Architectus

2019
4(60)

DOI: 10.37190/arc190406

Stanisław Janusz Czernik*

Architektura i konstrukcja współczesnych wież i ścieżek widokowych w koronach drzew na wybranych przykładach

Architecture and structural systems of contemporary towers and treetop observation walkways – selected examples

Wprowadzenie

Tematem niniejszego opracowania są współczesne tendencje w kształtowaniu form strukturalnych i zastosowań funkcjonalnych wież widokowych oraz platform obserwacyjnych i ścieżek napowietrznych stanowiących obiekty użyteczności publicznej, dostosowywanych do wymogów ruchu turystyczno-rekreacyjnego i specyficznych cech danego regionu pod względem przyrodniczo-kulturowym[1]. Niepowtarzalność ich form architektonicznych i nowatorstwo rozwiązań strukturalnych są determinowane wieloma czynnikami, w tym m.in. istniejącym ukształtowaniem terenu czy zastosowanymi materiałami. Nurty obserwowane w architekturze obiektów wieżowych są bardzo mocno zróżnicowane przez indywidualne podejście ich twórców w procesie kształtowania złożonej geometrii tych przeważnie przestrzennych rodzajów systemów konstrukcyjnych. Analizowane rozwiązania architektoniczno-budowlane są często odmienne pod względem rozwiązań geometrycznych oraz cech materiałów zastosowanych dla elementów nośnych. Zakres analizy niniejszego artykułu ogranicza się do dwóch dominujących materiałów, jakimi są stal i drewno występujące w konstrukcjach

Introduction

This article discusses contemporary tendencies in shaping the structural forms and functional applications of observation towers, platforms and overhead walkways that constitute public structures, adapted to the requirements of tourist and recreational traffic, as well as the specific natural and cultural characteristics of a given region[1]. Observable trends in the architecture of tower buildings are highly varied because of the individual approach of their designers to the process of shaping the complex geometries of these largely space structure-based systems. The non-repeatability of their architectural forms and the novelty of their structural solutions are determined by many factors, including, among others, the shape of the terrain or the construction materials to be used. The scope of analysis featured in this paper encompasses two materials: steel and timber, which predominate the structural systems of contemporary observation towers and platforms that have been built in Poland and Europe (in the Czech Republic, Germany, Austria and Slovakia) after the year 2000. The object of this study is to demonstrate the major characteristics of contemporary observation towers, platforms and walkways[2].

* ORCID: 0000-0001-6260-7121. Wydział Architektury Politechniki Krakowskiej/Faculty of Architecture, Cracow University of Technology.

[1] Wiele współczesnych wież widokowych i ścieżek napowietrznych powstało na terenach górskich mających duże walory turystyczne. Obiekty te są chętnie odwiedzane przez turystów i stanowią niejednokrotnie ważny element służący rozwojowi gospodarczemu regionu.

[1] Many contemporary observation towers and overhead paths have been built in mountainous areas of high value to tourists. Such structures are often visited by tourists and often constitute important elements aiding in the economic development of their region.

[2] This article presents examples of completed observation tower and platform projects which are currently enjoying significant popularity among tourists or are described as the best observation trails in

współczesnych wież i pomostów obserwacyjnych zrealizowanych w Polsce i w Europie (w Czechach, Niemczech, Austrii oraz na Słowacji) po 2000 r. Celem opracowania jest próba wskazania, na wybranych przykładach, głównych cech współczesnych w ież, ścieżek napowietrznych i pomostów widokowych[2]. Jako metodę badawczą przyjęto analizę porównawczą odnoszącą się do cech wspólnych dominujących w omawianych obiektach.

Współczesne trendy architektoniczno-konstrukcyjne w budowie wież, pomostów i platform obserwacyjnych

Obecnie notuje się wyraźną tendencję do budowy wież i pomostów obserwacyjnych połączonych z napowietrznymi ścieżkami widokowymi. Współczesny styl życia, wysokie wymagania i oczekiwania wobec obiektów rekreacyjnych w zakresie ich estetyki i funkcji użytkowej sprawiają, że powstające platformy, wieże i ścieżki umożliwiają swobodną komunikację i dogodne warunki obserwacji otaczającego terenu wszystkim użytkownikom zarówno tych sprawnym fizycznie, jak i osobom o ograniczonej sprawności ruchowej i rodzinom z małymi dziećmi. Dostosowanie wież widokowych do ich wymagań wiąże się z koniecznością likwidacji przeszkód utrudniających poruszanie się po nich, takich jak schody i uskoki podestów. W miejsce dawniej projektowanych schodów i drabin wprowadzane są pochylnie i dźwigi osobowe dostosowane do potrzeb osób starszych oraz osób poruszających się na wózku inwalidzkim czy rodzin z małymi dziećmi [1].

Maksymalny kąt nachylenia pochylni kształtującej trasę ścieżki napowietrznej i podestów wież widokowych, spełniający wymagania obiektów dostosowanych do potrzeb osób o ograniczonej zdolności ruchowej zgodnie z obowiązującymi przepisami na terytorium Polski wynosi 6%. Taki kąt powoduje, że pochylnia niezbędna do pokonania całej wysokości wieży musi być bardzo długa i niejednokrotnie jest niemożliwa do zrealizowania jako ścieżka okalająca bryłę wieży widokowej, ze względu na jej geometrię i rzut poprzeczny. Małe wymiary rzutu poprzecznego podstawy wieży powodują, że kształtowanie ścieżki napowietrznej wewnątrz lub na zewnątrz jej bryły ze względu na geometrię i wysokość przejść pomiędzy poszczególnymi podestami kształtującymi spiralną trasę ścieżki byłoby w praktyce niemożliwe.

Rozpatrując wymogi rozporządzeń i ustaw związanych z użytkowaniem i bezpieczeństwem obiektu [1] oraz względy architektoniczno-urbanistyczne odbioru wizualnego wież widokowych, umieszczenie pochylni na całej wysokości obiektu, od poziomu posadowienia aż po pomost wieńczący wieżę, jest rozwiązaniem nieracjonalnym

[2] W artykule przedstawiono przykłady realizacji wież i platform obserwacyjnych cieszących się obecnie dużą popularnością wśród turystów bądź określane mianem najlepszych tras widokowych świata. W opracowaniu zamieszczono ponadto informacje o realizacjach obiektów znajdujących się w bliskim sąsiedztwie naszego kraju, których główną konstrukcją nośną są elementy drewniane.

Contemporary architectural and structural design trends in the construction of observation towers, bridges and platforms

At present, one can observe a clear tendency to construct observation towers and footbridges that are linked with overhead observation walkways. Contemporary lifestyles, high expectations and strict requirements concerning recreational structures in terms of their aesthetics and function have caused newly-designed platforms, towers and walkways to provide free circulation and comfortable conditions for observing the surrounding areas to all users – both those who are physically able and those with limited mobility, as well as families with small children. Adapting observation towers to the relevant requirements is also associated with the necessity to remove barriers that hinder movement around them, such as stairs and platform steps. In place of previously used stairs and ladders, designers introduce ramps and personal lifts adapted to the requirements of seniors, persons who rely on wheelchairs for mobility, or families with small children [1].

The maximum incline of a ramp that is a part of an overhead walkway or an observation tower platform that meets the requirements necessary for it to be considered fit for use by persons with limited mobility, as stipulated in regulations applicable on Polish territory, is 6%. This incline means that if a ramp is to be used to scale the entire height of a tower, it must be very long and it is often impossible to build it as a walkway that encircles the massing of the observation tower due to its geometry and small transverse cross-section size.

When analysing the requirements of ordinances and legal acts associated with the use and safety requirements of buildings and structures [1], as well as the architectural and urban design-related notions of the visual reception of observation towers, placing ramps along the entire height of a structure, from its base level to the platform at its top, is an irrational solution in the case of towers that have small base plan dimensions[3]. In such cases, it becomes necessary to introduce another architectural/urban element that can enable the spreading of the walkway (ramp) over a longer distance. This leads to the use of overhead walkways and platforms that form a part of the observation tower, which are self-supporting structural systems coupled with the tower itself. This has enabled the free design of the spatial forms of observation towers[4]. Overhead treetop observation walkways play an important role in the

the world. The text also features information about projects located in the immediate neighbourhood of our country, and whose main load-bearing structure is composed of timber elements.

[3] To introduce the spiral walkways inside or outside the core of an observation tower, the minimum length of the walkway trail should have a length of around 60 m (60 m · 6% = 3.6 m – this is the average vertical distance between neighbouring platforms). With a tower circumference above 60 m, due to the geometry of the catwalks, it is possible to design walkway trails from a tower's grade level up to its observation platform.

[4] In the case of observation towers whose base plan is small in size, the walkways encircling the tower are located on the outer side of the structure, which enables their extension and increases the daylight opening between each platform.

w przypadku wież o małych wymiarach rzutu podstawy[3]. W takim przypadku konieczne staje się wprowadzenie dodatkowego elementu architektoniczno-urbanistycznego umożliwiającego „rozłożenie" trasy spacerowej (pochylni) na dłuższy odcinek. Wprowadzono zatem ścieżki i platformy napowietrzne zlokalizowane w obrębie wieży widokowej stanowiące konstrukcyjne ustroje samonośne połączone z wieżą. W ten sposób zaistniała możliwość wprowadzenia ścieżki napowietrznej na dowolnej wysokości wieży, co tym samym umożliwiło swobodne kształtowanie przestrzennych form wież widokowych[4]. Współcześnie projektowane ścieżki napowietrzne lokalizowane w koronach drzew pełnią ważną funkcję w odbiorze wizualnym wieży i zwiększają komfort jej użytkowania. „Zielony spacer" lub „kąpiel leśna" [2], bo tak też jest określany spacer ścieżkami w koronach drzew, sprawia, że jest on przyjemnie odczuwany przez turystów, pozwalając im na chwilę zapomnienia, relaksu i obcowania z otaczającą przyrodą. Budowa ścieżek napowietrznych połączonych z wieżami widokowymi stała się zatem doskonałym rozwiązaniem architektonicznym umożliwiającym wprowadzenie użytkowników na taras widokowy wieży w sposób zapewniający maksymalny kontakt z otaczającą zielenią.

Spacer ścieżką zlokalizowaną w koronach drzew pozwala również na stopniową adaptację użytkowników do nowej scenerii związanej ze wzrastającą wysokością nad ziemią. Obcowanie z przyrodą lasu sprawia, że wzrost wysokości nad ziemią jest mało odczuwalny. Trasa ścieżki napowietrznej kształtowana jest zazwyczaj w taki sposób, aby odbiorca odniósł wrażenie bezpośredniej bliskości rosnących drzew, które mógłby dotknąć za wyciągnięciem ręki z poziomu ścieżki.

Szerokość ścieżki napowietrznej dostosowanej do prognozowanego natężenia ruchu pieszych oraz do minimalnej szerokości komunikacji wewnętrznej musi wynosić minimum 1,20 m dla obiektów zlokalizowanych na terytorium Polski (w innych państwach uzależniona jest od wytycznych i rozporządzeń obowiązujących w danym kraju). W praktyce szerokość projektowanych ścieżek napowietrznych, ze względów funkcjonalnych, oscyluje w przedziale 2,0–3,2 m dla ścieżek o ruchu dwukierunkowym. Spacer ścieżką napowietrzną zazwyczaj uatrakcyjniają dodatkowe przejścia i skróty ekstremalne (np. odsłonięcie podłogi ścieżki i możliwość przejścia po linach lub elementach wsporczych nad odsłoniętą przepaścią – il. 1) oraz ciekawostki naukowo-dydaktyczne. Na załamaniach trasy lokalizowane są zazwyczaj podesty, które pozwalają na montaż tablic dydaktycznych nawiązujących do otaczającej przyrody i historii danego regionu. Wszystkie

visual perception of towers and increase their comfort of use. "Green walks" or "forest baths" [2], which are other terms used to describe treetop walks, are experiences that are pleasurable to tourists, allowing them a moment of relaxation and for one to come into contact with the surrounding wildlife and the landscape. The construction of overhead observation walkways linked with observation towers has thus become an excellent architectural solution, enabling user entry onto the tower's observation deck in a manner that provides maximum contact with any surrounding greenery.

Taking a walk along a treetop walkway also allows users to gradually adapt to the new scenery associated with the increasing elevation. Experiencing forest wildlife makes the increase in height less noticeable. The trail of a treetop walkway is typically designed so as the user can experience direct proximity to the surrounding trees, which can be touched by extending one's hand while standing on walkway level.

The width of a treetop walkway that is adapted to the planned pedestrian traffic intensity and the minimum internal width of the circulation strip amounts to 1.2 m in the case of structures located in Polish territory (in other countries it is dependent on their applicable guidelines and ordinances). In practice, the width of treetop walkways oscillates between 2.0 m and 3.2 m for bi-directional walkways. Treetop path walks are typically enhanced by additional passages and extreme shortcuts (e.g., with the deck of the path featuring a gap that can be crossed using lines or support elements that overhang a steep drop – Fig. 1) as well as academic and educational trivia. The turns of a walkway typically feature platforms that enable the mounting of educational information boards that refer to the surrounding region's wildlife and history. All of a treetop walkway's elements must ensure the proper level of safety to its users, which is why openings in the walkway's deck feature safety nets made from stainless steel cables.

Il. 1. Przejścia ekstremalne na ścieżce „treetop" (Baumwipfelpfad) w Lesie Bawarskim w Niemczech (fot. S. Czernik)

Fig. 1. Extreme crossing on the "treetop" path (Baumwipfelpfad) in the Bavarian Forest in Germany (photo by S. Czernik)

[3] W celu wprowadzenia spiralnych tras spacerowych wewnątrz lub na zewnątrz trzonu wieży widokowej minimalna długość trasy powinna wynosić około 60 m (60 m · 6% = 3,6 m – jest to średnia wysokość pomiędzy sąsiednimi podestami). Przy obwodzie rzutu wieży powyżej 60 m ze względu na geometrię przejść możliwe jest ukształtowanie tras spacerowych od poziomu posadowienia wieży aż po podest widokowy.

[4] W przypadku wież widokowych o małych wymiarach rzutu podstawy trasy spacerowe okalające wieżę lokalizowane są po zewnętrznej stronie obiektu, co umożliwia wydłużenie tras spacerowych, a tym samym zwiększa wysokość światła przejścia pomiędzy poszczególnymi podestami.

Il. 2. Wieża widokowa i ścieżka w koronach drzew – Lipno nad Wełtawą (Czechy) (źródło: [3])

Fig. 2. Lookout tower and a path in the tree trestle – Lipno nad Vltavou (Czech Republic) (source: [3])

elementy ścieżki napowietrznej muszą zapewniać wymagany poziom bezpieczeństwa dla użytkowników, dlatego odsłonięte fragmenty podłogi na ścieżkach są zabezpieczane siatkami wykonanymi z nierdzewnych lin stalowych.

Trasa ścieżki napowietrznej musi być zabezpieczona barierami chroniącymi użytkowników obiektu przed możliwością wypadnięcia z trasy i upadku z wysokości. Bariery ochronne są projektowane zazwyczaj jako elementy całkowicie przewiewne. Ich wypełnienie stanowią przeważnie stalowe siatki wykonane ze splotu nierdzewnych lin. Taki rodzaj obudowania trasy zapewnia wymagany poziom bezpieczeństwa, spełnia swoją funkcję użytkową i jest ponadto elementem konstrukcyjnym barier całkowicie przewiewnym. Gęsty splot linek stalowych uniemożliwia użytkownikom włożenie nogi w oczka siatki i wspięcie się na barierę ochronną[5]. Ponadto siatki takie dobrze wkomponowują się w architekturę obiektu, zapewniając dodatkowo doskonałą przezierność barier, przez co generują mały opór powietrza stawiany przez całą barierę ochronną. Z poziomu terenu te stalowe siatki są praktycznie niewidoczne, przez co główne elementy konstrukcyjne wieży i ścieżki napowietrznej niemal bezkonfliktowo wkomponowują się otaczający krajobraz.

Wybrane przykłady ścieżek i wież widokowych

Stezka korunami stromů, Lipno nad Vltavou (Wełtawą), Czechy

Wieża widokowa i prowadząca do niej ścieżka w koronach drzew w Lipnie nad Vltavou zostały zbudowane w latach 2011–2012 na wzgórzu Kramolin jako pierwszy tego typu obiekt użyteczności publicznej w Czechach (il. 2). Autorem projektu był niemiecki architekt Josef Stöger, twórca kilku podobnych w Europie. Ścieżka i wieża widokowa zostały oddane do użytku 10 lipca 2012 r. jako

[5] Wspinanie się po barierach jest niedopuszczalne w tego typu obiektach.

The course of a treetop walkway must be secured with barriers that protect users from the possibility of falling down a considerable height. The safety barriers are typically designed as having no surface-like elements. Their lattice is primarily composed of a steel net, made from a weave of stainless cables. This form of enveloping the walkway ensures the necessary level of safety, and is also a structural element of the barriers that allows the wind to freely pass through. The dense mesh of steel cables makes it impossible for users to squeeze their feet through the openings and to scale the protective barrier[5]. Furthermore, such nets blend well with the architecture of the structure, ensuring that the barriers are perfectly transparent, thus causing the barrier to generate little aerodynamic resistance. These steel nets are practically invisible from ground level, which allows the main structural elements of the tower and the treetop walkway to blend with thei surrounding landscape almost with no conflict.

Selected examples of observation walkways and towers

Stezka korunami stromů, Lipno nad Vltavou, Czech Republic

The observation tower and the treetop walkway that leads to it in Lipno nad Vltavou were built in the years 2011–2012 on top of mount Kramolin, as the first of this type of public buildings in the Czech Republic (Fig. 2). The author of the design was a German architect named Josef Stöger, who designed a number of similar projects in Europe. The walkway and observation tower were opened for use on the 10th of July 2012, as a structure fully adapted to persons with limited mobility[6]. Because of its geographic location – the structure is located on a hilltop[7], on the border between the Czech Republic, Austria and Germany – it is one of its region's major tourist attractions[8], accessible to visitors year-round.

Starting at the main gate, the treetop walkway rises to a height of 24 m above the terrain, where it connects with the observation tower and its platforms. Its total length is 372 m, and its width is 2.5 m.

The treetop walkway was built using space frames in the form of pyramidal supports with triangular bases. The intermediate supports of the walkway (numbering 66 in total) were made from solid timber from coniferous trees and braced using a system of steel rods and timber struts, ensuring the structural system's spatial rigidity. Additional

[5] Scaling the barriers is not allowed in such structures.

[6] The overhead walkway trail is shaped by ramps that form the walkway. The entrance to the upper observation terrace is only possible via a set of timber stairs. The adaptation of this fragment to the needs of persons with limited mobility is based on introducing a hydraulic wheelchair lift platform.

[7] One can reach the peak on which the structure is situated via a special bus, on foot, by bicycle or a chair lift, which also services the nearby ski lift.

[8] On days with clear weather, one can see a panorama of the Lipno Reservoir, Szumawa, the Gratzen Mountains and a part of the Alps from the topmost level of the observation tower.

Il. 3. Rozmieszczenie elementów konstrukcyjnych w przestrzeni ścieżki napowietrznej, Lipno nad Wełtawą, Czechy (fot. S. Czernik)

Fig. 3. Layout of structural elements in the area of the overhead path, Lipno nad Vltavou, Czech Republic (photo by S. Czernik)

obiekt całkowicie dostosowany do wymogów osób o ograniczonej zdolności ruchowej[6]. Kompleks ten ze względu na swoje położenie geograficzne na szczycie gór[7], na pograniczu Czech, Austrii i Niemiec jest jedną z atrakcji turystycznych regionu[8], dostępną dla zwiedzających przez cały rok.

Trasa ścieżki napowietrznej wznosi się z poziomu terenu, od bramy głównej do wysokości 24 m nad ziemią, gdzie łączy się docelowo z wieżą widokową i jej podestami. Całkowita jej długość to 372 m, a szerokość 2,5 m.

Ścieżka napowietrzna w koronach drzew zbudowana została z przestrzennych podpór uformowanych jako ostrosłupy o podstawie trójkąta. Podpory pośrednie ścieżki (w liczbie 66) wykonano z litych drewnianych bali z drewna iglastego i stężonego między sobą układem prętów stalowych i drewnianych rozpór zapewniających sztywność przestrzenną układu konstrukcyjnego. Dodatkową sztywność przestrzenną ścieżki w kierunku podłużnym, tj. w kierunku ruchu pieszych, zapewnia układ ukośnych słupów – zastrzałów wsporczych wspierających pośrednio belki policzkowe podestów – podłużnice (il. 3). Belki policzkowe wykonane są z drewna klejonego, a ciągłość belek nad podporami uzyskano przez zastosowanie połączeń stalowych kształtujących dodatkowo załamania kierunków trasy. Pomiędzy belkami podłużnymi są ułożone stalowe belki pełniące funkcję poprzecznic przenoszących obciążenia z podestu pochylni ścieżki na belki policzkowe. Sztywność przestrzenną podestów widokowych zapewniają stężenia prętowe zamocowane pomiędzy poprzecznicami i belkami policzkowymi. Kąt nachylenia pochylni kształtującej niweletę ścieżki wynosi od 2 do 6%.

longitudinal spatial rigidity, i.e., along the direction of pedestrian traffic, is provided by a system of diagonal columns – support struts that directly support the notch-boards of the platforms – stringers (Fig. 3). The stringers are made from glue-laminated timber, with beam continuity above the supports being ensured by using steel joints that also shape the turns in the walkway's course. Between the stringers there are steel beams that act as traverses, which transfer loads from the walkway ramp's platforms onto the stringers. The spatial rigidity of the observation platforms is ensured by rod braces affixed between the traverses and the stringers. The incline of the ramp that forms the gradeline of the path is between 2 to 6%. These values, as well as the path's width, are concordant with applicable standards concerning incline and walkway dimensions adapted to the needs of persons with limited mobility and those who are accompanied by small children.

As previously mentioned, overhead walkways, apart from their main function – which is to provide a comfortable vantage point – also play an educational role. On the walkway's platforms, in areas where its turns are located, there are information boards that describe the trees that grow in the Bohemian Forest, as well as the animals that inhabit the area's woodlands. For those who demand more extreme experiences, extreme crossings composed of, among other things, gaps in the platforms, which can be crossed using lines or special substructures, have been provided. Because of safety reasons, steel safety nets that prevent visitors from falling down from the platform have been fitted below these crossings.

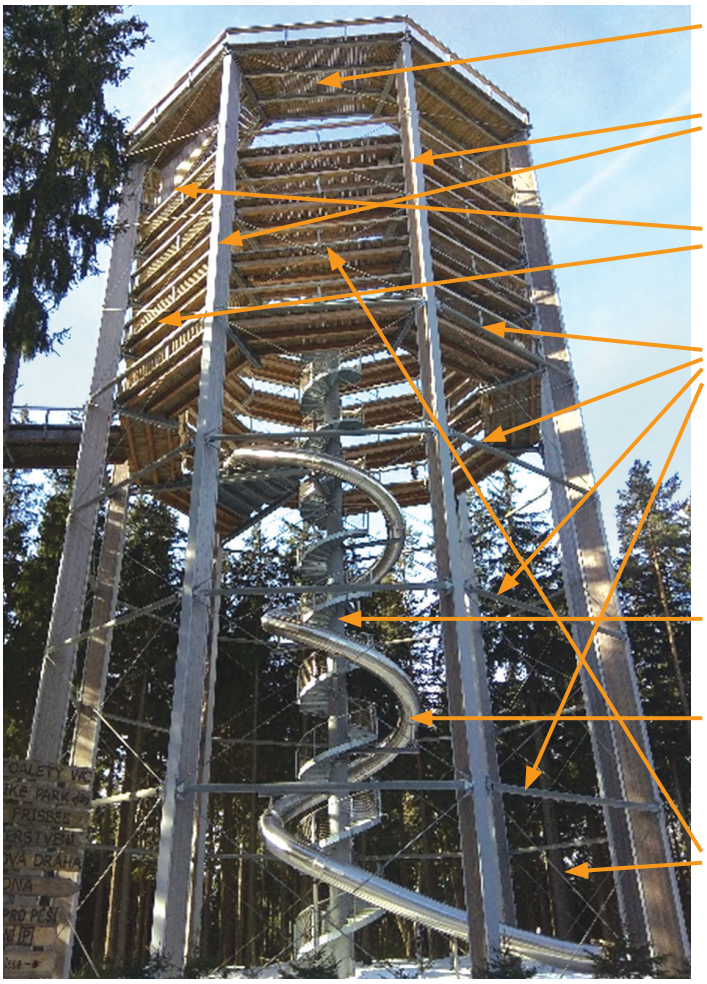
At a height of 24 m, the treetop walkway joins the structure of the tower, which is the natural culmination of the walkway, and is also a perfect observation spot, allowing one to perform long-range observation of the surrounding area.

The structure of the observation tower is composed of nine timber columns made from glue-laminated timber, placed peripherally on a ring-shaped plan, spaced every 40 degrees relative to its centre (Fig. 4). From an elevation of 24 m, i.e., from the point of contact between the

[6] Trasę ścieżki napowietrznej kształtują pochylnie formujące przebieg trasy spacerowej. Wejście na górny taras widokowy możliwe jest jedynie za pomocą drewnianych schodów. Dostosowanie tego fragmentu ścieżki do wymogów osób o ograniczonej zdolności ruchowej polega na wprowadzeniu platformy hydraulicznej dla wózków.

[7] Na szczyt, na którym zlokalizowano obiekt, można się dostać specjalnym autobusem, wejść pieszo, wjechać rowerem lub kolejką krzesełkową obsługującą jednocześnie pobliski wyciąg narciarski.

[8] Z najwyższego poziomu wieży widokowej w pogodne dni widoczna jest panorama Zbiornika Lipnowskiego, Szumawy, Novohradskych Hor i części Alp.



Il. 4. Opis elementów wieży widokowej na przykładzie Lipna nad Wełtawą (fot. S. Czernik)

Fig. 4. Description of lookout tower elements on the example of Lipno nad Vltavou (photo by S. Czernik)

Wartości te, a także szerokość trasy uwzględniają wytyczne norm dotyczące wymaganych spadków i wymiarów ścieżki dostosowanej do potrzeb osób o ograniczonej zdolności ruchowej i osób poruszających się z małymi dziećmi.

Jak wspomniano, ścieżki napowietrzne oprócz podstawowej funkcji, jaką jest zapewnienie dogodnego punktu widokowego, pełnią również funkcję dydaktyczną. Na pomostach ścieżki, w załamaniach jej kierunków zlokalizowane są tablice informacyjne opisujące drzewa rosnące na Szumawie, a także zwierzęta, które można spotkać w tamtejszych lasach. Dla osób oczekujących mocniejszych wrażeń zaprojektowano ekstremalne przejścia złożone m.in. z odsłoniętych desek podestowych, przez które można przejść po linach lub po specjalnych podkonstrukcjach. Ze względów bezpieczeństwa poniżej tych przejść zamontowane są stalowe siatki chroniące przed upadkiem z dużej wysokości.

Na wysokości 24 m ścieżka napowietrzna łączy się z konstrukcją wieży, która stanowi naturalne zwieńczenie trasy spacerowej, a jednocześnie jest doskonałym punktem widokowym pozwalającym na dalekosiężną obserwację otaczającego terenu.

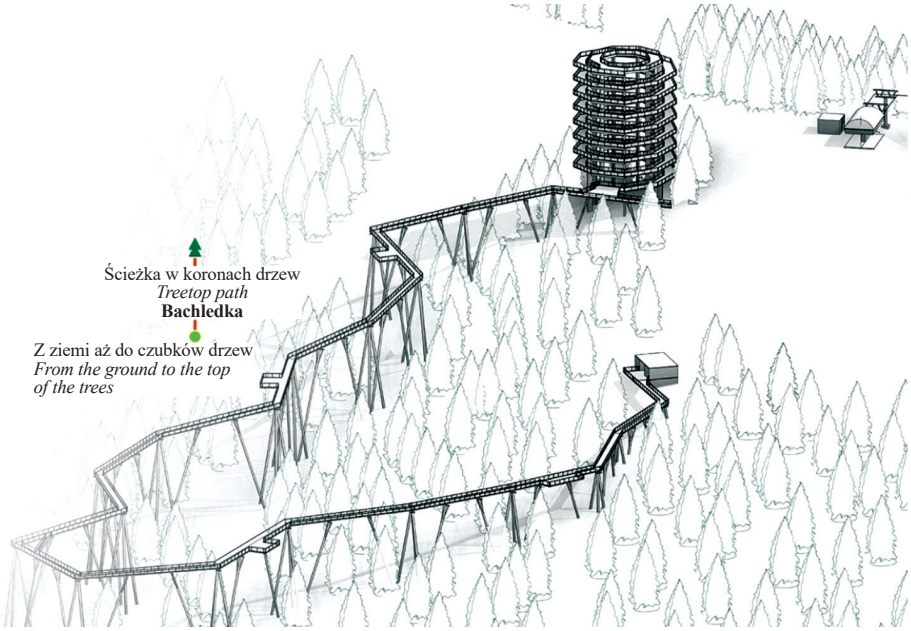
Konstrukcja wieży widokowej składa się z dziewięciu drewnianych słupów wykonanych z drewna klejonego, rozmieszczonych obwodowo na rzucie pierścienia w rozstawie co 40° względem jego środka (il. 4). Od poziomu 24 m, to jest od miejsca styku wieży widokowej i ścieżki na-

observation tower and the treetop walkway, there are spiral platforms that are an extension of the walkway and stretch all the way to the upper level of the observation deck, located at an elevation of 40.175 m.

A steel core that provides an alternative entry to the observation deck was placed in the central part of the tower[9]. This core is composed of a centrally-placed steel cylinder with spiral stairs inside. Another attraction for tourists is the 52-metre tunnel slide that is attached to the core, which allows for sliding down to ground level from the level of the observation walkway (24 m). The steel column that forms the core's load-bearing system is connected with the timber tower at two points, at a height of 24 m and 40.175 m. These connections ensure the stability of the core and enable passage between the steel core and the overhead walkway.

The spatial rigidity of the observation tower's structure is ensured by four horizontal rings located in the lower part of the tower and the custom-shaped structure of the overhead walkway, which extends from the elevation of 24 m all the way to the observation deck. Between the timber columns of the tower, its steel rings and the

[9] One can enter the observation deck of the tower in two ways – via the overhead path or via a stairwell entrance. The second means of entrance plays a technical function and ensures an alternative means of evacuation in case of fire.



Il. 5. Wieża widokowa i ścieżka w koronach drzew – Bachledowa Dolina, Słowacja (oprac. J. Stöger, źródło: [4])

Fig. 5. Observation tower and path in the treetops – Bachledova Dolina, Slovakia (by J. Stöger, source: [4])

powietrznej, po wewnętrznej stronie słupów wznoszą się spiralnie podesty stanowiące przedłużenie ścieżki widokowej i ciągną się aż do poziomu górnego tarasu widokowego zlokalizowanego na poziomie 40,175 m.

W centralnej części wieży umieszczono stalowy trzon umożliwiający alternatywne wejście na taras widokowy[9]. Trzon ten złożony jest z centralnie usytuowanej rury stalowej, do której zamontowano spiralne schody. Dodatkową atrakcją dla turystów jest 52-metrowa zjeżdżalnia tunelowa zamocowana do trzonu, pozwalająca na zjazd z dolnego pomostu widokowego wieży (24 m) na poziom terenu. Stalowy słup stanowiący element nośny trzonu połączony jest dwukrotnie z drewnianą wieżą, na wysokości 24 m i 40,175 m. Połączenia te zapewniają stabilność trzonu oraz umożliwiają przejście pomiędzy stalowym trzonem a ścieżką napowietrzną.

Przestrzenną sztywność konstrukcji wieży widokowej zapewniają cztery poziome pierścienie umieszczone w dolnej części wieży oraz uformowana konstrukcja ścieżki napowietrznej, od poziomu 24 m aż po pomost widokowy. Pomiędzy drewnianymi słupami wieży a stalowymi pierścieniami i ścieżkami okalającymi wieże wprowadzone są krzyżujące się cięgna wykonane ze stalowych prętów zapewniających sztywność przestrzenną wieży.

Chodnik korunami stromov Bachledka, Bachledowa Dolina, Słowacja

Ta ścieżka i wieża w koronach drzew (il. 5) zostały zbudowane w 2017 r. na wzgórzu, gdzie w przeszłości funkcjonowała drewniana wieża widokowa zachowana do dziś. Ze wzgórza, na którym wzniesione są wieże widokowe, rozpościera się widok na panoramę Magury Spiskiej i Tatr,

paths that surround the tower, there are intersecting cables composed of steel rods, ensuring the spatial rigidity of the tower.

Chodnik korunami stromov Bachledka, Bachledova Dolina, Slovakia

This treetop path and tower (Fig. 5) were built in 2017, on a hill where a timber observation tower, which survives to this day, used to function. From the hill on which the observation towers are located one can see a view of the panorama of the Spiš Magura and the Tatra Mountains, which is why the area is immensely popular with tourists. The structure in question was likewise designed by the German architect Josef Stöger, who reused proven technical solutions designed for his previous projects here[10].

The support tower columns, which form the indirect supports of the overhead walkway, rest directly on pad footing, enabling semi-prefabrication of the walkway's support towers. Prefabricated timber columns were fitted with steel anchors at the base and with steel caps, which allowed the affixing of the overhead walkway. The steel anchors connect with the foundations, which featured pre-fitted sockets enabling the insertion of the anchors and their later binding by concreting.

The overhead walkway's support towers have the form of pyramids with a triangular base, formed through the application of three timber columns that converge to a shared vertex. The tops of the intermediary towers feature steel caps that enable the anchoring of stringers and the turning of the overhead walkway so that it is adapted to the shape of the terrain. The stringers of the overhead walkways are made of glue-laminated timber. Between the stringers

[9] Wejście na taras widokowy znajdujący się na wieży możliwe jest na dwa sposoby – ścieżką napowietrzną oraz przez wejście klatką schodową. Drugi ze sposobów pełni funkcję techniczną oraz zapewnia alternatywną drogę ewakuacji podczas pożaru.

[10] Among others: the observation tower on Rugia Island, the treetop tower and walkway in Lipno, the tower in the Bavarian Forest, the observation tower in Bad Wildbad, and the Steigerwald observation tower.

dzięki czemu teren ten cieszy się ogromną popularnością wśród turystów. Analizowany obiekt również został zaprojektowany przez niemieckiego architekta Josefa Stögera, który powtórzył sprawdzone rozwiązania techniczne wypracowane w swoich wcześniejszych realizacjach[10].

Słupy wież wsporczych stanowiące podpory pośrednie ścieżki napowietrznej są posadowione w sposób bezpośredni na stopach fundamentowych umożliwiających półprefabrykację wież wsporczych ścieżki. Wykorzystane prefabrykowane drewniane słupy wyposażono w stalowe kotwy w podstawie i stalowe głowice, które pozwalają na montaż kładki napowietrznej. Stalowe kotwy osadzono w fundamentach, w których uprzednio pozostawiono gniazda umożliwiające wprowadzenie kotew i ich późniejsze zespolenie przez betonowanie.

Wieże wsporcze ścieżki napowietrznej mają formy ostrosłupów o podstawie trójkąta uformowane poprzez zastosowanie trzech drewnianych słupów schodzących się do wspólnego wierzchołka. W wierzchołkach wież pośrednich osadzono stalowe głowice umożliwiające montaż belek policzkowych i załamanie kierunków ścieżki napowietrznej dostosowanej do rzeźby terenu. Podłużne belki – policzkowe – ścieżki napowietrznej są wykonane z drewna klejonego. Pomiędzy belkami podłużnymi wprowadzone są poprzeczne stalowe belki dwuteowe stężone układem krzyżujących się prętów stalowych zapewniających sztywność przestrzenną kładki. Pomiędzy drewnianymi słupami wież wsporczych zastosowano poziome rygle wykonane z zamkniętych profili stalowych, powodujące zmniejszenie długości wyboczeniowych poszczególnych słupów oraz zwiększenie sztywności przestrzennej całego układu nośnego wież pośrednich. Dodatkową sztywność przestrzenną ścieżki w kierunku podłużnym, w kierunku ruchu pieszych zapewnia układ zastrzałów wspierających pośrednio belki policzkowe i dzielące je na układ statyczny belki trójprzęsłowej.

Wieża widokowa zbudowana jest w formie graniastosłupa foremnego o podstawie dziewięcioboku równobocznego. Całkowita jej wysokość[11] wynosi 32 m, a wierzchołki dziewięcioboku foremnego stanowiące rzut podstawy obiektu wpisane są w okrąg o promieniu 7,65 m. Główną konstrukcję nośną wieży stanowi dziewięć zespolonych słupów z drewna klejonego i stali. Słupy wsporcze wieży są usztywnione przez układ belek rozporowych z zamkniętych profili stalowych. Sztywność przestrzenną całej wieży zapewniają obwodowe stężenia krzyżowe wykonane ze stalowych prętów mocowanych pomiędzy poziomymi belkami rozporowymi a pionowymi słupami wsporczymi wieży. Wieża widokowa posadowiona jest w sposób bezpośredni na żelbetowych ławach uformowanych schodkowo o geometrii dostosowanej do występującej rzeźby terenu. Kotwy słupów analogicznie jak w przypadku posadowienia wież pośrednich ścieżki przygotowano jako półprefabrykaty montowane po wylaniu ław fundamentowych.

[10] Między innymi: wieża widokowa na wyspie Rugia, wieża i ścieżka wśród koron drzew w Lipnie, wieża w Lesie Bawarskim, wieża widokowa w Bad Wildbad, wieża widokowa Steigerwald.

[11] Rzędna tarasu widokowego na wieży wynosi 1175,78 m n.p.m.

there are transverse steel I-beams braced by a layout of intersecting steel rods that ensure the walkway's spatial rigidity. Between the timber columns of the support towers there are horizontal beams made from enclosed steel profiles, which reduce the buckling distances of each column and increase the spatial rigidity of the entire load-bearing system of the intermediary towers. Additional spatial rigidity is provided by a system of braces that indirectly support the stringers and divide them, resulting in the static system of a three-span beam.

The observation tower is built in the form of a pyramid with an equilateral nonagonal base. Its total height[11] is 32 m, and the vertices of the regular nonagon which forms the floor plan of the structure's base are inscribed into a circle with a radius of 7.65 m. The main load-bearing structure of the tower is composed of nine composite columns comprised of glue-laminated timber and steel. The support columns of the tower are braced by a system of struts made of closed-section steel beams. The spatial rigidity of the entire tower is ensured by peripheral cross braces made from steel rods affixed between the horizontal reinforcement beams and the vertical support beams of the tower. The observation tower rests directly on stepped concrete strip footing, which has a geometry adapted to the area's terrain. The anchors of the columns, analogously to the footing of the intermediary towers, were prepared as semi-prefabs affixed after the concreting of the strip footing.

The entrance to the main observation deck at the 32 m elevation was designed in the form of a spiral walkway that encircles the load-bearing core of the tower along its outer side, rising with a constant incline of 6%. The load-bearing structure of the outer walkway of the observation tower is a system of timber stringers supported by steel beams employing a cantilever-based system of a beam anchored to the main columns of the tower[12]. Another attraction provided to the tourists who visit this site is a tunnel slide with a length of 61 m, which connects the level at the 25.5 m elevation with that of the main entrance[13]. Another stimulating feature comes in the form of a net suspended between the load-bearing columns of the tower, at the level of the main observation deck, that one can walk across.

The Sky Walk, Dolní Morava, Czech Republic

The Sky Walk was built in 2015 at the foot of Králický Sněžník, at an elevation of 1116 m a.s.l., as the first structure of its type in Central Europe, possessing an irregular shape and original structural form (Fig. 6). The Sky

[11] The elevation of the observation deck of the tower is 1175.78 m a.s.l.

[12] The steel cantilever beams are made from hot-rolled HEB type beams anchored to the main columns of the tower using bolted butt joints. The spatial rigidity of the spiral walkway is ensured by a system of transverse steel beams reinforced by cross braces made from steel rods.

[13] The tunnel slide is fitted into the inner side of the observation tower and it can be entered only after scaling the entire treetop walkay and entering the intermediary platform at an elevation of 25.5 m.

Wejście na główny taras widokowy w poziomie 32 m jest zaprojektowane w postaci spiralnej ścieżki okalającej trzon nośny wieży po zewnętrznej stronie, wznoszącej się ze stałym nachyleniem pochylni równym 6%. Konstrukcję nośną zewnętrznej ścieżki na wieży widokowej stanowi układ drewnianych belek policzkowych wspartych na stalowych belkach realizujących wspornikowy schemat pracy belki utwierdzonej w głównych słupach wieży[12]. Dodatkową atrakcją dla turystów zwiedzających ten obiekt jest zamontowana wewnątrz wieży widokowej zjeżdżalnia tunelowa o długości 61 m, prowadząca z poziomu 25,5 m na poziom głównego wejścia[13]. Emocje może wzbudzać też siatka rozpięta pomiędzy słupami nośnymi wieży na poziomie górnego tarasu widokowego, na którą można wejść.

Sky Walk, Dolní Morava, Czechy

Sky Walk powstała w 2015 r. u podnóża góry Śnieżnik Kłodzki, na wysokości 1116 m n.p.m. jako pierwsza tego typu konstrukcja w Europie Środkowej mająca nieregularny kształt i oryginalną formę strukturalną (il. 6). Sky Walk to wieża zaprojektowana przez architekta Zdenka Fránka[14]. Wznosi się na 58,5 m nad poziom otaczającego ją górzystego terenu [6]. Wieża ta ze względu na swoje położenie widoczna jest z miejscowości oddalonych o kilkadziesiąt kilometrów. Dzięki zastosowaniu pochylni wijących się wokół głównego trzonu nośnego wieży obiekt ten w całości dostosowany jest do potrzeb osób o ograniczonej zdolności ruchowej i osób z małymi dziećmi. Ze względu na występujące warunki terenowe wejście na Sky Walk możliwe jest za pomocą pochylni o łącznej długości 111 m [7]. Pochylnia zewnętrzna[15] wznosi się z poziomu terenu aż do wejścia głównego na wieżę, a jej konstrukcję nośną stanowi ustrój stalowych belek i słupów stężonych między sobą układem krzyżujących się cięgien. Do belek policzkowych mocowane są drewniane deski tworzące podłogę trasy spacerowej.

Głównymi elementami architektonicznymi i konstrukcyjnymi kształtującymi formę Sky Walk są trzy przestrzenne kratownice pionowe wykonane w formie graniastosłupów foremnych o podstawie trójkąta równobocznego i boku długości 10 m, wzniesione odpowiednio na wysokość 58, 50 i 44 m. Kratownice te, stanowiące ustroje nośne wieży, zakotwione są do pojedynczych fundamentów za

Il. 6. Forma architektoniczna i stalowo-drewniana konstrukcja Sky Walk (fot. S. Czernik)

Fig. 6. Architectural form and steel and wooden structure of the Sky Walk (photo by S. Czernik)

Walk is a tower designed by architect Zdenek Fránek[14]. It rises 58.5 m above the surrounding mountainous terrain [6]. This tower, due to its location, is visible from localities even several dozen kilometres away. Thanks to the use of ramps that coil around the tower's main load-bearing core, this structure is fully adapted to the needs of persons with limited mobility or those accompanied by small children. Due to the terrain conditions in the area, entrance to the Sky Walk is possible via a ramp with a total length of 111 m [7]. The external ramp[15] rises from ground level and reaches the main entrance to the tower. Its load bearing structure is composed of a system of steel beams and columns reinforced by a layout of intersecting cables. Wooden boards are attached to the stringers, forming the deck of the walkway.

The main architectural and structural elements that shape the form of the Sky Walk tower are three vertical space frames designed in the form of regular pyramids with equilateral triangular bases, with a side length of 10 m,

[12] Stalowe belki wspornikowe są wykonane z gorącowalcowanych belek dwuteowych typu HEB utwierdzonych w głównych słupach wieży na śrubowe połączenia doczołowe. Sztywność przestrzenną trasy – spiralnej ścieżki zapewnia układ stalowych belek poprzecznych stężonych układami krzyżowych cięgien wykonanych ze stalowych prętów.

[13] Zjeżdżalnia tunelowa zamontowana jest wewnątrz wieży widokowej, a wejście do niej możliwe jest jedynie po przebyciu całej ścieżki spacerowej w koronach drzew i wejściu na pomost pośredni na poziomie 25,5 m.

[14] Tę formę architektoniczną jej autor określił słowami: […] *przypomina lot ćmy, która porusza się chaotycznie, a realizacja oferuje nieskończone możliwości punktów widzenia* [5].

[15] Pochylnia zewnętrzna stanowiąca dojście do wieży Sky Walk ma w odróżnieniu od wieży prostą formę architektoniczną i prosty układ konstrukcyjny zapewniający jedynie bezpieczne dojście z górnej stacji wyciągu narciarskiego do bramy wejściowej na wieżę.

[14] This architectural form was described by its author as follows: […] *it resemebles the flightpath of a moth, which moves chaotically, and the project offers infinite possibilities in terms of vantage points* [5].

[15] The outer ramp which forms the approach to the Sky Walk tower has, contrary to the tower, a simple architectural form and a simple structural system, merely ensuring safe access to the tower entrance gate from the upper station of the ski lift.

Il. 7. Główne elementy nośne kształtujące strukturę wieży Sky Walk (fot. S. Czernik)

Fig. 7. Main load-bearing elements shaping the structure of the Sky Walk tower (photo by S. Czernik)

pomocą 24 gwintowanych prętów o średnicy 64 mm [7] oraz połączone są między sobą w górnej części, w zwieńczeniu poszczególnych kratownic poziomą przestrzenną przewiązką wykonaną w formie kratownicy przestrzennej o przekroju poprzecznym trójkąta równobocznego.

Tak uformowana struktura nośna wieży Sky Walk sprawia, że pojedyncze przestrzenne kratownice zamocowane w fundamentach i połączone między sobą w koronach wież narożnych współpracują ze sobą (il. 7). Przestrzenne kratownice nośne wieży wykonane są z drewna klejonego oraz stali. Połączenia poszczególnych elementów prętowych, połączenia węzłowe zrealizowano jako stalowe połączenia doczołowe na śruby. Elementy nośne, w których występują głównie siły ściskające, słupy i krzyżulce przygotowano z drewna klejonego, natomiast elementy, w których występują siły o zmiennych znakach, siły ściskające i rozciągające wykonane są z profili stalowych.

Wokół przestrzennych kratownic tworzących podpory wieży Sky Walk zostały zaprojektowane ścieżki napowietrzne w postaci przestrzennych kratownic podwieszonych na stalowych cięgnach do wież narożnych lub wspartych bezpośrednio na nich. Trasa ścieżki napowietrznej wije się pomiędzy wieżami nośnymi, przez co jej geometria jest nieregularna i powoduje konieczność zastosowania niekonwencjonalnych rozwiązań technicznych, powszechnie podziwianych i docenianych przez osoby zwiedzające obiekt. Dodatkową atrakcją turystyczną jest rękaw z siatki łączący dwa różne poziomy kładki napowietrznej na wysokości 50 m czy tzw. kropla, to jest siatka zlokalizowana na górnym tarasie widokowym, na którą można wejść i zobaczyć rozpościerającą się pod nią przestrzeń. Kolejnym elementem wywołującym duże emocje u zwiedzających jest zjeżdżalnia tunelowa o łącznej długości 101 m prowadząca z górnego tarasu widokowego na dół wieży.

Pyramidenkogel w Karyntii, Austria

Na górze Pyramidenkogel w Karyntii, w południowej Austrii na wysokości 851 m n.p.m. zbudowano najwyższą wieżę widokową świata o konstrukcji drewnianej (il. 8). Pyramidenkogel wzniesiona została w 2013 r. w miejscu,

erected to a height of 58, 50 and 44 m, respectively. These trusses, which form the tower's load-bearing elements, are anchored to individual footing pads using 24 threaded rods with a diameter of 64 mm [7] and are interconnected at the top in the topmost chord of each truss with a horizontal walkway in the form of a space frame with a transverse cross-section shaped like an equilateral triangle.

The Sky Walk tower's load-bearing structure causes each space frame – anchored at the foundation and linked at the topmost parts of the corner towers – to work together (Fig. 7). The load-bearing space frames of the tower are made from glue-laminated timber and steel. The joints between each member of the trusses – the panel points – were designed in the form of bolted butt joints. The load-bearing elements that carry the main compressive forces, i.e. the columns and braces, were made from glue-laminated timber, while elements that are subjected to varying forces: compression and tension, were made from profiled steel beams.

Walkways in the form of space frames suspended from the corner towers using steel cables or resting directly on the towers themselves were designed around the space frames that form the tower's main supports. The walkway coils between the load-bearing towers, making its geometry irregular and necessitating the use of unconventional technical solutions that are widely admired and appreciated by persons who visit the structure. Another tourist attraction is a net sleeve that connects two different levels of the walkway, at a height of 50 m, called the droplet. It is a net located at the upper observation deck, which one can walk on or climb and look at the space underneath. Another element that stimulates the emotions of visitors is a tunnel slide with a combined length of 110 m. It connects the upper observation deck and the bottom of the tower.

Pyramidenkogel in Carinthia, Austria

The world's tallest timer observation tower has been built on Pyramidenkogel in Carinthia, southern Austria, at an elevation of 851 m a.s.l. (Fig. 8). The Pyramidenkogel observation tower was erected in 2013, on the site where

gdzie wcześniej znajdowała się żelbetowa wieża obserwacyjna i telewizyjna [8] o wysokości 54 m[16]. Współczesna wieża Pyramidenkogel wraz z iglicą mierzy 100 m wysokości, a główny trzon jej konstrukcji drewnianej 70 m. Wieża ta oprócz funkcji atrakcji turystycznej pełni również funkcję stacji przekaźnikowej.

Pyramidenkogel składa się z czterech platform widokowych, z czego jedna jest zamknięta, a pozostałe trzy są dostępne dla zwiedzających. Użytkownicy obiektu mogą dostać się na poszczególne platformy, korzystając z przezroczystej panoramicznej windy lub z jednej z dwóch klatek schodowych zlokalizowanych wewnątrz wieży. Wejście na górny poziom platformy widokowej dostępne jest jedynie za pośrednictwem stalowej klatki schodowej, przez co możliwość wejścia osób o ograniczonej zdolności ruchowej, osób poruszających się na wózku inwalidzkim i rodzin z małymi dziećmi jest ograniczona, a to znacznie obniża jej funkcję użytkową. Tworząc oryginalny kształt wieży, będący symbolem wzrostu i rozwoju gospodarczego, austriaccy architekci Klaura i Kaden wzorowali się na sylwetce tańczącej kobiety.

Konstrukcję nośną wieży widokowej stanowi układ szkieletowy z 16 zakrzywionych słupów o przekroju 32 × 144 cm z klejonego drewna modrzewiowego. Drewniane słupy stężone są między sobą eliptycznymi stalowymi pierścieniami o przekroju skrzynkowym. Rozstaw między sąsiednimi pierścieniami mierzony w pionie wynosi 6,40 m. Pomiędzy drewnianymi słupami nośnymi a poziomymi stalowymi pierścieniami wykonane są przekątne stężenia ze stalowych rur biegnących od podstawy wieży aż do iglicy [9] (il. 9). Konstrukcję nośną trzonu klatki schodowej stanowią stalowe belki zamocowane wspornikowo w drewnianych słupach nośnych wieży. Na belkach wspornikowych wsparte są belki policzkowe klatki schodowej, do których mocowane są ażurowe kraty stanowiące podstopnice schodów i ich podesty. W Pyramidenkogel zamontowana jest najwyższa w Europie zadaszona zjeżdżalnia o wysokości prawie 52 m. Zjeżdżalnia tunelowa o łącznej długości 120 m znajduje się wewnątrz konstrukcji windy, pomiędzy słupami drewnianymi a jej trzonem[17].

Wieża widokowa, Krynica-Zdrój, Polska

Wieża widokowa o wysokości 49,5 m powstała też wśród lasów pasma Jaworzyny Krynickiej, na szczycie stacji narciarskiej (896 m n.p.m.). Prowadzi do niej drewniana ścieżka wznosząca się stopniowo, o łącznej długości 1030 m. Forma architektoniczna obiektu nawiązująca do tradycyjnego budownictwa ciesielskiego została opracowana przez biuro architektoniczne B.A.W. z Zakopanego, a głównym projektantem konstrukcji jest autor niniejszego artykułu. Trasa ścieżek napowietrznych – analogicznie jak w przypadku omówionych obiektów – została ukształtowana w taki sposób, aby zwiedzający mogli bliżej poznać okoliczną przyrodę oraz historię

[16] Pyramidenkogel Tower została zbudowana w latach 1966–1968.

[17] Prędkość zjazdu zjeżdżalnią tunelową dochodzi do 25 km/h.

Il. 8. Wieża widokowa Pyramidenkogel w Karyntii, w południowej Austrii (fot. S. Czernik)

Fig. 8. The Pyramidenkogel lookout tower in Carinthia, southern Austria (photo by S. Czernik)

a 54 m tall reinforced observation and television tower once stood [8][16]. The contemporary Pyramidenkogel tower has a height of 100 m from its base to its spire, and the main core of its timber structure has a height of 70 m. This tower, apart from functioning as a tourist attraction, also acts as a relay station.

The Pyramidenkogel tower is composed of four observation platforms, of which one is enclosed, while the other three are accessible to visitors. The structure's users can reach its individual platforms by using a transparent panoramic lift or one of the two stairwells located inside the tower. The entrance to the upper level of the observation deck is possible only via a steel stairwell, which is why its accessibility to persons with limited mobility, individuals who rely on wheelchairs and families with small children is limited, thereby lowering its functional value. When designing the tower's original form, which is a symbol of economic growth and development, Austrian architects Klaura and Kaden modelled it after the figure of a dancing woman.

The tower's load-bearing structure is composed of a skeleton system comprised of 16 curved columns with

[16] The Pyramidenkogel Tower was built in the years 1966–1968.

Il. 9. Schemat elementów konstrukcyjnych wieży Pyramidenkogel (oprac. S. Czernik)

Fig. 9. Diagram of the Pyramidenkogel tower's structural elements (by S. Czernik)

regionu dzięki specjalnym instalacjom edukacyjnym zamontowanym w załamaniach ścieżki [10].

Założeniem projektowym wieży widokowej i ścieżki przyrodniczo-edukacyjnej wykonanej w koronach drzew

Il. 10. Wieża widokowa w Krynicy-Zdroju (fot. P. Janik, © Słotwiny Arena, [11])

Fig. 10. Observation tower in Krynica-Zdrój (photo by P. Janik, © Słotwiny Arena, [11])

32 × 144 cm cross-sections, made from glue-laminated larch wood. The timber columns are reinforced and bound together by steel elliptical rings with a box cross-section. The distance between each ring, measured vertically, is 6.40 m. Between the timber load-bearing columns and the horizontal steel rings there are diagonal braces made from steel pipes that run from the base of the tower all the way to its spire [9] (Fig. 9). The load-bearing structure of the stairwell is composed of steel cantilevers anchored to the tower's load-bearing columns. The cantilevers support the stairwell's stringers, to which openwork grates, that form the risers and treads of the stairs, are affixed. The Pyramidenkogel tower features the tallest roofed slide in Europe, with a height of almost 52 m. The tunnel slide, with a combined length of 120 m, is located inside the structure of the lift, between the timber columns and ts core[17].

Observation tower, Krynica-Zdrój, Poland

An observation tower has also been built in the woodlands of the mountain chain containing mount Jaworzyna Krynicka, at the top of its skiing station (896 m a.s.l.). The tower is 49.5 m tall and a gradually rising timber walk-

[17] The speed one attains when sliding down the tunnel can reach up to 25 km/h.

Il. 11. Widok ogólny elementów konstrukcyjnych pochylni wieży w Krynicy-Zdroju (fot. S. Czernik)

Fig. 11. General view of the construction elements of the ramp of the observation tower in Krynica-Zdrój (photo by S. Czernik)

(il. 10) jest dostosowanie obiektu do wymogów osób o ograniczonej zdolności ruchowej i rodzin z małymi dziećmi [10], maksymalnie mała ingerencja projektowanego obiektu w otaczającą przyrodę oraz zapewnienie komfortu użytkowego w bezpośrednim odbiorze emocjonalnym i wizualnym otaczającej przyrody. Uwarunkowania terenowe związane z możliwie minimalną ingerencją realizowanej inwestycji w otaczający drzewostan oraz zróżnicowana rzeźba terenu spowodowały konieczność zastosowania posadowienia pośredniego dla ścieżki. Konstrukcję wsporczą ścieżek napowietrznych stanowi układ przestrzennych wież wykonanych w formie ostrosłupów ściętych o podstawie trójkąta lub czworokąta lokalizowanych w załamaniach ścieżki oraz ukośne zastrzały wspierające dodatkowo ścieżkę napowietrzną[18]. Na górnej podstawie ostrosłupów ściętych kształtujących formę wież pośrednich osadzono stalowe głowice umożliwiające montaż belek policzkowych i kształtowanie załamań dla zmiany kierunków ścieżki wynikającej z uwarunkowań terenowych i rosnących naturalnie drzew (il. 11) [10].

Główna wieża widokowa złożona jest z przestrzennego drewnianego trzonu wykonanego w formie graniastosłupa foremnego o podstawie trójkąta równobocznego o boku długości 21 m ukształtowanego przez trzy przestrzenne kratownice ułożone w narożnikach układu nośnego wieży. W centralnej części wieży umieszczony jest stalowy trzon połączony z przestrzennymi kratownicami, pełniący funkcję drogi ewakuacji przeciwpożarowej. Sztywność przestrzenną drewnianych kratownic uzyskano dzięki odpowiedniemu kształtowaniu belek i zastrzałów połączonych w węzłach przez użycie tradycyjnych złącz ciesielskich ze śrubami stalowymi oraz dzięki zastosowaniu krzyżujących się stalowych cięgien zlokalizowanych pomiędzy sąsiednimi wieżami narożnymi. Wokół głównego trzonu drewnianej wieży rozmieszczone są platformy widokowe

way leads to it, sporting a combined length of 1030 m. The architectural form of the structure, which features references to traditional timber architecture, was designed by the B.A.W. architectural company from Zakopane. The author of this article was the lead designer of the tower's structural system. The walkway outline – analogously to the structures discussed previously – was designed so that visitors could familiarise themselves with the surrounding wildlife and landscape, as well as the history of the region, thanks to special educational installations fitted at the walkway's turns [10].

The terrain conditions associated with the minimum possible interference of the finished project with the surrounding tree stands and the varied shape of the terrain necessitated the use of indirect foundations for the walkway (Fig. 10) [10]. The support structure of the overhead walkways is composed of a system of space structure towers in the form of cut pyramids with a triangular or rectangular base, located at the walkway's turns, and diagonal struts that further support the walkway[18]. At the upper base of the cut pyramids that shape the form of the intermediary towers, steel caps were installed so as to affix stringers and shape the angles of the walkway's turns, which resulted from terrain conditions and naturally growing trees (Fig. 11) [10].

The main observation tower is comprised of a core in the form of a space structure in the shape of a regular pyramid with a triangular, equilateral base, with a side length of 21 m, shaped by three space frames placed at the corners of the tower's load-bearing system. In the central part of the tower there is a steel core linked with space frames, which fulfils the role of an emergency escape route. The spatial rigidity of the timber trusses was achieved by properly designing beams and struts linked at panel points by using traditional carpentry joints with steel bolts, as well as by using intersecting rods placed

[18] Przestrzenne zastrzały wspierające belki policzkowe ścieżki napowietrznej połączone są za pomocą rygli z wieżami wsporczymi zlokalizowanymi w załamaniach kierunków trasy. Połączenie zastrzałów i wież wsporczych za pomocą rygli powoduje, że ustrój ten jest przestrzenną strukturą kratową. Zastrzały te oprócz funkcji wsporczej zapewniają sztywność przestrzenną układu w kierunku podłużnym, tj. w kierunku ruchu pieszych.

[18] The space struts that support the walkway's stringers are linked via beams with the support towers located at the turns of the walkway. The linking of struts and support towers using beams transforms this system into a space structure. The struts, apart from performing a load-bearing function, also provide longitudinal spatial rigidity, i.e. along the axis of pedestrian movement.

w formie wznoszącej się spiralnie ścieżki prowadzącej na szczyt wieży, gdzie znajduje się taras [10]. Posadowienie wieży zrealizowano w sposób bezpośredni na płycie fundamentowej przenoszącej reakcje podporowe na rodzime podłoże gruntowe.

Dodatkową atrakcją obiektu, zwłaszcza dla najmłodszych użytkowników, jest mierząca 60 m długości zjeżdżalnia tunelowa, którą można zjechać z poziomu pierwszego obiegu ścieżki napowietrznej na wieży do poziomu jej posadowienia.

Podsumowanie

Związany z wprowadzeniem nowych jakościowo materiałów przełom budowlany, który nastąpił w XVIII i XIX w., wraz ze sformułowaniem praw mechaniki budowli i wytrzymałości materiałów spowodowały dynamiczny rozwój w dziedzinie projektowania obiektów wieżowych o konstrukcji kratownicowej. Wznoszone wówczas obiekty wieżowe wyróżniały się formą strukturalną, która pozwalała kształtować wysokie konstrukcje z odpowiednio wzajemnie połączonych prętów tworzących kratownice przestrzenne. We współcześnie projektowanych platformach i wieżach widokowych dostosowanych do obsługi ruchu turystycznego również obserwuje się dominującą tendencję do budowy obiektów głównie o przestrzennej konstrukcji prętowej. Dobór rozwiązań konstrukcyjnych w kształtowaniu przestrzennej struktury obiektu wynika w głównej mierze z założeń koncepcyjnych formy architektonicznej określonej przez projektanta, z uwzględnieniem uwarunkowań terenowych oraz uwarunkowań lokalnych i kulturowych w doborze materiałów konstrukcyjnych. Forma architektoniczna i struktura konstrukcyjna są ściśle powiązane ze sobą. Forma architektoniczna wynika w głównej mierze z przyjętej struktury nośnej obiektu oraz uwarunkowań kulturowych i krajobrazowych danego rejonu. Nie ogranicza to jednak swobody projektowej architektów, przeciwnie – postać konstrukcji może stanowić podstawę w procesie kształtowania form architektonicznych takich obiektów [12].

Wieże i ścieżki widokowe lokalizowane są głównie na obszarach turystycznych, w rejonach górskich bądź nadmorskich, zazwyczaj w obrębie tras narciarskich, gdzie dostęp do zespołu wieży widokowej i ścieżki napowietrznej jest możliwy przez wjazd koleją krzesełkową, pieszo lub czasami istnieje możliwość bezpośredniego dojazdu samochodów osobowych. Obiekty te stają się atrakcjami turystycznymi regionu i niejednokrotnie symbolem rozpoznawalności danego miejsca.

Wieże widokowe łączone są ze ścieżkami napowietrznymi i stanowią kompleks zabudowy rekreacyjno-turystycznej. Projektowane współcześnie wieże i ścieżki dostosowywane są zazwyczaj do potrzeb osób niepełnosprawnych oraz osób z małymi dziećmi. Dostosowanie obiektów wieżowych do wymogów osób o ograniczonej zdolności ruchowej powoduje widoczny wzrost popularności tych obiektów, przez co ruch turystyczny w danym regionie ukierunkowuje się na trasy spacerowe wyznaczone przez projektantów, ograniczając w naturalny sposób ingerencję w otaczającą przyrodę i chroniąc ją.

between neighbouring corner towers. Around the main core of the timber tower there are observation platforms in the form of a spirally ascending walkway leading to the top of the tower, where a terrace is located [10]. The tower's foundation was designed in the form of raft footing, which transfers support reactions to the natural subgrade.

Another of the facility's attractions, aimed particularly at the youngest users, is a 60 m long tunnel slide, which they can use to slide down to the first circuit of the overhead walkway affixed to the tower, counting from its footing level.

Conclusions

The 18th- and 19th-century breakthrough in construction that was associated with qualitatively new construction materials, together with the formulation of the laws of structural mechanics and mechanics of materials, led to dynamic development in the design of tower buildings employing truss-based structural systems. The tower buildings that were erected at the time stood out because of their structural form, which made it possible to design tall structures from appropriately joined rods that formed space structures. In currently designed observation platforms and towers adapted to tourist traffic one can also observe a predominating tendency to build structures with rod-based space frame structures. The selection of structural solutions in the design of a building's spatial structure is largely dependent on the conceptual assumptions of the architectural form as defined by the designer, which take terrain conditions, as well as local and cultural ones, into consideration during the selection of structural materials. The architectural form and structural system are closely tied to one another. The architectural form is largely derived from the adopted load-bearing structure of the building and a given region's cultural and landscape determinants. However, it does not constrain the design freedom of architects. On the contrary – the form of the structure can constitute a basis for the process of shaping the architectural forms of such buildings [12].

Observation towers and walkways are sited primarily in areas attractive to tourists, in mountainous or coastal areas, typically as a part of ski runs, where access to the complex of an observation tower and overhead walkway is possible via ski lifts, on foot or, in some cases, there is the possibility of directly driving one's car to their immediate area. Such structures become a region's tourist attractions by themselves and often become recognisable symbols of a given place.

Observation towers, combined with overhead walkways, comprise recreational and tourist building complexes. Contemporary newly-designed towers and walkways are typically adapted to the needs of persons with special needs and those accompanied by small children. The adaptation of tower buildings to the requirements of persons with limited mobility leads to a notable increase in the popularity of these sites, which is why tourist traffic in a given region is directed towards walking trails delineated by designers, naturally limiting interference with the surrounding nature and protecting it.

Uogólniając, można powiedzieć, że omawiane wieże widokowe i ścieżki napowietrzne w koronach drzew, głównie o konstrukcji prętowej, mają wspólne cechy wynikające z ukształtowania struktury obiektów, ich położenia oraz znaczenia ekonomicznego i gospodarczego. Opisywane wieże charakteryzuje „lekkość konstrukcji", jej przezierność oraz znaczna wysokość przewyższająca pobliską zabudowę i roślinność. Wszystkie wieże mają podesty, które są podestami widokowymi, umożliwiającymi dalekosiężną obserwację otaczającej przyrody. Wszystkie też są dostosowane do potrzeb osób o ograniczonej sprawności ruchowej, a ponadto wyposażone są w elementy uatrakcyjniające, typu zjeżdżalnie tunelowe i tablice informacyjne zawierające zwięzły opis danego regionu i otaczającej przyrody.

In general, it can be stated that the observation towers and treetop overhead walkways discussed herein, which largely feature rod-based structural systems, have common characteristics resulting from the shape of their structure, their location and economic significance. The towers are also characterised by a "lightness of structure", its translucency and considerable height, which exceeds that of neighbouring development and local plants. All of the towers feature platforms used for long-range observation of the surrounding landscapes and wildlife. All of them are also adapted to the needs of persons with limited mobility, in addition to having elements that enhance their attractiveness, e.g. tunnel slides and information boards featuring concise descriptions of a given region and the surrounding wildlife.

Translated by
Krzysztof Barnaś

Bibliografia/References

[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*, Dz.U. 2019, poz. 1065, http://prawo.sejm.gov.pl/isap.nsf/DocDetails.xsp?id=WDU20190001065 [accessed: 11.12.2018].

[2] Wójtowicz P., *Najpiękniejsze na świecie ścieżki w koronach drzew*, https://inzynieria.com/wpis-branzy/wiadomosci/6/49995, najpiekniejsze-na-swiecie-sciezki-w-koronach-drzew [accessed: 11.12.2018].

[3] https://www.stezkakorunamistromu.cz/ [accessed: 11.12.2018].

[4] https://chodnikkorunamistromov.sk [accessed: 11.12.2018].

[5] https://zbierajsie.pl/sciezka-w-chmurach-dolni-morava/ [accessed: 17.08.2019].

[6] https://www.dolnimorava.cz/pl/o-sciezce-w-oblokach [accessed: 17.08.2019].

[7] https://www.dlubal.com/pl/pliki-do-pobrania-i-informacje/referencje/projekty-klientow/001087 [accessed: 17.08.2019].

[8] https://www.pyramidenkogel.info/en/viewing-tower/ [accessed: 17.08.2019].

[9] https://www.dlubal.com/pl/pliki-do-pobrania-i-informacje/referencje/projekty-klientow/000728 [accessed: 17.08.2019].

[10] Czernik S., *Forma strukturalna współczesnych wież i platform obserwacyjnych na przykładzie realizacji Wieży Widokowej w Krynicy Zdroju*, „Przegląd Budowlany" 2019, nr 4, 24–27.

[11] https://wiezawidokowa.pl/o-wiezy/galeria/ [accessed: 21.08.2019].

[12] Karpiel „Bułecka" J. senior, Czernik S., *Wieża widokowa w Krynicy*, [w:] *Architekt, inżynier budownictwa. Różne zawody – wspólny cel. Konferencja Krynica-Zdrój, 9–10 listopada 2018 r.*, Izba Architektów Rzeczypospolitej Polskiej. Małopolska Okręgowa Izba Architektów RP, Kraków 2018, 55–56.

Streszczenie

W artykule na przykładzie budowli zrealizowanych na terenie Czech, Słowacji, Austrii i Polski przedstawiono ogólną charakterystykę wież i platform widokowych o konstrukcji prętowej powstałych w XXI w. na terenach górskich. Omówiono podstawowe założenia i rozwiązania konstrukcyjno-budowlane wież i prowadzonych w koronach drzew ścieżek napowietrznych, pełniących obecnie funkcję obiektów turystyczno-rekreacyjnych dostosowanych także do potrzeb osób o ograniczonej sprawności ruchowej.

Słowa kluczowe: wieża widokowa, ścieżka w koronach drzew, konstrukcja, struktura prętowa

Abstract

On the example of buildings constructed in the Czech Republic, Slovakia, Austria and Poland, the general characteristics of towers and viewing platforms of rod structure constructed in the 21st century in mountain areas have been presented. The basic assumptions and constructional solutions of towers and overhead paths running in the tree crowns, currently serving as tourist and recreational facilities also adapted to the needs of people with reduced mobility, have been discussed.

Key words: lookout tower, path in the treetops, structure, bar structure

Ścieżka napowietrzna w Krynicy-Zdroju
w trakcie budowy
(fot. S.Czernik)

Overhead path in Krynica-Zdrój
under construction
(photo by S.Czernik)