

OCENA ROZPRAWY DOKTORSKIEJ

mgr inż. arch. Joanny Pietrzak

pod tytułem: „Koherencja struktury nośnej i formy przestrzennej w biurowych i wielofunkcyjnych europejskich budynkach wysokościowych”

PROMOTOREM PRACY JEST DR. HAB. INŻ. WIESŁAW ROKICKI, PROF. PW

Recenzję opracowano na podstawie zlecenia Dziekana Wydziału Architektury Politechniki Warszawskiej. Podstawą merytoryczną wykonania oceny jest załączony dwutomowy egzemplarz pracy zawierający 385 stron A4 maszynopisu wraz z rysunkami i tabelami.

1. Przedmiotem rozprawy jest uzasadnienie, rozwinięcie i zweryfikowanie sformułowanej przez autorkę trzypunktowej tezy, mówiącej że (str. 17):

- „W Europie zabudowa wysoka rozwija się sukcesywnie, szczególnie od początku XXI wieku, ale realizowane obiekty „nie konkurują” pod względem wysokości z wieżowcami realizowanymi na świecie. Dominującą tendencją jest dążenie do projektowania holistycznego uwzględniającego: kontekst otoczenia, kreowanie indywidualnej formy, wysoki komfort, proekologiczność, efektywność i stosowanie zaawansowanych technologii.

- W kształtowaniu biurowych oraz wielofunkcyjnych budynków wysokich o coraz bardziej nieregularnych formach istotne jest poszukiwanie współzależnych i koherentnych rozwiązań struktur nośnych i form przestrzennych.

- Ze względu na optymalizację struktur nośnych, szczególnie w przypadku projektowania wysokich budynków o nieregularnych formach, koniecznością staje się przeprowadzenie zaawansowanych badań oddziaływania wiatru na modelach, przy uwzględnieniu warunków aerodynamicznych otoczenia.”

Autorka słusznie zauważa, że budynek wysokościowy jest jednym z najbardziej skomplikowanych technologicznie obiektów, a nowatorskie koncepcje architektoniczne stanowią istotny czynnik postępu technicznego w budownictwie i wyznaczają kierunki badań w wielu dziedzinach nauki. Trafnie nadmienia, że budynki te mają znaczenie marketingowe, kreują wizerunek miasta, są przedmiotem dumy mieszkańców i zainteresowania turystów.

2. Problem budynków wysokich jest szczególnie istotny w miastach europejskich, których specyfika związana jest z bogatym dziedzictwem kulturowym, z głęboko zakorzenionym poszanowaniem tradycji i tożsamości, z szacunkiem dla historii kształtującym pamięć zbiorową mieszkańców. W tym ujęciu budynki wysokie są z jednej strony traktowane jako kontynuacja historycznego rozwoju miasta, nowy ślad w przestrzeni powiązany ze współczesnym stylem życia, modą i aspiracjami mieszkańców. Z drugiej strony budynki te są przedmiotem krytyki. Wskazuje się, że niszczą one przez wieki ukształtowaną sylwetę miasta, zdarza się, że są wyrwane z historycznego kontekstu urbanistycznego, zaśmiecają krajobraz. Są typowym efektem globalizacji, której znakiem jest standaryzacja i zanik lokalnej różnorodności.

Na szczęście pryncypialne doktryny modernizmu odeszły w przeszłość wraz z ówczesną awangardą architektoniczną odcinającą się od historii i tradycji. Ale ciągle pamiętamy koncepcje Le Corbusiera przebudowy Paryża polegające na wyburzeniu historycznej tkani miejskiej od Place de la République do rue du Louvre i Gare de l'Est, rue de Rivoli, na którym miejscu miało powstać 18 wieżowców w kształcie krzyża dla 500 000 do 700 000 użytkowników (L'Esprit Nouveau, 1925). Pamiętamy również wiele lokalnych prób implementacji tej idei. Na przykład w Poznaniu w miejsce wyburzonych wartościowych secesyjnych kamienic przy ulicy św. Marcin zbudowano pięć modernistycznych wysokościowców ALFA (1965-1972). Decyzję motywowano „nadaniem tej części centrum bardziej wielkomiejskiego charakteru” (autor projektu: Jerzy Leśniewicz). Można znaleźć wiele przykładów potwierdzających zarówno negatywne jak i pozytywne przykłady wysokościowych ingerencji w historyczną tkankę miast europejskich. Z całą pewnością konsekwencje wprowadzania drapaczy chmur do historycznych miast zależą od konkretnej sytuacji, a w szczególności od skali miasta, od miejsca lokalizacji wieżowca w strukturze urbanistycznej, od jego atrybutów architektonicznych takich jak forma, kolorystyka, materiały, od umiejętności wpisania się w istniejący kontekst urbanistyczny.

Spór o sens budowy wieżowców w historycznych miastach Europy jest swojego rodzaju przedłużeniem dyskusji nad podejściem projektowym do dziedzictwa kulturowego. Początki tej dyskusji sięgają konfrontacji poglądów Johna Ruskina i Viollet le Duca. Te dwie wywodzące się z XIX wieku przeciwstawne koncepcje, do dnia dzisiejszego wywołują spory w zakresie interwencji projektowych w historycznych miastach europejskich. Viollet le Duc większy nacisk kładł na zasadę jedności formalnej, mającej na celu przywrócenie jedności stylistycznej nawiązującej do historycznego anturażu. Ruskin uważał, że architektura jest źródłem pamięci o miejscu. Dzięki temu każdy okres rozwoju architektury powinien być w sposób autentyczny utrwalony w architekturze i stanowić kolejną „cegiełkę” w budowaniu pamięci zbiorowej i tożsamości miejsca. Tak też przez zwolenników tej teorii są traktowane budynki wysokie, jako widoczny „znak rozpoznawczy naszych czasów”.

Należy również pamiętać, że koniec XX wieku to okres wielu problemów, z którymi zmagali się miasta europejskie, takich jak upadek gospodarczy historycznych fragmentów śródmieść, migracji młodych wykształconych mieszkańców na przedmieścia, *urban sprawl*.

Historyczne miejsca wielu miast europejskich podupadły, a sprawdzoną metodą ich odnowy jest tzw. kreatywna rewitalizacja polegająca na wzmocnieniu atrakcyjności tych miejsc poprzez przyciągnięcie nowego kapitału, kreatywne miejsca pracy, rozwój usług biznesowych i ożywienie turystyki. W tym podejściu fascynująca forma nowej architektury, niepowtarzalny nastrój, interesujące otwarcia widokowe, atrakcyjnie przestrzenie publiczne mogą być nowym impulsem ekonomii miasta, tworzącym współczesny *Brandscape*. Budynki wysokie wydają się być jedną z odpowiedzi na wyżej wymienione wyzwania, pod warunkiem umiejętnej interwencji projektowych w istniejącą tkankę miejską, które pozwolą zachować ciągłość historyczną miejsca lokalizacji.

Z tego powodu temat pracy doktorskiej uważam za bardzo aktualny. Temat wpisuje się w szerszy nurt badawczy kreatywnych interwencji urbanistycznych, którego reprezentatywnymi przedstawicielami są Charles Landry (*The Art of City Making*), Richard Florida (*The rise of the creative class...*), David Yencken (*The creative city*).

3. Zaprezentowane ujęcie tematu jest ściśle związane z projektowaniem architektonicznym i urbanistycznym, obejmującym racjonalne kształtowanie środowiska miejskiego, w sposób umożliwiający zaspokojenie nie tylko podstawowych potrzeb funkcjonalnych, ale również potrzeb społecznych, emocjonalnych, kulturowych. Istotną rolę odgrywa tu również „*en vogue*” i pragnienie prestiżu. Temat jest więc obiektywnie istotny - dotyczy nieuniknionych interwencji projektowych w istniejącą tkankę dużych miast europejskich.

Cele pracy zostały nakreślone szeroko. Obejmują one (str. 17):

- analizę ilościową i funkcjonalno-wysokościową rozwoju europejskiej zabudowy wysokiej,
- poszukiwanie idei europejskiego budynku wysokiego,
- badanie współczesnych tendencji w projektowaniu biurowych i wielofunkcyjnych budynków wysokich,
- analizę uwarunkowań w kształtowaniu struktur nośnych i form przestrzennych,
- analizę współzależności i koherencji w kształtowaniu struktury nośnej i formy przestrzennej, ze szczególnym uwzględnieniem roli trzonu,
- badania i analizy dotyczące obciążeń wiatrem budynku wysokiego o nieregularnej formie.

Tak szeroko nakreślone cele badawcze były jedną z przyczyn znacznej objętości pracy (385 stron A4) podzielonej na dwa tomy, jednego liczącego 277 stron A4 i drugiego liczącego 108 stron A4.

Dla osiągnięcia zamierzonych celów autorka zastosowała następujące metody badawcze:

- kwerendę literaturową i kwerendę stron WWW,
- metodę obserwacji bezpośredniej w formie wizji lokalnych,
- analizę porównawczą zebranych danych z kwerend i obserwacji bezpośrednich,
- eksperyment okazjonalny w tunelu aerodynamicznym Instytutu Techniki Lotniczej i Mechaniki Stosowanej Politechniki Warszawskiej (do identyfikacji prawdopodobnego rozkładu ciśnienia wiatru na elewacjach oraz probalistycznego ustalenia sumarycznych wielkości obciążenia wiatrem),
- symulacje numeryczne z wykorzystaniem programu Fluent na modelach cyfrowych,
- symulacje obliczeniowe bazujące na PN-EN 1991-1-4 2008 Eurokod 1,
- analizy porównawcze rozkładu ciśnień na fasadach dla wybranych kierunków wiatru, uzyskanych ww. metodami obliczeniowymi.

Struktura pracy tworzy logiczną całość składającą się z ośmiu rozdziałów, wnioski z poszczególnych rozdziałów są punktem wyjścia dla badań prezentowanych w kolejnych rozdziałach. Kolejność rozdziałów oddaje znaczenie, jakie autorka przypisuje poruszonym zagadnieniom w kontekście wyznaczonych celów badawczych. Z tego schematu wyłamuje się rozdział siódmy „Badania i analizy oddziaływania wiatru na budynek wysoki o nieregularnej formie”, który zdaniem recenzenta zbyt szczegółowo omawia znane skądinąd normowe warunki obliczeń (PN-EN 1991-1-4:2008 Eurokod 1), szczegółowe opisy i założenia badań tunelowych, techniki przeprowadzania pomiarów, założenia i opisy metod symulacji numerycznych z wykorzystaniem specjalistycznych programów komputerowych. Uważam, że ta część pracy, bardzo interesująca i w pewnej części oryginalna, mogłaby stanowić podstawę do odrębnej dysertacji naukowej (np. monografii). Uważam również, że

uzyskane wyniki obliczeniowo-pomiarowe sił wywołanych oddziaływaniem wiatru mogłyby być również wykorzystane do analizy naturalnej wentylacji budynków wysokich przez „łapacze powietrza” ukształtowane na elewacjach (podobnie jak w karoseriach samochodów). Wyniki te można by również zastosować do badań nad wykorzystaniem fragmentów fasad i dachów wieżowców do pozyskania energii elektrycznej poprzez odpowiednio zamontowane turbiny (lub mini turbiny) wiatrowe z pionowymi osiami rotacji.

Przy tej okazji należy zaznaczyć, że autorka stosuje inną klasyfikację wysokości budynków (i związane z tym nazewnictwo) niż określony w § 8 *Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U.2015.0.1422)* podział budynków dla określenia wymagań technicznych i użytkowych. Wyszczególnione są tu następujące grupy budynków:

- 1) niskie (N) - do 12 m włącznie nad poziomem terenu lub mieszkalne o wysokości do 4 kondygnacji nadziemnych włącznie;
- 2) średniowysokie (SW) - ponad 12 m do 25 m włącznie nad poziomem terenu lub mieszkalne o wysokości ponad 4 do 9 kondygnacji nadziemnych włącznie;
- 3) wysokie (W) - ponad 25 m do 55 m włącznie nad poziomem terenu lub mieszkalne o wysokości ponad 9 do 18 kondygnacji nadziemnych włącznie;
- 4) wysokościowe (WW) - powyżej 55 m nad poziomem terenu.

W klasyfikacji autorki budynki wysokie, wieżowce, drapacze chmur – to synonimy określające budynki o wysokości powyżej 100 m, nawiązujące swoją nazwą do terminu *tall building (high-rise building)*. Według *Council on Tall Buildings and Urban Habitat* „wyróżniają się one smukłością lub stosowaniem rozwiązań technicznych związanych z problemami wynikającymi z wysokości budynku”. Zgodnie z nomenklaturą zawartą w *Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie*, obiekty te zaliczane są do budynków wysokościowych.

4. Przeprowadzone w pracy badania budynków wysokich (wieżowców) w miastach europejskich mają charakter ilościowy i jakościowy, i wykorzystują zarówno techniki obliczeniowe jak i narrację opisową uzupełnioną rysunkami, fotografiami wizualizacjami, wykresami i tabelami. Dane jakościowe dotyczą takich elementów jak geneza i kierunki rozwoju zabudowy wysokiej w miastach europejskich, problemy lokalizacyjne i kontekst urbanistyczny, uwarunkowania funkcjonalno-użytkowe, koncepcje estetyczne uwarunkowania środowiskowe, aspekty techniczno-konstrukcyjne. Dane ilościowe dotyczą statystyk związanych z głównymi ośrodkami lokalizowania zabudowy wysokiej, dynamiki rozwojowej europejskiej zabudowy wysokiej, klasyfikacji funkcjonalnej i geometrycznej budynków wysokich (przedziały wysokościowe), oraz zagadnień obliczeniowych oddziaływania wiatru na budynki wysokie o nieregularnych kształtach. Daje to podstawy do wieloczynnikowej analizy porównawczej przeprowadzonej na wybranej grupie 53 studiów przypadku.

W pracy można wyróżnić następujące kroki metodyczne: gromadzenie danych (*data mining*), selekcjonowanie danych według przyjętego schematu klasyfikacji, interpretację uzyskanych wyników (opisową i tabelaryczną), wizualizację danych (obrazowanie komputerowe, rysunki, fotografie).

W prowadzonych analizach autorka celnie wybrała takie kryteria jak: unikalny wyraz estetyczny (IV.3.), potrzeby funkcjonalno-użytkowe (IV.4.), uwarunkowania środowiskowe i działania proekologiczne (IV.5.), ekonomiczność i efektywność (IV.6.), zaawansowane technologie (IV.7.), projektowanie holistyczne (IV.8.), uwarunkowania lokalizacyjno-prestiżowe (V.2.1.), kształtowanie formy przestrzennej (V.2.2.), estetyka i struktura nośna (V.2.3.), funkcje użytkowe budynku (V.3.1.), charakterystyczne elementy budynków wysokich (V.3.2.-5), ustroje konstrukcyjne (V.4.1.), infrastruktura techniczna (V.4.2.). Wszystkie te kryteria cząstkowe mają wpływ na współzależność i koherencję kształtowania struktury nośnej i formy przestrzennej budynku wysokiego. Przy czym pod pojęciem koherencji autorka rozumie „spójność przestrzenno-konstrukcyjną; dopełnianie się formy budynku oraz jego struktury nośnej, w celu uzyskania synergii rozwiązań” (str. 20). Koherentność jest tu omawiana w aspekcie relacji *forma budynku – konstrukcja budynku*, relacji *trzon konstrukcyjno-komunikacyjny - forma budynku* w aspekcie wyeksponowania struktury nośnej budynku wysokiego oraz w odniesieniu do symetrii rzutu budynku i jego trzonu. W rozdziale 4.5. został zarysowany problem dostosowania ustroju nośnego i formy budynku do obciążeń od wiatru w aspekcie: cech geometrycznych i mechanicznych budynku, zjawiska niestateczności przepływu w śladzie aerodynamicznym, zjawisk aeroelastycznych i zjawisk interferencji aerodynamicznej.

5. O wartości pracy decyduje nie tylko sposób ujęcia tematu badawczego, ale również metodyka, która daje możliwość lepszego zrozumienia jak uwarunkowania konstrukcyjno-funkcjonalne kształtują wygląd europejskich wieżowców. Istotną cechą zastosowanych metod jest kompleksowość w ujmowaniu zjawisk przestrzennych, środowiskowo-klimatycznych i wytrzymałościowych z uwzględnieniem ich wzajemnych związków i oddziaływań na funkcję, formę i konstrukcję budynku wysokiego.

Recenzent uważa, że zakres i metodologia pracy są trafnie dobrana do przedmiotu badań.

Na uwagę zasługuje:

- Zaprezentowana w pracy umiejętność obserwacji, zdyskontowana trafnym wyborem przykładów reprezentatywnych, będących podstawą do analiz porównawczych budynków wysokich.
- Logiczna interpretacja wyników badań, zgodnie z przyjętymi kryteriami cząstkowymi. Szczególnie cenne jest rozwojowe ujęcie zjawisk i uchwycenie dynamiki przemian budynków wysokich. Na uwagę zasługuje tu trafne przedstawienie morfogenezy europejskiego wysokościorowca, uwzględniające historyczną ewolucję tej formy zabudowy.
- Zastosowany zapis graficzny jako istotne narzędzie badawcze, szczególnie przydatne dla porównań rozwiązań funkcjonalnych, rozwiązań konstrukcyjnych i kompozycyjnych.
- Reprezentatywny dobór źródeł historycznych i współczesnych.

Recenzowana praca dotyczy głównie zagadnień systematyki i klasyfikacji badanych zjawisk i ma charakter diagnostyczny. Systematyka i klasyfikacja są tu zarówno narzędziami badawczymi jak i celem poznania naukowego. Ważną częścią wyводу naukowego są tabele i zestawienia ilustrujące analizowane relacje i przedstawiające charakterystykę materiału badawczego. Pod tym względem, oryginalnością wyróżniają się analizy funkcjonalno-

wysokościowe prezentujące dynamikę takich zjawisk jak zmiany składu procentowego zabudowy wysokiej w kolejnych dekadach wg podziału wysokościowego, zmiany funkcji użytkowych wieżowców, przedziały ilościowe budynków wysokich w okresie ostatnich kilkudziesięciu lat (str. 26-31). Interesująco przedstawiają się analizy lokalizacyjne zabudowy wysokiej na planach głównych miast europejskich (str. 43-45). Do oryginalnych osiągnięć klasyfikacyjnych zaliczam podział rzutów budynków wysokich (na wieloosiowe, dwuosiowe, nieregularne i złożone) (str. 131), a także klasyfikację lokalizacji trzonów (str. 187-193).

Ze złożonej, interdyscyplinarnej problematyki badań autorka wyciągnęła 54 konkluzje szczegółowe (rozdział VIII), z których najważniejsze odnoszą się do specyfiki i unikalności europejskich budynków wysokościowych powstałych w na początku XXI wieku.

Wywód naukowy wsparty jest:

- a) Krytyczną analizą piśmiennictwa, którego wykaz obejmuje 239 pozycji bibliograficznych, polsko i angielskojęzycznych.
- b) Bogatym materiałem graficznym, obejmującym 257 rysunki i ilustracje, 38 zestawień tabelarycznych.
- c) Usystematyzowanym zestawieniem 53 analizowanych obiektów wraz z opisem bibliograficznym.

Recenzent pozytywnie ocenia logiczną konstrukcję wywodu naukowego, w którym autorka interpretuje wyniki badań własnych i pokrewnych kierunków badawczych w sposób umożliwiający - przez porównanie i usystematyzowanie informacji - rozpoznanie problemu koherencji struktury nośnej i formy przestrzennej w budynkach wysokościowych.

Istotnym elementem rozprawy doktorskiej opracowanej przez architekta powinna być część graficzna ilustrująca wywód naukowy. Zamieszczone w pracy ilustracje spełniają to zadanie bardzo dobrze. Ważną częścią wywodu naukowego są tabele i wykresy ilustrujące analizowane relacje lub przedstawiające charakterystykę badanych zjawisk.

6. W konkluzji niniejszej oceny rozprawę oceniam pozytywnie przedstawiając następujące wnioski:

1. Autorka wykazała bardzo dobry poziom wiedzy szczegółowej związanej z tematem rozprawy oraz wysoki poziom ogólnej wiedzy teoretycznej w dyscyplinie architektura i urbanistyka.
2. Autorka samodzielnie sformułowała, a następnie w oryginalny sposób rozwiązała określony problem badawczy.
3. Autorka opanowała metody pracy naukowej, wykazała się erudycją i inwencją twórczą.

W związku z powyższym uważam, że praca „Koherencja struktury nośnej i formy przestrzennej w biurowych i wielofunkcyjnych europejskich budynkach wysokościowych” odpowiada warunkom stawianym rozprawom doktorskim, a jej autorka może być dopuszczona do publicznej obrony.

Pracownik 28.07.2019