

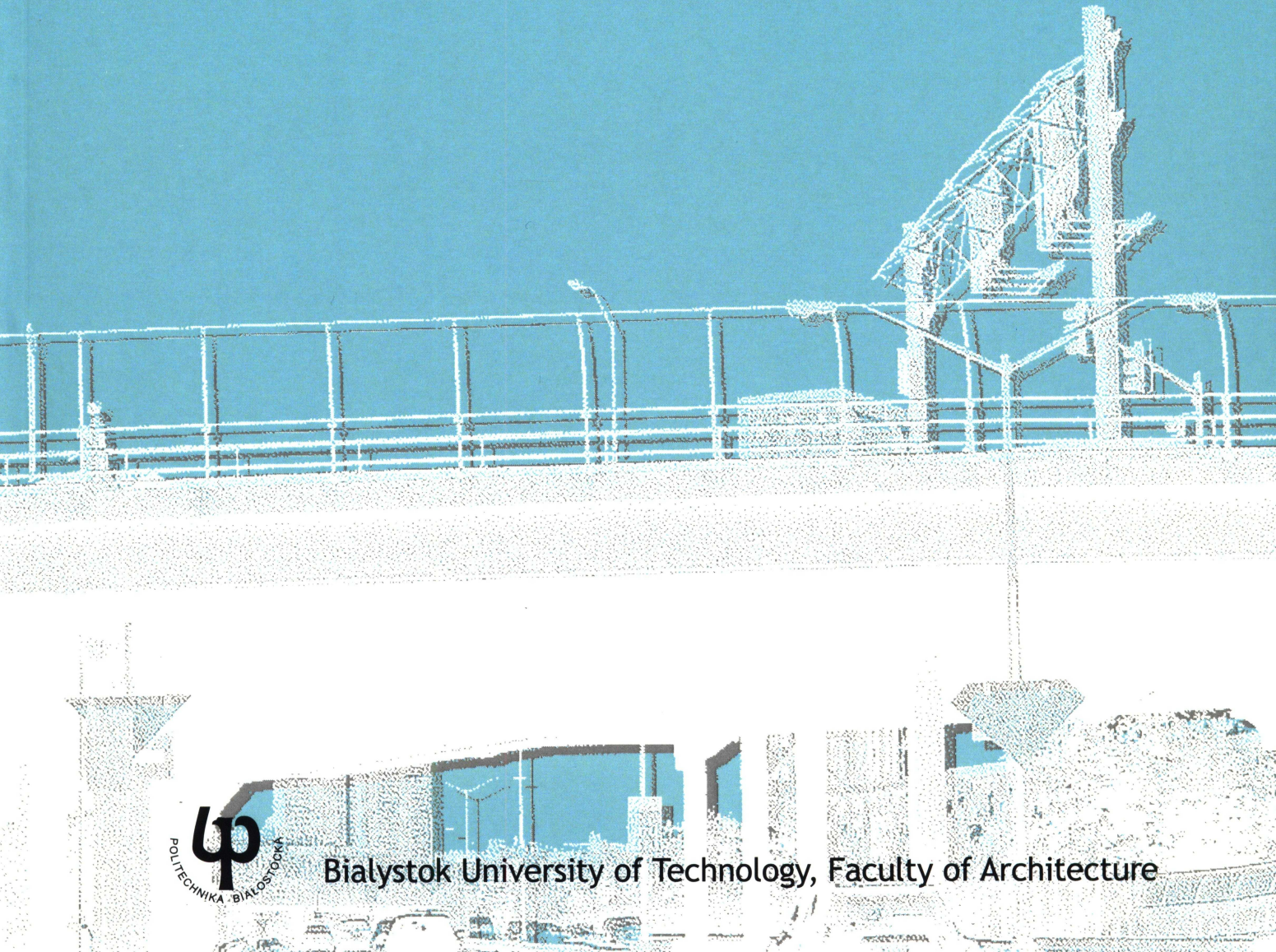
ISSN 2080-9638

Architecturae et Artibus

Quarterly
volume 10
2018

no.

2



Białystok University of Technology, Faculty of Architecture

MOC SMUGI ŚWIATŁA. PRZESTRZENNE INSTALACJE ŚWIETLNE I ICH ODDZIAŁYWANIE

Małgorzata Bartnicka

Politechnika Białostocka, Wydział Architektury, ul. O. Sosnowskiego 11, 15-893, Białystok
E-mail: m.bartnicka@pb.edu.pl

POWER OF LIGHT BEAM. SPATIAL LIGHT INSTALLATIONS AND THEIR IMPACT

Abstract

This article provides an overview of the most well-known lighting systems. These have been described in detail and subsequently analysed and compared. The factors that were selected for this brief analysis were: the number of headlamps, the diameter of a single beam, the orientation of the lights, the shape of the structure, the distance between light sources and the floodplains, the height of the light output and the maximum distance from which the structure could be seen. The study is supplemented by drawings which show the scale of the undertaking. One of the main conclusions seems to be the fact that in addition to the strength of the light beam, the message conveyed with it is equally if not more important.

Streszczenie

W ramach artykułu przedstawiono przegląd najbardziej znanych instalacji świetlnych. Zostały one szczegółowo opisane, a następnie porównane. Składowymi, które wybrano do zestawienia, były: liczba reflektorów, średnica pojedynczej smugi, sposób ustawienia świateł, kształt struktury, odległość pomiędzy naświetlaczami, wysokość uzyskiwanego strumienia światła oraz maksymalna odległość, z jakiej można było tę konstrukcję dojrzeć. Całość uzupełniono rysunkami, które przedstawiają skalę przedsięwzięcia. Autorka przeanalizowała czynniki wpływające na odczucia obserwatorów świetlnych pokazów. Istotną konkluzją wydaje się stwierdzenie, że oprócz siły strumienia świetlnego niezwykle ważne jest niesione wraz z nim przesłanie.

Keywords: artificial light; light structure; light beam; light interaction; sensation

Słowa kluczowe: światło sztuczne; struktury świetlne; smuga światła; oddziaływanie światłem; odczucia

WPROWADZENIE

Światło od zawsze fascynowało ludzi, jednakże przez setki tysięcy lat było, w zakresie swej natury, jak również i siły oddziaływania, intrygującą zagadką. Dziś truizmem jest stwierdzenie, że jest źródłem życia na Ziemi. W wymiarze duchowym zaś jest utożsamiane z dobrem i prawdą wyodrębnionymi w akcie stworzenia, stało się zatem początkiem wszystkiego. Fakt, że przez wieki ukrywało przed ludzkością swą naturę, przemawiał za jego nadprzyrodzonym rodowodem, a dla osób wierzących od zawsze było emanacją boskiej światłości.

Na co dzień sama obecność światła nie jest nawet podświadomie analizowana, ono po prostu istnieje. Świadomie rozróżniamy jedynie jego odmiany, od rozproszonego w pochmurny dzień do kierunkowego oświetlenia słonecznego. Co istotne, światło w rzeczywistości jest niewidzialne i realnie się nie ukazuje, natomiast w różny sposób oddziałuje. Podstawową formą tego działania jest sam proces widzenia, który bez udziału światła byłby niemożliwy. Promienie świetlne emitowane przez źródło światła, naturalne czy też sztuczne, padają na przedmioty i podlegają zjawiskom

przenikania, pochłaniania, załamania lub różnego typu odbicia. Wykształcony w drodze ewolucji narząd wzroku odpowiednio reaguje na wpadający do oka strumień światła. W drodze wyuczonej doświadczeniem interpretacji wysyłanych do mózgu bodźców elektrycznych następuje wizualizacja kształtów, barwy, odległości oraz wzajemnych zależności układów przestrzennych. Dodatkowo istnieje możliwość zaobserwowania zjawisk, które fizycznie nie istnieją, są jedynie ułudą wynikającą z załamania światła.

1. INSTALACJE ŚWIETLNE

Obserwowaną rzeczywistość ukazują dwie odmiany światła uzyskiwane od źródeł naturalnych lub sztucznych. Istnieje przekonanie, że światło naturalne ma przewagę w zakresie wpływu na człowieka. Nic nie zastąpi rozgrzewającego promieniowania słonecznego, także ogień ma w sobie coś magicznego, przyciąga, hipnotyzuje. Żadne sztuczne źródło nie jest w stanie imitować płomienia świecy ani oddać tworzonych przez niego nastroju. Zastępowanie ognia światłem sztucznym wytraca tę magiczność. Innym intrygującym zjawiskiem jest przenikająca przez przestrzeń pojedyncza smuga światła. Tak jest postrzegana, choć to tylko oświetlona para wodna, mgielka, dym, drobinki kurzu, szczególnie dobrze widoczne przy penetracji wąskim promieniem głębi ciemnego pomieszczenia. Podobnie jest z niesamowitym efektem przenikania przestrzeni smugami światła słonecznego, najbardziej spektakularnie obrazują to przechodzące przez szczeliny w chmurach promienie zmierzchowe, zwane też często promieniami Boga. Zjawisko to, w odróżnieniu od wspomnianego płomienia świecy, ma pewien odpowiednik, który można osiągnąć za pomocą światła sztucznego. Wykorzystywane są do tego reflektory, które emitując skupione wiązki światła w kierunku nieba, kształtują na nim świetlne struktury przestrzenne. Tworzona jest przez to widowiskowa świetlista architektura, która jawi się jako spektakularne zjawisko materializowania się światła na tle nocnego nieba. Efekt przecinania przestrzeni widocznymi snopami światła, boskiego w dzień, z góry do dołu i ludzkiego w nocy, z dołu do góry, jawi się jak próba nawiązania kontaktu z wszechświatem. W szczególnych przypadkach spektakl taki może stać się w rozumieniu psychologii humanistycznej przeżyciem mistycznym, czyli doświadczeniem szczytowym (Maslow 1986).

Powstaje pytanie: jakie czynniki wpływają na powstawanie takich odczuć, które cechy instalacji świetlnej wywołują najsilniejsze przeżycia, graniczące z zachwytem, uniesieniem, olśnieniem czy nawet ekstazą? Odpowiedź na to pytanie będzie możliwa po przeanalizowaniu dotychczasowych najbardziej znanych przykładów tego typu instalacji świetlnych wraz z porównaniem ich głównych parametrów określających skalę i charakter przedsięwzięcia, takich jak: ilość reflektorów, ich rozmiar, kształt struktury, zasięg strumienia światła i widoczność w skali miasta.

1.1. Stosowanie reflektorów dużej mocy

Era światła elektrycznego, rozpoczęta wraz z konstrukcją pierwszej lampy elektrycznej, lampy łukowej, otworzyła całkiem nowe możliwości. Już w 1878 roku, na wystawie w Paryżu, zademonstrowano działanie ulepszonej wersji lampy łukowej i rozświetlono nią obszar wokół opery (The Oxford Encyclopedia 2003). Podczas kolejnej wystawy w Paryżu, w 1889 roku, teren wystawy oświetlało już 1300 lamp łukowych (Cannogor 2000). Oprócz lamp stojących wykorzystano wówczas także naświetlacze, które zamocowano na szczycie nowo powstałej Wieży Eiffla. Ich światło, kierowane „od góry”, wyróżniało najpiękniejsze budynki wystawy. To w tym momencie wykorzystano po raz pierwszy reflektory z ich efektownym przestrzennym snopem światła do oświetlania architektury. Lampy te, nazywane zazwyczaj szperaczami, w pierwszej fazie swego istnienia powstały na potrzeby floty wojkowej, gdzie po zamontowaniu ich na statku wykorzystywane były do penetracji tafli wody¹. Pełna, niepoohamowana fascynacja światłem elektrycznym, w tym dużymi reflektorami, nastąpiła podczas kolejnej wystawy światowej za sprawą wizjonera Nicolii Tesli. Do roku 1893 wszystkie źródła światła zasilane były prądem stałym. Rozwiązanie to stwarzało sporo problemów, zwłaszcza z przesyłem prądu na większe odległości. Dopiero Nicola Tesla podczas Wystawy Światowej w Chicago (The World's Columbian Exposition) zaprezentował możliwości i moc prądu zmiennego, co stało się przełomem w dziejach ludzkości². Ilość wygenerowanego światła była wręcz oszałamiająca, nie do porównania ze wszystkim, co miało miejsce dotychczas, rozświetlone wystawowe Białe Miasto otrzymało miano *city of light*. Podczas tego pokazu użyto również reflektorów dużej mocy (*searchlight*), które silnymi snopami światła

¹ Elektryczne szperacze były testowane przez Marynarkę Stanów Zjednoczonych na okręcie SS Comet w 1874 roku, a pierwsze zamontowano na stałe na HMS Minotaur w 1876 (D.K. Brown 1997).

² Tesla w ramach współpracy z Firmą Westinghouse zaprojektował całą infrastrukturę oświetleniową, jak również opracował nową dwuczęściową świetlówkę, ponieważ nie wolno mu było korzystać z żarówek opatentowanych przez Edisona (*Tesla Master of Lightning*, film dok. 2000).

przemierzały teren wystawy. Na wystawie zaprezentowano po raz pierwszy 60-calowy (ponad 150 cm średnicy) reflektor GE. Te najsilniejsze naświetlacze nie służyły wówczas do oświetlania architektury, penetrowano nimi po zmroku, tak jak wcześniej taflę wody, teren wystawy i rzesze zwiedzających. Użycie ich miało właściwie charakter dyscyplinujący, w założeniu miały one zapewniać bezpieczeństwo zwiedzającym, tak aby w momencie zamiany nocy w dzień „zapobiec niestosownym zachowaniom seksualnym” (Camp 2009). Jedyną kwestią czasu było wykorzystanie tego niezwykle intensywnego, daleko bijącego równoległego strumienia świetlnego do innych działań przestrzennych. Szperacze w tej pierwszej fazie użytkowania wykorzystano do oświetlania terenu, montowano je wysoko i kierowano strumień z góry do dołu, w kolejnej fazie użyte zostały do oświetlania obiektów z dalszej odległości, jak np. wodospadu Niagara w 1907 roku podczas Wystawy Pan American w Buffalo³. Zupełnie nową jakością kreacji artystycznej stało się podniesienie strumienia świetlnego w górę, a w szczególności moment, w którym zadaniem wiązki emitowanej w niebo nie było już oświetlenie – ona sama stała się godnym podziwu obiektem, tworząc przestrzenne struktury świetlne.

1.2. Wybrane przykłady struktur świetlnych⁴

Pierwsza zaplanowana ekspozycja strumienia świetlnego nastąpiła na jednej z kolejnych wystaw światowych, Panama–Pacific Exposition w San Francisco w 1915 roku. Twórcą instalacji był założyciel i dyrektor generalny General Electric’s Illuminating Engineering Laboratory, Walter D’Arcy Ryan, który był odpowiedzialny za oświetlenie całości wystawy⁵. Sztuczne światło i efekty oświetleniowe właściwie zdominowały całą wystawę, nastąpiła wręcz swoista fascynacja oświetleniem, a także samym światłem. Najbardziej spektakularnym przedsięwzięciem świetlnym tej wystawy stał się *wachlarz świetlny*, utworzony specjalnie z jej okazji za pomocą baterii silnych reflektorów. W la-

tach 1902-1903 General Electric (GE) wyprodukowały nowe typy reflektorów przeciwlotniczych, a właściwie szperaczy⁶ o średnicy soczewki 36, 48, 60, a nawet 80 cali (J.W. Hammond 1941). W czasie wystawy światowej w San Francisco, na falochronie portu jachtowego na obszarze miniaturowego, wzorowanego na kubańskim, Morro Castle Walter D’Arcy Ryan zamontował dwa szeregi trzydziestosześciorozmiarowych reflektorów, łącznie 48 lamp o średnicy 91,44 cm (3 stopy), które tworzyły *The Great Scintillator* (Berry 1915). Naświetlacze obsługiwane były przez 48 marynarzy, którzy sterowali ich ruchem oraz zmieniali barwę przesłony. Był to pierwszy przykład świadomie stworzonej struktury świetlnej, swoistej ekspozycji smugi światła. Jak wspomniano, reflektory były ruchome, a światło było prezentowane w trakcie spektaklu, podczas którego snopy światła świeciły w górę i w bok, tworząc formę barwnego wachlarza. Pełen pokaz świetlny odbywał się trzy razy w tygodniu i był połączony z fajerwerkami (*Official guide of the Panama-Pacific International Exposition* 1915). Za pomocą *Scintillatora* tworzone były różne układy świetlne, przez twórców określane jako: *devil fans and plumes of paradise, fan to rear, chromatic wheels and fairy feathers, searchlight drill, beam dance* (*Scintillator and Fireworks Program – Closing Day*, 1915). Sam *Scintillator* doczekał się bardzo wielu nazw, np. *Devil’s Fan, Fighting Serpents, Octopus* (*An Enduring Icon* 1915), a Ryan swój spektakl przy użyciu tych reflektorów nazywał *fireless fireworks* (J.W. Hammond, 1941). Aby wyeksponować wiązkę światła potrzebny jest ośrodek, który zostanie przez ten strumień podświetlony, zazwyczaj jest to kurz, dym, para wodna. W przypadku wystawy Panama-Pacific autor wykorzystał warunki naturalne charakteryzujące San Francisco, a w szczególności słynną mgłę nad miastem. W sytuacji, gdy mgły nie było do wytworzenia „sztucznej mgły” używany był sprowadzony na tę okoliczność na teren wystawy parowóz, który zapewniał wystarczającą ilość dymu i pary wodnej w przestrzeni

³ Wodospad został oświetlony po raz pierwszy w 1869 roku za pomocą 200 ogni bengalskich. Światła elektrycznego użyła po raz pierwszy w 1879 firma Brush Electric Company z Cleveland. Wykorzystano do tego 16 lamp łukowych zasilanych przez dynamo (pracowały na prąd stały). W 1901 po raz pierwszy użyto silnych reflektorów, w 1907 Walter D’Arcy Ryan z General Electric Company z Schenectady stworzył nowy system z wykorzystaniem 36 reflektorów o łącznej jasności ponad miliona kandel. *Vide np.: Illumination of the Falls* <https://www.niagarafallsinfo.com/niagara-falls-history/niagara-falls-tourism-history/illumination-of-the-falls/> [dostęp: czerwiec 2017].

⁴ W rozważaniach podjętych w tym artykule pominięto wszelkie działania świetlne związane z występami muzycznymi, pokazami światła, laserów czy performance, skupiono się na instalacjach, których celem była ekspozycja samego strumienia świetlnego.

⁵ Ryan po raz pierwszy zastosował wówczas tzw. metodę konturującą (Bartnicka 2004) oświetlenia budynków, kąpiąc całe budynki w intensywnym świetle. Sam Ryan nazwał tę metodę „flood lighting” (Berry 1915). Uzyskane efekty były niezwykle intrygujące, zwłaszcza iluminacja ponad 130-metrowej Wieży Klejnotów *Tower of Jewels* (Barry, 1915).

⁶ W tych czasach reflektory te nie były wykorzystywane jako światła przeciwlotnicze, w języku angielskim nazywane są *searchlight*, czyli szperacze. W chwili powstania wykorzystywane były na statkach (*vide infra*), gdzie za ich pomocą śledzono nocą powierzchnię morza w poszukiwaniu nieprzyjacielskich statków, a także jako ochrona wybrzeża i miast, np. podczas wojny francusko-pruskiej w 1870-1871 użyto ich przy obronie Paryża. W latach pokoju wykorzystywane były jako reflektory lokomotyw parowych, światła statków pasażerskich ułatwiających wejście do portu czy szukanie osób, które wypadły za burtę. Dopiero podczas pierwszej wojny światowej zaczęto je wykorzystywać w obronie przeciwlotniczej, a od roku 1944 sukcesywnie zastępowano je radarami (*The Arc Lamp ...*, www.historyinsidepictures.com).

(*Scintillator...* 1915). Podsumowując działania Ryana, należy przyznać, że sam pomysł użycia świateł szperaczy do stworzenia świetlnego show był niezwykle oryginalny, a efekt olśniewający. Nawet międzynarodowe jury, którego zadaniem było przyznawanie nagród wystawcom, uznało wyeksponowane oświetlenie za dzieło sztuki (J.W. Hammond 1941).

Do dalszych osiągnięć twórczych w tej dziedzinie przyczyniły się teatr i kino. Jeszcze pod koniec XIX wieku pojawił się w teatrze europejskim nowy trend, zręby teatru symbolicznego, w którym zastosowano nową plastykę sceniczną oraz podkreślano rolę światła. Był to okres, kiedy w teatrze po raz pierwszy wygaszono światła na widowni, a kiedy nastąpiła ciemność, jedynie z użyciem smug i plam świetlnych skierowanych na scenę wzbudzano odpowiednie emocje i budowano nastrój. Ciemność stała się dla wielu tradycjonalistów synonimem teatru modernistycznego (Mitzner 1987). Na pytanie: „Co się panu wydaje rzeczą najbardziej godną podziwu?” szwajcarski teoretyk teatru i scenograf, prekursor nowych idei w teatrze, Adolphe Appia odpowiedział: „Światło”. W 1900 roku w trakcie inscenizacji opery Wagnera Appia stworzył na scenie świetlne smugi w kształcie słupów światła. W roku 1903 kolejny innowator, reżyser Edward Gordon Craig, tworzy scenografię, w której głównym bohaterem jest silny strumień światła padający na pustą scenę (Mitzner 1987). Z doświadczeń teatralnych inscenizacji świetlnych korzystał też na początku XX wieku właśnie rozwijający się film, zwłaszcza w latach 20., kiedy zaczęto budować zamknięte studia filmowe, które uniezależniały filmowców od światła dziennego. To na tym polu wyróżniła się i zwróciła na siebie uwagę Leni Riefenstahl, reżyserując w 1932 roku film *Das Blaue Licht*, który odznaczał się doskonałymi zdjęciami i efektami świetlnymi. Film otrzymał Srebrny Medal na Festiwalu Filmowym w Wenecji. To po tym sukcesie Leni została poproszona o wyreżyserowanie propagandowego filmu o NSDAP. W ciągu dwóch lat powstały trzy filmy, w tym najbardziej znany *Triumph des Willens*. Jednakże w odniesieniu do struktur świetlnych to nie te filmy były istotne. Uznanie, jakie zdobyła Leni, spowodowało, że powierzono jej udokumentowanie Olimpiady, która odbyła się w 1936 roku w Berlinie. Efektem tej pracy jest film *Olympia* składający się z dwóch części: *Teil 1: Fest der Völker* oraz *Teil 2: Fest der Schönheit*. Drugą część filmu zamyka ceremonia zakończenia olim-

piady, w dniu 16 sierpnia 1936 roku, w trakcie której ukazana została niezwykła struktura świetlna, namiot świetlny, zwany też w literaturze *Lichtdom*⁷. Struktura ta ukazana została w ostatnich czterech minutach filmu. Do stworzenia jej wykorzystano reflektory przeciwlotnicze rozlokowane wokół stadionu (M. Henneke 1996). W trakcie uroczystości zakończenia olimpiady światła zostały włączone, początkowo świeciły pionowo w górę, a następnie zostały pochylone na kształt namiotu, tak aby strumienie światła spotkały się w jednym punkcie. Bardzo trudno jest ustalić, ile ich właściwie było. Istnieją przekazy, że około 50-60. Szczegółowa analiza ostatnich scen filmu *Olympia* skłaniałaby raczej do liczby 40. Jednakże problemem jest fakt, że Leni ukazała w swym filmie *namiot światła* utworzony wokół makiety stadionu, jest to nagranie zainscenizowane w studiu (T. Downing 1992). W rzeczywistości podczas uroczystości był już zmierzch i było zbyt mało światła, aby sfilmować pokaz. Sam pokaz odbył się jednak naprawdę, co zostało odnotowane w ówczesnej prasie, jak również we fragmentach utrwalonych na fotografiach i w filmach dokumentalnych (kronikach). Żaden z tych materiałów nie ukazuje stadionu w całości. Jest możliwe, że Speer zorganizował dodatkowe reflektory przeciwlotnicze, które zostały ustawione na samochodach wokół stadionu, tak jak sugeruje nagranie przedstawione w filmie. Autorka nie spotkała się jednakże nigdzie z tego typu wzmiankami, nie ma nigdzie zdjęć samochodów służących do przewozu szperaczy, w dokumentacji oryginalnej nie widać także strumieni świetlnych wznoszących się spoza obrębu stadionu. Z dostępnych fotografii wynika, że do tworzenia tej struktury wykorzystano reflektory przeciwlotnicze ustawione na koronie stadionu, które w trakcie igrzysk służyły do oświetlania poszczególnych konkurencji po zmroku, a w czasie uroczystości zakończenia olimpiady utworzyły unikatową oprawę świetlną. Naświetlacze rozstawione zostały średnio co 60 metrów. Przy takim ustawieniu można doliczyć się 13 reflektorów o średnicy około 90 cm⁸.

Autorstwo i wykonanie tej struktury przypisuje się Albertowi Speerowi, jednakże dzisiaj trudno jest precyzyjnie ustalić czyim pomysłem była ta forma. W roku 1986 Leni Riefenstahl twierdziła, że pomysł był jej, zaś kamerzysta Walter Frenz zapewniał, że to on zaproponował pochylenie świateł na kształt namiotu (G. Sereny 1995), a sam Albert Speer nie wspomina

⁷ Nazwa dość niefortunna, ponieważ można tę strukturę zacząć mylić z Katedrą Światła tworzoną w Norymberdze (*vide infra*), tym bardziej, że film miał premierę dopiero 20 kwietnia 1938 r. Leni Riefenstahl, *Filmographie*, <http://www.leni-riefenstahl.de/deu/film.html> [dostęp: sierpień 2015].

⁸ Anne Krauter podaje, że według *Völkischer Beobachter* z 1936 r. inscenizację nad stadionem wykonano za pomocą 8 reflektorów (Flak-Scheinwerfer) (A. Krauter 1997, s. 195).

o niej w swoich pamiętnikach. Napisał natomiast o kolejnej, najbardziej znanej konstrukcji świetlnej, która przeszła do historii jako Katedra Świetlna – *Lichterdome*.⁹ Pierwszy jej pokaz odbył się 11 września 1936 roku na terenie Zeppelinfeld w Norymberdze podczas Reichsparteitag (S. Zelnhefer 1991). Strumienie światła ze 152¹⁰ potężnych reflektorów przeciwlotniczych, o mocy 16 kW każdy, stworzyły potężny obiekt przestrzenny. Światła ustawione były na obrzeżach terenu, tworząc w podstawie formę zbliżoną do obwodu kwadratu (363 x 378 m). *Powstało wrażenie olbrzymiego pomieszczenia, w którym pojedyncze smugi świetlne wydawały się potężnymi podporami nieskończenie wysokich ścian. Co jakiś czas przez ten wieniec światel przesuwała się chmura, dodając do imponującego efektu element surrealistycznej nierealności* (A. Speer 1990). Smugi światła, o średnicy strumienia 150 cm, wznosiły się na wysokość kilkunastu kilometrów. Katedra Światła stała się od 1936 roku stałym elementem uroczystości zjazdów partyjnych w Norymberdze. W poszczególnych latach ulegała ulepszeniom, co widać na zdjęciach katedry w poszczególnych latach (A. Krauter 1997). W roku 1936 strumienie światła były rozmyte i łączyły się ze sobą tworząc zatartą świetlną powierzchnię. Dopiero w 1937 zaczęła tworzyć ostre kontury, formą przypominając potężny filar lub gotycką wieżę. Najpiękniejsze zdjęcia *Lichterdome* pochodzą z roku 1938.

Bez wątpliwości w tym okresie Niemcy zawładnęli tworzeniem struktur świetlnych, niestety wyłącznie do celów propagandowych. Oprócz cyklicznych prezentacji Katedry Świetlnej Speer zaprezentował również, ponownie na stadionie olimpijskim w Berlinie, zmodyfikowaną formę *namiotu świetlnego*, którą można by nazwać *wigwamem świetlnym*, ewentualnie *klepsydrą światła*. Widowisko utworzone zostało przy użyciu 50 reflektorów 28 września 1937 roku z okazji wizyty Mussoliniego¹¹. Zapewne właśnie ta upolityczniona dominacja spowodowała, że przez wiele lat struktury tego typu nie były nigdzie na świecie realizowane, a jakiegokolwiek inicjatywy do nich podobne wręcz piętnowane. W 1999 roku Gert Hoff przedstawił propozycję show przygotowywanego na Noc Milenijną w Berlinie.

Częścią przedstawienia miał być zestaw 250 światel ustawionych wokół Kolumny Zwycięstwa na Tiergarten, świecących równoległymi strumieniami w niebo. Zamysł ten został zgodnie oprotestowany, tym bardziej że o ile cały spektakl miał nosić nazwę *Art in Heaven*, to będąca jego częścią struktura świetlna nazwana została przez autora *Lichtkathedrale*. Lokalni politycy uznali całe przedsięwzięcie za *ästhetisch und politisch verheeren* (estetycznie i politycznie fatalne) (S. Kneist, H. Stark 1999). Ostatecznie, po uzupełnieniu projektu światłami barwnymi i puszczeniu ich w ruch, spektakularne widowisko *Art in Heaven* odbyło się. Właściwie do czasów obecnych inscenizacje tego typu nieodzownie kojarzone są z katedrą Speera, również w Polsce. A przecież nie każde światła świecące w górę są nawiązaniem tamtych wydarzeń. Przy obecnych instalacjach świetlnych nikt nie używa już reflektorów przeciwlotniczych, jak również skala inscenizacji jest zupełnie inna.

Pomysł snopów światła kierowanych w niebo, bez względu na skojarzenia z wcześniejszymi dokonaniami niemieckimi, nie raził osób chcących uczcić ofiary z 11 września 2001 roku w Nowym Yorku. W dniu 11 marca 2002 w *strefie zero* rozbłysły dwie świetlne wieże: *Towers of Light – Tribute In Light*. Jako pomysłodawców przytacza się artystów Juliana LaVerdiere'a i Paula Myodę. W prace nad instalacją włączyli się również architekci John Bennett, Gustav Bonevardi, którzy niezależnie wpadli na podobny pomysł, oraz projektant oświetlenia Paul Marantz, a dzieło swe nazwali *Towers of Light*. Można odnieść wrażenie, że dopiero to wydarzenie zdjęło piętno z tego typu widowisk. Sam pomysł powstał spontanicznie, twórcy wsparci przez władze miasta i prywatnych darczyńców zrealizowali tę strukturę już w pół roku po tragedii. Zlokalizowane zostały na dachu parkingu Battery Park, niedaleko od miejsca, gdzie wznosiły się wieżowce World Trade Center. Wieże tworzone były przez dwie grupy reflektorów, po 44 urządzenia każda, ułożonych w dwa kwadraty o powierzchni 48 stóp kwadratowych (14,6 m²). W pierwszym okresie lampy świeciły przez miesiąc, w późniejszych latach tylko w rocznicę ataku, włączane o zmierzchu 11 września i gaszone o świcie 12 września¹².

⁹ Jest to naturalnie jedna z nazw, jakie można znaleźć w literaturze, określana także jako *Lichtdom*, *Strahlendom*, *Cathedral of Light*.

¹⁰ Albert Speer w swoich wspomnieniach, opublikowanych w 1969 roku, przytacza liczbę 130 reflektorów. Frances Living udowadnia, że liczba reflektorów w różnych latach była różna, w 1936 użyto 151, w 1937 – 152 (F. Living 2003, s. 246). Jednocześnie nie jest wykluczone, że Speer opisuje jakąś inną próbę użycia tych światel. Przy opisie Katedry w swojej książce Speer nie podaje daty jej powstania, ale sądząc z kontekstu, mowa jest o roku 1934. Jednocześnie, gdyby wówczas nastąpiła prezentacja Katedry, to zostałaby ona uwieczniona w filmie Riefenstahl, która dokumentowała zjazd w tym właśnie roku. Living dodaje jeszcze informację o mających miejsce próbach użycia 111 światel przeciwlotniczych na Zeppelinfeld w 1935 roku, jednakże nie były one ustawione po kwadracie wokół terenów zjazdu.

¹¹ *Festlicher Ausklang im Stadion. Großkonzert der Wehrmacht mit Großem Zapfenstreich*, „Der Oberschlesische Wanderer. Eine Wochenschrift für Alle Stände”, Mittwoch, den 29. September 1937, vide item: *Third Reich Day by Day: September 1937*, <https://germanwarmachine.com/timelines/third-reich-day-by-day/third-reich-1937/september-1937> [dostęp: czerwiec 2016].

¹² vide np.: 9/11 Memorial&Museum, 911memorial.org [dostęp: czerwiec 2016].

Tab. 1. Zestawienie informacji o najbardziej znanych instalacjach świetlnych, źródło: autorka
Tab. 1. Information on the most famous lighting installations, source: by the author

struktura świetlna (lighting installation)	okoliczności powstania (the reason behind the design)	charakter, oddziaływanie (character, influence)	liczba reflektorów (number of floodlights)	średnica reflektora (diameter of floodlight)	kształt i wielkość struktury (the shape and size of structure)	odległość między reflektorami (distance between the floodlights)	wysokość strumienia (the height of the light beam)	widoczność (maksymalnie z odległości) (visibility)
Wachlarz świetlny, Great Scintillator, San Francisco 1915	Wystawa Światowa Panama-Pacific Exposition	oprawa świetlna o charakterze ludycznym	48	91,44 cm (3 stopy)	dwa rzędy po 24 reflektory na powierzchni 3,5x50 metrów	1,5 m	3 – 5 km	4 km
Namiot Świetlny, Lichtdom, Berlin 1936	XI Igrzyska Olimpijskie	oprawa świetlna uroczystości zakończenia olimpiady	13	90 cm	owal wokół stadionu wpisany w prostokąt 250 x 180 m	50 m	-	-
Katedra Światła, Lichterdom, Norymberga, corocznie (1936-1938)	IX Parteitag (opisano drugi pokaz Katedry)	pokaz liczby sprzętu i siły	152	150 cm	prostokąt o wymiarach 363 x 378 m.	12 m	8 – 12 km	250 km
Tribute in Light Nowy York, corocznie 2002-2016	Rocznice zamachu na World Trade Center	uczczenie ofiar ataku terrorystycznego	88 7000W	46 cm	dwa kwadraty 15x15 metrów, lampy w układzie szachownicy	w rzędzie 120 cm pomiędzy rzędami 30 cm	6,5 km	97 km (60 mil)
Spectra 2014	Setna rocznica przystąpienia Wielkiej Brytanii do I WS	przypomnienie i uczczenie poległych	49 4000W	60 cm	kwadrat 20 x 20 m, w układzie 7 rzędów po 7 lamp	1,7 m	15 km	20 km (12 mil)

Obecne widowiska z użyciem silnych snopów światła mają najczęściej związek z upamiętnianiem historycznych rocznic, np. w Wielkiej Brytanii w ten sposób uczczono setną rocznicę wybuchu I wojny światowej. W nocy 4 sierpnia 2014 (rocznica włączenia się Wielkiej Brytanii do wojny), w całym kraju zgasły na chwilę światła, wyłączono iluminacje, oświetlenie sklepów, biur. Wtedy w centrum miasta, w Victoria Tower Gardens, rozbłysła wieża światła *Spectra*, której autorem był Japończyk Ryoji Ikeda. Strumienie świetlne emitowane były przez 49 potężnych reflektorów ksenonowych ustawionych w rozstawie 7x7. Snopy światła dochodziły do 15 km wysokości i były widoczne z około 20 kilometrów¹³. Widowisko to można było oglądać

codziennie przez siedem dni. Struktura świetlna została uzupełniona ścieżką dźwiękową emitowaną z czterech głośników ustawionych w narożnikach i skierowanych w kierunku światła. Z eteru pobrzmiwała cicha muzyka bazująca na niskich tonach, którą przerywały traski, szumy, pojedyncze dźwięki.

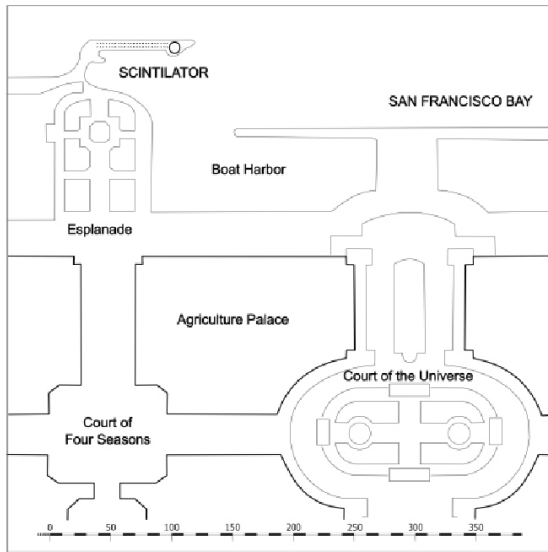
Tak światło dawnych reflektorów przeciwlotniczych przekształciło się w dzieło artystyczne.

1.3. Porównanie wybranych przykładów struktur świetlnych

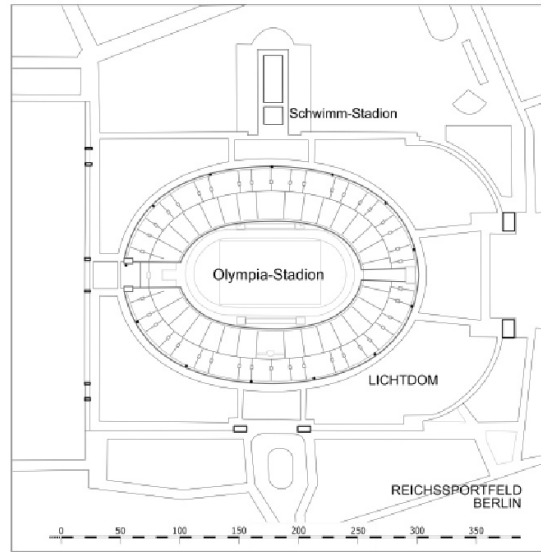
Aby zrozumieć sposób i siłę oddziaływania poszczególnych instalacji świetlnych, warto je ze sobą zestawić i porównać, odczuć ich skalę zarówno w odnie-

¹³ Sam pokaz nie był całkowitą nowością. Już w 2008 roku Ikeda przedstawił podobne prezentacje, w Amsterdamie ukazał wieżę złożoną z 25 projektorów, w Paryżu, w tym samym roku, składającą się z 36 reflektorów, w Barcelonie w 2010 używał już 49 urządzeń, a w 2012 w Buenos Aires zaproponował rozwiązanie liniowe ciągnące się na długości 100 metrów. *Vide: Spectra, www.ryojiikeda.com/project/spectra*, [dostęp: czerwiec 2016].

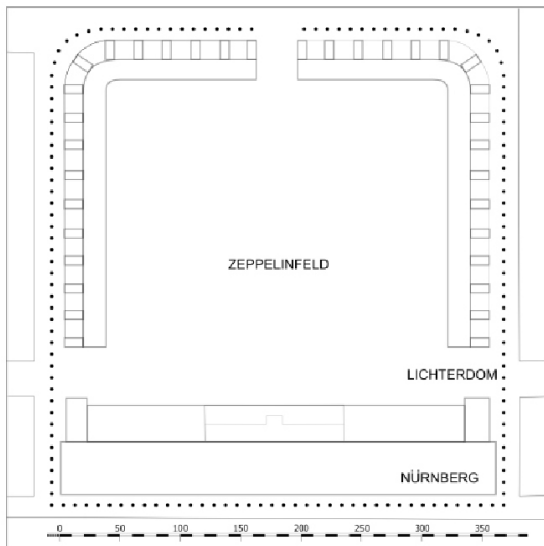
Ryc. 1. Porównanie kształtu i skali wielkości poszczególnych instalacji świetlnych
Fig. 1. Comparison of the shape and size of individual light structures



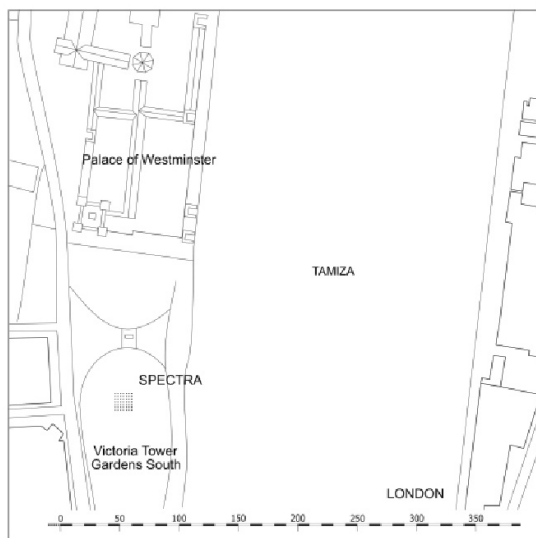
a) Great Scintillator, San Francisco, 1915



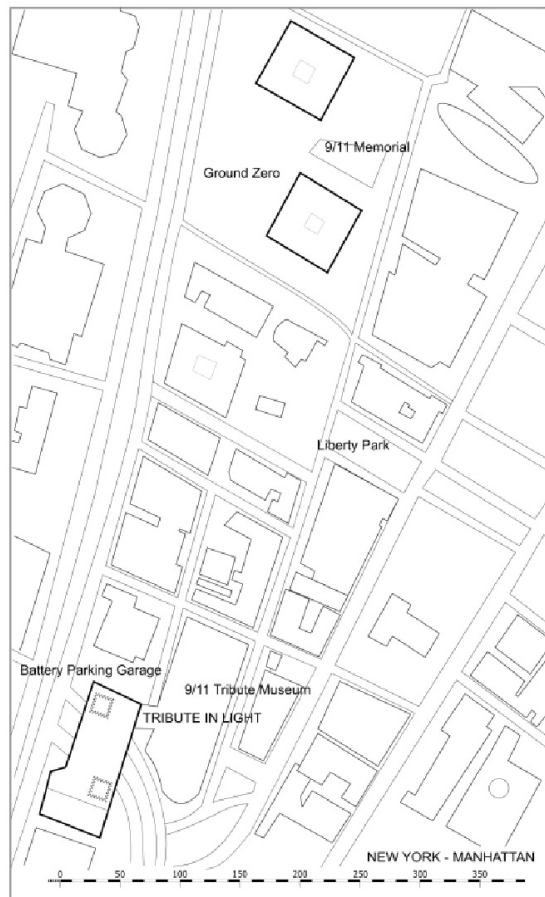
b) 2. Lichtdom, Berlin, 1936



c) Lichterdom, Nürnberg, 1936, 1937, 1938



e) Spectra, London, 2014



d) Tribute in Light, New York, 2002 – 2016

źródło: opr. autorki
 source: by the author

sieniu do człowieka, jak i terenu, na którym się znajdowały. W tabeli (tab. 1) zestawiono cechy wymienionych struktur świetlnych.

Dane z pierwszej części tabeli były na ogół do znalezienia lub ustalenia. Trudniejszym zadaniem stało się określenie poszczególnych odległości. Odległości między reflektorami oszacowano na podstawie zdjęć dostępnych w Internecie. Większym problemem było określenie maksymalnej odległości, z jakiej obiekty mogły być widziane. W tym przypadku oparto się na opisach struktur i relacjach świadków, choć te często były nieprecyzyjne, jak w przypadku opisu Katedry Światła, która rzekomo (A. Krauter 1997) była widziana z odległości 250 km. Bez wątpliwa zakres widoczności uzależniony jest od warunków atmosferycznych. Podczas prezentacji *Spectry* w Londynie opisywano, że widoczność wynosiła 12 mil (20 km), zaznaczając jednocześnie, że była widoczna w całym mieście, co zwiększyłoby tę odległość do ponad 50 km. Skalę wielkości poszczególnych instalacji można odczuć po zestawieniu poszczególnych struktur w tej samej skali z odniesieniem do przestrzeni, w której je utworzono. W literaturze brak jest szczegółowych opisów układów przestrzennych. Odtworzono je na podstawie dostępnych fotografii.

PODSUMOWANIE, WNIOSKI

Pod względem psychicznym wrażenia świetlne są jednymi z najsilniejszych doznań, jakim podlega człowiek. Światło jest podstawowym czynnikiem zewnętrznym, który intensywnie wpływa na przeżycia wewnętrzne. W zależności od tego, czy światło jest silne, jasne czy delikatne, rozproszone, ciepłe czy zimne, może wzbudzić diametralnie różne nastroje i stany psychiczne. Właściwie wiedzano o tym i do pewnego stopnia wykorzystywano to już od wielu tysięcy lat. Początkowo źródłem było słońce, jego promienie przenikające przestrzeń, następnie ogień, a od około 200 lat także światło sztuczne różnego rodzaju i mocy. Każde z tych światła umiejętnie użyte może stać się medium przekazującym określone treści wywołujące zaplanowane stany i reakcje. Od początków tworzenia instalacji świetlnych widać było, jaka moc drzemie w tym świetle, każda z nich wywoływała olbrzymie emocje - od podziwu, zachwyty, radości do strachu. Warto zastanowić się, jakimi środkami dysponują twórcy struktur świetlnych i jakie efekty można dzięki nim uzyskać, a także które z nich najbardziej intensywnie działają na odbiorcę poszczególnych widowisk. Można wyszczególnić następujące czynniki kształtujące doznania uczestnika wydarzeń: nowość i niepowtarzalność, wielkość, rozmiar strumienia świetlnego, kierunek jego wiązki, ruch,

kontrast i barwa, bliskość i rodzaj obserwacji oraz skojarzenia, jakie wywołują, zarówno te bezpośrednie, jak i podświadome.

Nowość i niepowtarzalność. Cecha ta wykorzystywana była głównie na początku XX wieku, kiedy struktury przestrzenne pojawiły się jako nowy byt. W obecnej chwili działania takie nie są już nowością, aczkolwiek nadal można tworzyć instalacje niepowtarzalne, zaskakujące i tym uwodzić widza.

Wielkość. Wydawałoby się, że duża skala czy czasem wręcz rozmach przedsięwzięcia powinny wywoływać większe emocje. Nie jest to tak oczywiste. Zbyt duża skala przedsięwzięcia, jak w przypadku *Katedry Światła*, co prawda robi wrażenie, ale jednocześnie przytłacza. Ponadto wymaga bardzo silnych reflektorów, aby jej zamysł był czytelny zarówno z bliskich, jak i dalszych odległości.

Rozmiar strumienia świetlnego. Szerokie strumienie świetlne, jakie można było uzyskać z reflektorów przeciwlotniczych (do 150 cm średnicy), sprzyjały powstawaniu dużych struktur, a nawet je wymuszały. Snop światła emitowany w przestrzeń nigdy nie jest wiązką równoległą i w związku z tym w pewnej odległości zaczyna się rozszerzać. Zbyt blisko ustawione reflektory wywołałyby efekt zlania się poszczególnych wiązek. Przy działaniach współczesnych stosowane są węższe, bardzo silne strumienie świetlne i niewielkie odległości między nimi. W prezentacjach tych istotniejsze staje się wyeksponowanie całej struktury, a nie pojedynczych smug.

Kierunek wiązki. W dotychczasowych działaniach twórczych snopy świetlne ustawiano zazwyczaj pionowo do góry, czasem lekko pochylano lub stosowano układy zbliżone do wachlarzy. W rozpatrywanym w tym artykule kontekście wydaje się, że najbardziej skupiające wrażenie robi oświetlenie kierowane pionowo w kierunku chmur. Zgodnie z zasadami perspektywy strumienie takie łączą się w tej przestrzeni i sprawiają wrażenie, jakby wywodziły się z jakiejś światłości na niebie i stamtąd były emitowane w stronę obserwatora. Skośnie ukierunkowane wiązki nie są w stanie uzyskać równie interesującego efektu.

Ruch. Sprzyja on widowiskowości i nadaje się do struktur o charakterze rozrywkowym, zwłaszcza połączonych z muzyką. Zdecydowanie silniejsze wrażenie wywiera pionowa nieruchoma smuga, która tylko pozornie zastygła w przestrzeni, a w rzeczywistości drży w ciągłym ruchu rozświetlonych drobinek poruszanych przez powietrze, gdy dymy i chmury pozornie zmieniają jej gęstość.

Kontrast i barwa. Smugi, aby były dobrze widoczne, muszą kontrastować z otoczeniem. Najlepiej sprawdza się w takich przypadkach zimne białe światło

(w dzisiejszych reflektorach jest to światło lamp ksenonowych), które z dużych odległości odbierane jest jako niebieskawe. Często wykorzystywane są również światła barwne, jednakże w takich przypadkach zmniejsza się moc strumienia. Używanie takiego światła daje efekty tylko z bliskich odległości, obserwowane w oddali szybko ulega rozproszeniu w atmosferze. Ostatecznie nie ma ono takiej siły wyrazu jak światło białe.

Dźwięki. Ewentualna muzyka, dźwięki, powinny być bezpośrednio związane z pokazem światła, a nie odwrotnie. Tu dźwięk powinien stać się uzupełnieniem wizualizacji światła, być jego dopełnieniem wywołującym napięcie lub skupienie. Formą pewnego rodzaju „dźwięku” może być również cisza.

Rodzaj obserwacji. Niezwykle istotne jest, czy obserwator może uczestniczyć w pokazie, być blisko, czy też obserwuje go wyłącznie z daleka. W przykładach z początku XX wieku struktury były realizowane w olbrzymiej skali i odległości od widza. Można było podziwiać je zarówno od wewnątrz, będąc otoczonym tymi światłami, jak również z zewnątrz, w pewnej odległości. Struktury współczesne nie dominują rozmiarem i są zazwyczaj dostępne widzowi, niejednokrotnie można podejść bezpośrednio do każdej z pojedynczych lamp, stanąć tuż przy wytwarzanej smudze światła.

Skojarzenia. Podstawowym skojarzeniem jest naturalnie okazja, z powodu której struktura została stworzona. Drugim odniesieniem, zwłaszcza w początkach XX wieku, był fakt użycia do tych instalacji wojskowych reflektorów przeciwlotniczych. Skojarzenie z działaniami wojennymi było nieuniknione, zwłaszcza w Europie, gdzie przeżyto koszmar nalotów bombowych. Struktury te zatem mogły wywoływać odczucia grozy lub zagrożenia. *Scintillator*, który powstał w 1915 roku, obsługiwany był przez marynarzy, ale nie budził grozy, użyty był w Stanach Zjednoczonych, a ponadto emitował światło barwne. Inaczej było przy okazji pokazów niemieckich, w których uczestniczyły prawdziwe reflektory przeciwlotnicze, takie lub nawet te same, które były wykorzystywane w czasie I wojny światowej. Dodatkowo był to okres rozkwitu nazistowskich Niemiec, kraju terroru i dyktatury wojskowej. Realizowane obecnie instalacje świetlne wykorzystują specjalnie do tego skonstruowane silne reflektory, które nie są w żaden sposób powiązane z działaniami militarnymi.

W artykule przedstawiono pięć przykładów spektakularnych struktur świetlnych. Pierwsza o charakterze rozrywkowym była prekursorem tego typu instalacji, dwie kolejne wpisywały się w akcje propagandowe, dwie ostatnie powstały jako akty upamiętnienia. Wszystkie je można nazwać rzeźbami świetlnymi two-

rzonymi bezpośrednio z materii świetlnej, gdzie światło nałożone na cząstki powietrza przybiera postać trójwymiarowego fantomu. Należy podkreślić, że nie każdy wyemitowany w niebo promień świetlny staje się istotny, bez wątpienia zawsze zwraca na siebie uwagę, ale nie każdy zachwyca i podkreśla wzniosłość wydarzenia.

The Great Scintillator miał właściwie charakter ludyczny. Został wymyślony i wykorzystywany jako atrakcja wizualna mająca swój rodowód w fajerwerkach, był jednocześnie wyłącznie jedną z wielu ciekawostek prezentowanych na wystawie. Dla ówczesnych był bez wątpienia oszałamiającą nowością, wywołującą ogromne wrażenie, zachwyty, ale nie miał cech, które prowokowałyby intensywne odczucie uniesienia.

Lichtdom prezentowany podczas Olimpiady był pierwszym tego typu dziełem w Europie, czyli bez wątpienia wnosił sobą efekt całkowitego zaskoczenia. Jednocześnie z przekazów i komentarzy można wywnioskować, że budził równocześnie pewien rodzaj grozy ze względu na skojarzenia związane z użyciem reflektorów przeciwlotniczych. Natomiast pochylenie w zwolnionym ruchu smug świetlnych do spotkania ich w jednym punkcie, gdzieś w odległej przestrzeni, musiało działać na wyobraźnię i wrażenia obserwatorów. Na ich oczach zademonstrowano rozbłysk nowego słońca na nocnym niebie, a całość widowiska wzmacniał jednoczesny dźwięk bicia dzwonu.

Katedra Światła wykreowana przez Speera porażała ogromem. Nigdy wcześniej ani później nie stworzono tak olbrzymiej struktury. Przedsięwzięcie to, jak wspomniano, realizowane było trzykrotnie i za każdym razem uzyskano nieco odmienny jej wizerunek. Speer w drodze eksperymentów starał się udoskonalać efekt końcowy. Widowisko to miało być emanacją potęgi, siły, wielkości. Czy budziło zachwyty? Bez wątpienia. Struktura z poziomu Zeppelinfeld nie miała aż tak ekspresyjnej siły, jak np. *Lichtdom* nad stadionem, ponieważ jej światło rozpraszało się zazwyczaj na chmurach, tworząc jasną poświatę *sklepienia*. Unikatowe zdjęcia wnętrza *katedry* Speera robione w czasie nocnego bezchmurnego nieba ukazują czarny kwadrat otoczony jasnymi ścianami, smugi światła nie skupiały się w jednym punkcie. Opisany efekt demonstrowany był jedynie ograniczonej grupie, prezentowany był przed tysiącami wojskowych i do nich kierowany. To w nich miało zostać przelane poczucie dumy z tego niezwykłego osiągnięcia, choć zapewne równie niesamowite było także dla mieszkańców Norymbergi i okolic, którzy mogli podziwiać ten świetlny prostopadłościan z oddali. *Lichterdom*, choć spektakularny, był zdecydowanie za duży, objawiła się w nim tendencja Speera (zgodnie z upodobaniami Hitlera) do tworzenia architektury monumentalnej, która miała zbudować Wielką Ger-

manię (*Welthauptstadt Germania*). Można zaryzykować stwierdzenie, że *namiot świetlny* prezentowany na olimpiadzie był bardziej finezyjny, osadzony w sytuacji i przestrzeni, nosił też znamiona dzieła artystycznego.

Instalacja *Tribute in Light* udowodniła, że struktury świetlne nowej ery mogą zostać wyzbyte czynnika grozy, przynajmniej w odniesieniu do samych światel. W tym przypadku to raczej bezpośrednie okoliczności powstania dwóch świetlnych wież w Nowym Jorku były tragiczne. Stały się hołdem ku czci osób, które zginęły w tragicznym zamachu z dnia 11 września 2001 roku. Zorganizowane zostały w wyniku emocjonalnej reakcji twórców, władz miasta i społeczeństwa, w założeniu miały wypełnić pustkę po wieżach World Trade Center, ukazać w przestrzeni miasta tę jego część, której zabrakło. Właściwie tylko światło mogło sprostać takiemu zadaniu. Rozświetlone smugi stały się olbrzymim zniczem, swoistym krzykiem skierowanym w przestrzeń nieba. Stały się obszarem zadumy, cierpienia i choć nie zlokalizowano ich bezpośrednio w strefie zero, to w jakiś sposób tworzyły niepowtarzalny nastrój. Twórcy dzieł z obecnego wieku umożliwiają bliższy kontakt ze swą twórczością. *Tribute in Light* można było oglądać z poziomu dachu garażu, na którym ustawiono reflektory. Struktury spełniły swoje zadanie, zostały jednocześnie uznane za przepiękną, symboliczną instalację sztuki współczesnej o wymiarze ponadczasowym.

W podobny trend wpisuje się instalacja *Spectra* w proporcji podobnej do jednej z wież świetlnych Nowego Jorku. Charakterystyczny był sposób jej przygotowywania i prezentacji. Tworzono ją w tajemnicy i włączono bez prób, tak aby wywołać efekt zaskoczenia nagłością zdarzenia. Jednocześnie była konstrukcją najbardziej otwartą, do której można było podejść i uczestniczyć niejako „od środka” w tym przeżyciu, unieść swoje emocje wraz ze światłem. Do instalacji *Spectra* można było podejść, przejść pomiędzy lampami, „dotknąć” smugi światła. Okoliczność ta dawała możliwość współuczestniczenia w ekspozycji, a także tworzenia krótkotrwałych więzi międzyludzkich. Wiele osób uczestniczących w tym zdarzeniu możliwość przejścia między smugami światła i dotykania ich odebrało w sposób niezwykle emocjonalny.

Pięć przykładów i tyle samo różnego rodzaju odczuć o niejednorodnym zabarwieniu emocjonalnym. Przyjmując, że każda z wymienionych struktur, będąc przejawem wizji artystycznej, stała się dziełem sztuki, należałoby rozpatrzyć, czy zgodnie z teorią Władysława Stróżewskiego były one podmiotem wartości, artystycznych, estetycznych, a nade wszystko, czy można się było w nich doszukać wartości nadestetycznych - aspektu aksjologicznego dzieła -(Stróżewski 2002). Wszystkie prezentowane struktury posiadały podob-

ne wartości artystyczne. Zestaw używanych środków był właściwie taki sam – reflektory dużej mocy. Za każdym razem uzyskiwano jednakże innego rodzaju układy przestrzenne, a co za tym idzie, wywoływano odmienne stany emocjonalne osób uczestniczących w pokazach. Dzieła te miały więc reagujących odbiorców, przez co wypełniały konieczną zasadę posiadania wartości estetycznych. Warunkiem pojawienia się zaś wartości nadestetycznych jest uzyskanie wartości estetycznych wysokiej jakości (Stróżewski, 2002). W takim przypadku dzieło musi wpłynąć na intensywność i poziom przeżyć odbiorcy.

Wszystkie dzieła artystyczne powstały z jakiegoś powodu. W przypadku dwóch wymienionych powyżej, utworzonych w XXI wieku, powodem powstania była potrzeba upamiętnienia ważnego dla innych osób wydarzenia. Obie sytuacje kojarzone były z tragicznymi zdarzeniami, śmiercią, w związku z czym wspomniane intencje wchodziły w zakres prywatnych potrzeb religijnych. Konsekwencją realizacji takich potrzeb jest sakralizacja architektoniczna, nomenklaturowa i (tym)czasowa przestrzeni publicznych (Przybylska 2014). W tym przypadku można przyjąć, że mamy do czynienia z sakralizacją architektoniczną i tymczasową, zwłaszcza w przypadku *Tribute in Light*, które było obiektem intencjonalnym, wzniesionym w celu upamiętnienia niezwykle ważnego dla wielu osób zdarzenia. Gdy światło staje się symbolem, wpływa na przemianę przeżycia jednostkowego w akt duchowy (Eco 1994). Wystąpienie zaś wartości nadestetycznych może wprowadzić widza w strefę na granicy quasi-sakralnej. Nie każdy będzie to odczuwał, gdyż zjawisko to wymaga odpowiedniego nastawienia, szczególnej wrażliwości, tak aby odczuć namiastki *sacrum* w otoczeniu *profanum*.

BIBLIOGRAFIA

PUBLIKACJE:

1. **Barry J.D. (1915)**, *The city of domes: a walk with an architect about the courts and palaces of the Panama-Pacific International Exposition with a discussion of its architecture, its sculpture, its mural decorations, its coloring and its lighting. Preceded by a history of growth.*, Hohn J. Newbegin Publication, San Francisco.
2. **Bartnicka M. (2004)**, *Iluminacja artystyczna w architekturze i urbanistyce: czynniki i wytyczne kształtowania*, dysertacja, Wydział Architektury Politechniki Krakowskiej, Kraków.
3. **Berry R.V.S. (1915)**, *The dream city: its art in story and symbolism*, Walter Brunt Publication, San Francisco.

4. **Brown D.K. (1997)**, *Warrior to Dreadnought. Warship design and development 1860-1905*, Chatham Publishing, GB.
 5. **Camp S.L. (2009)**, *Materializing Inequality: The Archeology of Citizenship and Race in Early 20th Century Los Angeles*, dysertacja, UMI Microform.
 6. **Canogar D. (2000)**, *Spectral Architectures*, (w:) Rafael Lozano-Hemmer, *Vectorial Elevation*, Relational Architecture no. 4, Meksyk.
 7. **Downing T. (1992)**, *Olympia*, British Film Institute, London.
 8. **Eco U. (1994)**, *Sztuka i piękno w Średniowieczu*, ZNAK, Kraków.
 9. **Eliade M. (1999)**, *Sacrum i profanum*, Wydawnictwo KR, Warszawa.
 10. **Hammond J.W. (1941)**, *Men and Volts, the story of General Electric*, J.B. Lippincott Company, Philadelphia, New York.
 11. **Krauter A. (1997)**, *Die Schriften Paul Scheerbarts und der Lichtdom von Albert Speer – „Das grosse Licht“*, Dissertation, Ruprecht-Karls-Universität, Heidelberg.
 12. **Living F. (2003)**, *Raum und Material nationalsozialistischer Masseninszenierungen 1933-1939*, dysertacja, Hamburg.
 13. **Maslow A. (1986)**, *W stronę psychologii istnienia*, Instytut Wydawniczy PAX, Warszawa.
 14. **Mitzner P. (1987)**, *Teatr światła i cienia*, Państwowy Instytut Wydawniczy, Warszawa.
 15. **Official guide of the Panama-Pacific International Exposition (1915)**, The Wahlgreen Company, San Francisco, California, USA.
 16. **Przybylska L. (2014)**, *Sakralizacja przestrzeni publicznych w Polsce*, Wyd. Uniwersytetu Gdańskiego, Gdańsk.
 17. **Sereny G. (1995)**, *Albert Speer: His Battle with Truth*, Alfred A. Knopf Inc., New York.
 18. **Speer A. (1990)**, *Wspomnienia*, Wydawnictwo Ministerstwa Obrony Narodowej, Warszawa.
 19. **Stróżewski W. (2002)**, *O możliwości sacrum w sztuce*, (w:) tegoż, *Wokół piękna. Szkice z estetyki*, Univesitas, Kraków.
 20. **The Oxford Encyclopedia of Economic History (2003)**, t. 1, Oxford University Press.
 21. **Zelnhefer S. (1991)**, *Die Reichsparteitage der NSDAP*, Stadarchiv Nürnberg, Nürnberg.
- Alle Stände”, Mittwoch, den 29. September 1937 [dostęp: czerwiec 2016].
2. **Henneke M. (1996)**, *Mit der Olympiade 1936 in Berlin präsentierten die Nationalsozialisten der Welt ein vermeintlich friedliches Deutschland Für Hitler einen Ölweig aus Athen*, <http://www.berliner-zeitung.de>, publ. 27.07.1996 [dostęp: maj 2017].
 3. **Kneist S., Stark H.**, *Historiker sehen Parallelen zwischen Millenniums-Lichtkathedrale und Speers Lichtdom*, „Der Tagesspiegel”, 09.12.1999, <http://www.tagesspiegel.de/berlin/historiker-sehen-parallelen-zwischen-millenniums-lichtkathedrale-und-speers-lichtdom/109864.html>, [dostęp: czerwiec 2016].
- STRONY INTERNETOWE:
1. **9/11 Memorial&Museum**, 911memorial.org, [dostęp: czerwiec 2016].
 2. **An Enduring Icon: The Ferry Building's 1915 Light Return. San Francisco was host to the 1915 World's Fair, also known as the Panama-Pacific International Exposition (PPIE).**, www.baycrossings.com, published March 2015 [dostęp: czerwiec 2016].
 3. **Illumination of the Falls** <https://www.niagarafallsinfo.com/niagara-falls-history/niagara-falls-tourism-history/illumination-of-the-falls>.
 4. **Riefenstahl L.** Filmographie, <http://www.leni-riefenstahl.de/deu/film.html> [dostęp: sierpień 2015].
 5. **Scintillator and Freworks Program – Closing Day**, dec. 4th, 1915, 100 Years Panama – Pacific International Exposition 1915 – 2015, <http://www.ppie100.org/on-this-day-april-13/ppie-farewell-program/> [dostęp: czerwiec 2016].
 6. **Spectra**, www.royjiked.com/project/spectra [dostęp: czerwiec 2016].
 7. **The Arc Lamp in Arc Lights of Searchlights of the Carbon Arc Variety**, <http://www.historyinsidepictures.com/Pages/TheArcLampinArcLightsofSearchlights.aspx> [dostęp: sierpień 2015].
 8. **Third Reich Day by Day: September 1937**, <https://germanwarmachine.com/timelines/third-reich-day-by-day/third-reich-1937/september-1937> [dostęp: czerwiec 2016].
- FILMY:
1. **Tesla Master Of Lightning**, film dokumentalny, producent: Robert Uth, Phylis Geller, Warner Home Video, USA, 2000.
 2. **Olympia. Fest der Schönheit**, Der Zweite teil des Films von den Olympischen Spielen in Berlin, reżyser: Leni Riefenstahl, premiera 20.04.1938.

ARTYKUŁY W GAZETACH:

1. **Festlicher Ausklang im Stadion. Großkonzert der Wehrmacht mit Großem Zapfenstreich**, „Der Oberschlesische Wanderer. Eine Wochenschrift für

Badania zostały zrealizowane w ramach pracy nr S/WA/3/2017 i sfinansowane ze środków na naukę MNiSW.

DESIGN FOR ADAPTIVE REUSE IN ENVIRONMENTALLY RESPONSIBLE INTERIORS

Magdalena Celadyn

Jan Matejko Academy of Fine Arts, Faculty of Interior Design, 31-157 Krakow, pl. Matejki 13
E-mail: mceladyn@asp.krakow.pl

KONCEPCJA ADAPTATYWNEGO PONOWNEGO WYKORZYSTANIA W ŚRODOWISKOWO ODPOWIEDZIALNYM PROJEKTOWANIU WNĘTRZ ARCHITEKTONICZNYCH

Abstract

The paper analyses the problems of interior designs calling for the need of reference to environmental stewardship, and their broad contribution to the high performance of indoor space, reduction in energy consumption, improvement in indoor environment quality characteristics, as well as effective resources management. These design objectives, as indicated in the article, may be realized through the accomplishment of products reclaim, salvage, direct reuse or adaptive reuse strategy. The fulfillment of this design strategy may involve the examination of possible formal or technical solutions to indoor environment in addition to the investigation into their redefined aesthetical and ethical values. Interior design concepts should confirm their authors' consideration of the problem of extension of product technical life span, as being one of the essential sustainable design criterion. The product in this context may be understood as the structural or complementing component of indoor environment and the interior space, considered as a spatial entity. This demand may be accomplished through the consequent incorporation of reclaimed building materials, products or their forming parts into the newly conceived space and also the modified and adapted existing spaces. The article investigates the question of possible redistribution and reintroduction of reclaimed or salvaged products and components in interior space. It also deals with the problem of revision of conventional finishing materials concept, being the technique enabling the realization of imperatives of sustainability in design through the reduction of material resources, and the influence of these procedures on redefinition of interior eco-design aesthetics.

Streszczenie

Artykuł podejmuje zagadnienia dotyczące współczesnego projektowania wnętrz architektonicznych, wymagającego podejmowania decyzji projektowych z uwzględnieniem wielowymiarowej kontekstualizacji środowiskowej, wpływającej na optymalizację sprawności przestrzeni wewnętrznej budynku, redukcję poziomu zużycia energii, udoskonalenie parametrów jakościowych środowiska wewnętrznego oraz efektywne zarządzanie surowcami materiałowymi. Wskazane cele projektowe, jak wykazano w artykule, mogą być osiągnięte poprzez realizację strategii odzyskania (*reclaim*) lub uratowania (*salvage*) materiału i produktu budowlanego przed destrukcją oraz jego ponownego bezpośredniego (*reuse*) lub adaptatywnego wykorzystania (*adaptive reuse*). Realizacja tej strategii może być przeprowadzona w oparciu o sprawdzenie możliwości rozwiązań formalnych i technicznych w kształtowaniu środowiska wewnętrznego wraz z próbą redefinicji ich wartości estetycznych i etycznych. Projekty wnętrz architektonicznych powinny potwierdzać świadomość projektantów znaczenia problemu wydłużania technicznego cyklu życia produktu, będącego zasadniczym kryterium zrównoważonego projektowania architektonicznego. Produkt w tym kontekście jest rozumiany jako strukturalny lub uzupełniający komponent środowiska wewnętrznego oraz jako przestrzenno-funkcjonalna całość. Ten postulat projektowy może być spełniony w wyniku konsekwentnej redystrybucji odzyskanych materiałów i produktów budowlanych w nowych realizacjach oraz obiektach modernizowanych. Artykuł analizuje zagadnienia formalne implementacji pozyskanych potencjalnych odpadów budowlanych w strukturę komponentów przestrzeni wewnętrznej oraz konieczność rewizji konwencjonalnych technik stosowanych w realizacji przegród wewnętrznych oraz ich okładzin wykończeniowych. Wskazuje znaczenie omawianej metody projektowej w realizacji paradygmatu zrównoważenia oraz definiowaniu pojęcia ekoestetyki.

Keywords: sustainable interior design; environmentally responsible interior design; adaptive reuse; ecological effectiveness; eco-design aesthetics

Słowa kluczowe: zrównoważone projektowanie wnętrza architektonicznego; środowiskowo odpowiedzialne projektowanie; adaptatywne wykorzystanie; ekologiczna efektywność; ekoestetyka

INTRODUCTION

The ecological effectiveness is being described by the critics of architecture and researchers as one of the three pillars, along with the economic issues and considerations related to the social equity and justice, which constitute the sustainability paradigm in architectural [Vale B., Vale R., 1996, Wines J., 2008, Edwards B. (ed.), 2001, Owen L.J., 1999] and interior design [G. Pilatowicz, 1994, S. Winchip 2011, L. Jones 2008]. The importance and complexity of this design model has been widely investigated and evaluated by researchers and academics involved in the problems of environmentally responsible interior design, since the late 90-ties of the XX century [G. Pilatowicz 1994, B. Vale, R. Vale 1996]. This design theory implies that interior designers, similarly to other professionals involved into the process of creation of sustainable built environment, including architects, engineers, or facility managers, have the moral obligation of implementation of pro-ecological and energy-efficient solutions. They should also put forward formal proposals enabling the promotion of environmental issues among users, which are designed to rise their awareness in this regard.

Critics have pointed out over last twenty years that a notifiable change took place in paying attention by designers to using resources more efficiently, in order to diminish the negative impact of human activity related to building industry, on natural environment [M. Celadyn 2016]. The sustainability, or the environmental responsibility, has become recognized as a design standard and an indispensable criterion in the interior design process. It comprises the developed design strategies being aimed at the reduction in negative impact of human activities, mainly related to the building area, on natural environment, preservation of the natural resources and economization in the use of building materials. This concerns also the optimization of parameters of built environment, especially these having direct influence on the occupants' wellbeing and their psycho-physical comfort. The broad and consequent implementation of environmental context into the interior design practice, can entail the substantial modification of conventional structure of designing team, affect the multi-dimensional process of interior space creation itself and influence the methods of creating components of indoor spaces.

1. ENVIRONMENTAL RESPONSIBILITY IN INTERIOR DESIGN

The sustainable development paradigm, as applied to the sustainable architectural design principles, imposes on the decision-making process a new perspective which is to encourage *conservation of the natural environment and reduction in energy use and consumption* [S. Walker 2006, 17].

The statement claiming that *in the ongoing process of redefining the interior design profession, it is very important that environmental concerns receive appropriate attention* [G. Pilatowicz 1994, p.140], may be seen as an indication of a specificity of interior design discipline and its compound structure. It includes the suggestion of environmental context in interior design as being essential in the creation new environmentally conscious model [M. Celadyn 2016, M. Celadyn 2017]. The effective execution of sustainability paradigm in interior design encompasses the inclusion into this integrative design decision model problems regarding the enhancement of human and environmental health, along with the fulfilment of formal, functional and aesthetic requirements. This expanded design scheme, taking into account the necessity of temporal and environmental contextualization of interior design issues, requires from designers the ability to resolve problems with the constant and simultaneous consideration of the interconnectedness of indoor and natural environments.

The questions associated with interior design contexts, enabling the redefinition of design problems, refer significantly to the methods and techniques necessary to assign the construction and specification of building materials and products, which are supposed to be employed in the creation of sustainable interior space components and in the space considered as formal and functional entity.

These subjects include such issues like: (1) evaluation of influence of building materials on the inner air quality IAQ, as being the essential factor to assure occupants comfort, and associated with the content of chemical substances present in building materials themselves, and used in the process of assembling products components; (2) level of embodied energy EE in the used building materials, related to the process of raw materials acquisition, product manufacturing

and transport to the site; (3) assessment of technical life cycle LCA of building products and objects, with considerations of the negative impacts of their installation, maintenance and ultimate demolition on natural environment. These three above-mentioned major sustainable interior design criteria, in order to be fully accomplished, require from interior designers the capability to work with the consideration of the necessity for implementation of environmentally conscious design methods, techniques and tools. The specification of appropriate interior materials and products, based on the environmental preference method EPM, materials and products certification systems, as well as on the products life cycle assessments with the priority for a closed-loop model, can allow interior designers to stimulate the conservation of nonrenewable resources, including raw materials, and the extension of their performances in interiors.

The issues related to the end-of-life phase of a building and its structural components are still insufficiently recognized [A. Thomsen et al., 2011] by interior designers and require from them to intensify efforts towards the broad implementation of an adaptive reuse concept design in the interior design decision making process.

2. CONCEPT FOR 'NO WASTE' IN INTERIOR DESIGN

B. Vale and R. Vale, analyzing the problems of contemporary architectural design, indicate that *concept of 'waste' need to be redefined until, as in the natural world, there are no wastes, only further stages in the continuous cycle of use, decay and regeneration* [1996, p. 61]. The above-mentioned concept, addressing the value of assessment of building continuous technical life cycle in architectural design, as patterned after processes present in natural ecosystems, may enable the possibility of lengthening the usage of built structures and their components in time. This design model, realized on the basis of a closed loop system, which reduces the toxic emissions and solid wastes to near zero level, may assure the minimization of products destructive impact on natural environment. It occurs at the moment of their disposal when they become obsolescent or deteriorated. The reduction in the amount of demolition wastes, as principle recognized by environmentally conscious designers, involves the process of evaluation and optimization of the full technical life cycle of products [W. McDonough 1992] as well as a review of building processes and procedures from a new perspective that includes the ecological and human health impacts of design decisions [S. Mendler 2006].

This idea, preceded by the demand *for design for deconstruction and disassembly* [C.J. Kibert 2015, p. 391] is possible through the improvement in the quality of products and finishes, the introduction of the reuse model considering the reclaim and reincorporation of building materials [S. Mendler 2006] or their parts in another functionally or formally different solutions, assuring significant savings in newly acquired and manufactured material resources. The notions of wastes and material supplies are therefore closely interconnected, as they relate to the issue of resources efficiency, substantial in sustainable design. According to many conducted surveys [A. Ali et al. 2012], the repeated processes of construction, deconstruction or demolition within the building activities, are the primary source of waste of resources. The potential building wastes are becoming therefore new valuable resources to be explored functionally and formally in the realized future objects in the course of continual products fabrication system. The replacement of conventional one-way linear building materials flow with the cyclical one, provide opportunity for the constant and systematic material resources regeneration and their further systematically planned reintroduction into the built environment.

The sustainability paradigm underlays the importance for architects and interior designers, to always consider the technical life cycle assessment of specified and implemented building materials and therefore to reduce the construction and demolition waste production [S. Winchip 2011] and thus pursue the preservation of natural resources and minimization of waste disposal in landfills (Fig. 1).

The different sustainable approaches, within the environmentally responsible strategies to the built environment, combine the design solutions and methods assuring the *preserving and reusing of existing building* [S. Winchip 2011, p. 219] as a whole, along with their retrofitting process. The methods applied to this process should be the first undertaken by designers in order to *conserve materials, land, energy and to divert wastes from landfill* [S. Winchip 2011, p. 219].

The reuse phase in the product technical life cycle, the substantial element of Cradle to Cradle design concept, and building materials certification scheme, established by McDonough and Braungart [2002], can be seen as a very promising, and at the same time a demanding design concept to be executed in the sustainable indoor environment creation process. This design framework is in fact the adaptive reuse concept [B. Plevoets, K. van Cleempoel 2013] modified and adjusted to the scale of interior environment, and the method concerning the restorative materials cycle [S.

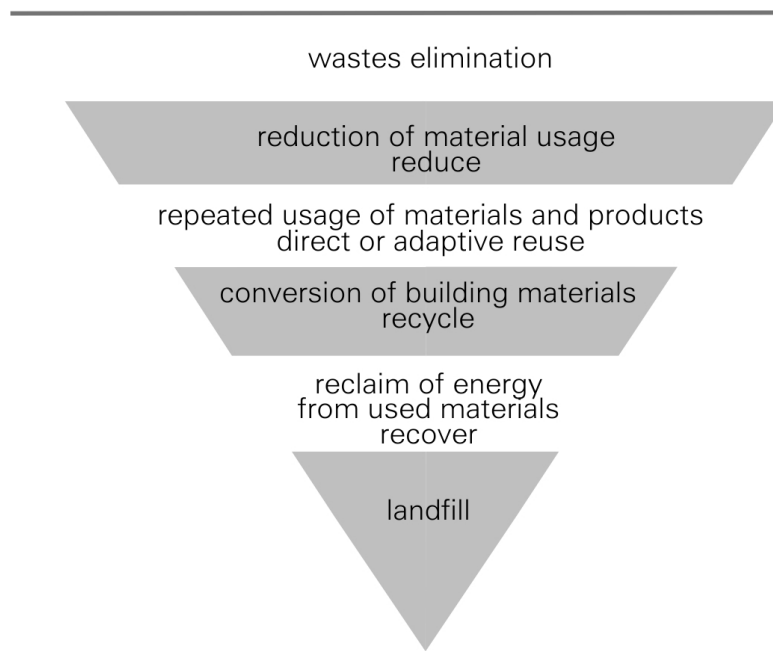


Fig. 1. Reversed “waste pyramid” representing the hierarchy of methods enabling energy-effective and ecology-efficient building construction and demolition wastes management;
source: drawing by the author

Ryc. 1. Odwrócona „piramida odpadów” ilustrująca hierarchię metod umożliwiających najbardziej racjonalne ekonomicznie i efektywne ekologicznie zarządzanie konstrukcyjnymi i porzbiórkowymi odpadami budowlanymi;
źródło: rysunek własny autorki.

van der Ryn, S. Cowan 2007] demand in an ecologically efficient architectural design. This adaptive reuse design method, regarding interiors and their components, being the important imperative of sustainability in the context of reestablishing the interconnectedness between the built and natural environments, should be carefully assessed by interior designers from initial stage of design process, including planning and programming phases.

This design method, based on the analysis of sustainable design features and materials characteristics, can be considered as a valuable, innovative and comprehensive interior design framework, with regard to the ecological, economic, as well as, societal aspects of environmental responsibility. These imperatives are supposed to address many ethical questions regarding interior design, due to the rising natural resource-awareness among designers and their clients. The waste management oriented toward the process of material recovery, which enables the conversion of potential building construction and demolition wastes into valuable resources, with the minimal energy consumption in comparison to conventional construction process, may thus respond to ethical questions regarding cost-effectiveness and ecological-efficiency of methods for objects completion.

3. REDISTRIBUTION OF RECLAIMED BUILDING PRODUCTS AND COMPONENTS

The essence of pro-ecological sustainability imperative is in line with the statement that *a building should be designed so as to minimize the use of new resources and, at the end of its useful life, to form the resources for other architecture* [B. Vale, R. Vale 1996, p. 31]. This principle corresponding with the closed-loop model, applied to the design of interior space components, places the process of interior foundation in the environmental context. The new design perspective should stimulate the influence of architects' and interior designers' modification of their working methods and encourage them to *learn to use less and to use what is available, rather than always creating specific, new components and materials that require more energy and resources, and thus have a greater detrimental impact* [S. Walker 2006, p.76] on natural environment.

The decisions made in the designing phase, apart from formal and functional aspects, should assess the effect of materials management through the building completion and especially during further use of interior space. The conscious consideration of products usage should refer to the materials physical properties, as well as to anticipation of their possible dismantling, reclaiming of elements or materials, and final reintegration of



Fig. 2. Wooden panels reclaimed from demolished buildings and incorporated as wallcovering in a new location. Restaurant and music club situated in the complex La Cité de la Mode et du Design, Paris, proj. D. Jakob, B. MacFarlane; photo by the author, 2017

Ryc. 2. Panele drewniane pozyskane z obiektów podlegających modernizacji oraz rozbiórkom i wykorzystane jako wewnętrzna okładzina wykończeniowa przegród zewnętrznych w nowej lokalizacji. Restauracja i klub muzyczny w kompleksie La Cité de la Mode et du Design, Paryż, proj. D. Jakob, B. MacFarlane; fot. autorka, 2017

recovered products with the existing building structure. Therefore, the provisions of designed objects adaptability and development of techniques of components assembling with a view to potential future modernization prove that planning focused on reuse concept introduction could form important parameter of design [B. Vale, R. Vale 1996]. As indicates Winchip *retaining and reusing buildings is a significant priority for sustainability* [2011, p. 222]. The adaptive reuse concept, emphasized on the retain and rehabilitation of reclaimed building components in indoor environment has to be considered by interior designers, as essential for conserving resources, minimizing impacts on environment, as well as reducing the construction, reconstruction or demolition waste disposed on landfills. Implementation of this design concept underlays the designers' openness toward formal explorations and the acceptance of their environmental responsibility stimulating design proposals.

The concept of remanufacturing of available reclaimed building materials, and their further redistribution, means their reincorporation into a new structure (Fig. 2) as being equal to their reintroduction into

building material technical life cycle. This relocation, executed with minimal energy consumption on reprocessing process, does assure greenery of the project through the extension of products lifespan. Artefacts, interior components, or interior as a whole, realized upon this rule, are becoming sustainable, as each of them reinvents itself with what it has within range [A. Franco 2011].

The process of regaining a new value, by reclaimed or salvaged and reinstalled building components, is accomplished through their appearance in different spatial and functional, as well as semantic and semiotic contexts (Fig. 3.). Successfully incorporated into new surroundings, the reclaimed artefacts provide the indoor space users with new reinterpretation of interior components and its entity.

The contributions of reused products to the newly defined spatial organization is possible through the practical implementation of another sustainable design strategy. The concept of design for deconstruction, supported by technical solutions improving disassembly schemes, makes these indoor interven-

tions made by architects ecologically recommended, economically justified, and offers to the occupants the sentiment of continuity and emotional identity.



Fig. 3. Bricks reclaimed from demolished walls of refurbished building and used as finishing coating of inner multilayered wall separating main auditorium from lobby. Centrum Spotkania Kultur, Lublin, proj. Stelmach i Partnerzy Biuro Architektoniczne; photo. by L. Nyka, 2017

Ryc. 3. Cegły odzyskane z części obiektu poddanego rozbiórce i ponownie wykorzystane jako warstwa strukturalna i wykończeniowa przegrody rozdzielającej audytorium od klatki schodowej. Centrum Spotkania Kultur, Lublin, proj. Stelmach i Partnerzy Biuro Architektoniczne; fot. L. Nyka, 2017

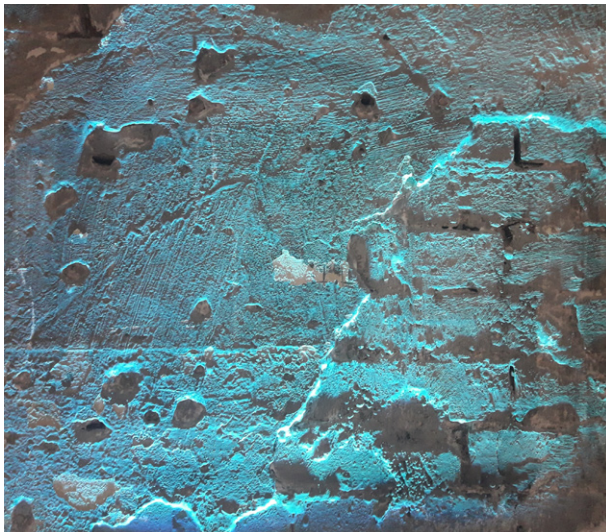


Fig. 4. Fragmentary finishes with bricks of inner side of external wall in multipurpose hall. Refurbished and adapted existing public building. Multi-purpose room. Reduta Banku Polskiego, Warsaw, Poland; Photo by M. Celadyn, 2017

Ryc. 4. Fragmentaryczne wykończenie tynkiem wewnętrznej płaszczyzny przegrody zewnętrznej wykonanej z cegły; modernizowany i adaptowany budynek użyteczności publicznej. Sala wielofunkcyjna, Reduta Banku Polskiego, Warszawa; fot. M. Celadyn, 2017

4. REDEFINITION OF AESTHETICS IN SUSTAINABLE INTERIOR DESIGN

Materials efficiency can be defined as the reduced amount of used building materials assuring the accomplishment of expected functional and formal results [M. Keeler, P. Vaidya 2016]. It can become one of the methods enabling the creation of sustainable interior design. This objective is achieved by conscious management of building materials being at designers' disposal, including these already being used in the existing objects, which as a result assure the preservation of natural resources and reduction in energy consumption.

This sustainable interior design concept may be applied mainly to construction techniques of interior space elements, (e.g. indoor space dividers made with wooden studs at wider spacing and minimal height adopted to functional requirements, exposition of partition walls inner structure through the usage of limited cladding). The dematerialization [L. Świątek 2015] indicated above as a building product model, is associated with the completion of another sustainable interior design consideration of resource-efficiency demand, assured through the product reuse concept. The latter is supposed to be more elaborated and comprehensive model based on retaining of the building substance. The reusable building materials and components, acquired from the construction site or due to refurbishment or demolition, can be thoroughly incorporated in new locations. The proposals, based on knowledgeable and informed design, that respect the resource-efficiency and examine the attributes of building materials applied, especially in the case of refurbished existing public buildings, provide many design opportunities. The research on availability of reclaimed or salvaged products, feasibility studies undertaken in predesign phases, as well as analysis of spatial and functional requirements, allow to consider broad reintroduction of building materials and products of high adaptability, physical properties or historical significance, into interior space (e.g. concrete masonry units, original wood-based frame structures, doors and panels, gypsum board, glass panels).

It is justified, then, to make assumption that products, including interiors understood as specific functionally and formally complex final solutions, manufactured or accomplished in accordance with sustainability requirements and with above-mentioned technique, may rise some cognitive and intellectual demands for the space users, and provide them with a new kind of intellectual and aesthetical experience of indoor environment.

The indoor environment elements, especially interior finishes, *produced within a more sustainable*

paradigm will be aesthetically quite different from those which we have come to regard as meritorious [S. Walker 2006, p. 76], and realized according to traditional interior design concepts. The environmental concerns drive the innovative design solutions that reach beyond the functional, as well as established and assimilated aesthetic considerations [D. Vallero, Ch. Brasier 2008] by the users. Replacement of the established aesthetic principles of perfection and completeness, with roughness and “material honesty” of reclaimed components, revealing their structure, can be influential for the attempts to include the ecological theory into the creation of environmentally responsible interiors’ aesthetics.

It is reasonable to come up with conclusion, that probably *the most green interior finish is no finish at all* [M. Keeler, P. Vaidya 2016, p. 235] exposing materials structure and treatment methods. The broadly exposed sanded wood panels, brushed concrete surfaces or bricks, partially clad with mortar on partitions or inner sides of external solid walls (Fig. 4) along with surfaces of space components intentionally left imprecisely finished, as examples of the objects minimalistic and rough treatment, may contribute to the sustainability requirements in interior design in many different aspects. The intentionally imprecisely executed interior components, as in the presented refurbished building, through the absorption of possible traces of deterioration in their appearance in the result of intensive usage, can significantly delay the need for potential costly renovation.

The interior design concept based on modification and adaptation of building construction and finishing techniques, with the introduction of adaptive reuse method along with the complex analysis of building materials properties, allows to reach different gains regarding cost effectiveness and environmental performance.

This interior design method, due to the avoidance of objects’ visible marks of premature obsolescence, may contribute to the extension of their technical life span and reduction in costly renovations and maintenance. Therefore, the ethical and environmental requirements in line with the sustainability paradigm and realized through the informed and remodeled interior design, along with the need for effective resources management, are becoming fundamentals for the eco-design aesthetics principles.

CONCLUSIONS

It is the responsibility of interior designers to explore new approaches and new decision-making processes that are more integrated, and to investigate new

ways in which to implement environmentally-conscious solutions on a more consistent basis [S. Walker 2006]. The imperatives of sustainability related to ecological effectiveness and energy cost efficiency, can be fulfilled through the support of consequently realized adaptive reuse concept, with regard to different scales of products and range of undertaken formal and spatial interventions. This method combining the minimization of material usage with reduction in maintenance costs, allows in effect to reduce the detrimental impact of built environment on the natural one, through the remanufacturing and inclusion of remodeled products into new objects. This approach highlights the comprehensive process of adjustment of existing building substance to new functional requirements through the cost-effective practices of deconstruction, reclaiming and reintroduction of building materials and products into interior components. Adaptive reuse concept thus enables designers to make meaningful contribution to postulates stated in the sustainable design paradigm. These combine economic, ecological issues, as well as societal aspects of design, which are associated with benefits of retaining architectural heritage.

Reusing buildings, finishes and furnishings must be the preferred solutions when designing interior environments [S. Winchip 2011, p. 219] in compliance with the sustainable design principle concerning effective resources management. The accomplishment of this important sustainable design criterion, being one of the essential principles of contemporary pro-ecologically oriented design guideline, can become the inspiration for the comprehensive development of interiors eco-aesthetics, recognizing their semantic layers and expressing their ethical values. This objective achieved through the innovative and experimental design decisions articulating the designers’ environmental consciousness, new dimension of the environment-oriented sensibility, as well as their abilities to assess the possible design decisions in their complexed temporal and environmental contexts.

REFERENCES

1. **Ali A., Badinelli R., and Jones J.R. (2013)**, *Re-Defining the Architectural Design Process through Building a Decision-Support Framework for Design with Reuse*, “The International Journal of Sustainability Policy and Practice” vol. 8, no 1, 1-18.
2. **Celadyn M. (2016)**, *Inner space elements in environmentally responsible interior design education*, “World Transactions on Engineering and Technology Education” (WTE&TE) vol.14, no 4, 495-499.
3. **Celadyn M. (2017)**, *The inner space elements in shaping indoor environment quality parameters*,

- „Integracja Sztuki i Nauki w Architekturze i Urbanistyce”, Wydawnictwa Uczelniane Uniwersytetu Technologiczno-Przyrodniczego, Bydgoszcz vol. 5, no 1, 41-55.
4. **Edwards B. (ed.) (2001)**, *Green Architecture*, Wiley Academy, London.
 5. **Franco A., (2011)**, <https://www.dezeen.com/2011/07/10/warehouse-8b-by-arturo-franco-office-for-architecture> [access: 09.07.2017].
 6. **Jones L. (2008)**, *Environmentally Responsible Design. Green and Sustainable Design for Interior Designers*, (ed.) John Wiley & Sons Inc., Hoboken, New Jersey.
 7. **Keeler M., Vaidya P. (2016)**, *Fundamentals of Integrated Design for Sustainable Building*, 2nd ed., John Wiley & Sons, Hoboken, New Jersey.
 8. **Kibert C.J. (2015)**, *Sustainable Construction: Green Building Design and Delivery*, 4th ed. Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey.
 9. **McDonough W. (1992)**, *The Hannover Principles, Design for Sustainability*, William McDonough Architects, Charlottesville, <http://www.mcdonough.com/principles.pdf> [access: 14.02.2016].
 10. **McDonough W., Braungart M. (2002)**, *Cradle to Cradle. Remaking the Way We Make Things*, North Point Press, New York.
 11. **McMullan R. (2012)**, *Environmental science in building*, 7th ed., Palgrave Macmillan, New York.
 12. **Mendler S., (2006)**, *The HOK Guidebook to Sustainable Design*, Wiley, Hoboken, New Jersey.
 13. **Owen L.J. (1999)**, *A Green Vitruvius. Principles and Practice of Sustainable Architectural Design*, James & James, London.
 14. **Pilatowicz G. (1994)**, *Eco-Interiors. A Guide to Environmentally Conscious Interior Design*, Wiley, New York.
 15. **Plevoets B., Van Cleempoel K. (2013)**, Adaptive reuse as an emerging discipline: an historic survey, [in:] G, Cairns, *Reinventing Architecture and Interiors. A socio-political view on building adaptation*, Libri Publishers, London.
 16. **Świątek L. (2015)**, *Dematerializacja w architekturze. Imperatyw projektowania zrównoważonego*, Wydawnictwo Uczelniane Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego, Szczecin.
 17. **Thomsen A., Schultmann F. and Kohler N. (2011)**, Deconstruction, demolition and destruction, "Building Research & Information" vol. 39, no 4, 1466-4321.
 18. **Vale B., Vale R. (1996)**, *Green architecture. Design for a Sustainable Future*, Thames and Hudson Ltd., London.
 19. **Vallero D., Brasier Ch., (2008)**, *Sustainable design: the science of sustainability and green engineering*, John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey.
 20. **Van der Ryn S., Cowan S. (2007)**, *Ecological Design. Tenth Anniversary Edition*, Island Press, Washington, DC.
 21. **Walker S. (2006)**, *Sustainable by Design. Explorations in Theory and Practice*, Earthscan from Routledge, New York.
 22. **Winchip S.M. (2011)**, *Sustainable Design for Interior Environments*, 2nd ed., Fairchild Books, New York, 1st Edition 2007.
 23. **Wines J. (2008)**, *Zielona architektura*, P. Jodidio (ed.), tłum. M. Frankowski, Taschen GmbH, Koeln.

BUDYNKI Z NIETYPOWYCH MATERIAŁÓW W GMINACH OSTRÓW MAZOWIECKA I ZARĘBY KOŚCIELNE W POLSCE PÓŁNOCNO-WSCHODNIEJ – WYNIKI POSZUKIWAŃ TERENOWYCH W 2017 ROKU

Amelia Dobrońska¹, Jarosław Szewczyk²

¹ studentka Politechniki Białostockiej, Wydziału Architektury, ul. O. Sosnowskiego 11, 15-351 Białystok
E-mail: amelia.dobronska@pb.edu.pl

² Politechnika Białostocka, Wydział Architektury, ul. O. Sosnowskiego 11, 15-351 Białystok
E-mail: j.szewczyk@pb.edu.pl

BUILDINGS CONSTRUCTED WITH ALTERNATIVE MATERIALS IN COMMUNES OSTRÓW MAZOWIECKA AND ZARĘBY KOŚCIELNE, N-E POLAND – THE RESULTS OF FIELD SURVEYS IN 2017

Abstract

In 2017, field surveys in communes Ostrów Mazowiecka and Zaręby Kościelne in Mazovia Voivodeship, N-E Poland, resulted with information about three old vernacular buildings constructed with alternative materials such as cob and stove-wood. Although timber architecture prevailed in the region, the newly found buildings seem interesting as they prove the diversity of alternative constructions and building materials being used in the past, thus witnessing the complexity of local vernacular technology heritage. The findings contribute also to the wider issue of historic prevalence of cordwood masonry construction in Poland.

Streszczenie

W 2017 roku podczas badań terenowych w gminach Ostrów Mazowiecka i Zaręby Kościelne, położonych na pograniczu podlasko-mazowieckim, w części północno-wschodniej województwa mazowieckiego, natrafiono na trzy budynki o nietypowych jak na ten region konstrukcjach i materiałach (dominowało tu bowiem budownictwo drewniane), mianowicie wykonane z użyciem gliny i drewna opałowego. Opisano je w niniejszym artykule w celu dokumentowania zanikającego lokalnego dziedzictwa technologicznego, a także na potrzeby badań prowadzonych w szerszym kontekście geograficznym (nie został bowiem jeszcze w pełni rozpoznany zasięg polskiego budownictwa z drewna opałowego oraz z glinobitki zbrojonej).

Keywords: vernacular architecture; low-tech architecture; earthen architecture; cordwood masonry

Słowa kluczowe: architektura wernakularna; architektura *low-tech*; budynki z surowej ziemi; budynki z drewna opałowego

WPROWADZENIE

Gminy Ostrów Mazowiecka i Zaręby Kościelne, położone na pograniczu podlasko-mazowieckim, w części północno-wschodniej województwa mazowieckiego, mają charakter rolniczy. Miejscowości i przysiółki na obszarze tych gmin były dawniej zamieszkałe przez drobną szlachtę zagrodową i wręcz przeludnione, podobnie jak i inne drobnoszlacheckie okolice. Dlatego – z uwagi na owo przeludnienie, sza-

chownicową strukturę pól i względnie niską bonitację gleb – gospodarowanie bywało tu trudne.

Mimo obecnej względnej obfitości lasów, zwłaszcza w gminie Ostrów Mazowiecka, były one dawniej relatywnie skromnym źródłem drewna jako materiału budowlanego (część najmniej urodzajnych gruntów zalesiono dopiero po wojnie). Te okoliczności, a zwłaszcza pauperyzacja ludności wywołana prze-

ludnieniem wsi, małe w stosunku do potrzeb zasoby wysokogatunkowego drewna budowlanego i jego relatywnie wysoka cena, a także niedostatek cegielni, powodowały w przeszłości braki zaopatrzeniowe w zakresie materiałów budowlanych: cegła uchodziła tu za budulec raczej kosztowny, a wysokojakościowe drewno budowlane również nie było tanie i w zasadzie (z perspektywy dawnego mieszkańca wsi) pozostawało trudno dostępne dla tych mieszkańców, którzy nie posiadali własnego lasu.

Powyższe okoliczności dotyczyły w mniejszym lub większym nasileniu również sąsiednich gmin. Na dość długim obszarze pogranicza podlasko-mazowieckiego, równoleżnikowo rozciągniętym na długości około 60 km, zawartym między gminami Ostrów Mazowiecka, Wysokie Mazowieckie i Grodzisk (podlaski, nie Grodzisk Mazowiecki), przynajmniej od czasu międzywojennego dość często podejmowano próby budowania z nietypowych paramateriałów, zastępujących cegłę bądź najpowszechniej tu używane drewno.

W związku z powyższym na terenie obu gmin w okresie międzywojennym i wczesnym powojennym rozwinęły się miejscowe (tradycyjne) oraz zaszczerpione (czasami nowatorskie) sposoby budowania z użyciem gliny (surowej ziemi), słomy, igliwia, chrustu (zwłaszcza jałowcowego) lub polan. Obecnie wiedza o takich metodach i materiałach szybko zanika, toteż w niniejszej pracy podjęto próbę zapisu być może ostatnich dostępnych jeszcze informacji o dawnym lokalnym budownictwie wiejskim wykorzystującym polana, chrust i surową ziemię.

Wykorzystano tu wyniki badań terenowych przeprowadzonych przez Amelię Dobrońską na terenie obu wymienionych gmin podczas kilku sesji wyjazdowych w październiku i listopadzie 2017 roku. Zaowocowały one pozyskaniem informacji o trzech budynkach i opracowaniem:

- rysunków inwentaryzacyjnych jednego z nich,
- dokumentacji fotograficznej wszystkich trzech,
- a także zapisem ustnych wywiadów z trzema osobami z Ostrowi oraz wsi Złotoria¹.

Niniejsza praca ma na celu utrwalenie szybko zanikającej wiedzy o miejscowym dziedzictwie technologicznym w gminie Ostrów Mazowiecka, dotyczącym budownictwa wiejskiego z użyciem gliny w okresie wczesnopowojennym.

1. DOM O ŚCIANACH Z POLAN OPAŁOWYCH PRZY ULICY SIKORSKIEGO W MIEŚCIE OSTRÓW MAZOWIECKA

Badany dom jednorodzinny przy ul. Sikorskiego w Ostrowi był pierwotnie jednokondygnacyjny, obecnie z wtórnie zagospodarowanym użytkowym poddaszem. Ma on powierzchnię zabudowy około 110 m². Jest ustawiony kalenicowo względem ulicy. Dach jest dwuspadowy o spadku nieco poniżej 45 stopni, symetryczny, pokryty blachodachówką.

Dom ten ma ściany z polan opałowych, obecnie od zewnątrz otynkowane. Próby uzyskania bardziej szczegółowych informacji o tej konstrukcji zaowocowały kilkoma wywiadami (fragmenty podano poniżej w brzmieniu oryginalnym).

Informacje ustne uzyskano między innymi od Zdzisława Podbielskiego, który przed kilkunastoma laty jako murarz wykonał w tym budynku schody:

„- Oni to kupili właśnie jako murowany, tutaj to żeśmy nic nie rozwalali. Ja tylko im dostawiałem schody, bo oni na strychu chcieli sobie zrobić mieszkanie. To tam łazienka była dostawiona, taki korytarz i schody jeszcze. Takie tylko, taka mała wcinka była w ten budynek z jednej i z drugiej. Ściany żeśmy nie rozwalali. No to właśnie ta konstrukcja drewniana. Na spodzie to podwalina była. Tu się czopowało w podwalinę, te słupki wchodziły, żeby to się trzymało i na wierzch murlata tak zwana. Drewniana, przeważnie powinna być z kwadratowego czegoś i wtenczas wreszcie na murlatę szły belki od murlaty jednej do drugiej, żeby jak będzie wiatr, to żeby nie rozerwało. I wtenczas jak to szalowali i z tej strony, i z tej lewej, co było dostępne. Jak była glina, to z gliny, jak był dostępny piach (bo nie wszędzie występuje glina, bo tu piachy są), to piach z wapnem. Kupowali wapno, to było wapno w kamieniu, trzeba było sobie zalać w dole, potem te drewniane ściany rozbiłali i wyżej stawiali”².

Dalsze informacje uzyskano od właścicielki, Anny Dobrzyńskiej³. Według respondentki, pierwsi właściciele (małżeństwo Hinc) wprowadzili się tu po wojnie. W latach 70. zmarli, a w domu zamieszkała ich wnuczka z rodziną. Na początku lat 90. kobieta z rodziną wyjechała z Ostrowi, dom sprzedała, a nowi (obecni) właściciele przyjechali tu z Mazur. Z tego powodu nie udało się zdobyć informacji o tym, kto był budowniczym.

Mur z polan opałowych jest gruby na około 50 cm i dodatkowo ocieplony styropianem, wykończony tynkiem „barankiem”. Dach obecnie jest pokryty bla-

¹ Fragmenty wywiadów są tu zacytowane bez korekty stylistycznej w celu zachowania emocjonalnego nacechowania wypowiedzi, *de facto* stanowiącego istotny element przekazu, a także jako wyraz szacunku dla wernakularnych (ludowych) aspektów przekazu.

² Wywiad przeprowadzono 11 listopada 2017 roku o godzinie 10 w Ostrowi Mazowieckiej.

³ Wywiad przeprowadzono 11 listopada 2017 roku o godzinie 12 w Ostrowi Mazowieckiej.



Ryc. 1. Dom z polan opałowych przy ul. Sikorskiego w Ostrowi Mazowieckiej, widok od strony ulicy. Fot. A. Dobrońska, 2017
Fig. 1. A cordwood-constructed house in Ostrów Mazowiecka, Sikorskiego St.; photo by A. Dobrońska, 2017



Ryc. 2. Dom z polan opałowych przy ul. Sikorskiego w Ostrowi Mazowieckiej, widok od strony podwórka; fot. A. Dobrońska, 2017
Fig. 2. A cordwood-constructed house in Ostrów Mazowiecka, Sikorskiego St. (a court view); photo by A. Dobrońska, 2017



Ryc. 3. Dom z polan opałowych w Złotorii koło Ostrowi Mazowieckiej, widok od strony podwórka; fot. A. Dobrońska, 2017
Fig. 3. A cordwood-constructed house in Złotoria (Ostrów Mazowiecka commune; a court view); photo by A. Dobrońska, 2017

chodachówką. Od strony ulicy widoczny jest ganek zakończony dwiema „wieżyczkami” ze ścianek attykowych. Obecni właściciele zauważyli polanową konstrukcję ścian dopiero podczas adaptowania poddasza na mieszkanie. Niestety konstrukcja została zakryta warstwą wykończeniową. Sama właścicielka mówi, że żałuje dziś, że nie udokumentowała tego widoku na fotografiach.

2. DOM O ŚCIANACH Z POLAN OPAŁOWYCH WE WSI ZŁOTORIA

Dom jednorodzinny, jednokondygnacyjny z użytkowym poddaszem, o powierzchni zabudowy około 177 m². Ustawiony kalenicowo do ulicy, od strony podwórka został odbudowany ganek, gdzie znajduje się również wejście. Dach dwuspadowy, symetryczny, pokryty blachodachówką. Strona zewnętrzna ścian została wykończona tynkiem. Pierwotnie dom składał się z dwóch pokoi i kuchni. Obecnie trwają w nim prace remontowe. Odnowiono parter i dobudowano do niego pomieszczenia. Natomiast na poddaszu zaaranżowano pokoje mieszkalne.

Podczas badań terenowych uzyskano od jednego z sąsiadów nieco dodatkowych informacji (zacho-

wano oryginalny styl): „Całe ściany były takie, dawali: glina i drzewo, glina i drzewo... Takie były rżnięte jak ściana na szerokość i tak były układane jak do palenia”⁴.

Po spotkaniu z mieszkańcami domu okazało się, że nie była to glina, lecz wapno. A zięć właścicielki konstrukcję domu określił jako „ciężki temat”.

Dalsze informacje uzyskano od obecnej właścicielki (pani Gosek, synowej budowniczego) oraz jej zięcia⁵. Właścicielka opowiada:

„W niewoli był mój mąż, nazwisko Gosek, sześć lat. Od trzydziestego dziewiątego do czterdziestego piątego. W trzydziestym dziewiątym postawił dom dziadek, ojciec męża, a w czterdziestym został wywieziony do czterdziestego piątego roku w maju, tak jak pięć innych rodzin ze Złotorii. Męża ojciec i dziadek byli piłsudczykami i walczyli podczas pierwszej wojny światowej. Polscy wojacy za walkę dostawali ziemię – to nazywa się parcel – bo to wojskowi osadnicy dostali to, ale musieli płacić za tę ziemię. W trzydziestym dziewiątym roku to postawili, na Boże Narodzenie weszli do tego mieszkania, jeszcze te pokoje dwa były niewykończone, tylko ta jedna kuchnia, a w lutym, 10-go lutego już ich wywieźli.”

Podczas wywiadu zadano pytania: Dlaczego akurat w tej technologii został wybudowany dom?

⁴Wywiad przeprowadzony dnia 18 listopada 2017 roku o godzinie 12 we wsi Złotoria Nowa Parcela.

Czym był kryty? Z czego jest zrobiona podłoga? Jak się mieszka w takim domu?

Zięć właścicielki: „- Ja myślę, że to kwestia ekonomii, bo to o to chodziło. Podobnie budowano jak Mur Chiński stawiali: były jakieś tam zastawki z desek, podnosili do góry kładli drewnianek po skosie, wapno i następna warstwa drewnienek i do góry, do góry...”

Właścicielka: „- Jak kogo było stać. Jak kogoś nie było stać na cały dom z bali, a miał mniej bali, no to jakoś tam musiał sobie radzić.”

Zięć właścicielki: „- Ja miałem zaszczyt rozebrać jedną ścianę (bo tu była ściana, tamta część jest już nowa dobudowana), no to rozebrać coś takiego, to nie jest to takie proste, naprawdę. Jest tego tyle, to jest tak powiązane, że tragedia... A wybić broń Boże otwór... Nie trzeba żadnego nadproża, niczego, nic nie trzeba - to się wszystko trzyma. Tu jedno jest z drugim tak powiązane, że naprawdę. Różnica poziomów też jest, dom był po skosie postawiony około 15cm różnicy. (...) Dachówką był kryty z początku, później był eternit i blachodachówka teraz. (...) Podłoga z desek, bo tu piwnica jest. I tu też ciekawostka, bo mało już jest takich. Płytką piwnica (ok. 1 metr głębokości), ale ona była głębsza, tylko woda podchodziła, i jest dwie warstwy cegły położone. (...) Ja powiem szczerze, jeśli chodzi o koszty: remontować, a budować to jakbyśmy kontenery ustawili i by to zamknął (zburzył,) to by taniej wyniosło nowe postawić. Górę już mamy też wyszykowaną, już teraz nowe tam jest wszystko, ale wcześniej to tragedia. Tu jeszcze środek nam został wyszykować. Jest ciepły, styropian i wełna załatwia dużo spraw, ja jestem przeciwnikiem stosowania styropianu, broń Boże, ale to jest dzisiaj ekonomia. Bo jak nam tutaj szło, wcześniej było 80 metrów domeczek i szło 5-6 ton węgla, a dzisiaj mamy powierzchnię ok 200 i idzie 2,5 tony węgla, no to nie oszukujmy się jest różnica. Naprawdę to jest bardzo duża różnica. Choć tu jeszcze podłoga nie jest zmieniona.”

3. DOM O ŚCIANACH Z GLINY PRZY ULICY WARSZAWSKIEJ W MIEŚCIE OSTRÓW MAZOWIECKA

Jest to dom jednorodzinny jednokondygnacyjny z nieużytkowym poddaszem, o powierzchni zabudowy ok. 97 m², ustawiony szczytem do ulicy. Dach dwuspadowy, symetryczny, pokryty blachą oraz papą. Warstwa zewnętrzna ścian została wykończona tynkiem.

Dodatkowe informacje uzyskano w wywiadzie ustnym z właścicielką Teresą Zakrzewską⁶. Właściciel-



Ryc. 4. Widok na polana opałowe w niezastłoniętej jeszcze ścianie; fot. A. Dobrońska, 2017

Fig. 4. A detail of a cordwood masonry house; photo by A. Dobrońska, 2017



Ryc. 5. Dom z gliny przy ul. Warszawskiej w Ostrowi Mazowieckiej, widok od strony podwórka; fot. A. Dobrońska, 2017

Fig. 5. A rammed earth-constructed house in Ostrow Mazowiecka, Warszawska St. (a court view); photo by A. Dobrońska, 2017

ka posiada kartę meldunkową, gdzie widnieje pierwszy meldunek z 1894 roku. Dom należał do jej babci, jednak nazwiska budowniczego nie udało się ustalić. Kiedyś zamieszkiwały tu dwie rodziny, obecnie są to trzy osoby: właścicielka, jej mąż i syn. Budynek stoi szczytem do ulicy, ma symetryczny układ pomieszczeń oraz posiada jedną kondygnację i strych. Na samym środku dłuższej ściany znajdują się drzwi wejściowe do przedsionka, z którego (na wprost) można przejść do kuchni, dwa pokoje znajdują się po przeciwnych stronach, przylegając do kuchni i przedsionka. Łazienki nie ma wewnątrz budynku, znajduje się ona w głębi podwórka.

⁵Wywiad przeprowadzony dnia 18 listopada o godzinie 12.30 we wsi Złotoria Nowa Parcela.

⁶Wywiad przeprowadzono dnia 25 listopada 2017 roku o godzinie 12 w Ostrowi Mazowieckiej.



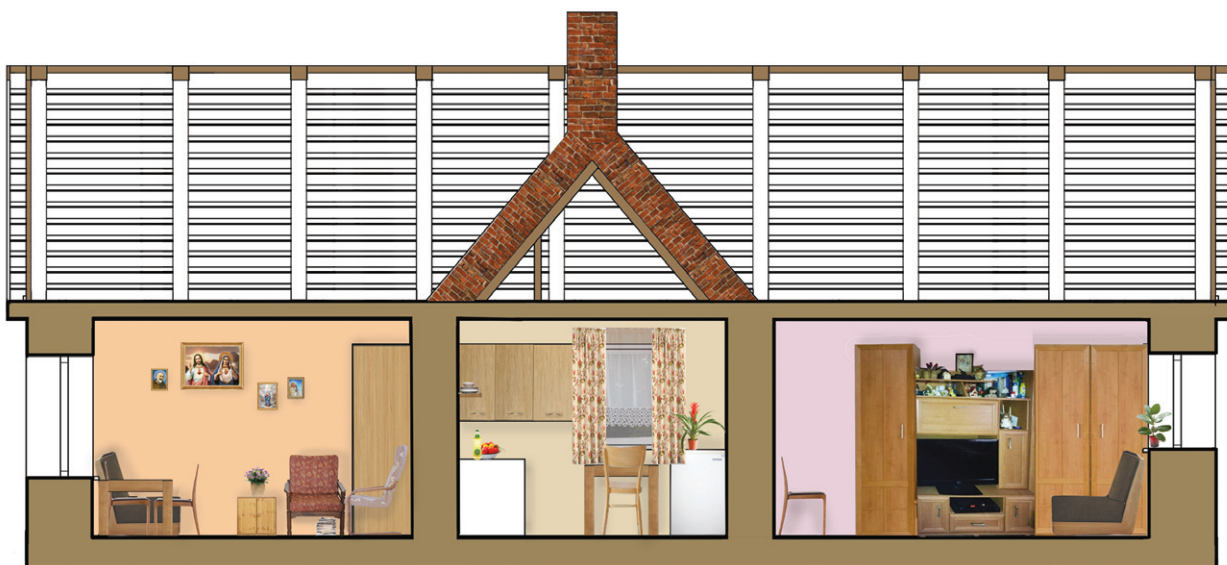
Ryc. 6. Wnętrze domu z gliny przy ul. Warszawskiej w Ostrowi Mazowieckiej; Fot. A. Dobrońska, 2017
Fig. 6. An interior of an earth-constructed house in Ostrow Mazowiecka, Warszawska St.; photo by A. Dobrońska, 2017

Głównym budulcem ścian omawianego domu jest glina. Z początku podłoga była również z gliny, później zalano ją betonem. Przy styku ściany z ziemią widać niską podmurówkę z cegły, w niektórych fragmentach z kamienia. Ściana jest jednowarstwowa o grubości 60 cm, nad oknami jako nadproża oraz



Ryc. 7. Rzut inwentaryzacyjny parteru domu z gliny przy ul. Warszawskiej w Ostrowi Mazowieckiej; rys. A. Dobrońska, 2017
Fig. 7. A detailed plan of a rammed earth-constructed house in Ostrow Mazowiecka, Warszawska St.; drawn by A. Dobrońska, 2017

na zwieńczeniu ścian - jako wieniec użyto cegły dla wzmocnienia konstrukcji. Strop został ułożony z desek, jednak niedawno był wymieniany, dodano również do niego belki wzmacniające, które widać w przedsiionku. Po wejściu na strych można dostrzec komin arkadowy zrobiony z cegły i poprowadzony do kuchni glinia-



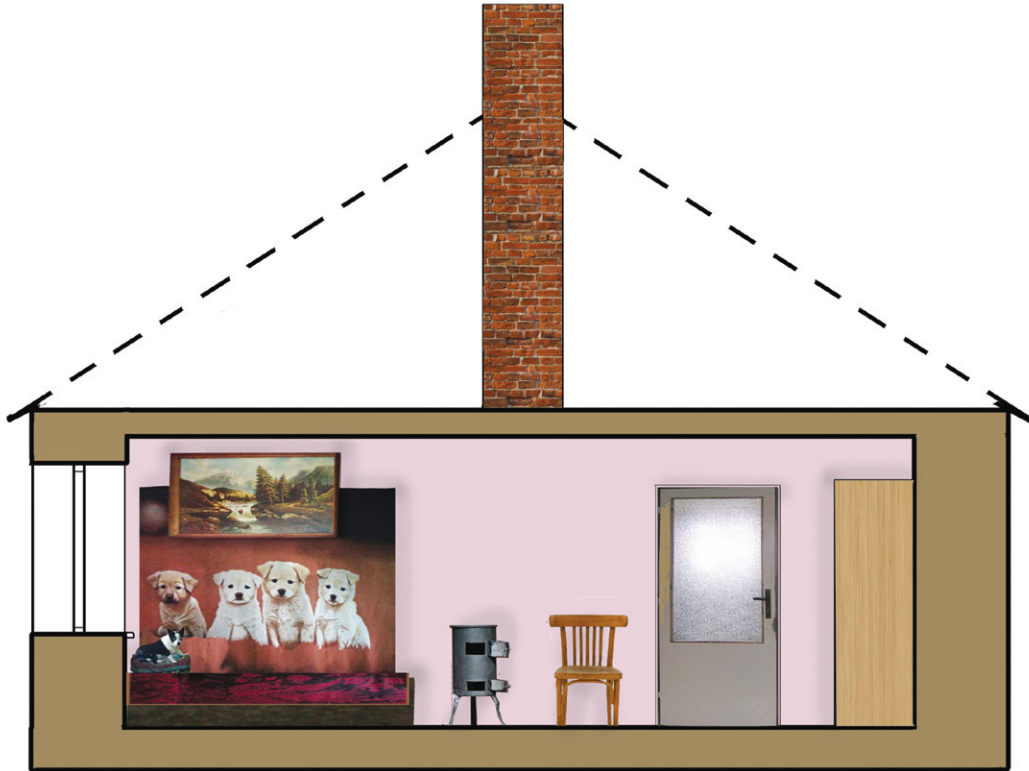
Ryc. 8. Przekrój podłużny domu z gliny przy ul. Warszawskiej w Ostrowi Mazowieckiej; rys. A. Dobrońska, 2017
Fig. 8. Longitudinal section of an earth-constructed house in Ostrow Mazowiecka, Warszawska St.; drawn by A. Dobrońska, 2017



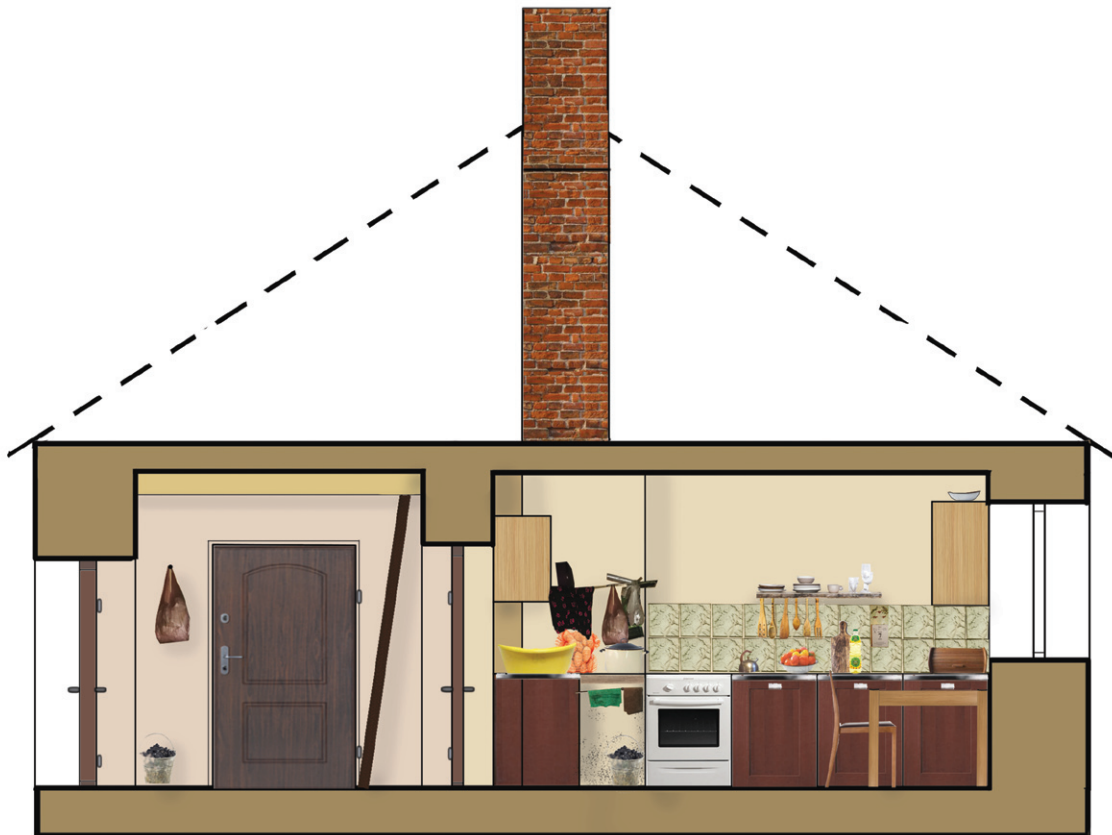
Ryc. 9. Przekrój podłużny domu z gliny przy ul. Warszawskiej w Ostrowi Mazowieckiej; rys. A. Dobrońska, 2017
Fig. 9. Another longitudinal section of an earth-constructed house in Ostrow Mazowiecka, Warszawska St.; drawn by A. Dobrońska, 2017

nej (obecnie nieużywanej), która znajduje się niemal w centrum domu. Konstrukcja dachu jest drewniana, przykryta w jednej trzeciej papą, a pozostała część blachą płaską (układaną na rąbek stojący). Oryginalne, drewniane drzwi z okuciami kowalskimi mają wysokość 160 cm. Dzięki nim widać, jak dom osiada w głąb ziemi

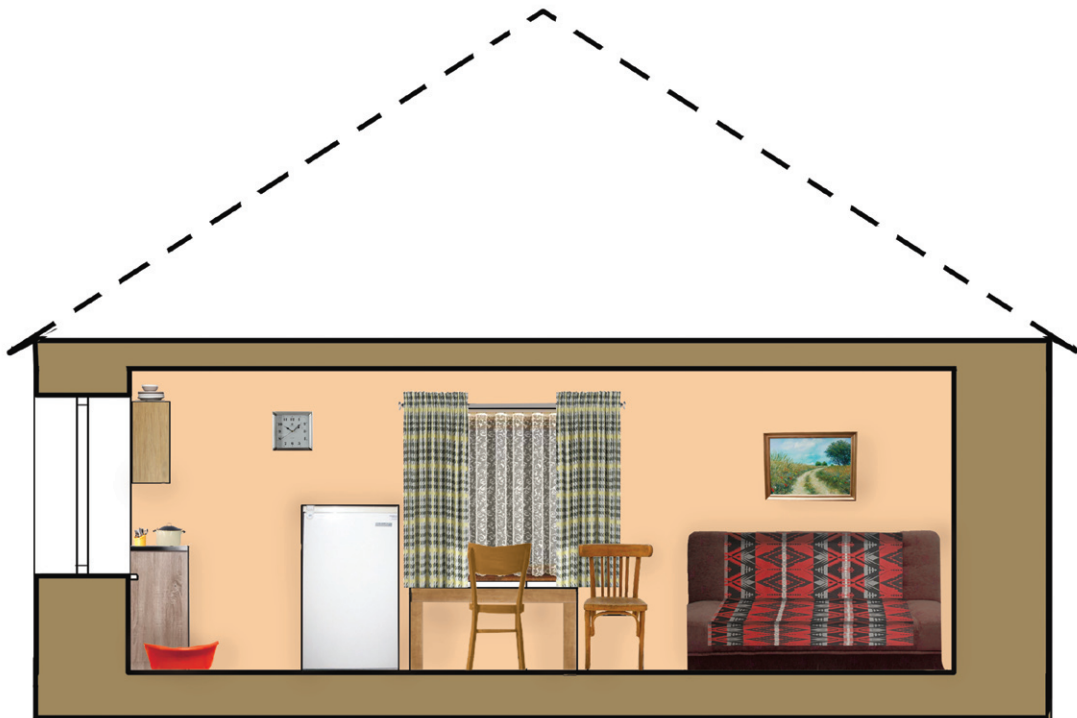
– właścicielka wspomina, jak jeszcze kilka lat temu musiała wyciągnąć rękę do góry, żeby dosięgnąć framugi, zaś obecnie, żeby wejść przez nie do środka, musi się schylić. Okna w pokoju od strony ulicy są drewniane, natomiast w kuchni i w drugim pokoju zostały wymienione na plastikowe.



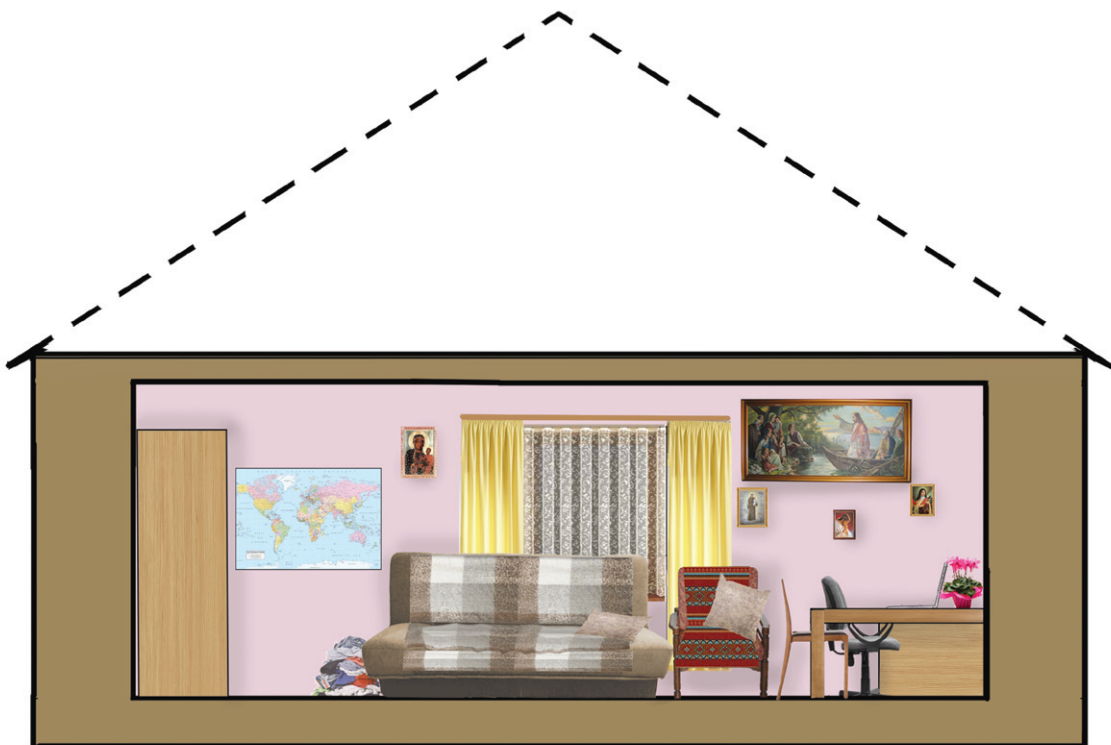
Ryc. 10. Przekrój poprzeczny domu z gliny przy ul. Warszawskiej w Ostrowi Mazowieckiej; rys. A. Dobrońska, 2017
Fig. 10. Cross section of an earth-constructed house in Ostrow Mazowiecka, Warszawska St.; drawn by A. Dobrońska, 2017



Ryc. 11. Przekrój poprzeczny domu z gliny przy ul. Warszawskiej w Ostrowi Mazowieckiej; rys. A. Dobrońska, 2017
Fig. 11. Another cross section of an earth-constructed house in Ostrow Mazowiecka, Warszawska St.; drawn by A. Dobrońska, 2017



Ryc. 12. Przekrój poprzeczny domu z gliny przy ul. Warszawskiej w Ostrowi Mazowieckiej; rys. A. Dobrońska, 2017
Fig. 12. Cross section of an earth-constructed house in Ostrow Mazowiecka, Warszawska St.; drawn by A. Dobrońska, 2017



Ryc. 13. Przekrój poprzeczny domu z gliny przy ul. Warszawskiej w Ostrowi Mazowieckiej; rys. A. Dobrońska, 2017
Fig. 13. Cross section of an earth-constructed house in Ostrow Mazowiecka, Warszawska St.; drawn by A. Dobrońska, 2017

4. INTERPRETACJA WYNIKÓW I WNIOSKI

Podane tu przykłady budynków z nietypowych budulców stanowią materiał cenny trojako:

- po pierwsze, jako zapis materialnego dziedzictwa kulturowego (także w zakresie ludowej *kultury kształtowania przestrzeni* oraz ludowej technologii), istotny między innymi w badaniach z zakresu historii kultury materialnej regionu, historii architektury, historii techniki itp.;
- po drugie, z uwagi na potrzeby konserwatorskie, albowiem zebrane informacje mogą wspomóc działania służące ochronie tego typu budynków jako *unikatów technologicznych*;
- po trzecie, jako tło dla oceny ludowej kultury niematerialnej regionu – w tym postaw społecznych.

Informacje inwentaryzacyjne wraz z ustnymi, zebranymi podczas wywiadów, służą bowiem ocenie budownictwa z nietypowych budulców jako zjawiska osadzonego w określonych realiach historycznych, ekonomicznych i społecznych epoki, to jest połowy XX wieku. Z przykładów opisanych w tekście można odczytać, jak niegdyś autochtoni – jak zresztą sami oni mówią – „radzili sobie, jak mogli”, wznosząc domy z materiałów, takich jak: glina, wapno, jałowiec, wrzos, sieczka i tym podobnych, dziś wyrzucanych poza margines akceptowalnych budulców. Pomimo braku wykształcenia technicznego ówczesni wiejscy budownicy (jako że na ogół domy te wznosili zwykli gospodarze) stworzyli budynki, które przetrwały dziesiątki lat i wciąż dobrze spełniają swoje funkcje. Wraz z nadejściem „lepszyc czasów”, a także wskutek modyfikacji oczekiwań i potrzeb nowego pokolenia użytkowników, niektóre z takich budynków (także te, które omówiono w artykule) nieco zmieniły kształt, zostały rozbudowane, dodatkowo ocieplone, wyremontowane wewnątrz tak, by podwyższyć standard życia domowników.

Dziś te dawne budynki z nietypowych budulców nadal służą ludziom osadzonym w określonym, choć jakże odmiennym od dawnego, kontekście społecznym i ekonomicznym, który za jakiś czas zapewne będziemy oceniać z pozycji badań historycznych. Warto więc uwzględnić także ów obecny kontekst – uwarunkowania ekonomiczne, uwarunkowania społeczne i postawy samych zainteresowanych, mianowicie mieszkańców i ich sąsiadów.

Otóż nie zawsze mieszkańcy mogą dziś pozwolić sobie na remonty i rozbudowy – na przykład ze względu na swój podeszły wiek, brak zdrowia lub niedostatek funduszy. Tymczasem w przypadku domów z połowy XX wieku, zwłaszcza zaś tych wykonanych z parobudulców, często w rozmowach pojawiał się temat potrzeby ich zmian, doposażenia, uwspółcześnie-

nia i tak dalej. Nic w tym dziwnego, bo takie potrzeby są wywołane nie tylko samą cezurą czasową (są to dziś bowiem budynki około siedemdziesięcioletnie), lecz także faktem, że domy te stawiali niegdyś nieprofesjonaliści, często dość ubodzy, lub że czasami stawiano je naprędce, aby zaspokoić nagłe potrzeby (choćby po pożarze, pożodze wojennej lub nagłym pojawieniu się nowej pary małżeńskiej). Toteż mieszkańcy dostrzegają dziś nie tylko uchybienia konstrukcyjne, ale też to, że domy te nie zadowolają już ich pod względem programu funkcjonalnego, bo na przykład brak łazienki, a rozmieszczenie pomieszczeń nie zostało dopasowane do stron świata, co powoduje słabe doświetlenie światłem naturalnym w pokojach. Z drugiej strony, choć nieposiadanie łazienki w domu jest uciążliwe, mieszkańcy twierdzą, że „da się do tego przyzwyczaić”. Tymczasem nie zawsze można doposażyć dom, dodać łazienkę lub wyodrębnić albo dobudować jakiegokolwiek inne pomieszczenie, ponieważ w domu nie ma tyle miejsca, by je wykonać, a ingerencja w konstrukcję mogłaby pociągnąć za sobą niepożądane skutki, łącznie z ryzykiem jej zawalenia.

Podsumujmy: zapisy wywiadów z właścicielami, dokumentacja fotograficzna oraz załączona tu inwentaryzacja jednego z domów pozwoliły utrwalić pamięć o tych obiektach, które choć wyróżniają się na tle istniejących budynków poprzez zastosowaną konstrukcję i materiały, to jednak co do których można mówić o pewnej ciągłości ich funkcjonowania w określonym wernakularnym kontekście. Warto też jeszcze raz podkreślić, że ich mieszkańcy mają świadomość, że te domy różnią się konstrukcją od domów sąsiadów, które na badanym obszarze zbudowane bywają najczęściej z drewna, cegieł lub pustaków, ale – jak często mawiają – „nie jest to dla nich nic nadzwyczajnego”, ponieważ obcują z taką architekturą na co dzień od lat. Osoby zamieszkujące te unikatowe budynki chcą jednak poprawić komfort życia – „by w domach żyło im się lepiej” – toteż mając ku temu warunki, przeprowadzają czasami remonty i przebudowy, najczęściej wszakże polegające nie tyle na zmianach układów funkcjonalnych (co bywa trudne), lecz na tym, że konstrukcja jest przykrywana warstwami styropianu i tynku. Toteż przyszłe pokolenia autochtonów być może nawet nie będą świadome tego, z czego są zbudowane ściany w tych budynkach, o ile przetrwają one kolejne dekady.

LITERATURA

1. **Czarkowska M., Kuczyńska U. (2016a).** *Domy drzewowapienne w gminach Klukowo i Ciechanowiec na Podlasiu*, „Architecturae et Artibus” vol. 8, nr 1 (27), 5-12.

2. **Czarkowska M., Kuczyńska U. (2016b)**, *Domy strychulcowe w gminach Klukowo, Ciechanowiec i Brańsk na Podlasiu*, „Architecturae et Artibus” vol. 8, nr 1 (27), 13-20.
3. **Kurnicka M. M., Pietruszewicz N., Szewczyk J. (2016)**, *Budownictwo z materiałów miejscowych na kilku przykładach z gminy Wysokie Mazowieckie (na pograniczu podlasko-mazowieckim)*, „Architecturae et Artibus” vol. 8, nr 4 (30), 20-25.
4. **Sołowińska A. (2015)**, *Budownictwo z polan opałowyc w gminach Nur i Boguty w województwie mazowieckim*, „Architecturae et Artibus” vol. 7, nr 2 (24), 27-32.
5. **Szewczyk J. (2010)**, *Budownictwo z polan opałowyc (cordwood masonry albo stackwall)*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Białostockiej, Białystok.
6. **Szewczyk J. (2013)**, *Nietypowe budulce w architekturze, czyli o budowlanym zastosowaniu gliny, popiołu, łajna, moczu, sierści, słoniny i podobnych materii, o ich estetyce, semantyce i roli w architekturze, t.1: Podstawowe części budynku oraz wybrane elementy wykończenia*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Białostockiej, Białystok.

EFFICIENT STRUCTURAL FORMS AS A RESULT OF ARCHITECT AND ENGINEER COLLABORATION

Agata Kozikowska

Białystok University of Technology, Faculty of Architecture, ul. O. Sosnowskiego 11, 15-893 Białystok
E-mail: a.kozikowska@pb.edu.pl

Abstract

Structure is an essential element of most architecture works, but beyond its main function to carry loads, it can also enrich and animate the architectural space. The architect, in cooperation with the engineer, may expand awareness of the architectural potential of the load-bearing system and design efficient structural forms that are based on the natural flow of forces and are simultaneously functional, unique, and aesthetic. The article shows how to design such forms and attempts to demonstrate that they can have a positive impact on the originality and beauty of an architectural object.

Keywords: collaborative design, shaping forms, efficient structures

INTRODUCTION

Two main designers of an architectural object are the architect and the engineer. The architect creates the design in accordance with the requirements of the client. His main task is to accommodate the space to the needs of usability, function, and aesthetics. The engineer tries to construct the object which the architect devised. His main duty is to guarantee that the design is safe by selecting structural materials, determining structural members, and meeting all appropriate regulations. The architect is more interested in the look and functionality of the architectural work, whereas the engineer is primarily concerned with ensuring that the structure is structurally strong, durable, and economical. Although the roles and responsibilities of both professions overlap in the area of structural design, they usually do not design the structure together at the same time. Traditionally, the architect prepares first a preliminary layout of the structure. Based on this layout, the engineer specifies the type of the structure to be used, the size and the material of its individual elements. Much better results can be achieved through the cooperation of the architect and the engineer from the beginning of the design process.

For this process to be successful, both must mutually understand the main rules governing their disciplines. Hence, the architect should have a basic knowledge of the principles of structural behaviour, in order to have a greater impact on the structure at the initial stage. On the other hand, the engineer must realize and respect the functional and aesthetic meaning of the architect's work. These two professions can then cooperate fully over the structural form. The engineer can compromise if he gets acquainted early with the architect's vision, and the architect does not have to feel constrained by structural limitations. The design that is the result of such a close relationship between them not only leads to an economic and functional structure but also can enhance the aesthetic attraction of the architectural object.

Issues of the cooperation between the architect and the engineer in order to adopt forms of architectural structures to their structural behaviour are raised by many authors. Olsen and Mac Namara engage in interdisciplinary discussions on team-building and problem-solving between architects and engineers to prepare them to work together by establishing common

goals and values [C. Olsen and S. Mac Namara 2014]. Siegel encourages architects and engineers to design in harmony with structural principles and examines the influence of construction techniques on architectural design [C. Siegel 1974]. Schlaich writes that “*architects and engineers can learn a lot from each other. The architects can learn from the engineers about the interrelation of form and load-bearing behaviour, about the aesthetics of a pure, efficient structural form. The engineers can learn from the architects about the social and ecological aspects of building, about how to proceed from analytical to synthetic thinking*” [J. Schlaich 1996, as cited in E. Allen and W. Zalewski 2010, p. 614]. Macdonald believes that an appreciation of the role of structure is essential to the understanding of architecture [A.J. Macdonald 2001, p. xi]. He claims that collaboration between the designers of the architectural thing influences in a positive way on the design, and the engineer should be a member of the team of designers which evolves the form of the building [A.J. Macdonald 2001, p. 114]. Ching, Onouye, and Zuberbuhler write that architectural structures should unite with form and space in a coherent manner [F.D.K. Ching et al. 2014, p. 14]. They think that to understand the impact of structural systems on an architectural design, one has to be aware of “how they relate to the conceptual, experiential, and contextual ordering of architecture” [F.D.K. Ching et al. 2014, p. 15]. Charleson writes that “architects and structural engineers have to work closely in developing designs from early concepts to the final design and construction” [I. Margolius 2002, p. 17]. “They should be equal parents to their child” [B. Addis 1994, as cited in I. Margolius 2002, p. 17].

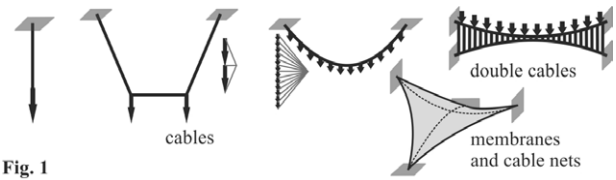
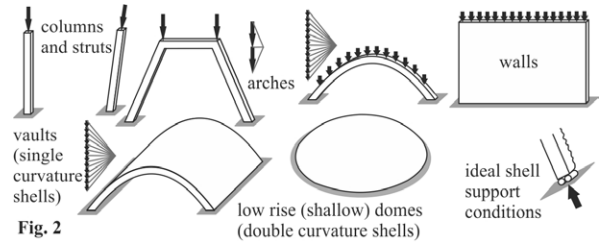
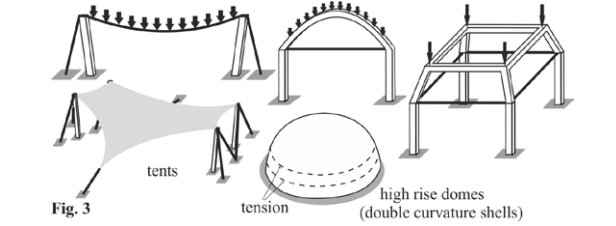
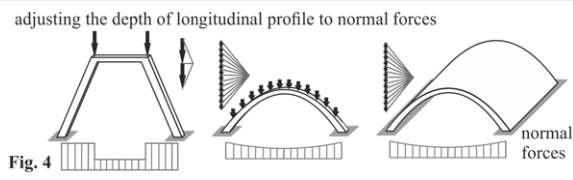
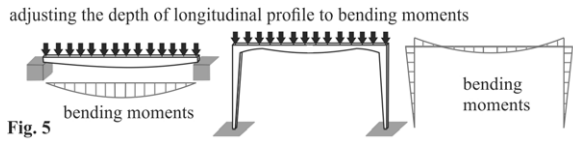
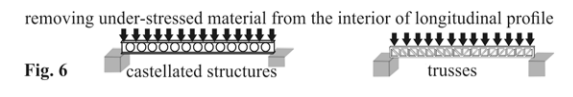






1. HOW TO MAKE AN ARCHITECTURAL STRUCTURE MORE EFFICIENT?

The main objective of a structure is to transfer loads with maximum efficiency. Issues related to the efficiency of structural forms are too extensive to elaborate them fully in the paper, so they are discussed only in general. A decisive role in the cost of a structure plays the material cost, so the amount of material can be taken as a measure of structural efficiency. The weight of material which must be guaranteed to give elements appropriate strength and rigidity is dependent primarily on the distribution of normal stresses caused by acting loads. Therefore, the optimal shaping of structures consists mainly in adapting the structural forms to normal stresses, regardless of the scale of the structure and the type of material. The structural efficiency estimated in terms of material use depends primarily on the topology and overall geometry of the

structure in relation to the arrangement of applied loads and also on the geometry of longitudinal profiles and cross-sections of structural elements (see Table 1). The relationship between structural forms and their efficiency is discussed in many books [A.J. Macdonald 2001, p. 37-46], [E. Allen and W. Zalewski 2010], [M. Salvadori and R. Heller 1975], [M. Salvadori 1980].

The adjustment of the structure to the natural flow of forces gives the biggest economic benefits in the case of obtaining the greatest possible number of only tensile or compressive elements for a dominant loading case, usually self-weight (the first method in Table 1). The distribution of normal stresses acting over any cross-section of such elements is uniform. The stresses with a constant intensity can be carried more efficiently than non-uniform stresses because an equal distribution allows full use of all the material in the element. Flexible structures – cables, chains, double cables, cable nets, membranes – develop tension stresses only and deform in a way dependent on the magnitudes and locations of applied loads, taking shapes of funicular polygons (Fig. 1 in Table 1). Examples of tensile structural elements are shown in Fig. 10. Compressive structures – arches, vaults, domes – must be rigid, and their geometry must be adjusted to the pattern of applied loads based on the rule of the inverted chains (Fig. 2 in Table 1). Their longitudinal axes should be the mirror images of the funicular shapes adopted by cables. Moreover, their ends must be adequately supported. Their supports must be capable of providing force reactions to the compressive normal forces transmitted to them. Regrettably, if the shapes of the compressive structures with single curvature are not the true funicular forms for the loads, or if the loads change, then the bending non-uniform stresses occur in the structures, and there is a risk of their strength failure. However, double curvature shells are considerably more complex and can carry a wide range of different loadings through membrane action without introducing bending [S. Adriaenssens et al. 2014, p. 9]. Nevertheless, all compressive structures must be given a certain strength to resist bending stresses. Furthermore, tensile structures can be only destroyed by rupture, while compressive structures have two failure modes: crushing and buckling. Hence, compressive structures should be made thicker than tensile ones and are structurally less efficient. Examples of structural elements acting mainly in compression are given in Fig. 11. Many structures are composed of both tension and compression elements (Fig. 3 in Table 1 and Fig. 12). Such structures carry loads combining the compressive strength of rigid elements (arches, columns, struts) with the adaptability of flexible ones (cables,

Tab. 1. Shaping structural forms to enhance their efficiency

Method of shaping	Purpose of shaping	Structural behaviour of elements	Structures assembled of different elements (line and surface, flexible and rigid)
1) adjusting structure to load (funicular shapes) and proper supporting	uniform distribution of normal stresses in cross-sections	tensile elements	 <p>Fig. 1</p>
		compressive elements	 <p>Fig. 2</p>
		tensile and compressive elements	 <p>Fig. 3</p>
2) improving longitudinal profile	constant normal stresses in longitudinal profile	tensile elements	rarely applied
		compressive elements	adjusting the depth of longitudinal profile to normal forces  <p>Fig. 4</p>
	constant maximum normal stresses in longitudinal profile; most of the material in high normal stress regions of longitudinal profile	bending elements	adjusting the depth of longitudinal profile to bending moments  <p>Fig. 5</p>
		removing under-stressed material from the interior of longitudinal profile  <p>Fig. 6</p>	
both methods  <p>Fig. 7</p>			
3) improving cross-section	most of the material in high normal stress regions of cross-section	tensile elements	not needed
		compressive elements	due to normal forces not needed due to buckling: moving material away from the centre of compression (line elements ) and the line of compression (surface elements ) Fig. 8
		bending elements	removing under-stressed material adjacent to the neutral axis of cross-section Fig. 9 I beams  hollow core slabs  folded plates 

membranes). A lot of architectural objects with main structural elements only in tension or compression are demonstrated in Adriaenssens et al. [S. Adriaenssens et al. 2014], Charleson [A.W. Charleson 2015], Eekhout [M. Eekhout 1989].

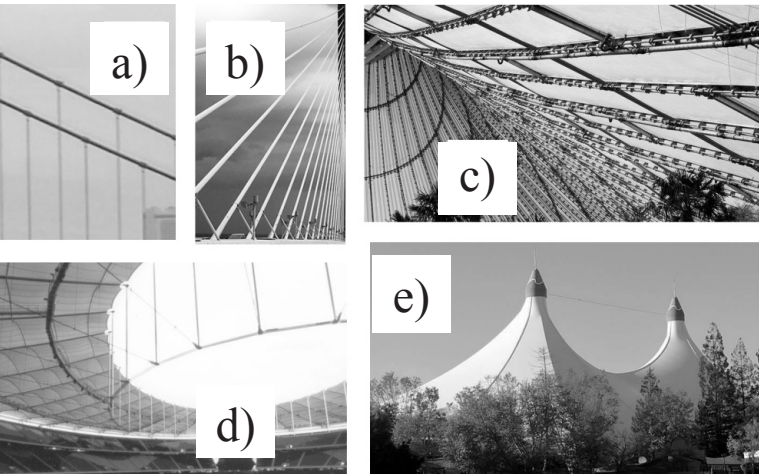


Fig. 10. Tensile elements in structures: a) main cable and hangers of the suspension Golden Gate Bridge in San Francisco (USA), photo by R. Chojnacka; b) cables of the cable-stayed Sunshine Skyway Bridge, spanning Tampa Bay (Florida, USA) (source: <http://annrobiefashion.com/im-back-or-my-florida-vacation/>); c) cables of roof of Khan Shatyr Entertainment Centre in Astana (Kazakhstan) (source: <http://binscorner.com/pages/t/the-biggest-tent-in-the-world-amazing-st.html>); d) double cable roof of Bukit Jalil National Stadium in Kuala Lumpur (Malaysia) (source: <http://www.archiexpo.com/prod/hightex/product-58335-1641302.html>); e) membranes of Shoreline Amphitheatre in Mountain View (California, USA), photo by R. Chojnacka; fig. by the author.

The efficiency of structural forms can be enhanced by a proper distribution of the material in the longitudinal profile (the second method in Table 1). Compression-only or tension-only structures can have varying cross-section areas adjusted to their normal forces so that normal stresses remain constant along the longitudinal profiles (side views) of elements. However, the tensile structures with varying cross-sections are very rarely used. Examples of compressive structures whose cross-sectional areas change according to normal forces are given in Fig. 4 (Table 1) and Fig. 13. If the depth of the longitudinal profiles of bending elements is varied according to the intensity of bending moments then maximum normal stresses along the element lengths can remain constant (Fig. 5 in Table 1 and Fig. 14). The author used this method of improving structural forms in the articles about furniture design [A. Kozikowska, 2010a p. 45-55], [A. Kozikowska 2010b, p. 56-65], [A. Kozikowska 2013a, p. 69-78], [A. Kozikowska 2013b, p. 18-29], [A. Kozikowska 2015a, p.

5-19], [A. Kozikowska, 2015b p. 20-34], [A. Kozikowska 2017, p. 24-35]. The efficiency of bending structures can also be corrected in such a way that material is removed from under-stressed centres of the elements leading to castellated structures and trusses (Fig. 6 in Table 1 and Fig. 15). Both methods of improving the longitudinal profile can be applied together for bending elements leading to trusses and castellated structures with changing depth of longitudinal profiles (Fig. 7 in Table 1 and Fig. 16).

A frequently used practice to increase the efficiency of structural elements is to change shapes of their cross-sections (the third method in Table 1). Cross-section shapes of tensile and compressive elements do not need to be corrected due to normal stresses because all the material is fully utilized in their cross-sections. However, cross-sections of compressive elements can be improved due to the possibility of buckling (Fig. 8 in Table 1). Bending elements have a linearly-varying normal stress distribution in cross-sections, and only their outer fibres can be fully stressed. Therefore, the under-stressed material can be moved away from the neutral axis. In this way, I-section bars, hollow core slabs, and folded plates are created (Fig. 9 in Table 1).

The greatest structural efficiency is achieved in funicular structures which resist loads mainly through uniform normal stresses and whose longitudinal profiles are adopted to normal force diagrams. However, the compression-only or tension-only structures require high quality design, analysis, and manufacturing. Hence, they especially demand a solid understanding of structural mechanics and a close collaboration between the architect and the engineer. Bending structures are simpler to analyse and design than funicular structures, but they are less effective in the transmission of loads. The adjustment of their longitudinal profile shapes to bending moment diagrams is dependent on the type of the structure, shapes of their elements, and acting loads. Therefore, optimal longitudinal profiles of bending elements should be designed for each project separately through the cooperation between the engineer and the architect. The improvement of cross-section shapes is easier, depends mainly on the type of structural behaviour (bending or compression) and does not require such a large commitment of designers. If both normal stresses – flexural (bending) and axial (compression or tension) – occur in a cross-section, resulting stresses are the algebraic sum of both contributions. However, in such cases, bending usually has a decisive influence on structural forms.

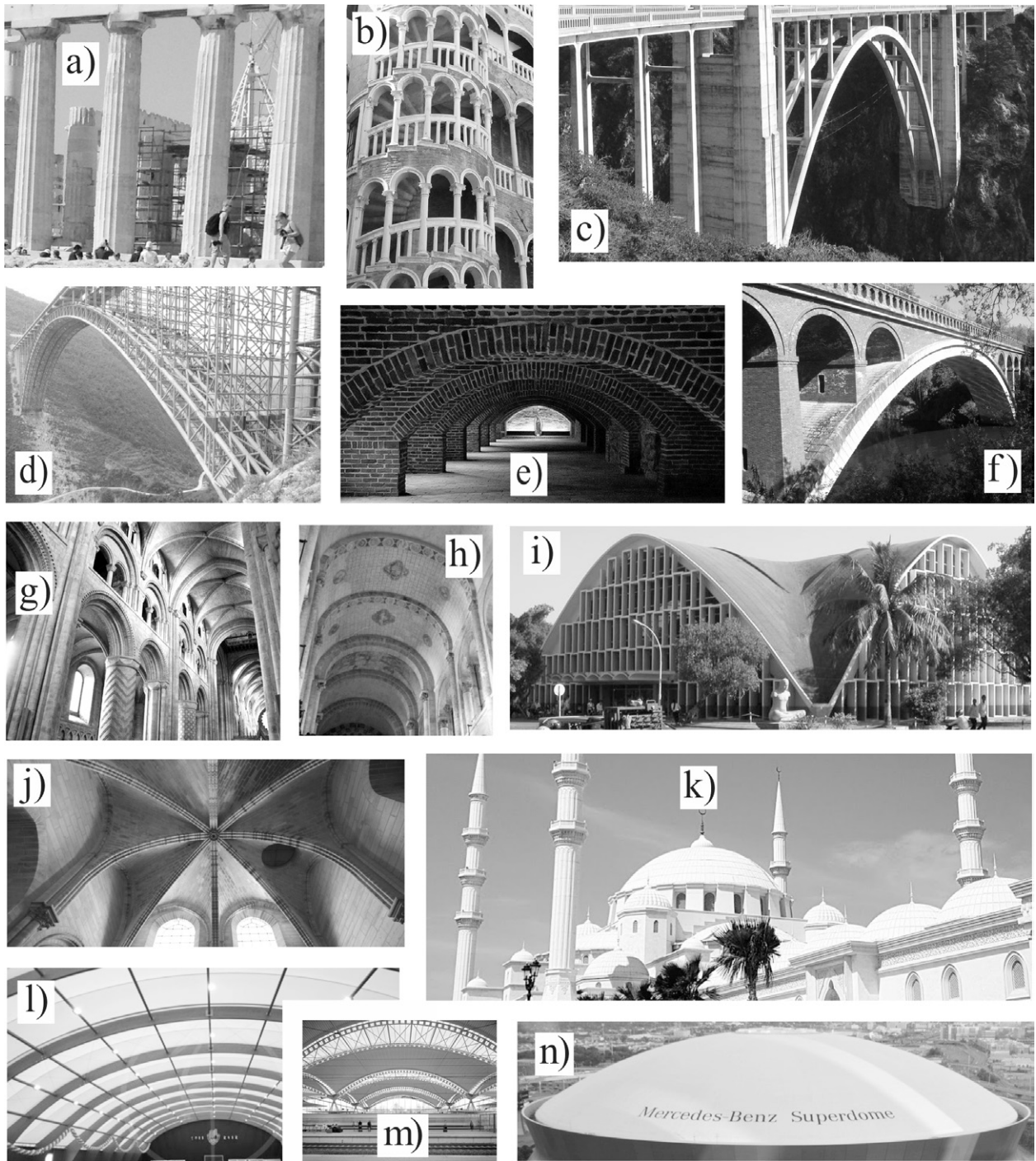


Fig. 11. Compression elements in structures: a) columns of Parthenon in Athens (Greece), photo by R. Kozikowski; b) arches and columns of Palazzo Contarini del Bovolo in Venice (Italy), photo by R. Kozikowski; c) arch and columns of the Bixby Creek Bridge on the Big Sur coast (California, USA), photo by R. Kozikowski; d) arch and columns of Xiaohe River Bridge in Enshi (Hubei, China) (source: https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_highest_bridges#/media/File:Xiaohe_Bridge-1.jpg); e) arches and walls of Baltimore Basilica Crypt in Baltimore (Maryland, USA) (source: <http://photography-on-the.net/forum/showthread.php?t=693565>); f) arched vaults and walls of Pont Antoinette bridge in Sémalens (France) (source: https://fr.wikipedia.org/wiki/Pont_Antoinette); g) arches, vaults and columns of Galilee Chapel at Durham Cathedral in Durham (England) (source: <https://roundaboutlondon.wordpress.com/tag/corbridge/>); h) vault of Basilica of Saint-Sernin in Toulouse (France) (source: http://www.sacred-destinations.com/france/toulouse-st-sernin/photos/xti_2337pl); i) shells of Main Hall of Royal University in Phnom Penh (Cambodia) (source: <https://structurae.net/structures/main-hall-of-the-royal-university-of-phnom-penh/>); j) arches and vaults of Notre-Dame Cathedral in Paris (France) (source: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Notre-dame-de-paris-vue-interieure-salle-nord.jpg>); k) domes and columns of Sheikh Zayed Grand Mosque in Abu Dhabi (UAE), photo by R. Kozikowski; l) arches of sport hall (source <http://www.plastecomilano.com/p/v.php?r=tendostrutture-acciaio-legno>); m) arches and columns of railway station in Leuven (Belgium) (source: <http://www.ingegneri.info/news/struttura/la-copertura-a-vele-della-stazione-ferroviaria-di-leuven/>); n) dome of Mercedes-Benz Stadium in New Orleans (Louisiana, USA) (source: <http://loyaltytraveler.boardingarea.com/2016/06/28/hotel-review-hyatt-regency-new-orleans/>); fig. by the author.

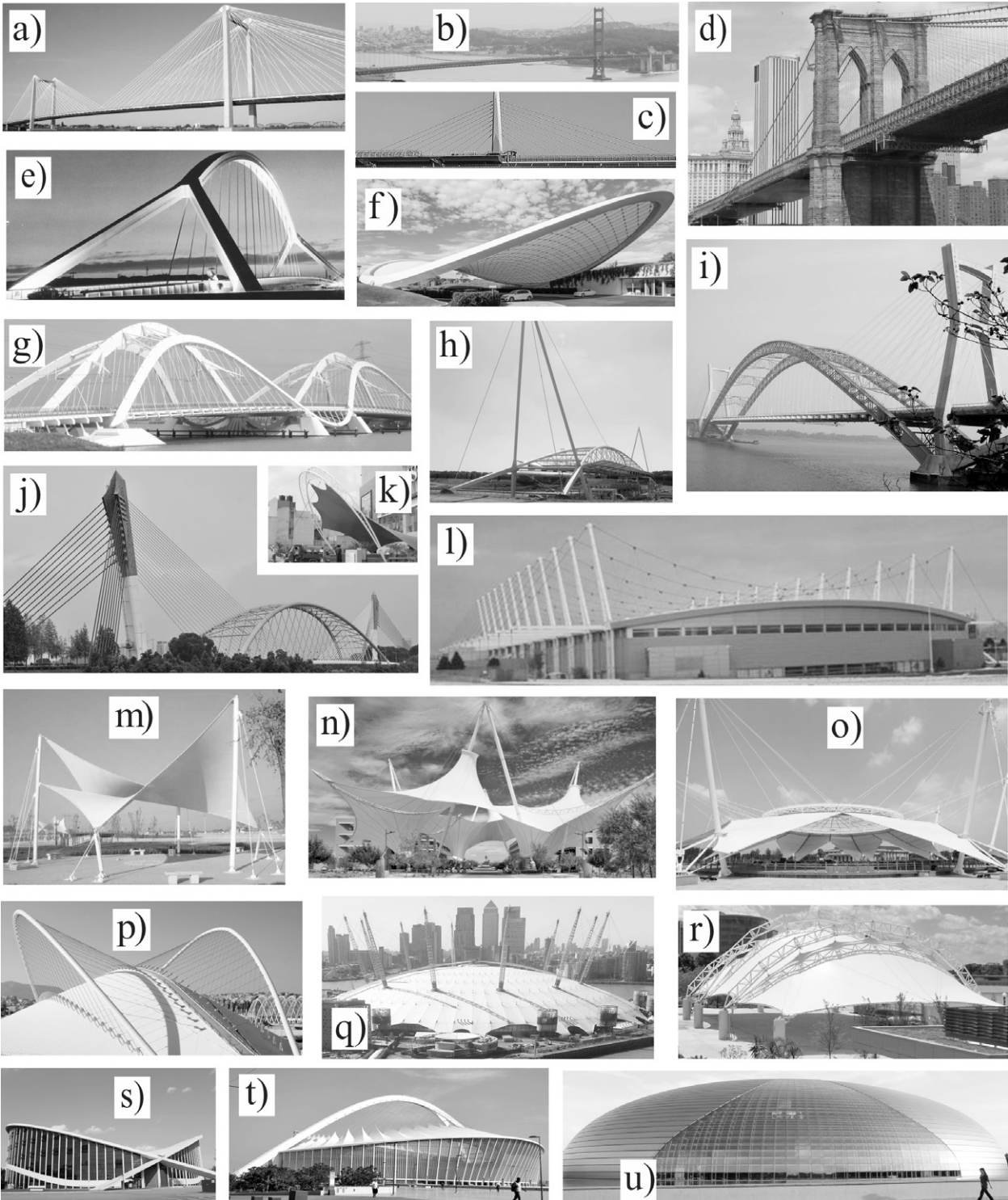


Fig. 12. Structures with elements working mainly in tension or compression: a) the Ed Hender Bridge spanning the Columbia River (Washington, USA) (source: <https://www.class-central.com/report/edx-dartmouth-engineering-of-structures-around-us/>); b) the Golden Gate Bridge in San Francisco (USA), photo by R. Chojnacka; c) the Golden Horn Metro Bridge in Istanbul (Turkey) (source: https://en.wikipedia.org/wiki/Cable-stayed_bridge#/media/File:GoldenHornMetroBridge_09.JPG); d) the Brooklyn Bridge in New York (USA), photo by the author; e) Puente de la Barqueta bridge in Seville (Spain), design: Santiago Calatrava (source: http://www.steelconstruction.info/File:R7_Fig7.png); f) roof of Autostadt in Wolfsburg (Germany) (source: <https://www.derbausv.de/news.jsp?id=1082>); g) The Enneüs Herma Bridge in Amsterdam (Netherlands) (source: <http://www.panoramio.com/photo/7291291>); h) toll gate in Souppes-sur-Loing (France) (source: <https://structurae.info/ouvrages/autoroute-a-77-france/photos>); i) the Lianxiang Bridge in Xiangtan (China) (source: https://zh.wikipedia.org/wiki/File:Lianxiang_bridge.jpg); j) the Seri Saujana Bridge in Putrajaya (Malaysia) (source: <http://www.panoramio.com/photo/114591317>); k) roofing (source: <https://www.indiamart.com/mkdaylightingsolutions/tensile-structure.html>); l) Utah Olympic Oval in Salt Lake City (USA) (source: <http://www.teamswiderpeltz.com/2012/>); m) membrane structure (source: <https://pl.pinterest.com/pi>

EFFICIENT STRUCTURAL FORMS AS A RESULT OF ARCHITECT AND ENGINEER COLLABORATION

n/276408495850396995/); n) tents (source: <http://tensilefabricshade.blogspot.com/>); o) membrane roofing (source: <https://pl.pinterest.com/pin/326018460505674752/>); p) Olympic Stadium in Athens (Greece) (source: <http://www.metalsight.com/projects/athens-olympic-velodrome/>); q) Millennium Dome in London (England) (source: https://en.wikipedia.org/wiki/Millennium_Dome); r) roofing of auditorium (source: <https://www.indiamart.com/mkdaylightingsolutions/tensile-structure.html>); s) Dorton Arena in Raleigh (North Carolina, USA), design: Matthew Nowicki (source: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/a/a2/Dorton_Arena_West_Side.JPG); t) Moses Mabhida Stadium in Durban (South Africa) (source: [https://en.wikipedia.org/wiki/File:Durban_Football_Stadium_\(16231762225\).jpg](https://en.wikipedia.org/wiki/File:Durban_Football_Stadium_(16231762225).jpg)); u) high rise dome of National Centre for the Performing Arts in Beijing (China), photo by R. Chojnacka; fig. by the author.

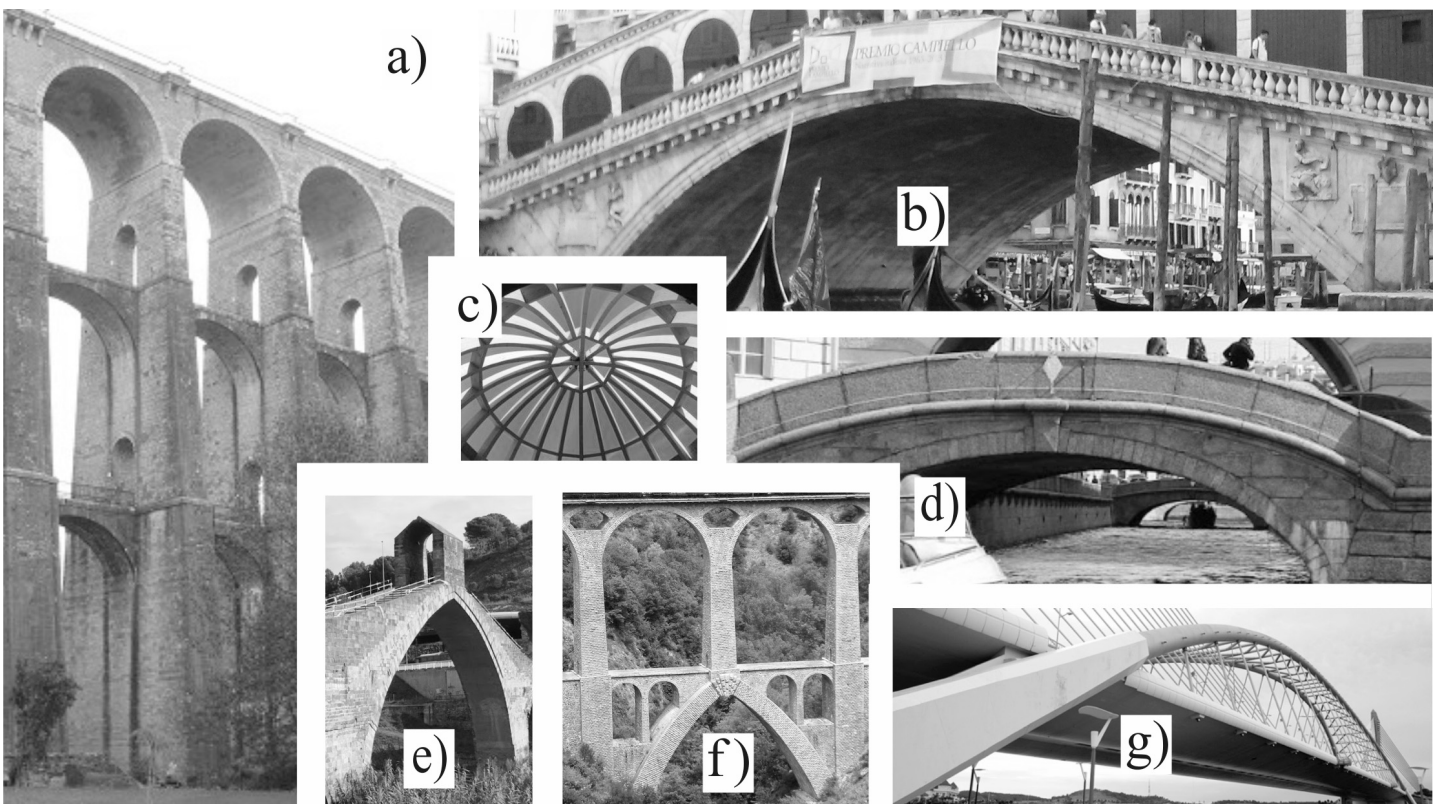


Fig. 13. Structures with compressive elements whose longitudinal profiles are adjusted to normal force diagrams: a) viaduct in Chaumont (France) (source: <https://structurae.info/ouvrages/viaduc-de-chaumont>); b) the Rialto Bridge in Venice (Italy), photo by R. Kozikowski; c) roof (source: <http://www.rolam.ro/en/innovative-tehnologies>); d) the Hermitage Bridge in Saint Petersburg (Russia), photo by R. Kozikowski; e) the Devil's Bridge across the Llobregat River in Catalonia (Spain) (source: <http://loboquirce.blogspot.com/2015/11/pont-del-diable-en-martorell-bcn.html>); f) Pont Séjourné viaduct in Fontpédrouse (France) (source: <http://mapio.net/o/619116/>); g) the Seri Saujana Bridge in Putrajaya (Malaysia) (source: <http://www.bbrnetwork.com/technologies/what-are-stay-cables.html>); fig. by the author.

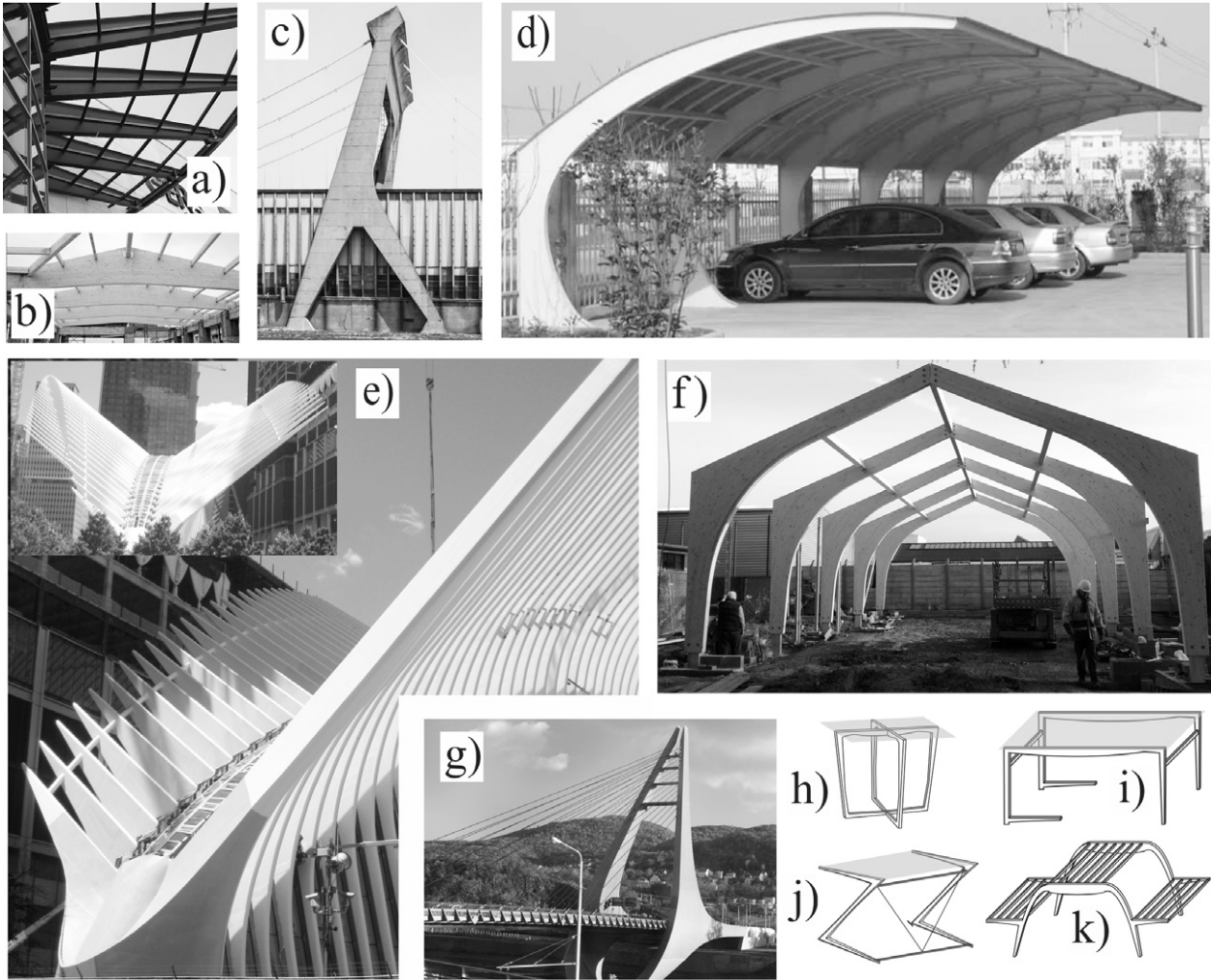


Fig. 14. Structures with bending elements whose longitudinal profiles are adjusted to bending moment diagrams: a) cantilever roofing (source: <https://i.ytimg.com/vi/79adRquiVZ4/maxresdefault.jpg>); b) roof (source: <http://www.infoconstruct.ro/clienti/poze/SRk15-dWdjFKDjkKt.jpeg>); c) factory building in Mantua (Italy) (source: <http://www.ossesso.it/images/architettura/architettura-miracolo-luka-strutture-Q-03.jpg>); d) car parking shed (source: <http://www.fabstructure.in/kakinada/parking-shed-structure.html>); e) the World Trade Center Transportation Hub in New York (USA), design: Santiago Calatrava, photo by the author; (source: <http://www.bucklandtimber.co.uk/gallery/>); g) the Mariansky Bridge in Ústí nad Labem (Czech Republic) (source: http://farm1.static.flickr.com/183/415232655_2ce15d296a_b.jpg); h) table, adapted from Kozikowska [2013b]; i) table, adapted from Kozikowska [2015a]; j) table, adapted from Kozikowska [2013b]; k) picnic table, adapted from Kozikowska [2015b]; fig. by the author.

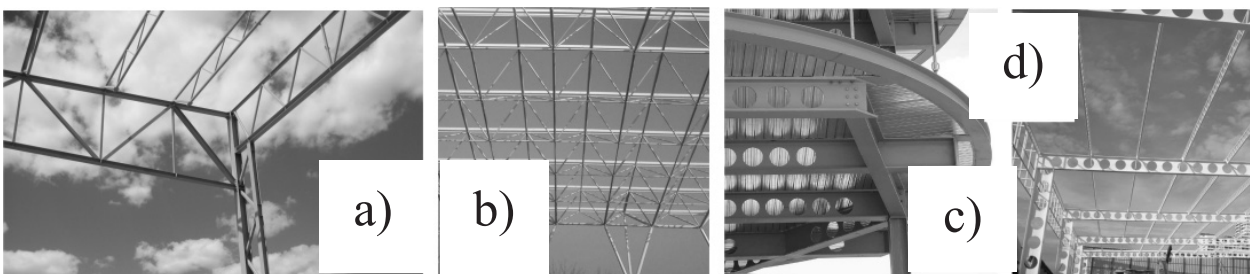


Fig. 15. Castellated structures and trusses: a) truss beams, photo by the author; b) space frame structure (source: http://www.nilka.ro/wp-content/uploads/2015/03/crangas_2.jpg); c) castellated beams (source: http://img.archiexpo.es/images_ae/photo-g/55693-7596205.jpg); d) castellated frames (source: <https://www.slideshare.net/chagapon/cellular-beam-floor-roof-5112279>); fig. by the author.

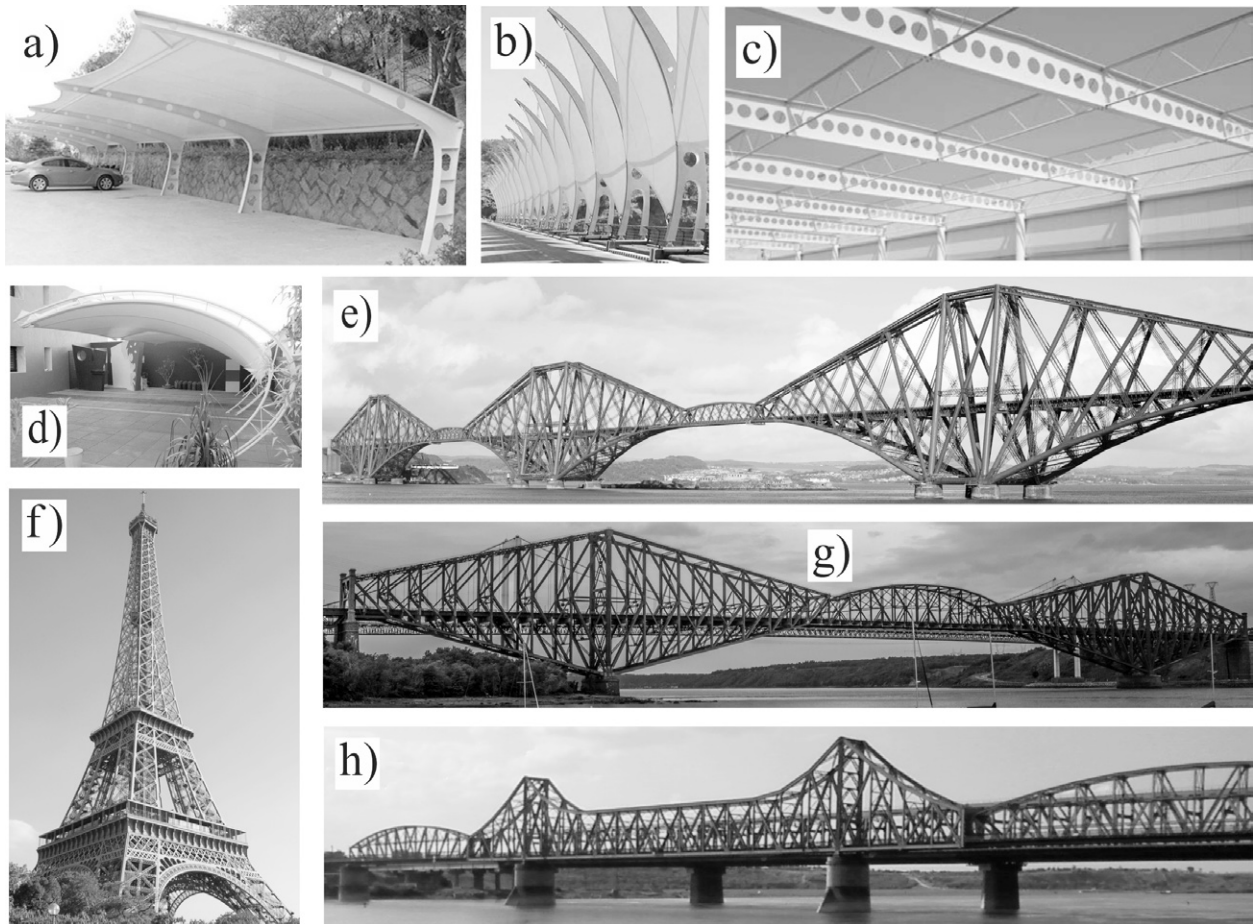


Fig. 16. Castellated structures and trusses whose longitudinal profiles are adjusted to bending moment diagrams: a) car parking shed (source: <http://www.editorialespazio.com/noticias/detalle/179>); b) sunshades in Aamby Valley City (India) (source: <http://www.editorialespazio.com/proyectos/detalle/53>); c) roof structure (source: <http://docplayer.pl/9322925-Arcelormittal-europe-long-products-sections-and-merchant-bars-acb-belki-azurowe-z-otworami-kolowymi.html>); d) car parking shed (source: http://sssdecors.com/images/products/car_parking.png); e) the Forth Bridge over the Firth of Forth (Scotland) (source: <https://pbs.twimg.com/media/Cm6QJ2NUkAAIr67.jpg>); f) Eiffel Tower in Paris (France) (source: <http://ofrancji.com/wp-content/uploads/2012/01/Pi%C4%99kne-zdj%C4%99cie-Wie%C5%BCy-Eiffla-Pary%C5%BC-Franca-by-x-oph.jpg>); g) the Quebec Bridge across the Saint Lawrence River (Canada) (source: <https://i.ytimg.com/vi/BcXZxj4FihU/maxresdefault.jpg>); h) the Anghel Saligny Bridge across the Danube River (Romania) (source: <http://static.panoramio.com/photos/original/38063989.jpg>); fig. by the author.

2. BENEFITS OF USING EFFICIENT STRUCTURAL FORMS

Efficient structural forms not only can bring cost savings, but they can also have a positive effect on other features characterizing an architectural object. Structures adjusted to the flow of internal forces consist of thinner and lighter elements and can have a smaller number of supports. They allow wide areas to be spanned without internal supports, result in larger open spaces and give much greater freedom of interior design.

Efficient forms are still not widely used and, thanks to that, are usually perceived as original. Barnes and Dickinson write that “they may help us to escape the wide-spread monotony and drabness in today’s

structural engineering which in turn will become again an essential part of the building culture” [M. Barnes and M. Dickinson, 2000 p. 178].

Forms designed according to economic criteria can also have a great influence on the appearance of an architecture work and can make a positive contribution to its beauty. However, the concept of structural beauty is a matter of individual taste and is difficult to define. Our perception of the structural beauty is related to our familiarity with natural structures and our appreciation for them. Salvadori believes that perception “of a structure is strictly related to our personal experience and culturally to the ex-

perience of the race" [M. Salvadori 1980, p. 300]. The aesthetics judgment of structure has evolved over the ages; however, the structurally efficient objects have increasingly been perceived as aesthetically pleasing. Salvadori writes that "*within a short number of years our aesthetic appreciation of a given structure can change, as proven by the classic example of the Eiffel Tower in Paris*" whose initial disapproval and later full "*acceptance indicates not only an amazing reversal of public opinion but the possibility of a pure aesthetic message emanating from a pure structure*" [M. Salvadori 1980, p. 300-301]. Barnes and Dickinson think that lightweight structures may "*contribute heavily to an enriched architecture. Light, filigree and soft evokes more pleasant sensations than heavy, bulky and hard. ... Thus lightweight structures with their rational aesthetics may solicit sympathies for technology, construction and engineers*" [M. Barnes and M. Dickinson 2000, p. 178]. Holgate writes that "*designers should attempt to maximize the visual appeal and emotional significance of built form. Engineers should look for character and power in build form, as much as for elegance or beauty. They should identify and draw out qualities that are inherent to the forms which arise from purely technological considerations. They will also recognize that aesthetic pleasure may be gained from many aspects of built form other than visual, particularly from skill in structural design and in the transmission of force. Engineers should educate others to take a similar delight in these aspects*" [A. Holgate 1992, p. 253]. Many authors consider shell structures to be particularly beautiful. Adriaenssens et al. write that "*more so than any other structural systems, shells have the ability to create eye-catching forms*" [S. Adriaenssens et al. 2014, p. 7]. Bletzinger and Ramm reckon that shells appear very light and graceful, meet aesthetical demands in a natural manner, and are the epitome of structural elegance [K.U. Bletzinger and E. Ramm, 1993]. Aesthetic values of optimal structures may not be easy to notice. Sandaker thinks that building structures "*are somehow part of architectural expression, and they influence the architectural space, but to be able to understand them fully requires the mobilisation not only of scientific and technological knowledge but also architectural competence and sensibility*" [B.N. Sandaker, 2008 p. 3]. However, the author agrees with the opinion of Macdonald that structures which are well designed and elegant from an engineering point of view, are exciting to those who appreciate engineering design [A.J. Macdonald, 2001 p. 72]. Structural forms which are a clear illustration of load-bearing behaviour are generally considered to be aesthetically satisfying.

CONCLUSIONS

Architecture and civil engineering professions are both engaged in the design and the construction of an architectural object. The architect must plan the object that includes a structure, and the engineer must select the suitable structure that is consistent with the vision of the architect. The close and well-integrated collaboration between the architect and the engineer is very important in this process and can result in structural forms which resist loads efficiently. The paper demonstrates how to design such efficient structural forms based on qualitative properties of the flow of internal forces. The author attempts to show that the use of such forms can also lead to the originality and beauty of an architectural object and can contribute to the enrichment of the architecture. However, the efficiency considered in terms of the weight of material should not be the only criterion when designing structures. Lightweight structures can be difficult to design, construct, and maintain. Moreover, all factors which affect structural efficiency are interrelated in complicated ways. Therefore, in each particular case, the architect and the engineer should together find the most appropriate and cost effective forms taking into account all the factors.

REFERENCES

1. **Allen E., Zalewski W. (2010)**, *Form and forces: designing efficient, expressive structures*, John Wiley & Sons, New Jersey.
2. **Adriaenssens S., Block P., Veenendaal D., Williams C. (2014)**, *Shell Structures for Architecture: Form Finding and Optimization*, Routledge, New York.
3. **Barnes M., Dickinson M. (2000)**, *Widespan Roof Structures*, Thomas Telford Publishing, London.
4. **Bletzinger K.U., Ramm E. (1993)**, Form Finding of Shells by Structural Optimization, *Engineering with Computers*, no 9, 27-35.
5. **Charleson A. W. (2015)**, *Structure as architecture : a source book for architects and structural engineers*, Routledge, New York.
6. **Ching F.D.K., Onouye B., Zuberbuhler D. (2014)**, *Building structures illustrated: Patterns, Systems, and Design*, John Wiley and Sons, Hoboken.
7. **Eekhout M. (1989)**, *Architecture in space structures*, Utigeverij 010 Publishers, Rotterdam.
8. **Holgate A. (1992)**, *Aesthetics of built form*, Oxford University Press, New York.
9. **Kozikowska A. (2010a)**, *Forma a konstrukcja mebli. Meble o konstrukcji wspornikowej*, „Architecturae et Artibus”, vol. 2, no 4, 45-55.
10. **Kozikowska A. (2010b)**, *Forma a konstrukcja mebli. Meble o konstrukcji belkowej oraz ramowej*, „Architecturae et Artibus”, vol. 2, no 4, 56-65.

11. **Kozikowska A. (2013a)**, *Forma a konstrukcja mebli. Meble o konstrukcji płyt zginanych jednokierunkowo*, „Architecturae et Artibus”, vol. 5, no 1, 69-78.
12. **Kozikowska A. (2013b)**, *Forma a konstrukcja mebli. Stoły*, „Architecturae et Artibus”, vol. 5, no 3, 18-29.
13. **Kozikowska A. (2015a)**, *Kształtowanie form mebli o schematach swobodnie podpartych krzywych belek i wsporników przyłączonych do końców belek*, „Architecturae et Artibus”, vol. 7, no 4, 5-19.
14. **Kozikowska A. (2015b)**, *Kształtowanie form mebli o schematach zakrzywionych swobodnie podpartych belek ze wspornikami przyłączonymi poza końcami belek*, „Architecturae et Artibus”, vol. 7, no 4, 20-34.
15. **Kozikowska A. (2017)**, *Projektowanie form mebli o schematach swobodnie podpartych belek o dowolnym kształcie*, „Architecturae et Artibus”, vol. 9, no 1.
16. **Macdonald A.J. (2001)**, *Structure and Architecture*, Architectural Press, Oxford.
17. **Margolius I. (2002)**, *Architects + engineers = structures*, John Wiley & Sons, Chichester.
18. **Olsen C., Mac Namara S. (2014)**, *Collaborations in Architecture and Engineering*, Taylor & Francis, New York.
19. **Sandaker B. N. (2008)**, *On Span and Space: Exploring Structures in Architecture*, Taylor & Francis, New York.
20. **Salvadori M., Heller R. (1975)**, *Structure in architecture: the building of buildings*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs.
21. **Salvadori M. (1980)**, *Why Buildings Stand Up. The Strength of Architecture*, W.W. Norton & Company, New York.
22. **Siegel C. (1974)**, *Formy strukturalne w nowoczesnej architekturze*, Arkady, Warszawa.
10. <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Notre-dame-de-paris-vue-interieure-salle-nord.jpg> (Fig. 11j) [access: 09-04-2017].
11. <http://www.plastecomilano.com/p/v.php?r=tendostrutture-acciaio-legno> (Fig. 11l) [access: 09-04-2017].
12. <http://www.ingegneri.info/news/strutture/la-copertura-a-vele-della-stazione-ferroviaria-dileuven/> (Fig. 11m) [access: 09-04-2017].
13. <http://loyaltytraveler.boardingarea.com/2016/06/28/hotel-review-hyatt-regency-new-orleans/> (Fig. 11n) [access: 09-04-2017].
14. <https://www.class-central.com/report/edx-dartmouth-engineering-of-structures-around-us/> (Fig. 12a) [access: 09-04-2017].
15. https://en.wikipedia.org/wiki/Cable-stayed_bridge#/media/File:GoldenHornMetroBridge_09.JPG (Fig. 12c) [access: 09-04-2017].
16. http://www.steelconstruction.info/File:R7_Fig7.png (Fig. 12e) [access: 09-04-2017].
17. <https://www.derbausv.de/news.jsp?id=1082> (Fig. 12f) [access: 09-04-2017].
18. <http://www.panoramio.com/photo/7291291> (Fig. 12g) [access: 09-04-2017].
19. <https://structurae.info/ouvrages/autoroute-a-77-france/photos> (Fig. 12h) [access: 09-04-2017].
20. https://zh.wikipedia.org/wiki/File:Lianxiang_bridge.jpg (Fig. 12i) [access: 09-04-2017].
21. <http://www.panoramio.com/photo/114591317> (Fig. 12j) [access: 09-04-2017].
22. <https://www.indiamart.com/mkdaylightingsolutions/tensile-structure.html> (Fig. 12k) [access: 09-04-2017].
23. <http://www.teamswiderpeltz.com/2012/> (Fig. 12l) [access: 09-04-2017].
24. <https://pl.pinterest.com/pin/276408495850396995/> (Fig. 12m) [access: 09-04-2017].
25. <http://tensilefabricshade.blogspot.com/> (Fig. 12n) [access: 09-04-2017].
26. <https://pl.pinterest.com/pin/326018460505674752/> (Fig. 12o) [access: 09-04-2017].
27. <http://www.metalsight.com/projects/athens-olympic-velodrome/> (Fig. 12p) [access: 09-04-2017].
28. https://en.wikipedia.org/wiki/Millennium_Dome (Fig. 12q) [access: 09-04-2017].
29. <https://www.indiamart.com/mkdaylightingsolutions/tensile-structure.html> (Fig. 12r) [access: 09-04-2017].
30. https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/a/a2/Dorton_Arena_West_Side.JPG (Fig. 12s) [access: 09-04-2017].
31. [https://en.wikipedia.org/wiki/File:Durban_Football_Stadium_\(16231762225\).jpg](https://en.wikipedia.org/wiki/File:Durban_Football_Stadium_(16231762225).jpg) (Fig. 12t) [access: 09-04-2017].
32. <https://structurae.info/ouvrages/viaduc-de-chaumont> (Fig. 13a) [access: 09-04-2017].
33. <http://www.rolam.ro/en/innovative-tehnologies> (Fig. 13c) [access: 09-04-2017].
34. <http://loboquirce.blogspot.com/2015/11/pont-del-diablen-martorell-bcn.html> (Fig. 13e) [access: 09-04-2017].

INTERNET SOURCES

1. <http://annrobiefashion.com/im-back-or-my-florida-vacation/> (Fig. 10b) [access: 09-04-2017].
2. <http://binscorner.com/pages/t/the-biggest-tent-in-the-world-amazing-st.html> (Fig. 10c) [access: 09-04-2017].
3. <http://www.archiexpo.com/prod/hightex/product-58335-1641302.html> (Fig. 10d) [access: 09-04-2017].
4. https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_highest_bridges#/media/File:Xiaohe_Bridge-1.jpg (Fig. 11d) [access: 09-04-2017].
5. <http://photography-on-the.net/forum/showthread.php?t=693565> (Fig. 11e) [access: 09-04-2017].
6. https://fr.wikipedia.org/wiki/Pont_Antoinette (Fig. 11f) [access: 09-04-2017].
7. <https://roundaboutlondon.wordpress.com/tag/corbridge/> (Fig. 11g) [access: 09-04-2017].
8. http://www.sacred-destinations.com/france/toulouse-st-sernin/photos/xti_2337pl (Fig. 11h) [access: 09-04-2017].
9. <https://structurae.net/structures/main-hall-of-the-royal-university-of-phnom-penh> (Fig. 11i) [access: 09-04-2017].

35. <http://mapio.net/o/619116/> (Fig. 13f) [access: 09-04-2017].
36. <http://www.bbrnetwork.com/technologies/what-are-stay-cables.html> (Fig. 13g) [access: 09-04-2017].
37. <https://i.ytimg.com/vi/79adRquiVZ4/maxresdefault.jpg> (Fig. 14a) [access: 09-04-2017].
38. <http://www.infoconstruct.ro/clienti/poze/SRk15dWdjFKDjkKt.jpeg> (Fig. 14b) [access: 09-04-2017].
39. <http://www.ossesso.it/images/architettura/architettura-miracolo-luka-strutture-Q-03.jpg> (Fig. 14c) [access: 09-04-2017].
40. <http://www.fabstructure.in/kakinada/parking-shed-structure.html> (Fig. 14d) [access: 09-04-2017].
41. <http://www.bucklandtimber.co.uk/gallery/> (Fig. 14f) [access: 09-04-2017].
42. http://farm1.static.flickr.com/183/415232655_2ce15d296a_b.jpg (Fig. 14g) [access: 09-04-2017].
43. http://www.nilka.ro/wp-content/uploads/2015/03/crangas_2.jpg (Fig. 15b) [access: 09-04-2017].
44. http://img.archiexpo.es/images_ae/photo-g/55693-7596205.jpg (Fig. 15c) [access: 09-04-2017].
45. <https://www.slideshare.net/chagapon/cellular-beam-floor-roof-5112279> (Fig. 15d) [access: 09-04-2017].
46. <http://www.editorialespazio.com/noticias/detalle/179> (Fig. 16a) [access: 09-04-2017].
47. <http://www.editorialespazio.com/proyectos/detalle/53> (Fig. 16b) [access: 09-04-2017].
48. <http://docplayer.pl/9322925-Arcelormittal-europe-long-products-sections-and-merchant-bars-acb-belki-azurowe-z-otworami-kolowymi.html> (Fig. 16c) [access: 09-04-2017].
49. http://sssdecors.com/images/products/car_parking.png (Fig. 16d) [access: 09-04-2017].
50. <https://pbs.twimg.com/media/Cm6QJ2NUkAAIr67.jpg> (Fig. 16e) [access: 09-04-2017].
51. <http://ofrancji.com/wp-content/uploads/2012/01/Pi%C4%99kne-zdj%C4%99cie-Wie%C5%BCy-Eiffla-Pary%C5%BC-Francja-by-x-oph.jpg> (Fig. 16f) [access: 09-04-2017].
52. <https://i.ytimg.com/vi/BcXZXj4FihU/maxresdefault.jpg> (Fig. 16g) [access: 09-04-2017].
53. <http://static.panoramio.com/photos/original/38063989.jpg> (Fig. 16h) [access: 09-04-2017].