

Forma strukturalna współczesnych wież i platform obserwacyjnych na przykładzie realizacji wieży widokowej w Krynicy Zdroju

Mgr inż. Stanisław Czernik, Wydział Architektury, Politechnika Krakowska

1. Wprowadzenie

Budowa współczesnych wież widokowych i ścieżek napowietrznych umożliwiających dalekosiężną obserwację otaczającej przyrody na terenach podgórskich mających unikatowe walory krajobrazowe sprawia, że obiekty te są tym chętniej odwiedzane przez turystów i cieszą się wśród nich dużą popularnością. Obiekty te niejednokrotnie stają się znakami rozpoznawczymi danego regionu i są atrakcjami turystycznymi wpisującymi się w otaczający krajobraz. Współcześnie można zaobserwować wzrastającą tendencję do budowy wież widokowych połączonych z budową napowietrznych ścieżek stanowiących kompleks zabudowy rekreacyjno-wypoczynkowej. Obiekty te zazwyczaj dostosowane są do wymogów i potrzeb osób nie w pełni sprawnych fizycznie [1], a także niejednokrotnie pełnią również funkcję obiektów naukowo-dydaktycznych¹.

2. Przykład realizacji współczesnej wieży widokowej w Krynicy Zdroju

2.1. Ogólne założenia projektowe

Założeniem projektowym budowy wieży widokowej ze ścieżką przyrodniczo-edukacyjną w koronach drzew w Krynicy Zdroju jest dostosowanie obiektu do współczesnych wymogów osób o ograniczonej zdolności ruchowej i rodzin z małymi dziećmi, maksymalnie małą ingerencją projektowanego obiektu w otaczającą przyrodę oraz zapewnienie komfortu użytkowego w bezpośrednim odbiorze emocjonalnym i wizualnym otaczającej przyrody.

Dostosowanie analizowanego obiektu do wyżej wskazanych wymagań wiąże się z koniecznością likwidacji przeszkód utrudniających komunikację, takich jak: schody czy uskoki podestów uniemożliwiające swobodne poruszanie się osobom na wózkach inwalidzkich czy rodzinom z małymi dziećmi. W miejsce dawniej projektowanych schodów i drabin

wprowadzane są pochylnie dostosowane do wymagań osób o ograniczonej zdolności ruchowej². Kąt nachylenia pochylni kształtującej trasę ścieżki napowietrznej i podestów wieży widokowej nie przekracza 6%, co realizuje wytyczne obowiązującego rozporządzenia [1]. Stopniowy wzrost wysokości wraz z długością przebytej trasy spacerowej powoduje stopniową adaptację w odbiorze emocjonalnym wzrostu wysokości nad terenem oraz umożliwia „spacer w koronach drzew”. Ścieżki napowietrzne sytuowane w bezpośrednim sąsiedztwie drzew określane są mianem obiektów pozwalających na „zielony spacer” lub „kąpiel leśną” [2], spacer ten jest przyjemny w bezpośrednim odbiorze użytkowników, pozwalając im na chwilę relaksu i obcowania z otaczającą przyrodą. Trasa ścieżki napowietrznej kształtowana jest w taki sposób, aby odbiorca poruszający się po ścieżce odniósł wrażenie bezpośredniej bliskości rosnących drzew, które może dotknąć w każdej chwili za wyciągnięciem ręki. Uwarunkowania związane z możliwie minimalną ingerencją realizowanej inwestycji w drzewostan otaczającego lasu oraz zróżnicowana rzeźba terenu i skaliste podłoże wymuszają w sposób bezpośredni rodzaj zastosowanego posadowienia dla podpór trasy spacerowej oraz wieży widokowej.

Analizując czynniki przyrodnicze, parametry geologiczne podłoża, występującą rzeźbę terenu oraz wymagania inwestora, można uznać, że racjonalnym sposobem posadowienia podpór ścieżki napowietrznej jest posadowienie „punktowe” realizowane za pomocą stóp i oczepów uzbrojonych w mikropale. Posadowienie to w minimalnym stopniu ingeruje w otaczającą przyrodę³, umożliwiając zachowanie drzew rosnących w bezpośrednim sąsiedztwie projektowanej trasy spacerowej. Założenie projektowe posadowienia wieży widokowej w postaci płyty fundamentowej oprócz

¹ Na trasie ścieżek napowietrznych umieszczane są zazwyczaj tablice informacyjne, opisujące roślinność i zwierzęta żyjące w danym rejonie oraz przedstawiające ciekawostki i legendy danego regionu, gdzie zlokalizowany jest obiekt.

² Kąt nachylenia pochylni umieszczonej na otwartej przestrzeni, niezadaszonej i dostosowanej dla osób o ograniczonej zdolności ruchowej określają przepisy zawarte w rozporządzeniach i ustawach danego państwa. Na terytorium Polski w tym zakresie obowiązuje Rozporządzenie Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (§70 i §70.1).

³ Posadowienie tego typu nie wymaga zastosowania wykopów szeroko-przestrzennych, a jedynie wykopów wąskoprzestrzennych umożliwiających wykonanie stóp lub oczepów fundamentowych.



Rys. 1. Wizualizacja wieży ze ścieżką przyrodniczo-edukacyjną w koronach drzew w Krynicy Zdroju [3]

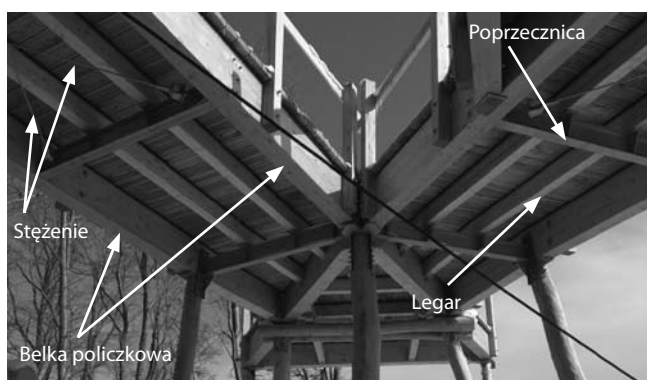
funkcji nośnej, przenoszącej obciążenia z wieży widokowej na podłoże gruntowe, pełni dodatkowo funkcję warstw wykończeniowych, posadzkowych, umożliwiających swobodną komunikację wokół wieży i z projektowanej zjeżdżalni tunelowej stanowiącej element dodatkowej atrakcji tego obiektu.

2.2. Materiały konstrukcyjne

Głównym materiałem konstrukcyjnym wieży widokowej i ścieżki napowietrznej realizowanej w Krynicy Zdroju jest drewno lite i drewno klejone. Konstrukcyjne elementy drewniane wieżi wsporczych połączone są z żelbetowymi fundamentami za pośrednictwem stalowych kotew zapewniających współpracę w bezpośrednim przekazywaniu obciążeń występujących w tych elementach.

Belki policzkowe ścieżki napowietrznej, słupki i poręcze balustrad wykonane są z drewna klejonego warstwowo zabezpieczonego antykorozyjnie przez impregnację powłok malarskich. Deski podestowe stanowiące podłogę podestów wykonane są z brusów⁴ z litego drewna modrzewiowego. Wszystkie elementy konstrukcyjne wież pośrednich ścieżki, podpór i zastrzałów oraz główna konstrukcja wieży widokowej wykonane są z drewna liściastego, gatunek robinia akacjowa (*Robinia pseudoacacia L.*) [4]. Drewno akacjowe zastosowane do budowy elementów konstrukcji nośnej

⁴ Brus – drewniane deski o grubości minimum 7–8 cm.



Rys. 2. Widok ogólny elementów konstrukcyjnych pochylni [5]

charakteryzuje się bardzo dobrymi parametrami wytrzymałościowymi i właściwościami fizycznymi.

Właściwości fizyczne materiału akacji: gęstość w stanie zupełnie suchym: 540–740–870 kg/m³, gęstość przy wilgotności 12–15%: 580–770–900 kg/m³, gęstość w stanie świeżym 800–900–950 kg/m³. Wybrane właściwości mechaniczne tego materiału: wytrzymałość na zginanie statyczne 103–136–169 MPa, wytrzymałość na ściskanie 62–72–81 MPa, wytrzymałość na rozciąganie ok. 4,3 MPa, wytrzymałość na ścinanie 11–13–16 MPa, twardość Brinella 67–78–88 MPa.

2.3. Budowa podestów i pochylni trasy ścieżki napowietrznej

Podesty i pochylnie formujące trasę ścieżki napowietrznej kompleksu zabudowy wieży widokowej w Krynicy Zdroju są zrealizowane w postaci belkowego układu konstrukcyjnego. Belki policzkowe stanowiące główne elementy nośne ścieżki są rozpięte pomiędzy wieżami wsporczymi zlokalizowanymi w załamaniach kierunku trasy spacerowej oraz są wsparte pośrednio na układzie przestrzennych zastrzałów⁵, realizując trójprzęsłowy układ belki. Ciągłość belek policzkowych, ich mocowanie nad podporami uzyskano przez zastosowanie połączeń stalowych kształtujących jednocześnie załamania kierunków trasy spacerowej. Pomiedzy drewnianymi belkami policzkowymi, prostopadle do płaszczyzny belek, ułożone są stalowe belki pełniące rolę poprzecznic przenoszących obciążenia z podestu pochylni na belki policzkowe. Sztywność przestrzenną podestów zapewniają stalowe stężenia prętowe mocowane między poprzecznikami a belkami policzkowymi. Podłogę pochylni stanowią drewniane deski podestowe mocowane do górnej powierzchni belek policzkowych oraz pośrednio do drewnianych legarów połączonych do poprzecznic stalowych. Kąt nachylenia pochylni kształtującej niweletę ścieżki

⁵ Przestrzenne zastrzały wspierające belki policzkowe ścieżki napowietrznej połączone są za pomocą rygli z wieżami wsporczymi zlokalizowanymi w załamaniach kierunków trasy. Zastrzały te oprócz funkcji wsporczej zapewniają sztywność przestrzenną układu w kierunku podłużnym, tj. w kierunku ruchu pieszych.



Rys. 3. Widok ogólny ścieżki napowietrznej, barier ochronnych i pochylni w trakcie budowy [5]

wynosi maksymalnie 6%, a jej szerokość jest równa 3,0 m. Wartości te spełniają wytyczne rozporządzenia [1] dotyczące wymaganych spadków pochylni i szerokości trasy ścieżki dostosowanej do wymogów i potrzeb osób o ograniczonej zdolności ruchowej.

Ścieżka widokowa wyposażona jest w bariery ochronne zabezpieczające użytkowników przed możliwością wypadnięcia z trasy. Słupki i poręcze barier ochronnych stanowiących elementy nośne wykonane są z drewna klejonego. Elementy te winny zapewniać wymagany poziom bezpieczeństwa dla założeń normowych dotyczących prognozowanych obciążeń pionowych i poziomych określonych w normach europejskich [6]. Wypełnienie barier jest zrealizowane w postaci stalowych siatek wykonanych z linek ze stali nierdzewnej, które pełnią funkcję ochronną, a ponadto są elementami konstrukcyjnymi całkowicie przewiewnymi. Siatki stalowe dobrze wkomponowują się w architekturę obiektu i otaczającą przyrodę, zapewniając doskonałą przezierność barier i powodując mały opór powietrza stawiany przez całą barierę ochronną.

2.4. Budowa wież wsporczych oraz podpór ścieżki napowietrznej

Wieże wsporcze ścieżki napowietrznej mają formy graniastosłupów o podstawie trójkąta lub czworokąta⁶ uformowane poprzez zastosowanie przestrzennej kratownicy drewnianej połączonej za pomocą drewnianych rygli z przyległymi zastrzałami pośrednimi. Na górnej podstawie graniastosłupa kształtującego formę wież pośrednich są osadzone stalowe głowice umożliwiające montaż belek policzkowych i możliwość kształtowania załamań kierunków ścieżki napowietrznej dostosowanej do rzeźby terenu i rosnących naturalnie drzew⁷. Słupy wież wsporczych są złożone z trzech bali

⁶ Kształt podstawy wieży wsporczej ścieżki napowietrznej jest uzależniony od kąta załamania trasy i ukształtowania terenu. Przy małym kącie załamania trasy ścieżki przeważnie podstawą graniastosłupów jest trójkąt.

⁷ Trasa ścieżki napowietrznej jest wkomponowana w naturalny drzewostan otaczającego lasu z możliwie małą ingerencją w przyrodę, z minimalizacją wycinki drzew.



Rys. 4. Widok ogólny wieży wsporczej ścieżki napowietrznej w trakcie budowy [5]

drewnianych ułożonych mijankowo względem siebie, połączonych z drewnianymi ryglami i zastrzałami w postaci tradycyjnych połączeń ciesielskich i są uzupełnione układem stalowych śrub zespalających połączenia. Sztynność przestrzenną wież wsporczych ścieżki napowietrznej zapewniają stalowe ciągnia umieszczone krzyżowo pomiędzy drewnianymi słupami a belkami ryglowymi.

Głównymi czynnikami powodującymi obciążenie struktur wsporczych na trasie ścieżki napowietrznej jest ciężar własny elementów, obciążenie użytkowe wynikające z funkcji użytkowej obiektu oraz obciążenia atmosferyczne, takie jak oblodzenie, śnieg oraz parcie i ssanie wiatru. Przy doborze posadowienia – zwłaszcza wież wysokich – należy zwrócić szczególną uwagę na zwroty wektorów reakcji podporowych, które w pewnych przypadkach mogą powodować odrywanie fundamentów. Dlatego w takich przypadkach należy dobrać masywne fundamenty równoważące siły odrywające lub zaprojektować układ posadowienia pośredniego przenoszącego obciążenie sił wyrwujących na podłoże gruntowe. W analizowanym przypadku wież w Krynicy Zdroju zastosowano posadowienie pośrednie w postaci układu mikropali, na którym jest wykonany oczep i stalowe kotwy montażowe łączące fundament z drewnianymi słupami. Taki rodzaj posadowienia jest mało inwazyjny dla środowiska przyrodniczego i nie wymaga wykonania wykopów szerokoprzestrzennych, powodujących rozległe zniszczenia przyrody i konieczność wycinki drzew w obrębie wykopu.

2.5. Wieża widokowa

Analizowana wieża widokowa składa się z przestrzennego drewnianego trzonu wykonanego w formie graniastosłupa foremnego o podstawie trójkąta równobocznego, mającego



Rys. 5. Widok ogólny wieży widokowej w Krynicy Zdroju w trakcie jej budowy [5]

bok o długości 21 m oraz stalowego trzonu umieszczonego w środku układu konstrukcyjnego pełniącego funkcję ewakuacji przeciwpożarowej. Główny trzon wieży widokowej formowany jest z trzech przestrzennych kratownic ułożonych w narożach układu nośnego wieży. Przestrzenne kratownice drewniane stanowią graniastosłupy foremne o podstawie trójkąta równobocznego i bokach o długości równej 7 m. Słupy drewniane wieży o złożonym przekroju poprzecznym składającym się z trzech drewnianych bali ułożonych na rzucie trójkąta równobocznego są rozmieszczone wokół centralnego rdzenia słupa. Bale drewniane uciągane są na wysokości słupa przez zastosowanie połączeń ciesielskich, a dodatkową sztywność giętną słupów w miejscu wykonywania złączy stanowią drewniane przykładki zespalające słupy. Sztywność przestrzenną drewnianych kratownic uzyskano dzięki odpowiedniemu układowi belek i zastrzałów połączonych w węzłach przez zastosowanie tradycyjnych złączy ciesielskich z zastosowaniem śrub stalowych. Dodatkowym stężeniem przestrzennym drewnianej wieży widokowej jest stalowy trzon umieszczony w centralnej części wieży. Trzon



Rys. 6. Widok narożnika wieży widokowej w Krynicy Zdroju w trakcie budowy [5]

ten oprócz usztywnienia drewnianej konstrukcji wieży zapewnia dodatkowo pionową komunikację pomiędzy poszczególnymi poziomami platform widokowych.

Wokół głównego trzonu drewnianej wieży wykonane są platformy widokowe realizowane w formie wznoszącej się spiralnie ścieżki na szczycie wieży. Konstrukcję nośną ścieżki widokowej stanowią drewniane kleszcze wykonane z bali drewnianych zamocowanych jednym końcem w słupie głównym wieży oraz pośrednio wsparte na drewnianych zastrzałach. Ścieżka widokowa na szczycie wieży wykonana jest analogicznie jak w przypadku ścieżki napowietrznej w postaci układu drewnianych belek policzkowych wspartych na drewnianych kleszczach. Schemat statyczny belek policzkowych jest realizowany w układzie belki wolnopodpartej wspartej końcami na kleszczach drewnianych w załamaniach trasy. Posadowienie wieży widokowej jest zrealizowane w sposób bezpośredni na płycie fundamentowej przenoszącej reakcje podporowe na rodzime podłoże gruntowe.

3. Podsumowanie

Wieża widokowa w Krynicy Zdroju jest obiektem znajdującym się obecnie w trakcie realizacji, który ma cechy współczesnych wież i platform widokowych wyróżniających się formą architektoniczną charakterystyczną dla współczesnie dominującej tendencji obserwowanej w projektowaniu i konstruowaniu obiektów widokowych. Analizowana wieża nie ma schodów ani uskoków podestów widokowych, a w ich miejsce wprowadzono pochylnie umożliwiające swobodną komunikację osób o ograniczonej zdolności ruchowej i osób poruszających się z małymi dziećmi. Obiekt ten może zatem stanowić dogodny punkt umożliwiający obserwację otaczającej przyrody dla każdego użytkownika bez względu na jego sprawność fizyczną. Ze względu na formę architektoniczną opisywana wieża budzi ogólne zainteresowanie osób odwiedzających Krynicy Zdrój i staje się symbolem rozpoznawalności miasta. Opisywaną wieżę i ścieżkę napowietrzną charakteryzuje „lekkość konstrukcji” i jej przezierność, a wysokość wieży znacznie przewyższająca otaczającą roślinność sprawia, że jest ona zauważalna z pobliskich miejscowości, dzięki czemu jest łatwo rozpoznawalna w tym krajobrazie.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Obwieszczenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu rozporządzenia Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie
- [2] <https://inzynieria.com/wpis-branzy/wiadomosci/6/49995,najpiekniejsze-na-swiecie-sciezki-w-koronach-drzew> [accessed 11.12.2018]
- [3] Materiał udostępniony przez autora: firma B. A.W. (J. Karpiel „Butecka” & S. Michałczak)
- [4] <https://www.itd.poznan.pl/pl/vademecum/robinia-akacja> [accessed 11.12.2018]
- [5] Materiał archiwalne autora artykułu (S. Czernik) z 2018 r.
- [6] PN-EN 1991-1-1 Eurocod 1: Oddziaływanie na konstrukcję, Część 1-1: Oddziaływania ogólne, Ciężar objętościowy, ciężar własny, obciążenia użytkowe w budynkach