

# KONSTRUKCJE BUDOWLANE MODELOWANIE KOMPUTEROWE

W1

ZAJĘCIA WPROWADZAJĄCE  
KONCEPCYJNY DOBÓR KONSTRUKCJI NOŚNEJ



The background of the slide is a light gray gradient. It is decorated with numerous realistic water droplets of various sizes. Some droplets are at the top, some are in the middle, and some are at the bottom. They have highlights and shadows, giving them a three-dimensional appearance.

## Uwaga

Niniejsza prezentacja stanowi wyłącznie  
materiał dydaktyczny dla studentów  
realizujących moduł kształcenia  
Konstrukcje cienkościenne

## Karta przedmiotu

### Podstawowe informacje o zajęciach

Nazwa zajęć: **Konstrukcje budowlane - modelowanie komputerowe**

Cykl kształcenia: **2020/2021**

Nazwa jednostki prowadzącej studia: **Wydział Budownictwa, Inżynierii środowiska i Architektury**

Nazwa kierunku studiów: **Architektura**

Obszar kształcenia: **nauki techniczne**

Profil studiów: **ogólnoakademicki**

Poziom studiów: **drugiego stopnia**

Forma studiów: **stacjonarne**

Specjalności na kierunku: **BLOK 1, BLOK 2, BLOK 3**

Tytuł otrzymywany po ukończeniu studiów: **magister inżynier architekt**

Nazwa jednostki prowadzącej zajęcia: **Katedra Konstrukcji Budowlanych**

Kod zajęć: **6587**

Status zajęć: **obowiązkowy dla specjalności**

Układ zajęć w planie studiów: **sem: 2 / W15 L15 / 2 ECTS / Z**

Język wykładowy: **polski**

Imię i nazwisko koordynatora: **dr inż. prof. PRz Zdzisław Pisarek**

Dane kontaktowe koordynatora: **budynek P, pokój 209, tel. 792681102, [pisarzd@prz.edu.pl](mailto:pisarzd@prz.edu.pl)**

# KONSTRUKCJE BUDOWLANE - MODELOWANIE KOMPUTEROWE

## W1

### ZAJĘCIA WPROWADZAJĄCE, KOCEPCYJNY DOBÓR KONSTRUKCJI NOŚNEJ

## Karta przedmiotu

### Cel kształcenia i wykaz literatury

Główny cel kształcenia: **Utrwalenie wiedzy o koncepcyjnym kształtowaniu konstrukcji budowlanych. Zdobycie wiedzy dotyczącej zastosowania metod komputerowych w projektowaniu konstrukcji budowlanych. Zdobycie wiedzy w zakresie Metody Elementów Skończonych. Zdobycie umiejętności obsługi wybranego programu z zakresu analizy konstrukcji.**

Ogólne informacje o zajęciach kształcenia: **Przedmiot przekazuje wiedzę dotyczącą współczesnych metod komputerowej analizy konstrukcji budowlanych.**

### Wykaz literatury, wymaganej do zaliczenia zajęć

Literatura wykorzystywana podczas zajęć wykładowych

1. Borusiewicz W., *Konstrukcje budowlane dla architektów*, Wyd. 3 zm. i uzup. Arkady, Warszawa., 1978
2. Sieczkowski J. M., *Podstawy komputerowego modelowania konstrukcji budowlanych*, Politechnika Wrocławska, Wrocław., 2001
3. Allen E., Zalewski W., *Form and Forces: Designing Efficient, Expressive Structures.*, Hoboken, N.J. John Wiley & Sons, Inc., 2010
4. Ambroziak Andrzej, Kłosowski Paweł, *Autodesk Robot Structural Analysis. Podstawy obliczeń*, Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej, Wydanie 3, ISBN/ISSN: 978-83-7348-639-3., 2015

Literatura wykorzystywana podczas zajęć ćwiczeniowych/laboratoryjnych/innych

1. Ambroziak Andrzej, Kłosowski Paweł, *Autodesk Robot Structural Analysis. Podstawy obliczeń*, Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej, Wydanie 3, ISBN/ISSN: 978-83-7348-639-3., 2015
2. , *Autodesk Robot Structural Analysis Professional PL, instrukcja obsługi*, ,

Literatura do samodzielnego studiowania

1. Czasopismo, *Inżynieria i Budownictwo*, ,
2. Czasopismo, *Architektura*, ,

Literatura uzupełniająca

1. Rakowski G. i inni, *Mechanika budowli z elementami ujęcia komputerowego.* , Arkady, Warszawa., 1984
2. Kleiber M., i inni, *Komputerowe metody mechaniki ciał stałych*, PWN, Warszawa., 1995
3. Szmelter J., *Metody komputerowe w mechanice*, PWN, Warszawa., 1980

Materiały dydaktyczne: **do pobrania ze strony <http://pisarzdz.sd.prz.edu.pl/>**

# KONSTRUKCJE BUDOWLANE - MODELOWANIE KOMPUTEROWE

W1

ZAJĘCIA WPROWADZAJĄCE, KOCEPCYJNY DOBÓR KONSTRUKCJI NOŚNEJ

## Karta przedmiotu

### Wymagania wstępne w kategorii wiedzy/umiejętności/kompetencji społecznych

Wymagania formalne: **Ukończony kurs podstawowy z zakresu matematyki; konstrukcji metalowych, betonowych i drewnianych; obsługi komputera**

Wymagania wstępne w kategorii Wiedzy: **Podstawowe wiadomości z zakresu obsługi komputera, konstrukcji metalowych żelbetowych i drewnianych,**

Wymagania wstępne w kategorii Umiejętności: **Ma umiejętności manualne obsługi komputera, Potrafi korzystać z norm przedmiotowych. Ma umiejętność logicznego myślenia,**

Wymagania wstępne w kategorii Kompetencji społecznych: **Potrafi pracować samodzielnie oraz w zespole nad wyznaczonym problemem. Jest odpowiedzialny za poprawność i interpretację wyników swojej pracy.**

### Efekty kształcenia dla zajęć

MEK	Student, który zaliczył zajęcia	Formy zajęć/metody dydaktyczne prowadzące do osiągnięcia danego efektu kształcenia	Sposoby weryfikacji każdego z wymienionych efektów kształcenia	Związki z KEK	Związki z PRK
01.	Zna podstawowe typy konstrukcji budowlanych i wymagania im stawiane	wykład prezentujący przegląd typów konstrukcji budowlanych i wymagań jakie architekt powinien uwzględnić przy projektowaniu tego typu obiektów, wykład	prezentacja projektu dyplomowego i identyfikacja typu konstrukcji i schematów konstrukcyjnych, prezentacja projektu	K_W23+ K_U19+ K_K13++	P7S_KR P7S_UW P7S_WG
02.	Zna podstawy teoretyczne MES. Zna i umie zastosować procedurę identyfikacji, modelowania, dyskretyzacji i analizy konstrukcji metodą MES. Ma świadomość błędów i niedokładności związanych z komputerowym modelowaniem konstrukcji	wykład: Modele materiałowe i podstawowe elementy skończone, Modelowanie numeryczne konstrukcji prętowych, płytowych, tarczowych, powłokowych i brylowych. Funkcje i równania MES., wykład,	sprawdzian pisemny zaliczeniowy z teorii	K_W21+ K_K13+	P7S_KR P7S_WK
03.	Potrafi obsługiwać proste i bardziej zaawansowane programy do analizy konstrukcji budowlanych. Potrafi zamodelować prostą konstrukcję kratownicową i ramową w 2D i 3D. Umie wykorzystać solvera i wbudowane moduły do sprawdzania stanów granicznych i optymalizacji konstrukcji stalowych, żelbetowych i drewnianych	wykład Prezentacja wybranych zagadnień z komputerowego modelowania i analizy konstrukcji, laboratorium Samodzielne modelowanie konstrukcji: kraty płaskiej, kraty przestrzennej, ramy płaskiej, ramy prz	zaliczenie cz. praktyczna Samodzielne modelowanie i analiza komputerowa prostej konstrukcji prętowej	K_W21+++ K_U10+ K_U19++ K_K13+ K_K15+	P7S_KK P7S_KR P7S_UK P7S_UW P7S_WK

Uwaga: **W zależności od sytuacji epidemicznej, jeżeli nie będzie możliwości weryfikacji osiągniętych efektów uczenia się określonych w programie studiów w sposób stacjonarny w szczególności zaliczenia i egzaminy kończące określone zajęcia będą mogły się odbywać przy użyciu środków komunikacji elektronicznej (w sposób zdalny).**



# KONSTRUKCJE BUDOWLANE - MODELOWANIE KOMPUTEROWE

W1

ZAJĘCIA WPROWADZAJĄCE, KOCEPCYJNY DOBÓR KONSTRUKCJI NOŚNEJ

## Karta przedmiotu

### Treści kształcenia dla zajęć

Sem.	TK	Treści kształcenia	Realizowane na	MEK
2	TK01	Koncepcyjne projektowanie konstrukcji budowlanych,	W02,W03,W04,L02,L03	MEK01
2	TK02	Modele materiałowe i podstawowe elementy skończone. Modelowanie numeryczne konstrukcji prętowych. Definiowanie geometrii, materiałów, podpór, obciążeń i kombinatoryka. Liniowa i nieliniowa analiza statyczna. Konstrukcje kratowe i ramowe. Wybrane zagadnienia z modelowania konstrukcji płytowych tarczowych i powłokowych. Wyznaczenie wartości ekstremalnych sił wewnętrznych. Weryfikacja obliczeń. Optymalizacja jedno i wielokryterialna układów prętowych.	W05,W06,W07,W08,W09,W10,W11,W12	MEK02
2	TK03	Modelowanie numeryczne konstrukcji prętowych. Definiowanie geometrii, materiałów, podpór, obciążeń i kombinatoryka. Konstrukcje kratowe i ramowe. Wymiarowanie elementów stalowych, żelbetowych i drewnianych.	W13,W14,L04,L05,L06,L07,L08,L09,L10,L11,L12,L13,L14,L15	MEK03

# KONSTRUKCJE BUDOWLANE - MODELOWANIE KOMPUTEROWE

W1

ZAJĘCIA WPROWADZAJĄCE, KOCEPCYJNY DOBÓR KONSTRUKCJI NOŚNEJ

## Karta przedmiotu

### Nakład pracy studenta

Forma zajęć	Praca przed zajęciami	Udział w zajęciach	Praca po zajęciach
Wykład (sem. 2)		Godziny kontaktowe: 15,00 godz./sem.	Uzupełnienie/studiowanie notatek: 2,00 godz./sem. Studiowanie zalecanej literatury: 5,00 godz./sem.
Laboratorium (sem. 2)		Godziny kontaktowe: 15,00 godz./sem.	Dokończenia/wykonanie sprawozdania: 5,00 godz./sem. Inne: 5,00 godz./sem.
Konsultacje (sem. 2)		Udział w konsultacjach: 3,00 godz./sem.	
Zaliczenie (sem. 2)	Przygotowanie do zaliczenia: 5,00 godz./sem.	Zaliczenie pisemne: 2,00 godz./sem. Zaliczenie ustne: 0,20 godz./sem.	

# KONSTRUKCJE BUDOWLANE - MODELOWANIE KOMPUTEROWE

W1

ZAJĘCIA WPROWADZAJĄCE, KOCEPCYJNY DOBÓR KONSTRUKCJI NOŚNEJ

## Karta przedmiotu

### Sposób wystawiania ocen składowych zajęć i oceny końcowej

Forma zajęć	Sposób wystawiania oceny podsumowującej
Wykład	
Laboratorium	
Ocena końcowa	Średnia ocen z kolokwium z wykładu i laboratorium z uwzględnieniem aktywności na zajęciach

### Przykładowe zadania

Wymagane podczas egzaminu/zaliczenia	
Realizowane podczas zajęć ćwiczeniowych/laboratoryjnych/projektowych	
Inne	

Czy podczas egzaminu/zaliczenia student ma możliwość korzystania z materiałów pomocniczych: **tak**

Dostępne materiały: **notatki własne**



## Karta przedmiotu

Treści zajęć powiazane są z prowadzonymi badaniami naukowymi: tak

Publikacje naukowe

1. R. Budziński; M. Górski; Z. Kielbasa; A. Kozłowski; Z. Pisarek; K. Sieńkowska; L. Ślęczka; A. Wojnar, *Badania doświadczalne stalowych kształtowników giętych na zimno jako nośnych elementów hal.*, „, 2020
2. Z. Pisarek, *Zagadnienia projektowe podczas przebudowy stadionu miejskiego w Rzeszowie.*, „, 2020
3. Z. Pisarek; K. Sieńkowska; A. Wojnar, *Analiza wpływu przyjętego rozwiązania konstrukcyjnego głównego układu nośnego hali na zużycie stali i walory techniczno - użytkowe.*, „, 2020
4. Z. Pisarek; P. Sudoł, *Experimental Tests of Joints in Scaffolding System*, Springer., 2020
5. Z. Pisarek, *Failure of a steel boiler chimney caused by corrosion of the structural shell plate*, „, 2019
6. Z. Pisarek; E. Szajowska, *Zagadnienia hal z transportem podpartym*, „, 2019
7. Z. Pisarek, *Approximated method for determining moment resistance and stiffness of bolted beam to column joints made with angle web and flange cleats*, „, 2018
8. Z. Pisarek, *Badanie muf sześciokątnych do łączenia ściągów szalunkowych*, „, 2017
9. Z. Pisarek, *Połączenia i łączniki do drewna*, „, 2016
10. Z. Pisarek; E. Szajowska, *Kształtowanie hali o konstrukcji drzewiastej*, „, 2016
11. A. Głuszko; Z. Pisarek, *Kształtowanie układu nośnego hangaru lotniczego*, WYDAWNICTWO ELAMED., 2015
12. Z. Pisarek, *Analytical model end plate bolted joint under bending moment and axial force load*, OFICyna WYDAWNICZA POLITECHNIKI RZESZOWSKIEJ., 2015
13. Z. Pisarek, *Belki podsuwnicowe*, OFICyna WYDAWNICZA POLITECHNIKI RZESZOWSKIEJ., 2015
14. Z. Pisarek, *Projektowanie połączeń wg Eurokodów*, WYDAWNICTWO ELAMED., 2015
15. Z. Pisarek, *Stężenia hal i wiat*, OFICyna WYDAWNICZA POLITECHNIKI RZESZOWSKIEJ., 2015



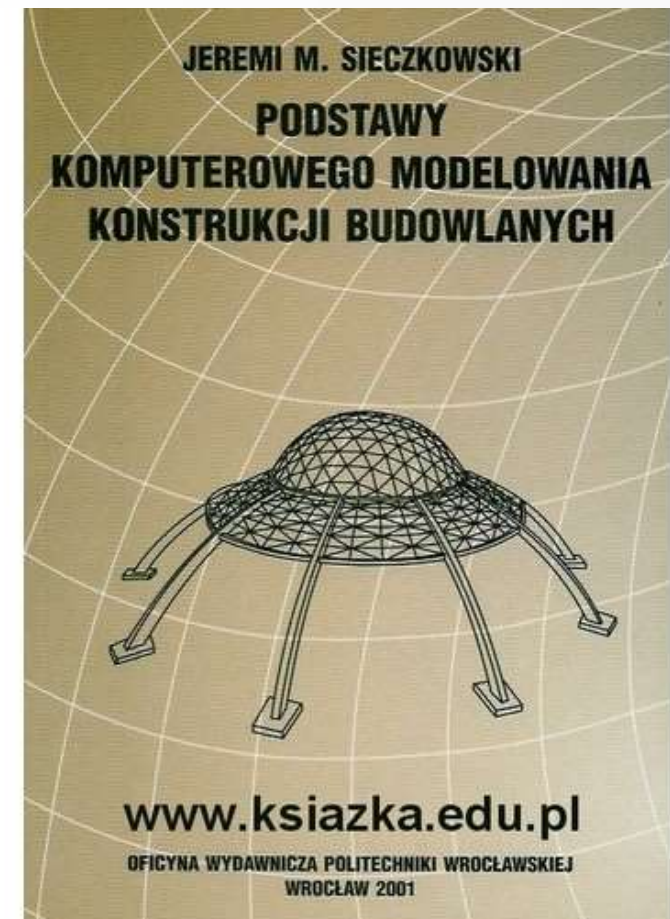
WYDZIAŁ  
BUDOWNICTWA,  
INŻYNIERII ŚRODOWISKA  
I ARCHITEKTURY  
POLITECHNIKI RZESZOWSKIEJ

# KONSTRUKCJE BUDOWLANE - MODELOWANIE KOMPUTEROWE

W1

ZAJĘCIA WPROWADZAJĄCE, KOCEPCYJNY DOBÓR KONSTRUKCJI NOŚNEJ

## Literatura:



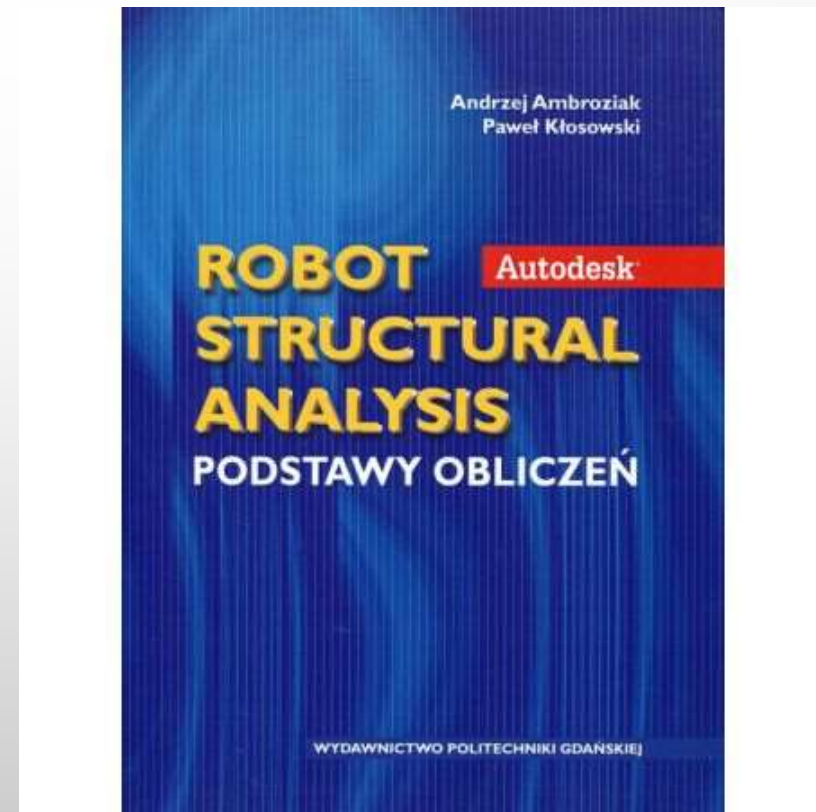
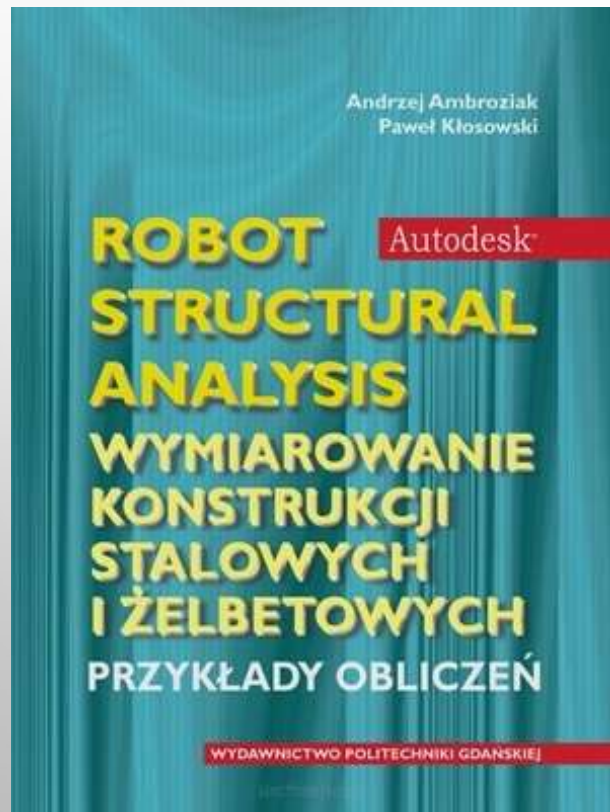


WYDZIAŁ  
BUDOWNICTWA,  
INŻYNIERII ŚRODOWISKA  
I ARCHITEKTURY  
POLITECHNIKI RZESZOWSKIEJ

# KONSTRUKCJE BUDOWLANE - MODELOWANIE KOMPUTEROWE W1

ZAJĘCIA WPROWADZAJĄCE, KOCEPCYJNY DOBÓR KONSTRUKCJI NOŚNEJ

## Literatura:







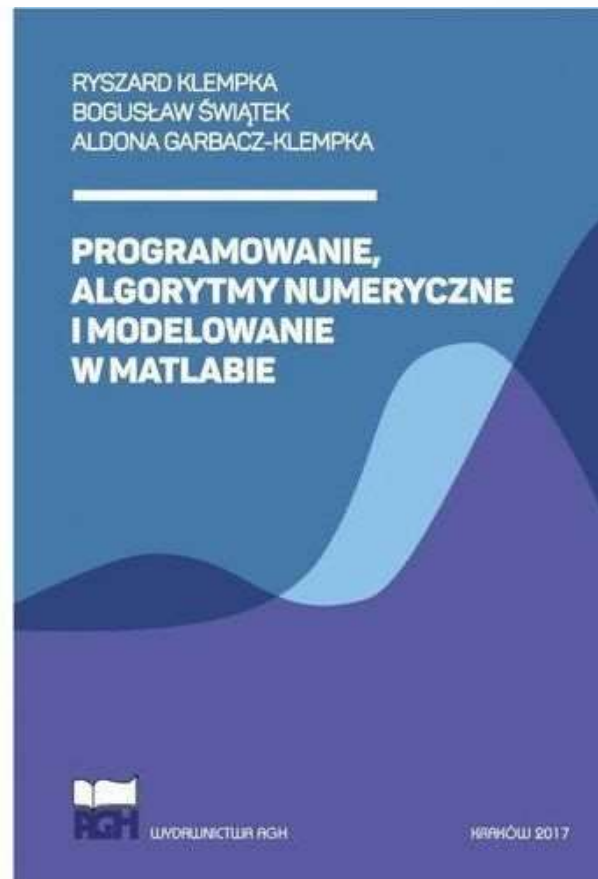
WYDZIAŁ  
BUDOWNICTWA,  
INŻYNIERII ŚRODOWISKA  
I ARCHITEKTURY  
POLITECHNIKI RZESZOWSKIEJ

# KONSTRUKCJE BUDOWLANE - MODELOWANIE KOMPUTEROWE

W1

ZAJĘCIA WPROWADZAJĄCE, KOCEPCYJNY DOBÓR KONSTRUKCJI NOŚNEJ

## Literatura:





## Ustroje płytowe

Stropy żelbetowe mają bardzo różną konstrukcję. Najprostsze z nich to **stropy płytowe** lub **płytowo-żebrowe**. Mogą być wykonywane na miejscu budowy. Są też płyty wykonywane w zakładach prefabrykacji i przywożone na budowę; dla zmniejszenia ciężaru zazwyczaj mają one wydrążone kanały. Znacznie bardziej od stropów płytowych rozpowszechnione są betonowe stropy gęstożebrowe. Elementami nośnymi tych stropów są: betonowana na budowie cienka płyta i gęsto rozstawione żebra.

### Płyty żelbetowe wykonywane na budowie

Płyty takie są ciągle popularne w niektórych regionach kraju. Wykonuje się je na pełnym deskowaniu, które wymaga solidnego podstemplowania. Tę pomocniczą konstrukcję można wykonać z desek i okrągłaków na budowie lub wypożyczyć na czas wykonywania stropów komplet gotowych deskowań (powtarzalnych) z metalowymi podporami. W zależności od kształtu pomieszczeń płyty zbrojne są w jednym lub dwóch kierunkach.





## Ustroje płytowe

### Stropy monolityczne

Projektuje się je indywidualnie (robi to konstruktor). Wykonywanie takich płyt bez projektu przez domorosłych budowniczych często kończy się fatalnie: płyty nie mają potrzebnej wytrzymałości, wskutek tego nadmiernie się uginają i rysują. Stropy żelbetowe to najbardziej uniwersalne konstrukcje służące do podziału budynku na kondygnacje. Są dość tanie i łatwe do wykonania. Cechuje je duża sztywność i wysoka odporność ogniowa. Jednak największą ich zaletą jest możliwość zaprojektowania stropu praktycznie o dowolnym kształcie i rozmiarze. Forma trójkąta, pięciokąta, czy koła; rozpiętość od 3 do 12, a nawet 16 m – wszystko jest możliwe. Poza tym usytuowanie ścian działowych, albo dużego otworu klatki schodowej w dowolnym miejscu też nie stanowi żadnego problemu. Stosowanie pełnych płyt żelbetowych jest zwykle opłacalne, gdy rozpiętość stropów nie przekracza **3,5-4 m** maksymalnie do **6m**. Płyty większej rozpiętości mają już znaczną grubość (są przez to ciężkie i drogie) lub powinny być wzmocnione żebrami, co zwiększa koszt deskowań i zbrojenia.

W przeciętnych warunkach deskowanie płyt można rozebrać po dwóch tygodniach od betonowania; pełną nośność uzyskują po miesiącu.



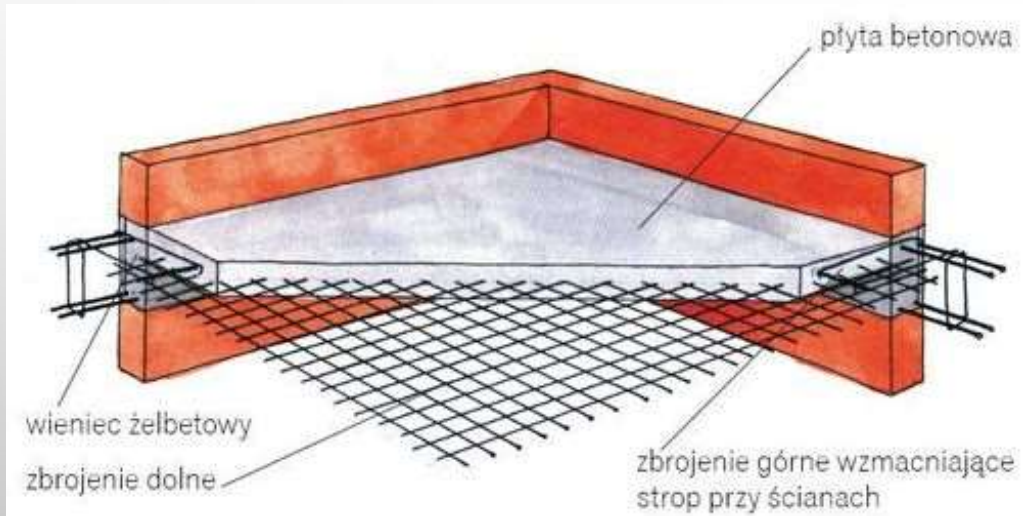
WYDZIAŁ  
BUDOWNICTWA,  
INŻYNIERII ŚRODOWISKA  
I ARCHITEKTURY  
POLITECHNIKI RZESZOWSKIEJ

# KONSTRUKCJE BUDOWLANE - MODELOWANIE KOMPUTEROWE

W1

ZAJĘCIA WPROWADZAJĄCE, KOCEPCYJNY DOBÓR KONSTRUKCJI NOŚNEJ

## Ustroje płytowe



Grubość płyt

$t = 1/30$  dla płyt jednokierunkowo zbrojonych swobodnie podpartych do  
 $t = 1/50$  dla płyt utwardzonych sztywno zamocowanych.

## Ustroje płytowe

### Stropy prefabrykowane (z gotowych płyt)

Popularne w wielorodzinnym budownictwie wieloblokowym. Ze względu na znaczny ciężar muszą być montowane dźwigiem samochodowym, dlatego ich stosowanie ma sens jedynie wtedy, gdy są układane na ścianach bezpośrednio po przywiezieniu na budowę (nazywa się to „montaż z kół”). Zaletą takich stropów jest to, że są gotowe praktycznie natychmiast po zmontowaniu. Mają gładką powierzchnię i dlatego nie wymagają pracochłonnego wykończenia. Wadą są rysy powstające wzdłuż styków. Tę wadę w obecnie produkowanych płytach próbuje się wyeliminować przez odpowiednie ukształtowanie ich krawędzi, które tworzą specjalne zamki wypełniane na budowie zaprawą. Płyty mają stałą szerokość i różną długość (zmienia się ona w modułach - co 30 cm). Często, aby zmniejszyć wagę, producenci wykonują w nich podłużne otwory. Długości takich płyt dochodzi do **12m**, a ich grubość waha się od **30 do 60 cm** w zależności od typu.



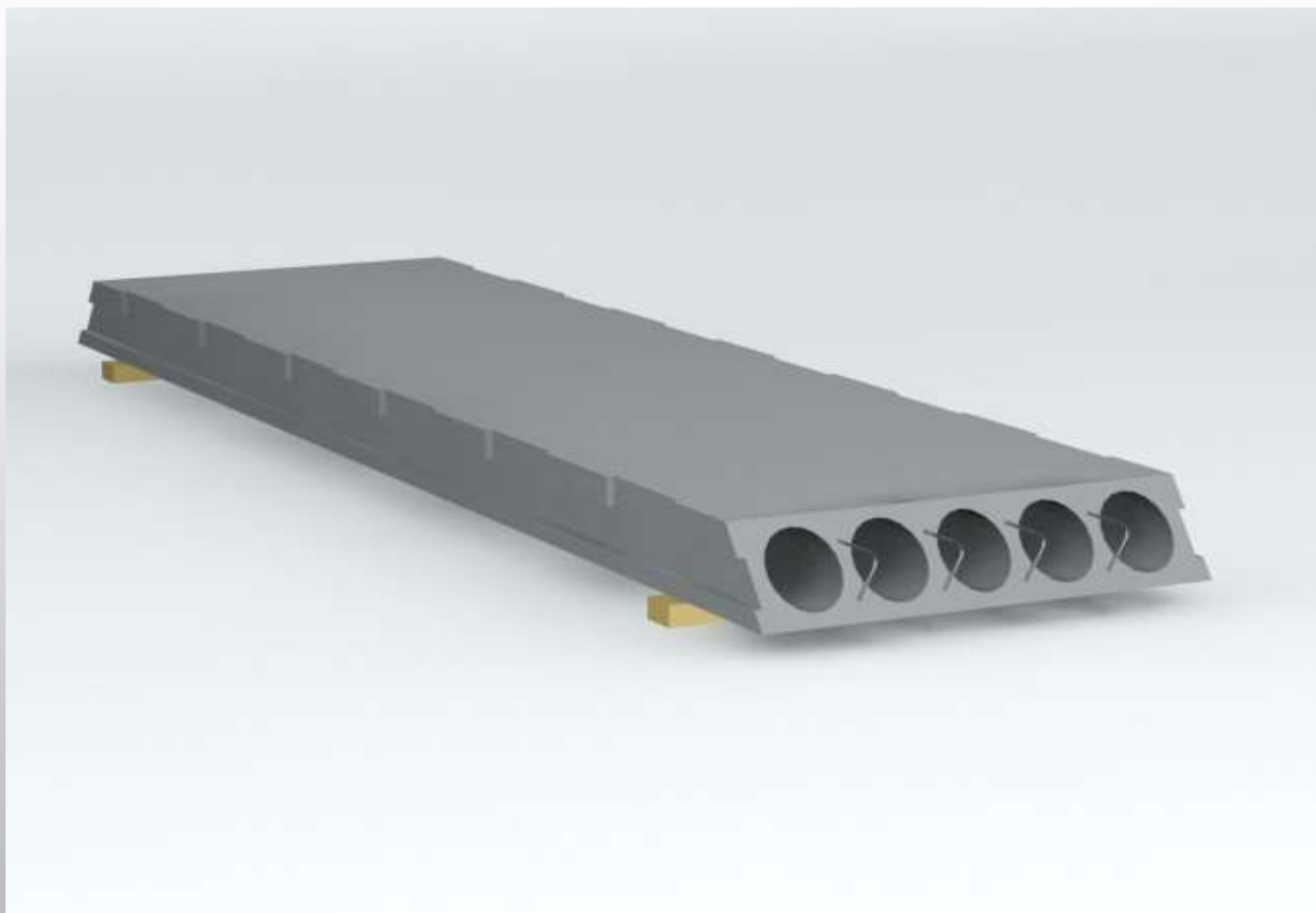
WYDZIAŁ  
BUDOWNICTWA,  
INŻYNIERII ŚRODOWISKA  
I ARCHITEKTURY  
POLITECHNIKI RZESZOWSKIEJ

# KONSTRUKCJE BUDOWLANE - MODELOWANIE KOMPUTEROWE

W1

ZAJĘCIA WPROWADZAJĄCE, KOCEPCYJNY DOBÓR KONSTRUKCJI NOŚNEJ

Ustroje płytowe





## Ustroje płytowe

### Stropy gęstożebrowe

To najpopularniejszy rodzaj stropów stosowanych w domach jednorodzinnych. Zbudowane są z belek (żeber) i pustaków stropowych oraz wieńca i nadbetonu. W odróżnieniu od betonowych stropów płytowo-żebrowych żebra są gęsto rozstawione (co 40 do 80 cm). Belki stropowe mogą być częściowo lub całkowicie prefabrykowane, bądź też wykonywane bezpośrednio na budowie. Nadbeton (płytę betonową) układa się na powierzchni pustaków. Płyta wiąże wszystko w całość, jest stosunkowo cienka (zwykle 3-4 cm grubości).

Płytę i żebra betonuje się na budowie po ułożeniu – wzdłuż projektowanych żeber – pustaków wypełniających strop. Pustaki te, zwane w budowlanej gwarze „garnkami”, mogą być ceramiczne, z betonu zwykłego lub lekkiego (keramzytobetonu, trocinobetonu), z betonu komórkowego, a nawet ze styropianu. Stropy gęstożebrowe mogą mieć różne nazwy, w zależności od użytych do ich budowy pustaków. Największą popularnością cieszą się pustaki ceramiczne Ackerman i betonowe Kontra. Są również pustaki o nazwie Fert, Teriva, Ceram itp.





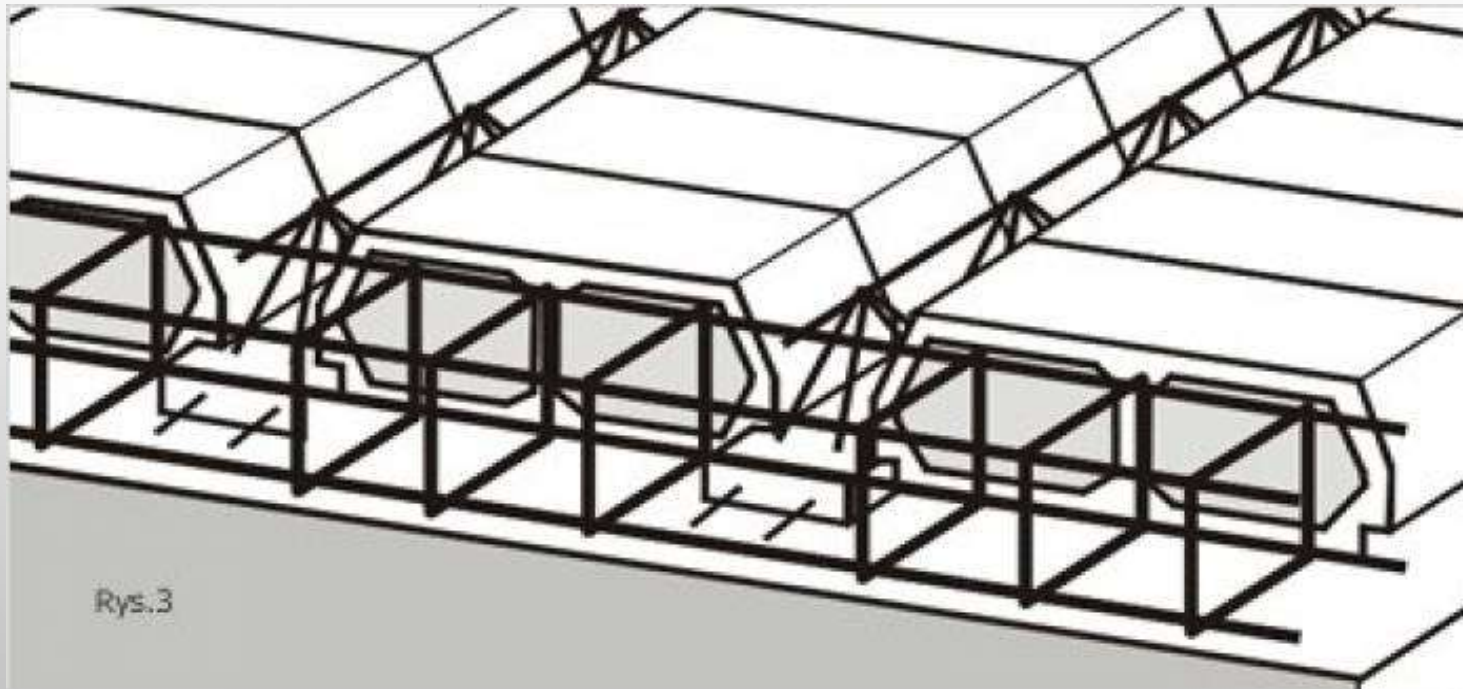
WYDZIAŁ  
BUDOWNICTWA,  
INŻYNIERII ŚRODOWISKA  
I ARCHITEKTURY  
POLITECHNIKI RZESZOWSKIEJ

# KONSTRUKCJE BUDOWLANE - MODELOWANIE KOMPUTEROWE

W1

ZAJĘCIA WPROWADZAJĄCE, KOCEPCYJNY DOBÓR KONSTRUKCJI NOŚNEJ

## Ustroje płytowe



Rozpiętość takich stropów dochodzi do **7,2 m**, a ich wysokość od **19 do 27 cm**



WYDZIAŁ  
BUDOWNICTWA,  
INŻYNIERII ŚRODOWISKA  
I ARCHITEKTURY  
POLITECHNIKI RZESZOWSKIEJ

# KONSTRUKCJE BUDOWLANE - MODELOWANIE KOMPUTEROWE

W1

ZAJĘCIA WPROWADZAJĄCE, KOCEPCYJNY DOBÓR KONSTRUKCJI NOŚNEJ

## Ustroje płytowe

### Stropy płytowe typu filigran

To połączenie stropu żelbetowego ze stropem prefabrykowanym. Składają się z cienkich (5-6 cm) prefabrykowanych płyt betonowych, w których zatopione są kratownice z prętów zbrojeniowych – podobne do tych, jakie stosuje się w częściowo prefabrykowanych belkach stropowych – oraz z betonu ułożonego na tych prefabrykatach na budowie. Grubość warstwy betonowej i zbrojenie dobierane są do rozpiętości i obciążeń stropu tak jak dla płyt monolitycznych.



Płyty produkowane są w wymiarach : szerokość do **2,40m**, długość do **12m**.

## Strop drewniany

Do budowy stropów drewnianych stosuje się drewno sosnowe lub świerkowe, które powinno spełniać kilka podstawowych parametrów wytrzymałościowych: wytrzymałość na ściskanie, zginanie, docisk miejscowy, ścinanie i rozciąganie. Wilgotność tarcicy konstrukcyjnej nie powinna być większa niż 18% dla elementów obudowanych i nie większa niż 23% dla elementów nieobudowanych. Wykonawstwo stropów drewnianych musi uwzględniać ochronę przeciwpożarową. Z punktu widzenia techniki ochrony przeciwpożarowej rozróżniane są dwa rodzaje stropów w budownictwie drewnianym:

- **stropy żebrowe** – stropy w systemie budownictwa drewnianego płytowego, z zamkniętym pokryciem górnym i dolnym na żebrach drewnianych, czyli całkowicie przykrytych belkami drewnianymi.
- **stropy belkowe** – stropy z belek drewnianych, częściowo lub całkowicie odsłoniętych, narażonych na działanie ognia.

Rozpiętość deskowania stropu drewnianego może dochodzić do 2m (przeciętnie 0,6 do 1,2 m), a grubość desek 19 do 38 mm.



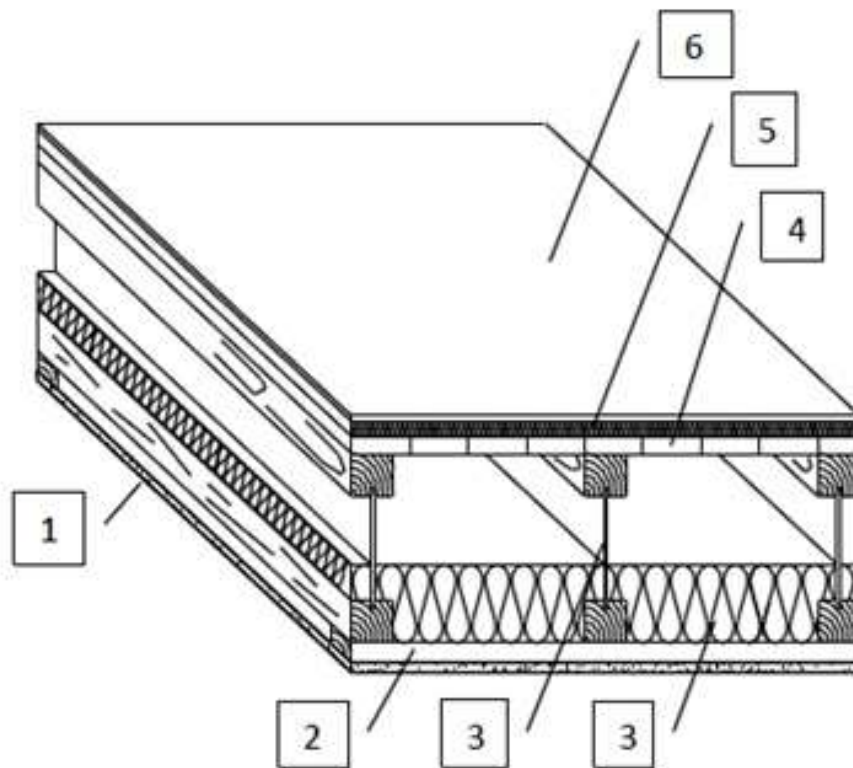
WYDZIAŁ  
BUDOWNICTWA,  
INŻYNIERII ŚRODOWISKA  
I ARCHITEKTURY  
POLITECHNIKI RZESZOWSKIEJ

# KONSTRUKCJE BUDOWLANE - MODELOWANIE KOMPUTEROWE

W1

ZAJĘCIA WPROWADZAJĄCE, KOCEPCYJNY DOBÓR KONSTRUKCJI NOŚNEJ

## Strop drewniany



1. płyta gipsowo- włóknowa  
12,5mm

2. ruszt drewniany 25mm

3. STEICO joist/ STEICO  
flex 240mm

4. płyta OSB 3 12mm

5. płyta STEICO standard  
22mm

6. posadzka 3-7mm

**FOT NA ZAŁ. 2**





## Ustroje belkowe

**STROPY BELKOWE**- funkcję nośną spełniają belki, na których opierają się elementy wypełniające i warstwy wykończeniowe. Belki mogą być drewniane, stalowe lub żelbetowe. Stropy z belkami drewnianymi stosowane są najczęściej w budynkach drewnianych, czasem w murowanych. W stropach z belkami stalowymi stosuje się różne wypełnienia np. w stropie Kleina płytami ceramicznymi z cegły, w stropie odcinkowym elementami sklepienia kolebkowego, w stropie z płytą żelbetową wypełnienie stanowią płyty prefabrykowane lub wylewane. Wypełnienia stropów z belkami żelbetowymi stanowią na ogół prefabrykaty płytowe.







## Ustroje belkowe

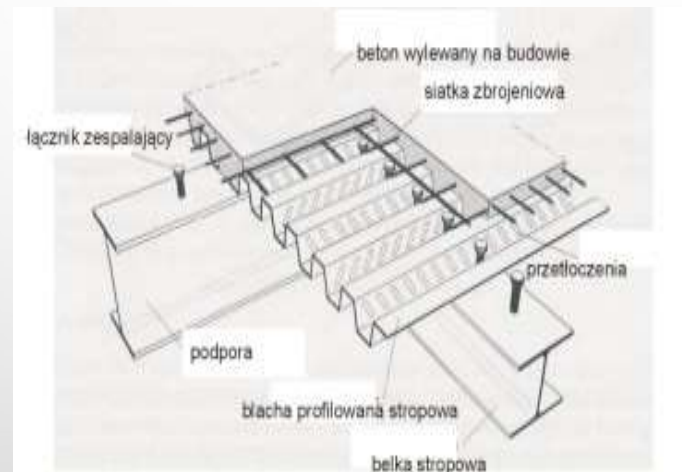
### Belki żelbetowe

W stropach płytowo-żebrowych płyta żelbetowa opiera się na drugorzędnych belkach stropowych (żebdach), a te z kolei na belkach głównych (podciągach). W monolitycznych konstrukcjach belki mają przekroje poprzeczne przeważnie prostokątne rzadziej teowy lub dwuteowy. Belki prefabrykowane mogą mieć inne kształty. Rozpiętości żebrowych stropowych wahają się od 3 do 10 m. przeciętnie **4,5 do 7 m**. Wysokość żelbetowych belek drugorzędnych przyjmuje się w granicach **1/15 – 1/20** rozpiętości.

Belki główne mają najczęściej rozpiętości od **6 do 9 m**, jednak zdarzają się belki o rozpiętości do **18m**. Wysokość konstrukcyjna podciągów jednoprzęsłowych wynosi **1/12 do 1/15** ich rozpiętości teoretycznej. Natomiast w podciągach ciągłych **1/14 – 1/17** rozpiętości pojedynczego przęsła. W silnie obciążonych belkach ich wysokość może osiągać nawet **1/7** ich rozpiętości.

## Ustroje belkowe

### Belki stalowe



Rozpiętość pełnościennych belek stropowych zwykle nie przekracza 6 m (w wyjątkowych przypadkach sięgają do 8 m). Wysokość konstrukcyjna pełnościennych belek stalowych przyjmowana jest w fazie projektowania koncepcyjnego jako:

$$h = \left( \frac{1}{20} \div \frac{1}{25} \right) L_b$$

## Ustroje belkowe

### Belki stalowe

Belki główne są projektowane zazwyczaj jako belki blachownicowe. Maksymalne rozpiętości belek pełnościennych dochodzą do 24m. Wysokość konstrukcyjna pełnościennych blachownic stalowych przyjmowana jest w fazie projektowania koncepcyjnego jako:

- dla belek o schemacie belki swobodnie podpartej, oraz

$$h = \left( \frac{1}{10} \div \frac{1}{16} \right) L_p$$

- dla belek o schemacie belki ciągłej.

$$h = \left( \frac{1}{12} \div \frac{1}{20} \right) L_p$$



WYDZIAŁ  
BUDOWNICTWA,  
INŻYNIERII ŚRODOWISKA  
I ARCHITEKTURY  
POLITECHNIKI RZESZOWSKIEJ

# KONSTRUKCJE BUDOWLANE - MODELOWANIE KOMPUTEROWE

W1

ZAJĘCIA WPROWADZAJĄCE, KOCEPCYJNY DOBÓR KONSTRUKCJI NOŚNEJ

## Ustroje belkowe

Belki drewniane



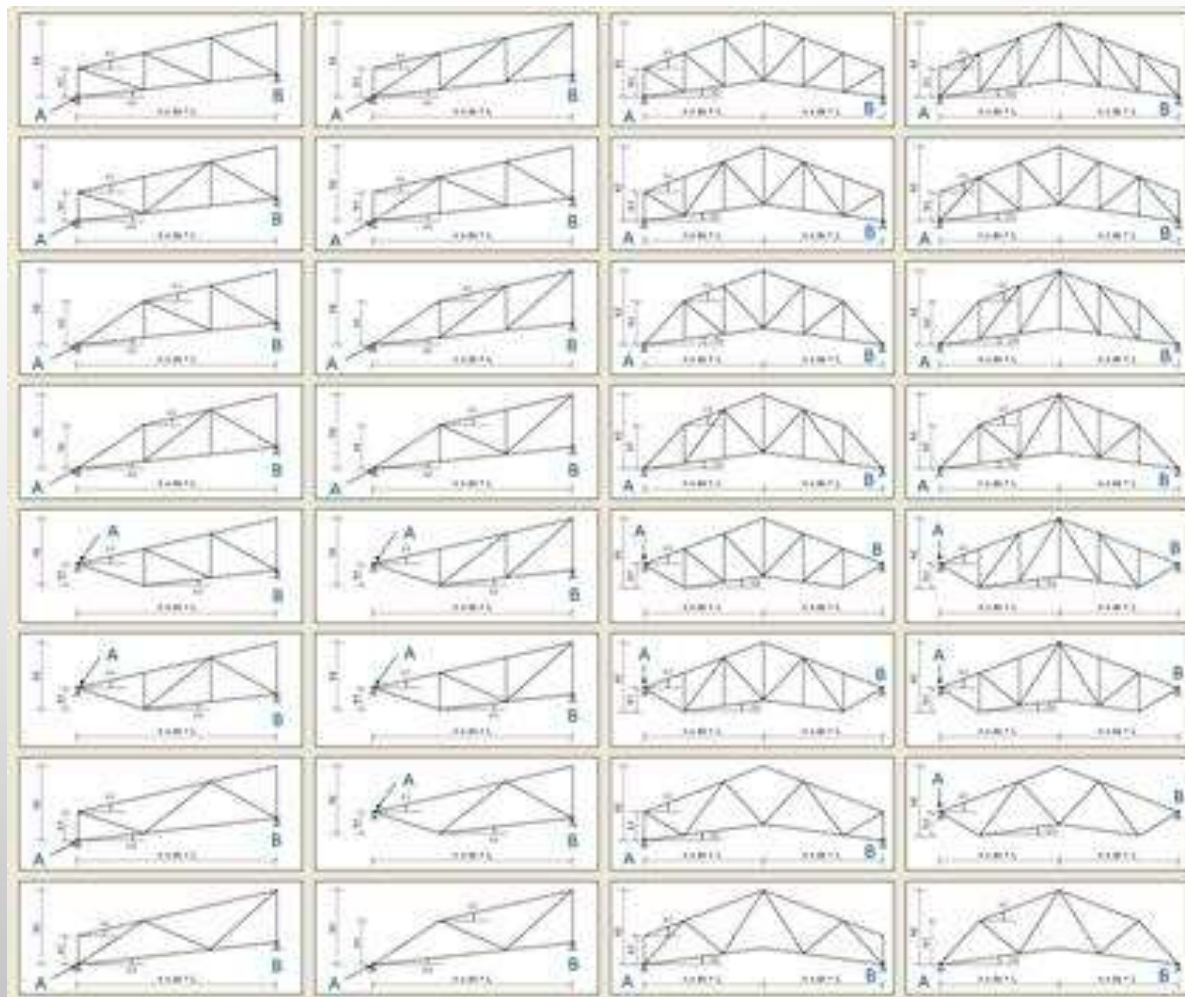
Rozpiętość drewnianych belek stropowych dochodzą do **7,5 m**, a wysokość konstrukcyjna beki

$$h = \left( \frac{1}{20} \div \frac{1}{25} \right) L_b$$

a proporcje wymiarów wynoszą około 5:7.

## Ustroje kratownicowe

Kratownice w stosunku do belek pełnościennych są bardziej ekonomiczne, lżejsze i nadają się do przekryć o większych rozpiętościach. Zazwyczaj wysokość konstrukcyjna kratownic jest większa niż belek pełnościennych o równorzędnej rozpiętości.



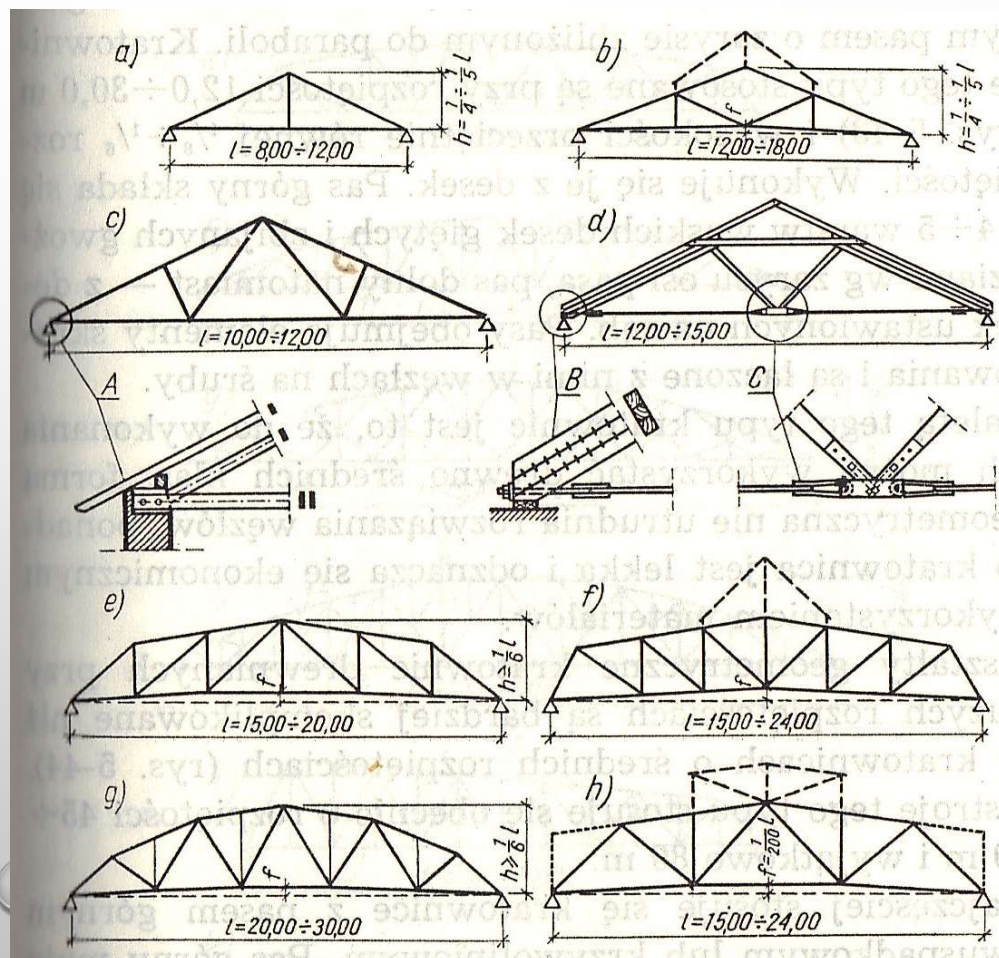


# KONSTRUKCJE BUDOWLANE - MODELOWANIE KOMPUTEROWE

W1

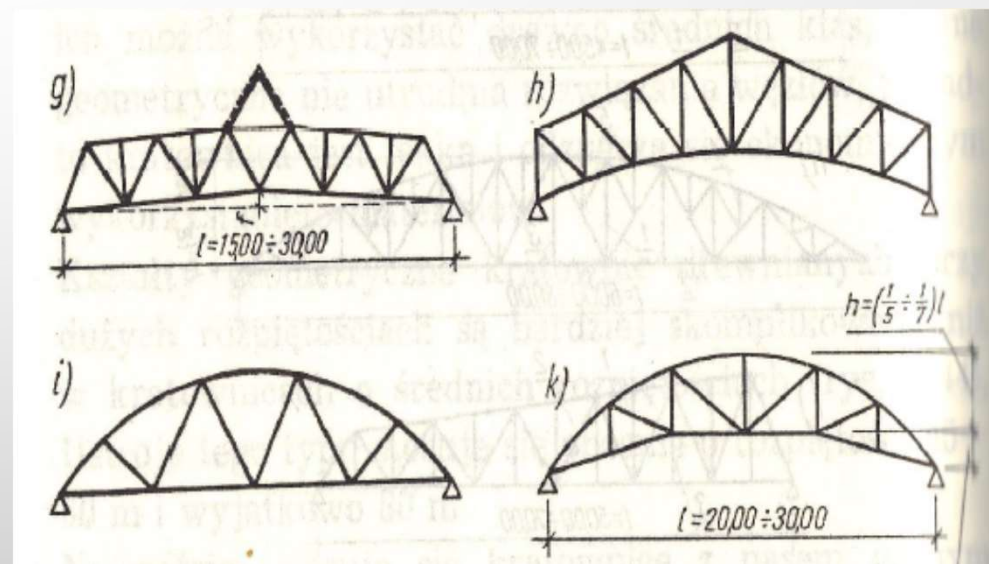
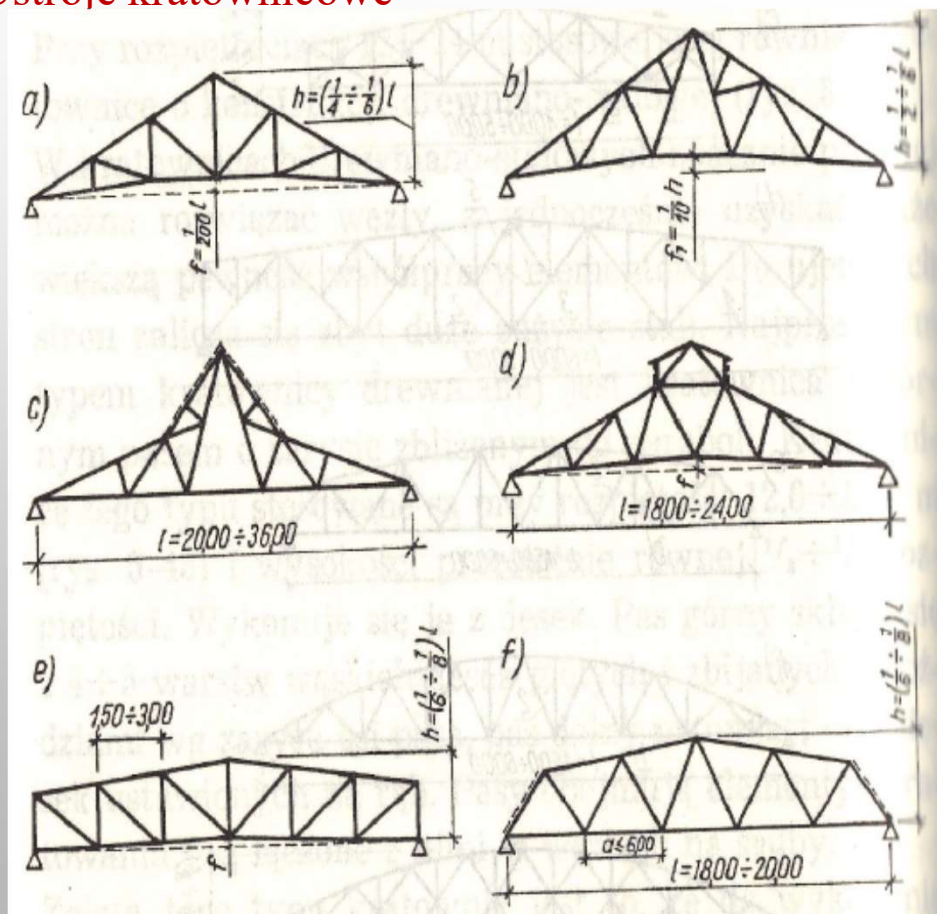
ZAJĘCIA WPROWADZAJĄCE, KOCEPCYJNY DOBÓR KONSTRUKCJI NOŚNEJ

## Ustroje kratownicowe





## Ustroje kratownicowe





WYDZIAŁ  
BUDOWNICTWA,  
INŻYNIERII ŚRODOWISKA  
I ARCHITEKTURY  
POLITECHNIKI RZESZOWSKIEJ

# KONSTRUKCJE BUDOWLANE - MODELOWANIE KOMPUTEROWE

W1

ZAJĘCIA WPROWADZAJĄCE, KOCEPCYJNY DOBÓR KONSTRUKCJI NOŚNEJ

## Ustroje kratownicowe

Wiązary kratowe są podstawowym elementem konstrukcji dachu. Z wyglądu przypominają trójkąt. Jego podstawa (pas dolny) stanowi konstrukcję stropu, zaś ramiona (pas górny) - połączyć dachową. Od ramion wiażara zależy kąt nachylenia dachu. Przestrzeń między pasem dolnym a górnym wypełniają krzyżulce i słupki. W zależności od stopnia obciążenia odpowiednio się je zagęszcza, gdyż one stanowią usztywnienie ramy wiażara. Połączeniem na wszystkich węzłach wiażara jest płytka kolczasta (element łączny), która pod jednym naciskiem wysokotonowej prasy jest wtłaczana w stykające się doczołowo odpowiednio docięte kawałki drewna. Płytki kolczaste wprasowywane są po obu stronach wiażara na przeciwległe do siebie. Węzły wiażara nie są przypadkowe, wyznaczają je bardzo dokładne obliczenia inżynierskie. Wiażary wykonywane są metodą przemysłową z tarcicy iglastej suszonej komorowo.





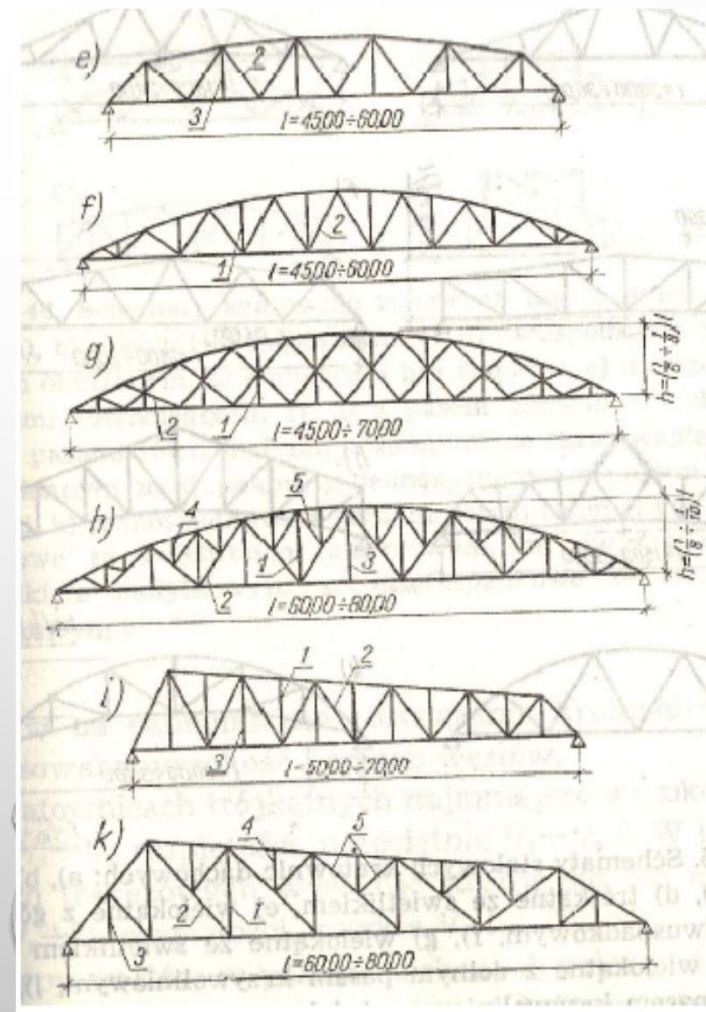
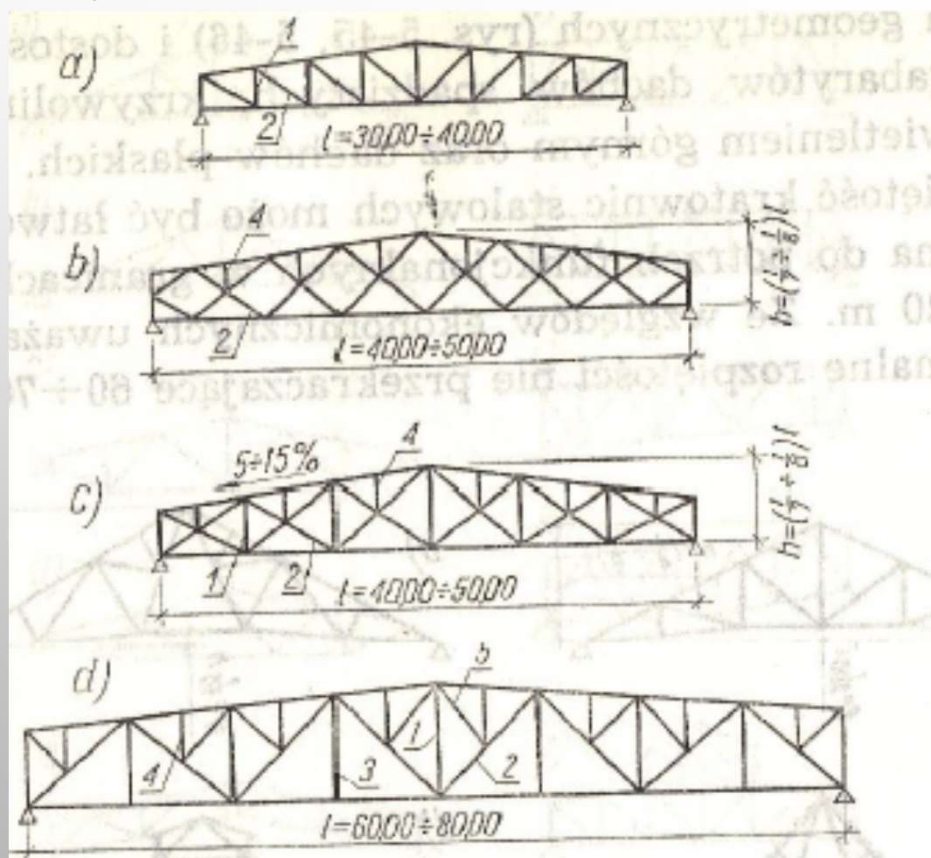
WYDZIAŁ  
BUDOWNICTWA,  
INŻYNIERII ŚRODOWISKA  
I ARCHITEKTURY  
POLITECHNIKI RZESZOWSKIEJ

# KONSTRUKCJE BUDOWLANE - MODELOWANIE KOMPUTEROWE

W1

ZAJĘCIA WPROWADZAJĄCE, KOCEPCYJNY DOBÓR KONSTRUKCJI NOŚNEJ

## Ustroje kratownicowe







## Ustroje łukowe

Ze względu na kształt konstrukcje łukowe dzielą się na kołowe, paraboliczne i o zmiennej krzywiznie, a z uwagi na wyniosłość o małej i dużej strzałce.

O tym czy dana konstrukcja jest łukiem nie decyduje kształt, lecz to jak jest zamocowana przy podporach. Jeśli są one przesuwne konstrukcja jest jedynie belką o osi zakrzywionej, natomiast jeżeli są sztywne, pojawia się reakcja pozioma (rozpór) i całość pracuje tylko na ściskanie przy minimalnych momentach zginających.

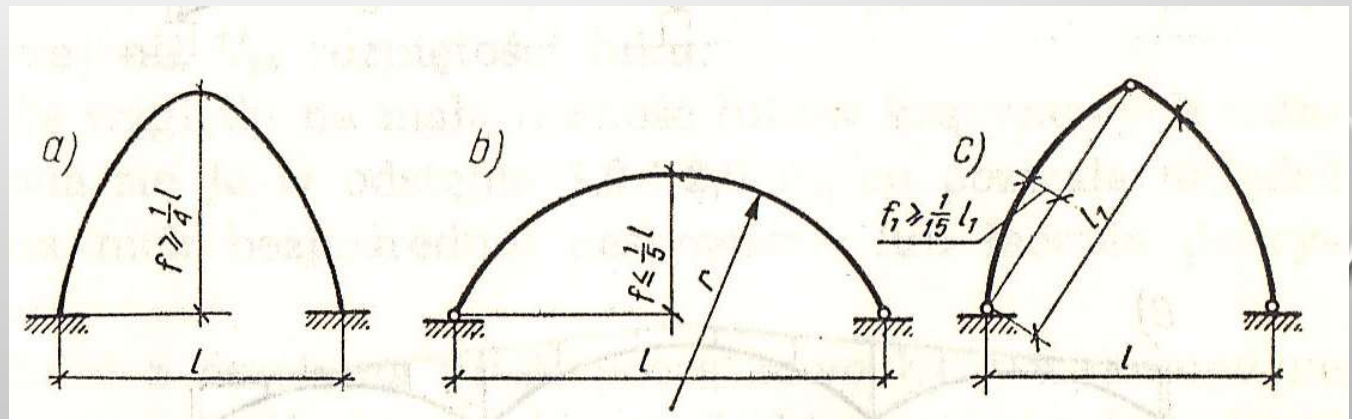
Geometrycznie charakterystykę łuku określa jego wyniosłość

gdy  $\frac{f}{l} \leq 1/5$

- łuk określamy jako spłaszczony,

gdy  $\frac{f}{l} \geq 1/4$

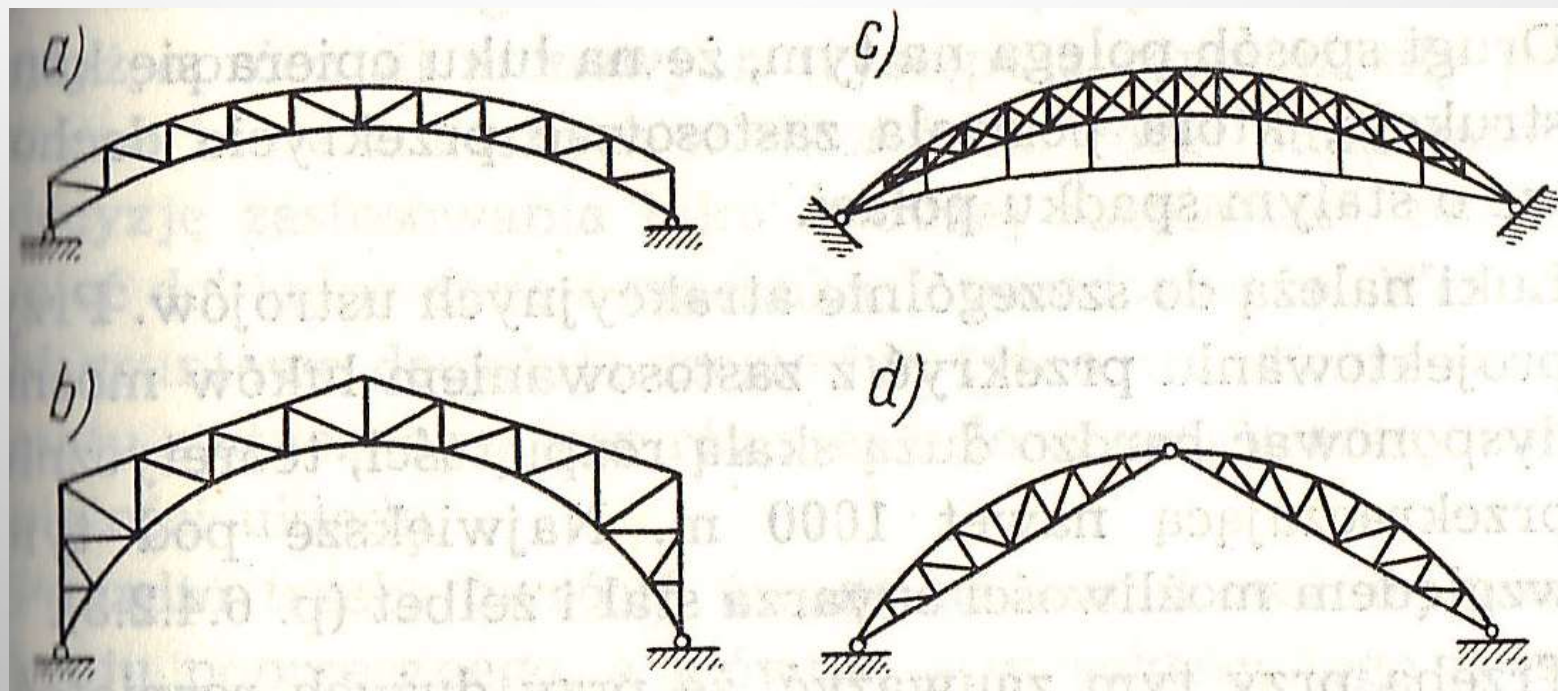
- łuk określamy jako wyniosły,





## Ustroje łukowe

Wysokość konstrukcyjna przekroju łuków stalowych jest uzależniona od jego konstrukcji i wynosi dla konstrukcji pełnościennych  $1/50 - 1/80$ , a w przypadku łuków kratowych  $1/30 - 1/60$ . W łukach drewnianych wysokość przekroju wynosi odpowiednio dla konstrukcji pełnościennych  $1/25 - 1/40$ , a w przypadku łuków kratowych  $1/20 - 1/30$ .





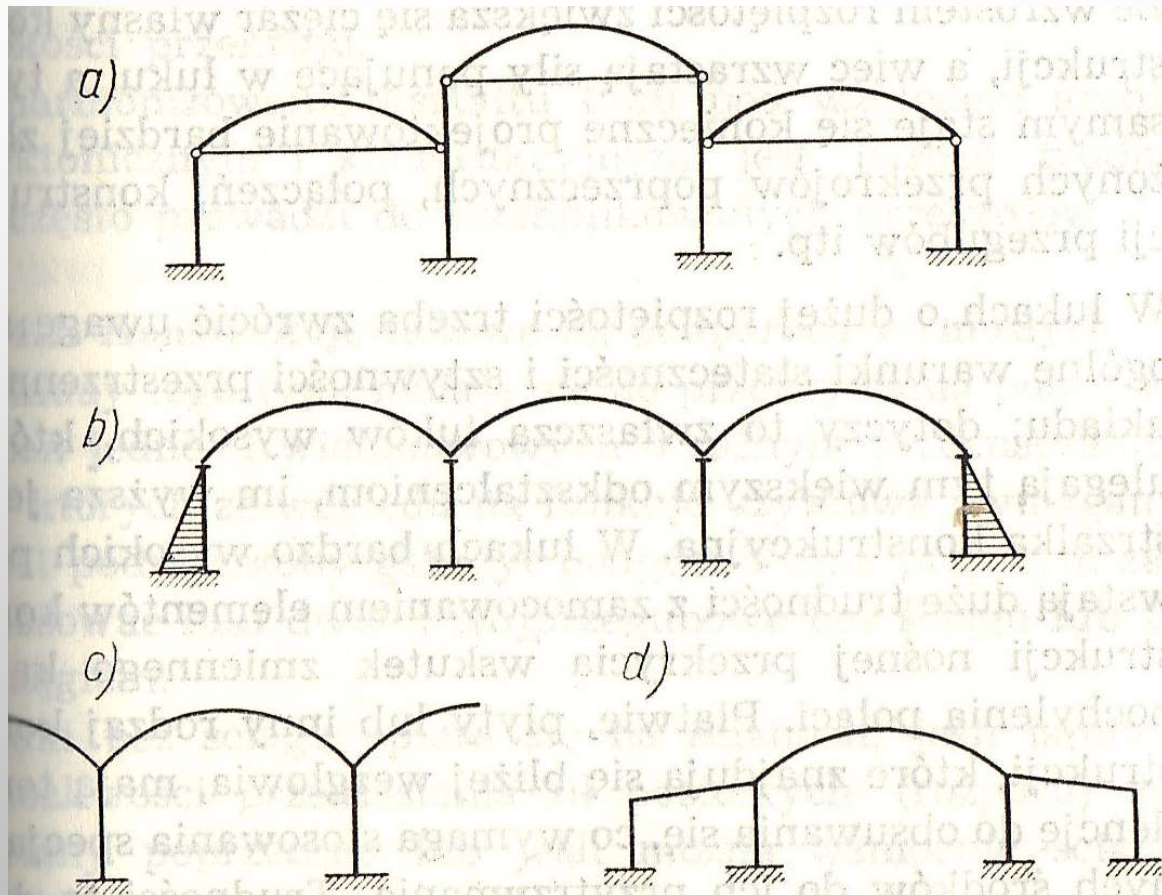
WYDZIAŁ  
BUDOWNICTWA,  
INŻYNIERII ŚRODOWISKA  
I ARCHITEKTURY  
POLITECHNIKI RZESZOWSKIEJ

# KONSTRUKCJE BUDOWLANE - MODELOWANIE KOMPUTEROWE

W1

ZAJĘCIA WPROWADZAJĄCE, KOCEPCYJNY DOBÓR KONSTRUKCJI NOŚNEJ

## Ustroje łukowe





## Ustroje przekryć z dźwigarów powierzchniowych

**Dźwigary powierzchniowe** – konstrukcje, w których jeden z wymiarów (grubość) jest znacznie mniejszy niż pozostałe. Ich powierzchnia środkowa (powierzchnia dzieląca grubość powłoki na dwie połowy) może być płaska lub pojedynczo, bądź podwójnie zakrzywiona.

*Rodzaje dźwigarów powierzchniowych:*

**Tarcze** – płaski element, w którym siły występują równoległe do płaszczyzny środkowej.

**Powłoki cienkościenne** – ustroje budowlane o pojedynczo lub podwójnie zakrzywionej płaszczyźnie środkowej. Przenoszą obciążenie na podpory za pomocą sił wewnętrznych, działających równoległe do powierzchni środkowej w postaci sił błonowych. Nie ma zginania, a stan ten nazywamy błonowym lub bezmomentowym.

Warunki wystąpienia stanu błonowego: grubość powłoki jest mała w stosunku do pozostałych wymiarów i nie zmienia się skokami, powierzchnia środkowa jest zakrzywiona w sposób ciągły, obciążenia są rozłożone w sposób ciągły, na brzegach w miejscach podparcia siły są skierowane stycznie do powierzchni środkowej.

W miejscach podparcia często występuje zaburzenie stanu błonowego, i oprócz sił błonowych występują naprężenia normalne od zginania. W kształtowaniu powłok należy wyeliminować siły rozciągające. Jeżeli w ustroju będą występowały wyłącznie naprężenia ściskające, będą mogły być przenoszone przez element żelbetowy

*Typy powłok:* – cylindryczne, tarczownicowe, kuliste, o podwójnej krzywiznie (paraboloida eliptyczna i hiperboliczna), przekrycia wiszące.





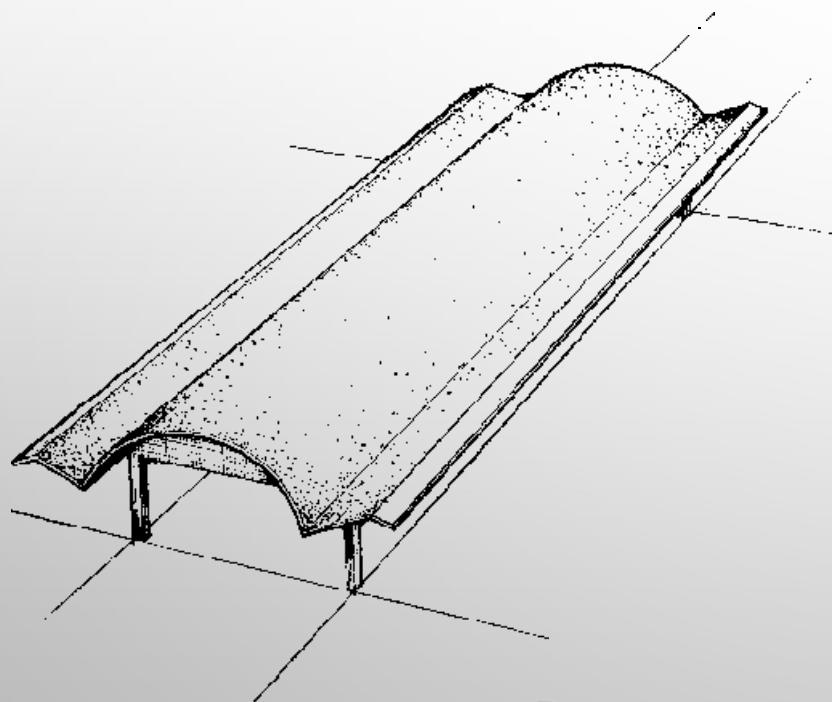
WYDZIAŁ  
BUDOWNICTWA,  
INŻYNIERII ŚRODOWISKA  
I ARCHITEKTURY  
POLITECHNIKI RZESZOWSKIEJ

# KONSTRUKCJE BUDOWLANE - MODELOWANIE KOMPUTEROWE

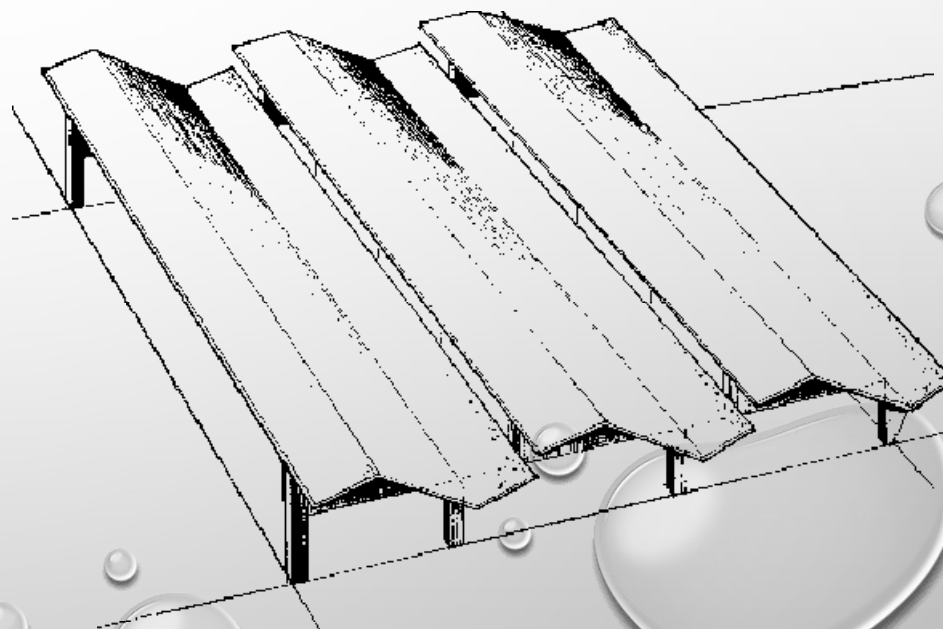
W1

ZAJĘCIA WPROWADZAJĄCE, KOCEPCYJNY DOBÓR KONSTRUKCJI NOŚNEJ

Ustroje przekryć z dźwigarów powierzchniowych



Powłoka walcowa



Powłoka tarczownicowa



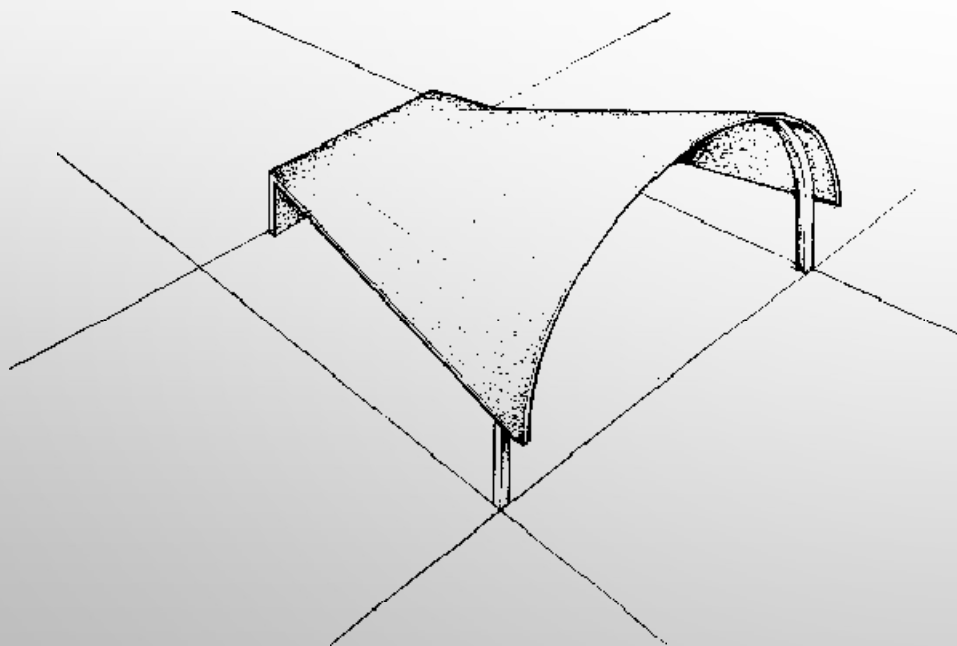
WYDZIAŁ  
BUDOWNICTWA,  
INŻYNIERII ŚRODOWISKA  
I ARCHITEKTURY  
POLITECHNIKI RZESZOWSKIEJ

# KONSTRUKCJE BUDOWLANE - MODELOWANIE KOMPUTEROWE

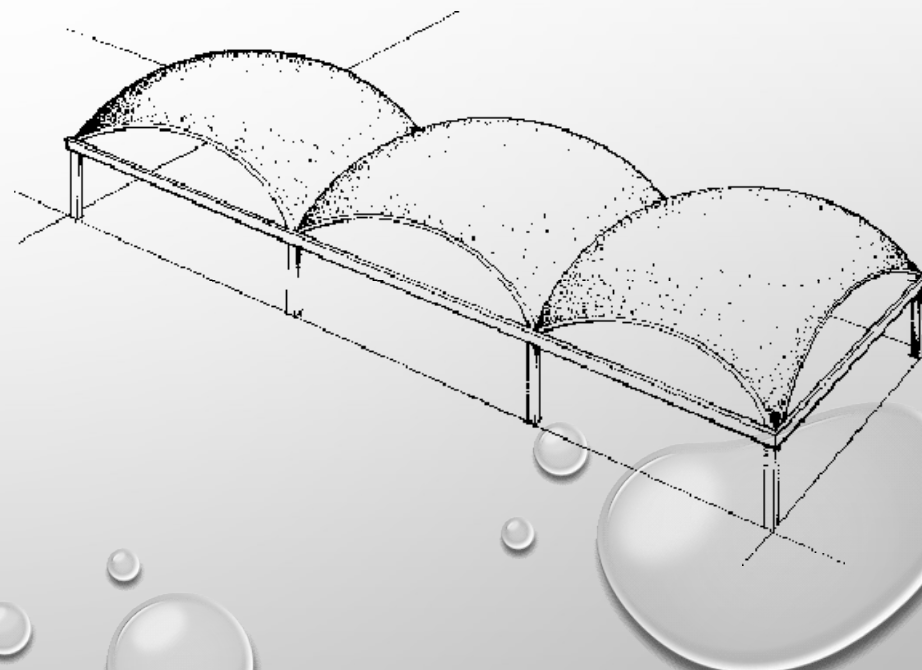
W1

ZAJĘCIA WPROWADZAJĄCE, KOCEPCYJNY DOBÓR KONSTRUKCJI NOŚNEJ

Ustroje przekryć z dźwigarów powierzchniowych



Powłoka konoidalna



Powłoka kulista



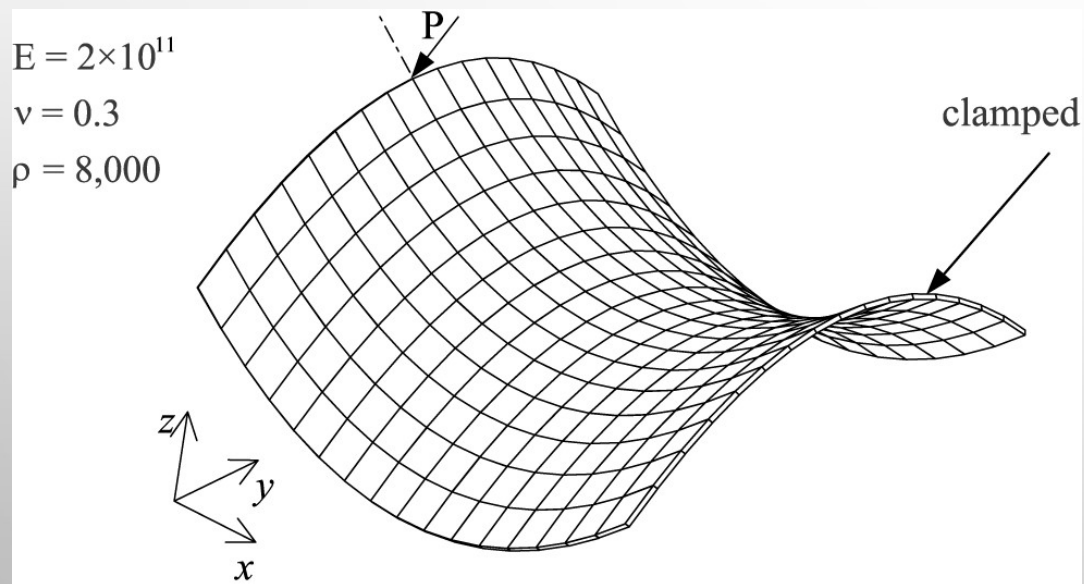
WYDZIAŁ  
BUDOWNICTWA,  
INŻYNIERII ŚRODOWISKA  
I ARCHITEKTURY  
POLITECHNIKI RZESZOWSKIEJ

# KONSTRUKCJE BUDOWLANE - MODELOWANIE KOMPUTEROWE

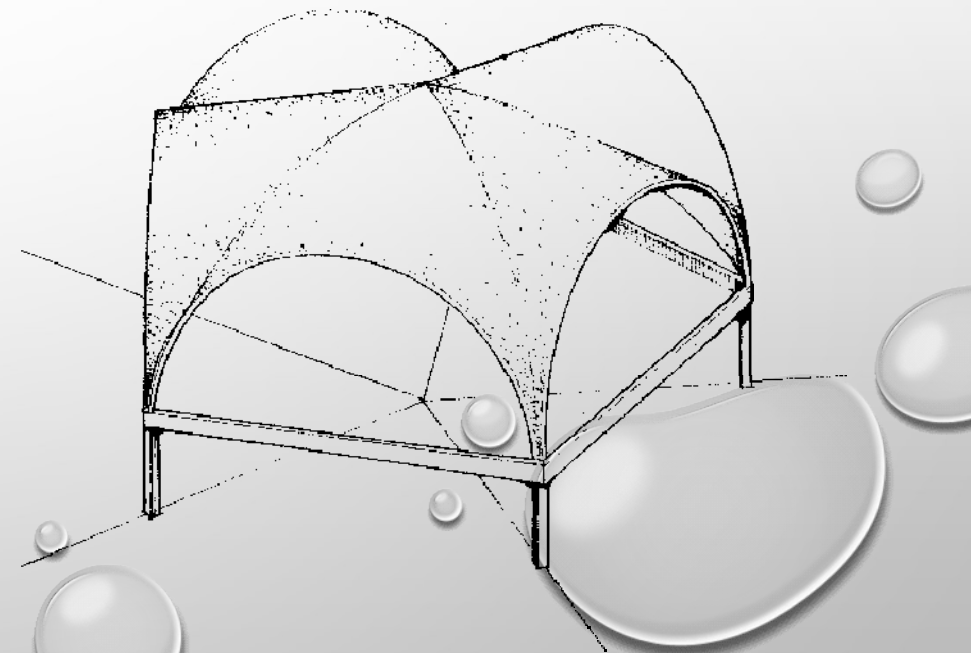
W1

ZAJĘCIA WPROWADZAJĄCE, KOCEPCYJNY DOBÓR KONSTRUKCJI NOŚNEJ

## Ustroje przekryć z dźwigarów powierzchniowych



Powłoka dwukrzywiznowa (paraboloida hiperboliczna)



Powłoka złożona



WYDZIAŁ  
BUDOWNICTWA,  
INŻYNIERII ŚRODOWISKA  
I ARCHITEKTURY  
POLITECHNIKI RZESZOWSKIEJ

# KONSTRUKCJE BUDOWLANE - MODELOWANIE KOMPUTEROWE

W1

ZAJĘCIA WPROWADZAJĄCE, KOCEPCYJNY DOBÓR KONSTRUKCJI NOŚNEJ

## Ustroje przekryć z dźwigarów powierzchniowych

Do najbardziej rozpowszechnionych dźwigarów powierzchniowych należą cienkościenne powłoki żelbetowe. Powłoki te łączą w sobie funkcję konstrukcji nośnej i zarazem pokrycia.

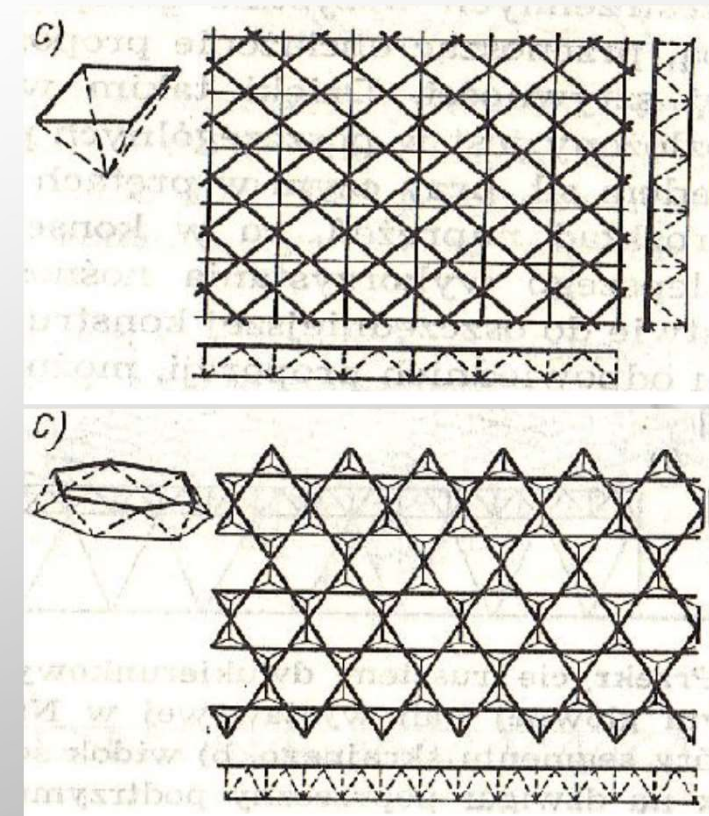
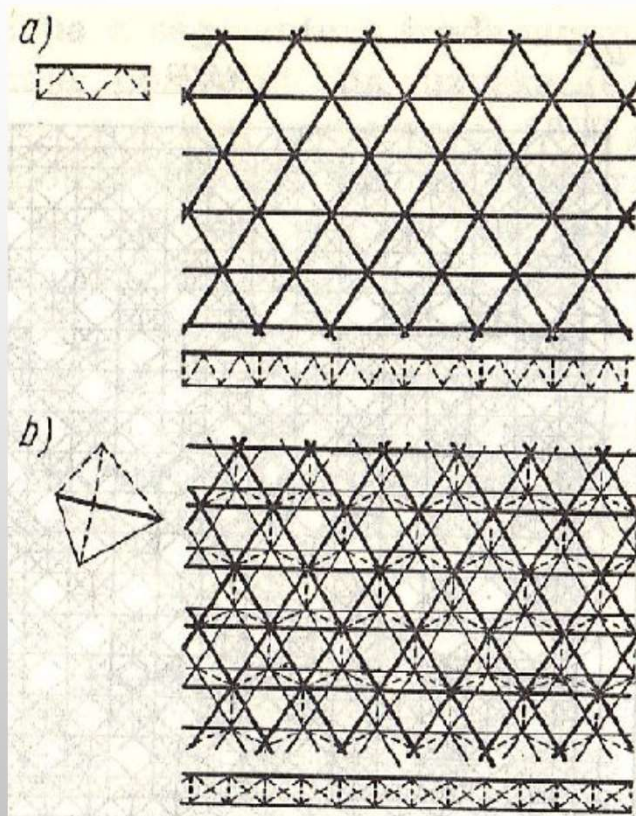
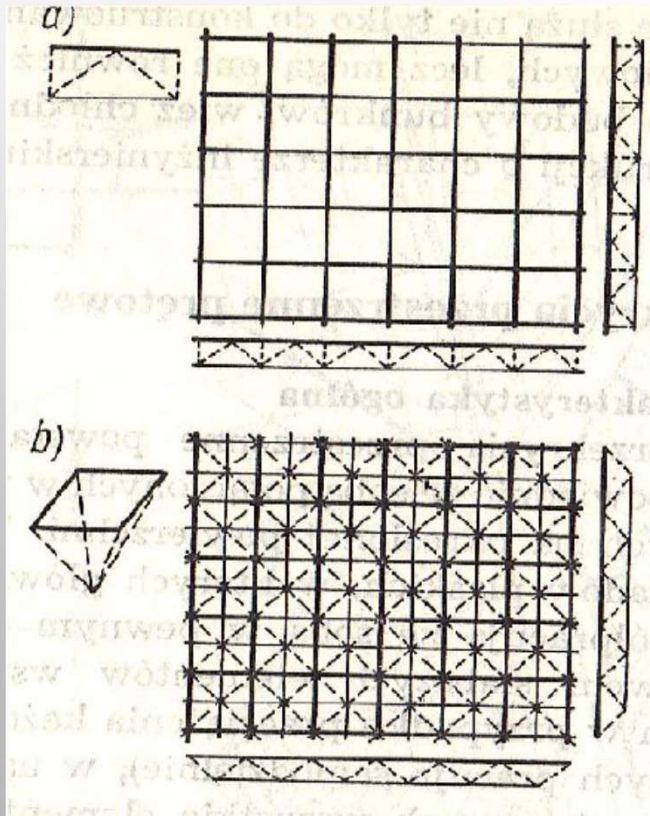
Grubość cienkościennych powłok wynosi przeciętnie  $1/500 - 1/750$  a niekiedy nawet  $1/1000$  ich rozpiętości, co powoduje, że są dużo cieńsze a tym samym znacznie lżejsze niż tradycyjne sklepienia.





## Ustroje przekryć strukturalnych

Prętowe przekrycia strukturalne powstają z odpowiednio ze sobą połączonych prętów, które tworzą sztywną konstrukcję.







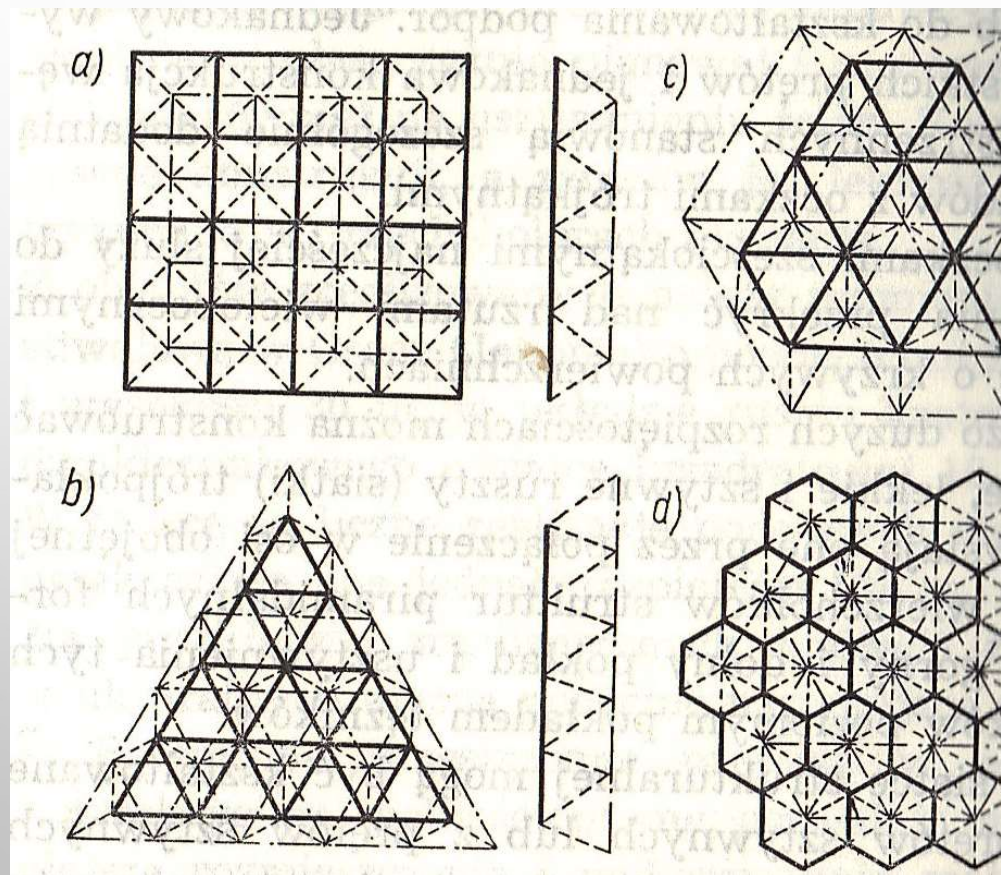
WYDZIAŁ  
BUDOWNICTWA,  
INŻYNIERII ŚRODOWISKA  
I ARCHITEKTURY  
POLITECHNIKI RZESZOWSKIEJ

# KONSTRUKCJE BUDOWLANE - MODELOWANIE KOMPUTEROWE

W1

ZAJĘCIA WPROWADZAJĄCE, KOCEPCYJNY DOBÓR KONSTRUKCJI NOŚNEJ

## Ustroje przekryć strukturalnych





WYDZIAŁ  
BUDOWNICTWA,  
INŻYNIERII ŚRODOWISKA  
I ARCHITEKTURY  
POLITECHNIKI RZESZOWSKIEJ

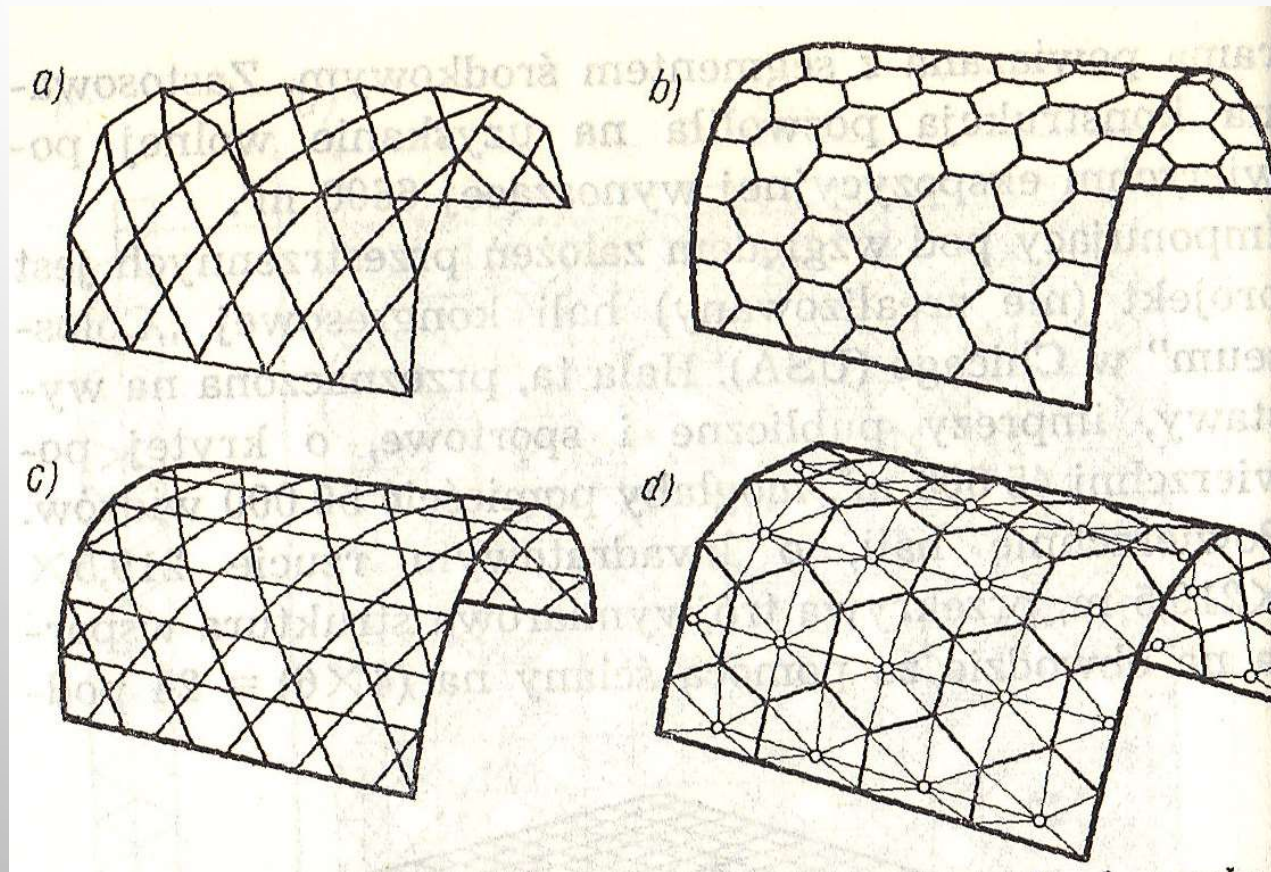
# KONSTRUKCJE BUDOWLANE - MODELOWANIE KOMPUTEROWE

W1

ZAJĘCIA WPROWADZAJĄCE, KOCEPCYJNY DOBÓR KONSTRUKCJI NOŚNEJ

## Ustroje przekryć strukturalnych

Sklepienia prętowe







WYDZIAŁ  
BUDOWNICTWA,  
INŻYNIERII ŚRODOWISKA  
I ARCHITEKTURY  
POLITECHNIKI RZESZOWSKIEJ

# KONSTRUKCJE BUDOWLANE - MODELOWANIE KOMPUTEROWE W1

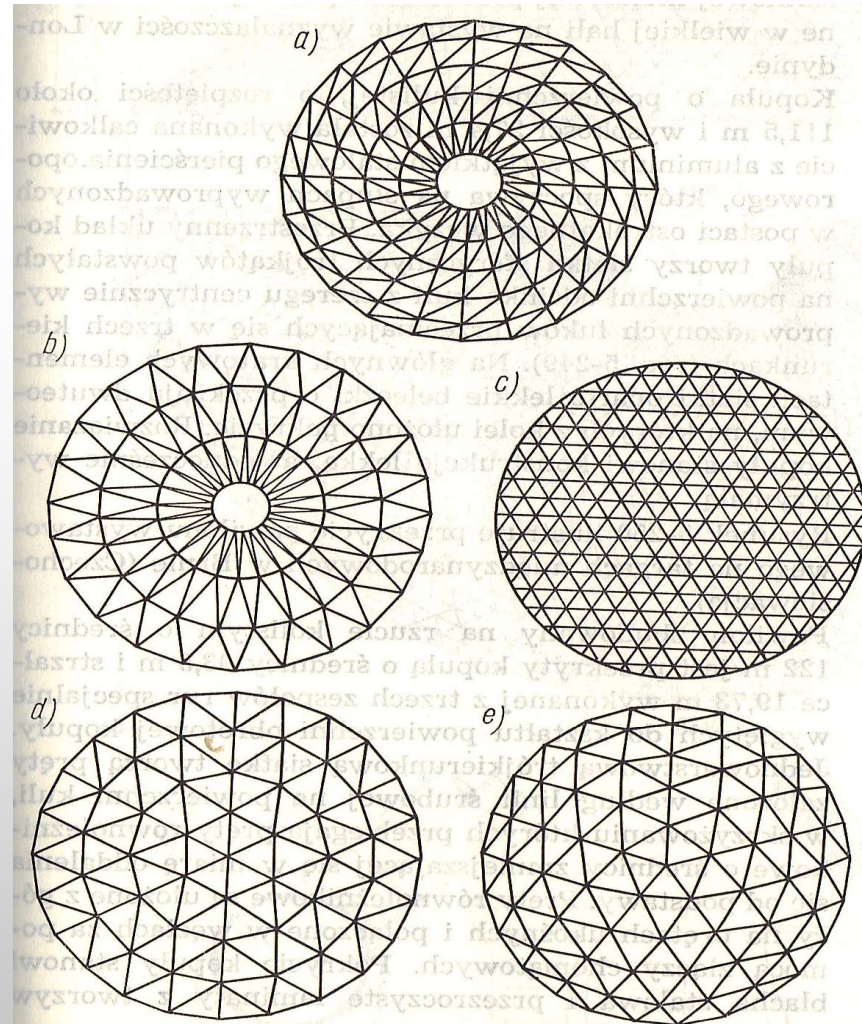
## ZAJĘCIA WPROWADZAJĄCE, KOCEPCYJNY DOBÓR KONSTRUKCJI NOŚNEJ

### Ustroje przekryć strukturalnych

Kopuły siatkowe:

- a) Szwedlera,
- b) gwiazdzista,
- c) trójkierunkowa,
- d) lamelowska,
- e) geodezyjna

Wysokość konstrukcji przekrycia strukturalnego wynosi **1/100-1/200** ich rozpiętości. Długość krzyżulców najczęściej wynosi **1,5 – 2m**, a to warunkuje oczka siatek.







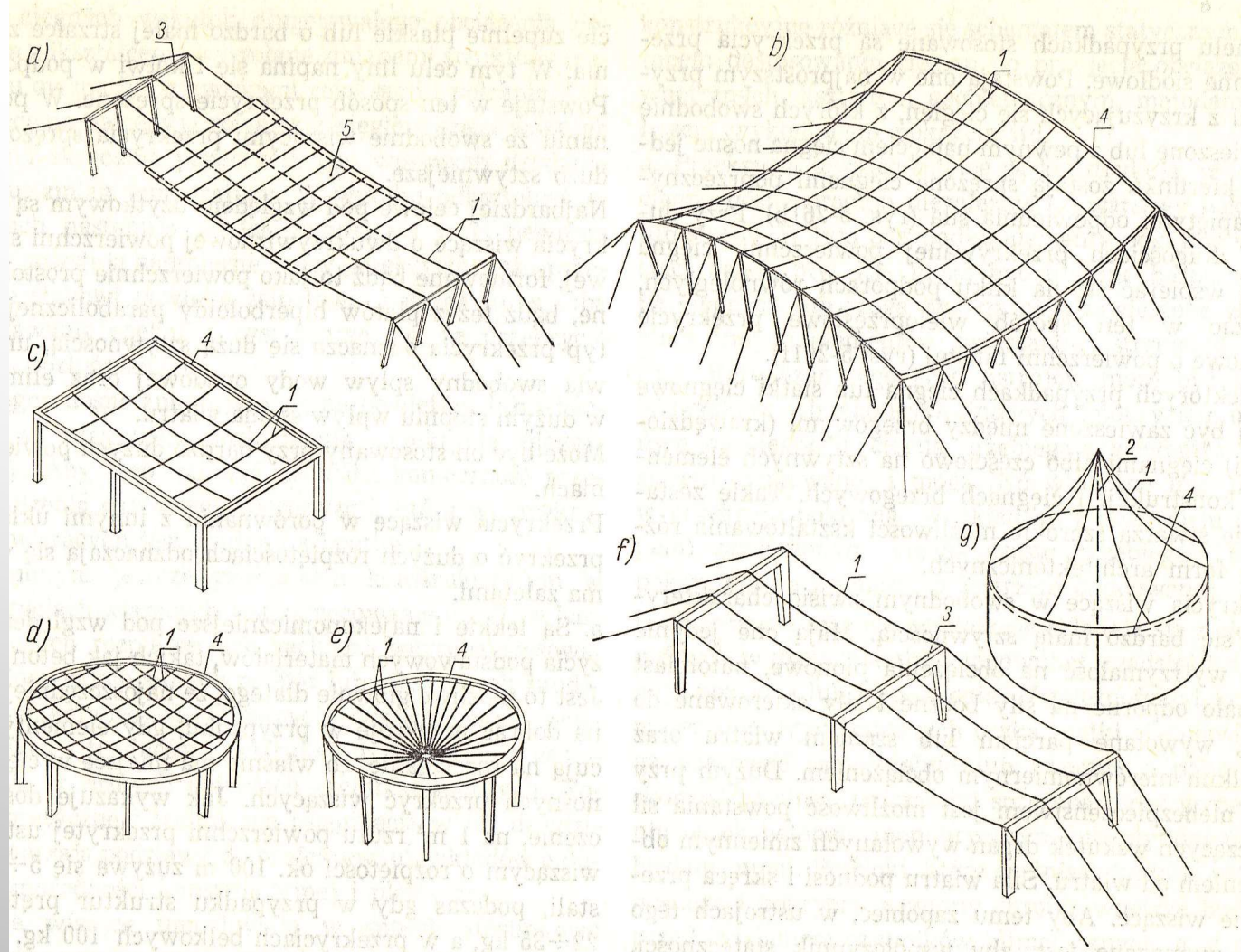
# KONSTRUKCJE BUDOWLANE - MODELOWANIE KOMPUTEROWE

W1

## ZAJĘCIA WPROWADZAJĄCE, KOCEPCYJNY DOBÓR KONSTRUKCJI NOŚNEJ

### Ustroje przekryć wiszących

Elementami nośnymi konstrukcji wiszących są rozciągnięte między podporami cięgna nośne. Ze względu na niewielkie wymiary cięgna mogą być wykonane z materiałów o wysokiej wytrzymałości 1,3 – 2,5 GPa. Umożliwia to przekrycie konstrukcji o rozpiętości nawet do 500m.





# KONSTRUKCJE BUDOWLANE - MODELOWANIE KOMPUTEROWE

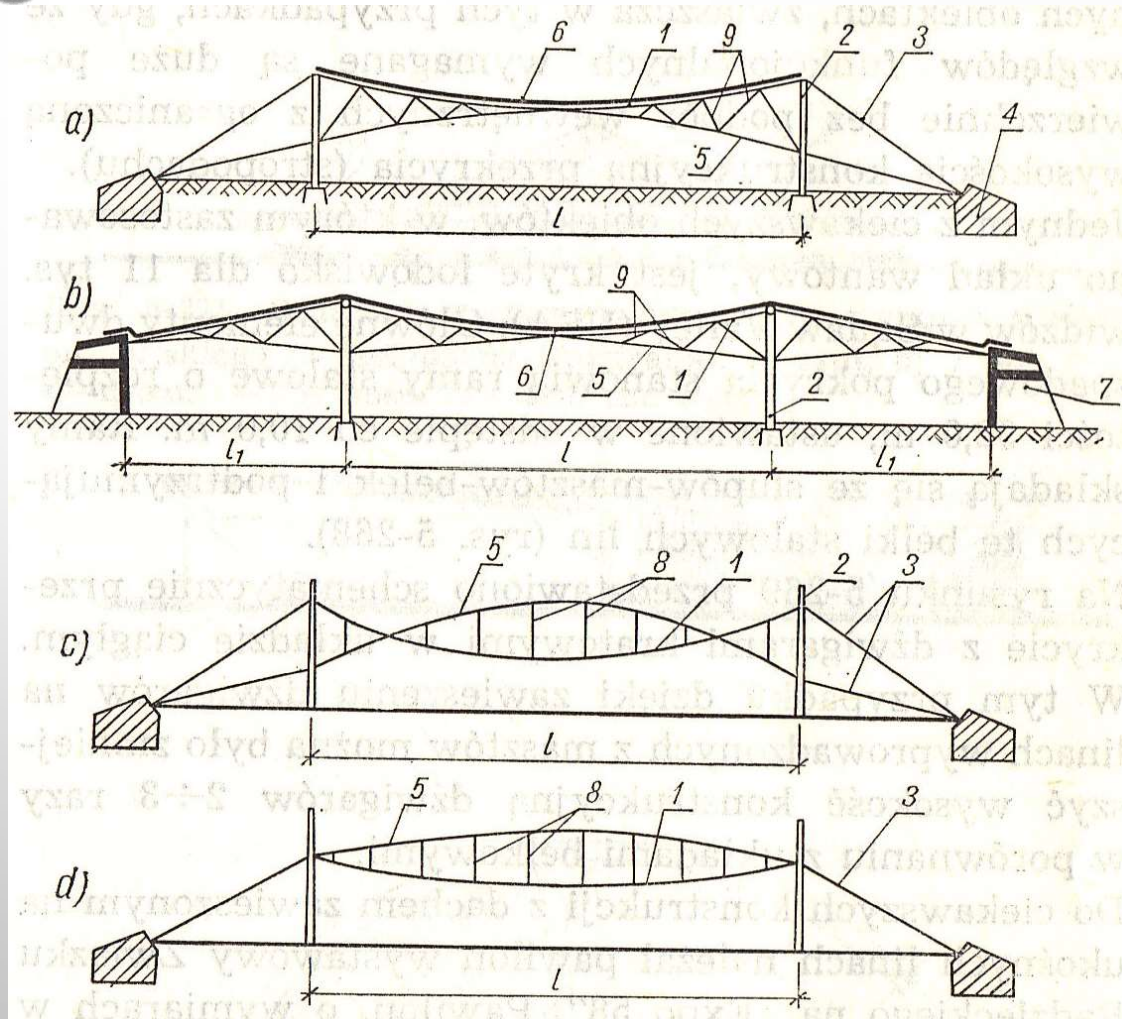
W1

## ZAJĘCIA WPROWADZAJĄCE, KOCEPCYJNY DOBÓR KONSTRUKCJI NOŚNEJ

### Ustroje przekryć wiszących

Ze względu na znaczne ssanie wiatru, konstrukcję pokrycia przyjmuje się o ciężarze  $0,8 - 1,2 \text{ kN/m}^2$ , co odpowiada grubości pokrycia **4-6 cm**.

Wysokość konstrukcyjna wiązarów cięgnowych waha się w granicach **1/10-1/14** rozpiętości, co wymaga dosyć wysokich pylonów.





## Słupy

Słupy są elementami przenoszącymi obciążenia z konstrukcji i sprowadza je na fundamenty. Przeważnie są elementami pionowymi, rzadziej ukośnymi. Słupy obciążone są głównie osiową siłą ściskającą, jednak przy niektórych schematach obciążenia mogą być rozciągane niewielką siłą. W konstrukcjach ramowych słupy obciążone są również momentem zginającym.

O nośności słupów w dużej mierze decyduje stateczność, gdyż utrudnione jest ich stężenie.

Poprzeczny przekrój słupów zależy od ich wysokości i waha się w granicach:

$$b = \left( \frac{1}{10} \div \frac{1}{16} \right) h \text{ - dla mocno obciążonych słupów żelbetowych,}$$

$$b = \left( \frac{1}{14} \div \frac{1}{20} \right) h \text{ - dla słabo obciążonych słupów żelbetowych,}$$

$$b = \left( \frac{1}{15} \div \frac{1}{20} \right) h \text{ - dla mocno obciążonych słupów stalowych,}$$

$$b = \left( \frac{1}{18} \div \frac{1}{25} \right) h \text{ - dla słabo obciążonych słupów stalowych,}$$

gdzie  $h$  jest wysokością słupa ponad rozpatrywanym przekrojem



WYDZIAŁ  
BUDOWNICTWA,  
INŻYNIERII ŚRODOWISKA  
I ARCHITEKTURY  
POLITECHNIKI RZESZOWSKIEJ

# KONSTRUKCJE BUDOWLANE - MODELOWANIE KOMPUTEROWE

W1

ZAJĘCIA WPROWADZAJĄCE, KOCEPCYJNY DOBÓR KONSTRUKCJI NOŚNEJ

Słupy







WYDZIAŁ  
BUDOWNICTWA,  
INŻYNIERII ŚRODOWISKA  
I ARCHITEKTURY  
POLITECHNIKI RZESZOWSKIEJ

# KONSTRUKCJE BUDOWLANE - MODELOWANIE KOMPUTEROWE

W1

ZAJĘCIA WPROWADZAJĄCE, KOCEPCYJNY DOBÓR KONSTRUKCJI NOŚNEJ

Słupy

