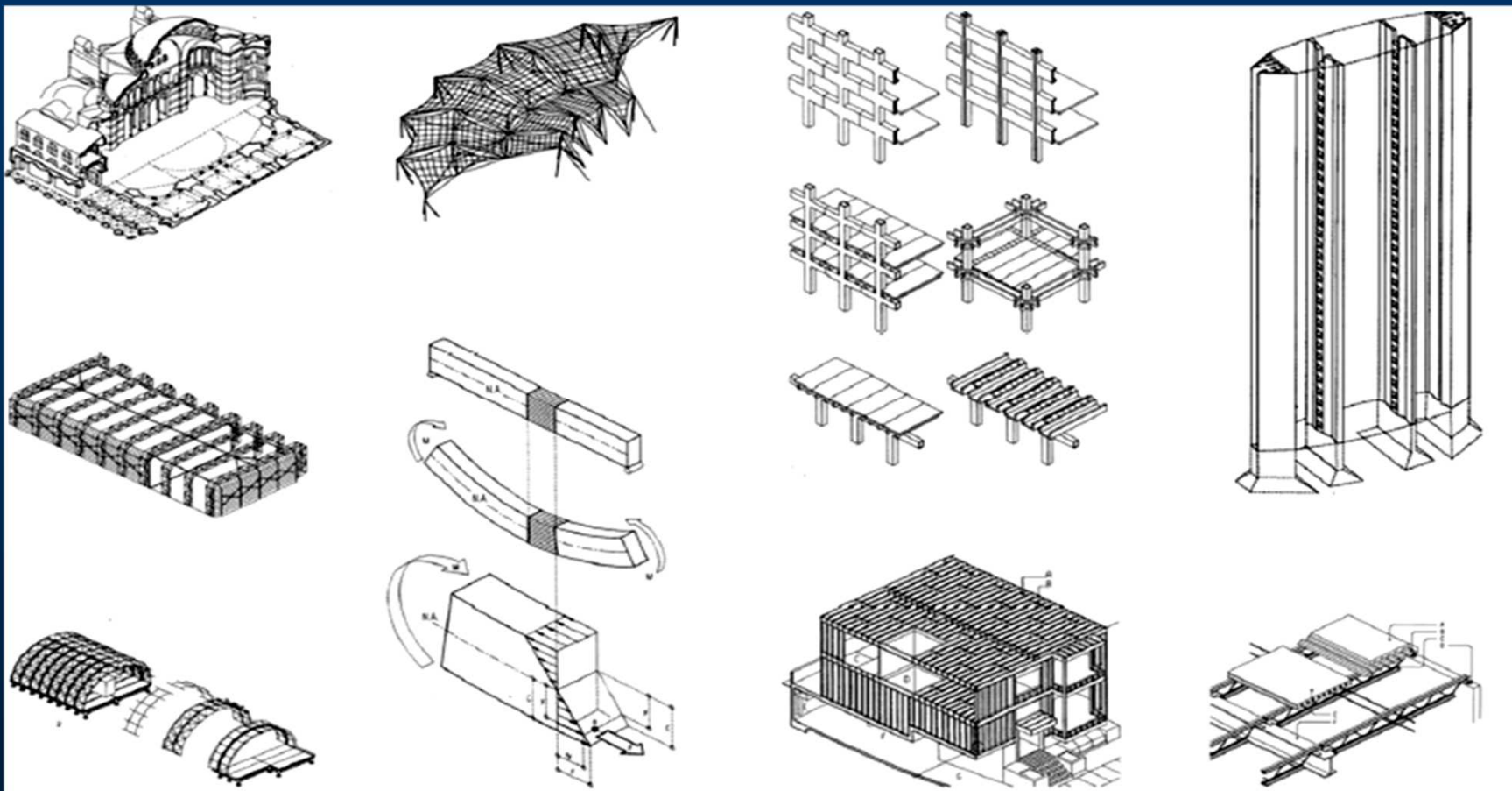


# KONSTRUKCJE budowlane a architektura



Opracowano z wykorzystaniem materiałów:

- [1] **Macdonald A.J.**, Structure and Architecture, Architectural Press, 2 nd , Oxford, 2001
- [2] **G.G. Schierle**, Architectural Structures Excerpts, University of Southern California Custom Publishing, 2003
- [3] **Cyril M. Harris**, Dictionary of Architecture & Construction, McGraw-Hill, NY, 2006
- [4] **Charleson A.W.** Structure as Architecture, Architectural Press is an Imprint of Elsevier, Amsterdam, 2005

**Leszek CHODOR** , dr inż. bud, inż.arch.

dla zarejestrowanych Użytkowników dostępne na stronie

[www.chodor-projekt.net](http://www.chodor-projekt.net)

## Program wykładu {1}

**Wykład KONSTRUKCJE BUDOWLANE (16 godz).**

**Kurs : 2 rok studiów , I stopień kierunku Architektura i Urbanistyka.**

**Wykład 1** : [12-10-2016]

Umieszczenie i znaczenie konstrukcji w architekturze. Związek pomiędzy konstrukcją a architekturą. Forma architektoniczna a konstrukcyjna przykłady: konstrukcje powłokowe, membranowe, kopułowe, cięgnowe, łukowe, ramowe, tarczowo-płytowe, pneumatyczne. Harmonijne i kontrastowe formy konstrukcyjno-architektoniczne.

**Wykład 2** : [26-10-2016]

Konstrukcyjna charakterystyka budynku - ustrój konstrukcyjny .  
Podstawowe elementy konstrukcyjne. Podstawowe zasady projektowania konstrukcji budowlanych. Projektowanie zrównoważone  
Dylatacje. Stateczność i sztywność przestrzenna

**Wykład 3** : [16-11-2016]

Projektowanie koncepcyjne ustroju i elementów konstrukcyjnych przez architekta. Formułowanie wytycznych dla konstruktora na etapie projektowania koncepcyjnego oraz projektu podstawowego (budowlanego) i dalszych fazach projektowania.

Program  
wykładu 1,2,3

## Program wykładu {2}

Program  
wykładu  
4 do 8

**Wykład 4,5** : [30-11-2016 , 14-12-2016]

Ważne przykłady konstrukcji w architekturze. Peter Rice, konstruktor Opery Sydney (arch. Renzo Piano).

Twórczość Santiago Calatrava architekta i konstruktora.

**Wykład 6** : [11-01-2016]

Konstrukcje murowe , kamienne, drewniane i żeliwne: historyczne i współczesne. Zasady konstruowania. Drewniane więźby dachowe. Konstrukcje z drewna klejonego.

**Wykład 7** : [25-01-2016]

Współczesne konstrukcje – stal i żelbet

Literatura

## Program wykładu {3}

Zasady  
zaliczenia  
przedmiotu

### *Zaliczenie przedmiotu:*

- 1. Zaliczenie projektu – wg zasad podanych na zajęciach projektowych,*
- 2. Uzyskanie pozytywnej oceny z egzaminu:*

Egzamin wyłącznie ustny z zakresu wykładów oraz zadania z kombinacji obciążeń. Dwa pytania losowane z zestawu ok. 100 pytań. Nie przewiduje się zwolnień z egzaminu.

### *Literatura*

*[1] Materiały z wykładu – wystarczające do oceny pozytywnej. Dodatkowo:*

*[2] Markiewicz P., Kształtowanie architektury poprzez zmianę rozwiązań budowlanych, Archi-Plus, Kraków, 2006*

*[3] Budownictwo ogólne, tom 4: Konstrukcje budynków, praca zbiorowa, Arkady, Warszawa, 2009*

*[4] Mielczarek Z., Nowoczesne konstrukcje w budownictwie ogólnym, Arkady, Warszawa, 2005*

*[5] Inne pozycje wskaziwane podczas wykładu*

Literatura

# 1. Umiejscowienie konstrukcji w architekturze {1}

Witruwiusz:

*Triada architektoniczna*

Le Corbusier :  
Konstrukcja a architektura

Architekci – konstruktorzy (inżynierowie)

Witruwiusz (I w pne) , *De architectura (O architekturze ksiąg dziesięć)* :

Dobry budynek powinien spełnić trzy reguły (triada architektoniczna):

1. Firmitatis (trwałość = KONSTRUKCJA)
2. Utilitatis (użyteczność = FUNKCJA)
3. Venustatis (piękno = ESTETYKA)

*Le Corbusier ( XX w); Zatrudnisz kamień, drewno i beton i za pomocą tych materiałów budujesz domy i pałace: to jest konstruowanie. ...Ale nagle dotykasz mojego serca, sprawiasz mi przyjemność. Jestem szczęśliwy i mówię: To jest piękne. To jest architektura.*

*Architekt i inżynier (konstruktor):*

*Apollodoros z Damaszku (Rzym I /II w pne) – Forum Trajana*

*Antemiusz z Tralles (Grecja VI w pne) – Hagia Sophia*

*Leonardo da Vinci - człowiek odrodzenia, czyli również konstruktor*

*Pier Luigi Nervi - stadiony, sale ekspozycji, dworce,*

*Santiago Calatrava – lotniska, muzea, mosty*

*Richard Buckminster Fuller – m.in. kopuły geodezyjne*

*Pietro Belluschi , – m.in. gmachy, kościoły*



Hongkong Bank Headquartes (w 2008) , arch. . Foster+Partners



## 1. Umiejscowienie konstrukcji w architekturze {2}

Konstrukcja df1

Rola konstrukcji w architekturze

*Konstrukcja jest szkieletem, czyli strukturą nadająca kształt i stanowiącą podporę dla pozostałych elementów obiektu.*

*Konstrukcja współistnieje z architekturą:*

- 1) na zewnątrz obiektu, często stanowiąc główny element architektoniczny →
- 2) wewnątrz obiektu, kształtując ramy (ograniczenia funkcjonalne zarówno w pionie (np. stropy jak i w poziomie (słupy, ściany)

*W wielu przypadkach konstrukcja stanowi podstawową treść utworu architektonicznego.*

*Dotyczy to głównie obiektów inżynierskich: mostów, wież, konstrukcji powłokowych, itd.*

*W każdym przypadku konstrukcja jest nieodzowną częścią budowli, nawet jeśli nie jest eksponowana.*



Hongkong Bank Headquartes (2008)  
arch. . Foster+Partners

Źródło:Wikipedia .org

## 2. Znaczenie konstrukcji w architekturze {1}

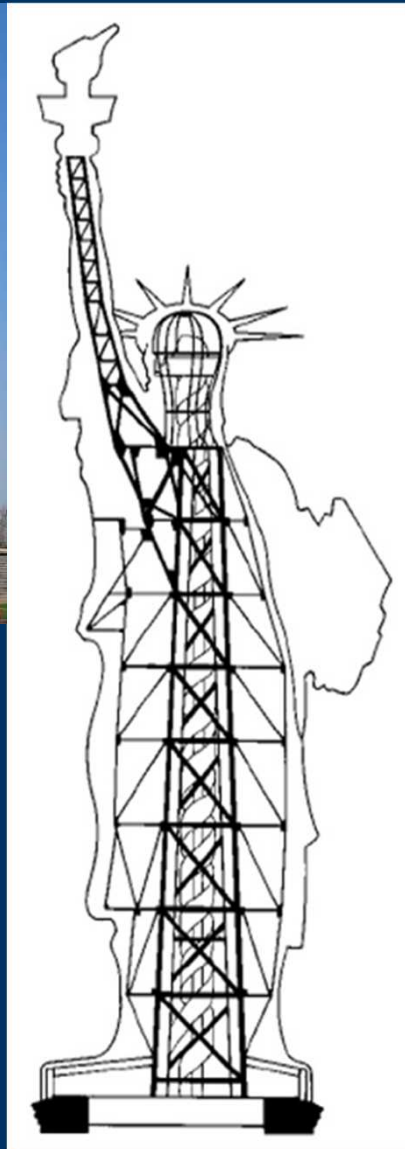
Niewielkie  
znaczenie  
konstrukcji  
w  
architekturz  
e



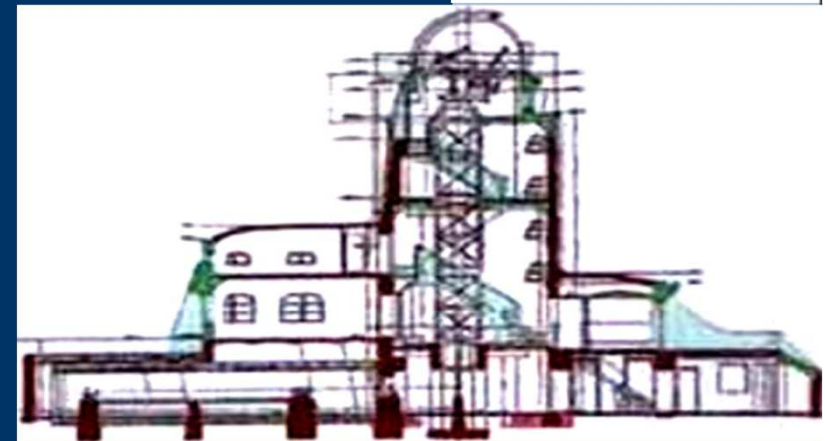
Statue of Liberty NY Harbour ,  
arch. . **Frederic Auguste Bartholdi**  
Eng **Gustave Eiffel**

Mimo, że konstrukcja jest obecna w każdej budowl, to jej znaczenie w architekturze istotnie zależy od rodzaju obiektu.

Skrajnie w nurcie dekonstruktywizmu 1 – konstrukcja nie jest zupełnie uwidaczniana →



Einstein Tower,  
Potsdam, 1917  
arch **Erich Mendelsohn**





## 2. Znaczenie konstrukcji w architekturze {2}

Skrajnie duże  
znaczenie  
konstrukcji w  
architekturze  
obiektu

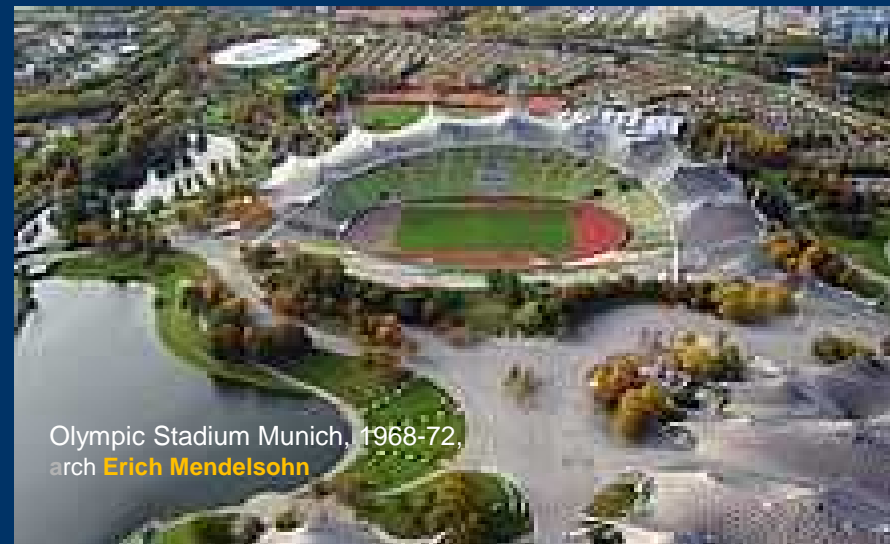


Centre Pompidou, Paryż, 1971-77  
arch. . Richard Rogers, Renzo Piano

Stadion Olimpijski w Munich 1968-72 →  
jest reprezentantem konstrukcji inżynierskich,  
w których architektura jest kształtowana przez  
konstrukcję. Przy tym w większości  
konstrukcja jest świadomie eksponowana .  
Ostatnio projektuje się stadiony (np. stadion  
w Pekinie), w których konstrukcja nie odgrywa  
już pierwszorzędnej roli.

← Centrum Pompidou jest skrajnym przypadkiem, w którym świadome ujawnienie konstrukcji (i instalacji obiektu) stanowi sedno architektury .

← Eksponowanie konstrukcji jest obecne na zewnątrz obiektu jak i wewnątrz.





## 2. Znaczenie konstrukcji w architekturze {3}

Zwykłe  
znaczenie  
konstrukcji  
w  
architekturze

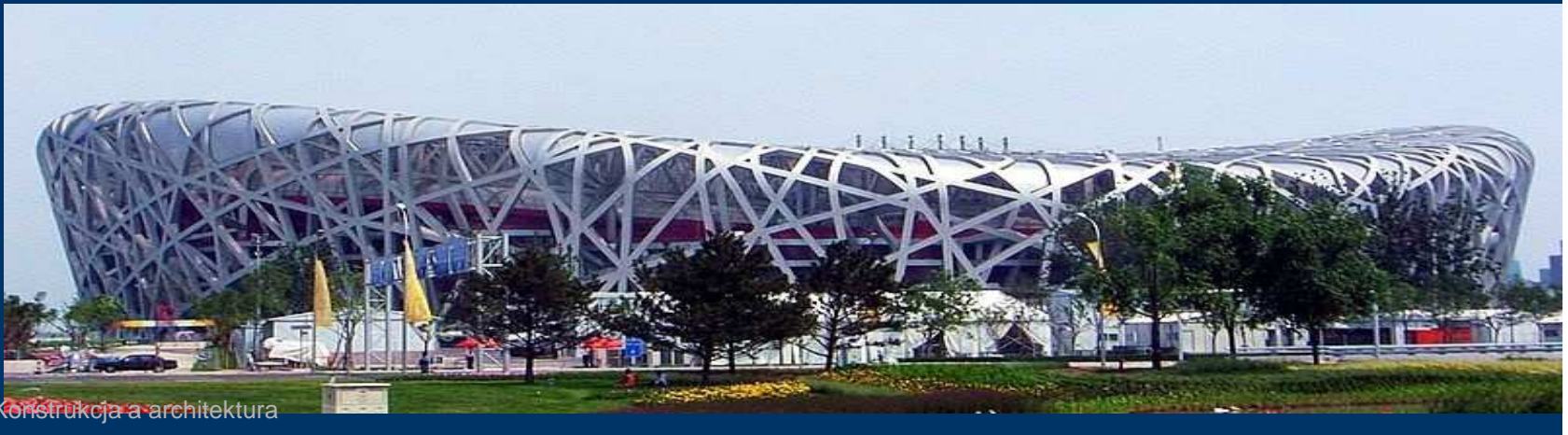


Inmos Microprocesor Factory, Newport Walia, 1982  
arch . Richard Rogers, kstr. Anthony Hunt



Villa Savoye Poissy, France,  
1931, arch . Le Corbusier

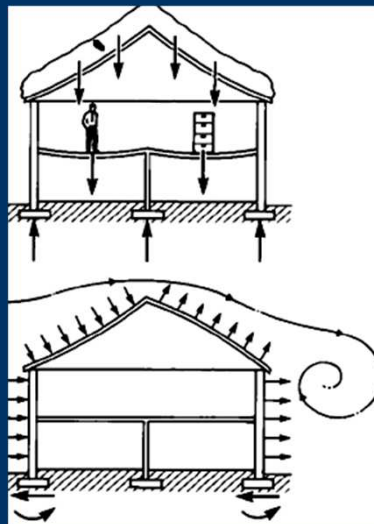
Beying Stdiium Pekin 2008, arch . Herzog &  
de Meuron



### 3. Związek pomiędzy architekturą i konstrukcją {1}

Definicja konstrukcji [potoczna]

Definicja: Konstrukcja jest to część budowli spełniająca funkcję nośną, to znaczy funkcję przenoszenia obciążeń klimatycznych, użytkowych na grunt za pośrednictwem elementów konstrukcyjnych. Elementy niekonstrukcyjne są to elementy nie uczestniczące w przenoszeniu obciążeń – nie wymagające sprawdzenia warunków wytrzymałości i stateczności



Źródło : [1]

Konstrukcja jest niezbędna , lecz jej umiejscowienie może być różne i często jest integrowane z różnymi niekonstrukcyjnymi (architektonicznymi i instalacyjnymi) elementami w rozmaity sposób. Przykłady igloo ; namiot. Dalsze przykłady jeszcze na tym wykładzie

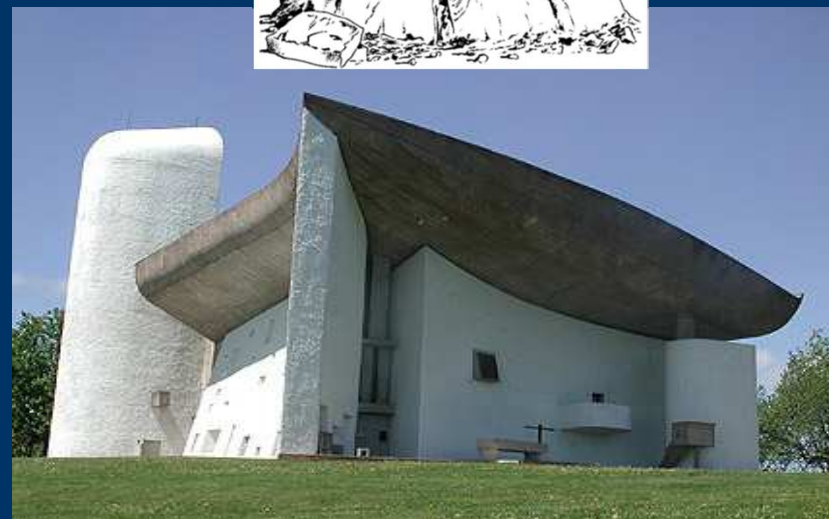


Źródło : [1]

Konstrukcje powłokowe  
Elementy konstrukcyjno-architektoniczne  
(również tworzące powierzchnię kształt)



CNIT Exhibition Hall, Paryż , 1982 arch . Nicolas Esquillan, - Analog igloo – powłoka żelbetowa

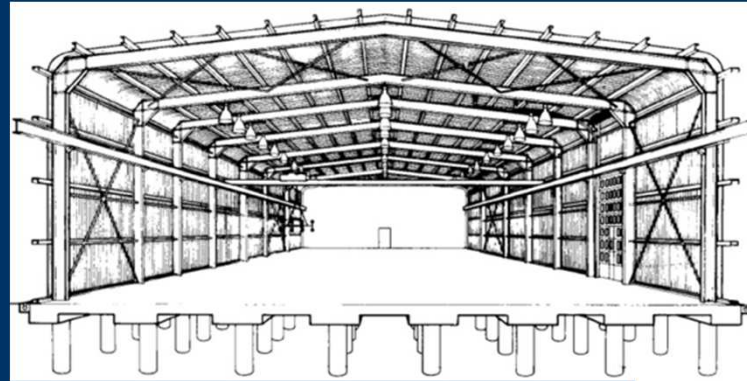


Notre-Dam du Haut , Ronchamp,, 1954 arch . Le Corbusier , - Analog igloo – powłoka żelbetowa oraz ściany



### 3. Związek pomiędzy architekturą i konstrukcją {2}

Konstrukcja jest na szkieletem na którym rozpięta jest skóra - powłoka



Najczęściej typ konstrukcji jest mieszany : szkieletowo-powłokowy jak niżej

Konstrukcje szkieletowe

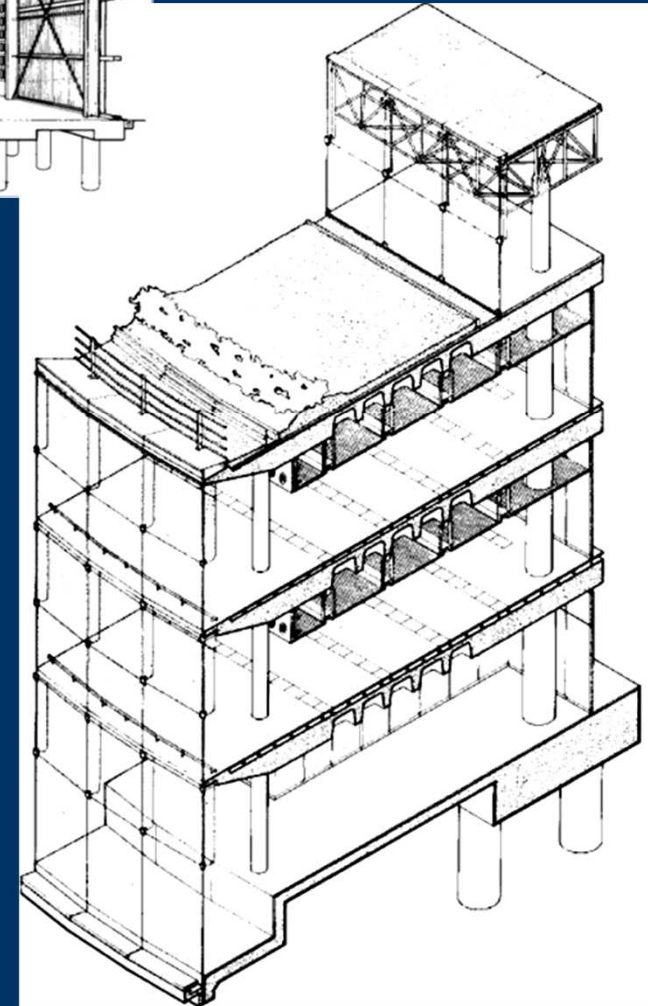
Konstrukcje mieszane: szkieletowo-powłokowe

Warehouse , Thamesmead, UK, 1973; arch **Norman Foster**, konstr **Anthony Hunt**



Renault Sales Headquarters, Swindon, UK, 1983; arch **Norman Foster**, konstr **Ove Arup**

Willis, Faber and Dumas Office, Ipswich, UK, 1974 ; arch **Norman Foster**, konstr Anthony Hunt Assc →



### 3. Związek pomiędzy architekturą i konstrukcją {3}

Konstrukcje  
szkieletowe  
cd



Carré d'Art, Nîmes, France, 1993; **Norman Foster**,

Na szkielecie żelbetowym  
zawieszono bloki kamienne i płyty  
żelbetowe →



Ulm Exhibition , Germany, 1986–93, arch **R.Meier** Antigone, Montpellier, France, 1983; arch. **Ricardo Bofill**,

← Konstrukcję szkieletową  
stanowią ramy żelbetowe.  
Na nich opiera się  
zewnątrzna powłoka ze  
szklanej fasady



Źródło : [1]



### 3. Związek pomiędzy architekturą i konstrukcją {4 }

Konstrukcje szkieletowe  
cd



Ściany nośne (konstrukcyjne)

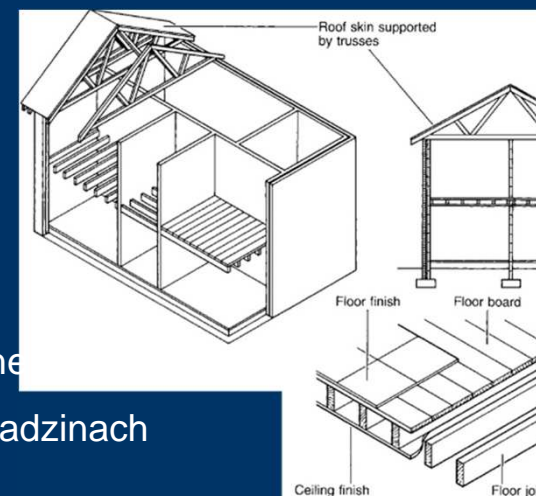
← Konstrukcję szkieletową stanowią ramy stalowe . Na nich opierają się żelbetowe stropy, a także nienośna fasada szklana.

Centrum Cinema UEFA Drezno, 1998, arch Coop Himmelblau



Szkielet stalowy-wewnętrzna budowla      fasada szklana.      Widoczna

Źródło : [1]



Tradycyjna konstrukcja domu:

Ściany nośne (konstrukcyjne)- drewniane

Wszystkie elementy konstrukcyjne w okładzinach

## 4. Przykłady - forma architektoniczna a konstrukcyjna {1}

Typowe  
ramy  
podłużne i  
skrajne  
ramy  
poprzeczne



„Architektoniczne formy konstrukcyjne” –  
Osiem typów

Osiem systemów konstrukcyjnych, które są syntezą związku pomiędzy formą architektoniczną i konstrukcyjną:

1. Konstrukcje powłokowe (łupinowe, cienkościenne): powłoki najczęściej żelbetowe lub z blach metalowych
2. Konstrukcje membranowe - odmiana konstrukcji powłokowych, najczęściej z tkanin wielowarstwowych
3. Konstrukcje cięgnowe - elementami nośnymi są cięgna najczęściej zwite stalowe na których rozpięte jest przekrycie / pokrycie
4. Konstrukcje kopułowe – kopuły żebrowe lub powłokowe , najczęściej geodezyjne
5. Przekrycia łukowe - ustrój nośny z łuków płaskich , stężane układami poprzecznymi lub ukośnymi
6. Konstrukcje ramowe – przykład rys. powyżej, najczęściej stosowane z innymi układami (stężeniami)
7. Konstrukcje tarczowo- płytowe - układ złożony z płaskich ścianek (pionowych –tarcz, poziomych – płyt)
8. Konstrukcje pneumatyczne – Powłoki wypełnione sprężonym powietrzem ( na zasadzie balonu)



## 4-1 : Konstrukcje powłokowe

Konstrukcje powłokowe

To forma architektoniczno-konstrukcyjna, będąca samodzielną formą nośną lub (częściej) żebrowaną belkami lub łukami



Wewnętrzna powłokowa konstrukcja żelbetowa. (Courtesy J. Chilton)



Palazzetto dello Sport, Rome, Italy, Pier Luigi Nervi with A Vitellozzi, 1957, pochylę, podpory pod powłoką żelbetową.



Powłoka żebrowana żelbetowa.



Eden Project, Cornwall, England, Nicholas Grimshaw & Partners, 2001. A cluster of interlinked biomes.

## 4-2 : Konstrukcje membranowe

Konstrukcje membranowe, to przekrycia namiotowe, w których tkanina jest napięta na sztywnych elementach konstrukcyjnych, najczęściej słupach, cięgnach lub łukach



Stellingen Ice Skating Rink and Velodrome, Hamburg, Germany, Silcher, Werner Partners, 1996. Widok ogólny.



Kontrastująca forma architektoniczna pomiędzy powierzchniami wewnętrznymi, a elementami konstrukcyjnymi



Przekrycie membranowe widowni amfiteatru w Ustroniu - widoczne zadaszenie sceny

Leszek CHODOR Konstrukcja & architektura



Kościół Piotra i Pawła w Maassluis, Royal Haskoning Architects



## 4-3 : Konstrukcje cięgnowe

Konstrukcje cięgnowe, to ustroje w których zastosowano cięgna, tzn elementy przenoszące wyłącznie rozciąganie, więc układające się zgodnie z krzywą łańcuchową. Cięgna są rozpięte między innymi elementami konstrukcyjnymi.





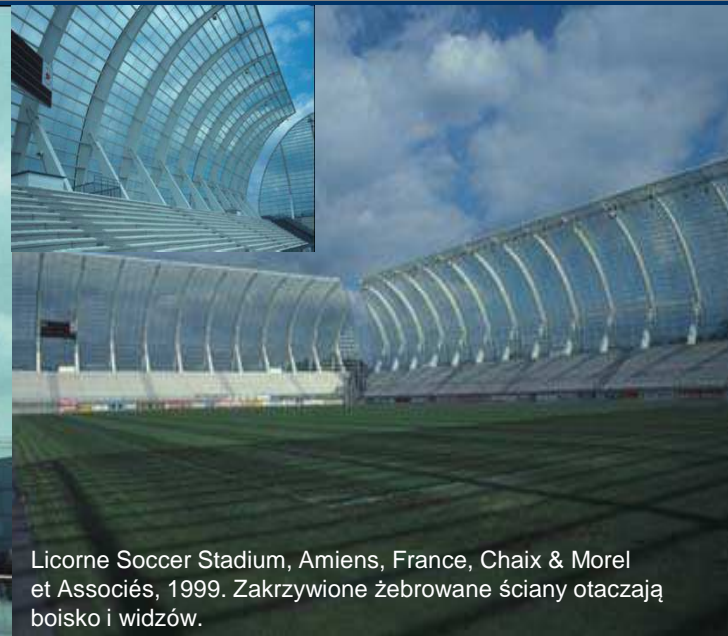
## 4-4 : Konstrukcje kopułowe

Kopuły są historycznymi, architektonicznymi formami konstrukcyjnymi - sklepienie w formie czaszy.

Uogólnieniem opisu kopuł są formy geodezyjne (Fuller).



The Reichstag Cupola, Berlin, Germany, Foster and Partners, 1999.  
Promieniowe żebra i obwodowe rur.



Licorne Soccer Stadium, Amiens, France, Chaix & Morel et Associés, 1999. Zakrzywione żebrowane ściany otaczają boisko i widzów.



Pawilon US EXPO 1967, Fuller R.B. (Eng)





## 4-5: Konstrukcje łukowe

Łuk jest dźwigarem zakrzywionym w płaszczyźnie zginania, najczęściej o kształcie kołowym, parabolicznym, eliptycznym

Ze względu na możliwość utraty stateczności z płaszczyzny wymaga stosowania dodatkowych elementów konstrukcyjnych



Ludwig Erhard House, Berlin, Germany, Nicholas Grimshaw & Partners, 1998.



The Great Glasshouse, Carmarthenshire, Wales, Foster and Partners, 1998. Arched roof.



Drewniane dźwigary łukowe u producenta



Wiadukt króla Filipa II w Barcelonie, S. Calatrava

## 4-6: Konstrukcje ramowe

Rama jest dźwigarem złożonym z prostych belek i słupów. Jest najczęściej stosowanym ustrojem konstrukcyjnym w budynkach ortogonalnych, np. mieszkaniowych





## 4-7: Konstrukcje tarczowo-płytowe

Układ płytowo-tarczowy jest przestrzennym układem płaskich ścianek najczęściej prostopadłych do siebie i obciążonych pionowo i poziomo



Faculty of Journalism, Pamplona, Spain, Vicens and Ramos, 1996. Ściany dominujące



Architektura wewnętrznych ścian



Casa del Fascio, Como, Italy, Giuseppe Terragni, 1936.  
Układ ramowo-ścianowy.



Ściany w budowlach ziemnych .

## 4-8: Konstrukcje pneumatyczne

Konstrukcje pneumatyczne są szczególną postacią konstrukcji membranowych, w których sprężony gaz podtrzymywany we wnętrzu 'balona' utrzymuje kształt przegród.



Handlowe obiekty pneumatyczne z zastosowaniem na obiekty tymczasowe





## 5. Harmonijne formy architektoniczno-konstrukcyjne {1 }

*Harmonijne i kontrastowe formy architektoniczno-konstrukcyjne.*

- (1) Dom szklany z dużym zadaniem. Elementy konstrukcyjne wyznaczają wyraz obiektu, zarówno na zewnątrz jak i wewnątrz
- (2) Wizualna wewnętrzna dominanta przekrycia drewnianego wypełnia przestrzeń konstrukcją determinującą odziały pionowe i poziome
- (3) Złożony kształt eksponuje konstrukcję
- (4) Kształt dachu i sufitu nadają za kształtem i układem żeber konstrukcyjnych



(1) Mont-Cenis Academy, Herne, Germany, Jourda & Perraudin, 1999. Szklane pudło z wejściem zadaszonym



Konstrukcja drewniana



(3) European Institute of Health and Medical Sciences, Guildford, England, Nicholas Grimshaw & Partners Ltd, 1999

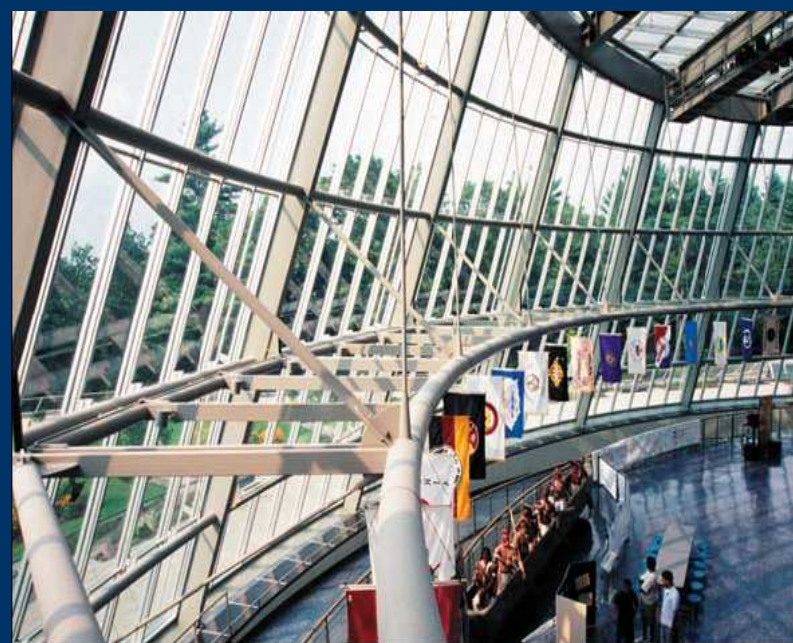
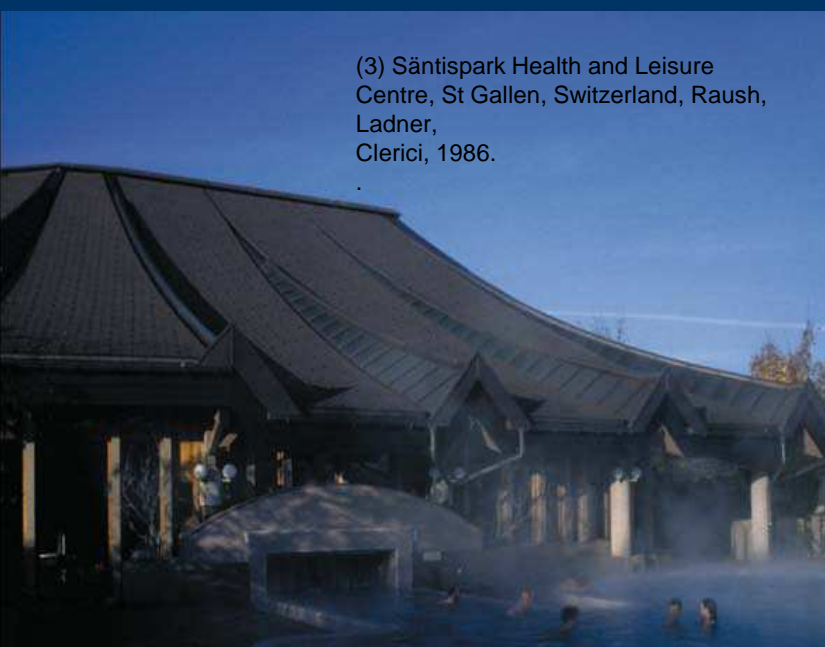


(4) The curved roof structure.



## 5. Harmonijne formy architektoniczno-konstrukcyjne {2}

- (1) Ekspresyjna forma współgra z układem elementów konstrukcyjnych – żeber
- (2) Północna fasada ukształtowana zgodnie z kierunkami konstrukcyjnymi. We wnętrzu widoczne poziome konstrukcyjne łuki (wiatrownice)
- (3) Przykład harmonijnych form w kontekście nieregularnych kształtów. Układ architektoniczny zgodny z kierunkami i kształtem zadanym konstrukcyjnym przepływem sił





## 5. Harmonijne formy architektoniczno-konstrukcyjne {3}

- (1) Drewniane kratownice i podciąg wyznaczają kształt dachu i wnętrza
- (2) Konstrukcja wzorowana na origami nadaje nieregularny kształt (lecz nie krzywy) i jest zgodna z kierunkiem przenoszenia sił
- (3) Nieortogonalna geometria jest kierunkowa na przez konstrukcję
- (4) Konstrukcja wewnętrzna nadała kształt budowli, wychodząc na zewnątrz nad wejściami.



(1) Roof structure over main pool.



(2) (Eighteen Turns, Serpentine Gallery Pavilion 2001, London, England, Studio Libeskind Angular and planar surfaces.



(3) Interior ribbed surfaces.



(4) Verbier Sports Centre, Switzerland, André Zufferey, 1984. Complex stepping roof form.



## 6. Kontrastowe formy architektoniczno-konstrukcyjne {1}

(1) Kontrast architektonicznego łuku przed fasadą oraz przestrzennej, prętowej skóry budynku.  
(2) Kontrast regularnego pionowego i poziomego podziału fasady z zaburzeniem trójkątnego wejścia i zbieżnych podpór  
(3) Kontrast:  
a) układ konstrukcji wnętrza jest totalnie inny od architektury obudowy,  
b) w formie dachu, ścian, świetlików, dzielących w rytmie kontrastującym z rytmem "drzew", które ponadto nie definiują regularnej konstrukcji.



(1) Exchange House, London, England, Skidmore, Owings & Merrill, 1993.



(2) Fleet Place House, London, England, Skidmore, Owings & Merrill, 2000.



(3) Stuttgart Airport Terminal, Germany, von Gerkan • Marg Partner, 1991. Structural 'trees'.



## 6. Kontrastowe formy architektoniczno-konstrukcyjne {2}

(1)  
Kontrast  
pomiędzy  
urbanistyką  
i  
konstrukcją

Niezdefinio-  
wane łuki  
wewnątrz  
budynku

(2)  
Wymuszon-  
e kształty  
konstrukcyj-  
ne przez  
architekturę

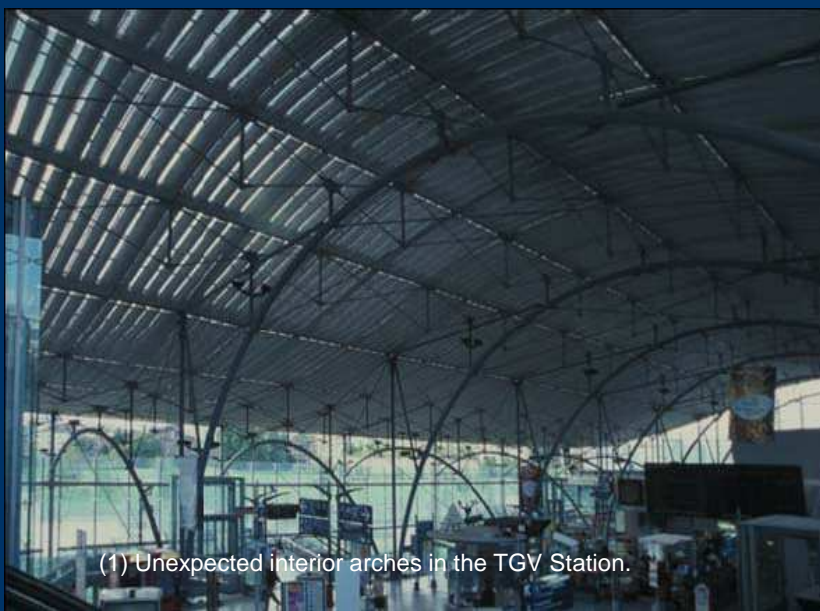
(3)  
Kontrast  
geometrii  
pomiędzy  
konstrukcją  
i architektu-  
rą, ale rów-  
nież pomię-  
dzy  
konstruk-  
cją w  
budynku



(1) TGV Station, Lille, France, SNCF/Jean-Marie Duthilleul, 1994. Side elevation.



(2) Stazione Termini, Rome, Italy, Montuori, Vitellozzi, Calini, Castellazzi, Fatigat



(1) Unexpected interior arches in the TGV Station.



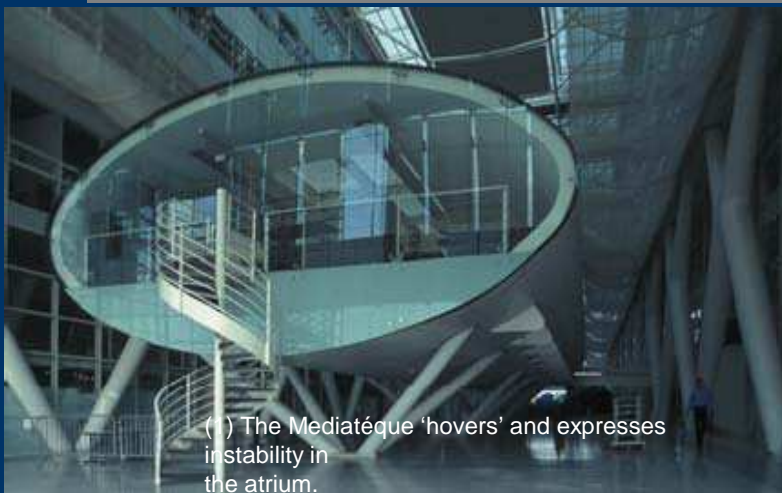
(3) Hôtel du Département, Marseilles, France, Alsop & Störmer, 1994.



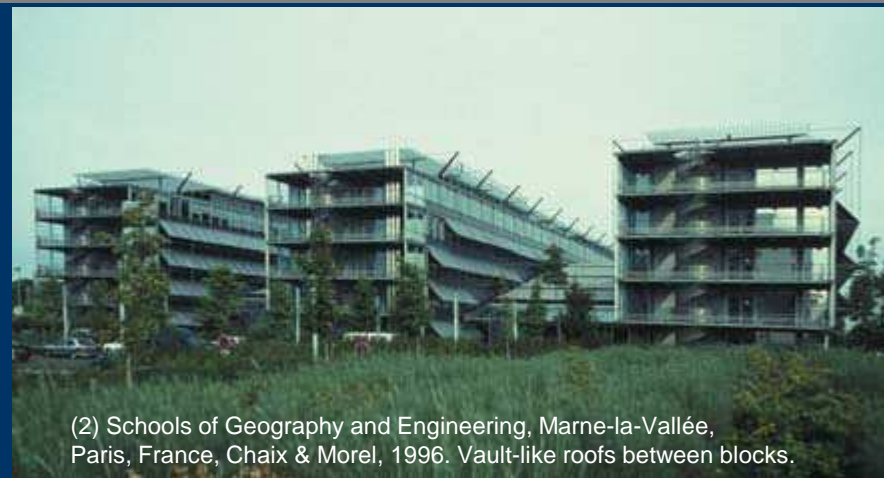
## 6. Kontrastowe formy architektoniczno-konstrukcyjne {3}

(1) Sugestia niestabilności konstrukcji poprzez ukształtowanie podpór wewnętrznej elipsoidy →

(2) Trzy równoległe bloki kontrastują z formą przekrycia łukowego rozpiętego między nimi. Ustrój służy do nauki konstrukcji inżynierskich



(1) The Mediatèque 'hovers' and expresses instability in the atrium.



(2) Schools of Geography and Engineering, Marne-la-Vallée, Paris, France, Chaix & Morel, 1996. Vault-like roofs between blocks.



(2) Exterior tension rods and springs.



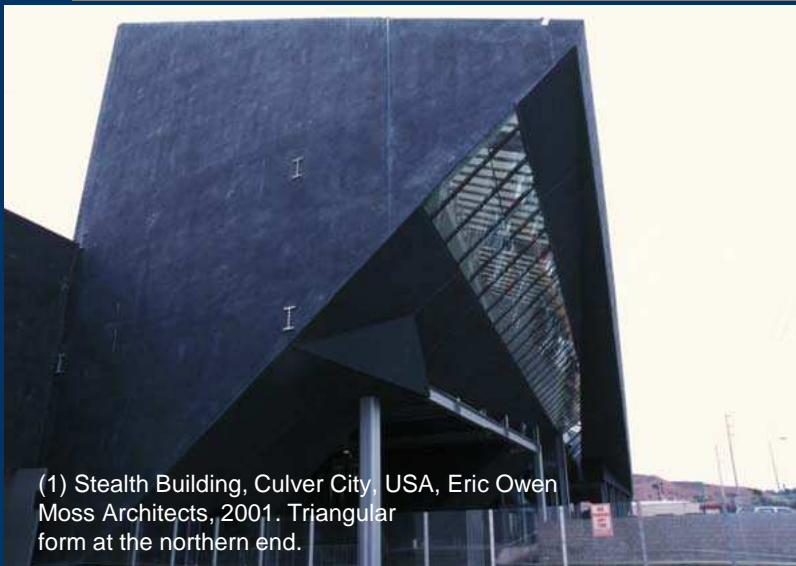
(2) Curved 'floating' roof.



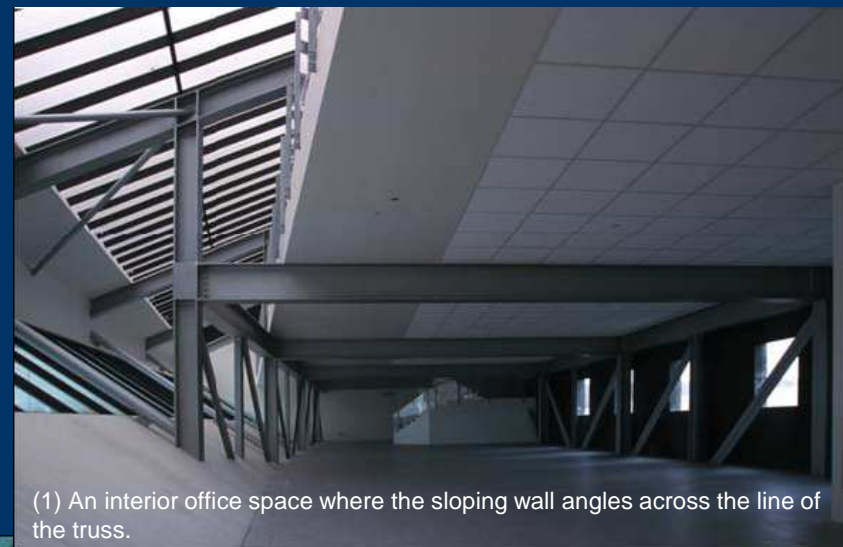
## 6. Kontrastowe formy architektoniczno-konstrukcyjne {4}

(1) Konflikt spójności konstrukcji (niepotrzebna niezależność układów), Kontrast pomiędzy zewnętrzną i wewnętrzną konstrukcją →

(2) Kontrast -przekrycia – z formą budynków pod nim. Największe różnice występują w kształcie, materiałach, stopniu oświetlenia, i przezroczystości →



(1) Stealth Building, Culver City, USA, Eric Owen Moss Architects, 2001. Triangular form at the northern end.



(1) An interior office space where the sloping wall angles across the line of the truss.



(2) The Great Court, British Museum, London, England, Foster and Partners, 2000.

## Zainstaluj REVIT itd

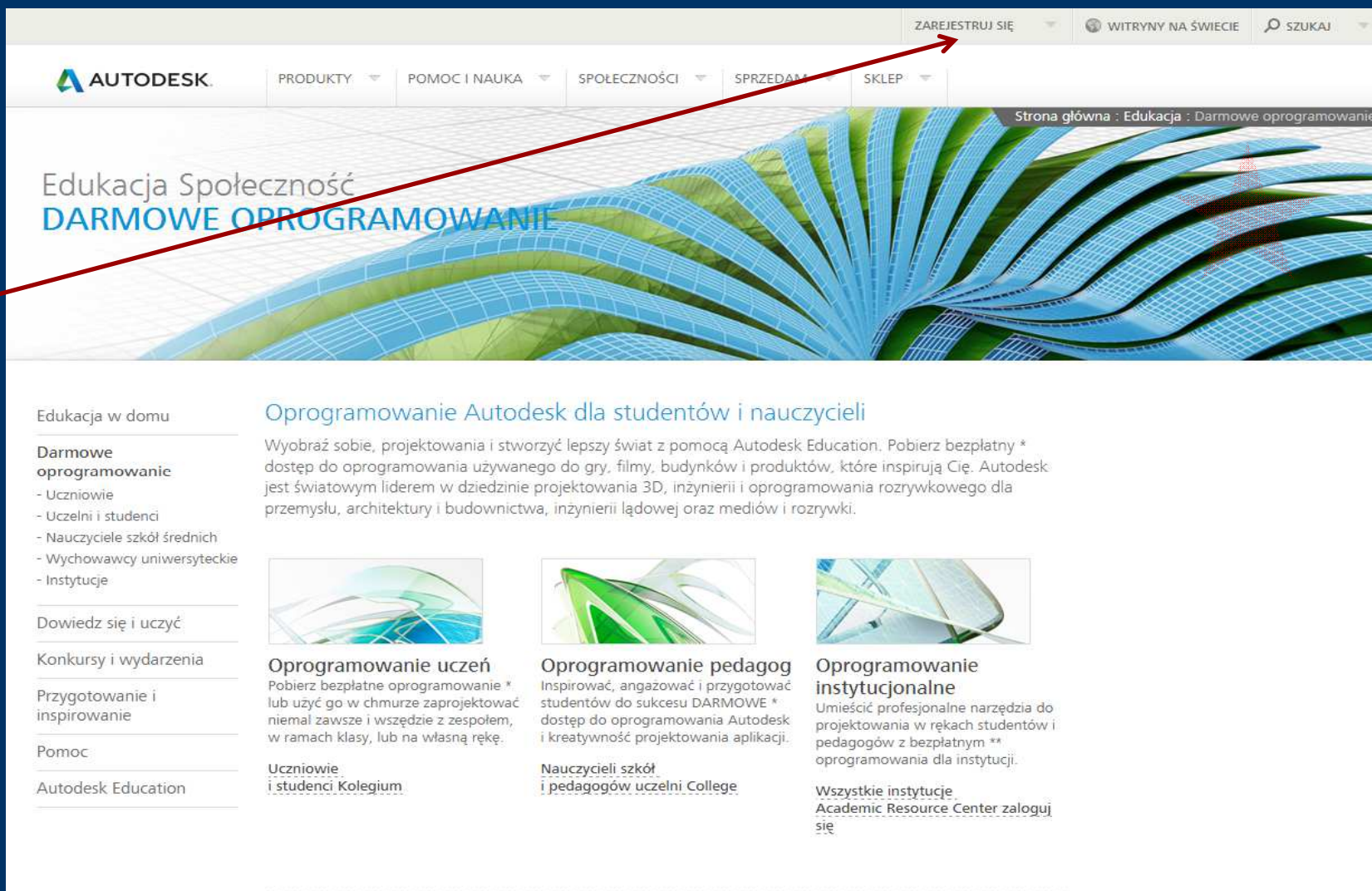
W celu zainstalowania wersji edukacyjnej (na czas studiów) oprogramowania Autodesk należy:

1. Zarejestrować się

2. ITD.

.....

<http://www.autodesk.com/education/free-software/all>



The screenshot shows the Autodesk Education website. At the top, there is a navigation bar with the Autodesk logo and several menu items: PRODUKTY, POMOC I NAUKA, SPOLECZNOŚCI, SPRZEDAM, and SKLEP. To the right of these are links for 'ZAREJESTRUJ SIĘ', 'WITRYNY NA ŚWIECIE', and 'SZUKAJ'. Below the navigation bar is a large banner with the text 'Edukacja Społeczność DARMOWE OPROGRAMOWANIE'. A red arrow points from the 'ZAREJESTRUJ SIĘ' link in the navigation bar to the 'DARMOWE OPROGRAMOWANIE' text in the banner. Below the banner, there are three columns of content. The first column is titled 'Edukacja w domu' and lists 'Darmowe oprogramowanie' with sub-points: 'Uczniowie', 'Uczelni i studenci', 'Nauczyciele szkół średnich', 'Wychowawcy uniwersyteckie', and 'Instytucje'. The second column is titled 'Oprogramowanie dla studentów i nauczycieli' and contains three sub-sections: 'Oprogramowanie uczniów', 'Oprogramowanie pedagogów', and 'Oprogramowanie instytucjonalne'. Each sub-section has a small image and a brief description. The third column is titled 'Autodesk Education' and contains a link to 'Academic Resource Center'.



## Zainstaluj REVIT , 3DS MAX, AutoCAD

W celu  
zainstalowania  
Wersji  
edukacyjnej  
oprogramowania  
Autodesk  
należy:

1. Zarejestrować się

2. Pobrać numery licencji  
(SN  
Serial  
Number  
PK  
Product  
Key)

1. Zainstalować programy →

Architekt → Programy:

**Autodesk 3ds Max**

**Autodesk 3ds Max Design**

**Autodesk Ecotect Analysis**

**Autodesk Green Building Studio**

**Autodesk Impression**

**Autodesk Revit + Extension**

**AutoCAD Architecture**

