

Konstrukcje metalowe II

Wykład VI

Przekrycia dużych rozpiętości

Spis treści

Wprowadzenie → #t / 3

Hale stalowe → # t / 7

Przekrycia dużych rozpiętości → # t / 39

Przykłady → # t / 75

Zagadnienia egzaminacyjne → # t / 94

Wprowadzenie

Rys: syrek.com.pl



Rys: tatasteelurope.com

Odległość między słupami dla budynków biurowych i mieszkalnych to około 10 m.

Odległości między słupami hal dochodzą do 40-50.



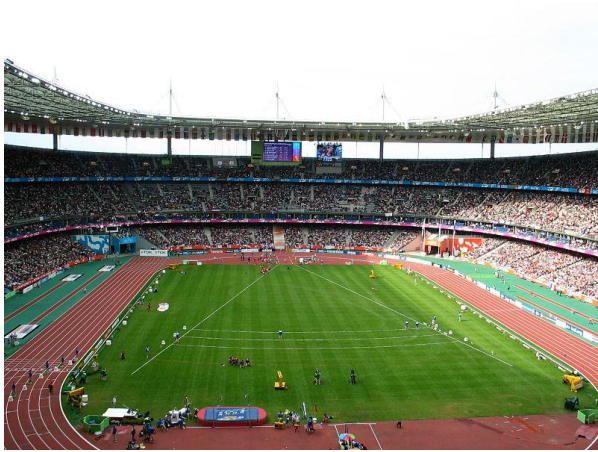
Rys: metroland.com.au



Rys: ocmer.com.p



Rys: traskostal.pl



Rys: wikipedia

Rys: holland.com



Czasami jednak potrzebujemy przestrzeni ponad 100 m między podporami dachu...

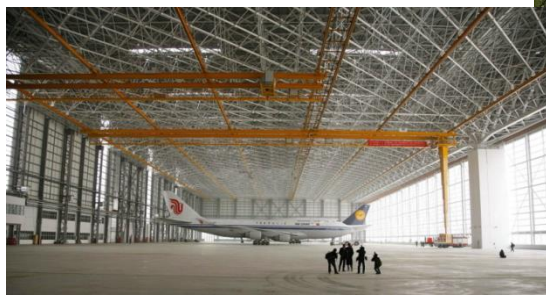


Rys: wikipedia

...i ponad 1000 m w przypadku innych konstrukcji.

Konstrukcje dużych rozpiętości najczęściej stosowane są jako:

- Hale wystawowe i targowe
- Hale sportowe
- Centra rozrywkowe
- Dworce kolejowe i lotnicze
- Specjalne obiekty przemysłowe
- Specjalne obiekty transportowe
- Punkty orientacyjne
- Mosty

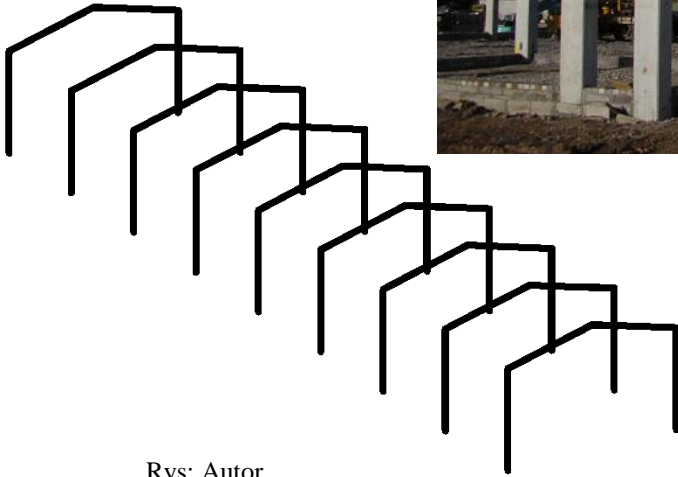


Rys: e-architect.co.uk, ballparkofbaseball.com, wikipedia, glebokie4.pl, rodaxx.com

Hala: układ powtarzalnych ram płaskich, połączonych między sobą stężeniami.



Rys: shaymurtagh.co.uk



Rys: Autor



Rys: weldon.pl

Hale: przemysłowe, magazynowe, handlowe, chłodnie, garaże, hangary, biurowce, rolnicze, sportowe, wystawowe...

Rys: steel.com.au



Rys: ekbud.lublin.pl



Rys: easyhalls.com



Rys: toiowo.eu

Rys: pebsteel.com



Rys: aviationbuildingsystem.com



Rys: internationalsteelspan.com



Rys: sztuka-architektury.pl

Hale stalowe

Biorąc pod uwagę obciążenia, hale można podzielić na dwie kategorie:

- hale „ciężkie” z dźwignicami obciążającymi konstrukcję hali;
- hale „lekkie” bez dźwignic obciążających konstrukcję hali;

Rys: eci.com.pl

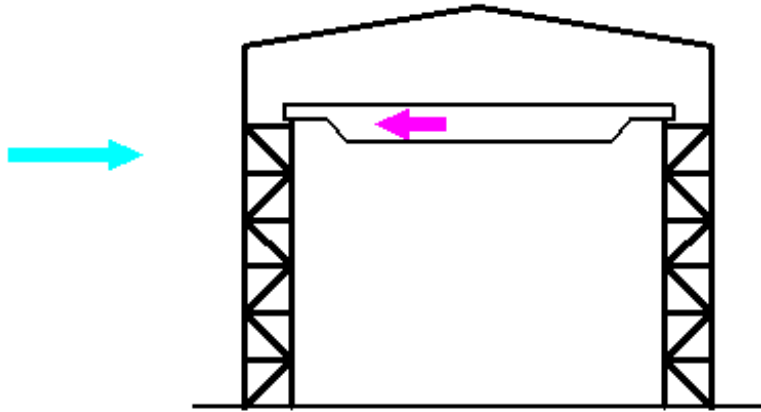


Rys: spawstal.pl

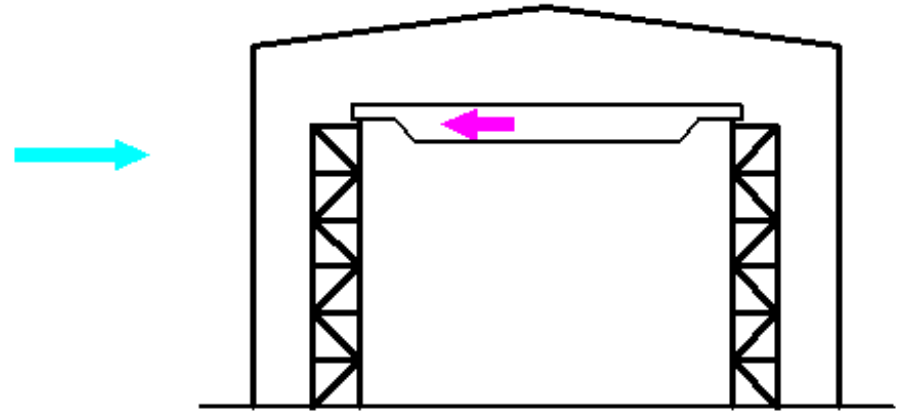


Rys: weldon.pl

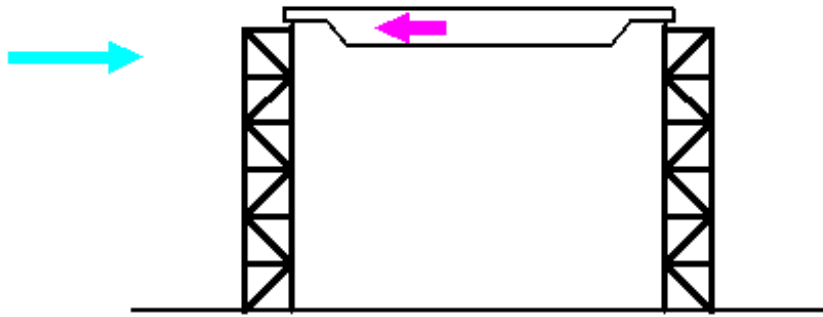
A



B

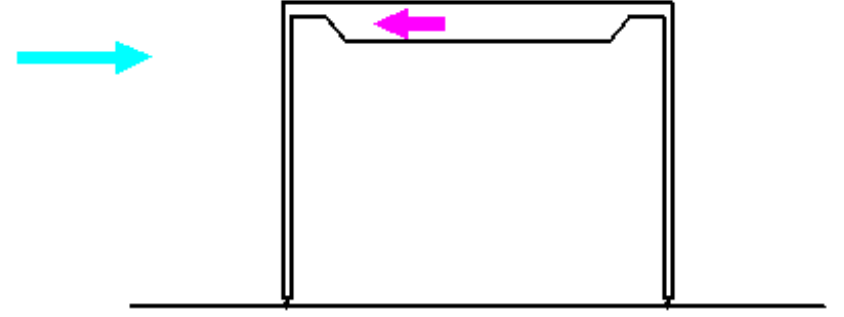


→ #3 / 7



C

Rys: Autor



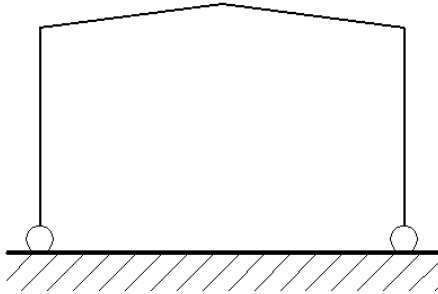
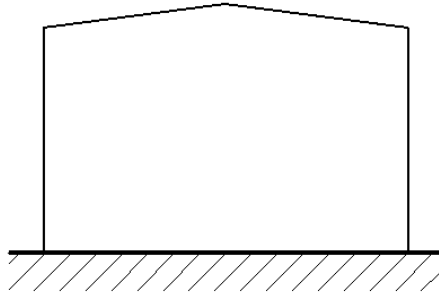
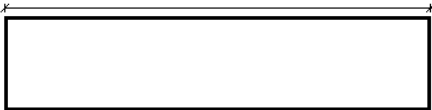
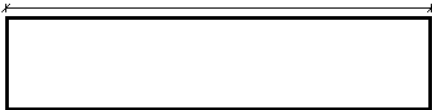
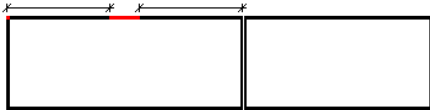
D

Biorąc pod uwagę sytuacje A – D, zachodzi jedna z trzech możliwości:

Sytuacja	Rodzaj
A	„ciężka”
B	„lekka”
C	brak hali
D	
Hala bez suwnic	„lekka”

Zasady ogólne

Rys: Autor

	Hale „lekkie”	Hale „ciężkie”
Schemat statyczny		
Max długość hali / max odległość między dylatacjami	150 m 	120 m 
Max odległość ściany szczytowej / dylatacji od stężenia pionowego	60 m 	

Wartości obciążeń



Rys: Autor

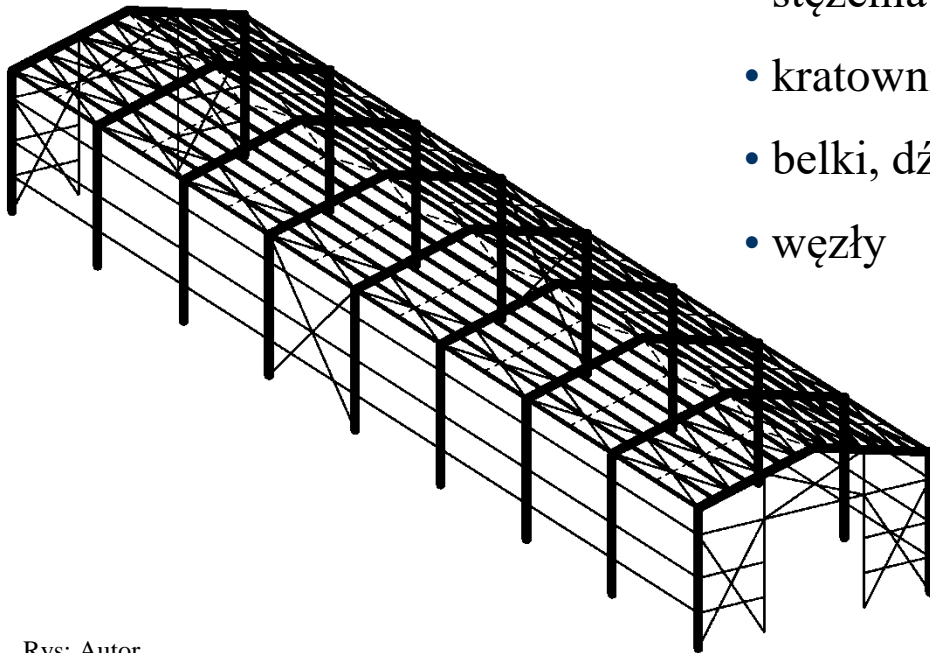
Szerokość hali 30,0 m
Odległość między słupami 12,0 m

Obciążenia pionowe z obszaru między 4 słupami to 30,0 x 12,0 (360,0 m²):

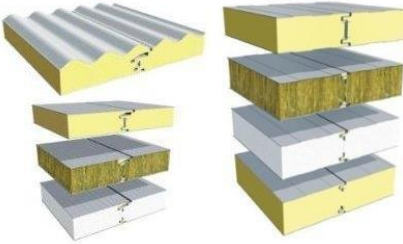



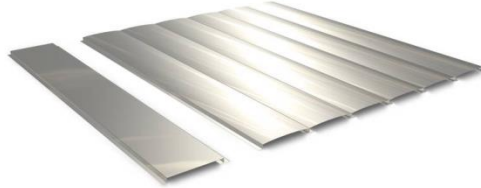







	Hala „lekkie”	Hala „ciężkie”
Śnieg (~ 1,50 kN / m ²)	540 kN	540 kN
Wiatr (~ 0,60 kN / m ²)	216 kN	216 kN
Pokrycie dachowe (~ 0,15 kN / m ²)	54 kN	54 kN
16x płatew (~ 0,25 kN / m)	230 kN	230 kN
dźwigar (~ 3,25 kN / m)	195 kN	195 kN
Suwnica (30 m) + ładunek		520 – 2035 kN
SUMA	1235 kN	1755 – 3270 kN
Proporcja	1,0	1,42 – 2,65

Każda konstrukcja może być przedstawiona jako zestaw modułów. Warstwą zewnętrzną jest obudowa. Hala stalowa może być przedstawiona jako następujący układ:

- obudowa
- płatwie
- ryglówka ścienna
- stężenia
- kratownice
- belki, dźwigary, słupy
- węzły



Rys: Autor

	Izolacja termiczna	Fabrycznie wykonane złącza	Zabezpieczenie płatek i rygli przed niestatecznością zgodnie z EN
 <p>Rys: steelprofil.pl</p>			
 <p>Rys: pruszynski.com.pl</p>			
 <p>Rys: amarodachy.pl</p>			 (przez 5-10 lat od zamocowania)

Świetliki

(nie zawsze)



Rys: globalprayers.info


















Rys: euroexport.pl



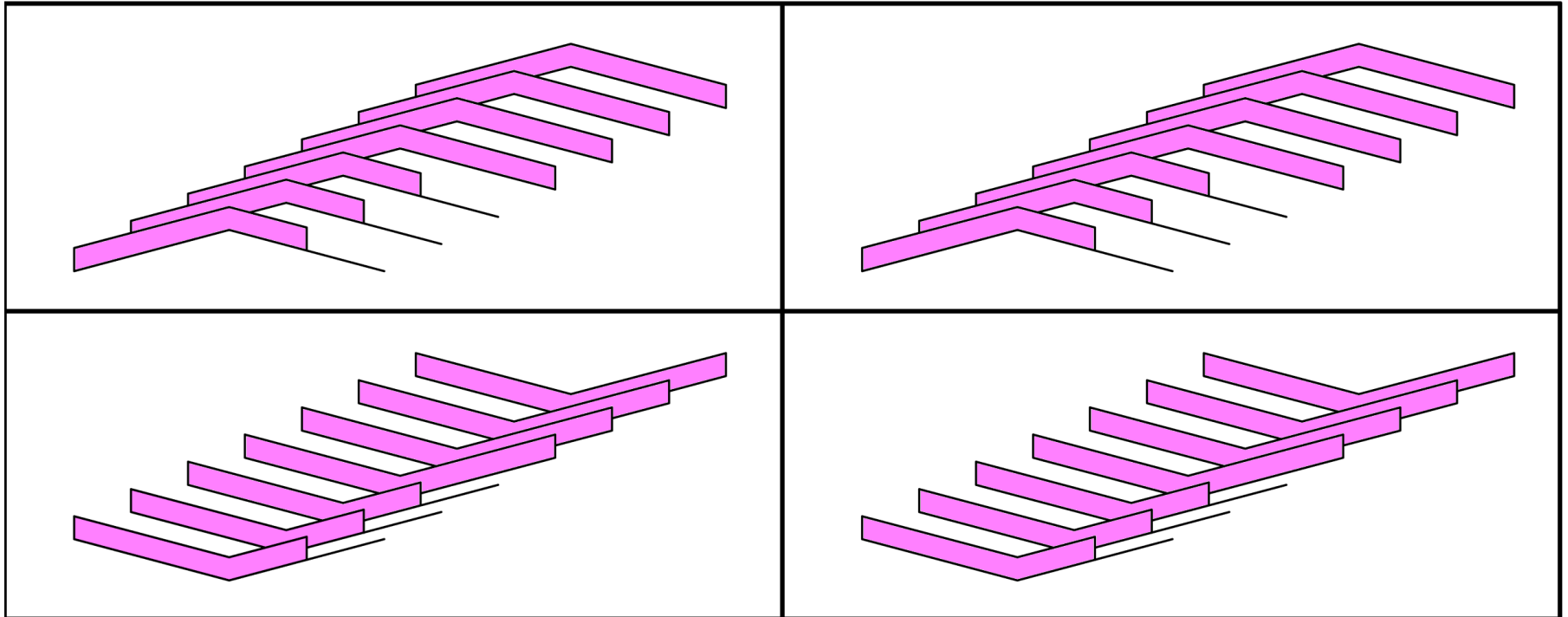
Rys: euroexport.pl

Zazwyczaj rozwiązania systemowe

Zalecany typ płatwi w funkcji rozpiętości / odległości między podporami

Rozpiętość	Ciągłe, wieloprzęsłowe, zimnogięte	Ciągłe, wieloprzęsłowe, podwieszane, zimnogięte	Jednoprzęsłowe, gorącawalcoowane	Ażurowe	Kratowe
< 3					
3 – 4					
4 – 6					
6 – 8					
8 – 9					
9 – 12					
12 – 18					

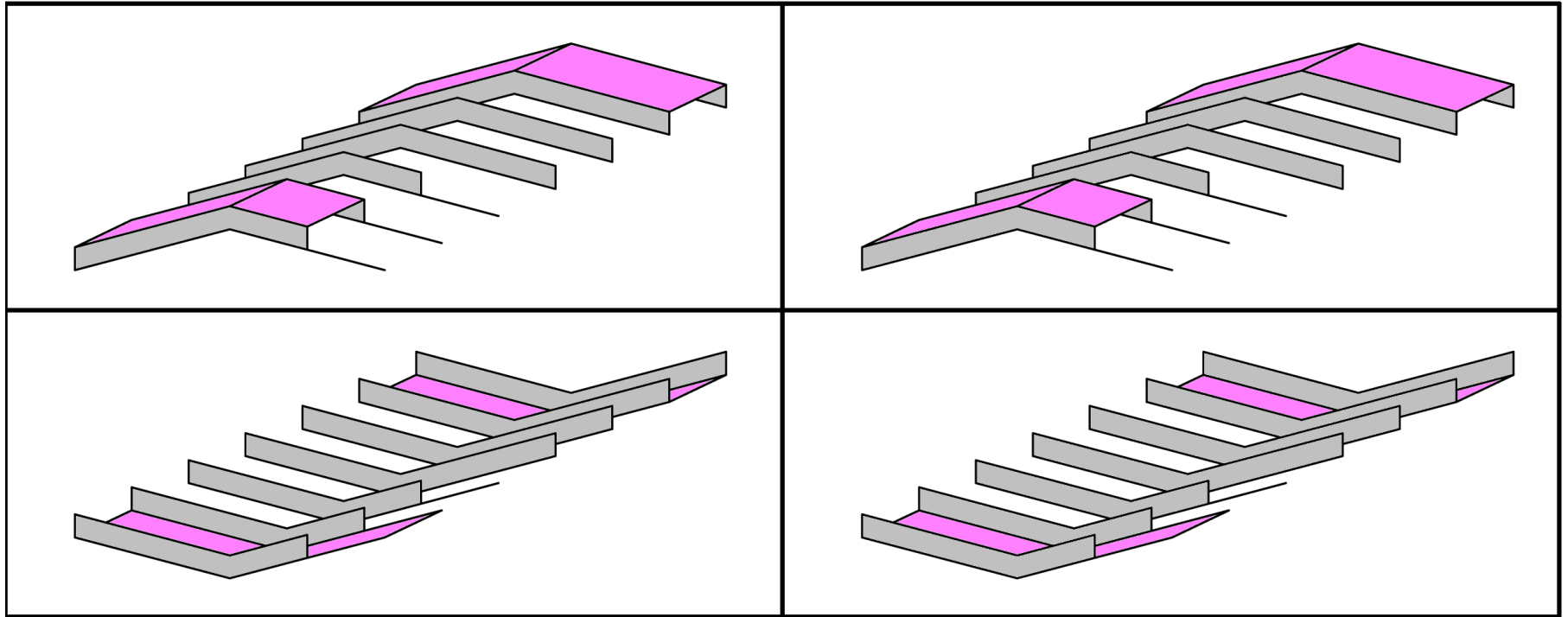
Hala „ciężka” – dźwigary dachowe



Rys: Autor

Hala „lekka” – dźwigary dachowe

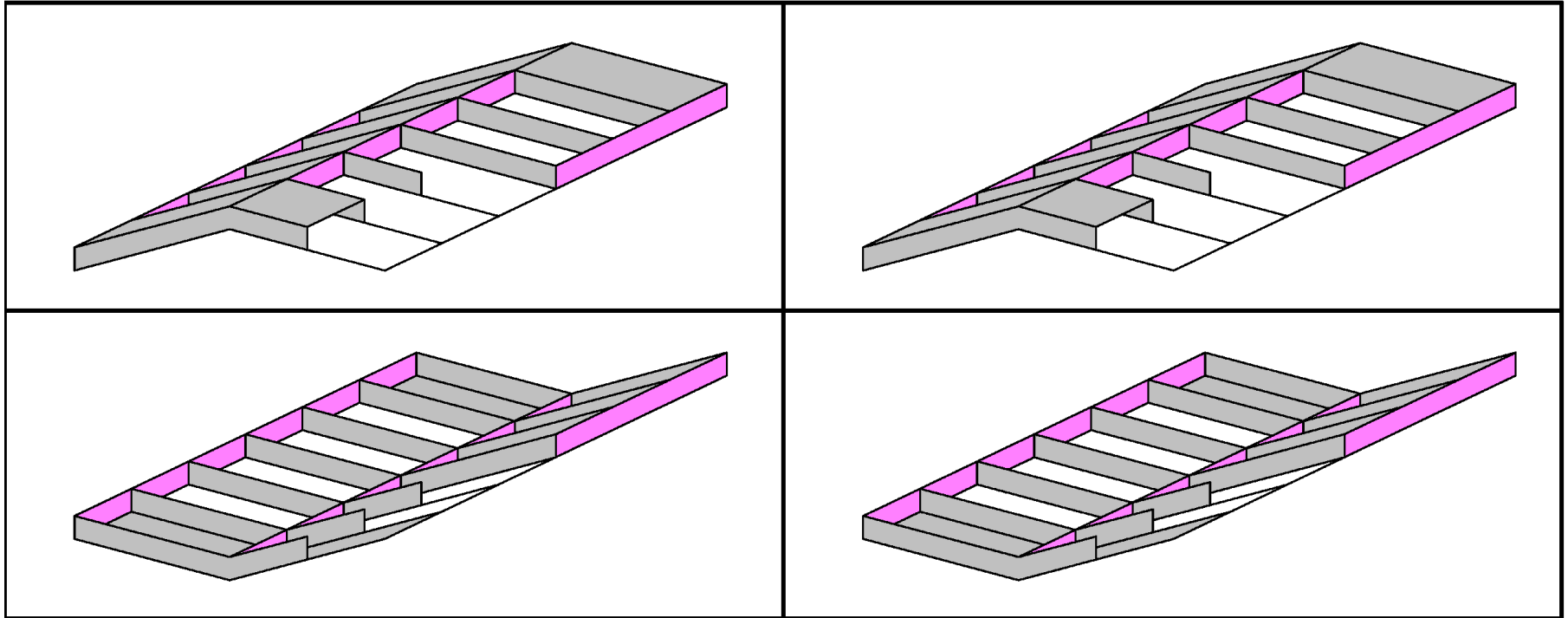
Hala „ciężka” – poprzeczne połączenie stężenia pasa górnego



Hala „lekka” – poprzeczne połączenie stężenia pasa dolnego

Rys: Autor

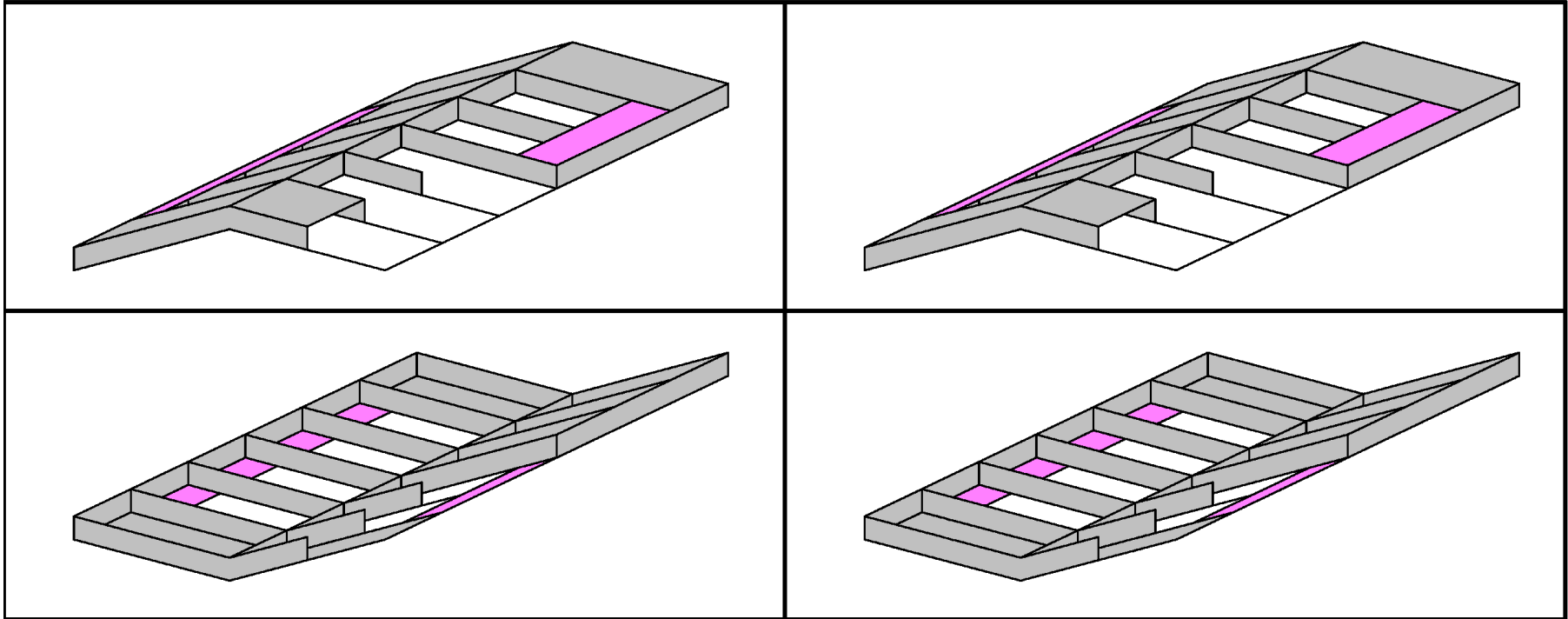
Hala „ciężka” – stężenia podłużne pionowe



Rys: Autor

Hala „lekka” – stężenia podłużne pionowe

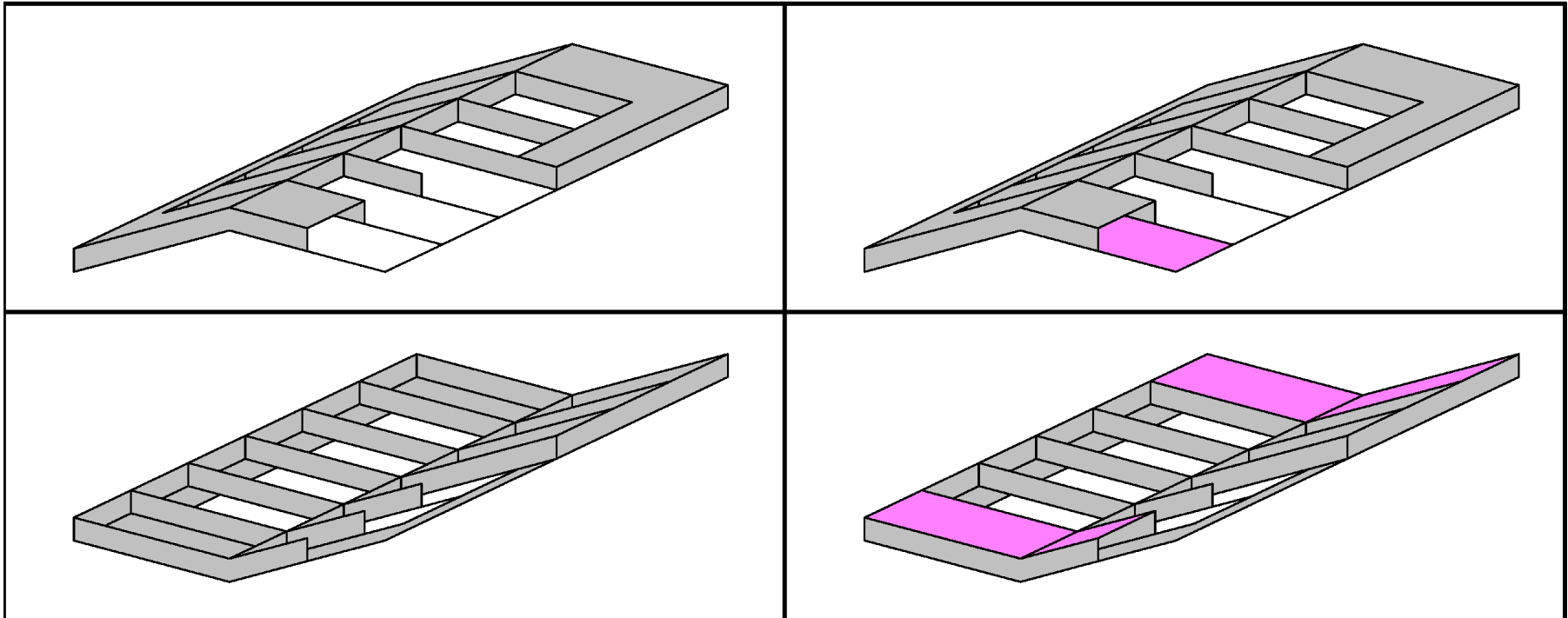
Hala „ciężka” – podłużne połączenie stężenia pasa górnego



Hala „lekka” – podłużne połączenie stężenia pasa górnego (nie zawsze stosowane)

Rys: Autor

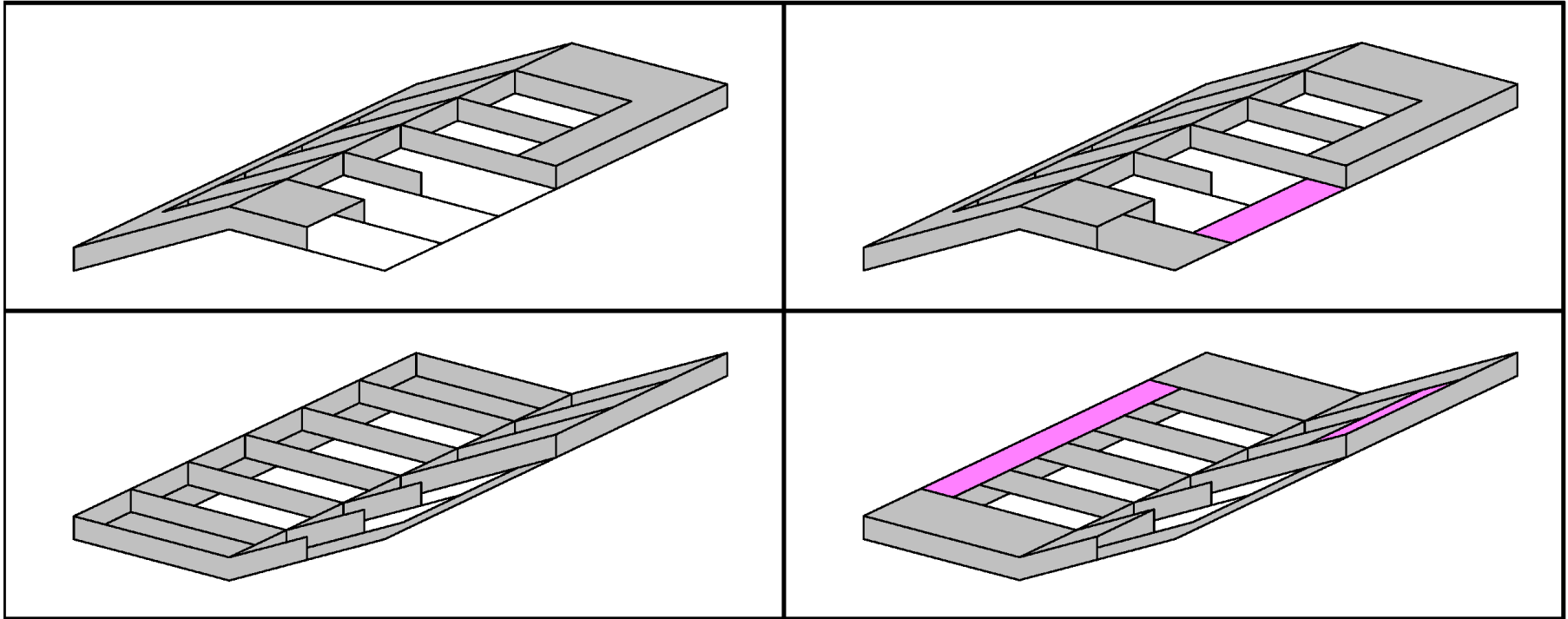
Hala „ciężka” – poprzeczne połączenie stężenia pasa dolnego



Rys: Autor

Hala „lekka” – zazwyczaj nie stosuje się

Hala „ciężka” – podłużne połączenie stężenia pasa dolnego



Rys: Autor

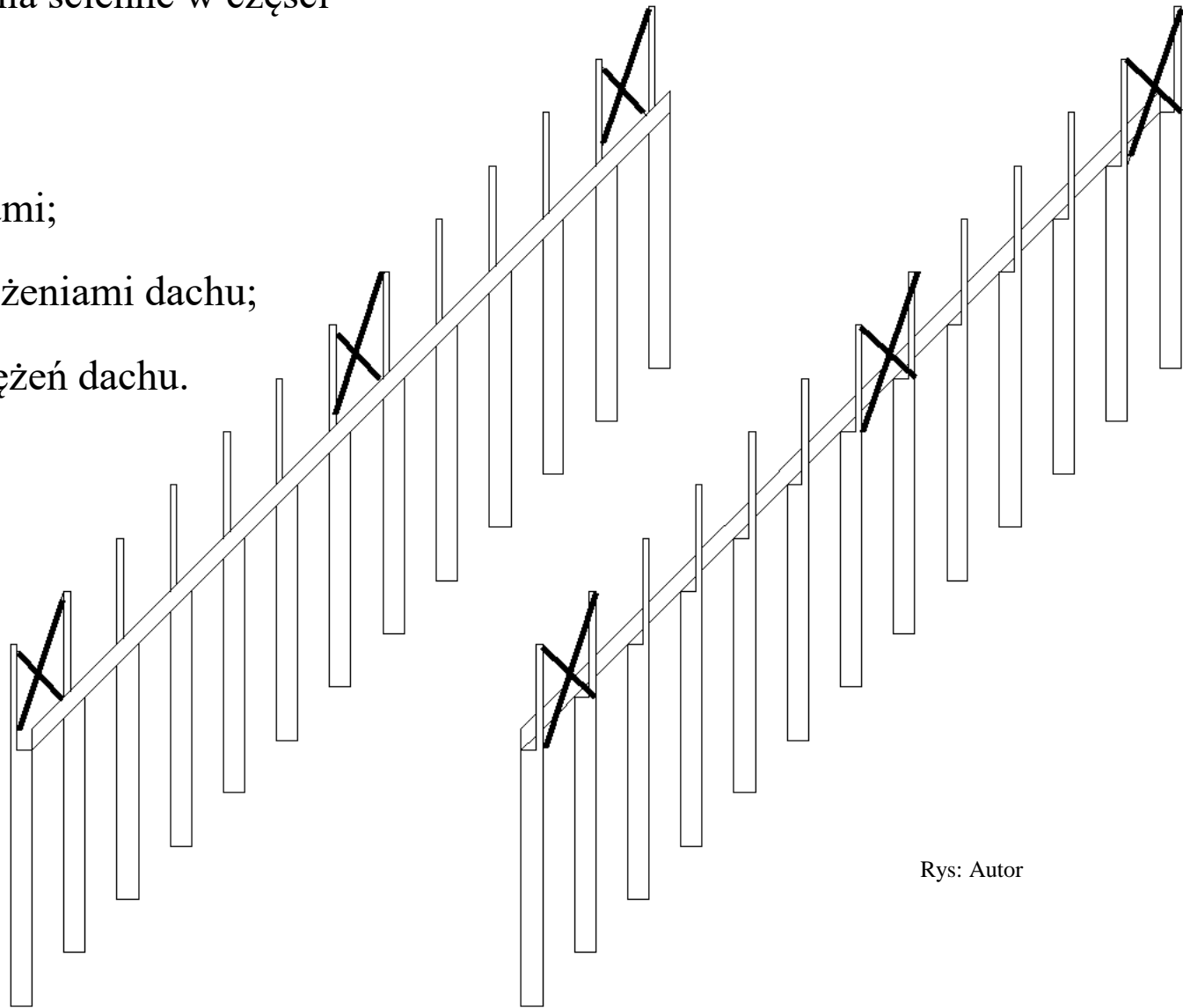
Hala „lekka” – zazwyczaj nie stosuje się

Hala „ciężka”, stężenia ścienne w części nadsuwnicowej

W halach z dźwignicami;

Pod poprzecznymi stężeniami dachu;

Przeniesienie sił ze stężeń dachu.



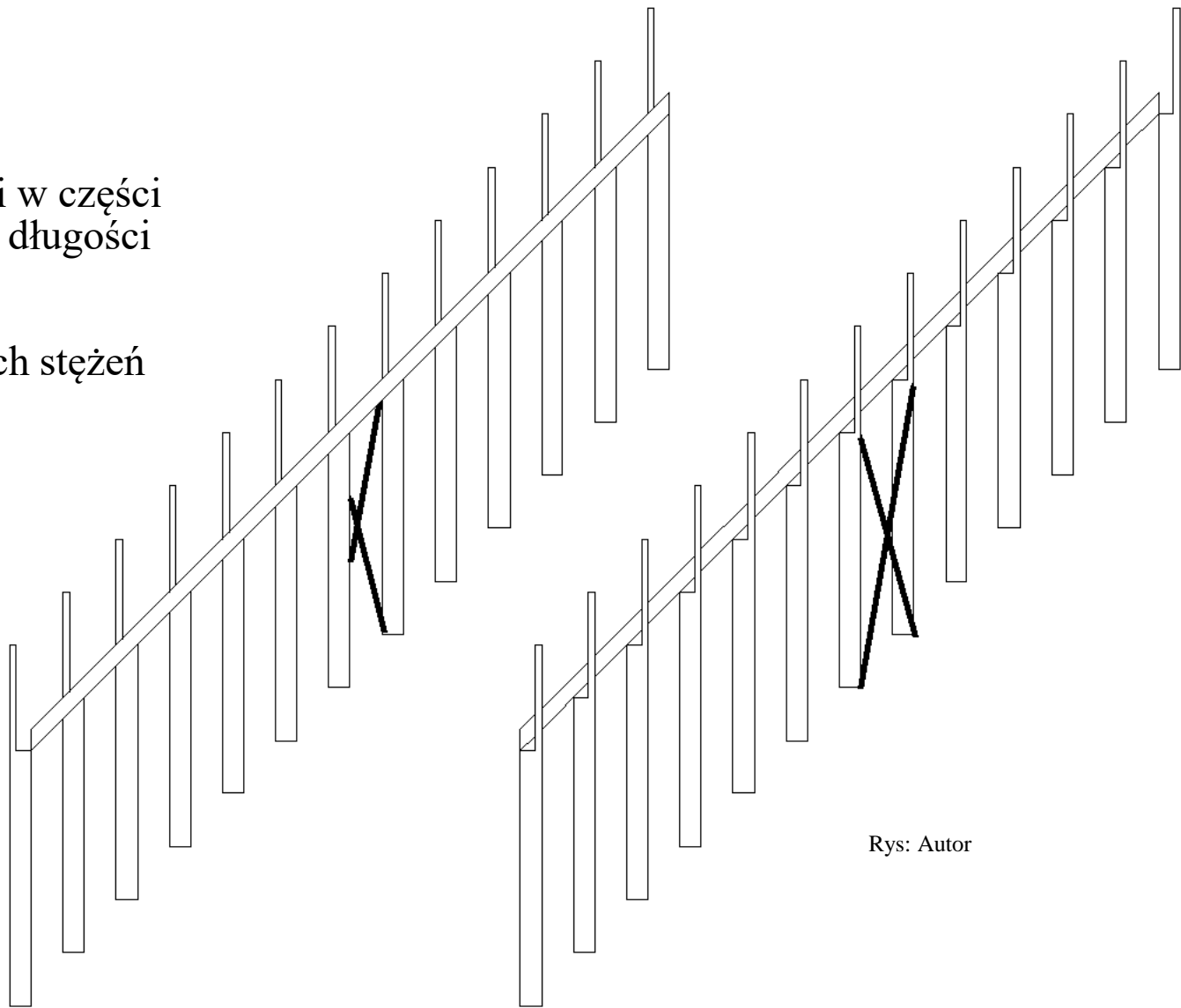
Rys: Autor

Hala „ciężka” stężenia w części podsuwnicowej

W halach z dźwignicami;

Najczęściej pod stężeniami w części nadsuwnicowej w połowie długości hali;

Przeniesienie sił z wyższych stężeń i sił osiowych z suwnic do fundamentów



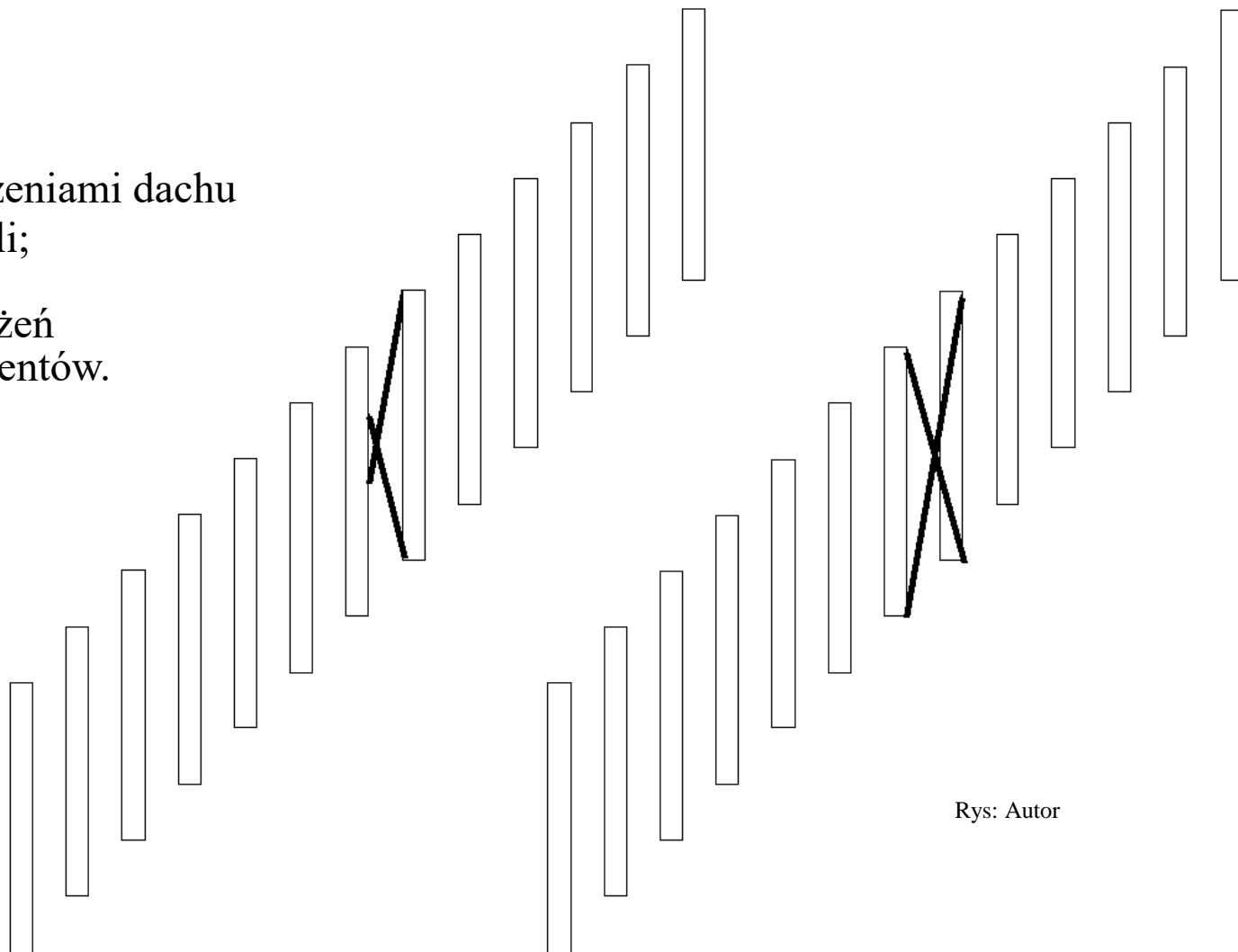
Rys: Autor

Hala „lekka”, stężenia ścienne

Hale „lekkie”;

Pod poprzecznymi stężeniami dachu
w połowie długości hali;

Przeniesienie sił ze stężeń
dachowych do fundamentów.



Rys: Autor

Ramy



Rys: ubcoholdings.com

$L < 25 - 30 \text{ m}$ → dwuteowniki gorącowalcowane IP

$L > 25 - 30 \text{ m}$ → dwuteowniki spawane IK

$L > 40 - 45 \text{ m}$ → dźwigary dachowe: dwuteowniki spawane IK lub kratownice

Hale „ciężkie”, dodatkowe elementy przy ramach:



Rys: lindab.com

Wieszaki (wciągniki jednoszynowe,
suwnice podwieszane)

Rys: udhavind.com



Wsporniki (suwnice natorowe)

Hale „ciężkie”, słupy



Rys: stabud.eu

Dwuteowniki spawane

Słupy z przewiązkami



Słupy skratowane

Rys: pebsteel.com



Rys: hak.com.pl

Rama ze ściągiem

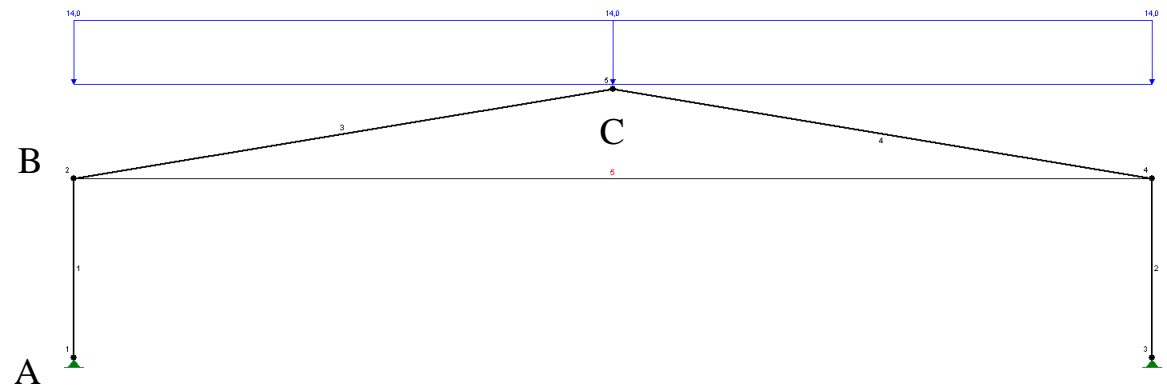
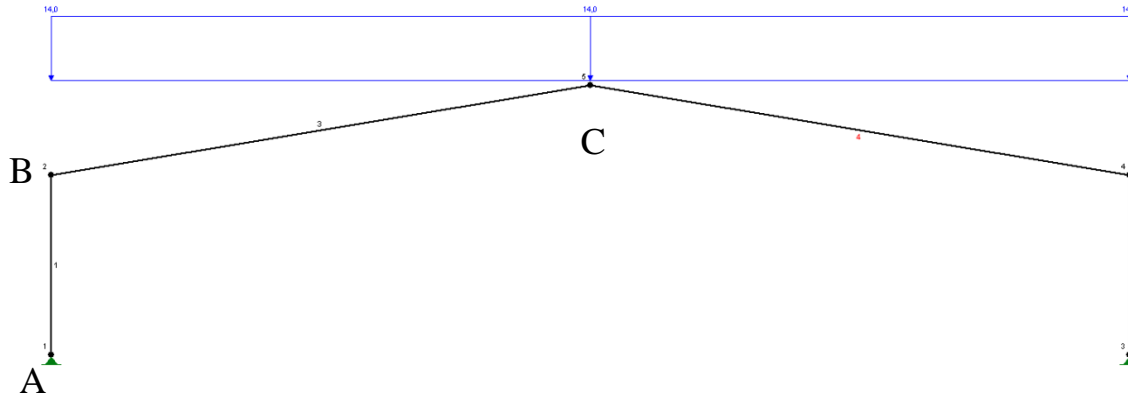
Znaczna redukcja sił przekrojowych w ramie, ogromne siły rozciągające w ściągu.



Rys: lindab.com

Rama portalowa ↔ rama portalowa ze ściągiem

Rozpiętość 30,00 m, wysokość 5,00 + 2,50 m, obciążenie ciągłe 14 kN / m:



Rys: Autor

Element	Punkt	Rama			Rama ze ściągiem		
		M_{Ed} [kNm]	V_{Ed} [kN]	N_{Ed} [kN]	M_{Ed} [kNm]	V_{Ed} [kN]	N_{Ed} [kN]
Dźwigar	C	375,8	28,4	170,2	271,1 (0,721)	112,0 (3,944)	708,6 (4,163)
	$M_{przeciwne}$	403,6			163,2 (0,404)		
	B	862,6	191,2	206,8	237,7 (0,276)	107,6 (0,563)	672,0 (3,250)
Słup	B	862,6	172,5	222,6	237,7 (0,276)	47,5 (0,275)	222,6 (1,000)
	A	0,0	172,5	226,8	0,0	47,5 (0,275)	226,8 (1,000)
Ściąg	C						- 633,7

Hale „lekkie” vs. hale „ciężkie”

Aspekt	Hala „lekka”	Hala „ciężka”
Klasa konsekwencji	Najczęściej CC2.	Hale przemysłowe np. dla przemysłu zbrojeniowego → możliwe duże konsekwencje zniszczenia → CC2 lub CC3.
Obudowa	Każdy typ obudowy	Każdy typ obudowy; nie jest zalecane uwzględnianie poszycia z płatwiami
Świetliki	<ul style="list-style-type: none"> • Brak różnic między oboma rodzajami hal; • Zalecane są dodatkowe stężenia pionowe pod krawędziami świetlików. 	
Płatwie	Każdy rodzaj płatwii	Nie są zalecane płatwie zimnogięte, zwłaszcza współpracujące ze stężeniami dachowymi

Aspekt	Hala „lekka”	Hala „ciężka”
Rygielki obudowy	Brak różnic między oboma rodzajami hal	
Stężenia dachowe	Zestaw „podstawowy”	Pełen zestaw
Stężenia ścienne	Jednoczęściowe	Część nad- i podsuwnicowa
Ramy główne	Wykonane z przekrojów gorącowalcowanych lub spawanych & ramy ze ściągiem & ramy-kraty	<ul style="list-style-type: none"> • Wykonane z przekrojów gorącowalcowanych lub spawanych; • Ramy ze ściągiem nie są zalecane; • Dodatkowe elementy dla belek podsuwnicowych (wsporniki, podwieszenia); • Masywne słupy (złożone spawane, z przewiązkami, skratowane).
Podpory głównych słupów	Przegubowe	Sztywne
Kategoria połączeń na śruby	Obciążenia statyczne → kategorie A, B, D.	Obciążenia dynamiczne od suwnic → kategorie C, E.

Specyficzną sprawą jest też kwestia obciążenia śniegiem i wiatrem:

Okapy nad rampami załadunkowymi

Hala wielonawowa → dach wielopołaciowy



Rys: bryla.pl



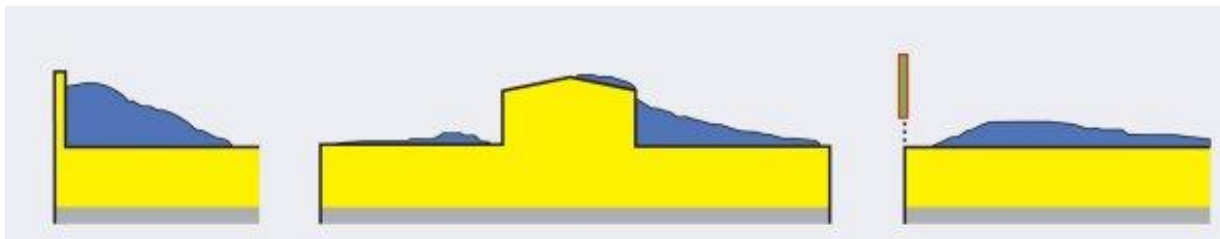
Rys: bestor.com.pl

Swietliki, wentylatory, panele słoneczne, urządzenia oddymiające, tablice ogłoszeń, attyki, budynki różnej wysokości...

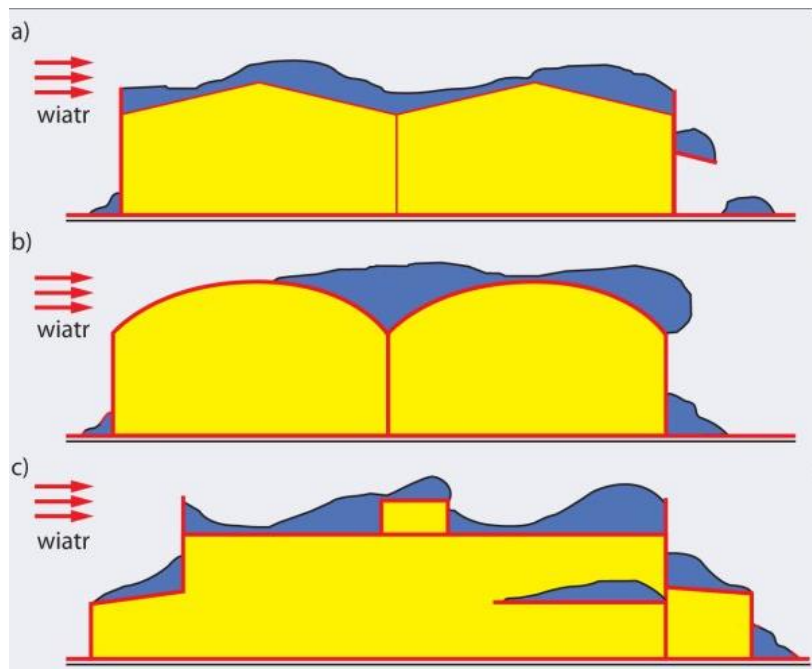


Rys: krajewski-konstrukcje.pl

Każdy wystający element dachu powoduje powstawanie zasp śniegu i zmienia obciążenie wiatrem



Rys: inzynierbudownictwa.pl

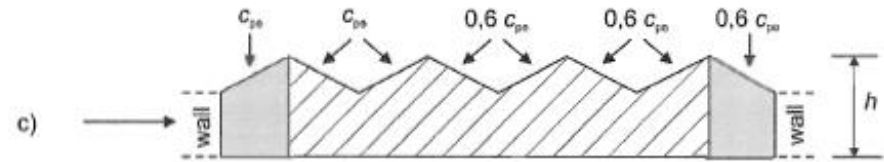
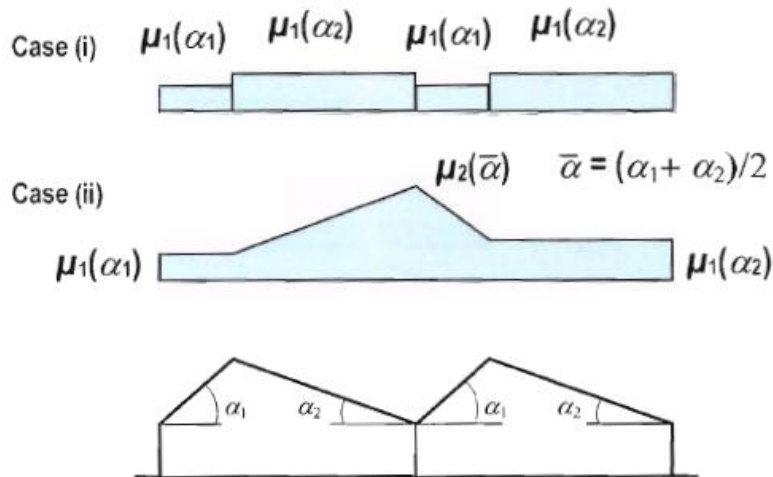


Rys: inzynierbudownictwa.pl



Rys: izolacje.com.pl

Dach wielopołaciowy



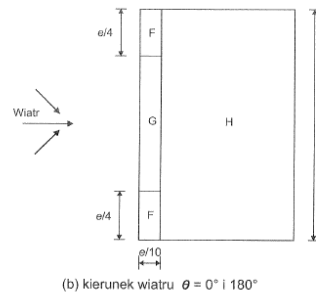
Wiatr

Rys: EN 1991-1-4 fig. 7.10

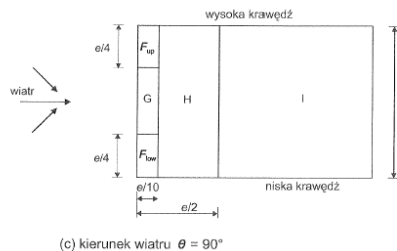
Wiatr „prostopadły” – wartość wyjściowa dla pierwszej, drugiej i trzeciej połaci, dla następnych redukcja do 60% wyjściowej.

Śnieg

Rys: EN 1991-1-3 fig. 5.4



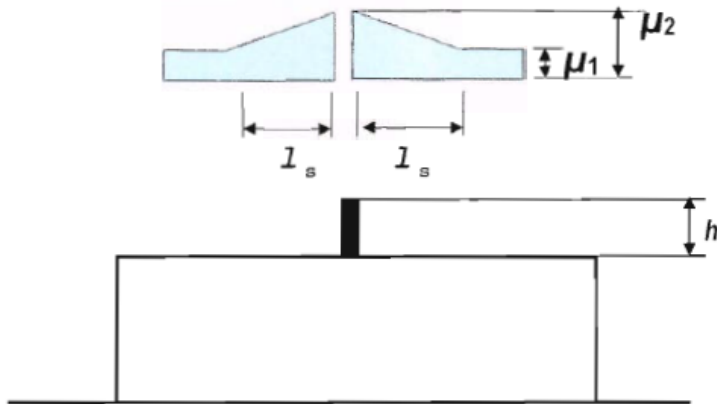
mniejszy z dwóch
 $e = b$ albo $2h$
 b : wymiar poprzeczny
do kierunku wiatru



Rys: EN 1991-1-4 fig. 7.7

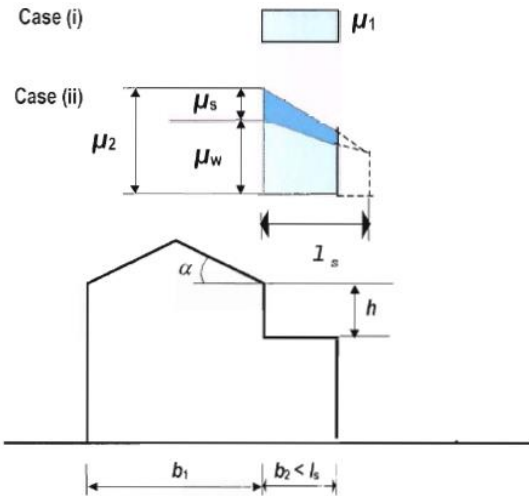
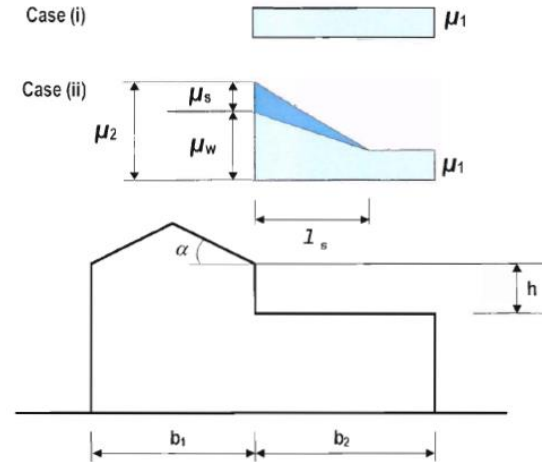
Wiatr „równoległy” – brak różnicy między dachem jedno i wielopołaciowym

Attyki, świetliki, przyległe budynki różnej wysokości, przeszkody na dachu



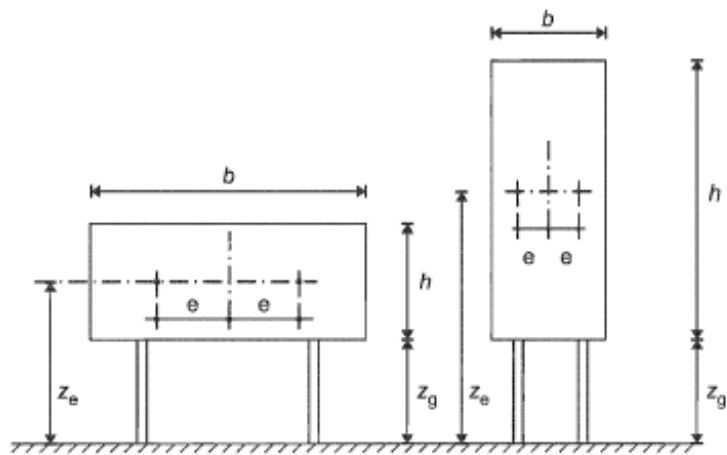
Śnieg

Rys: EN 1991-1-3 fig. 6.1



Śnieg

Rys: EN 1991-1-3 fig. 5.7



NOTE 1 reference height: $z_e = z_g + h/2$

NOTE 2 reference area: $A_{ref} = b \cdot h$

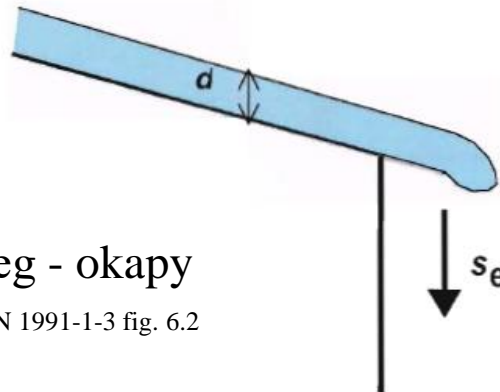
Wiatr – przeszkody, elementy dodatkowe

Rys: EN 1991-1-3 fig. 7.21



Wiatr – atyki, okapy

Rys: EN 1991-1-3 fig. 7.3

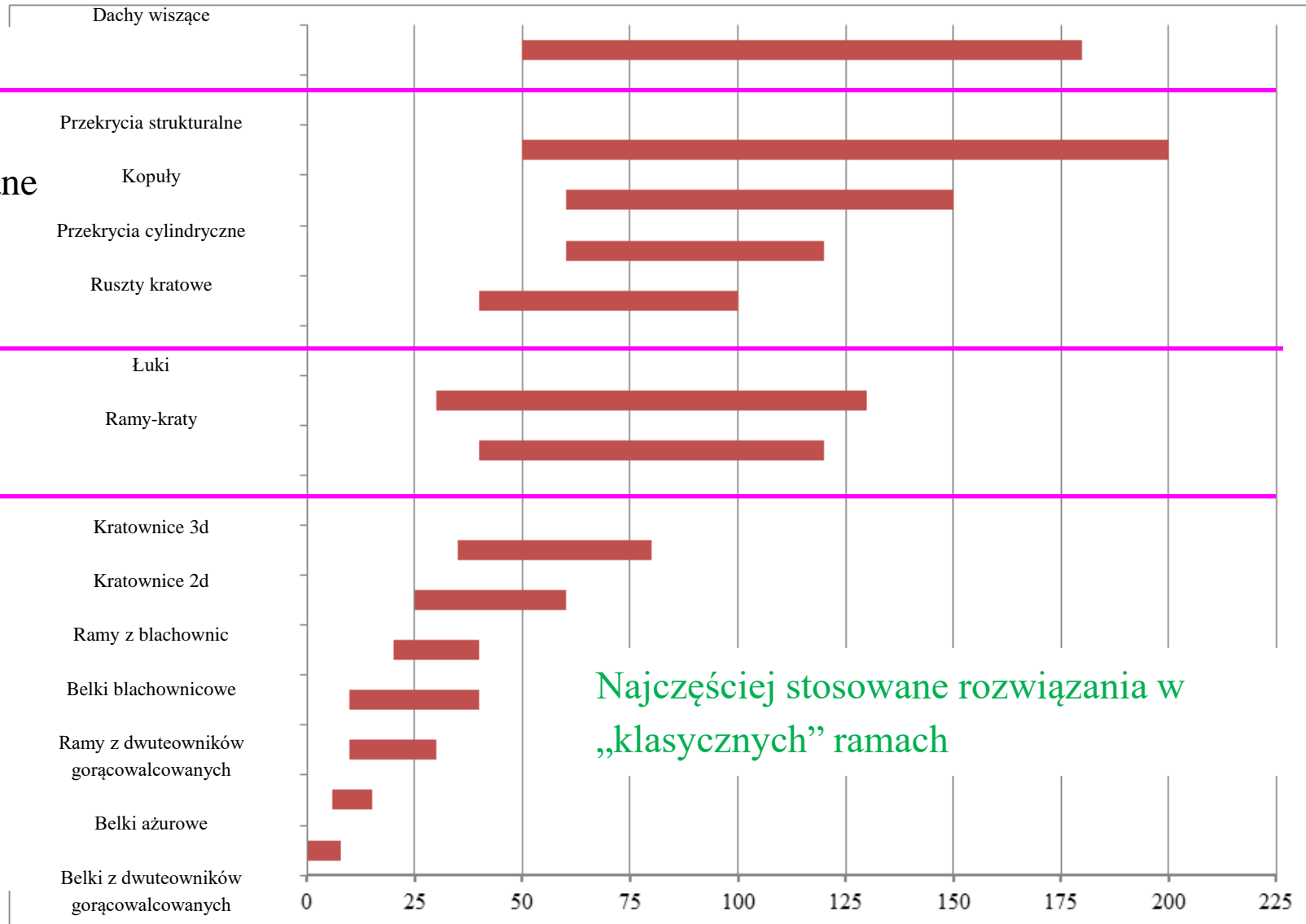


Śnieg - okapy

Rys: EN 1991-1-3 fig. 6.2

Przekrycia dużych rozpiętości

Wyk. #7



Najczęściej stosowane rozwiązania w „klasycznych” ramach

Rys: Autor

Zalecana rozpiętość dla różnych typów przekryć dużych rozpiętości.

Belka dwuteowa goracowalcowana

$$h = L (1/20 \sim 1/25)$$

Wymagania:

$$V_{Ed} / V_{Rd} \leq 1,0$$

$$M_{Ed} / M_{Rd} \leq 1,0$$

$$f / f_{sls} \leq 1,0$$

Rys: Autor

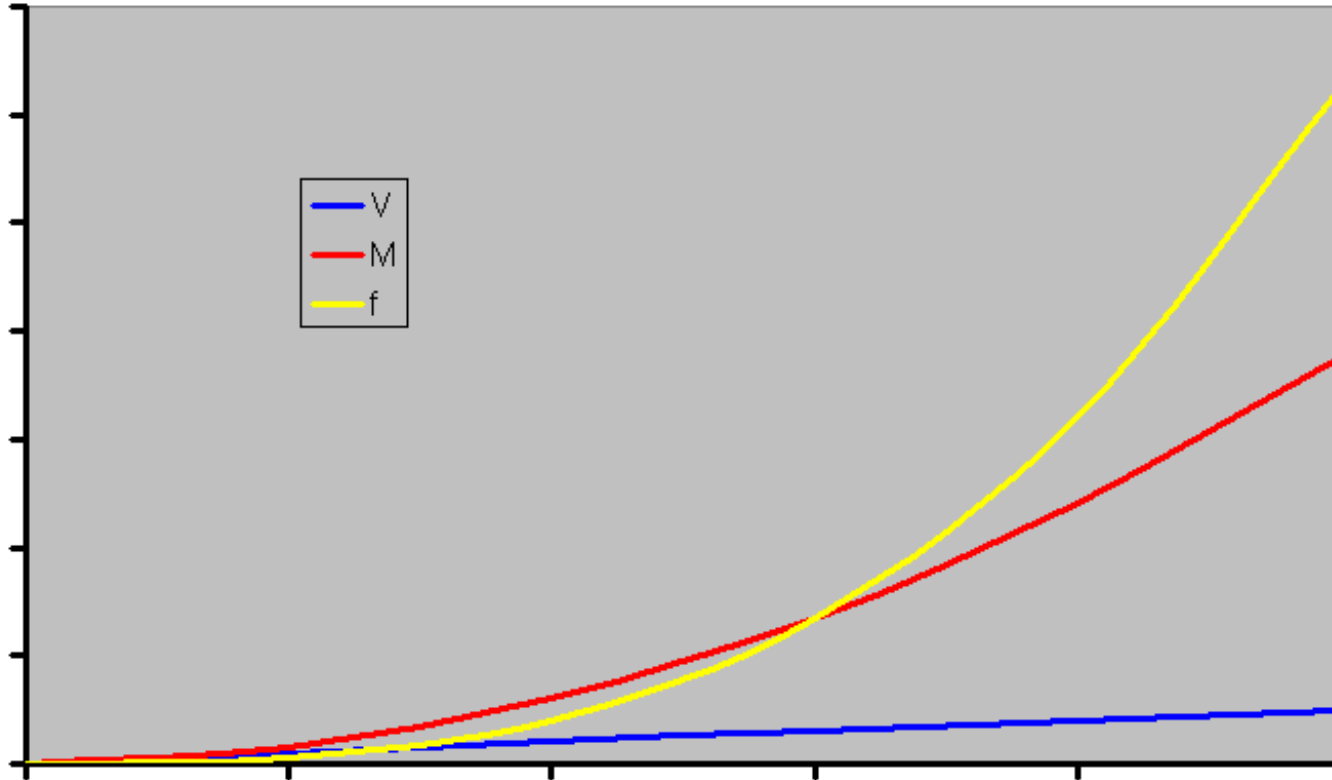


$$V_{Ed} / V_{Rd} \leq 1,0 \rightarrow (q L / 2) / (A_v f_y / \sqrt{3}) = L [q A_v f_y / (2 \sqrt{3})] = L a$$
$$L a \leq 1,0$$

$$M_{Ed} / M_{Rd} \leq 1,0 \rightarrow (q L^2 / 8) / (W f_y) = L^2 [q / (8 W f_y)] = L^2 b$$
$$L^2 b \leq 1,0$$

$$f / f_{sls} \leq 1,0 \rightarrow [5 q L^4 / (384 E J)] / (L / \alpha) = (L^4 / L) [5 q \alpha / (384 E J)] = L^3 c$$
$$L^3 c \leq 1,0$$

Rys: Autor



Bez względu na wartości a , b , c ,

- dla bardzo krótkich belek najważniejszy jest warunek na V_{ed} ;
- dla pośredniej długości belek najważniejszy jest warunek na M_{ed} ;
- dla długich belek najważniejszy jest warunek na f ;

Rys: udhavind.com



Praktycznie rzecz biorąc, warunek na V_{ed} jest ważny tylko dla wsporników pod belki podsuwnicowe.

$L = 0 \sim 6 \text{ m} \rightarrow$ ważniejszy staje się warunek $M_{Ed} / M_{Rd} \leq 1,0$

$L \geq \sim 6 \text{ m} \rightarrow$ ważniejszy staje się warunek $f / f_{sls} \leq 1,0$

Belka jednoprzęslowa ażurowa

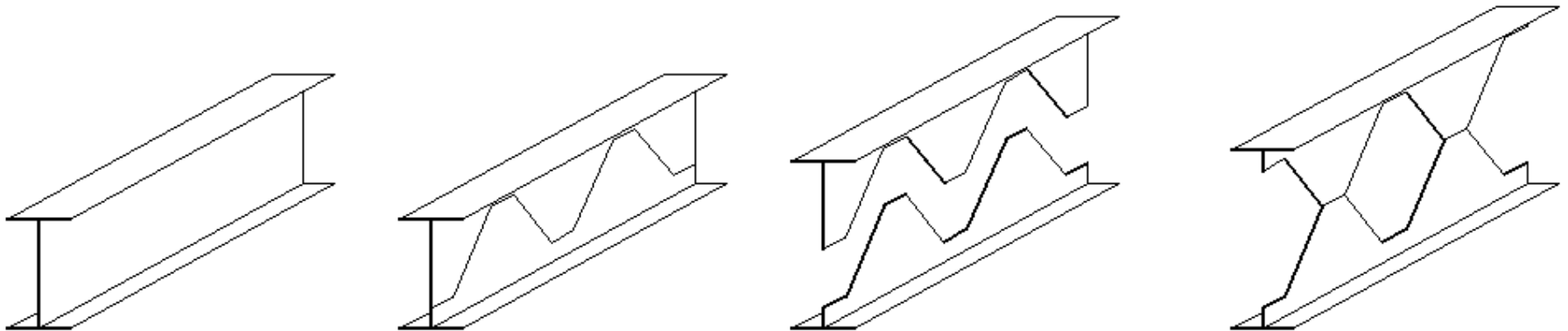
$$h_{\text{start}} = L (1/20 \sim 1/25)$$



Rys: gunungsteel.com

Ciężar belki gorączowalcowanej \approx ciężar belki ażurowej

Moment bezwładności belki gorączowalcowanej \gg moment bezwładności belki ażurowej



Rys: Autor



Blachownice (belki spawane)

$$h = L (1/10 \sim 1/16)$$

IPE, HE, HL – stała wysokość przekroju
Blachownice – stała lub zmienna wysokość przekroju

Max wysokość:

IPE 750: 753 - 770 mm

HE 1000: 970 - 1055 mm

HL 1100: 1090 - 1118 mm

...

Blachownice – brak ograniczeń



Rys: r4engineers.com

Kraty (2D)

$$h = L (1/10 \sim 1/15)$$

Rys: doubletreestructures.com

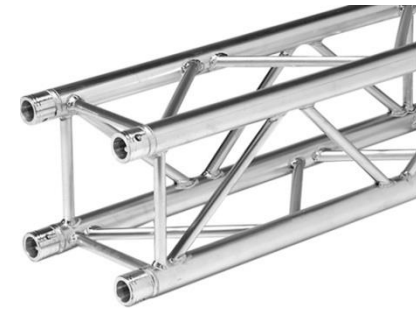


Rys: waldenstructures.com

Kraty (3D) = kraty z wieloma pasami



Rys: steelconstruction.info



Rys: conference-truss-hire.co.uk



Rys: multimetalgb.ca

Ramy z dwuteowników gorącowalcowanych

$$h = L (1/40 \sim 1/50)$$



Rys: setrometalgroup.com

Ramy z blachownic

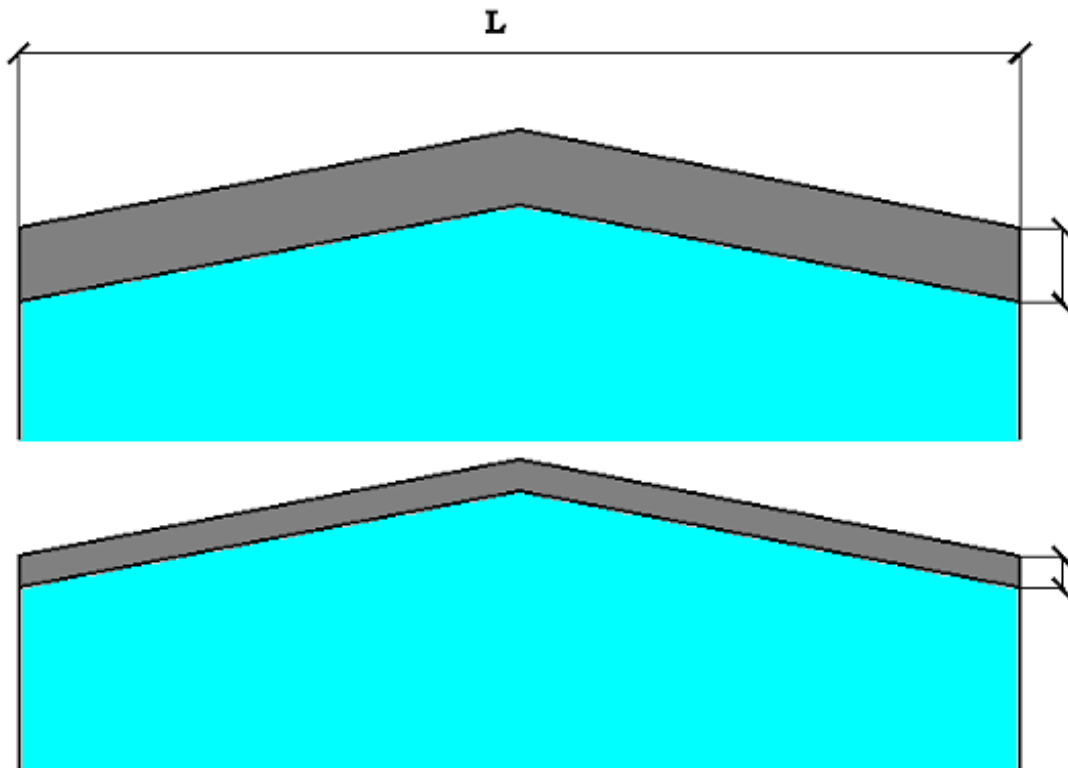
$$h = L (1/30 \sim 1/40)$$



Rys: traskostal.pl

Rama ↔ krata → ekonomia

Rys: Autor



$$H_{\text{truss}} = L (1/10 \sim 1/15)$$

$$H_{\text{frame}} = L (1/40 \sim 1/50)$$

$$H_{\text{frame}} \ll H_{\text{truss}}$$

krata
W konstrukcji po tej samej wysokości całkowitej, zastosowanie ram pozwala na uzyskanie większej przestrzeni użytkowej pod dźwigarem dachowym.

dwuteownik

Łuki

$$f = L (1/1 \sim 1/80)$$

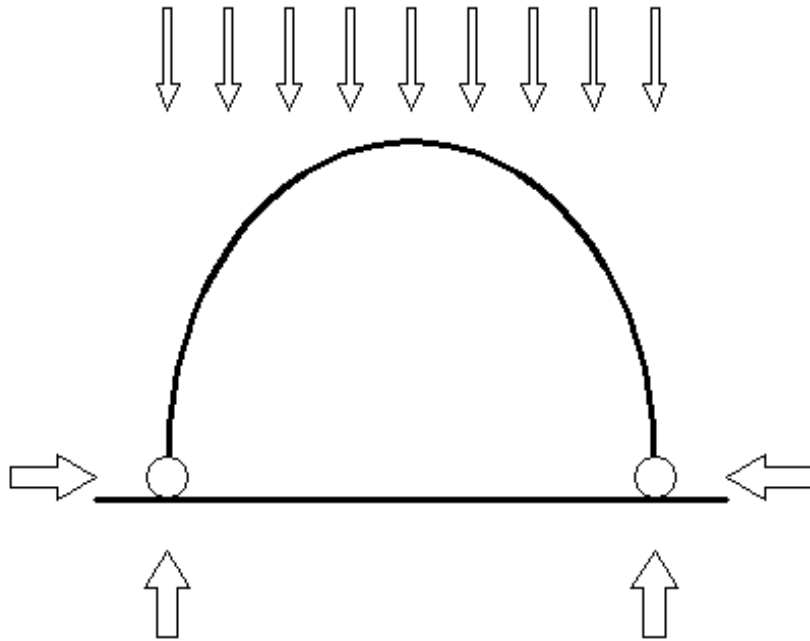
Rys: lusas.com



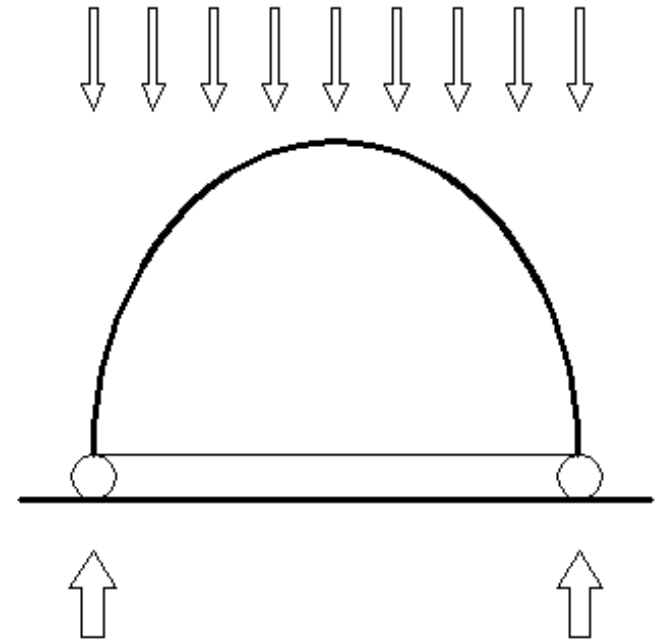
Rys: dziennikpolski24.pl

Reakcje:

Łuk ↔ Łuk ze ściągiem



Rys: Autor



Ramy-kraty

$$h = L (1/12 \sim 1/20)$$



Rys: wikipedia

Konstrukcja siatkowa

Konstrukcja prętowa; zakrzywiona powierzchnia utworzona z trójkątnego układu prętów. Przekrój poprzeczny każdego pręta jest na ogół taki sam. Sztywność wynika z krzywizny powierzchni i trójkątnego układu prętów.

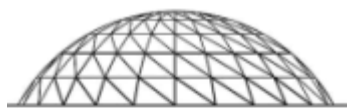


Rys: wellter.com.cn

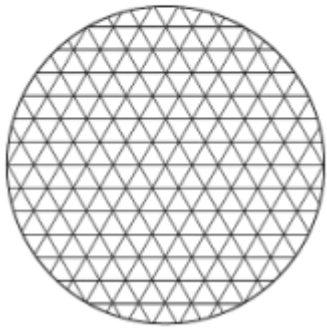
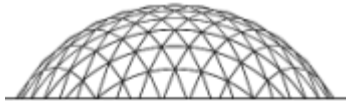
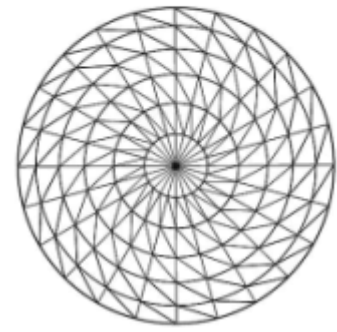


Rys: hindustanalcoxlimited.wordpress.com

Kopuła Schwedlera – układ prętów południkowych i równoleżnikowych, wzmocniony prętami ukośnymi



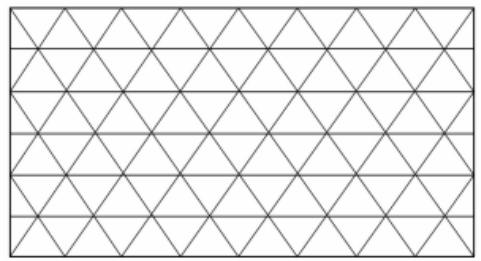
Rys: chodor-projekt.net



Rys: chodor-projekt.net

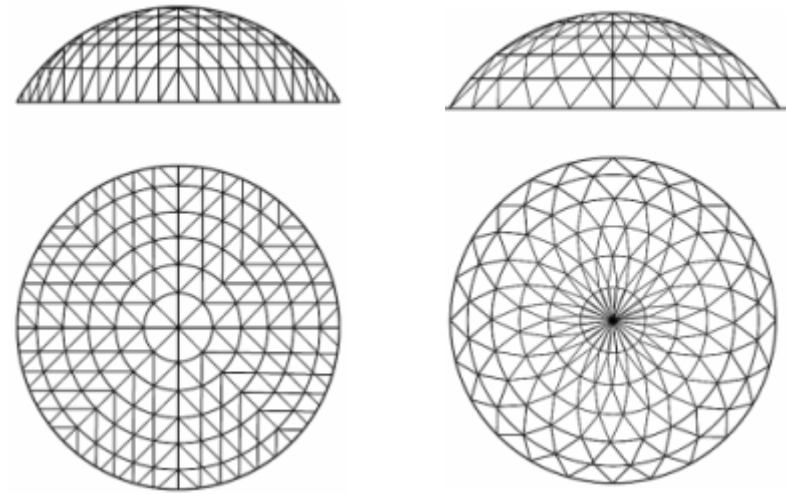
Kopuła trójdrożna – zespół prętów w trzech kierunkach, przecinających się pod kątem 60°. W widoku z góry wszystkie trójkąty wyglądają identycznie, w widoku z boku, na skutek zakrzywienia powierzchni, wyraźnie widoczne są różnice kształtów.

Rozwiązanie stosowane także dla przekryć cylindrycznych.



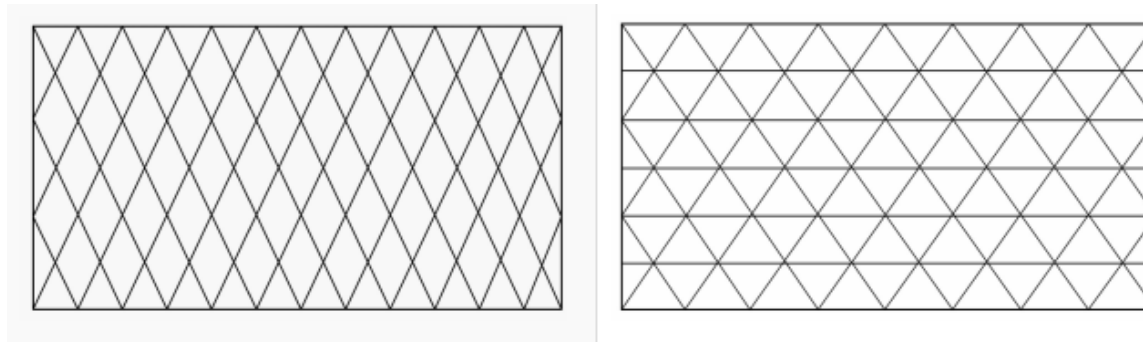
Rys: chodor-projekt.net

Kopuła Lamella (prosta lub zakrzywiona) –
pręty równoleżnikowe wraz układem prętów w
dwa kierunkach, biegnących po linach
prostych lub zakrzywionych.



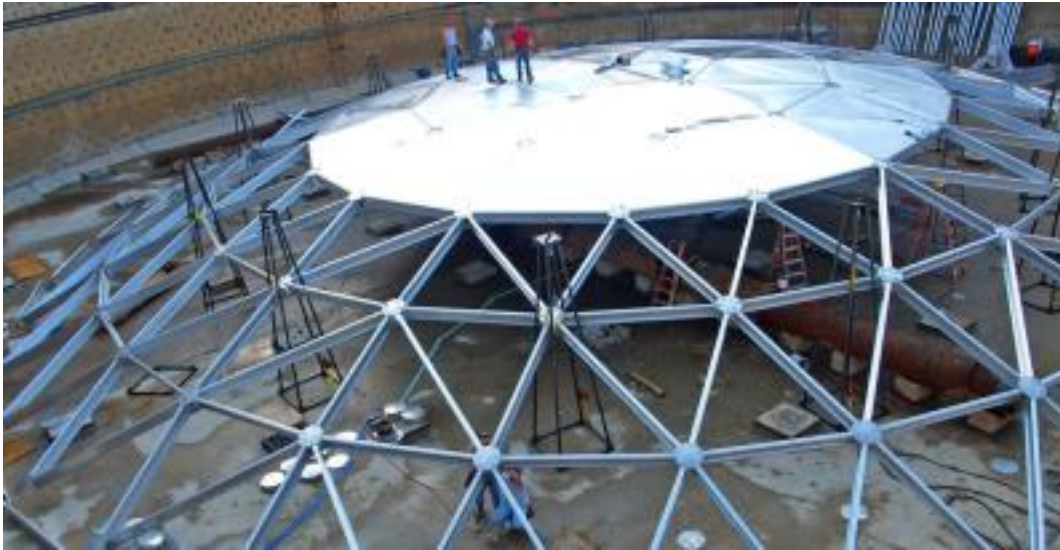
Rys: chodor-projekt.net

Rozwiązanie stosowane także dla przekryć cylindrycznych:
Lamella lub Lamella-Föppl.

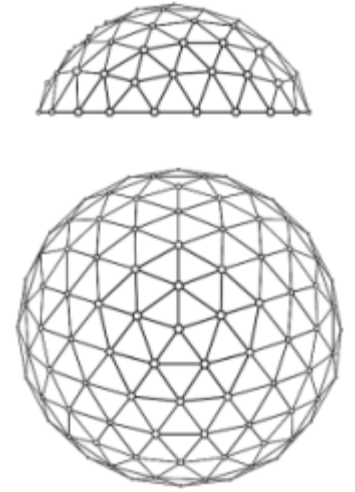


Rys: chodor-projekt.net

Kopuła geodezyjna - wszystkie trójkąty tworzące siatkę są równoboczne lub prawie równoboczne. Jedno z najczęściej stosowanych rozwiązań.

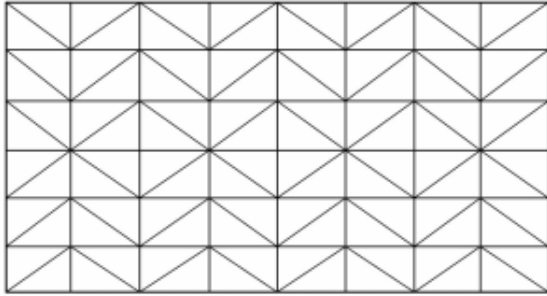


Rys: eeaustin.com



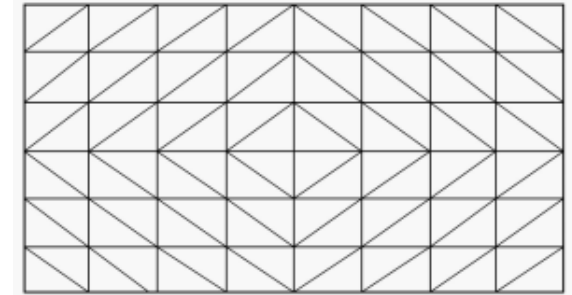
Rys: chodor-projekt.net

Dla przekryć cylindrycznych stosuje się układy ortogonalne: pręty podłużne i poprzeczne połączone ukośnymi.



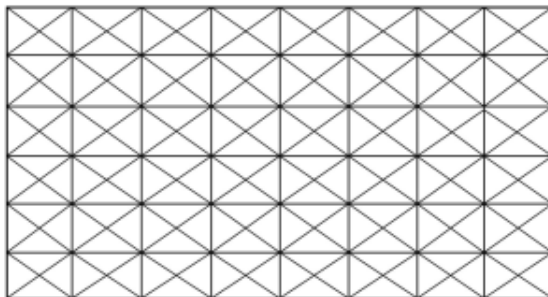
Rys: chodor-projekt.net

Ortogonalna Warren (wszystkie pręty ukośne rozmieszczone tak, by były wyłącznie rozciągane)



Ortogonalna Pratt

Rys: chodor-projekt.net



Ortogonalna typu X

Rys: chodor-projekt.net

Konstrukcje dźwigarowe

Konstrukcje prętowe; głównymi elementami są masywne dźwigary (kratowe / pełnościennie), w jednym lub dwu kierunkach, współpracujące z prętami drugorzędnymi



Rys: wasatchsteel.com

Kopuły i przekrycia cylindryczne dźwigarowe, jednokierunkowe, kratowe i pełnościennie.



Rys: videohive.net



Kopuła dźwigarowa,
jednokierunkowa, kratowa.



Rys: lfspaceframe.com

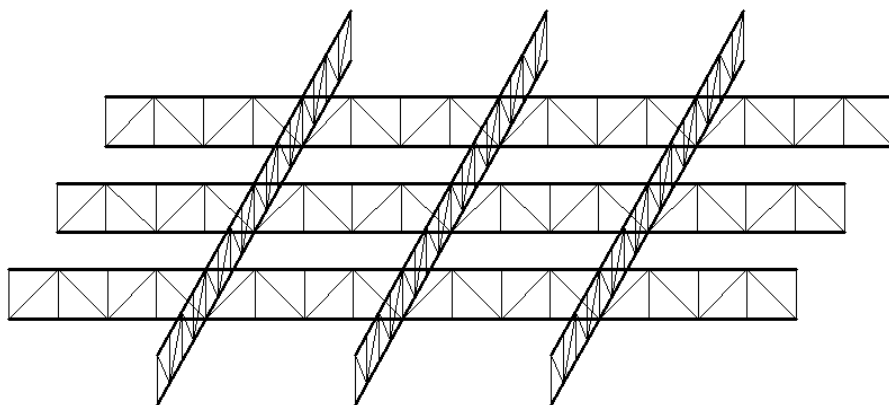
Ruszty kratowe



Rys: cdn8.muratorplus.smcloud.net



Rys: qdjinfei.en.made-in-china.com



Rys: Autor

Zespół przecinających się pod kątem prostym kratownic o tej samej wysokości.

Ruszty pełnościennie (dwukierunkowy układ dźwigarów)



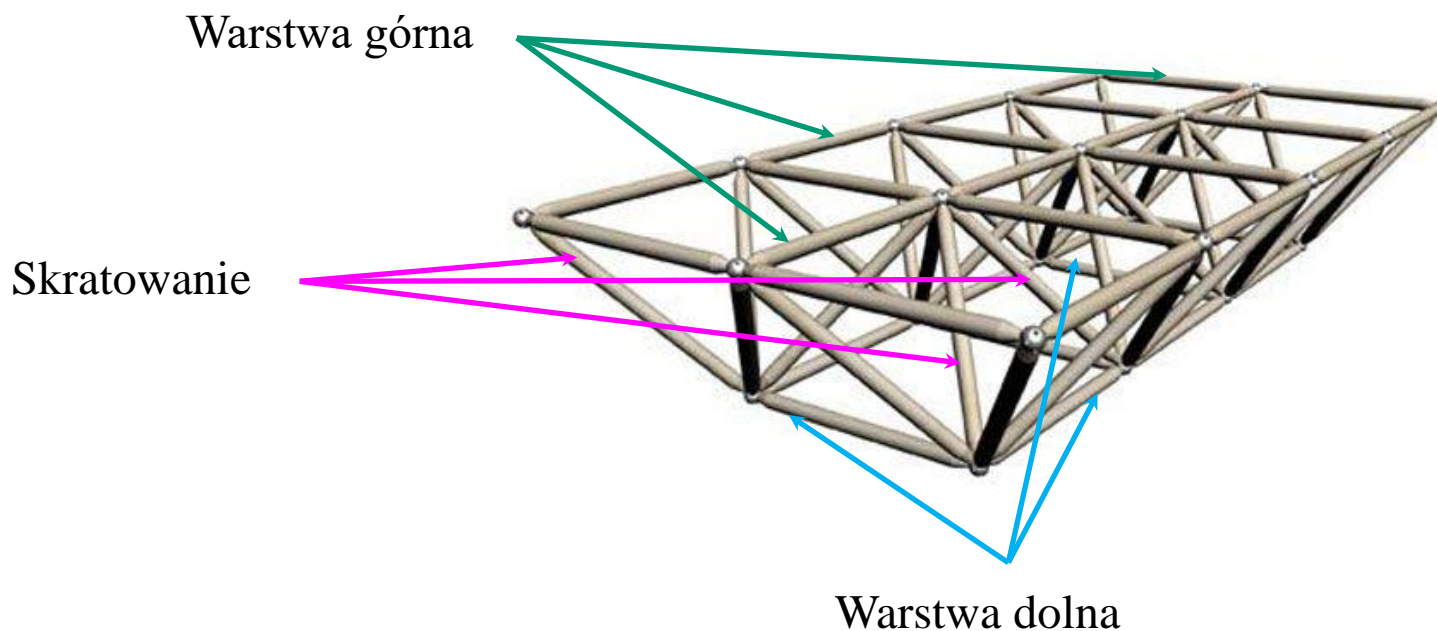
Rys: steelbuildingstructure.com

Rys: dunkerley.co.uk

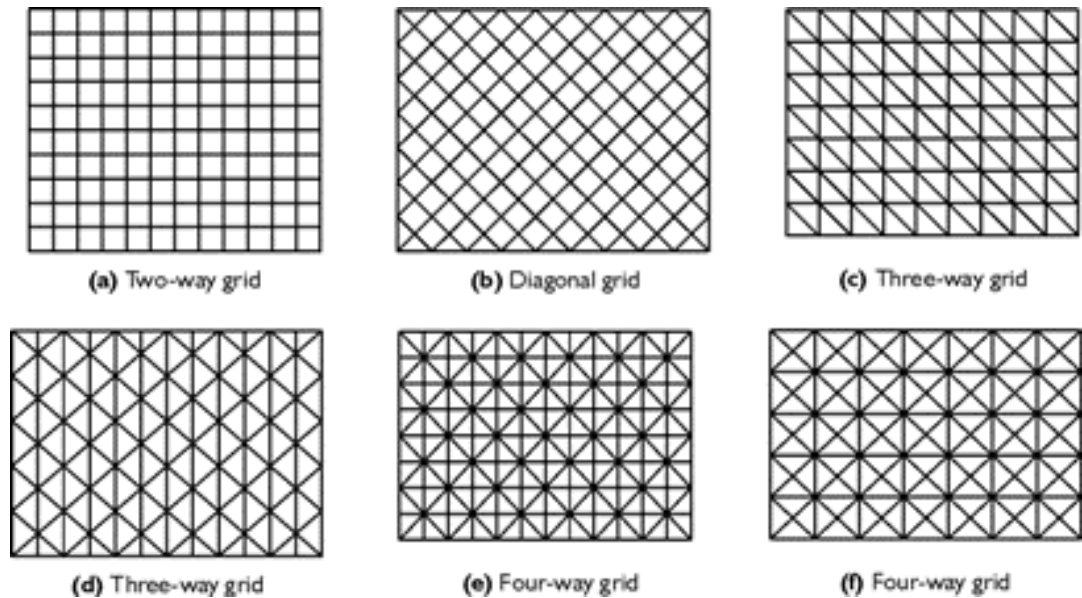
Przekrycia strukturalne

Konstrukcja prętowa; dwie warstwy zewnętrzne, połączone skratowaniem w układzie piramidalnym (trójkątnym; analogicznie do kratownicy „klasycznej”: dwa pasy połączone skratowaniem w układzie trójkątnym). Przekrój poprzeczny każdego pręta jest na ogół taki sam. Sztywność wynika z układu piramidalnego.

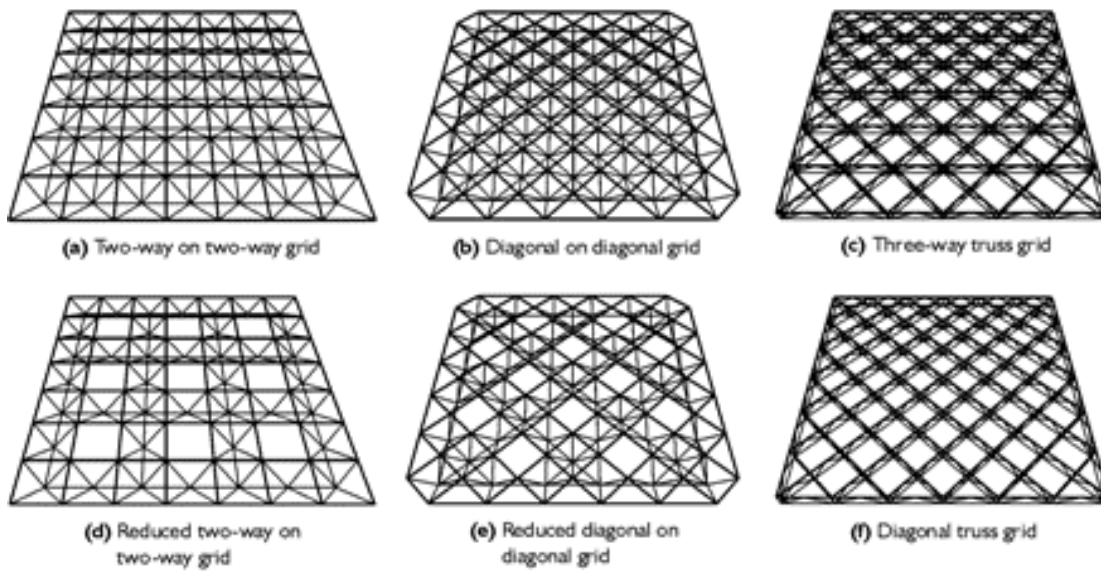
Rys: cnxzl.com



Ogólnie rzecz biorąc, w obu warstwach zewnętrznych stosowane są siatki kwadratowe różniące się między sobą położeniem (pokrywanie się, przesunięcie, obrót o 45°)

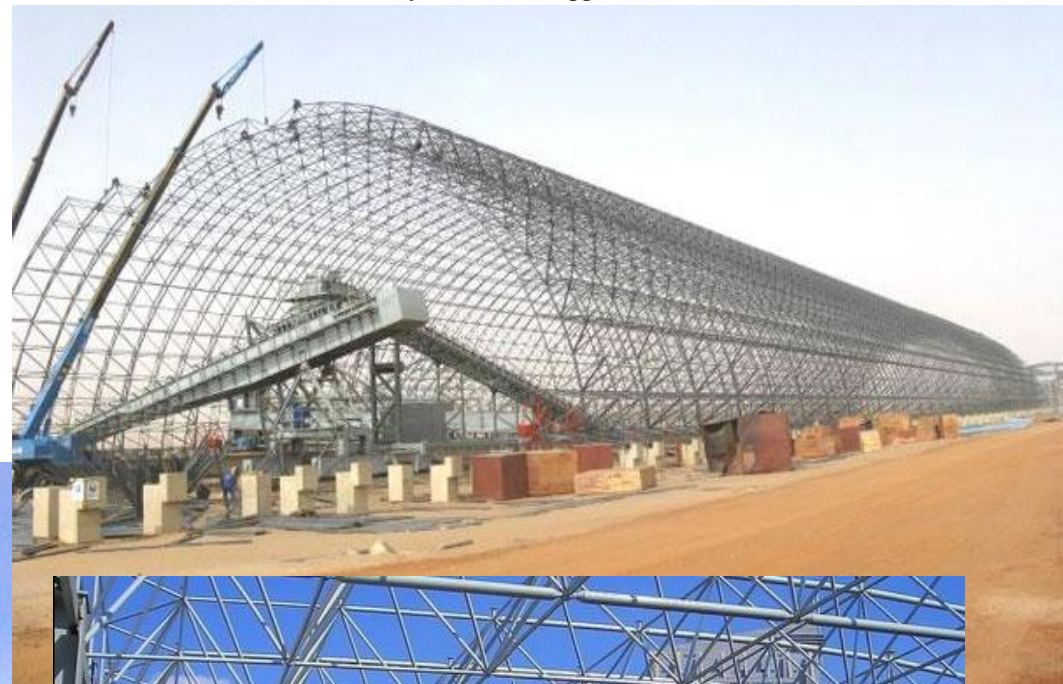


Rys: civiltech.ir



Rys: civiltech.ir

Przekrycia strukturalne mogą być płaskie („klasyczne”), cylindryczne lub kopułowe. Inna nazwa to przekrycia wielowarstwowe.



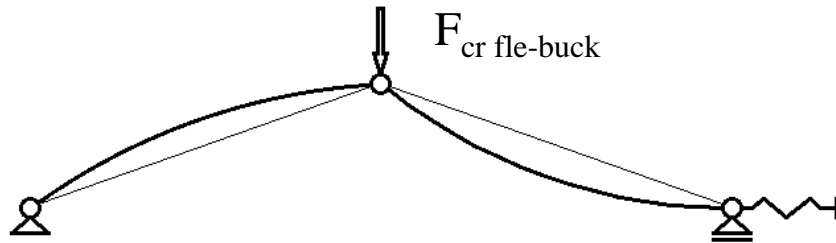
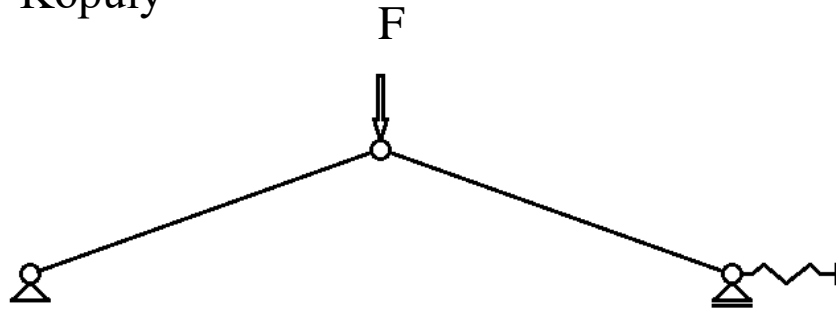
Rys: wikipedia

Rys: miripiri.co.in

Przekrycia strukturalne

Powłoki cylindryczne

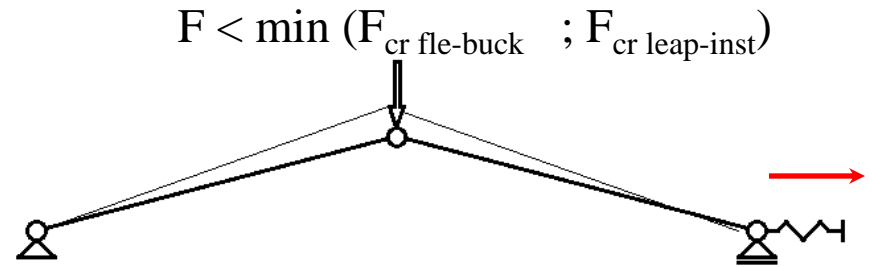
Kopuły



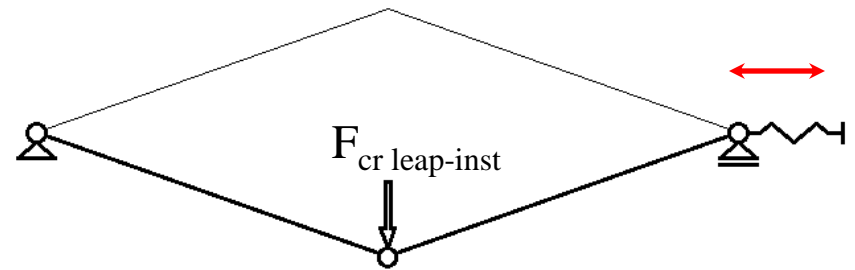
Wyboczenie giętnie pręta

Specyficzna forma niestateczności:

$$F < \min (F_{cr \text{ fle-buck}} ; F_{cr \text{ leap-inst}})$$



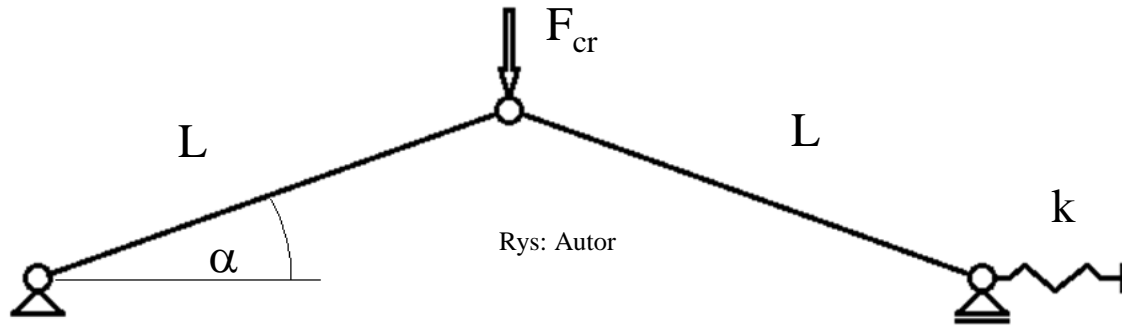
Deformacja



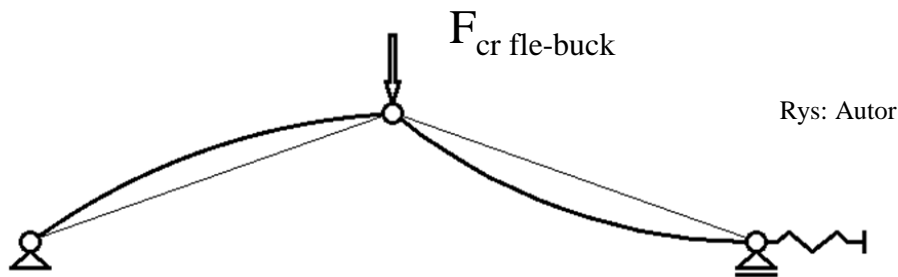
Przeskok

Rys: Autor

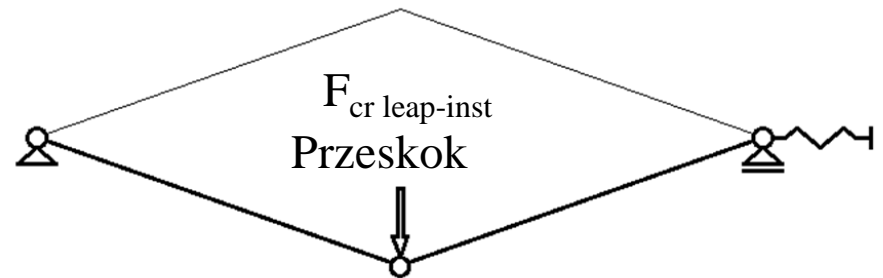
Zachowanie takiej struktury zależy będzie od długości L , początkowego kąta α i charakterystyki sprężyny k .



Dla dużych wartości L , α oraz k , bardziej prawdopodobne jest wyboczenie giętne ($F_{cr \text{ fle-buck}} < F_{cr \text{ leap-inst}}$). Dla małych wartości, bardziej prawdopodobny jest przeskok ($F_{cr \text{ leap-inst}} < F_{cr \text{ fle-buck}}$).



Wyboczenie giętne pręta



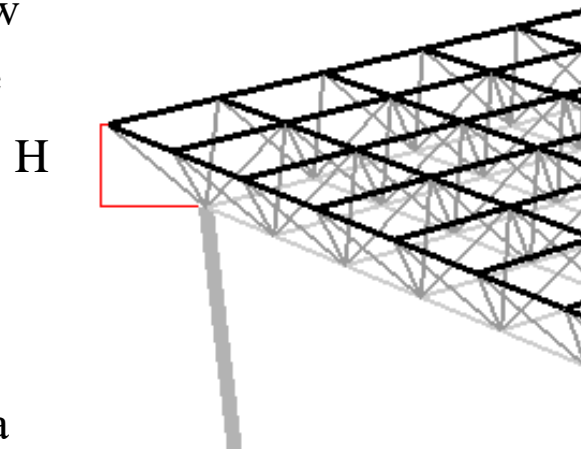


Rys: gadzety-reklamowe.com



Rys: wroclaw.pl

Tak samo, jak w przypadku modelu uproszczonego, przeskok dla przekryć, powłok cylindrycznych i kopuł może wystąpić w przypadku obciążenia krytycznego mniejszego niż obciążenie krytyczne dla wyboczenia prętów. Sprężyna w modelu uproszczonym reprezentuje przede wszystkim sztywność wynikającą z geometrii konstrukcji stalowej. Jednym z najważniejszych parametrów jest odległość między górną a dolną powierzchnią siatek prętowych. Zwiększenie H oznacza zwiększenie współczynnika sprężystości k .



Rys: geometrica.com



Rys: steelstructureschina.com



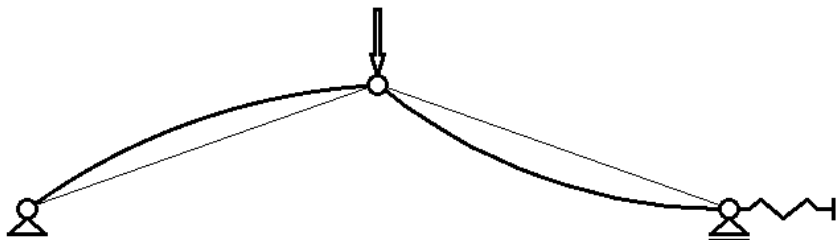
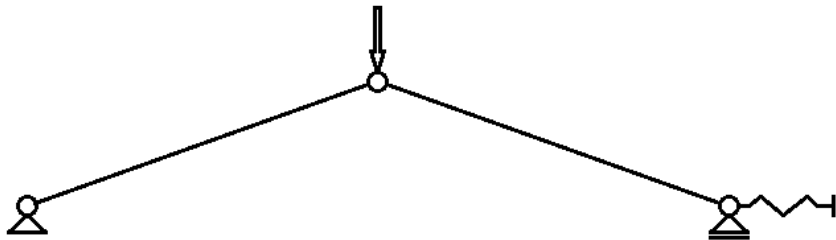
Rys: cnxzl.com



Rys: Autor

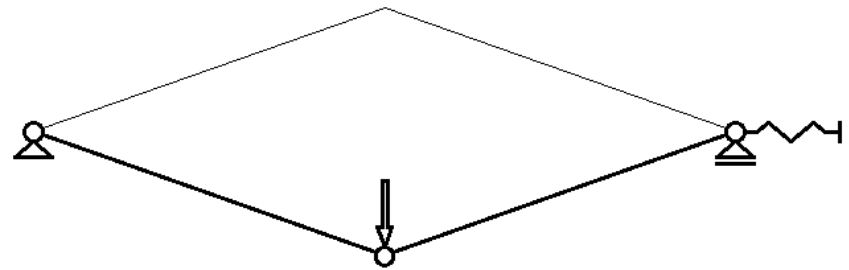
Innym ważnym czynnikiem jest liczba i sztywność słupów / podpór. Ponadto istotny wpływ na wartość k ma kształt i krzywizna przekrycia.

Wykrycie przeskoku nie jest łatwe. „Klasyczna” analiza niestateczności – geometrycznie liniowa – pozwoli wyłącznie na wykrycie wyboczenia pręta. Jeśli w rzeczywistości $F_{cr \text{ leap-inst}} < F_{cr \text{ fle-buck}}$ będzie to niebezpieczne dla obliczeń, gdyż da w wyniku zbyt optymistyczną informację o możliwej wartości obciążenia.



Rys: Autor

Wykrycie przeskoku jest możliwe tylko w przypadku analizy geometrycznie nieliniowej.



Przekrycia strukturalne

Powłoki cylindryczne

Kopuły

Rozwiązania systemowe
(prefabrykowane)

Mero

SDC

Pyramitec

Unibat

Tesep

Tridimatec

...

Mero – najpopularniejszy system



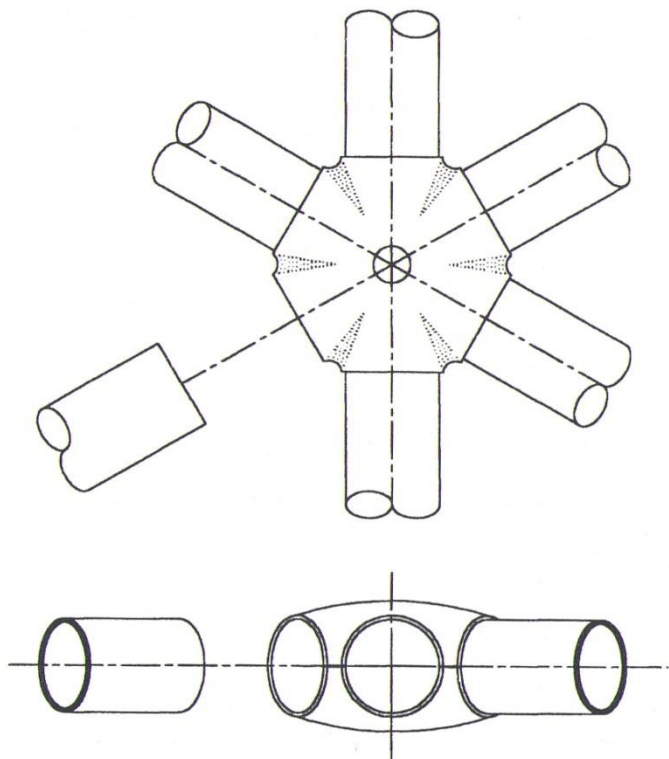
Rys: pic2fly.com

Rys: signs.pl

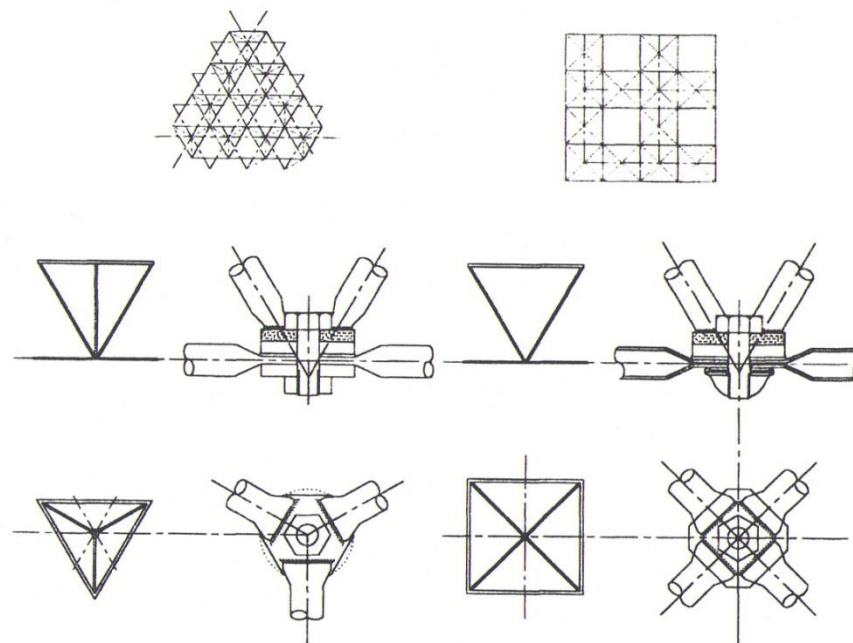


Rys: pic2fly.com

SDC, pyramitec, cirotec, bacotec, tridimatec, unibat, spherobat, tridiblau, flotau, pyramibat, bamboutec, dodecavis – opracowane przez polskiego architekta Stefana du Chateau



SDC



Pyramitec

Rys: vt.edu



Zastrzeżenie w EN 1993-1-8 7.1:

Odkształcenia końców pręta kratowego są niedopuszczalne.



Rys: tatasteelconstruction.com

Zastrzeżenie to nie jest istotne dla systemów prefabrykowanych. Nośność węzłów i elementów jest przetestowana eksperymentalnie, nie jest tylko obliczona teoretycznie.

Przykłady

- Hale wystawowe
- Hale sportowe
- Centra rozrywkowe
- Dworce kolejowe i lotnicze
- Specjalne obiekty przemysłowe
- Specjalne obiekty transportowe
- Punkty orientacyjne
- Mosty

Porównanie rozmiarów:

Rynek Starego Miasta: 200x200 m;

Hejnalica: 82 m;

Odległość Politechnika – Wawel: 2 000 m;

Neue Messe Central Hall, Leipzig (Glass Palace)

Centrum wystawowe,
dawniej dworzec kolejowy

Długość 238 m
Szerokość 80 m
Wysokość 28 m

Łuki i cylindryczna
powłoka strukturalna



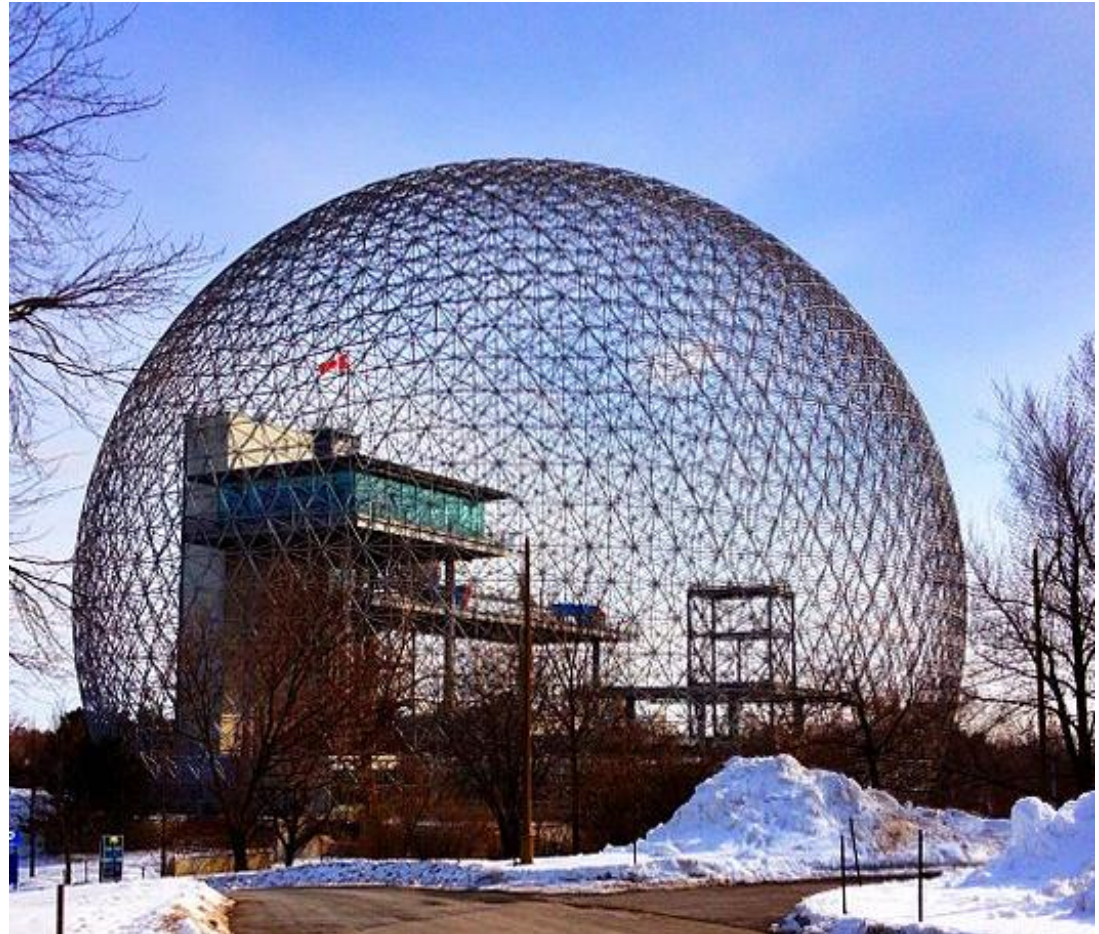
Rys: e-architect.co.uk

Rynek Starego Miasta: 200x200 m;

Montreal Biosphère Museum

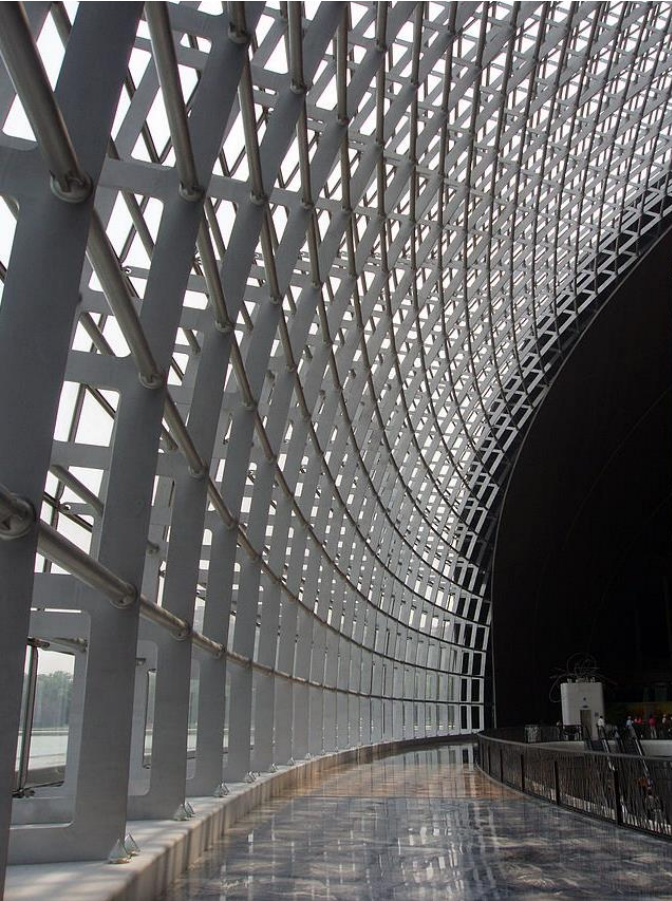
Średnica 76 m
Wysokość 62 m

Kopuła z przekrycia
strukturalnego



Rys: wikipedia

Hejnalica: 82 m;



Rys: wikipedia



National Centre for the Performing Arts, Pekin

Długość 212 m
Szerokość 144 m
Wysokość 46 m

Kopuła z łuków ramowych

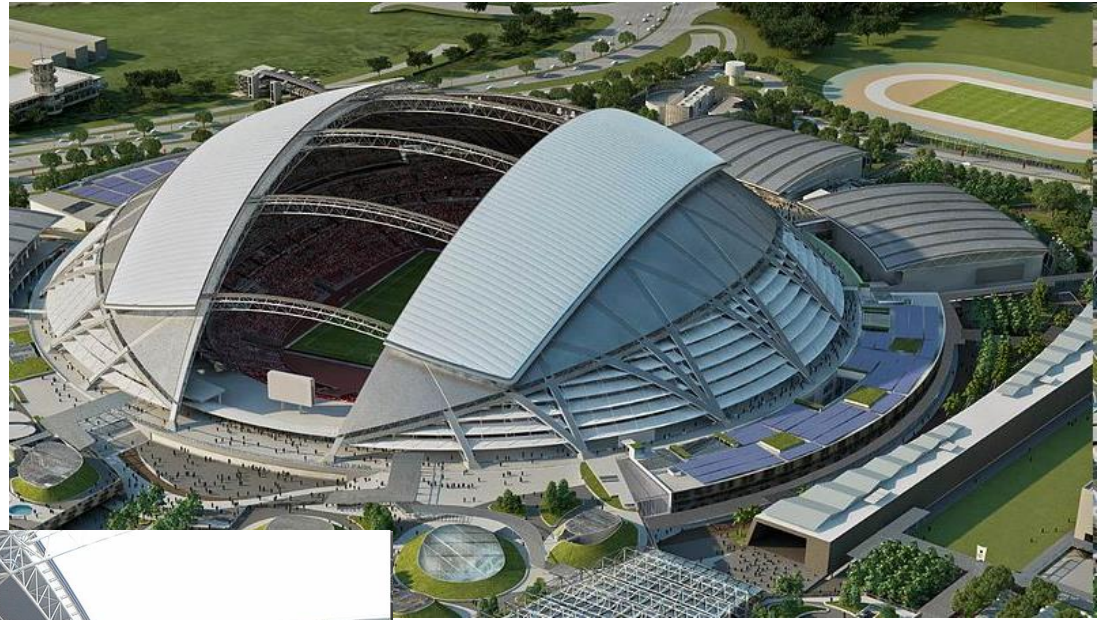
Rynek Starego Miasta: 200x200 m;
Hejnalica: 82 m;

National Sport Stadium, Singapore

Średnica 310 m
Wysokość 85 m

Łuki kratowe, rozsuwany dach.

Największa na świecie kopuła



Rys: wikipedia

Rynek Starego Miasta: 200x200 m;
Hejnalica: 82 m;

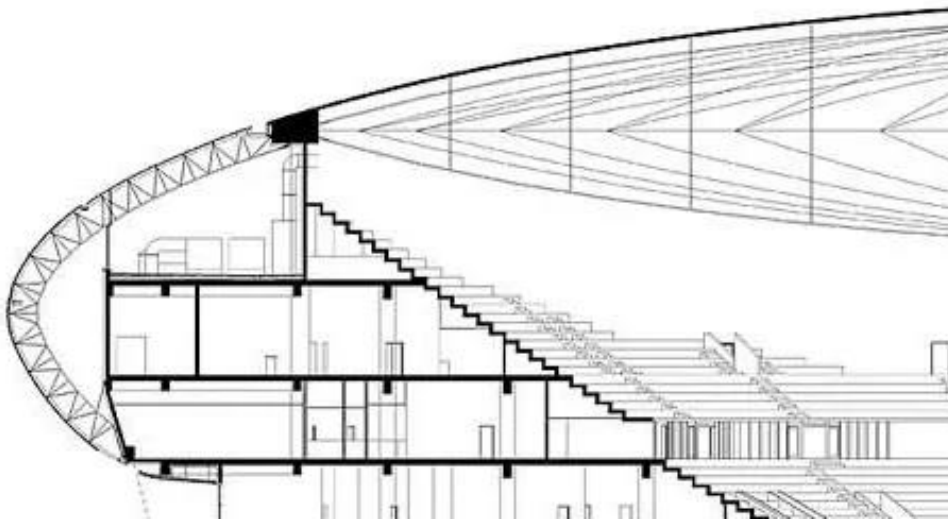
Tauron Arena, Kraków

Centrum rozrywkowo-sportowe

Średnica 166 m

Wysokość 27 m

Kopuła z łuków kratowych, w centrum dźwigary cięgnowe



Rys: architekturbiznes.pl

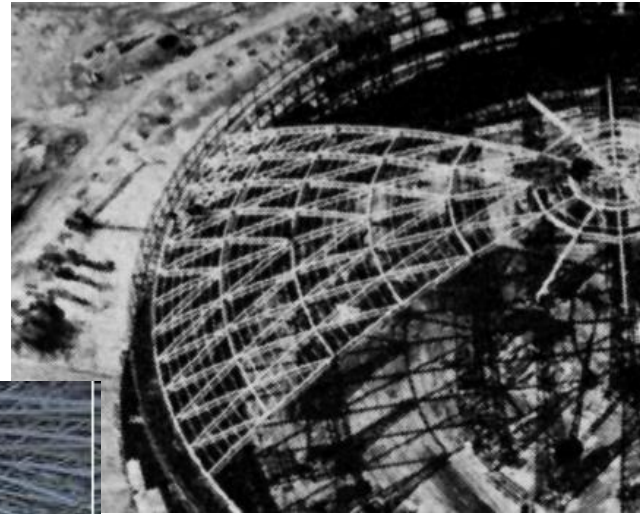
Rynek Starego Miasta: 200x200 m;

Houston Astrodome

Hala sportowa

Średnica 220 m
Wysokość 63 m

Kopuła Lamella z kratownic



Rynek Starego Miasta: 200x200 m;
Hejnalica: 82 m;

Rys: ballparksofbaseball.com

Ferrari World, Abu Dhabi

Centrum rozrywkowe

Średnica(max) 775 m

Wysokość 62,5 m



Rys: arhinovosti.ru

Odległość Politechnika – Wawel: 2 000 m;

Przekrycie strukturalne



Rys: themeparkreview.com

Rys: satimagingcorp.com



Disney Spaceship Earth,
Orlando

Centrum rozrywkowe

Średnica 50 m

Kopuła geodezyjna



Rys: wikipedia



Rys: sgh.com

Hejnalica: 82 m;

Rys: tropical-islands.de

Tropical Island (Aerium), Dahme-Spreewald

Akwapark, dawny hangar dla sterowców

Długość 360 m

Szerokość 210 m

Wysokość 107 m

Łuki kratowe



Rys: wikipedia



Rys: wikipedia

Rynek Starego Miasta: 200x200 m;
Hejnalica: 82 m;

Hauptbahnhof, Frankfurt

Dworzec kolejowy

Duża hala:
Długość 186 m
Szerokość 50 m
Wysokość 28 m

Łuki kratowe



Rys: wikipedia

Mała hala:
Długość 186 m
Szerokość 31 m
Wysokość 20 m

Rynek Starego Miasta: 200x200 m;
Hejnalica: 82 m;



Rys: wikipedia

Suvarnabhumi Airport, Bangkok

Skrzydła budynku
Długość 3 213 m
Szerokość 40 m
Wysokość 25 m

Łuki kratowe i dach
podwieszony

Część główna
Długość 444 m
Szerokość 111 m
Wysokość 28 m

Rynek Starego Miasta: 200x200 m;
Hejnalica: 82 m;
Odległość Politechnika – Wawel: 2 000 m;

Przekrycie strukturalne



Rys: wikipedia



Rys: wikipedia

Rys: wikipedia

New Safe Confinement Nowy sarkofag reaktora w Czarnobylu

Długość 150 m
Szerokość 270 m
Wysokość 105 m

Łuki kratowe



Rynek Starego Miasta: 200x200 m;
Hejnalica: 82 m;



Rys: wikipedia

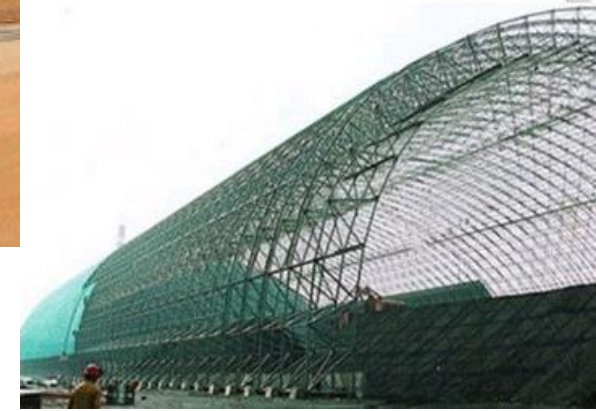
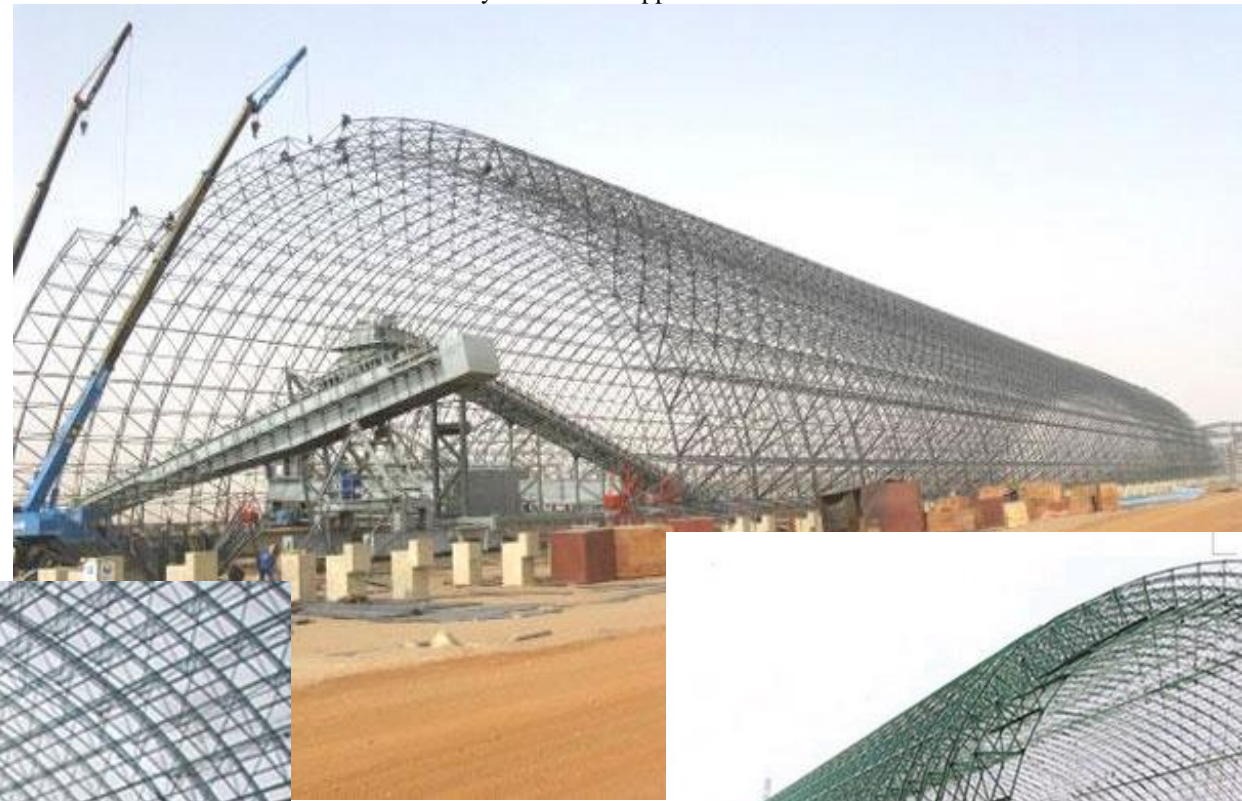
Magazyn kruszywa, Yunnan Kungang

Hala przemysłowa

Długość 148 m
Szerokość 125 m
Wysokość 30 m

Cylindryczna powłoka
strukturalna

Rys: xzlf.en.hisupplier.com



Rys: xzlf.en.hisupplier.com

Rynek Starego Miasta: 200x200 m;
Hejnalica: 82 m;

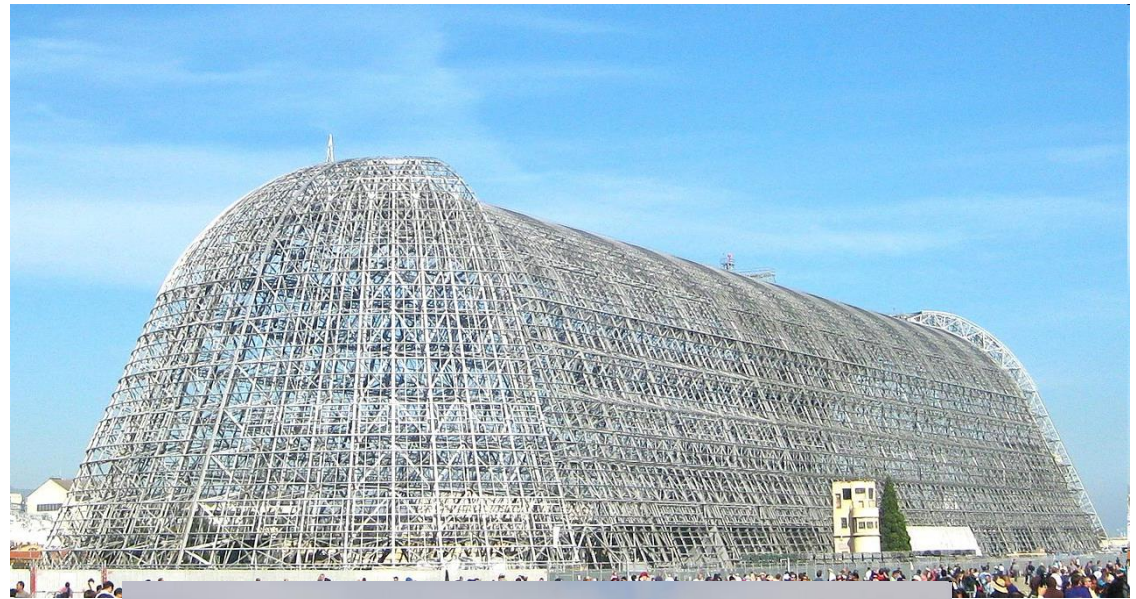
Hangar One, Mountain View

Hangar dla samolotów,
dawniej hangar dla sterowców

Długość 345 m
Szerokość 94 m
Wysokość 60 m

Cylindryczna powłoka
strukturalna

Rynek Starego Miasta: 200x200 m;
Hejnalica: 82 m;



Rys: wikipedia

Rys: theguardian.com

Hangar, Pekin

Długość 352 m
Szerokość 110 m
Wysokość 38 m

Przekrycie strukturalne



Rys: rodaxx.com

Rynek Starego Miasta: 200x200 m;
Hejnalica: 82 m;

Gateway Arch, Saint Louis

Punkt orientacyjny
Rozpiętość 192 m
Wysokość 192 m

Łuk zespolony: stal nierdzewna –
żelbet – stal „zwykła”, powyżej ~90 m
konstrukcja stalowa.



THE ARCH'S BASIC BUILDING BLOCKS

Because the Arch has no structural skeleton, it relies on its own skin of stainless steel and carbon steel for support.

The Arch is made up of a series of double-walled triangular sections stacked one on top of another, gradually decreasing in size as they rise.

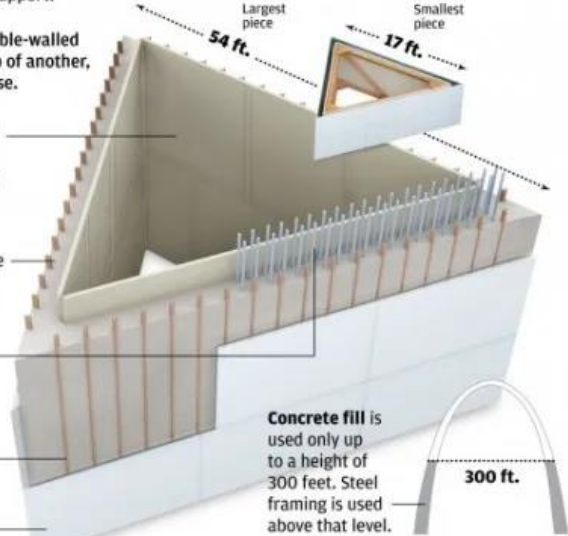
Carbon steel plates make up interior wall. There is a 3-foot space between the inner and outer wall in the largest piece, and narrows to less than 8 inches on the smallest section.

Concrete fill was pumped between the carbon and stainless steel walls after the section was set in place.

Post-tensioning rods, embedded in the concrete, kept the sections pulled tightly together during construction.

Strengthening rods

Stainless steel plates make up the exterior wall.



SOURCE: National Park Service

SOURCE: Rich Rokicki | Post-Dispatch

Rys: wikipedia

Rynek Starego Miasta: 200x200 m;
Hejnalica: 82 m;

Rys: medium.com



Cracow University of Technology
80th Anniversary



Faculty of Civil Engineering
80th Anniversary

Chair of Bridge, Metal and Timber Structures
Cracow University of Technology



Ring of Life, Fushun

Punkt orientacyjny

Średnica 157 m

Łuk kratowy



Rys: dailymail.co.uk

Rynek Starego Miasta: 200x200 m;
Hejnalica: 82 m;

Rys: avax.news

Rys: wikipedia

Chaotianmen Bridge, Chaotianmen

Rozpiętość 552 m
Wysokość 142 m

Łuk kratowy



Rynek Starego Miasta: 200x200 m;
Hejnalica: 82 m;

Zagadnienia egzaminacyjne

Hale „lekkie” i „ciężkie”, podobieństwa i różnice

Rozwiązania techniczne dla konstrukcji dużych rozpiętości

Utrata stateczności przez przeskok

Dziękuję za uwagę

© 2025 dr inż Tomasz Michałowski

tmichal@pk.edu.pl