

OD AUTORA.

ROZWÓJ
BUDOWNICTWA ŻELAZNEGO

I JEGO WPŁYW NA ARCHITEKTURĘ.

WYKŁAD
DR. JANA BOGUCKIEGO,

PROF. STATYKI BUDOWLI

WYGŁOSZONY NA INAUGURACJĘ ROKU NAUKOWEGO
1908/9 W SZKOLE POLITECHNICZNEJ WE LWOWIE,
W DNIU 14 PAŹDZIERNIKA 1908.



L W Ó W.

1. ZWIĄZKOWA DRUKARNIA WE LWOWIE, UL. LINDEGO 4.

1908.

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000253898

ROZWÓJ
BUDOWNICTWA ŻELAZNEGO

I JEGO WPŁYW NA ARCHITEKTURĘ.

WYKŁAD

DR. JANA BOGUCKIEGO,

PROF. STATYKI BUDOWLI

WYGŁOSZONY NA INAUGURACJĘ ROKU NAUKOWEGO
1908/9 W SZKOLE POLITECHNICZNEJ WE LWOWIE,
W DNIU 14 PAŹDZIERNIKA 1908.

BIBLIOTEKA POLITECHNICZNA
KRAKÓW



L W Ó W.

I. ZWIĄZKOWA DRUKARNIA WE LWOWIE, UL. LINDEGO 4.

1908.

D/348

ODBITKA Z „CZASOPISMA TECHNICZNEGO“

**BIBLIOTEKA POLITECHNICZNA
KRAKÓW**

130034

Akc. Nr.

270 149

Historya żelaza, sposobu jego wytwarzania i użycia, dzieli się na całkiem nierówne okresy. Chociaż kruszec ten znano i używano już w najdawniejszych czasach, to jednak pierwotny sposób produkcji jego w małych ilościach nie pozwalał na obszerniejsze zastosowanie ani w starożytności, ani w wiekach średnich.

Wobec nowoczesnych procesów hutniczych przedstawia się cały okres aż do końca XV wieku jakby czasy przedhistoryczne. Dopiero wprowadzenie siły wodnej dla poruszania miecików przy wytopianiu żelaza, później siły pary w XVIII wieku, jakoteż zastąpienie węgla drzewnego koksem w piecach wysokich, wreszcie wprowadzenie nowych metod hutniczych mogło postawić produkcję żelaza na obecnej wysokości — produkcję, która w r. 1907 wynosiła na całej kuli ziemskiej 60 milionów ton!

Potrzeba było ogromnej sumy doświadczeń i wiedzy w zakresie chemii i technologii, aby wreszcie w XIX wieku dostarczyć ludzkości materiału, zdatnego do wszelkich celów konstrukcyjnych. Materiał ten przechodzi do dziś rozmaite zmiany. Powstawały i powstają nowe gatunki żelaza o coraz cenniejszych własnościach: surowiec, żelazo lane, spawane, zlewne i stal w różnych odmianach tak, że dziś ma inżynier-konstruktor inne warunki przed sobą, jak przed 50 laty, a ciągle ulepszenia następują w coraz szybszem tempie.

Żaden inny materiał nie może wykazać takiego rozwoju; równocześnie rozwijają się i metody konstrukcyjne — to też wśród zmiennych warunków nie mogą się tak łatwo ustalić formy zewnętrzne w budownictwie żelaznem.

Żelazo lane i kute nadaje się do wytwarzania form najrozmaitszych, podczas gdy kamień, jeszcze bardziej zaś drzewo jest na pewne tylko formy ograniczone. Ta jednak różnorodność, utrudniając powstanie stylu żelaznego, jest zarazem bodźcem tworzącym nowe kształty, a przyszły rozwój stylu nieograniczone stąd odniesie korzyści. Przyszłość zaś budowli żelaznych jest na zawsze zapewnioną; są bowiem zadania konstrukcyjne, gdzie się żelazo żadnym innym materiałem zastąpić nie da. Pomimo rozwoju pokrewnej dziedziny ustrojów żelazno-betonowych pozostaną lekkie dachy żelazne, świetlnie, wiaty kolejowe i wystawowe, mosty wiązające i wiadukty miejskie polem wyłącznego użycia żelaza.

Istnieją bardzo ważne względy, które przyczyniły się w znacznej mierze do rozpowszechnienia ustrojów żelaznych w budownictwie.

Słup żelazny może unieść ciężar 40 razy większy niż kamienny o tym samym przekroju, ciężar zaś 10 razy większy niż dźwignie słup drewniany; przytem zaś byłby słup żelazny od kamiennego tylko 4 razy, od drewnianego tylko 8 razy cięższy. Ta wyższość żelaza nad innym materiałem budowlanym pozwala na stosowanie jego w sposób najbardziej racjonalny, na szukanie konstrukcyi o największej wytrzymałości przy użyciu minimum materiału. Zaleta olbrzymia i przeprowadzona rzeczywiście we wszelkich budowlach użytkowych, która jednak nie daje się stosować ściśle w architekturze pięknej. Były epoki w architekturze, gdzie wogóle racjonalna konstrukcyja nie mogła się rozwijać.

Tak było w starożytnym Wschodzie, podobnie i w Rzymie Cezarów. Nadmierne użycie materiału było wtedy związane z pojęciem monumentalności budowy, podobnie jak użycie nadmiernej liczby rąk do pracy — znakiem potęgi.

Sztuka grecka wzniosła się już przedtem wyżej, dążąc do równowagi środków i celu. I tam jednak unikano minimum masy, aby właśnie nie utracić tej równowagi środków architektonicznych. W ustroju sklepień, w których masy użyte stosują się już ściślej do sił działających, używano raczej za wiele, niż za mało materiału, aby zwiększyć pewność budowy.

Dopiero sztuka gotycka sprowadza przewrót w użyciu mas: w budowie sklepień i filarów widzimy tu dążność do uzyskania równowagi przy stosowaniu koniecznej tylko ilości muru, co w późnym gotyku przechodzi w umyślnie szukanie najśmielszych rozwiązań, w całkowitą dematerializację ustroju.

Tą samą dążnością zbliża się budownictwo żelazne do gotyku i w tem leży usprawiedliwienie koronkowego stylu budowli żelaznych, które śmiało liniami strzelają w niebo, podobnie jak kościoły gotyckie, choć całkiem od nich różne przeznaczeniem i ustrojem.

A chociaż żelazo jest ciałem stosunkowo ciężkiem, to jednak w zasadach użycia skłania się raczej do dematerializacji, niż do działania masą swoją i ciężarem. Bo i czem jest masa w olbrzymim, nawet jednolitym dźwigarze żelaznym? Czyż nie jest to tylko rój komarów — zbiór cząstek, których odległości wzajemne stoją w stosunku do ich średnic takim, jak odległości międzyplanetarne do średnicy planet? Tylko ten rój cząstek utrzymują w skupieniu potężne siły międzycząstkowe, których napięcie przy odkształceniu ciała umożliwia pracę materiału dla dźwigania obciąż-

żeń. Siłą więc, nie materią imponuje żelazo w budowie.

Długo jednak był ten cenny kruszec używany tylko na narzędzia pokoju i wojny, zanim z rozwojem techniki konstrukcyjnej nastąpił okres użycia jego do celów budowlanych na samoistne ustroje niosące. Równocześnie prawie z produkcją pierwszej lanej szyny żelaznej na świecie, co nastąpiło w r. 1767, zbudowano pierwszy w Europie most z żelaza lanego na rzece Severn w Anglii, a nieco później w r. 1785 pierwszy strop żelazny francuskiego architekta Ango w Boulogne, złożony z płaskich prętów kutego żelaza, o rozpiętości 6·5 m. Po nim nastąpiły dachy żelazne na Théâtre français i giełdzie paryskiej, jednakże tworzone z żelaza na modłę znanych ustrojów drewnianych. Konstrukcye te XVIII wieku były tylko mniej lub więcej śmiałymi próbami, czy da się wogóle stosować żelazo na samoistne zeskłady budowlane. Właściwy rozwój konstrukcyj żelaznych nastąpił w 50 lat później, spowodowany zupełnie nową zasadą w budownictwie, a mianowicie przez stosowanie obliczeń statycznych do wyznaczenia wymiarów ustrojowych.

Najściślejsze poszukiwania nie zdołały dotąd udowodnić, jakoby w starożytności albo w wiekach średnich używano obliczeń wytrzymałości budowy. Tylko na praktyce oparte prawidła empiryczne wystarczały przy wznoszeniu piramid, obelisków i świątyń, wytrzymałych na trzęsienia ziemi; pozwalały na budowę olbrzymich na owe czasy mostów, akwaduktów i urządzeń portowych, nawet tuneli — a znane już wtedy umysłem wybitnym prawa mechaniki stały zdala od placów budowlanych, bo nauka nie była jeszcze dobrem powszechnem.

Dopiero Galileusz i Newton położyli podwaliny wiedzy w dziale mechaniki, a ich na-

stępcy Hooke, Euler i Coulomb rozwinęli prawa statyki i nauki o wytrzymałości materiałów. Już w r. 1726 ustawia de la Hire tablice przekrojów belek stropowych, potrzebnych przy danej rozpiętości; sklepień jednak nie umiano obliczać jak dawniej. To też pierwsze budowle żelazne musiały się obyć bez obliczeń; nawet kupa z żelaza lanego na Halle au blé w Paryżu ustawiona w r. 1811 o znacznych wymiarach, miała tylko ściśle obliczenie geometryczne, a nie obliczenie statyczne potrzebnych przekrojów. Dopiero Rondelet i Navier w pierwszej ćwierci XIX wieku wprowadzili statykę do nauki konstrukcji budownictwowych — a ostateczny jej rozwój zawdzięczamy uczonemu tej miary jak Maxwell, Culmann, Mohr i Müller-Breslau.

Jednak i dziś jeszcze jest teoria wytrzymałości ustrojów daleką osiągnięcia celów ostatecznych. Wiele ciekawych zagadnień w statyce budowli oczekuje jeszcze rozwiązania, a każda nowa budowla większych niż dotychczasowe wymiarów podaje nowe problemy.

Dawne obliczenia statyczne nie wytrzymują już krytyki ściśle naukowych i ekonomicznych wymagań czasów obecnych; w wykonanych budowlach można tu i ówdzie wykazać niewłaściwe użycie materiału. Że one jednak do dziś wytrzymały, tłumaczymy to cudowną wprost ekonomią sił przyrody. W układach sztywnych, statycznie niewyznaczalnych, następuje silniejszy udział w przyjęciu ciężarów tam, gdzie ustrój jest sztywny i wytrzymały — a odciążenie tych części, które są za słabe i poddają się; w ten sposób natężenia w częściach słabszych nie przekroczą dozwolonej granicy.

W każdym razie stwierdzić należy, że budownictwo XIX wieku uzyskało w obliczeniu statycznym nowy, pewny i nieodzowny środek roz-

wiązania zadań konstrukcyjnych. A środek ten stał się od pół wieku własnością ogólną kół zawodowych. Literatura techniczna rozporządza podręcznikami statyki budowli, począwszy od dzieł teoretycznych aż do tablic podręcznych. W szkołach politechnicznych jest statyka osobnym przedmiotem nauk na wydziałach inżynieryi, budownictwa i budowy maszyn. Władze budownicze sprawdzają wytrzymałość konstrukcyi według ustalonych norm i przepisów. Gdzie zaś architekt potrąci o większe zadanie konstrukcyjne, daje je najpierw do obliczenia statycznego zawodowym siłom inżynierskim, podobnie jak lekarz oddaje specjalście badania mikroskopijne lub bakteryologiczne.

Chociaż wszystkie budowle inżynierskie, nawet budowle ziemne, podlegają obliczeniom statycznym, jednak najsilniejszy wpływ teoryi objawił się w ustrojach żelaznych. Na nich wykształciły się metody badania naukowego i naodwrot — teorya stworzyła nowe typy ustrojowe jak np. belki i łuki przegubowe.

Przegubem nazywamy połączenie dwóch części ustrojowych w taki sposób, że mogą się one około osi tego przegubu, zwykle walcowego, obracać; przezco też wypadkowa sił zewnętrznych dla równowagi przechodzić musi przez środek przegubu (inaczej spowodziłaby obrót). Ustrój sam w miejscu przegubu jest centralnie obciążony, otrzywać więc może tu minimalne wymiary, widoczne na oko zwężenie. Jestto więc stworzony przez teoryę nowy kształt tektoniczny, nieznanym przedtem w budownictwie drzewnem ani kamiennym; kształt, który uzmysławia sposób działania sił jasno i dobitnie — szczeróść ustrojowa jest jego pięknóścią. Słupy przegubowe, stosowane obecnie przy wiaduktach kolei miejskiej i elektrycznej w Berlinie, działają na oko daleko korzystniej niż bezprzegubowe o szerokich podstawach, którym jedynie dekoracya klasyczna odpowiada.

Na tym przykładzie widzimy, że zimne linie i cyfry mogą być siłą twórczą w architekturze, że rachunek nie wyklucza piękna, ale prowadzi wprost do estetyki.

Podnoszono wielokrotnie zarzuty, że kształty, z góry rachunkiem statycznym określone, nie mogą odpowiadać warunkom piękna, bo sposób tworzenia jest inny u inżyniera, niż u artysty.

Z rachunku statycznego przy danem obciążeniu i głównych wymiarach budowli wiemy, jakie mają być wymiary szczegółowe, skoro kształt ogólny będzie przyjęty; znamy stosunek mas poszczególnych części do całości, lecz jednak tylko w myśli. Myślenie plastyczne, do którego się technik przyzwyczajają, stawia mu jasno przed oczy obraz przyszłej konstrukcji; rachunek daje mu tylko drogę, jak danym obciążeniom sprostać — szczegóły ustroju nie są jeszcze oznaczone, można je zmienić w tej chwili w obrębie granic możliwości, teorią określonych.

Ten moment tworzenia może być przez estetycznie wykształconego inżyniera wyzyskany — wtedy z konstrukcji powstaje dzieło sztuki; lub może być bezpowrotnie stracony — wtedy powstają utwory, które ze stanowiska ogólnego piękna podlegną surowej a słusznej krytyce, chociaż cel użytkowy dostatecznie spełniają.

Jeżeli ustrój zaprojektowany nie odpowiada wymogom estetycznym, można rachunek dla nowych określeń powtórzyć, aby ustrój stał się jaśniejszym, spokojniejszym, albo by przerwać rytmicznie jednostajność form, złagodzić kontrasty, podnieść naocześnie części główne, a odsunąć na drugi plan drugorzędne itd. Taki rachunek statyczny jest wtedy dysponowaniem sił, gdzie szuka się nie tylko technicznie racjonalnych, lecz i na oko korzystnie działających sposobów ustroju.

Lecz ta droga tworzenia dalej jeszcze prowadzi. Wśród samego rachunku wkraczać już może

siła twórcza — statyczne czucie wprawnego konstruktora, które rachunek wyprzedza. Gdzie zachodzi taki sposób tworzenia, tam działa już z góry fantazyja i temperament genialnego twórcy. Stosuje się to zwłaszcza do większych budowli i ustrojów niezwykłych, gdzie nie wystarczą ustalone reguły i dane tabelaryczne, stosowane w prostych, rzemieślniczych już zagadnieniach.

Widzimy więc, że architektura uzyskała w statyce pomoc silną i chętną, a dążność ostatniej tworzenia statycznie jasnych ustrojów zgadza się z prawidłem estetycznym przejrzystych zarysów.

* * *

Rozwój budownictwa żelaznego w XIX wieku przedstawimy w trzech typowych jego objawach, z których wynikły dla niego nowe wartości przestrzenne i ustrojowe.

* * *

Dzieciom przyszłego wieku opowiemy kiedyś krótką bajkę o żelaznym rycerzu i szklanej dziewczynie. Długo spoczywali oboje w ziemi jako siły niepoczęte w kamieniu i piasku. Człowiek je obudził i dał rycerzowi nazwę najtwardszego wieku, żelaza — a szkło, dziecię światła, stało się mimowolnym symbolem ziemskiego szczęścia. Oboje spotkali się znowu... „i padło szkło w żelazne ramiona“, aby stworzyć nowy cud świata.

Stało się to w r. 1851 podczas pierwszej wystawy powszechnej w Londynie — a budynek cały z żelaza i szkła powstały, nosi do dziś bajeczną nazwę „pałacu kryształowego“.

Przedtem już powstawały budynki podobne o mniejszych wymiarach, które służyły jako cieplarnie dla cennych okazów sztuki ogrodniczej; szczególnie w Anglii i Holandyi były cieplarnie rozpowszechnione w pierwszej połowie XIX wieku.

Kiedy komitet wystawy r. 1851 rozpiisał konkurs na projekt głównego budynku zgłosił się ogrodnik angielski Paxton ze śmiałym pomysłem domu z żelaza i szkła, na wzór zbudowanej przez siebie cieplarni w Chatsworth.

Projekt na owe czasy nadzwyczaj śmiały i oryginalny został przyjęty i w krótkim czasie 7 miesięcy wykonany. Na olbrzymiej przestrzeni $72000 m^2$ wzniesiono na 1060 słupach lanych galerye, stropy, łuki i dachy żelazne do wysokości $20 m$; wszystko według z góry przyjętego systemu, jako powtarzanie jednostki przestrzennej, której wymiary powstały z danej wielkości szkła, jakie było w Anglii używane.

Trzykrotna długość szkła była odstępem słupów w jednym kierunku, odstęp ten znowu trzykrotnie zwiększony dał szerokość galeryi głównej.

W ten sposób można było stworzyć urządzenie ciągle się powtarzające, zdatny do wyrobu fabrycznego i umożliwiający tak rychle wykonanie. A chociaż kształty zewnętrzne całej budowli na tem powtarzaniu straciły, to jednak widok wewnętrzny był dla współczesnych zupełnie nowy i olśniewający.

Niezłany przedtem ogrodnik rozpoczął nową epokę w budownictwie, bo stworzył nową wartość przestrzenną: przestrzeń ograniczoną, a jednak przezroczystą, zamkniętą, a jednak bez ścian właściwych; szkło dla patrzących z wewnątrz byłoby nieuchwytnie, gdyby nie linie cienkich żeber żelaznych — jakby ktoś mrozem odciął pewną objętość powietrza. — Nowa wartość polegała na tem, że dotychczas ścianę tworzyły masy z pewnego materiału, z której tylko otwory na drzwi i okna wypełnione być mogły materiałem przezroczystym; stąd powstawały wewnątrz światła i cienie. Tu zaś rolę masy przyjęły tylko linie prętów żelaznych, a cała przestrzeń wewnętrzna stała się jednostajnie jasną bez cieniów.

Cały ustrój żelazny przedstawił się tu po raz pierwszy jako budowa szkieletowa, z dźwigarów kratowych złożona; wiązania koronkowe, prawie niematerialne, przecinają swemi liniami powietrze, pełniąc funkcję statyczną dźwigania. Pałac kryształowy stał się pierwowzorem budowy żelaznych — sam zaś zachował się do dziś, tylko przeniesiony do Sydenham koło Londynu, gdzie służy również do celów wystawowych. — Jestto więc przykład budowy żelaznej, opartej na całym układzie słupów pośrednich i skrajnych. Nie przyniósł on nowych wymiarów co do rozpiętości wolnej między podporami; największy odstęp słupów wynosi w trakcie środkowym pałacu tylko 22 m.

*
*
*

Inny typ budowli żelaznych, służących do przykrycia przestrzeni, stanowią hale czyli wiaty. Zasadniczą częścią składową jest tu pokrycie wiaty, ściany są jakby ukryte albo wcale nie istnieją. Istotą wiaty jest wielkość jednolitej, zamkniętej dachem przestrzeni; nie ma tu więc podpór środkowych, a całe pokrycie opiera się na podporach skrajnych, które zamykają szerokość wiaty. Szerokość ta jest zwykle bardzo znaczna i stosuje się do przeznaczenia budowy; długość jest jednak wymiarem, który przeważa. Przy równej prawie długości i szerokości nazwiemy budowę salą, przy okrągłym rzucie poziomym rotundą.

Wiaty budujemy dla przykrycia przestrzeni, przeznaczonej na zbiór większej liczby osób lub przedmiotów, przy umożliwieniu swobodnego ruchu; mamy więc wiaty targowe, wystawowe i wiaty peronowe dworców kolejowych.

Największą wiatę targową drewnianą w stylu gotyckim zbudowano w r. 1306 w Padwie. Potrzeba ogniotrwałości dla ochrony nagromadzo-

nych, często cennych przedmiotów wprowadziła w XIX wieku wiaty żelazne; w tym samym okresie zaczęto stawiać żelazne hale kolejowe.

Równocześnie z budową pałacu kryształowego powstał pierwszy większy dworzec w Liverpoolu, którego wiata jest 114 *m* długa, a prawie 47 *m* szeroka. Niedługo, bo już w r. 1866 powstaje dworzec St. Pankraz w Londynie, który świadczy, co mogła już wtedy stworzyć sztuka inżynierska dla przykrycia wolnej bez podpór środkowych przestrzeni.

Są to już olbrzymie wymiary: wiata ma 210 *m* długości, 73 *m* szerokości, podczas gdy wysokość wynosi tylko 31 *m*. Wiązanie żelazne stanowi tu szereg olbrzymich łuków kratowych, ustawionych w odstępach 9 *m* za sobą. Nasady przegubowe tych łuków leżą tuż nad podłogą peronu, całość zamknięcia wiaty jest więc tylko dachem łukowym prawie półkolistym. Szerokość ma się do wysokości jak 12:5, w pałacu kryształowym jak 9:8. W hali dworca St. Pankraz ściany znikają zupełnie, podczas gdy pałac kryształowy wykazuje dość wysokie ściany boczne; stąd nowa wartość przestrzenna wiat łukowych.

Wszystkie te cechy wiaty żelaznej zbiegły się typowo w największym przykładzie takiej budowy: w pałacu maszyn wystawy paryskiej z r. 1889. Nie był to już utwór laika, jak pałac kryształowy, ale dzieło ludzi zawodowo wyszkolonych, architekta Dutert i inżyniera Contamin, którzy korzystali z rozległych już doświadczeń wiedzy technicznej. Obok wieży Eiffla jest pałac maszyn największą budową na obu wystawach r. 1889 i 1900, a prześcignięty odąd tylko na wysokość halą maszyn wystawy w Chicago, pozostaje na zawsze typem wiaty olbrzymiej.

Cały organizm budowy przedstawia się jasno na pierwszy rzut oka. Po obu stronach dłuższych

prostokąta wznoszą się w równych 20-metrowych odstępach przegubowe nasady więzarów kratowych, śmiałym łukiem od ziemi na znaczną wysokość, gdzie łuk przechodzi w linię prostą pochyłą. Obie przeciwległe części proste zbiegają się u góry pod kątem, tworząc trzeci przegub szczytowy.

Dwadzieścia takich więzarów tworzy żebra główne układu. Między nimi leżą poziomo w połaciach dachu stężenia z cieńszych dźwigarów kratowych, niosąc krokwie żelazne, na których leżą płyty szklane i z blachy falistej dla pokrycia dachu.

Odstęp przegubów nasadowych łuku wynosi 112 m, długość wiaty 422 m; wysokość prawie 47 m. Wiata główna jest ujęta w dwie hale poboczne niższe i węższe, po 15 m szerokości. Całość pokrywa olbrzymią przestrzeń 48 000 m², piętnaście razy większą od teatru lwowskiego. Nawet pałac wersalski o długości 414 m, a szerokości traktu środkowego 90 m, wysokości 22 m, mógłby się wygodnie pomieścić pod sklepieniem wiaty.

Ale nietylko w olbrzymich wymiarach leży nowość tej budowy, lecz także w jej proporcjach; szczególnym jest tu stosunek szerokości do wysokości jak 5:2. W budowlach architektonicznych wszelkiego rodzaju dominującym był wymiar wysokości; odpowiada on pionowej osi ciała ludzkiego i zajmuje pierwsze miejsce w estetyce budowy, zwłaszcza w stylu gotyckim.

Jednak pamiętać należy, że wiaty powstały jako budowle użytkowe, gdzie chodziło o przykrycie jak największej przestrzeni; wielka wysokość była niepotrzebną. Wymiary szerokości rosły więc coraz bardziej, lecz wysokość rosła w mniejszym stosunku; znaczny wpływ szerokości widać także w zaniku pionowych ścian bocznych. Podczas gdy w gotyckim kościele wszystko rośnie na

wysokość, nawet ściany wrastają w sklepienie, w hali maszyn paryskiej dach łukowy przechodzi sposobem ciągłym w ścianę aż do ziemi.

Istota wiaty wcieliła się tu w żelazo i szkło w sposób imponujący; obok ogromu przestrzeni uderza oraz jasność nieskończona. Nie ma tu okien bocznych — morze światła leje się z góry falą 80 m szeroką!

Nad pałacem kryształowym ma pałac machin wyższość w jednołukowym przykryciu przestrzeni, w nowej nieznaney dotąd rozpiętości wolnej bez podpór pośrednich. Tylko wystawa w Chicago w r. 1893 otrzymała wiatę o 2 m szerszą a zarazem wyższą. Wystawa w Lyonie w r. 1894 przyniosła wiatę okrągłą 110 m średnicy; dawniejsza rotunda wiedeńska z r. 1873 ma 105 m średnicy.

Jeżeli którakolwiek budowa nowoczesna ma być wytworem rachunku i techniki konstrukcyjnej, to jest nim przedewszystkiem wiata maszynowa w Paryżu. Materiałem jej są używane ogólnie pręty z żelaza walcowanego bez wszelkich ozdób, które byłyby tu całkiem niestosowne.

Miarę artystyczną przykładać należy tylko do nowej wartości przestrzennej budowy, do perspektywy olbrzymich wiązań i piękna ogólnych linii zarysu. Stosunki dotąd niebywałe, wrażenie niepokonane, zwłaszcza wobec setek ustawionych tam maszyn, tysiąca kół w ruchu i całego życia nowoczesnego, skupionego pod sklepieniem wiaty.

*

*

Nietylko wielka rozpiętość dachów i mostów pobudzała inżynierów XIX wieku do nowych pomysłów o coraz większych wymiarach; dążność do wysokich budowli była również momentem psychicznym, budzącym ambicję twórców. Już w legendarnej przeszłości budowano wieżę, której szczyt sięgał obłoków: pomimo kary Bożej ludzie

nie zaprzestali budowli wysokich. Nawet gotyk chrześcijański stawia wieże kościołów śmiało, „jak męskie pytanie o zagadkę niebios“. Lecz kiedy u schyłku zeszłego wieku wystąpił genialny umysł Eiffla z projektem wieży 300-metrowej, podniosła się znowu kłątwa pisarzy, malarzy i architektów francuskich na podobne bluźnierstwo zasadom sztuki.

Pomysł sam był jednak dla komitetu wystawy tak oryginalny i niezwykły, że pomimo to wieżę zbudowano; a od lat dwudziestu mogły miliony ludzi osobiście sprawdzić na wieży słuszność obrony jej twórcy, gdy mówił przed budową: „Jestem mocno przekonany, że wieża mieć będzie czar piękności sobie właściwy. Czyż nie zgadzają się ściśle warunki stałości zawsze z prawami harmonii? Zasadą budownictwa jest odwieczną, aby zarysy budowy zgadzały się z jej przeznaczeniem. Jakież jest główne zadanie mej wieży? oto stawianie oporu sile wiatru. Jest więc pewnem, że wynikły z obliczenia zarys czterech pochyłych filarów wieży, wznoszących się z szerokiej, potężnej podstawy, a zmieniających się w coraz lżejszą siatkę ku górze, będzie wyrazem siły i piękności — nie mówiąc o tem, że same wymiary olbrzymie sprawią specjalne wrażenie!“

Te słowa Eiffla mają trwałą wartość, określają bowiem istotę nowoczesnych ustrojów żelaznych i stosunek ich do wymagań piękna. A chociaż podczas wystawy r. 1889 były jeszcze co do estetycznej wartości wieży zdania podzielone, to już na drugiej wystawie przyznawano ogólnie, że jest ona czemś więcej, niż reklamą wystawy, niż jej olbrzymim wykrzyknikiem — że jest natomiast symbolem epoki w rozwoju ludzkości.

Przy tak olbrzymim zadaniu musiały być początkiem projektu ściśle rozumowania co do sił zewnętrznych, działających na ustrój żelazny i sił

wewnętrznych, któremi się on tamtym wpływom opiera. Najważniejszą siłą zewnętrzną jest tu ciśnienie wiatru, które podczas burzy wzrosnąć może do 200 kg/m^2 ; aby wpływ ten ograniczyć, należy unikać dźwigarów o ścianie pełnej, a używać tylko lekkich wiązań kratowych. Pomimo to sam ciężar własny przy tak olbrzymiej wysokości, sumując się u dołu, wymaga rozszerzonej podstawy, zgodnie z potrzebą większego rozparcia się wieży dla wpływu wiatru.

Stąd pochodzi kształt wieży znacznie rozszerzony ku dołowi; jednak podstawa jej nie jest jednolitą, składa się z czterech osobnych filarów kratowych, jakby czterech nóg olbrzymich, na których wieża spoczywa. Nogi te są rozparte na przestrzeni 125 m w kwadracie; na pochyłych fundamentach wznoszą się pochyłe filary kratowe, złączone dopiero w wysokości pierwszej platformy t. j. 57 m nad poziomem. Rozparte między tymi filarami a pod platformą łuki żelazne wiążą część dolną wieży dla oka, mają jednak tylko dekoracyjne znaczenie.

Ponad platformą wznoszą się dalej cztery jeszcze samoistne, lecz już zwężone filary, do drugiego związania i drugiej galeryi w wys. 116 m nad ziemią. Odtąd trzon filarów spleta się już w jedno i dąży śmiało do trzeciej platformy, zarazem najwyższej dostępnej dla publiczności w wysokości 276 m , gdzie jeszcze szerokość wieży wynosi 19 m . Ponad tem wznosi się jak kielich odwrócony przezroczysta kopuła, na której umieszczono obserwatoryum z ostatnią małą platformą w wysokości $300,5 \text{ m}$.

Wśród budowli żelaznych, mostów, wiaduktów, dachów i wiat zajmuje wieża Eiffla szczególne miejsce: nie ma bezpośredniego celu, jest celem sama w sobie; chodziło tylko o stworzenie rzeczy niebywałej. Podobną ambicję miał kiedyś

twórca piramidy Cheopsa, najwyższego pomnika w starożytności (147 m); lecz tu myśl sama stała się pomnikiem, symbolem wieczności. Myśl prosta, genialna w swej prostocie: powiększenie bryły stereometrycznej do potwornych rozmiarów. Wykonanie tej myśli — to już jednostajna praca mrowiska ludzkiego, praca prawie tylko mechaniczna, która dziś jeszcze ogromem środków zadziwia. Sto tysięcy robotników pracowało po trzy miesiące przez dwadzieścia lat: sumowały się siły rąk ludzkich w miliony, sumowały się bloki w prawdziwą górę kamieni. To wojsko wykonawców i ten umysł twórcy noszą jeszcze surowe piętno pierwotnej kultury.

Tysiące lat później stworzył umysł ludzki nową formę wysokich budowli: wieżę gotycką. Jest tu znowu zorganizowane działanie mas, ale środki i cele tej organizacyi już zupełnie inne: nietylko ilościowe skupienie, lecz zróżniczkowanie jakości sił ludzkich i jakości kamieni. Tu już nie była daną z góry forma pierwotna jak przy piramidach, ale kształty tworzyły się dopiero, szukane stosownie do przeznaczenia szczegółów budowy. Mistrzom gotyku nie wystarczyło już, aby budowa „stała“ jak piramida, miała ona żyć życiem organizmu, wznosić się „jak wyniosłe drzewo boskie“. Konstrukcyja była już tylko środkiem — celem piękno form architektonicznych.

Na tej drodze i tymi środkami nie można było osiągnąć już nic piękniejszego. Dopiero statyka XIX wieku wniosła nowe kierunki w problem budowy. Z zadań budowy wydziela się w pracowni umysłu, wśród linii i cyfr, najrozsądniejsze, najbardziej uchwytne cele. Do obliczenia ustroju wieży Eiffla spisano setki tysięcy cyfr, sporządzono około 700 rysunków projektu i 3000 rysunków warsztatowych. Podziwiać należy to olbrzymie napięcie energii umysłowej, która sku-

pięć masę nieorganiczną wraz z zawartą w niej siłą wewnętrzną w najodpowiedniejsze formy i łączy je w sposób najbardziej stosowny; energię duchową, która pracę mięśni prawie wyklucza.

Dwanaście tysięcy prętów żelaznych, obrabionych dokładnie na milimetry, sprowadzono z huty żelaznej na miejsce budowy; nawet w dźwiganiu ich w górę przy pomocy zmyślnych urządzeń panowała myśl nad siłą ręki. W ten sposób 200 ludzi wzniosło w przeciągu 20 miesięcy 8 600 000 *kg* materiału do wysokości 300 *m*.

Od rozkwitu gotyku dzieła wieżę Eiffla lat setki, od czasów piramid lat tysiące. Inny duch ludzki powoływał do życia te utwory — pierwotny w starożytności, mistyczny w wiekach średnich, zrównoważony i rzeczowy a przecież genialny w technice nowoczesnej. Spokojna, pewna rzecz owość stała się stylem w budownictwie żelaznym.

* * *

Na zakończenie rzucmy okiem na wykazany tu wpływ żelaza jako materiału ustrojowego na architekturę, a otrzymamy następujące linie wytyczne tego wpływu.

1. Zmiana wartości siły i masy. Badaniem statycznym dochodzimy do minimum materiału potrzebnego dla konstrukcyi i to materiału o nieznaney przedtem wytrzymałości.

Dane obciążenie budowli wywołuje dające się wyznaczyć siły wewnętrzne, a z nich wyprowadzamy wielkość przekrojów o korzystnym kształcie. Powstaje w ustroju wyrównanie sił, równowaga przy najmniejszości masy; w porównaniu z dawnymi budowlami rzeczby można: równowaga bez masy.

2. Zmiana wartości przestrzennych. Masy murów zmniejszają się w powierzchni, po-

wierzchnie w linie. Przestrzeń nakryta działa nie zamknięciem ścian i stropu, lecz działa kształtem sama w sobie, zarówno z wewnątrz i zewnątrz.

3. Zmiana wartości światła i cienia. Nowe cele budowli wymagają więcej światła. Powstaje jednolity dach oszklony, jasność bez cienia i kontrastu, światło idealnie rozprószone.

4. Bardziej niż w innych materiałach staje się konstrukcja uosobieniem formy, prowadzącej ze statyczną logiką do układów prętowych, których istotą jest linia zamiast masy. Wielkie linie dźwigarów, trójkąty krzyżulców w rytmicznym układzie stają się czynnikiem estetycznym ukształtowania budowli.

5. Wobec nowości zadań konstrukcyjnych nie wystarczają dla żelaza dotychczasowe formy stylowe; odpowiednie są tylko formy wprost z prętów walcowanych tworzone i jakby pod wpływem maszyn obrabiane.

6. Nowoczesne budowle żelazne mają prawo do sztuki tem większe, że wskutek olbrzymich wymiarów są pomnikami stulecia, a wznosząc się w centrach ruchu, na dworcach i wystawach, mają możliwość szerokiego działania psychicznego — mogą mieścić nastrój społeczno-życiowy.

BIBLIOTEKA POLITECHNICZNA
KRAKÓW

Literatura:

- G. Mehrrens. *Eisen und Eisenkonstruktionen*. Berlin 1887.
 G. Mehrrens. *Eisenbrückenbau*. Lipsk 1908.
 A. G. Meyer. *Eisenbauten, ihre Geschichte und Aesthetik*. Esslingen 1907.
 G. Eiffel. *La tour de trois cents mètres*. Paris 1900.

S - 96



WYDZIAŁY POLITECHNICZNE KRAKÓW

BIBLIOTEKA GŁÓWNA

I
L. inw. 30034

Kdn., Czapskich 4 — 678. 1. XII. 52. 10.000

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000253898

DUBLET

Bib. Jag.

hps 13057