

Kamil GASIŃSKI¹

KONCEPCJA BUDYNKU O WYSOKOŚCI 1000 M W TLE ŚWIATOWEGO BUDOWNICTWA WYSOKIEGO

Przedstawiono istotne aspekty urbanistyczne, architektoniczne, kulturowe, zrównoważonego rozwoju oraz konstrukcyjne w procesie kształtowania formy i rozwiązań konstrukcyjnych najwyższych budynków na świecie. Opisano zrealizowane i proponowane rozwiązania budynków inspirowane wpływem lokalnej kultury, tzw. budownictwo ikoniczne oraz koncepcje podniebnego miasta. Przedstawiono klasyfikację współcześnie projektowanych budynków, rozróżniając: Extruders, Rotors, Twisters i Tordos, Slicers, oraz Free shapers. Na tym tle przedstawiono własną koncepcję budynku o wysokości 1000 m.

Słowa kluczowe: kształtowanie budynków, budownictwo wysokie, zrównoważony rozwój,

1. Wstęp

Współcześnie wieżowiec stał się powszechnym atrybutem i symbolem nowoczesnego miasta. Zgrupowania wieżowców widoczne na panoramach miast podkreślają prestiż, dynamikę ich rozwoju oraz ekonomiczny status. Na początku XX wieku urbaniści starając się znaleźć jak najbardziej ekonomiczne wykorzystanie bardzo drogich gruntów w centrach miast sięgnęli po koncepcję wieżowca, co było istotnym impulsem do rozwoju szkieletowych systemów konstrukcyjnych, bezpiecznych wind oraz mechanicznych instalacji wentylacyjnych.

Rozwój konstrukcji poprzedzony był rozwojem architektonicznych wizji zmieniając dotychczasowe spojrzenie na budownictwo miejskie. Na kształtowanie bryły budynków przez lata wpływ miały aktualne trendy, style architektoniczne oraz nowatorskie pomysły wybitnych architektów i konstruktorów. Wysoki obiekt o nieprzeciętnym wyglądzie staje się atrakcją, która przyciąga turystów i inwestorów z całego świata.

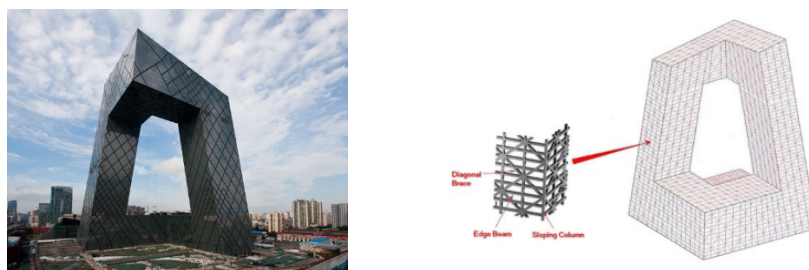
¹ Autor do korespondencji: Kamil Gasiński, Absolwent Politechniki Rzeszowskiej, kamil.gasinski@gmail.com

Jednak punktem odniesienia dla wielu projektantów było to, aby swoją formą nadać miejscu prestiżowy i niepowtarzalny charakter. Często zamysłem projektanta było to, aby projektowana budowla wyróżniała się spośród wielu innych położonych w pobliżu. Współcześnie coraz częściej od projektantów wymaga się, aby oprócz ciekawej i nietypowej formy projektowane obiekty były bardziej przyjazne człowiekowi. Dotychczasowe projekty o bezdusznym szklano-betonowym charakterze zastępowane są organicznymi kształtami, wykorzystującymi naturalną roślinność, przeplatającą się konstrukcją szklanych elewacji.

2. Przegląd budynków wysokich o oryginalnych rozwiązaniach

Przez wiele lat trendem dominującym w kształtowaniu budynków wysokich było budownictwo ikoniczne. Niejednokrotnie ciekawy i spektakularny kształt może spowodować, że budynek będzie wizytówką rozpoznawalną na całym świecie.

Doskonałym przykładem jest np. budynek CCTV zbudowany w Pekinie (rys.1). Całkowita wysokość budynku nie przekracza 234 m, jednak to jego unikalna forma i bryła przyciągają uwagę. Budynek powoduje złudzenie niestabilności i braku równowagi. Przyglądając się kładowi konstrukcyjnemu z innej perspektywy widać wyraźną dysproporcję w dolnej części budynku, mającej zasadnicze znaczenie dla stabilności konstrukcji.



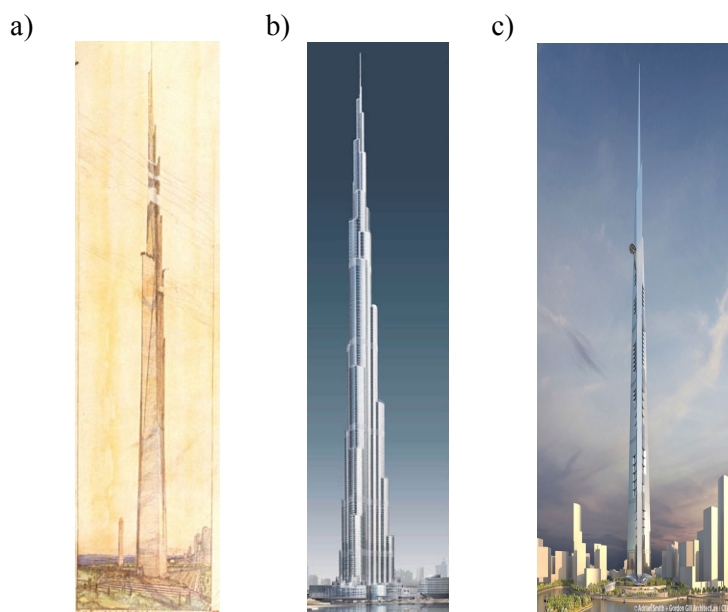
Rys. 1. Budynek China Central Television Tower w Pekinie wraz z układem konstrukcyjnym, [2]

Fig. 1. Building China Central Television Tower in Pekin with structural system [2]

Jest to doskonały przykład, że wysokość niekoniecznie musi być celem w projektowaniu budynków o charakterze ikonicznym.

Kolejnym zauważalnym trendem jest budownictwo wysokie, u którego podstaw leży odwieczne dążenie wzwyż i nieustający wyścig, aby zbudować budynek najwyższy. W 1956 roku narodziła się koncepcja budynku, którego wysokość może szokować także i dziś. Pomysłodawcą idei był amerykański architekt Frank Lloyd Wright, a pomysł ten znany jest pod nazwą „The Mile

High Building” (rys. 2a). Docelowa wysokość budynku miałaby wynosić 1 milę, czyli około 1600 m, a przewidywana liczba pięter to 528. Obecnie najwyższy budynek świata to Burj Khalifa zbudowany w Zjednoczonych Emiratach Arabskich, który osiągnął wysokość 828 m (rys. 2b). Nie jest to jednak koniec ambicji budowniczych i coraz częściej pojawiają się nowe koncepcje zbudowania budynków jeszcze wyższych. Obecnie najśmielszym oraz najbardziej zaawansowanym projektem jest budowa budynku o roboczej nazwie Kingom Tower (rys. 2c). Tego typu odważne projekty dają istotny impuls do rozwoju wielu dziedzin budownictwa, inżynierii materiałowej oraz technik komputerowych wspomagających zarówno analizę konstrukcji jak i cały proces projektowy.



Rys. 2. Wizualizacje: a) Mile high building [28] , b) Burj Khalifa [13] c) Kingom Tower [15]

Fig. 2. Visualisation a) Mile high building [28], b) Burj Khalifa [13] , c) Kingom Tower [15]

3. Budownictwo wysokie w aspekcie zrównoważonego rozwoju

W dzisiejszych czasach nie bez znaczenia są względy ekonomiczne i ekologiczne, a bardzo istotnym czynnikiem jest projektowanie zgodne koncepcją zrównoważonego rozwoju. Przeglądając dane z ostatniego roku wyraźnie widać, że światowym liderem we wznoszeniu budynków wysokich pozostają Chiny oddając do użytku 58 budynków powyżej 200 metrów. Ich łączna wysokość to 13 549 m. Stanowi to ok 60 % wszystkich budynków wysokich których budowa została zakończona w 2014. Dodatkowo ostatni rok był rekordowy w su-

mie na całym świecie oddano do użytkowania 91 budynków wysokich, w tym 11 powyżej 300 metrów [5].

W pracy [1] autor przywołuje dane na temat zużycia materiałów w trakcie budowy. Współczesne budownictwo wymaga użycia ok 40% stali, piasku, żwiru i kamienia przeznaczonego na cele budowlane oraz 25% światowej produkcji drewna. Całkowite zużycie surowców może przekraczać 3 miliardy ton. W kolejnej pracy [12] przywołane są dane World Resources Institute, z których wynika, że budynki wysokie pochłaniają 40% światowego zużycia energii i 17% użytkowanej wody. Na przełomie 1900-1997 zużycie betonu wzrosło z 40 mln ton do 6.4 miliarda, czyniąc go jednym z najbardziej wykorzystywanych materiałów budowlanych. Porównując energię jaką należy zużyć na produkcję betonu (ok 2.12 MJ/kg) ze stalą konstrukcyjną (25.4 MJ/kg) [4] widać jak wielka ilość energii potrzebna jest aby zaspokoić rynek materiałów budowlanych w skali globalnej i w jak dużym stopniu oddziałuje on na środowisko.

Aspekty ekologii i zrównoważonego rozwoju stają się na tyle istotne, że w 2008 roku amerykańska organizacja Council of Tall Building and Urban Habitat zorganizowała w Dubaju konferencję pt. "Tall and Green: Typology for a Sustainable Urban Future", na której poruszono wiele zagadnień dotyczących energooszczędnego projektowania budynków wysokich. Przedstawiono szereg nowatorskich rozwiązań technologicznych oraz konstrukcyjnych [20].

a)



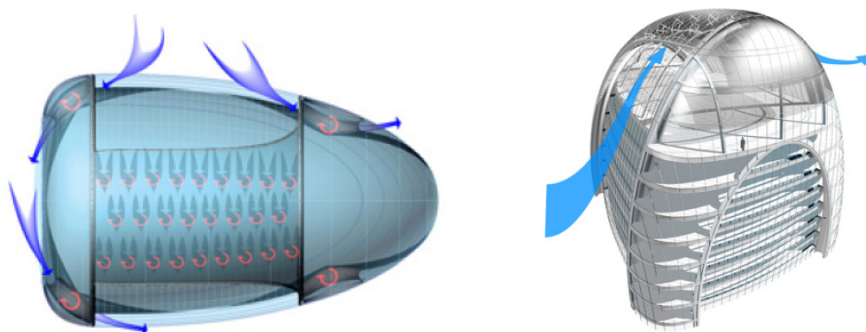
b)



Rys. 3. Budynki: a) Pearl River Tower [7], b) Clan Technology Tower [6]

Fig. 3. Buildings: a) The Pearl River Tower [7], b) Clean Technology Tower [6].

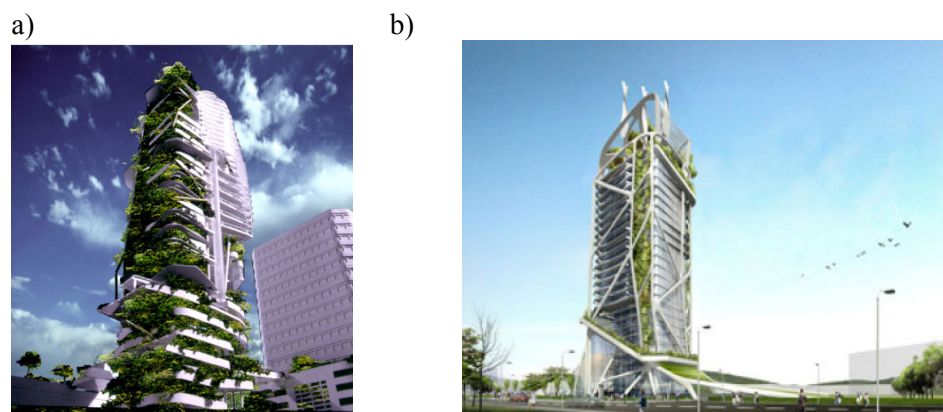
Na przykładzie ukończonego w Chinach w 2011 roku budynku Perl River Tower (rys. 3a) widać wpływ proekologicznego kształtowania bryły budynku. Budynek ten nie tylko ma nie zużywać energii, ale także sam ją produkować. Wieżowiec wyposażony jest w turbiny wiatrowe zamontowane w przeszwitach oddzielających poszczególne jego części. Wykorzystane są także panele solarne oraz komórki fotowoltaiczne. Wszystko to sprawia, że jest to jeden z najbardziej przyjaznych środowisku obiektów na świecie. Podczas projektowania pracom przyświecały cztery cele, którymi się kierowano: redukcja, absorpcja, regeneracja i produkcja [7]. Kolejnym przykładem projekologicznego podejścia do projektowania jest budynek Clean Energy Tower (rys. 3b) autorstwa trzech architektów - Adriana Smith'a, Gordona Gill'a i Roberta Forest'a. W projekcie tym zakłada się maksymalne wykorzystanie energii wiatru do naturalnej wentylacji budynku. Dodatkowo, aby budynek mógł produkować energię w jego narożnikach umieszczono turbiny wiatrowe (rys. 4). Również lokalizacja i orientacja budynku zapewniają maksymalne wykorzystanie światła dziennego. Umieszczenie biur na wyższych kondygnacjach sprawia, że naturalne oświetlenie dociera przez dłuższy czas do powierzchni biurowych redukując zużycie energii elektrycznej [20].



Rys. 4. Turbiny wiatrowe umieszczone w narożniku i dachu Clean Energy Tower. [7]

Fig. 4. Wind turbine located in the corners of Clean Energy Tower. [7]

We współczesnych projektach zauważalnym trendem zaczyna być dążenie do stworzenia budynków przyjaznych człowiekowi i pozostających w harmonii z naturalnym środowiskiem. Przestrzeń miejska cierpi coraz bardziej na brak terenów zielonych, co sprawia, że mieszkańcy nie czują się komfortowo, dlatego też bryły budynków zaczynają być zbliżone do form organicznych, a elewacje i konstrukcja przeplatane są naturalną roślinnością (rys. 5, 6). W budynku wykorzystywane są zaawansowane technologicznie systemy grawitacyjnej filtracji wody opadowej, które umożliwiają jej powtórne wykorzystanie, np. do mycia szklanych elewacji.



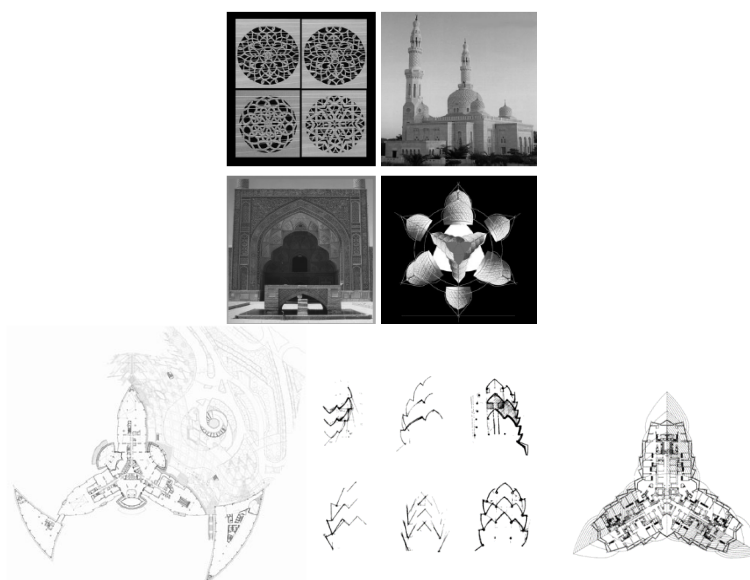
Rys. 5. Wizualizacje: a) The Editt Tower, Singapore, b) Chong Qing Tower, China [20]
Fig. 5. Presentation of: a) Edit Tower in Singapore, b) Chong Qing Tower, China [20]



Rys. 6. Budynki: a) BIDV Tower, Wietnam, b) i K Tower, Kuwejt [20]
Fig. 6. Buildings: a) BIDV in Vietnam, b) Kuwait City [20].

4. Wpływ lokalnej kultury and architektury

Architektura obiektów wysokich często odwzorowuje kulturową tożsamość miejsca w którym obiekt jest tworzony. Przy doborze przekrojów poprzecznych budynku architekci sięgają do lokalnej kultury i sztuki oraz form odzwierciedlających lokalne ornamenty wywodzące się z kultu religijnego. Adrian Smith odpowiedzialny za projekt architektoniczny budynku Burj Khalifa inspirował się w dużej mierze wzornictwem i architekturą charakterystyczną dla krajów Bliskiego Wschodu (rys. 7). Projekt widzianego z góry budynku ma odzwierciedlać swoją geometrią kształt kwiatu pustyni (desert flower) [14].

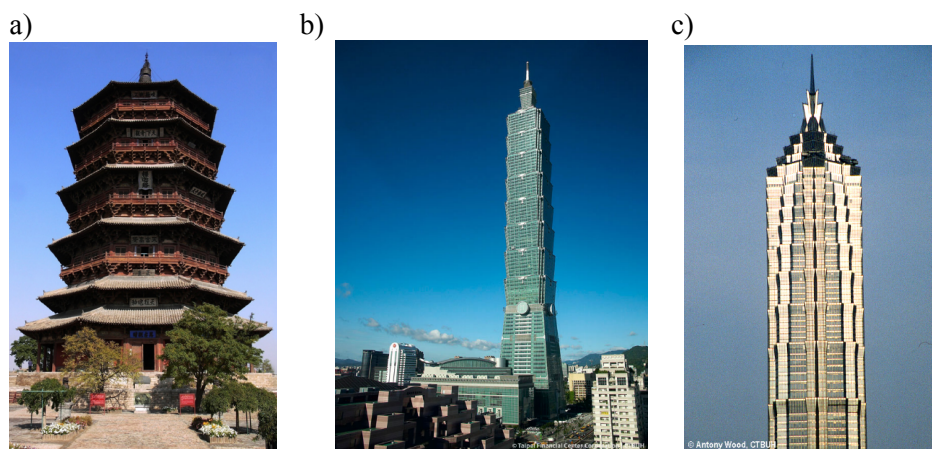


Rys. 7. Wpływ kultury i sztuki Bliskiego Wschodu na dobór przekroju budynku Burj Khalifa[14]

Fig. 7. Middle East cultural inspiration for cross-section of Burj Khalifa Tower [14]

Przy budowie najwyższych obiektów dominującym obciążeniem jest wiatr, nie bez znaczenia jest również ciężar własny całej konstrukcji, oba te czynniki z konstrukcyjnego punktu widzenia wpływają na kształt obiektu, w szczególności zmniejszający się wraz z wysokością przekrój poprzeczny. Układ konstrukcyjny budynku Burj Kalifa opiera się na przekroju zbliżonym do litery Y, gdzie ramiona zostały rozstawione co 120 stopni. Taki przekrój charakteryzuje się znacznie bardziej korzystnym rozkładem ciśnień wiatru, a symetryczna bryła sprawia, że jest w mniejszym stopniu podatny na dynamiczne porywy wiatru z różnych kierunków.

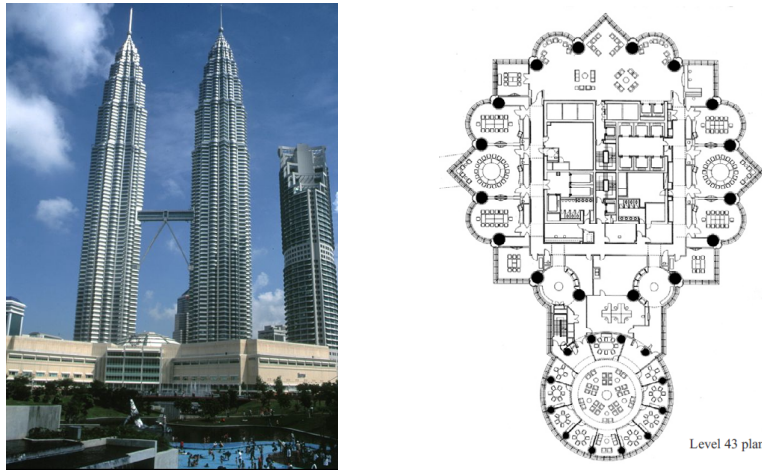
Architektura wysokościowców w Azji prezentuje jak silnie lokalna kultura wpływa na architektoniczną formę budynku (rys. 8). Wieżowiec Taipei 101 posiada unikalną bryłę składającą się z powtórzenia ośmiu elementów zawierających osiem pięter. Liczba osiem w języku chińskim oznacza szczęście oraz nawiązuje do amuletów przynoszących pomyślność [10]. W budynku Jin Mao Tower widać odniesienie do pagody, która w architekturze sakralnej Dalekiego Wschodu pełni funkcję wielokondygnacyjnej wieży służącej do przechowywania i ochrony relikwii.



Rys. 8. Inspiracja tradycyjną pagodą [27] (a) widoczną przy projektach: b) Taipei 101 [26], c) Jin Mao Building [26].

Fig. 8. Inspiration of traditional Pagod [27] (a) in buildings: b) Taipei 101 [26], c) Jin Mao Building [26].

Petronas Towers był projektem, który miał za zadanie umieścić Kuala Lumpur na gospodarczej liście świata. Bardzo szybko stał się dumą i symbolem nowoczesności Malezji. Poprzeczny przekrój budynku jest ukształtowany poprzez rotacje kwadratów (rys. 9). W tradycji islamskiej połączone kwadraty oznaczają porządek i harmonię. Bryłę budynku uzupełniono o półkoliste kształty na krawędziach, dzięki czemu uzyskano dodatkową powierzchnię użytkową bez zmiany pierwotnego odniesienia do kultury i religii regionu. Inną bardzo charakterystyczną cechą budownictwa wysokiego w Azji jest wieńczenie budowli iglicą.



Rys. 9. Dwie wieże Petronas Towers i przekrój poprzeczny budynku na 43 piętrze. [8]

Fig. 9. Petronas Tower with section on level 43 [8]

5. Klasyfikacja współczesnych form budynków wysokich

Budowane obecnie budynki wysokie można zakwalifikować do następujących kategorii (zastosowano angielskie nazewnictwo, ze względu na powszechne jego użycie) [16].

Extruders – budynki oparte na takim samym planie wielokątnej lub kołowej podstawy. Kształty budynków mogą składać się z prostych lub załamanych względem siebie form. Charakterystyczną cechą są przeplatające się wzajemnie struktury.

Rotors – budynki oparte na rotacji krzywej wzdłuż ortogonalnej pionowej lub poziomej prostej, mogą być jedno lub dwukrzywiznowe (rys. 10).



Rys. 10. Od lewej: Fairgrounds Redevelopment Milan, Swiss Re London, Westhafen Tower Frankfurt, Communication Tower Palencia, Green Bird, Torre Agar Barcelona. [16]

Fig. 10. From the left: Fairgrounds Redevelopment Milan, Swiss Re London, Westhafen Tower Frankfurt, Communication Tower Palencia, Green Bird, Torre Agar Barcelona. [16]

Twisters i Tordos – budynki o ortogonalnym trzonie z powtarzającymi się kondygnacjami. Piętra przemieszczone są względem siebie nadając fasadom skręcone krzywoliniowe kształty (rys. 11).



Rys. 11. Od lewej: Turning Toro, Malmö, Infinity Tower Dubai, Ocean Heights One Residential Tower Dubai, Avaz Twist Tower Sarajevo Bosnia-Herzegovina, Fordham Spire Chicago, Gazprom [16]

Fig. 11. From the left: Fairgrounds Redevelopment Milan, Swiss Re London, Westhafen Tower Frankfurt, Communication Tower Palencia, Green Bird, Torre Agar Barcelona. [16]

Slicers – krzywoliniowy kształt oraz nieregularność powłoki fasady kształtowana jest przez wykorzystanie balkonów lub skręconych względem siebie kondygnacji (rys. 12). Często wykorzystuje się niejednorodne formy elewacji.



Rys. 12. Od lewej budynki: Aqua Tower Chicago, Absolute World Building, Mississauga Canada [16]

Fig. 12. From the left: Aqua Tower Chicago, Absolute World Building, and Mississauga Canada [16]

Free shapers - Wiele budynków kształtowanych jest także w sposób niepodlegający klasyfikacji, (np. rys. 13).



Rys. 13. Od lewej koncepcje architektoniczne: Desert Tower Peru, Hydropolis Dubai, Penang Malaysia. [26]

Fig. 13. From the left architectural presentation of Desert Tower Peru, Hydropolis Dubai, Penang Malaysia. [26]

Konsekwencją dalszego rozwoju nowoczesnych form będą nowe kształty budynków często obiegające od prostych i ortogonalnych form. Drapacze chmur coraz częściej będą przypominały górujące nad ziemią rzeźby (rys. 14). Rozwój nowoczesnych technologii pozwala już dziś na swobodne kształtowanie brył budynków wysokich z wykorzystaniem krzywoliniowych, opływowych kształtów (rys. 15). Dla inwestorów coraz większe znaczenie zaczyna mieć nowatorska i niepowtarzalna forma, a coraz mniejszą rolę odgrywają względy ekonomiczne. Architekci zaczynają sięgać po złożone, krzywoliniowe kształty fasad oraz skrzyżowane formy burzące dotychczasowe myślenie o wznoszeniu wieżowców jako prostych brył. Na rysunkach poniżej przedstawiono kilka wybranych przykładów współczesnych form architektonicznych.



Rys. 14. Od lewej: Mutawaa Tower Dubai , Gazprom Petersburg, The Legs Abu Dhabi, Dancing Towers Dubai. [16]

Fig. 14. From the left: Buildings Mutawaa Tower Dubai , Gazprom Petersburg, The Legs Abu Dhabi, Dancing Towers Dubai. [16]



Rys. 15. Od lewej: Torre Castelló, Palencia, Cobra Towers Kuwait, Twisted Teres China, World Business Center S. Korea, Bicentenary Towers Mexico City, Dubai Towers [16]

Fig. 15. From the left: Torre Castelló, Palencia, Cobra Towers Kuwait, Twisted Teres China, World Business Center S. Korea, Bicentenary Towers Mexico City, Dubai Towers.[16]

6. Koncepcja podniebnego miasta

Układ urbanistyczny miasta powoduje, że może on na mniejszej powierzchni pomieścić znacznie większą liczbę ludności niż na terenach podmiejskich. Szacunkowe dane pokazują, że w Chinach nawet do 12 milionów ludzi rocznie będzie przenosić się na tereny miejskie w okresie do 2030 roku. 3.9 miliarda ludzi na ziemi będzie mieszkało w miastach, a 40 % populacji ludzkiej będą stanowić mieszkańcy miast powyżej 1 miliona [6].

Dlatego urbaniści szukają nowych rozwiązań jak efektywniej wykorzystać gęsto zaludnioną miejską przestrzeń. Jednym z pomysłów jest koncepcja budowy przyjaznego człowiekowi „podniebnego miasta”. Prawdopodobnie będzie to kierunek, w którym będzie podążać współczesne budownictwo wysokościowe w najbardziej zatłoczonych metropoliach. Koncepcje budowy takiego wieżowca pojawiły się w Japonii, która znana jest z problemów miast takich jak Tokio. Japońska firma Takeneka, która stworzyła koncepcje budynku miasta Sky City 1000 zorganizowała w 2007 roku konkurs na koncepcje budynku o wysokości 1600m, który miałby pełnić funkcje podniebnego miasta i być w pełni przyjazny dla człowieka [3]. 25 zespołów złożonych z architektów i inżynierów przedstawiło swoje pomysły, kilka wybranych koncepcji jest widoczne na poniższych ilustracjach (rys. 16).



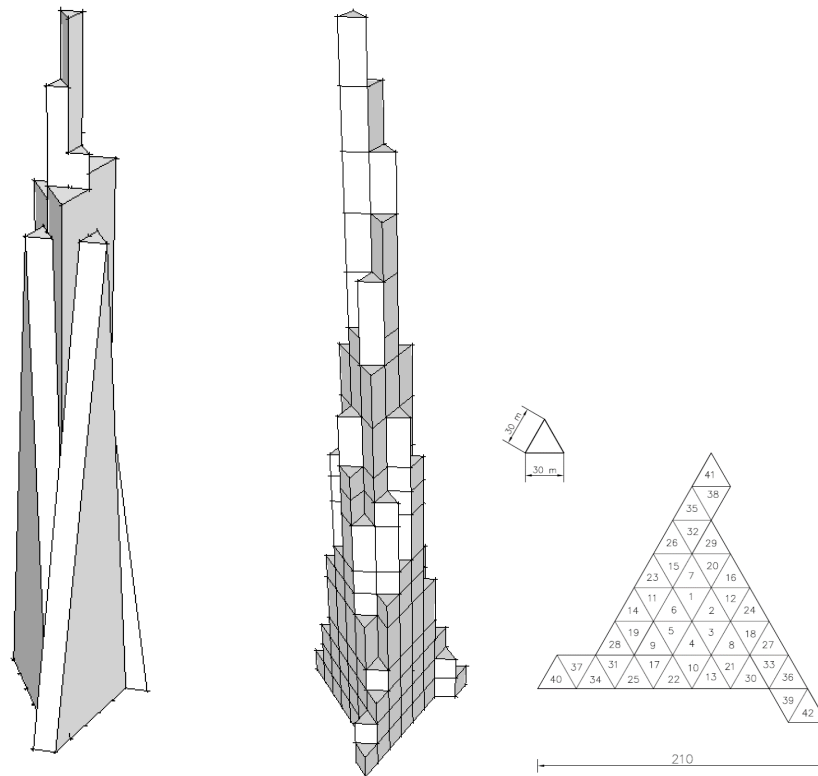
Rys. 16. Od lewej prezentacje konkursowe: Liquid Cristal Tower, Tower Of Life, Air Tube City. [3]

Fig. 16. From the left architectural presentation of competition Liquid Cristal Tower, Tower of Life, Air Tube City. [3]

7. Koncepcja budynku o wysokości 1000 m

W 2012 roku w Politechnice Rzeszowskiej powstała praca magisterska, która stanowi studium na temat budownictwa wysokiego oraz historii jego rozwoju [9]. W pracy ujęto najnowsze tendencje i trendy w kształtowaniu obiektów wysokich. Przedstawiono koncepcję architektoniczną oraz zaproponowano układ konstrukcyjny budynku o wysokości 1000 m. Podjęto próbę analizy konstrukcji i ocenę otrzymanych wyników.

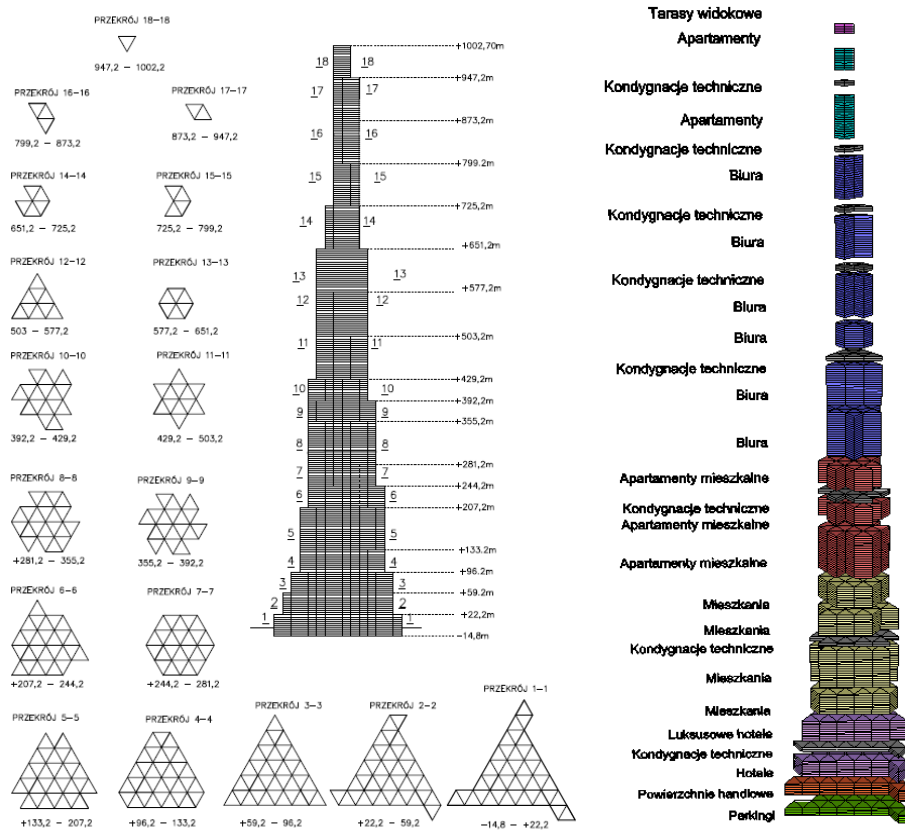
Koncepcja inspirowana była rozwiązaniami konstrukcyjnymi budynku Sears Tower w Chicago i Bank of China w Hongkongu. Przekrój poprzeczny najniższej kondygnacji podzielono na 42 trójkątne moduły. Każdy moduł posiada kształt trójkąta równobocznego o długości boku 30 m (rys. 17). Podstawa została ukształtowana w taki sposób aby efektywnie zwiększyć ramię siły i rozłożyć obciążenia na większą powierzchnię. Wraz z wysokością przekrój budynku zmienia się poprzez stopniowe odłączanie poszczególnych modułów. Budynek zmienia swój przekrój poprzeczny w 18 miejscach (rys. 18). W celu zapewnienia stabilności budynku proporcja długości boku podstawy w stosunku do wysokości wynosi 1:5. Obeliskowa forma została ukształtowana zgodnie z wytycznymi zawartymi w pracy [21].



Rys. 17. Dwie koncepcje budynku o wysokości 1000 m wraz z przekrojem poprzecznym

Fig. 17. Two concepts of 1000m tall building with cross-sectional area of floor

W celu dalszej analizy przyjęto układ funkcjonalny, aby oszacować obciążenia budynku. Zgodnie z obecnymi trendami w projektowaniu współczesne wysokościowce posiadają szereg kondygnacji o zróżnicowanej funkcji. Przeanalizowano układ funkcjonalny najwyższego obecnie budynku Burj Khalifa, na podstawie pracy [14] przyjęto podobny rozkład pomieszczeń uwzględniając przestrzenie hotelowe, biurowe, mieszkalne oraz kondygnacje techniczne (rys.18). Zestawienie obciążeń użytkowych i wiatru pokazało skalę i złożoność problemów z którymi musi zetknąć się konstruktor podczas projektowania. Wnioski pracy pokazały, że tradycyjne rozwiązania konstrukcyjne i materiałowe są niewystarczające już przy przeprowadzeniu wstępnej analizy. Widać także że tradycyjne podejście normowe przy obciążeniu wiatrem daje jedynie szacunkowe wartości, a racjonalne obciążenia można uzyskać jedynie poprzez specjalistyczne badania w tunelu aerodynamicznym.



Rys. 18. Obeliskowa forma budynku wraz przekrojami poprzecznymi pięter

Fig. 18. Obelisks shape of the building with sections of the floors

8. Wnioski

Współcześnie będziemy obserwować nieustanny rozwój budownictwa wysokiego. Szybko rozwijająca się technologia komputerowa daje inżynierom i architektom możliwości jakich nie było wcześniej. Pojawia się natomiast pytanie o granicę ludzkiej dumy i pychy w pokonywaniu wysokości i przeciwstawianiu się siłom przyrody. Wątek ten wyrażony został także w biblijnej przypowieści o Wieży Babel. Jak podają doniesienia medialne najwyższy budynek świata wciąż w dużej mierze stoi pusty, być może nienaturalna wysokość nie jest komfortowa dla ludzi, a stanowi jedynie chwilową atrakcją turystyczną.

Literatura

- [1] Braun art M., „*Beyond the limits of sustainable architecture*”, *Jenseists der Grenzen nachhaltiger Architectur*, 10 Herbstseminar 2004, s3.
- [2] CTBUH Case Study „*CCTV building – Headquarters & Cultural center*”, 2008
Praca zbiorowa.
- [3] CTBH Conference Proceeding “*Mile High Tower – Concept of vertical city*”
CTBUH 8th World Congress, 2008.
- [4] CTBUH Journal „*Tall buildings in numbers*”, 2009.
- [5] CTBUH “*Tall buildings in numbers “Year In review Tall trends of 2014 and forecasts for 2015”*”.
- [6] Forest R., Gill G., Smith A., „*Global Environmental Conceptualism*”, CTBUH 8th World Congress, Dubai, 2008.
- [7] Frechette E. R., Glichrist R., „*Towards Zero Energy A Case Study of the Pearl River Tower, Guangzhou, China*”, CTBUH Technical Paper, Dubai, 2008.
- [8] Galal A. „*Petronas Office Towers*” 2004 On site Review Report
- [9] Gasiński K. „*Studium budynku o wysokości 1000 m*” Praca dyplomowa magisterska. Politechnika Rzeszowska, Rzeszów 2012.
- [10] Jasiński A. “Znaczenie budynków wysokich i wysokościowych we współczesnej urbanistyce, przestrzeń i forma”.
- [11] Kumorek M. „*Analiza rozwoju budownictwa wysokiego*”, Fragment pracy dyplomowej magisterskiej, Uniwersytet Ekonomiczny w Krakowie, Kraków 2009, s.92, 94, 96, 100.
- [12] Semkowicz P., „*Budynki wysokie - uwagi o miejscu konsumpcji na pokaz w mieście oszczędnym*”, *Czasopismo techniczne „Technical Transactions Architecture*, Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej 2010.
- [13] Sheriff M., Smith G., Wesimantle P.”*Burj Dubai: An Architectural Technical Design Case Study*”, CTBUH Technical Paper, 2007, s 5.
- [14] Smith A., „*Burji Dubai Designing the world tallest*”, CTBUH 8th World Congress, 2008.
- [15] Smith A., Stochetti A., “CTBUH Case Study „*Kingdom Tower Jeddah*”, 2013
- [16] Vollers K. „*Morphological scheme of second- generation non- orthogonal high-rises*”, CTBUH 8th World Congress, Marzec 2008.
- [17] Wells M., „*Skyscrapers- structure and design*”, Laurence King Publishing, London 2005, s.6.
- [18] William F., Pawlikowski J., „*Design and construction of the world’s tallest building Burji Dubai*”, CTBUH 8th World Congress, Marzec 2008.
- [19] Wood A., “*Tall and Green: Typology for a Sustainable Urban Future*”, Council on Tall Building and Urban Habitat, Dubai 2008.
- [20] Yeang K. „*Ekoskyscrapers and Ecomimesis: New Tall Building Typologies*”, CTBUH 8th World Congress, Marzec 2008.
- [21] Zabłocki W., Zalewski W., „*Inspiracje inżynierskie kształtowania budynków wysokich – strukturalne kształty lekkich wysokich budynków*”. Symposium Projektowanie koncepcyjne – kształtowanie konstrukcji konstrukcje z blach fałdowych konstrukcje ciągnowe, Rzeszów maj 2000.
- [22] Żurański A., „*Obciążenia wiatrem budowli i konstrukcji*”, Arkady, Warszawa 1978.

Źródła internetowe:

- [23] www.skyscrapernews.com [dostęp: 8 czerwca 2015 r.]
[24] www.tallestbuildingintheworld.com , Mile High Tower Jeddah [dostęp: 2 marzec 2015 r.]
[25] www.worldbuildings.net, 19 Wrzesień 2007 r. [dostęp: 8 marzec 2015 .]
[26] www.ctbuh.com [dostęp: 10 marzec 2015 r.]
[27] www.cultural-china.com [dostęp: 10 marzec 2015 r.]
[28] www.skyscrapercenter.com [dostęp: 8 marzec 2015 .]

CONCEPTION OF 1000 M HIGH BUILDING ON THE BACKGROUND OF WORLD HIGH-RISE BUILDINGS

Summary

Essential urban, architectural, cultural, sustainable and structural aspects of shaping process of tall building executed around the world have been presented in the paper. Existing and proposed building solutions inspired by local culture, iconic and concept of vertical city were described. Classification of nowadays designed building, as: Extruders, Rotors, Twisters i Tordos, Slicers, and Free shapers was presented. On this background, own conception of 1000 m high building has been presented.

Keywords: Shaping of the buildings, high-rise construction, sustainability

Przesłano do redakcji: 30.05.2015

Przyjęto do druku: 10.01.2016

DOI: 10.7862/rb.2015.178