków życia w środowisku zurbanizowanym.

Dopasowanie (suitability), czy też dostosowanie, należy rozpatrywać na różnych płaszczyznach: jako dopasowanie do sposobu użytkowania, do lokalizacji i otoczenia, dopasowanie funkcjonalne, dopasowanie do możliwości finansowych itp. Struktura rodziny w ostatnim okresie uległa istotnej zmianie. Ludzie pobierają się później, mają mniej dzieci i częściej się rozchodzą. W Polsce w niedalekiej przyszłości pojawi się znaczna liczba osób pochodzących z okresu boomu demograficznego, wchodzących w wiek emerytalny. Zmieniająca się struktura społeczna wymaga odpowiedniej zmiany w stosowanych rozwiązaniach. W Europie mieszka ponad 700 milionów ludzi, występuje największa gęstość zaludnienia, z najniższym wskaźnikiem urodzeń. Jednocześnie średnia wieku rośnie, społeczeństwo europejskie starzeje się szybciej, niż ma to miejsce na jakimkolwiek innym kontynencie. W takiej sytuacji istotne jest dostrzeganie specyfiki potrzeb mieszkaniowych tej rosnącej grupy użytkowników. Generalnie w Europie występuje tendencja do coraz mniejszych gospodarstw domowych. Udział jednoosobowych gospodarstw domowych szybko wzrasta, przy jednoczesnym znacznym spadku liczby rodzin wieloosobowych (powyżej pięciu osób) w porównaniu z sytuacją sprzed lat dwudziestu. Jednocześnie coraz powszechniejsza obecność komputera wpływa na zmianę sposobu użytkowania mieszkania, dając na przykład możliwość wykonywania pracy zawodowej w domu czy robienia zakupów bez potrzeby wychodzenia z mieszkania. Należy brać pod uwagę rozwój różnego rodzaju usług, które również wpływają na sposób użytkowania mieszkania. W Europie bardzo szybko rozwija się tzw. telework – praca wykonywana w domu lub dowolnym innym miejscu bez ustalonych godzin, z wykorzystaniem telekomunikacji, w myśl zasady: praca jest czymś, co wykonujesz, a nie czymś, do czego jedziesz.

Idea otwartego systemu budownictwa zakłada możliwości realizacyjne (Biuiladability), czyli pełną kompatybilność, możliwość zamiany elementów wyprodukowanych przez jedną firmę na elementy innego producenta. Zakłada się sporządzenie obszernego europejskiego katalogu komponentów produkowanych w różnych państwach, które można stosować zamiennie. W procesie projektowania interaktywny katalog będzie umożliwiał kopiowanie (przeciąganie myszką) różnych elementów budynku bezpośrednio do projektu, łącznie z pełną informacją na temat ich parametrów konstrukcyjnych,

użytkowych, ceny, warunków montażu itd. Element, który pasuje do danej sytuacji projektowej i spełnia wymagania konstrukcyjne, wytrzymałościowe, użytkowe itp., będzie „wchodził” do projektu na swoje miejsce, jeżeli zaś nie pasuje – zostanie odrzucony. Tego typu katalogi już zaczynają funkcjonować. Kluczem do powodzenia jest koordynacja wymiarowa i jednolity system połączeń. W celu stworzenia jednolitej bazy wymiarowej konieczna jest analiza obecnych systemów stosowanych w różnych państwach.

4. Zagadnienia akustyczne w budownictwie mieszkaniowym

Efektywne wdrożenie nowej wizji budownictwa opartego na systemie podstawowych wartości jest uwarunkowane rozwinięciem sprawnego mechanizmu oceny, dającego możliwość uchwycenia i dokładnego zdefiniowania potrzeb wszystkich uczestników procesu inwestycyjnego, a zwłaszcza potrzeb oraz oczekiwań klienta i końcowego użytkownika. System jasnych, zrozumiałych i jednolitych kryteriów oceny ma tu znaczenie zasadnicze. Różne systemy oceny budynku, uwzględniające kolejne fazy jego wznoszenia, eksploatacji i recyklingu są rozwijane w ramach wprowadzania zasad zrównoważonego rozwoju w sektorze budowlanym (LCA). Obejmują one różne zagadnienia i aspekty, jednak sytuacja, jaka występuje obecnie w zakresie akustyki budowlanej i ochronie przed hałasem, jest wyjątkowo trudna.

Właściwości akustyczne budynku mają decydujący wpływ na poczucie komfortu, prywatności, intymności oraz na jakość i ogólną klasę obiektu. Pomieszczenia w budynku mieszkalnym należy chronić przed hałasem zewnętrznym przenikającym spoza budynku, hałasem pochodzącym od instalacji i urządzeń stanowiących jego wyposażenie techniczne, dźwiękami powietrznymi i uderzeniowymi wytwarzanymi przez użytkowników innych mieszkań lub lokali, a także hałasem pogłosowym. W budynkach użyteczności publicznej parametry akustyczne przegród wewnętrznych powinny dawać możliwość skupienia i pracy, zapewniać poufność prowadzonych rozmów, możliwość prowadzenia lekcji w szkołach, a także stwarzać odpowiednie warunki dla chorych i personelu w szpitalach, przychodniach zdrowia itd.

Wymagania w zakresie izolacyjności akustycznej przegród budowlanych obowiązują we wszystkich państwach europejskich. Dotyczą ścian między mieszkaniami, stropów oraz ściany zewnętrznej, a w niektórych państwach również ścian działowych znajdujących się w obrębie jednego mieszkania (również w Polsce). Przepisy unijne nie narzucają wymaganych wartości, określają natomiast kryteria oceny. Część państw wprowadziła klasyfikację akustyczną budynków, w której obowiązuje pewien minimalny poziom wymagań, natomiast zapewnienie wyższej klasy daje większy poziom komfortu, ale wiąże się też z wyższą ceną.

Ocena akustyczna budynku, zwłaszcza gdy rozpatruje się sytuację w skali europejskiej, jest bardzo skomplikowana i różnicowana. Brakuje jednolitego akustycznego wskaźnika oceny całego budynku oraz jednolitej klasyfikacji akustycznej budynków mieszkalnych. Izolacyjność akustyczna poszczególnych przegród w budynku, tj. ścian zewnętrznych i wewnętrznych, stropów, okien i drzwi, jest oceniana odrębnie, za pomocą różnych wskaźników. Właściwości akustyczne stropów ocenia się oddzielnie w zakresie dźwięków powietrznych i uderzeniowych. Obowiązują różne kryteria oceny hałasu

pochodzącego od wyposażenia technicznego budynku i hałasu komunikacyjnego przenikającego z zewnątrz. W skali europejskiej w poszczególnych państwach są stosowane różne wskaźniki oceny i obowiązuje zróżnicowany poziom wymagań w odniesieniu do poszczególnych parametrów. Z perspektywy otwartego rynku i otwartego systemu budownictwa stanowiącego element tego rynku, możliwość oceny akustycznej budynku jest obecnie bardzo skomplikowana nawet dla profesjonalnego akustyka.

W koncepcji otwartego systemu budownictwa ManuBuild zaproponowano jednolitą klasyfikację akustyczną budynków mieszkalnych, opartą na obecnych wymaganiach obowiązujących w różnych państwach europejskich [6]. Uwzględniono przy tym relacje występujące pomiędzy wartościami różnych wskaźników stosowanych w poszczególnych krajach. Podstawą klasyfikacji jest matryca obejmująca aktualny zakres wymagań i lokalnych schematów klasyfikacyjnych z podziałem na klasy odzwierciedlające w racjonalny sposób obecny poziom wymagań w różnych krajach. Nie wykonywano dotychczas kompleksowych badań dotyczących wymagań, możliwości i oczekiwań w stosunku do właściwości akustycznych budynku mieszkalnego z uwzględnieniem zróżnicowania wynikającego z uwarunkowań kulturowych, ekonomicznych i społecznych w Europie. Przyjęto założenie, że formalne wymagania, które zostały ustanowione na podstawie analizy lokalnych uwarunkowań, uwzględniają lokalne oczekiwania i możliwości. Zatem jednolita klasyfikacja utworzona w oparciu o te wymagania obejmuje całe europejskie spektrum. Takie rozwiązanie daje klientowi możliwość wyboru zgodną z własnymi możliwościami i oczekiwaniami oraz pozwala dostosować klasę obiektu do lokalnych wymagań.

Rozpatrując budynek realizowany według koncepcji ManuBuild pod kątem spełnienia wymagań akustycznych, należy jako istotny potraktować kierunek dalszego rozwoju związany z materiałami i wyrobami budowlanymi oraz podstawowymi elementami konstrukcyjnymi budynku. Można przewidywać, że rozwiązania konstrukcyjne w budynkach mieszkalnych będą kształtowane głównie pod wpływem tendencji związanych z wprowadzeniem zasad zrównoważonego rozwoju w budownictwie [7], [8], [9]. Coraz większego znaczenia nabiorą zagadnienia związane z oszczędnością energii, ograniczeniem zastosowania ciężkiego sprzętu na budowie, zaangażowaniem małych i średnich przedsiębiorstw (SME), możliwością zastosowania zaawansowanych rozwiązań technologicznych i organizacyjnych oraz adaptacji najnowszych technologii stosowanych w innych dziedzinach. Priorytetowe znaczenie będą miały zagadnienia ekologiczne, możliwość rozbiórki i recyklingu obiektu lub jego elementów, wpływ zastosowanych produktów budowlanych na emisję substancji szkodliwych i na klimat wewnętrzny, możliwość zmiany funkcji, modernizacji i modyfikacji budynku w miarę ewoluowania potrzeb i oczekiwań użytkowników. Te uwarunkowania wskazują na dalszy rozwój budownictwa mieszkaniowego w kierunku wykorzystywania lekkich konstrukcji i lekkich elementów budowlanych, których ocena w kontekście wdrażania zasad zrównoważonego rozwoju wypada korzystniej w porównaniu z tradycyjnymi budynkami masywnymi.

Lekkie konstrukcje budowlane mogą uzyskiwać bardzo dobre parametry akustyczne, jednak są pod tym względem wrażliwe na wiele czynników, takich jak sposób rozwiązania szczegółów, połączeń, węzłów, powiązanie z układem pozostałych elementów budynku, a także jakość wykonania. Dobre parametry akustyczne osiągają tylko rozwiązania

systemowe, ograniczające przenoszenie boczne oraz zapewniające właściwe i precyzyjne rozwiązanie wszystkich szczegółów. W przypadku lekkich przegród istotną rolę odgrywają także różnego rodzaju zjawiska rezonansowe występujące zwykle w zakresie niskich i średnich częstotliwości. Obecnie wiele lekkich rozwiązań możliwych do wykorzystania pod względem konstrukcyjnym nie znajduje zastosowania w budownictwie mieszkaniowym właśnie ze względów akustycznych.

Budynek, a zwłaszcza budynek mieszkalny, nie powinien być rozpatrywany pod względem akustycznym w oderwaniu od warunków panujących w jego otoczeniu. Otoczenie budynku i związana z nim infrastruktura, a także balkony i loggie, stanowią również środowisko zamieszkania. Ochrona pomieszczeń przed hałasem zewnętrznym jest często rozumiana jedynie jako kwestia zastosowania okien o odpowiednio wysokiej izolacyjności akustycznej. Natomiast szczelne odizolowanie budynku od wpływów zewnętrznych, polegające na zamknięciu znajdujących się wewnątrz pomieszczeń, może powodować efekt „akwarium”, w którym człowiek obserwuje przez szybę bezdzwięczny zewnętrzny ruch.

Można się również spodziewać procesu odwrotnego, polegającego na tym, że wprowadzanie zasad zrównoważonego rozwoju w gospodarce przestrzennej i budownictwie będzie powodowało pewne uwarunkowania akustyczne. Teren, jako przedmiot planowania przestrzennego, zajmowany i kształtowany w wyniku planowej działalności inwestycyjnej, podobnie jak inne zasoby naturalne, jest dobrem ograniczonym. W tym znaczeniu mówi się o konieczności oszczędnego gospodarowania terenem przeznaczonym pod budownictwo. Pojawiają się opinie, że równoważenie rozwoju w sferze budownictwa powinno powodować uszczelnianie istniejącej zabudowy, a przestrzeń izolacyjna jest przeważnie bezużyteczna, więc izolację odległościową należy zastąpić odpowiednią przegrodą lub zabezpieczeniami usuwającym groźbę negatywnego oddziaływania jednego obiektu na drugi [10]. Jednak w przypadku hałasu skuteczność takich środków, na przykład ekranów akustycznych, jest bardzo ograniczona, ich możliwości są zwykle oceniane zbyt optymistycznie. Efekty łatwo zauważyć w ostatnim okresie w Polsce, gdzie ekrany akustyczne stanowią coraz bardziej widoczny element krajobrazu, również krajobrazu miejskiego. Ich lokalizacja jest często nieprzemyślana, powoduje podział struktury miejskiej, a więc efekt sprzeczny z ideą równoważenia rozwoju.

Intensyfikacja zabudowy prowadzi do wzrostu uciążliwości hałasu bytowego i sąsiedzkiego, a także powoduje większą uciążliwość urządzeń wyposażenia technicznego emitujących hałas na zewnątrz. Przy mniejszych odległościach bardziej rozpowszechnione są niedogodności pojawiające się w małych zamkniętych przestrzeniach, gdzie warunki propagacji hałasu są znacznie mniej korzystne niż w przypadku pola swobodnego. Intensyfikacja zabudowy prowadzi również do wzrostu hałasu komunikacyjnego. Należy więc dążyć do rozwoju lokalnej infrastruktury zachęcającej do chodzenia pieszo oraz promującej rower jako środek komunikacji indywidualnej. Korzystne jest zwiększenie atrakcyjności komunikacji publicznej, zwłaszcza metra, oraz polityka promująca bilety rodzinne, grupowe, miesięczne szkolne itp. Większość samochodów poruszających się po mieście to samochody wiozące tylko jedną osobę, tj. prowadzącego pojazd kierowcę. Zarówno w Europie, jak też na terenie USA były podejmowane próby tworzenia specjalnych pasów dla samochodów, w których jadą co najmniej dwie osoby.

Bardziej intensywne wykorzystanie terenu może powodować ograniczenie możliwości odpoczynku od miejskiego hałasu w rejonie zamieszkania. Znane są opinie, że równoważenie rozwoju w sferze budownictwa będzie skutkowało zajmowaniem miejskich terenów zielonych pod zabudowę. Zieleni miejska jest już obecnie pod dużą presją ze strony inwestorów. Można zaobserwować tendencję do wchodzenia w te obszary z inwestycjami budowlanymi. Jest to istotny problem, zwłaszcza w Polsce, gdzie dominuje wysoka zabudowa wielorodzinna i zieleni miejska pełni znaczącą rolę, dając możliwość odpoczynku od hałasu mieszkańcom nie mającym do dyspozycji ogródków i zielonej infrastruktury towarzyszącej zabudowie jednorodzinnej [11].

Zgodnie z założeniami koncepcji ManuBuild, o budownictwie mieszkaniowym należy mówić w szerszym kontekście, raczej jako o środowisku zamieszkania, a nie tylko o zamkniętym i odizolowanym od świata zewnętrznego obiekcie. Przy takim kompleksowym podejściu zagadnienia związane z ochroną akustyczną budynku i hałasem środowiskowym będą się wzajemnie przenikały i uzupełniały.

Bibliografia

- [1] www.manubuild.org
- [2] Kazi S., Hannus M., Boudjabeur S., Malone A.: Open Building Manufacturing, core concepts and industrial requirements. ManuBuild 2007
- [3] Kazi S., Hannus M., Boudjabeur S.: Open Building Manufacturing, key technologies, applications and industrial cases. ManuBuild 2009
- [4] Prawo budowlane, Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. z późniejszymi zmianami
- [5] Nurzyński J.: O budownictwie mieszkaniowym w USA, *Inżynieria i Budownictwo*, 12, 1995
- [6] Nurzyński J.: Acoustic quality of dwellings, a concept of uniform classification scheme. Materiały konferencyjne „Central Europe towards Sustainable Building”. Praha 2010
- [7] Sadowski J., Szudrowicz B., Nurzyński J.: Aspekty ochrony przed hałasem i drganiami w zagadnieniach rozwoju zrównoważonego w budownictwie. Konferencja Naukowo-Techniczna „Budownictwo spełniające wymagania zrównoważonego rozwoju”, Mrągowo, 27–29 listopada 2002 r. Materiały konferencyjne. Instytut Techniki Budowlanej, Warszawa 2002, s. 113–129, bibliogr. 22 poz.
- [8] Nurzyński J.: Zagadnienia akustyczne w kontekście równoważenia rozwoju w gospodarce przestrzennej i budownictwie. *Prace Instytutu Techniki Budowlanej – Kwartalnik*, 3 (135), 2005, s. 45–66
- [9] Niemas M., Nurzyński J., Szudrowicz B.: Zrównoważony rozwój budownictwa a ochrona przed hałasem. Problemy naukowo-badawcze budownictwa. Tom IV. Zrównoważony rozwój w budownictwie. Wydawnictwo Politechniki Białostockiej, Białystok 2008, ss. 139–155
- [10] Chmielewski J. M.: Konferencja. Naukowo-Techniczna „Ład przestrzenny warunkiem równoważenia rozwoju”, Mrągowo, 27–29 listopada 2002 r. Materiały konferencyjne. Instytut Techniki Budowlanej, Warszawa 2002, s. 45–54
- [11] Nurzyński J.: Zrównoważony rozwój a ocena akustyczna terenów inwestycyjnych. *Prace Instytutu Techniki Budowlanej – Kwartalnik*, 2 (130), 2004, s. 27–42

THE VISION OF BUILDING INDUSTRY TRANSFORMATION OUTLINED WITHIN ManuBuild INTEGRATED PROJECT

Summary

Despite of the new technical possibilities, advanced technologies, knowledge based processes and smart products in hand contemporary construction industry is evidently behind other modern sectors as car, ship or aircraft industry. The aim of ManuBuild integrated project was the shift of contemporary building engineering paradigm, particularly housing, towards open building manufacturing system. The article outlines the general concept of building manufacturing transformation based on the project experiences and its final output. Customer oriented system needs clear and simple assessment methods and classification schemes to capture basic needs and expectations of the client. In this context building acoustics is touched deeper in the article as the performance assessment in this area is probably the most complicated and unclear.

Praca wpłynęła do Redakcji 5 X 2010 r.