

# BUDOWNICTWO DYNAMICZNE

## – koncepcja czy realne rozwiązania?

**Bartosz Gładysz, Grzegorz Kaczmarczyk**

**Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie, Wydział Górnicztwa i Geoinżynierii**

**Opiekun naukowy: dr inż. Henryk Giurej, mgr inż. Michał Bettlej**

Przeprowadzone analizy pozwalają z optymizmem patrzeć na rozwój budownictwa dynamicznego, który niewątpliwie dokonuje się na naszych oczach.

Architekci w swoich wizjach nie ograniczają się już jedynie do zwiększania wysokości projektowanych budynków. Pojawił się nowy trend nazywany *Dynamic Architecture*[6]. Główną cechą jest wprawienie części budynku w ruch. Zarówno konstruktorzy, jak i architekci dokonują prób stałego połączenia ustroju nośnego z mechanizmem – nie tylko ze względów bezpieczeństwa, np. stosując aktywne tłumiki drgań, ale również ze względów użytkowo-wizualnych lub też ekonomicznych.

### Wyzwanie inżynierskie

Półtora roku temu na AGH w Krakowie podjęto prace koncepcyjne nad projektem konstrukcji budynku o ruchomych piętrach wraz z opracowaniem systemu napędu, instalacji technicznych, ciągów komunikacyjnych, systemu odwodnień itp. Niniejszy artykuł przedstawia jedynie w zarysie wyniki tych prac.

Z inżynierskiego punktu widzenia w pierwszej kolejności zwraca się uwagę na problematyczność zagadnienia: znaczną masę, którą należy wprawić w kontrolowany ruch[5] oraz siły generujące dodatkowe naprężenia. Oczywiście cała konstrukcja musi być w każdych warunkach bezpieczna dla użytkowników. Budownictwo dynamiczne, choć wydawałoby się nierzeczywiste, nie jest całkiem obce architektom.

Opracowanie projektu budynku dynamicznego stawia przed konstruktorem wyzwania związane ze zmienną geometrią obiektu. Mimo skomplikowania całości zagadnienia przy obecnym zaawansowaniu technologicznym konstrukcje do tej pory abstrakcyjne stają się możliwe do wykonania i zbudowania.

### Budownictwo dynamiczne we współczesnym świecie

Jako pierwszy tego typu przykład można przedstawić obecnie budowane w Szanghaju centrum biurowo-kulturalne. W tym wypadku w ruch wprawiona została sama elewacja. Trzypiętrowy budynek otaczają trzy warstwy rur wykonanych z brązu, przedstawione według autorów jako, w dosłownym tłumaczeniu, „ruchome zasłony”. Elewacja będzie się zmieniać w zależności od sposobu wykorzystania wnętrza.

Kolejną budowlą, której blisko do wizji autorów, jest szkocka wieża Glasgow Tower. W założeniu ta 127-metrowa konstrukcja miała obracać się o 360° tak, aby stwarzać jak najmniejszy opór dla wiatru. Wieża posadowiona została na łożysku osadzonym w 15-metrowym kesonie. Problemy z łożyskiem pojawiły się już na samym początku – a sama wieża była wielokrotnie zamykana ze względów bezpieczeństwa. Koncepcję przenoszenia obciążeń zmieniono w 2014 roku. Konstrukcja została podniesiona na specjalnym siłowniku, a łożysko walcowe zmieniono na kulkowe. Częstość ruchu zredukowana została oficjalnie do kilku obrotów w tygodniu, jednak nieoficjalne dane mówią o pojedynczych obrotach w przeciągu miesiąca. Przez złe dobranie łożyska wieża pozostawała przez większość czasu zamknięta. Przenosząc się do południowo-zachodnich Niemiec, do Fryburga, można się natknąć na dom o nietypowym kształcie. To właśnie tam od 1997 roku stoi Heliotrop – dom podążający za słońcem. Robert Disch – bo tak nazywa się jego autor – długo przed zaprojektowaniem swojego domu interesował się wykorzystaniem odnawialnych źródeł energii. Dom składa się z trzech poziomów, w dużej części przeszklonych. Pola przeszkleń dobrane zostały w taki sposób, aby podążając za słońcem, zbierały jak najwięcej energii, natomiast druga strona została mocno zaizolowana. Dobór materiałów oraz ustawienie paneli słonecznych, a także wprowadzenie mechanizmu doprowadziło do powstania pierwszego domu o pozytywnym bilansie energetycznym.

## POCZĄTEK PRAC NAD KONCEPCJĄ Opracowanie pierwszego modelu 3D

Jednym z planowanych etapów było opracowanie modelu, jaki mógłby zostać wydrukowany na drukarce 3D i który ukazywałby w mniejszej skali większość problemów, z jakimi muszą zmierzyć się konstruktorzy chcący zaprojektować budynek dynamiczny. Pierwsze z nich dotyczyły elementów, które mogą być wprawiane w ruch. Postanowiono, że umożliwiony zostanie ruch obrotowy osobno z każdego piętra. Oczywiście jest, że wprawienie w ruch elementów konstrukcji o takich gabarytach wymusza konieczność modyfikacji znanych dotychczas rozwiązań instalacji elektrycznej, wodnej oraz ciągów komunikacyjnych. W rozważanym wariantcie uznano za niezbędne pozostawienie nieruchomego rdzenia budynku. Na rysunku [rys. 4.] oznaczony on został kolorem niebieskim. W modelu zaplanowano cztery piętra ruchome oraz jedną kondygnację stałą.

Po ustaleniu założeń wstępnych przystąpiono do opracowania modelu budynku: sprecyzowano kształt pięter (stropów), wyznaczono masy oraz dobrano silniki wraz z odpowiednimi przekładniami. Potrzebne były rozwiązania, które generowałyby stosunkowo duży moment obrotowy przy niskiej prędkości obrotowej. Ostatecznie po wielu analizach wykorzystane zostały modelarskie serwery, które i tak wymagały modyfikacji.

## Technologia Rzeczywistości Wirtualnej i Rozszerzonej

Autorzy uznali, że tak nietypowy projekt wymaga również nietypowych rozwiązań związanych z prezentacją projektu budynku. Wykorzystane zostały technologie rozszerzonej i wirtualnej rzeczywistości. Środowiska rzeczywistości rozszerzonej cechują się wprowadzaniem na obraz zbierany przez kamerę dodatkowych elementów wirtualnych. Ścisłą definicję zaproponował Ronald Azuma. Według tej koncepcji rozszerzona rzeczywistość:

- łączy w sobie świat realny oraz rzeczywistość wirtualną,
- jest interaktywna w czasie rzeczywistym,
- pozwala na przemieszczanie się w trzech wymiarach.

Warunki te spełnia środowisko AUGMENT, wykorzystywane m.in. przez Boeinga przy prezentacji nowych samolotów. Uruchomiony na smartfonie program w czasie rzeczywistym nakłada na rzeczywisty obraz opracowany model 3D. Na rysunku [rys. 5.] zaprezentowany został zrzut ekranu programu rozszerzonej rzeczywistości AUGMENT. Widoczny jest – leżący na stole – tzw. tracker i cyfrowo nałożony wirtualny stolik oraz model. Tracker jest kartką z odpowiednim wzorem, dzięki której program na bieżąco oblicza położenie płaszczyzny względem kamery i jest w stanie ukazać model w stosownej perspektywie.

Następnie wykonany został model współdziałający z rzeczywistością wirtualną. Przy prezentacji w rzeczywistości wirtualnej niezbędny jest dodatkowy headset – urządzenie zakładane jak okulary, posiadające dwa ekrany (po jednym na oko). Program, przetwarzając wskazania akcelerometru, analizuje ruchy głowy wraz z założonymi goglami i dzięki temu jest w stanie w czasie rzeczywistym dostosowywać perspektywę obrazu do tego, na czym skupia się odbiorca.

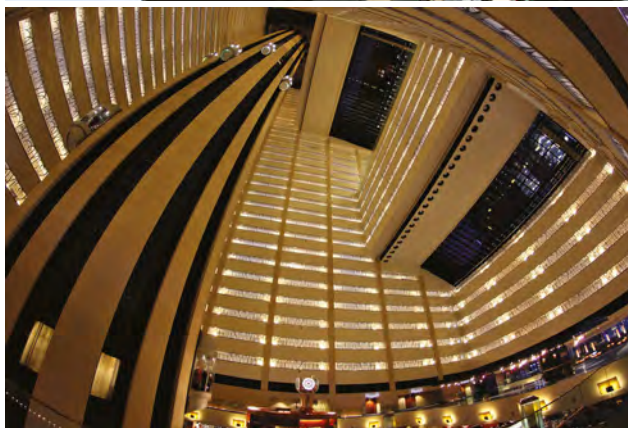
Na rysunku [rys. 6.] widoczny jest podgląd modelu w systemie MODELÓ poprzez smartfon. Można zauważyć dwa budynki. Różnią się one delikatną rozbieżnością perspektywy – tak jak w rzeczywistości – czy osobno widzą nieznacznie inny obraz. Dzięki temu odbiorca doznaje inercji i dostrzega głębię przedstawianego projektu.

## Propozycje realnego rozwiązania

Zasadniczo analizowany budynek można podzielić na dwie części: ruchome piętra oraz stały nieruchomy rdzeń (trzon) o kształcie walca. Pomiędzy piętrami znajdują się będą omówione w dalszej części artykułu układy jezdne. Od strony konstrukcyjnej żelbetowy trzon o średnicy 10 m ma za zadanie przenosić obciążenia poziome od wiatru oraz część obciążeń grawitacyjnych. Piętra zaś będą mogły obra-



Fot. arch. BigBen12



Fot. arch. Basil D Souri



Fot. arch. Halham official

Rys. 1, 2, 3. Przykładem budynku dynamicznego jest Hotel Marriott w Nowym Jorku z platformą obrotową w restauracji



cać się wokół rdzenia. Będą one wykonane z lekkiej konstrukcji stalowej. Na zasadniczą część konstrukcji piętra składają się trzy rzędy 24 słupów połączone ringami. Elementy są zróżnicowane pod względem przekrojów. Co cztery piętra obrotowe znajduje się nieruchome żelbetowe sprężone piętro płytowo-belkowe, przenoszące obciążenia pionowe od pięter powyżej. Sposób ten umożliwi stworzenie budynku wysokościowego.

W analizowanym budynku obrys zewnętrzny piętra oparto na kształcie trójkąta sferycznego, a promień okręgu opisanego wynosić będzie 19 m. Prędkość obrotu musi zostać dobrana w taki sposób, aby człowiek mógł bezpiecznie przejść z trzonu na ruchome piętro. Jako bezpieczną prędkość liniową krawędzi wewnętrznej piętra (przy trzonie  $R = 5$  m) przyjęto 0,5 m/min. Tę wartość można podstawiać do równań opisujących ruch jednostajny po okręgu. Otrzymamy czas potrzebny na obrót całego piętra wynoszący 62,8 min. Prędkości te mogą być zmieniane i dostosowywane do aktualnych potrzeb, jednak z zachowaniem marginesu bezpieczeństwa.

Podczas pracy nad niniejszym projektem wymagane było wykonanie dogłębnego rozeznania dotyczącego dostępnych rozwiązań technologicznych, zwłaszcza w dziedzinie nowych materiałów, zespołów napędowych oraz łożysk odpowiedzialnych za przenoszenie obciążeń. Rozwiązano kwestie doprowadzenia energii elektrycznej do instalacji znajdującej się w obrotowej części konstrukcji oraz doprowadzenia bieżącej wody i odprowadzenia ścieków, zachowując możliwość ruchu kondygnacji. Względny bezpieczeństwa wymagały również wprowadzenia ścieżek ewakuacyjnych, które niezależnie od położenia piętra umożliwiłyby sprawne opuszczenie budynku.

Na rys. 8. widoczny jest nieruchomy rdzeń z windą, łazienką oraz częścią kuchenną otoczony klatką schodową, korytarz części obracającej się, część właściwa części obrotowej otoczona rzędami 24 słupów oraz najbardziej zewnętrzne – powierzchnie balkonów. Słupy wewnętrzne pięter zostały odsunięte od lica trzonu o ok. 1 m. Element nieobracalny jest niezbędny do stworzenia części, w której mieściłyby się pomieszczenia sanitarne, oraz do poprowadzenia ciągów komunikacyjnych i ścieżek ewakuacyjnych.

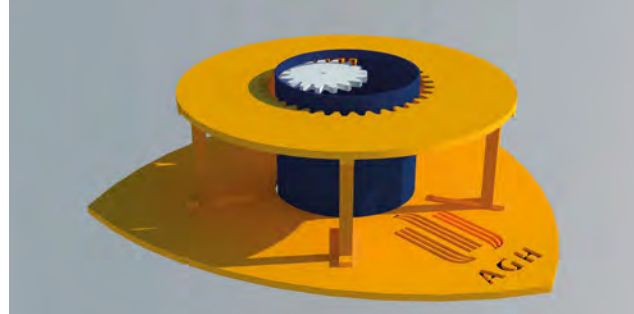
### Wprawienie piętra w ruch

Po dogłębnym zapoznaniu się z ofertami zespołów napędowych dostępnych na rynku obrane zostało rozwiązanie znane, ale dostosowane specjalnie dla niniejszego projektu. Inspirując się kolejami liniowymi[4] oraz komunikacją tramwajową, stworzono koncept hydraulicznego zespołu napędowego. Napęd hydrauliczny składałby się ze zbiornika z medium, pompy, zaworu bezpieczeństwa, rozdzielacza filtra oraz silnika hydraulicznego[7]. Niewątpliwą zaletą silnika hydraulicznego jest jego moc oraz wymiary. Urządzenia hydrauliczne cechują się trwałością i niezawodnością pod warunkiem poprawnego uszczelnienia oraz zabezpieczenia przed wyciekami medium. Łatwość serwisowania oraz naprawy urządzeń hydraulicznych wynika z ich prostej konstrukcji. Układy hydrauliczne umożliwiają płynną i bezstopniową regulację ruchu oraz – w razie konieczności wyhamowania lub zatrzymania się obrotowego segmentu – natychmiastową zmianę kierunku ruchu. Wadą układów hydraulicznych jest ich wrażliwość na zapowietrzenie oraz na skoki temperaturowe.

W obrotowym segmencie wydzielona zostałaby maszynownia zajmująca małą powierzchnię, w której umiejscowione byłyby: zbiornik z medium, zespół pomp, sterowanie oraz systemy bezpieczeństwa. Moment obrotowy przekazywany jest na koła napędowe znajdujące się między kondygnacjami budynku. To one odpowiedzialne są zarówno za wprawienie kondygnacji w ruch, jak i za przenoszenie obciążeń na elementy konstrukcyjne.

### Energia elektryczna

Jednym z wyzwań jest zapewnienie obrotowym kondygnacjom dostępu do energii elektrycznej. Opracowano bezpieczny sposób przekazywania energii elektrycznej na obracającą się część piętra. Wyko-



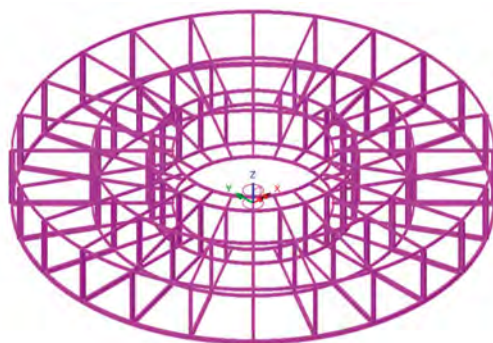
Rys. 4. Piętro modelu



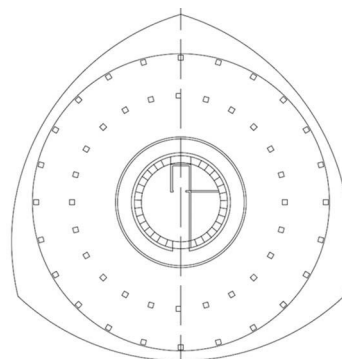
Rys. 5. Zrzut ekranu programu AUGMENT



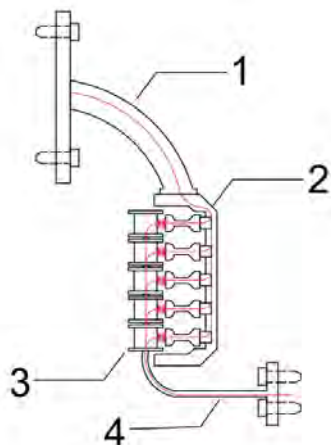
Rys. 6. Zrzut ekranu programu MODELO



Rys. 7. Widok izometryczny uproszczonego modelu klatki w programie LUSAS



Rys. 8. Rzut piętra



Rys. 9. Schemat przekazywania energii elektrycznej. 1. – Obudowa przytwierdzona do trzonu, 2. – Głowica z szyną przewodnią, 3. – Rolka kontaktowa tocząca się po szynie. 4. – Obudowa zamocowana w części ruchomej

rzystując kształt walcowy (stały promień), możliwe jest zastosowanie rozwiązań działających na zasadzie szyny prądowej. Po przeanalizowaniu gotowych, sprawdzonych i dostępnych na rynku rozwiązań najczęściej pożądanym cech znaleźć można w systemie *bottom contact third rail*. Szyna, dzięki swojemu położeniu w stropie kondygnacji, pozostaje niewidoczna dla przeciętnego użytkownika. Umieszczenie w ten sposób system może pełnić swoją rolę w bezpieczny sposób.

Ponadto w przypadku awarii rolki przekątnikowej lub starcia się materiału przewodzącego naprawa całego modułu będzie łatwiejsza.

### Wodociągi oraz kanalizacja

Pierwsze konstrukcje odpowiedzialne za doprowadzanie wody opracowali Grecy, najstarszy podziemny akwedukt – Tunel Eupalina na wyspie Samos – datuje się na VI wiek p.n.e. Wydawałoby się, że przez ponad dwa tysiąclecia doprowadzanie wody przestało stanowić dla ludzkości problem. Sprawa komplikuje się jednak, gdy zakłada się możliwość stałego ruchu części obiektu. Doprowadzanie wody bezpośrednio rurą z odpowiednim złączem obrotowym wiązałyby się z kolizją z nieruchomym rdzeniem. Rura musiałaby niejako „przecinać” betonową ścianę wału. Analizowany był również sposób przekazywania wody oraz nieczystości do (oraz ze) specjalnych zbiorników znajdujących się w stropach. Główną wadą tej koncepcji byłoby ograniczenie możliwości obrotu na czas przepompowywania cieczy. Kolejną niedoskonałością tego podejścia do problemu stawał się spadek użyteczności piętra, gdyby jego napęd uległ awarii. Należy pamiętać, że duże przestrzenie wypełnione cieczą generowałyby olbrzymie siły, a piętro musiałoby być ustawione w odpowiedniej konfiguracji z rdzeniem w celu dokonania przepompowania. Aby uniknąć wymienionych zagrożeń, postanowiono poprowadzić instalację wodno-kanalizacyjną jedynie w odpowiednio dużym nieruchomym rdzeniu. Pozwala to na klasyczne umiejscowienie części kuchennej oraz łazienki w nieporuszającym się elemencie budynku. Użytkownik nawet podczas niedogodności związanych z ewentualnymi awariami mógłby korzystać z piętra jak ze zwykłego apartamentu. Dodatkową zaletą jest trwałość i niezawodność związana z tradycyjną formą instalacji.

REKLAMA



decoSTONE  
struktura natury

## DEKORACYJNE NAWIERZCHNIE BETONOWE Z EKSPONOWANYM KRUSZYWEM

Trwałe

Antypoślizgowe

Łatwe  
w utrzymaniu

Indywidualnie  
projektowane  
wzory

więcej o DECO na [BetonNaDom.pl](http://BetonNaDom.pl)

Skontaktuj się z nami! 801 238 669 • [beton@e-cemex.pl](mailto:beton@e-cemex.pl)



## Ciągi komunikacyjne

Przy początkowym podejściu do projektowania budynku obrotowego zakładany był ruch zsynchronizowany konstrukcji jako całości. Taki wariant pozwalał na prowadzenie ciągów komunikacyjnych będących składową częścią obracającej się. Klatka schodowa konstrukcyjnie nie różniłaby się pod wieloma względami od tych z prefabrykowanych schodów stalowych. Również winda nie posiadałaby cech rozwiązań przygotowanych specjalnie dla budownictwa dynamicznego. Autorzy w rozpatrywanym projekcie analizują jednak budynek z możliwością niezależnego obrotu każdego piętra z prędkością dostosowywaną przez użytkownika. Również w zakresie prowadzenia ciągów komunikacyjnych wykorzystywany jest nieruchomy rdzeń. Wewnątrz rdzenia znajdować się może winda działająca jako podstawowy środek transportu między kondygnacjami. W sytuacjach awaryjnych natomiast niezbędna jest możliwość opuszczenia budynku niezależna od elektryczności. Przy początkowej formie, w której obiekt miałby być budynkiem pięciokondygnacyjnym, pod uwagę były brane trapy ratunkowe. Byłoby to jednak rozwiązanie jednorazowe, znajdujące zastosowanie tylko na niskich kondygnacjach. Wraz z rozwojem projektu autorzy analizują sposoby przenoszenia obciążenia w sposób pośredni. Pozwoliłoby to na tworzenie budynku dynamicznego wysokościowego, a nawet w formie drapacza chmur. Niezbędna jest więc bezpieczna droga ewakuacyjna wewnątrz budynku. Po dokonaniu niewielkich zmian na modelu 3D okazało się, że schody mogą zostać ukryte w rdzeniu – pomiędzy częścią użytkową a jego zewnętrzną ścianą według schematu [rys. 8.].

## System rynien

Ze względu na innowacyjny charakter zagadnienia również przy systemach odwodnień (rynien) należało dokładnie zaplanować każdy szczegół rozwiązania. Umożliwiając kondygnacjom niezależny ruch, należy rozpatrzyć wszelkie przypadki ułożenia pięter. Pierwszym nasuwającym się rozwiązaniem jest poprowadzenie rynny ściekowej w nieruchomym rdzeniu. Należy jednak pamiętać, że planowany kształt umożliwia takie ustawienie pięter, w którym strop wyższego piętra nie osłania stropu niższego. Autorzy zdecydowali się na zastosowanie rynien biegnących przez ruchome kondygnacje. Rozwiązanie to znane jest między innymi z budynków o dachach szedowych. Główne niebezpieczeństwo związane z systemem rynien zewnętrznych to możliwość zamarzania wody w odpływie, lecz lata eksploatacji obiektów z dachami pilastymi zaowocowały poznaniem sposobów na odpowiedni dobór materiałów izolacyjnych. Na każdym stropie musi znajdować się wyprofilowane koryto o odpowiednim spadku, dzięki któremu zbierana woda opadająca zmierzać będzie ku klasycznemu przelotowi przez strop, następnie ciecz opadałaby odpowiednio ukrytą rynną przez kondygnację w stronę koryta na niższym piętrze. System ten zapewni bezpieczne odprowadzenie wody, możliwa będzie także kontrola drożności ujścia.

## System wentylacyjny oraz klimatyzacja

Aby zapewnić pełną funkcjonalność zarówno nieruchomego rdzenia, jak i segmentu obrotowego, konieczne jest zapewnienie systemu wentylacji oraz klimatyzacji. W projektowanym obiekcie przewody wentylacyjne poprowadzone zostaną w nieruchomym rdzeniu. Każdy poziom rdzenia zostanie wyposażony w zestaw wywiewników i nawiewników. Świeże powietrze będzie dostawało się do segmentu poprzez nawiewnik, natomiast powietrze zużyte będzie odbierane przez wywiewnik i dalej kanałami wentylacyjnymi będzie wyprowadzane specjalnie zaprojektowanym kominem nad budynek.

Odpowiedni mikroklimat w obrotowym budynku zapewni system klimatyzacji. Jednostka zewnętrzna znajdowałaby się na stropie obrotowego segmentu, natomiast zautomatyzowana jednostka wewnętrzna umieszczona zostałaby w środku budynku.

W celu zoptymalizowania działania zarówno systemu wentylacyjnego, jak i systemu klimatyzacji zastosowano by zautomatyzowane sterowanie, mogące dostosować się do wymagań użytkownika czy też panujących warunków klimatycznych.

## Automatyka budowlana

Projektowany budynek obrotowy jest złożony z wielu elementów – zarówno z układów mechanicznych, jak i z instalacji, które umożliwiają jego prawidłowe funkcjonowanie. Dlatego też charakter zastosowanych urządzeń automatyki, kontroli i nadzoru sytuuje przedmiotowy budynek w klasie tzw. obiektów inteligentnych – ich istotą jest skoncentrowanie wszystkich funkcji nadzorczych oraz sterujących budynku i ich podgląd w czasie rzeczywistym w jednym systemie informatycznym.

Dzięki zastosowaniu czujników obecności, znanych z budynków energooszczędnych, możliwe stanie się zredukowanie zarówno zużycia energii elektrycznej przeznaczonej na oświetlenie, jak i przeznaczonej na systemy HVAC. Technologia umożliwiająca dopasowanie parametrów takich jak oświetlenie, temperatura czy wilgotność, nosi nazwę Automatyki Responsywnej. Systemy sterowania związane z automatyką responsywną umożliwiają dopasowanie parametrów budynku do indywidualnych preferencji użytkownika. Największą zaletą zintegrowania sterowania systemów użytkowych budynku jest to, że do operowania wszystkimi systemami należy nauczyć się obsługi tylko jednego systemu nadrzędnego. Dzięki zastosowaniu systemu sterowania budynkiem (BMS) możliwe stanie się ograniczenie zużycia energii niezbędnej na pokrycie zapotrzebowania energetycznego budynku[8].

Aby wykorzystać potencjał obrotowego budynku, sterowanie mogłoby zostać tak ustawione, aby piętrowe segmenty budynku obracały się wraz z ruchem słońca, by zapewnić dodatkowe doświetlenie promieniami słonecznymi tam, gdzie jest to potrzebne. Dzięki zastosowaniu szyb o zmiennej przepuszczalności możliwe stanie się sztuczne zacienianie wybranych pomieszczeń w budynku.

## Podsumowanie

Opracowanie projektu budynku dynamicznego stawia przed konstruktorem wyzwania związane ze zmienną geometrią obiektu. Mimo skomplikowania całości zagadnienia przy obecnym zaawansowaniu technologicznym konstrukcje do tej pory abstrakcyjne stają się możliwe do wykonania i zbudowania. Zdecydowanie najmocniejszą stroną obiektu dynamicznego jest jego efektowny wygląd oraz futurystyczny charakter[6], a także, jak się okazuje, optymalność pod względem bilansu elektrycznego. Wykonany w pełnej skali obiekt niezaprzecalnie stałby się charakterystycznym miejscem dla danego regionu. I tak samo jak największe drapacze chmur przyciągały do siebie turystów. Główną wadą jest koszt wykonania takiego budynku, w tym koszt serwisowania urządzeń odpowiedzialnych za prawidłowe funkcjonowanie układów: napędowego, wentylacyjnego oraz pionów instalacyjnych.

## Bibliografia

- [4] H. Kudzielka, Koleje linowe i wyciągi narciarskie – budowa i eksploatacja.
- [5] T. AL-Khafaji H. Zobel, Mosty Ruchome.
- [6] Ch. Randal, Revolving Architecture: A History of Buildings that Rotate, Swivel, and Pivot.
- [7] Gustaw Kotnis, Budowa i eksploatacja układów hydraulicznych w maszynach.
- [8] Praca zbiorowa pod redakcją Mariana Nogi, Budowa i eksploatacja układów hydraulicznych w maszynach.

## Abstract: DYNAMIC BUILDING – CONCEPT OR REAL CAPABILITIES.

Od półtora roku na AGH w Krakowie prowadzone są prace koncepcyjne nad projektem konstrukcji budynku o ruchomych piętrach wraz z opracowaniem systemu napędu, instalacji technicznych, ciągów komunikacyjnych, systemu odwodnień itp. Artykuł przedstawia w zarysie wyniki prac. Projekt znajduje się w zaawansowanym stadium. Poza rozwiązaniami opisanymi w artykule w programie LUSAS trwają prace nad rozwiązaniem problemów konstrukcyjnych.

**Słowa kluczowe:** budownictwo dynamiczne, budynek obrotowy