



DOI: 10.21005/pif.2016.27.B-02

EXTREME PEDESTRIAN BRIDGES

EKSTREMALNE MOSTY PIESZE

Aneta Sarga

mgr inż. arch.

Politechnika Krakowska
Wydział Architektury
Instytut Projektowania Miast i Regionów

ABSTRACT

The article presents an urban planning analysis implicating architectural forms in comparison to the perception of the morphology of phenomena in behavioural space. Observations conducted by the author mainly refer to the examples of good design practice of pedestrian bridges with functions different than to-date. The task of the discussed pedestrian bridges is not only to overcome a barrier but primarily to increase the attractiveness potential of a given venue.

Key words: barrier, landscape, pedestrian bridge.

STRESZCZENIE

Artykuł przedstawia analizę urbanistyczną implikującą formy architektury, w zestawieniu z postrzeganiem morfologii zjawisk w przestrzeni behawioralnej. Obserwacje prowadzone przez autorkę dotyczą głównie przykładów dobrej praktyki projektowej kładek pieszych, o odmiennej od dotychczasowej funkcji. Zadaniem omawianych mostów pieszych nie jest jedynie pokonywanie barier, ale przede wszystkim zwiększanie potencjału atrakcyjności miejsca.

Słowa kluczowe: bariera, kładka piesza/most pieszy, krajobraz.

1. INTRODUCTION

This article is a result of studies pursued as part of a doctoral dissertation entitled *Pedestrian Bridges in the Context of City Centre Revitalisation. Example of Kraków*.¹ In the course of preparing the categories of pedestrian bridges, the author listed interested examples² from the point of view of the significance of space that surrounds us, as well as anthropological quality of reception on the part of users. In this article, the author wishes to attract attention to renewed use of the Tibetan type structures in design, yet due to reasons different from the original ones (originally, such structures were used for transport purposes). Thence the necessity of attracting attention to their historical development and origin.

2. HISTORY OF PEDESTRIAN BRIDGES

It is not known where and when the first bridge was created. *Bridges have always been built. Since the very beginning, they have been utility objects and an ideology. They removed barriers, shortened the distance, brought individual people and entire communities closer* [5, p. 3]. The first primitive bridges (Fig. 1), constructed even before the development of great civilisations, facilitated journeys of tribes. Along with development of agriculture and settlements, their construction resulted from the need to create a system of civil engineering structures that was related to the population growth. All of them stem from the necessity of organising transport connections over an obstacle (a stream, a river, a gorge, a crevice, etc.). The type of applied structure depended on the difficulties posed the barrier, but also on the available materials used for its construction. The history of bridge structures spans three thousand years of technological progress, changes in the aesthetics and architectural styles [2]. However, starting from the first and simplest forms (tree trunks thrown across a river bed) up to the most-recent modern projects, the main objective of bridges (via the use of the properties of applied materials) has been the acceptance, the transmission and the use of forces. These forces are as follows: own weight of the bridge, service load and external load (impact of the environment, atmospheric conditions, etc.).

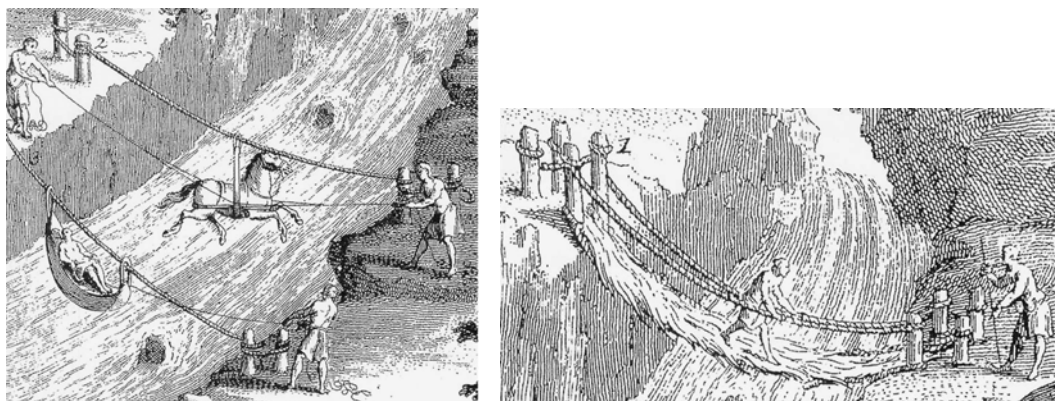


Fig. 1. The oldest forms of suspension bridges. Source: [2, p. 16]

Ryc. 1. Najstarsze formy mostów wiszących. Źródło: [2, s. 16]

¹ The doctoral thesis is written under the supervision of Professor Zbigniew K. Zuziak, Ph.D. Eng. Arch.

² Symbolic type bridges: article entitled "Idea and Significance of Pedestrian Bridges in the Spatial Structure of a City on the Basis of Selected Examples" [10]; ecological type bridges: article entitled "The Ecological Pedestrian Bridges". [9]

For thousands of years, primitive bridges were built from natural materials (wood, stone, bamboo, lianas, etc.). *Initially, people built wooden bridges that were used for current needs. Later, when they started to think about commemorating their name for the future generations and growing affluence predisposed them to greater projects and facilitated implementation of such projects, they started to build bridges from stone; stone bridges were more durable, costly and offered more fame to the constructors* [7, p. 173]. Romans were the forerunners and specialists in the area of erecting bridge structures. Rome was the first city where bridges were built on a common scale. *Ancient people built many bridges in various locations, yet most of them in Italy, across the Tiber River* [7, p. 173]. In the Roman times, constructors of bridges were called *Pontifex Maximus*. *Groups of Bridge Fraternities operated throughout the entire [ancient] world. [...] At that time, the title of Pontifex Maximus no longer supported the actions of a head of an Etruscan settlement on Pontic marshes or a Roman emperor, but the high papal office* [5, p. 3].

Throughout the centuries, basic types of bridges have been developed, depending on the applied structure: beam, cantilever and arch. Suspension bridges which constitute upside-down arch bridges have accompanied the humanity since time immemorial. Originally, they consisted of a single rope hanging over the obstacle.

Currently, using the accomplishments of our forefathers and applying modern and more and more perfect materials, it is possible to build sophisticated forms in very difficult locations.

3. KESHWA CHACA IN PERU: SUSPENSION ROPE BRIDGE

Suspension rope bridges built by the Incas over canyons, gorges and rivers provided access to their entire Empire. Five hundred years ago, the Andes were filled with suspension bridges; according to estimates, there were approx. 200 of them. The constructed bridges constituted an integral part of the road infrastructure necessary for the needs of transport and trade exchange, but their primary objective was reinforcement of the expansion and the dominance of the Empire. They were built of local plants (grasses) that were braided to create strong ropes. The ropes prepared in this manner were fixed to stone abutments on both sides of the obstacle. On account of slight resistance of the material to weather conditions, the constructed bridges got destroyed in the course of time; some of them were replaced by newer structures. Only one bridge constructed according to the Inca tradition, called Keshwa Chaca, has survived to the modern times. According to local inhabitants, it has been in this location for 500 years. Its structure consists of four parallel ropes (each is made up of three braided ropes) on which small twigs are arranged crosswise. Two extra ropes, slightly thinner, function as railings and are connected to the platform via a system of vertical lines located close to one another and making up a balustrade (Fig. 2). The entire structure rests upon stone platforms (abutments) on both sides of the gorge. In spite of ostensibly low durability of the materials used, contemporary calculations have shown that the structure may withhold the weight of 56 people [14].

The last suspension bridge in the Andes owes its existence to the involvement of the local community which rebuilds the bridge every year in June during a three-day celebration. Reconstruction is made in the technique used by the forefathers.

In spite of construction of a new bridge with a steel structure (1968) near Keshwa Chaca, the annual tradition of rebuilding the existing footbridge has not died away. The activities undertaken by the local community result from the necessity of preserving the tradition and respect for the accomplishments of Inca civilisation.

Today, Keshwa Chaca – as the last Inca bridge – has become a tourist attraction and the visitors can use it not only to get to the other side of the gorge, but mainly to admire the view and to experience something unique.



Fig. 2. Keshwa Chaca – suspension bridge in the Andes, rebuilt by the local community with the use of techniques applied in the past. Source: [11]

Ryc. 2. Keshwa Chaca – wiszący most w Andach, odbudowywany przez miejscową ludność przy użyciu technik stosowanych przez przodków. Źródło: [11]

4. MODERN EXTREME PROJECTS AROUND THE WORLD

Development of technology and the desire to look for innovative solutions, combined with the need for projects that offer an adrenaline kick, have become an inspiration for a number of projects. An example may be provided by a view deck on the 103rd floor of Willis Tower in Chicago. The glazed platforms opened for the public in 2009 offer a possibility not only to admire the panorama of the city and the adjoining areas, but primarily guarantee extreme experiences.

Among projects of this type completed around the world, attention should be paid to a special type of footbridges: Grand Canyon Skywalk in Colorado, USA, Glacier Skywalk in Canada (Fig. 3, 4), and Alpspiz in Germany.



Fig. 3. Grand Canyon Skywalk at Grand Canyon West Source: [18]

Ryc. 3. Taras widokowy. Wielki Kanion Kolorado. Źródło: [18]



Fig. 4. Glacier Skywalk view platform, Jasper National Park, Canada. Source: [21]

Ryc. 4. Platforma widokowa Glacier Skywalk, Park Narodowy Jasper, Kanada. Źródło: [21]

The element that distinguishes the projects above is the fact that they are not used to overcome an obstacle, but primarily function as vantage points.

Construction of the Grand Canyon Skywalk in the area of an Indian reserve was meant to provide an economic impulse for the impoverished Hualapai tribe. The structure, completed in 2007, has the shape of a horseshoe that stretches beyond the edge of the canyon to a distance of 20 m and is suspended 1,220 m above the bottom of the canyon. The steel frame filled with sheets of reinforced glass was anchored in the ground with these of 96 anchors made of steel, driven at a depth of 14 m inside the rock (Fig. 5) [20].

The footbridge became a great tourist attraction of Grand Canyon West, attracting a large number of tourists. At the same time, it forms a starting point for a greater design layout, encompassing a complex around Skywalk: a museum, a cinema, restaurants, a hotel, golf fields, a casino, etc. Among numerous positive aspects resulting from the construction of Skywalk (improvement of the quality of life of the local tribe, drop in unemployment, economic growth), negative factors are also listed, such as commercialisation and interference in the natural environment.

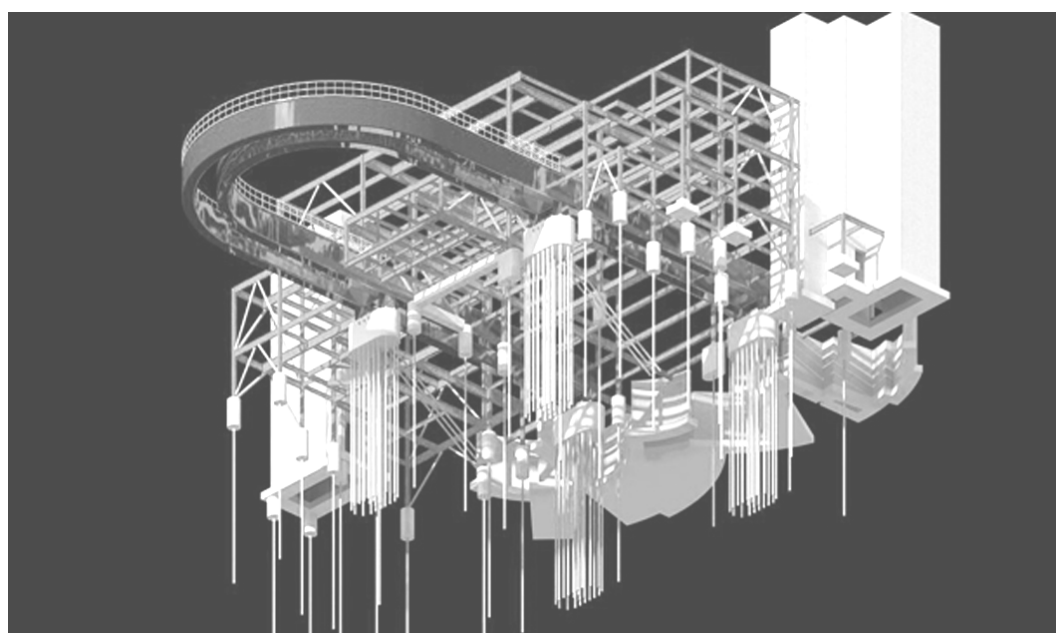


Fig. 5. Anchoring mode for the Skywalk footbridge. Source: [20]

Ryc. 5. Sposób kotwienia konstrukcji kładki widokowej Skywalk. Źródło: [20]

Similarly to the Grand Canyon Skywalk, the Glacier Skywalk (2014) footbridge fulfils the intention of providing the users with extreme experiences, offering an adrenaline kick and visual experiences. The Glacier Skywalk is located in Jasper National Park at the edge of a cliff over the Sunwapta Valley; the walkway extends at a distance of 30 m and is suspended at the height of 280 m from the valley bottom. It constitutes the end of the educational “Discovery Trail” (Fig. 6). Materials for its execution were selected in a manner corresponding to the natural environment; nevertheless, the project also encountered negative opinions criticising interference in nature and privatisation of space of the National Park [12].

However, the Glacier Skywalk offers the visitors the possibility of admiring the unique eco-system encompassing the ice-field (*Columbia Icefield*), the Sunwapta Canyon and the waterfalls.

The above-described footbridges, located in the natural landscape, are suspended on edges of rock formations, offering the users a possibility of looking at the landscape and natural values. An interesting example is also provided by the *Walk of Faith* in China; its steel and concrete structure filled with glass sheets is anchored in the slope of the Yuntai Mountain at the height of 1,430 m. Apart from the projects listed above, the amusement park built on the roof a skyscraper in Las Vegas in the United States confirms the need for extreme projects.

All the above-mentioned projects constitute tourist attractions that are magnets for tourists, generate profits and stimulate the region’s economy.

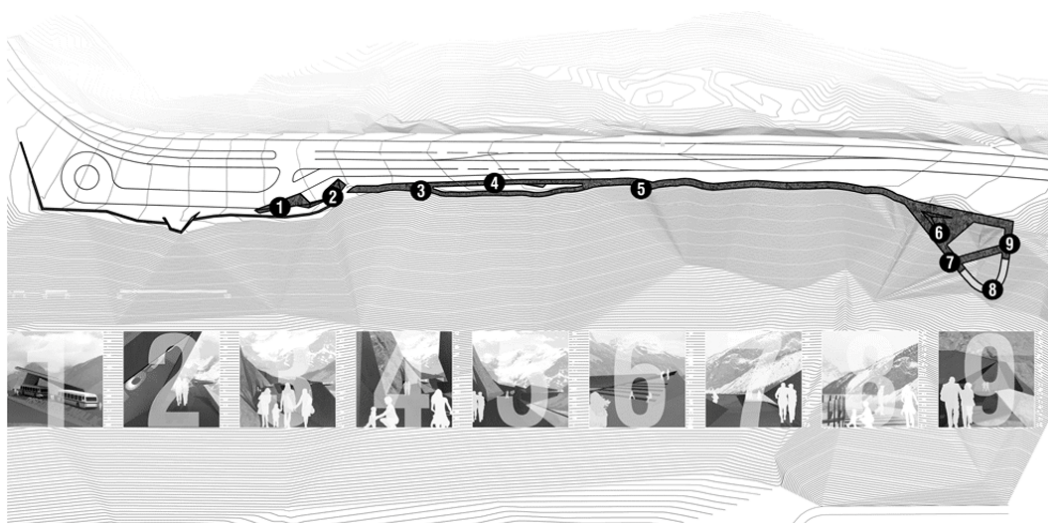


Fig. 6. Educational "Discovery Trail." Source: [12]

Ryc. 6. Szlak edukacyjny „Discovery Trail”. Źródło: [12]

5. EXTREME TIBETAN STYLE FOOTBRIDGES

In the last several years it has been possible to observe construction of pedestrian bridges modelled upon structures that had been used in Tibet for hundreds of years, thence their name: Tibetan style structures. Tibetan style structures are in the group of cable structures. They have a number of advantages, such as: the possibility of overcoming great spans and rapid construction. The basis for footbridges of this type are bearing lines (at least two) anchored on both sides of the obstacle on which a thin platform is placed. Additional (one or two) lines suspended over the bridge create a sort of a balustrade. The specific character of such structures allows for locating them in difficult places, e.g. tourist trails in high mountains, areas around alleys, cliffs, etc. The majority of footbridges built in this manner are not intended for standard pedestrian traffic on account of their frailty. Apart from performing transport functions, they become recreational elements, vantage points and, in the first place, tourist attractions.

Currently constructed Tibetan footbridges, in contrast to the original structures made of natural materials, are made of modern elements (including steel) that ensure safety and durability. At the same time, they offer a possibility of spanning greater and greater distances, which is confirmed by the longest footbridge in the world: Highline 179 with a length of 403 m [8, p. 13].

Out of many examples of Tibetan style footbridges, two examples will be discussed in detail in the article.

The longest one is located in Austria, over a valley with a road connecting Italy and Germany. Its location in the vicinity of Ehrenberg Castle and Claudia Stronghold on the opposite side of the valley, surrounded by Alpine picturesque landscapes, makes the facility a tourist highlight with a number of attractions (Fig. 7). The structure of Highline 179 footbridge consists of four cables which are suspended over the obstacle in pairs (Fig. 8). Each cable ends with an anchor that is connected to the ground with the use of a steel traverse anchored in the reinforced concrete foundation. Eight anchors with a length of 17 m each were used to fix the entire structure. This manner of connecting the cables with the surface offers a possibility for regulating the tension of the structure during construction and use. The entire structure of the footbridge was made of steel; stainless steel and anti-corrosion coating ensure its durability.



Fig. 7. View at Highline 179 from the level of road No. 179 Source: [17]
Ryc. 7. Widok Highline 179 z poziomu drogi 179. Źródło: [17]



Fig. 8. Highline 179 . Source: [19]
Ryc. 8. Highline 179. Źródło: [19]

From the point of view of Austrian standards and provisions, the footbridge fails to comply with the parameter of width; it is too narrow (the utility width is 1.2 m). However, it was built only for tourist and recreational purposes and on account of this, a departure from the standard was made and its use was permitted [8, p. 13].

Another interesting example of a Tibetan structure is the Tibetan Bridge (2006) built in the Italian Alps. It crosses San Gervasio Gorge, connecting the cities of Claviere and Cesana Torinese. This is one of highest located bridges in the world and its structure relies on four cables made of steel (Fig. 9).



Fig. 9. Tibetan Bridge Source: [26]
Ryc. 9. Most Tybetański. Źródło: [26]

The structure of the bridge is made of steel ropes. Two ropes, placed on both sides, function as handrails and one, suspended centrally over the bridge, is a safety line. The floor is made up of steel stairs. The bridge is suspended at the height of 30 m and surrounded by unique nature and landscape and guarantees the users unforgettable experiences [26].

The Tibetan Bridge is one of the elements connecting the “Alpine Park” in the area of San Gervasio Park. The Park encompasses a tourist route consisting of three bridges (due to safety, it is open for tourists in the summer period from June to September).

6. “BRAVE MEN’S BRIDGE”

Haohan Qiao (Brave Men’s Bridge) is an example of a footbridge that, apart from its impressive span, is distinguished by glass elements in its suspended structure. “Brave Men’s Bridge” is located in China, in Shiniuzhai Geological Park and it is the longest suspended bridge made of glass in the world (300 m) and the first one with a structure fully filled with glass sheets [13]. Its width amounts to 6 m. The footbridge replaced an equally scary original structure filled with wooden elements. The exchange of wooden elements for glass elements (2014) intensified the feelings of fear and adrenaline rush in the users. The newly-designed glass version of the bridge is provided with a floor made of double glass with the thickness of 24 cm. On account of safety reasons, glass that is 25 times stronger than ordinary glass was applied and the steel structure is very dense (Fig. 10). It was reinforced by adding new glass ropes and telescopic supports which increased its durability [28]. The footbridge can accommodate 800 people at the same time and its structure, swinging in the wind, intensifies the users’ feelings.

In the near future, construction of yet another suspension bridge made of glass is planned in the area of Zhangjiajie Grand Canyon. By assumption, this is going to be the longest bridge in the world with a span of 430 m, suspended at the height of 300 m from the ground level [13].



Fig. 10. Steel structure of Haohan Qiao filled with glass sheets. Source: [15]

Ryc.10. Stalowa konstrukcja Haohan Qiao wypełniona szklanymi taflami. Źródło: [15]

7. LANGKAWI SKY BRIDGE, MALAYSIA

The Langkawi Sky Bridge (2004) belongs to the group of cable-stayed structures. The bridge, located in Malaysia, is a suspended structure, whose loads are transferred to the foundation by a single pylon to which the stay cables, supporting the bridge, are attached. Structures of this type are particularly attractive visually and technologically advanced. By using the cable-stayed structure, it was possible to locate Sky Bridge above the jungle, in the Machinchang Mountains. A beautiful view onto the mountains, the rainforest, the surrounding valleys, the waterfalls and also the neighbouring islands of the archipelago spreads from the bridge. One of the key problems of such location was setting the pylon's balance and calculating the maximum loads. Finally, the structure was rested on a single pylon with the height of 82 m and inclined from the vertical on two planes: by the angle of 78° and 2° . The bridge is suspended at the height of 100 m above the ground, on eight steel cables fixed to the pylon (Fig. 11). On account of its location – in an open space that is difficult to access – pre-fabricated elements were used to build the bridge. Specific location and curved shape of the bridge offers unique experiences and ensures picturesque views from a changing perspective. The Langkawi Sky Bridge is 125 m long and its width is 1.8 m. On both ends, it has triangular platforms which function as vantage points and resting places [25].



Fig. 11. Cable-stayed structure of Langkawi Sky Bridge. Source: [29]

Ryc. 11. Wantowa konstrukcja Langkawi Sky Bridge. Źródło: [29]

A funicular rail leads to the Sky Bridge and together with it, makes a complex of tourist attractions.

The Langkawi Sky Bridge does not perform any transport functions and it is not suspended over an obstacle. It is a vantage point which, wavering in the wind, offers visual, and also extreme, experiences.

The work on modernising the facility, started in 2012, was completed at the end of 2015. It encompassed replacement of structural elements for stainless steel elements and

installation of a glass footpath incorporated into the steel and concrete panels located on the surface of the bridge. Providing the structure with a glass element in the middle section of the bridge is meant to additionally intensify the feelings of users walking on the bridge [27].

The Malaysian bridge is currently considered one of the engineering wonders in the world.

8. RECAPITULATION

Nowadays, a pedestrian bridge is no longer a way of overcoming a barrier or an obstacle. New-type bridges offer views which were previously inaccessible for an average tourist, at the same time stimulating the imagination and offering unique experiences to people who make use of them. A pedestrian bridge has become an element which, properly located in space, increases attractiveness of an area and improves competitiveness of a specific location. At the same time, it is necessary to draw attention to the very high level of engineering solutions which not only have to overcome structural span of the bridge, but also guarantee safety to the users.

EKSTREMALNE MOSTY PIESZE

1. WSTĘP

Niniejszy artykuł jest wynikiem badań prowadzonych w ramach doktoratu pt. *Mosty piesze w kontekście rewitalizacji śródmieść. Przykład Krakowa*³. W trakcie opracowywania kategoryzacji kładek pieszych autorka wyróżnia przykłady⁴ interesujące z punktu widzenia znaczenia dla otaczającej przestrzeni, ale również antropologicznej jakości odbioru przez użytkowników. W niniejszym artykule autorka chce zwrócić szczególną uwagę na powtórne użycie w projektowaniu konstrukcji typu tybetańskiego, ale z przyczyn odmiennych od pierwotnych (pierwotnie ww. konstrukcje służyły celom komunikacyjnym). Stąd konieczność zwrócenia uwagi na historyczny ich rozwój i genezę powstania.

2. HISTORIA MOSTÓW WISZĄCYCH

Nie wiadomo, gdzie i kiedy powstał pierwszy most. *Mosty budowano zawsze. I od początku były one i przedmiotem użytkowym, i... ideologią. Znosiły bariery, skracaly dystans, powodowały, że pojedynczy ludzie i całe społeczności były bliżej* [5, s. 3]. Pierw-

³ Praca doktorska pisana pod kierunkiem prof. dr. hab. inż. arch. Zbigniewa K. Zuziaka.

⁴ Typ kładek symbolicznych omówiono w artykule pt. „Idea i znaczenie kładek pieszych w strukturze przestrzennej miasta na wybranych przykładach” [10], a typ kładek ekologicznych w artykule pt. „Ekologiczne mosty piesze” [9].

sze, prymitywne mosty (ryc.1), budowane jeszcze przed rozwojem wielkich cywilizacji, ułatwiały plemionom wędrówki. Wraz z rozwojem rolnictwa i osadnictwa budowano je z potrzeby tworzenia systemu inżynierii lądowej, wynikającej ze wzrostu populacji. Wszystkie powstały z konieczności zorganizowania połączeń komunikacyjnych ponad występującymi przeszkodami (strumienie, rzeki, wąwozy, rozpadliny etc.). Rodzaj zastosowanej konstrukcji zależał od trudności stwarzanych przez tzw. barierę, ale również od dostępnych materiałów użytych do jej budowy.

Historia budowli mostowych to trzy tysiące lat rozwoju technologii, zmian poczucia estetyki i stylów architektonicznych [2]. Jednak, począwszy od pierwszych, najbardziej prostych form (pnie przerzucone przez koryto rzeki) po współczesne najnowocześniejsze realizacje, głównym celem budowy mostów – osiąganym dzięki wykorzystaniu właściwości zastosowanych materiałów – jest przyjęcie, przenoszenie i wykorzystanie sił: ciężaru własnego mostu, obciążeń użytkowych i obciążeń zewnętrznych (oddziaływanie środowiska, warunków atmosferycznych etc.).

Przez tysiące lat budowano mosty z naturalnych materiałów (drewno, kamień, bambus, liany etc.). *Początkowo ludzie budowali mosty drewniane służące doraźnym potrzebom. Później jednak, gdy zaczęli myśleć o utrwaleniu na wieki swego imienia, a rosnąca możliwość usposobiła ich do większych przedsięwzięć i ułatwiła je, poczęli budować mosty z kamienia, trwalsze, kosztowniejsze i przynoszące więcej sławy budowniczym* [7, s. 173]. Rzymianie stali się prekursorami i specjalistami w dziedzinie wznoszenia konstrukcji mostowych. Rzym był pierwszym miastem, w którym budowano mosty na szeroką skalę. *Starożytni zbudowali wiele mostów w różnych miejscowościach, lecz najwięcej w Italii, zwłaszcza na Tybrze* [7, s. 173]. W czasach rzymskich budowniczych mostów nazywano *Pontifex Maximus*. *Ugrupowania Braci Mostowych działały na całym terenie ówczesnego [starożytności] świata. [...] W tym czasie tytuł Pontifex Maximus wspiera już nie działanie wójta etruskiej osady na pontyjskich błotach, nie rzymskiego cesarza, a wysoki papieski urząd* [5, s. 3].

Na przestrzeni wieków opracowano podstawowe typy mostów w zależności od zastosowanej konstrukcji: belkowe, wspornikowe, łukowe. Mosty wiszące, będące odwróconym mostem łukowym, towarzyszyły ludzkości od zarania dziejów. Pierwotnie składały się z pojedynczej liny zawieszanej ponad przeszkodą.

Obecnie, korzystając z dorobku przodków, stosując nowoczesne i coraz doskonalsze dostępne materiały, można budować wyszukane formy w trudnych lokalizacjach.

3. KESHWA CHACA W PERU – WISZĄCY MOST LINOWY

Wiszące mosty linowe budowane przez Inków ponad kanionami, wąwozami i rzekami zapewniały dostęp do całego ich imperium. Pięć wieków temu Andy wypełnione zostały wiszącymi mostami, według szacunków było ich około 200. Budowane mosty stanowiły integralną część infrastruktury drogowej niezbędnej dla potrzeb komunikacji i wymiany handlowej, ale przede wszystkim wzmacniającej ekspansję i dominację imperium. Do ich budowy używano włókien lokalnej roślinności (traw), które wyplatano tak, by tworzyły silne liny. Przygotowane liny zaczepiano do kamiennych przyczółków po obu stronach przeszkody. Ze względu na małą wytrzymałość materiału i na warunki atmosferyczne z czasem zbudowane mosty uległy zniszczeniu, a część z nich zastąpiono nowocześniejszymi konstrukcjami. Obecnie istnieje ostatni z mostów budowanych według tradycji Inków, o nazwie Keshwa Chaca; w opinii mieszkańców jest tam od 500 lat. Jego konstrukcję stanowią cztery równoległe liny (każda z nich składa się z trzech splecionych sznurów), na których poprzecznie ułożono drobne gałązki. Dwie dodatkowo zawieszono cieńsze liny pełniące rolę pochwytu i połączone są z pomostem systemem pionowych lin ułożonych blisko siebie, tworzących balustradę (ryc. 2). Cała konstrukcja zakotwiona jest do kamiennych platform (przyczółków) po obu stronach wąwozu. Pomimo pozornie małej

wytrzymałości użytych materiałów współczesne obliczenia wskazały na możliwość utrzymania ciężaru 56 osób [14].

Ostatni z wiszących mostów w Andach zawdzięcza swoje istnienie zaangażowaniu miejscowej ludności, która w czerwcu każdego roku odbudowuje go podczas trzydniowych uroczystości. Do odbudowy stosuje takie techniki, jakich używali jej przodkowie.

Pomimo budowy w pobliżu Keshwa Chaca nowego mostu, o stalowej konstrukcji (1968), nie osłabiła coroczna tradycja odbudowy istniejącej już kładki. Podejmowane przez miejscową społeczność działania wynikają z potrzeby zachowania tradycji i poszanowania dorobku cywilizacji Inków.

Dziś Keshwa Chaca – jako ostatni most Inków – stał się atrakcją turystyczną, a odwiedzający mogą dzięki niemu nie tylko przejść na drugą stronę wąwozu, ale przede wszystkim podziwiać walory widokowe i przeżyć niezapomniane wrażenia.

4. WSPÓŁCZESNE EKSTREMALNE PROJEKTY NA ŚWIECIE

Rozwój technologii i chęć poszukiwania nowatorskich rozwiązań – połączone z zapotrzebowaniem na projekty dające użytkownikom wzrost adrenaliny – stały się inspiracją licznych projektów. Przykładem jest realizacja tarasu widokowego na 103 piętrze wieżowca Willis Tower w Chicago. Udostępnione w 2009 roku szklane platformy dają możliwość nie tylko podziwiania panoramy miasta i okolicznych terenów, ale przede wszystkim pozwalają użytkownikom na przeżycia ekstremalne.

Wśród zrealizowanych tego typu projektów na świecie na uwagę zasługuje szczególnie rodzaj kładek pieszych: Grand Canyon Skywalk w Kolorado (USA), Glacier Skywalk w Kanadzie (ryc. 3, 4) oraz Alpspix w Niemczech.

Elementem wyróżniającym ww. realizacje jest fakt, że nie służą one do pokonania przeszkody, ale są przede wszystkim punktami widokowymi.

Realizacja Grand Canyon Skywalk na terenie rezerwatu Indian miała być impulsem gospodarczym dla biednego plemienia Hualapai. Ukończona w 2007 roku konstrukcja otrzymała kształt podkowy, wystającej poza krawędź kanionu na odległość 20 m i zawieszanej 1220 m nad dnem kanionu. Stalowa rama wypełniona taflami zbrojonego szkła została zakotwiona w podłożu za pomocą 96 kotew wykonanych ze stali, wpuszczonych 14 m w głąb skały (ryc. 5) [20].

Kładka widokowa stała się atrakcją turystyczną Grand Canyon West, przyciągającą dużą liczbę turystów. Stanowi jednocześnie punkt wyjścia do budowy większego założenia projektowego, obejmującego kompleks skupiony wokół Skywalk: muzeum, kino, restauracje, sklepy, hotel, pola golfowe, kasyno etc. Wśród wielu pozytywnych aspektów wynikających z realizacji Skywalk (poprawa jakości życia miejscowego plemienia, spadek bezrobocia, wzrost gospodarczy) wymienia się także skutki negatywne, takie jak komercjalizacja i ingerencja w środowisko naturalne.

Podobnie jak Grand Canyon Skywalk, kładka Glacier Skywalk (2014) realizuje założenie dostarczania użytkownikom wrażeń ekstremalnych, podnoszących poziom adrenaliny, oraz widokowych. Kładka Glacier Skywalk, zlokalizowana w Parku Narodowym Jasper, na krawędzi klifu, ponad doliną Sunwapta, ma 30 m wysięgu i jest zawieszona na wysokości 280 m od dna doliny. Stanowi zakończenie szlaku edukacyjnego *Discovery Trail* (ryc. 6). Materiały do jej wykonania dobrano w taki sposób, by komponowały się ze środowiskiem naturalnym, niemniej jednak realizacja spotkała się z negatywnymi opiniami, krytykującymi ingerencję w naturę i prywatyzację przestrzeni Parku Narodowego [12].

Jednak w efekcie końcowym Glacier Skywalk daje odwiedzającym możliwość zobaczenia unikalnego ekosystemu, obejmującego pole lodowcowe (Columbia Icefield), Kanion Sunwapta i wodospady.

Wyżej opisane kładki widokowe, usytuowane w naturalnym krajobrazie, zostały zawieszane na krawędziach formacji skalnych, dając użytkownikom możliwość podziwiania walorów krajobrazowych i przyrodniczych. Interesującym przykładem jest również *Walk of faith* (ścieżka wiary) w Chinach, której stalowo-betonowa konstrukcja, wypełniona szklanymi taflami, zakotwiona została w zboczu góry Yuntai, na wysokości 1430 m. Poza wspomnianymi powyżej realizacjami także wesołe miasteczko zbudowane na dachu wieżowca w Las Vegas w Stanach Zjednoczonych jest potwierdzeniem zapotrzebowania na projekty ekstremalne.

Wszystkie wspomniane realizacje są atrakcjami turystycznymi przyciągającymi odwiedzających, generującymi zyski i napędzającymi gospodarkę regionu.

5. EKSTREMALNE MOSTY PIESZE TYBETAŃSKIEGO

W kilkunastu ostatnich latach można zaobserwować na świecie powstanie mostów pieszych wzorowanych na konstrukcjach używanych od setek lat w Tybecie, stąd nazywanych „konstrukcjami typu tybetańskiego”. Należą one do grupy konstrukcji ciężnowych. Wyróżniają się wieloma zaletami, takimi jak możliwość osiągnięcia dużych rozpiętości i szybkość budowy. Podstawę konstrukcji kładek tego typu stanowią liny nośne (co najmniej dwie) zakotwione po obu stronach występującej przeszkody, na których ułożony jest wiotki pomost. Dodatkowe liny (jedna lub dwie) zawieszane ponad pomostem stanowią rodzaj balustrady. Specyfika ww. konstrukcji pozwala na ich sytuowanie w trudnych lokalizacjach, obejmujących m.in. szlaki turystyczne w wysokich górach, obszary wokół dolin, klifów etc. Większość zrealizowanych w ten sposób kładek nie jest przeznaczona do normalnego ruchu pieszego ze względu na ich wiotkość. Poza pełnieniem funkcji komunikacyjnych stają się one elementami rekreacyjnymi, punktami widokowymi, a przede wszystkim atrakcjami turystycznymi.

Obecnie realizowane kładki tybetańskie – w przeciwieństwie do pierwotnych konstrukcji wykonanych z naturalnych materiałów – budowane są z nowoczesnych elementów (m.in. stal), zapewniających bezpieczeństwo i trwałość konstrukcji. Jednocześnie dają możliwość osiągnięcia coraz większych rozpiętości, co potwierdza najdłuższa na świecie kładka Highline 179, o długości 403 m [8, s. 13].

Spośród wielu zrealizowanych kładek typu tybetańskiego w artykule szczegółowo zostaną omówione dwa przykłady.

Najdłuższa zlokalizowana jest w Austrii, ponad doliną, przez którą biegnie droga łącząca Włochy z Niemcami. Usytuowanie jej w pobliżu zamku Ehrenberg i fortu Claudia, po przeciwnej stronie doliny, w otoczeniu alpejskich malowniczych krajobrazów, sprawia, że miejsce to przyciąga turystów, oferując liczne atrakcje (ryc.7). Konstrukcja kładki Highline 179 składa się z czterech zamkniętych lin, które zawieszono nad przeszkodą parami (ryc. 8). Każda lina zakończona jest końcówką kotwiącą, która łączy się z podłożem za pomocą trawersu stalowego zakotwionego w żelbetonowym fundamencie. Do zamocowania całej konstrukcji użyto ośmiu kotew o długości 17 m każda. Taki sposób połączenia ciężarów z podłożem daje możliwość regulacji naciągu konstrukcji podczas budowy oraz jej użytkowania. Całą konstrukcję kładki wykonano ze stali; stal nierdzewna i zabezpieczenie antykorozyjne zapewniają jej trwałość.

Z punktu widzenia austriackich przepisów i norm prawnych kładka nie spełnia wymogu parametru szerokości; jest zbyt wąska (szerokość użytkowa to 1,2 m). Powstała jednak tylko do celów turystyczno-rekreacyjnych, dzięki czemu, mimo odstępstwa, uzyskała pozwolenie na użytkowanie [8, s. 13].

Innym interesującym przykładem konstrukcji tybetańskiej jest most Tybetański (2006) zbudowany we włoskich Alpach. Przecina on Wąwóz San Gervasio, łącząc miasta Claviere i Cesana Torinese. Jest to jeden z najwyższych położonych mostów na świecie, którego konstrukcja została oparta na czterech stalowych linach nośnych (ryc. 9).

Konstrukcja mostu w całości zbudowana została z lin stalowych. Dwie z nich, umieszczone po obu stronach, pełnią funkcję poręczy, a jedna, zawieszona centralnie ponad mostem, jest linią asekuracyjną zapewniającą bezpieczeństwo. Wypełnienie podłogi stanowią stalowe stopnie. Most, zawieszony na wysokości 30 m, w otoczeniu niezwyklej przyrody i krajobrazu, gwarantuje użytkownikom doświadczenia niezapomnianych emocji [26].

Tibetan Bridge jest jednym z elementów tworzących park alpejski w obrębie Wąwozu San Gervasio. Park obejmuje trasę turystyczną, składającą się z trzech mostów (ze względów bezpieczeństwa dostępnych dla turystów w okresie letnim, od czerwca do września).

6. MOST ODWAŻNYCH LUDZI

Haohan Qiao (most Odważnych Ludzi) jest przykładem mostu pieszego, który poza imponującą rozpiętością wyróżnia się szklanymi elementami w jego wiszącej konstrukcji. Most Odważnych Ludzi, zlokalizowany w Chinach, w Shiniuzhai Geological Park, jest najdłuższym wiszącym mostem szklanym na świecie (300 m) i pierwszym, którego konstrukcja w całości wypełniona została taflami szkła [13]. Most wisi pomiędzy dwoma szczytami gór, nad Kanionem Zhangjiajie, na wysokości 180 m. Jego szerokość wynosi 6 m. Kładka zastąpiła nie mniej przerażającą pierwotną konstrukcję wypełnioną elementami drewnianymi. Wymiana elementów drewnianych na szklane (2014) spotęgowała uczucia strachu i wzrost adrenaliny u jej użytkowników. Nowo zaprojektowana szklana wersja mostu wyposażona została w podłogę wykonaną z podwójnego szkła o grubości 24 mm. Ze względów bezpieczeństwa zastosowano szkło 25 razy mocniejsze od zwykłego, a konstrukcja stalowa jest bardzo gęsta (ryc.10). Wzmocniono ją przez dodanie nowych lin stalowych i teleskopowych podpór, co zwiększyło jej wytrzymałość [28]. Kładka może pomieścić 800 osób jednocześnie, a jej struktura, kołysząc się na wietrze, potęguje odczucia.

Planowana jest budowa kolejnego szklanego mostu wiszącego w obszarze Zhangjiajie Grand Canyon. W założeniu będzie to najdłuższy most na świecie, o rozpiętości 430 m, zawieszony na wysokości 300 m od poziomu gruntu [13].

7. LANGKAWI SKY BRIDGE, MALEZJA

Langkawi Sky Bridge (2004) należy do grupy konstrukcji wantowych. Zlokalizowany w Malezji most jest ustrojem podwieszonym, którego obciążenia przenoszone są na fundament poprzez pojedynczy pylon, do którego zawieszono są wanty podtrzymujące most. Konstrukcje tego typu są obiektami szczególnie atrakcyjnymi wizualnie i zaawansowanymi technologicznie. Stosując konstrukcję wantową, możliwe było usytuowanie Sky Bridge ponad dżunglą, w górach Machinchang. Rozpościera się stamtąd piękny widok na góry, lasy deszczowe, okoliczne doliny, wodospady, ale też na sąsiednie wyspy archipelagu. Jednym z kluczowych problemów takiej lokalizacji stało się ustawienie równowagi pylonu oraz obliczenie optymalnych obciążeń. W efekcie końcowym konstrukcja została oparta na pojedynczym pylonie o wysokości 82 m, odchylonym od pionu w dwóch płaszczyznach; odpowiednio o kąt 78° i 2° . Most zawieszono na wysokości 100 m nad ziemią, na ośmiu stalowych linach (wantach) zaczepionych do pylonu (ryc.11). Ze względu na lokalizację – na trudno dostępnej, otwartej przestrzeni – do budowy mostu zastosowano elementy prefabrykowane. Specyficzne usytuowanie oraz zakrzywiony kształt mostu daje wyjątkowe odczucia i zapewnia malownicze widoki dostępne ze zmieniającej się perspektywy. Langkawi Sky Bridge mierzy 125 m długości, a jego szerokość wynosi 1,8 m. Na obydwu końcach mostu zbudowano trójkątne platformy pełniące funkcję tarasów widokowych i miejsc odpoczynku [25].

Do mostu prowadzi kolej linowa, z którą Sky Bridge tworzy kompleks atrakcji turystycznych.

Langkawi Sky Bridge nie pełni funkcji komunikacyjnych ani nie jest rozpięty ponad przeszkodą. Stanowi on platformę widokową, która bujając się na wietrze, daje nie tylko wrażenia widokowe, ale przede wszystkim gwarantuje odczucia ekstremalne.

Rozpoczęte w 2012 roku prace modernizujące obiekt zakończono z początkiem 2015 roku. Obejmowały one wymianę poprzednich elementów konstrukcyjnych na części ze stali nierdzewnej oraz instalację szklanego chodnika wkomponowanego w stalowo-betonowe panele ułożone na powierzchni mostu. Wzbogacenie konstrukcji o szklany element w środkowej części mostu ma dodatkowo wzmocnić odczucia użytkowników spacerujących po moście [27].

Malezyjski most jest obecnie uważany za jeden z cudów inżynierii na świecie.

8. PODSUMOWANIE

Obecnie kładka piesza przestała być jedynie sposobem na pokonanie bariery, przeszkody. Kładki nowego typu udostępniają widoki do tej pory niedostępne dla przeciętnego turysty, równocześnie rozbudzając wyobraźnię i dając niezwykle doznania osobom z nich korzystającym. Most pieszy stał się elementem, który odpowiednio umieszczony w przestrzeni, podnosi atrakcyjność terenu, wzbogaca konkurencyjność danego obszaru. Równocześnie należy zwrócić uwagę na niezwykle wysoki poziom rozwiązań inżynierskich, które muszą nie tylko uwzględnić konstrukcyjne rozpiętości mostu, ale jednocześnie zapewnić bezpieczeństwo użytkownikom.

BIBLIOGRAPHY

- [1] Bennison S., *Designing the Grand Canyon's new laminated glass walkway*, Finland Glass Performance Days 2007, p. 333-335.
- [2] Brown D.J., *Mosty trzy tysiące lat zmagają z naturą*, Warszawa, Arkady 2005, ISBN 83-213-4401-1.
- [3] Finch R., Keshwa Chaca: Straw Bridge of the Incas, *South American Explorer*, 2002, vol. 69, p. 6-13.
- [4] Flaga K., Januszkiewicz K., Hrabiec A., Cichy-Pazder E., *Estetyka konstrukcji mostowych*, Kraków, Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej 2005, ISBN 83-7242-372-5.
- [5] Głomb J., *Pontifex Maximus. Ponad przestrzenią i czasem*, Gliwice, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej 1997, ISBN 83-85718-82-6.
- [6] Lee J., *Urban facilities*, Seul 2008, ISBN 9788986780703.
- [7] Palladio A., *Cztery księgi o architekturze*, Warszawa, PWN 1955.
- [8] Ryż K., Rekordowa kładka typu tybetańskiego, *Budowlani biuletyn Małopolskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa*, 2015, nr 3, p. 13-17.
- [9] Sarga A., Ekologiczne mosty piesze, *Teka Komisji Urbanistyki i Architektury*, Kraków, 2015, ISSN 0079-3450.
- [10] Sarga A., Idea i znaczenie kładek pieszych w strukturze przestrzennej miasta na wybranych przykładach, *Metamorfozy przestrzeni*, Warszawa, 2013, ISBN 978-83-937604-1-1.
- [11] Atlas obscura, <http://www.atlasobscura.com/places/last-handwoven-bridge>, access 17.11.2015.
- [12] Brewster, <http://www.brewster.ca/activities-in-the-rockies/brewster-attractions/glacierskywalk/#/0>, access 03.11.2015.
- [13] CNN, <http://edition.cnn.com/2015/09/27/travel/china-glass-bridge-shiniuzhai/>, access 15.11.2015.

- [14] Dailymail, <http://www.dailymail.co.uk/news/article-3057071/The-Inca-bridge-Villagers-risk-lives-rebuild-ancient-walkway-100ft-river-using-handmade-grass-ropes.html>, access 05.11.2015.
- [15] Designboom, <http://www.designboom.com/architecture/china-glass-suspension-bridge-brave-mens-bridge-hao-han-qiao-shiniuzhai-park-09-29-2015/>, access 03.11.2015.
- [16] Excursiopedia, <https://www.excursiopedia.com/en/tours/tribal-spirit-tour-grand-canyon-west-air-landing-tour-optional-skywalk-4165>, access 10.11.2015.
- [17] Goeuro, <http://blog.goeuro.co.uk/bridges/>, access 03.11.2015.
- [18] Grand Canyon, <http://grandcanyon.com/planning/west-planning/grand-canyon-skywalk-at-grand-canyon-west/>, access 15.11.2015.
- [19] Highline 179, <http://www.tyrol.com/things-to-do/attractions/all-attractions/a-highline179>, access 03.11.2015.
- [20] Interameryka, <http://www.interameryka.com/2009/10/szklana-platforma-nad-kanionem-kolorado/>, access 04.11.2015.
- [21] Interrete, <http://interrete.org/stunning-views-sweaty-palms-on-canadas-new-glacier-skywalk/>, access 03.11.2015.
- [22] Los Angeles Times, <http://www.latimes.com/la-na-skywalk11feb11-story.html#page=1>, access 03.11.2015.
- [23] Livin Spaces, <http://www.livinspace.net/architecture/a-walk-on-the-wild-side-glacier-discovery-walk-by-sturgess-architecture/>, access 05.11.2015.
- [24] National Park Service, <http://www.nps.gov/grca/planyourvisit/skywalk.htm>, access 05.11.2015.
- [25] Panorama Langkawi, <http://www.panoramalangkawi.com/skybridge/>, access 18.11.2015.
- [26] Ponte tibetano Cesana, <http://pontetibetano.eu/>, dostęp/access 20.11.2015.
- [27] The Star, <http://www.thestar.com.my/news/nation/2015/02/02/parts-of-langkawi-sky-bridge-to-reopen-this-month/>, access 18.11.2015.
- [28] The Verge, <http://www.theverge.com/2015/9/29/9413571/china-biggest-glass-suspension-bridge>, dostęp/access 15.11.2015.
- [29] Trek Escape, <http://www.trekescape.com/langkawi-sky-bridge/>, access 16.11.2015.

O AUTORZE

Autorka jest doktorantką w Instytucie Projektowania Miast i Regionów Wydziału Architektury Politechniki Krakowskiej. W swoich pracach naukowych – a także w rozprawie doktorskiej – porusza problematykę związaną z rolą mostów pieszo-rowerowych w procesach rewitalizacji śródmieść oraz z ich wzajemnym oddziaływaniem.

AUTHOR'S NOTE

The author is a Ph.D. student at the Institute of City and Region Design at the Faculty of Architecture at the Cracow University of Technology. In her academic research – as well as the doctoral dissertation – she raises issues connected to the role of pedestrian and bicycle bridges in the processes of redevelopment of city centres and their interaction.

Kontakt | Contact: aneta_s@vp.pl