

KONSTRUKCJE DACHOWE WIĘKSZYCH ROZPIĘTOŚCI WIĄZARY KRATOWE

CHARAKTERYSTYKA OGÓLNA

Kratownice są to płaskie ustroje prętowe, w których elementy zewnętrzne (pasy) przenoszą ściskanie i rozciąganie, wynikające z działania momentów zginających, a środek pozostaje zredukowany do elementów prętowych usytuowanych tak, aby mogły przenosić siły poprzeczne. Jeśli założy się, że elementy prętowe zostaną połączone w węzłach przegubowo, a siły będą przyłożone w miejscach połączeń, to powstanie lekka konstrukcja, w której wszystkie elementy będą obciążone osiowo. Kratownice stosowane jako elementy nośne dachów są nazywane wiązarami, a konstrukcje kratowe płaskie — pełniące funkcję belek — dźwigarami kratowymi lub kratownicami.

Wiązary kratowe (kratownice) składają się z elementów zewnętrznych (pasów: dolnego i górnego) oraz wewnętrznych (pionowych słupków i ukośnych krzyżulców).







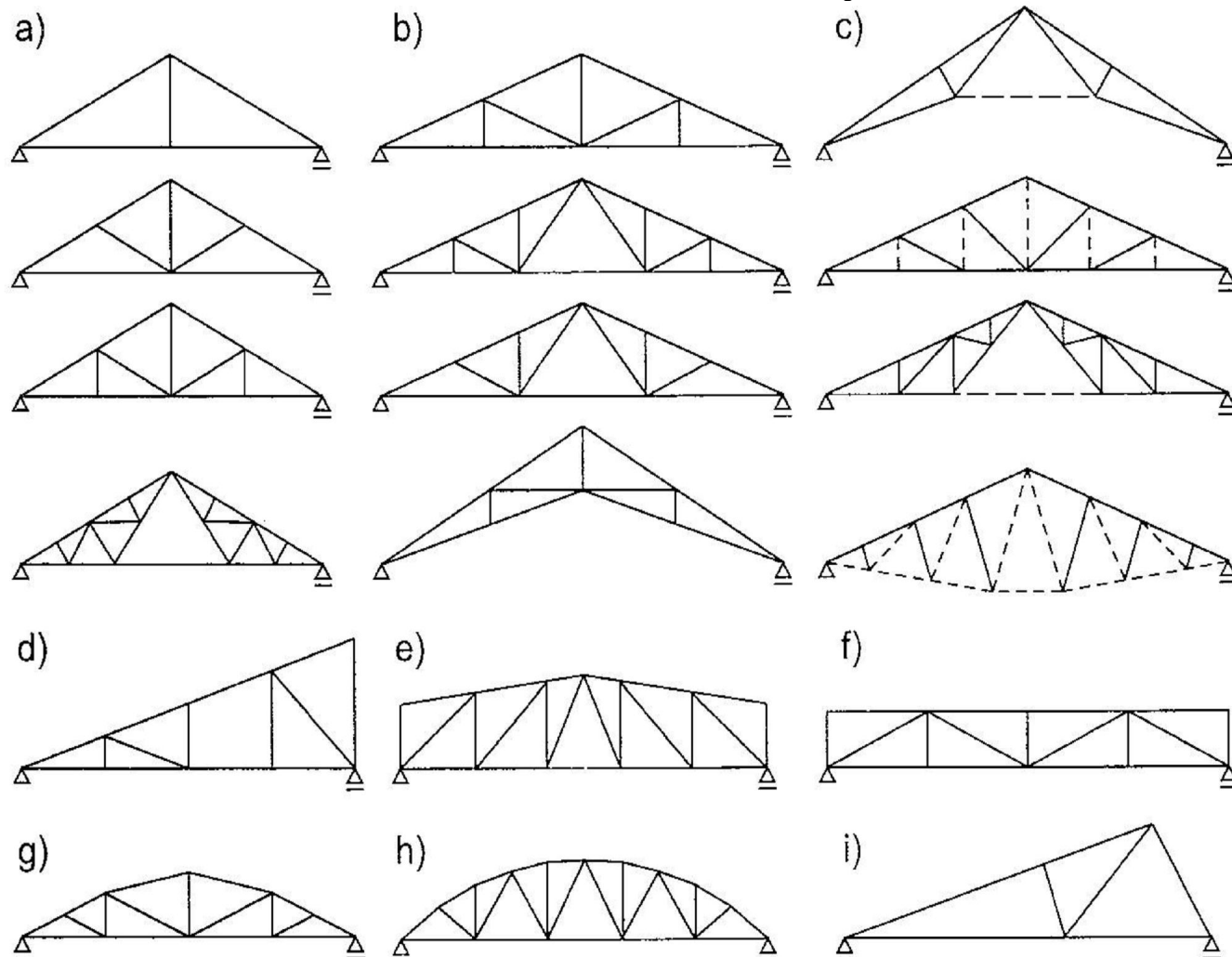








KSZTAŁT GEOMETRYCZNY WIĄZARÓW



Rysunek 8.1. Wiązary kratowe (schematy): a), b) trójkątne drewniane, c) trójkątne drewniano-stalowe, d) jednospadowe, e) dwutrapezowe, f) o pasach równoległych, g) z pasem górnym zakrzywionym, h) z pasem górnym łamanym, i) pilaste

Wiązar kratowy składa się z trójkątów, których wierzchołki noszą nazwę węzłów. W zależności od kształtu (rys. 8.1) rozróżnia się następujące typy kratownic: trójkątne, trapezowe, prostokątne (o pasach równoległych), wielokątne (z pasem górnym łamanym lub zakrzywionym).

Kratownice — podobnie jak belki pełnościennie — mogą być swobodnie podparte, wieloprzęsłowe ciągłe lub przegubowe. Kratownice jedoprzęsłowe swobodnie podparte, złożone z pojedynczych elementów, są najczęściej stosowane, ponieważ są proste konstrukcyjnie i łatwe w montażu.

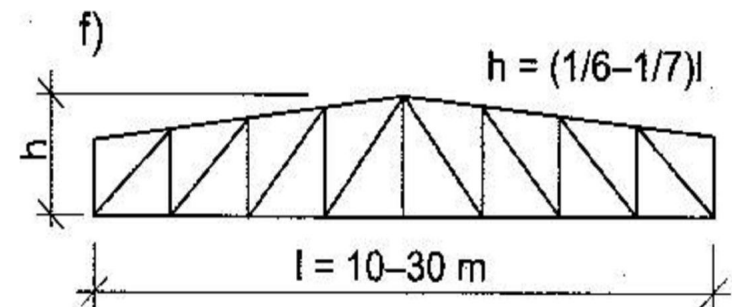
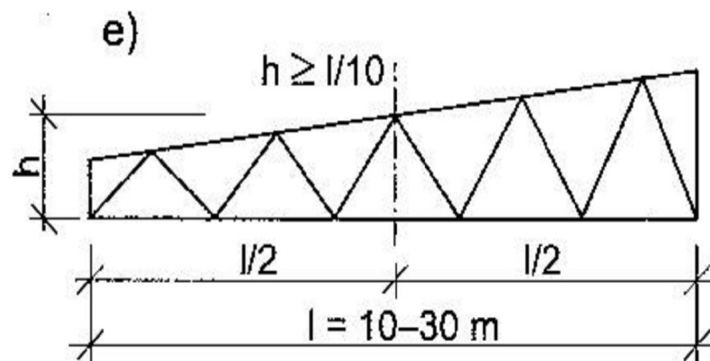
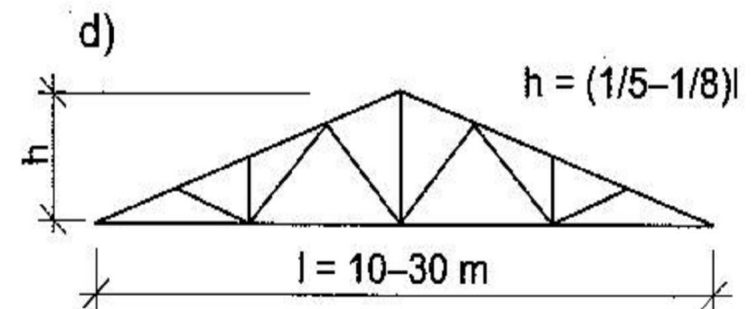
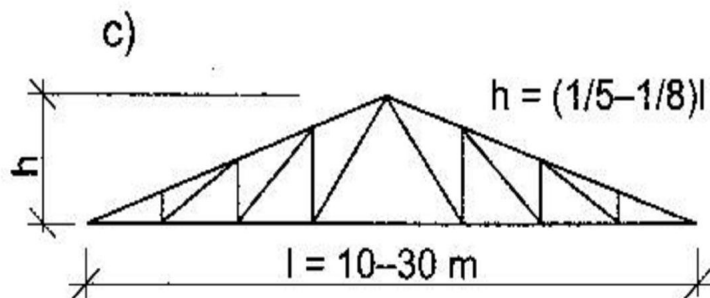
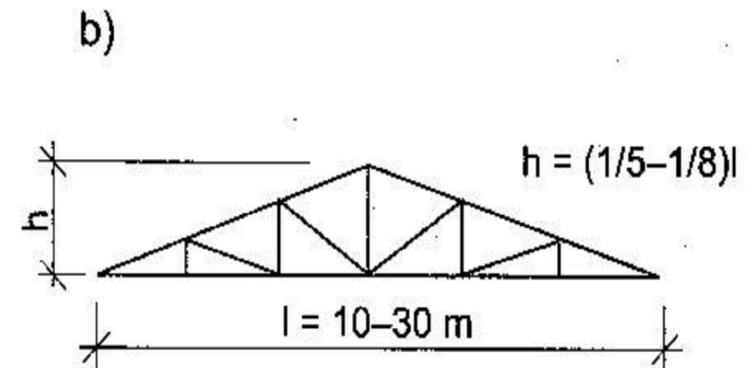
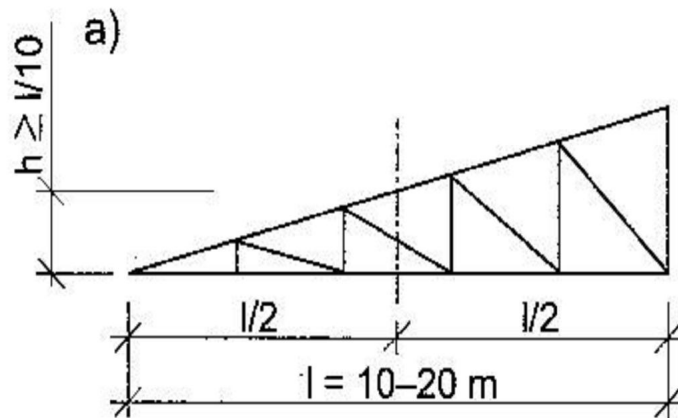
Najmniejszą możliwą wysokość kratownicy (zapewniającą odpowiednią sztywność wiązara) określa się najczęściej w zależności od ugięcia.

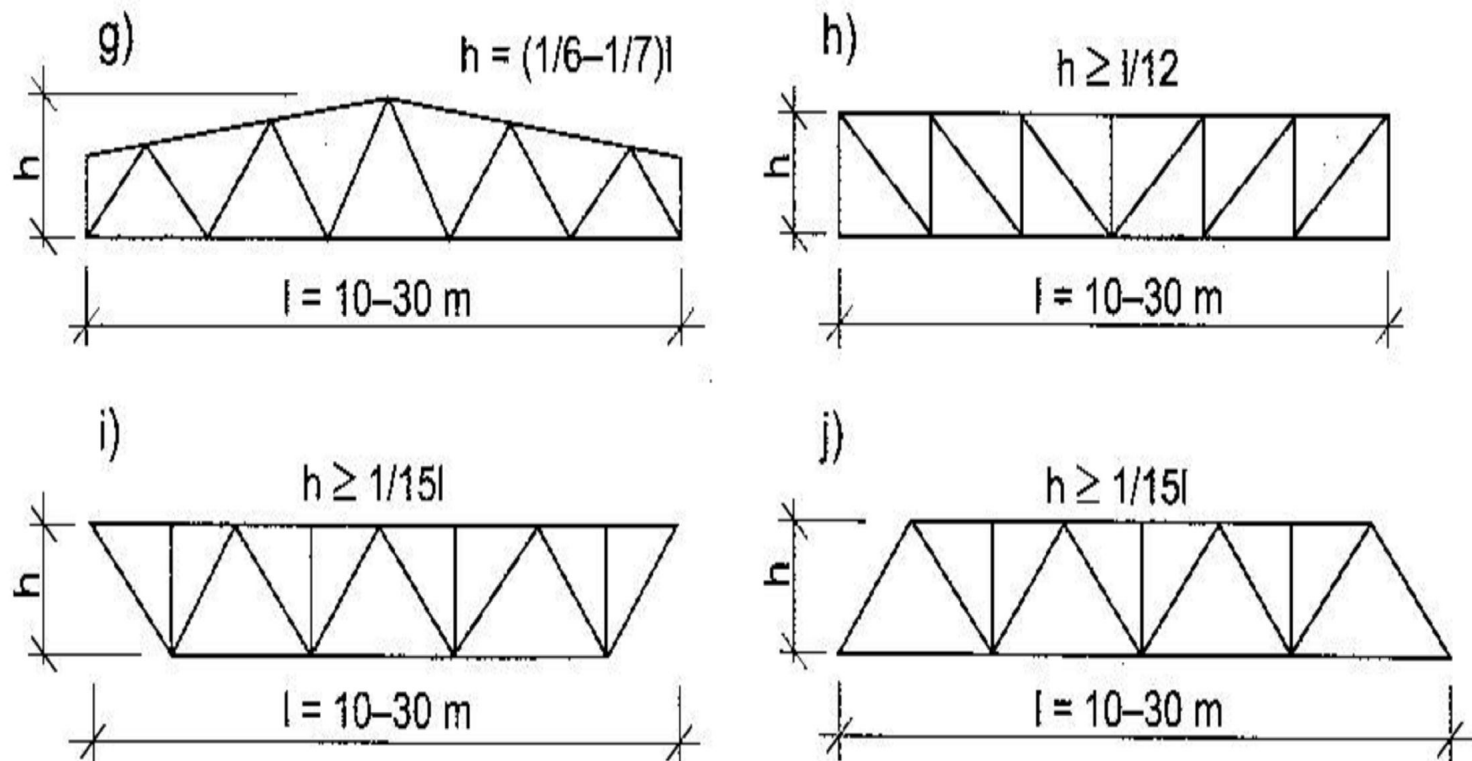
Przyjmując, że maksymalne ugięcie kratownicy nie powinno być większe niż $1/500$ jej rozpiętości $\left(\frac{u_{fin}}{l_d} \leq 1/500\right)$, można ustalić zależność między wysokością a rozpiętością kratownicy, przy której ten warunek będzie spełniony. W kratow-

nicach trójkątnych iloraz $\frac{h}{l_d}$ będzie wynosił $1/5 \div 1/8$, w kratownicach o pasach równoległych zaś $1/10 \div 1/15$.

Kratownice wykonuje się jako drewniane lub też mieszane drewniano-stalowe. W konstrukcjach drewniano-stalowych drewno stosuje się do elementów ściskanych i zginanych (pasy górne), stal zaś jako materiał elementów rozciąganych (pas dolny i wieszaki — tj. słupki rozciągane). Zaletą tego rodzaju konstrukcji jest łatwość wykonania połączeń w węzłach. Jest jednak wymagany dobry dostęp do nakrętek wieszaków w celu ich ewentualnego naciągania podczas eksploatacji.

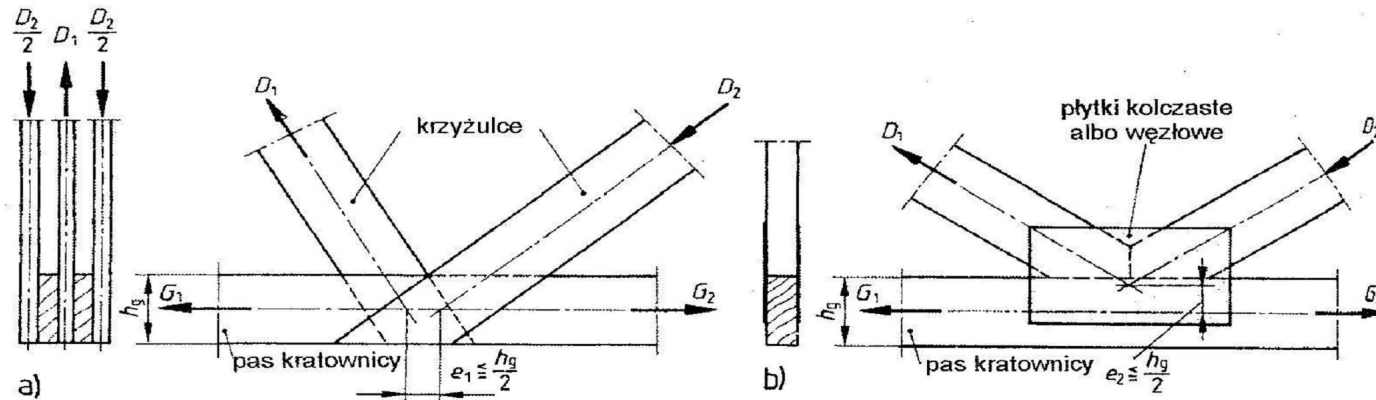
KSZTAŁTOWANIE DŹWIGARÓW KRATOWYCH



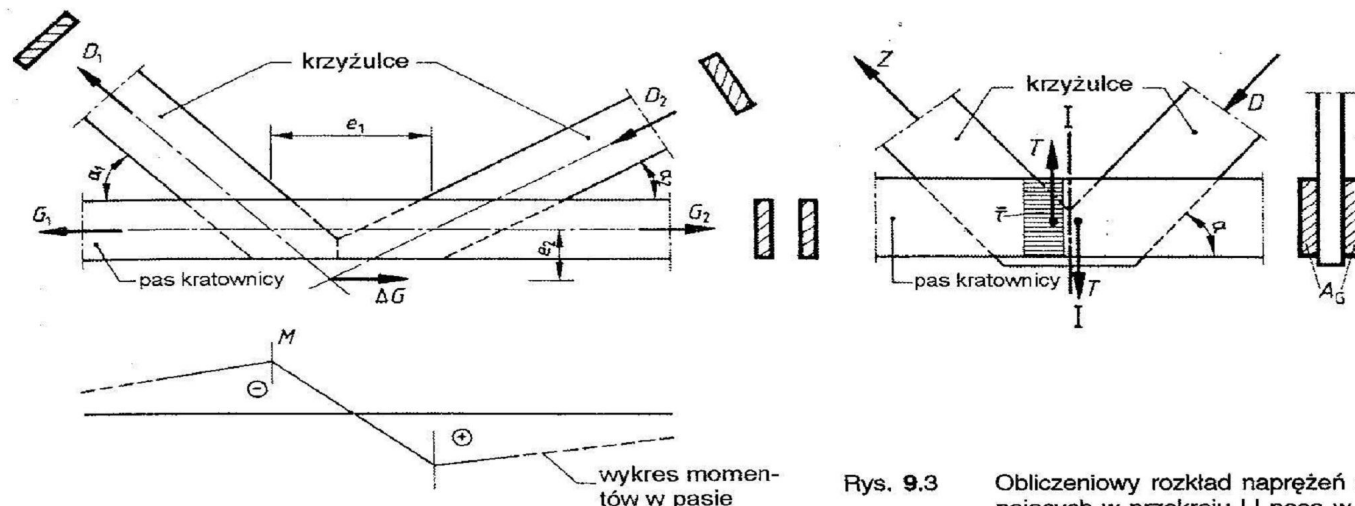


Rysunek 9.11. Schematy wiązarów kratowych: a) trójkątny jednospadkowy, b)–d) trójkątne dwuspadkowe, e) trapezowy, f)–g) dwutrapezowe, h)–j) o pasach równoległych

WĘZŁY KRATOWNIC – POŁĄCZENIA MIMOŚRODOWE



Rys. 9.1 Połączenia mimośrodowe prętów o złączach na gwoździe oraz połączenia na płytki kolczaste albo płyty węzłowe, według DIN 1052 T1
 a) wiązary z desek i bali zbite gwoździami, b) wiązary na płytki kolczaste lub węzłowe



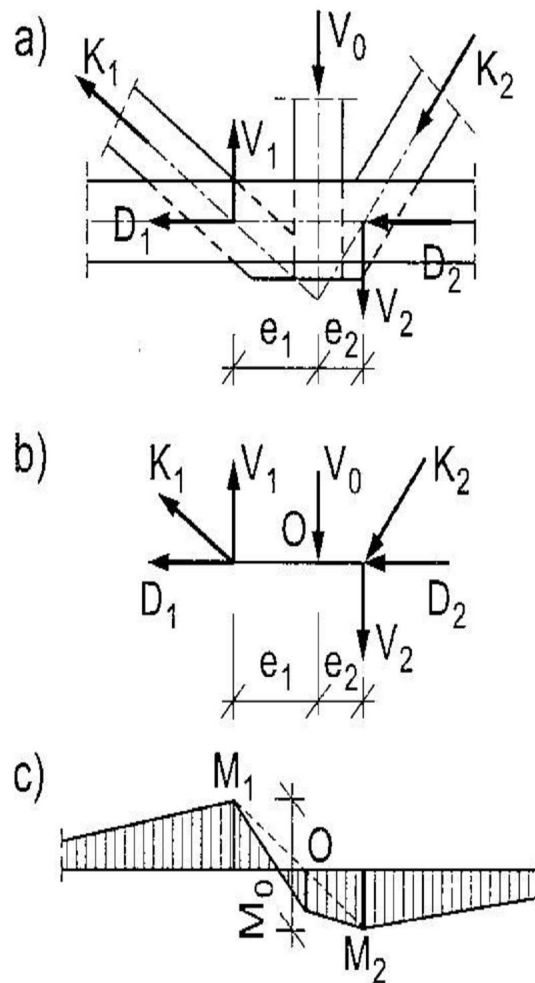
Rys. 9.2 Wykres momentów w pasie dolnym przy węźle mimośrodowym kratownicy; założenie według komentarzy do DIN 1055 T1 dla połączeń na gwoździe oraz płytki kolczaste lub węzłowe

Rys. 9.3 Obliczeniowy rozkład naprężeń ścinających w przekroju I-I pasa w mimośrodowym połączeniu krzyżulców w wiązarze kratowym z desek łączonych gwoździami, według komentarzy do DIN 1052 T1

Jeśli między węzłami pasów zostanie przyłożone obciążenie, w prętach przejmujących to obciążenie powstaną momenty zginające, mające wpływ na zwiększenie naprężeń w elementach kratownicy. Momenty te w pasach ściskanych należy obliczać jak w przypadku belki swobodnie podpartej w węzłach kratownicy.

Moment zginający od obciążenia przyłożonego między węzłami prętów rozciąganych oblicza się przyjmując pas jako belkę ciągłą podpartą przegubowo w węzłach kratownicy. Naprężenia należy wtedy sprawdzić w przekroju węzłowym, najbardziej osłabionym.

Węzeł kratownicy, w którym osie prętów nie przecinają się w jednym punkcie, pozostaje pod działaniem momentu zginającego. Z uwagi na małą sztywność zamocowania w węźle krzyżulców i słupków przyjmuje się, że moment ten w całości przenosi się na pas. Rozdział momentu węzłowego na sąsiednie przedziały zależy od położenia styków. Jeśli w sąsiednich przedziałach nie ma styku, moment węzłowy rozdziela się na oba przedziały, proporcjonalnie do ich długości (rys. 8.3).



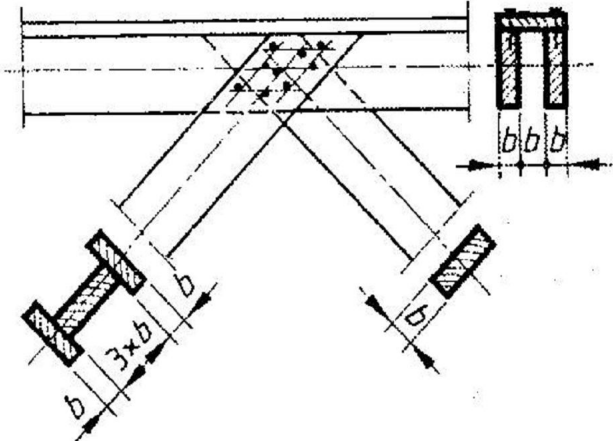


Rysunek 8.3. Momenty zginające od nieosiowego połączenia prętów w węźle kratownicy: a) schemat węzła pasa dolnego z układem sił, b) układ sił w węzłach pasa dolnego, c) wykres momentów zginających w pasie dolnym; D_1, D_2, K_1, K_2, V_0 – siły w prętach, V_1, V_2 – składowe pionowe siły w krzyżulcach, M_1, M_2 – momenty zginające w prętach, M_0 – moment zginający w węźle, e_1, e_2 – mimośrodowość sił

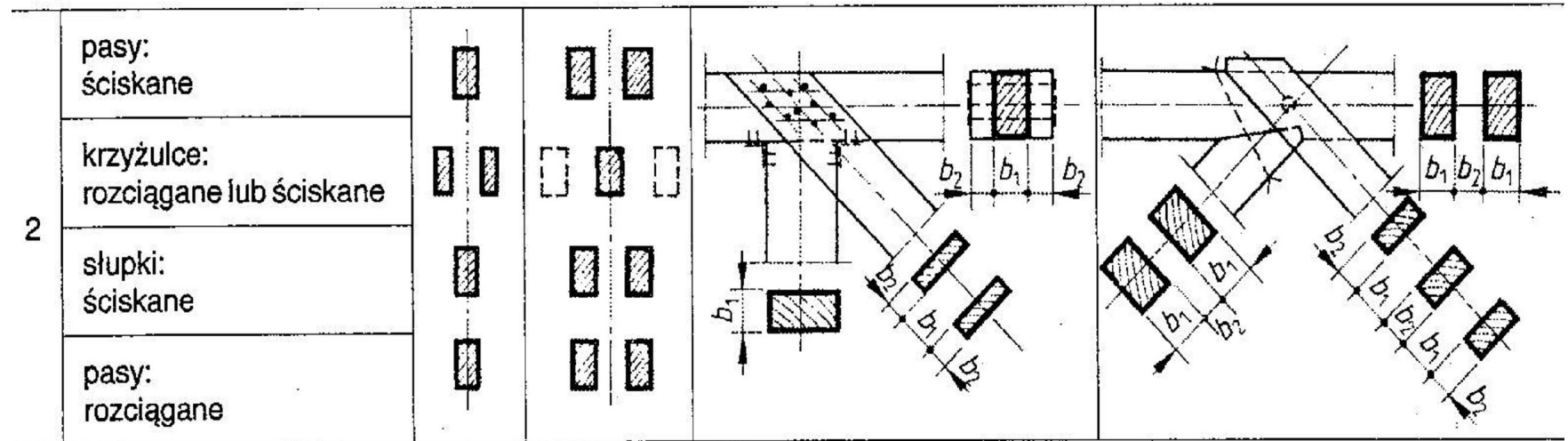
KSZTAŁTOWANIE PRĘTÓW WIĄZARÓW

Pręty	Położenie prętów w płaszczyźnie kratownicy, przykłady	Przykładowe wykonanie węzłów
-------	-------------------------------------------------------	------------------------------

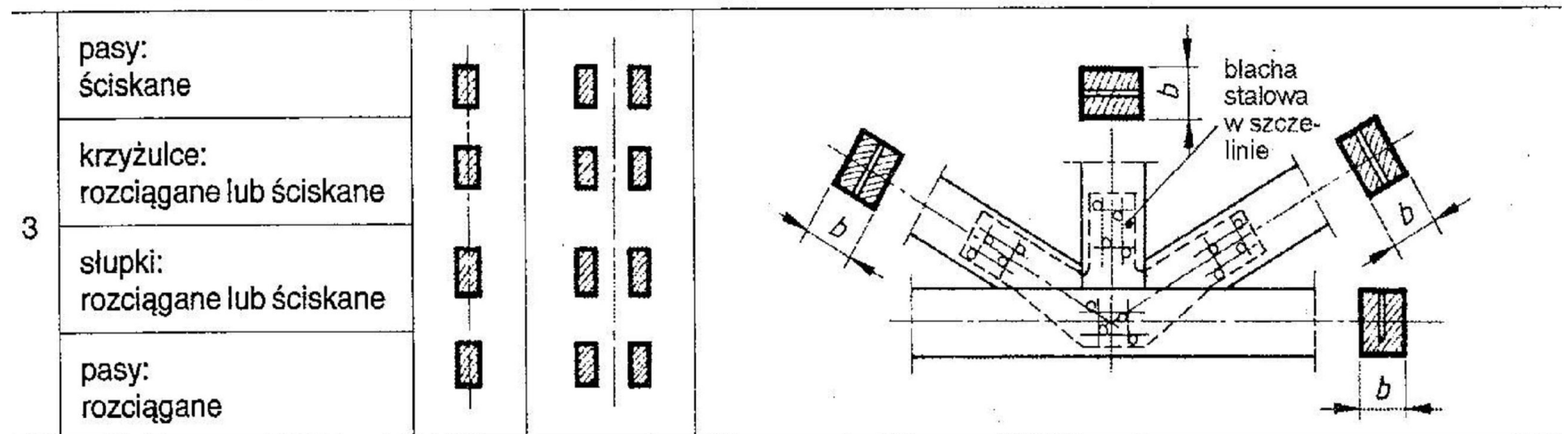
Wiązary z desek łączonych gwoździemi (pręty z desek, gwoździe) o mniejszych i średnich rozpiętościach

1	<p>pasy: ściskane</p> <hr/> <p>krzyżulce: rozciągane</p> <hr/> <p>krzyżulce, słupki: ściskane</p> <hr/> <p>pasy: rozciągane</p>			
---	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------

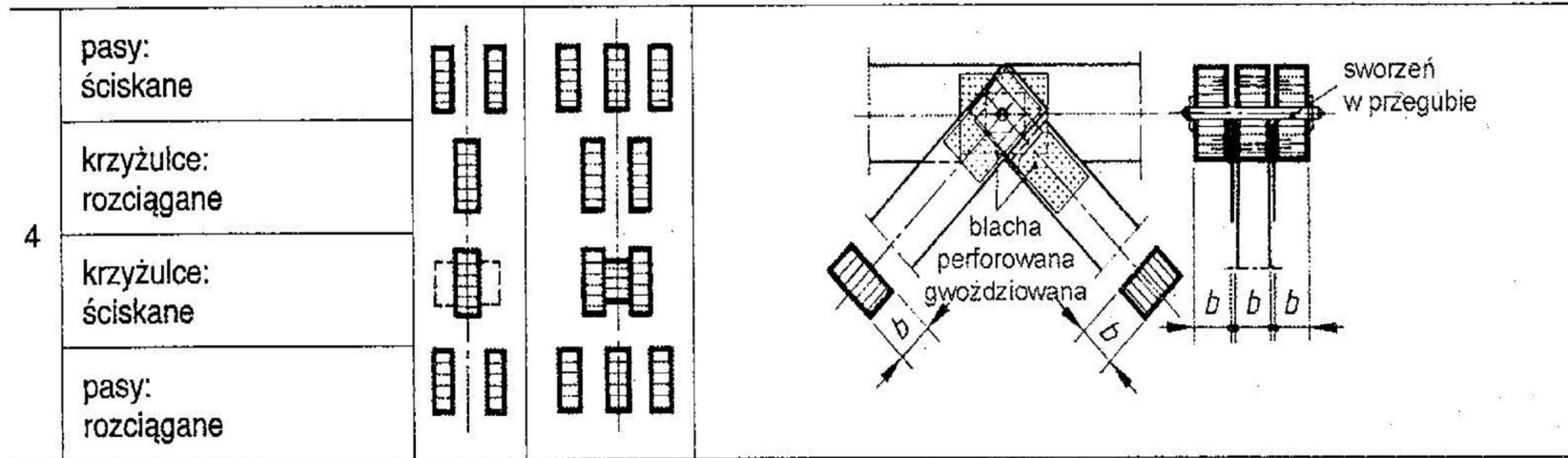
Wiązary z bali (pręty z drewna litego, wkładki, śruby i sworznie, pierścienie, gwoździe, wręby) o średnich i dużych rozpiętościach



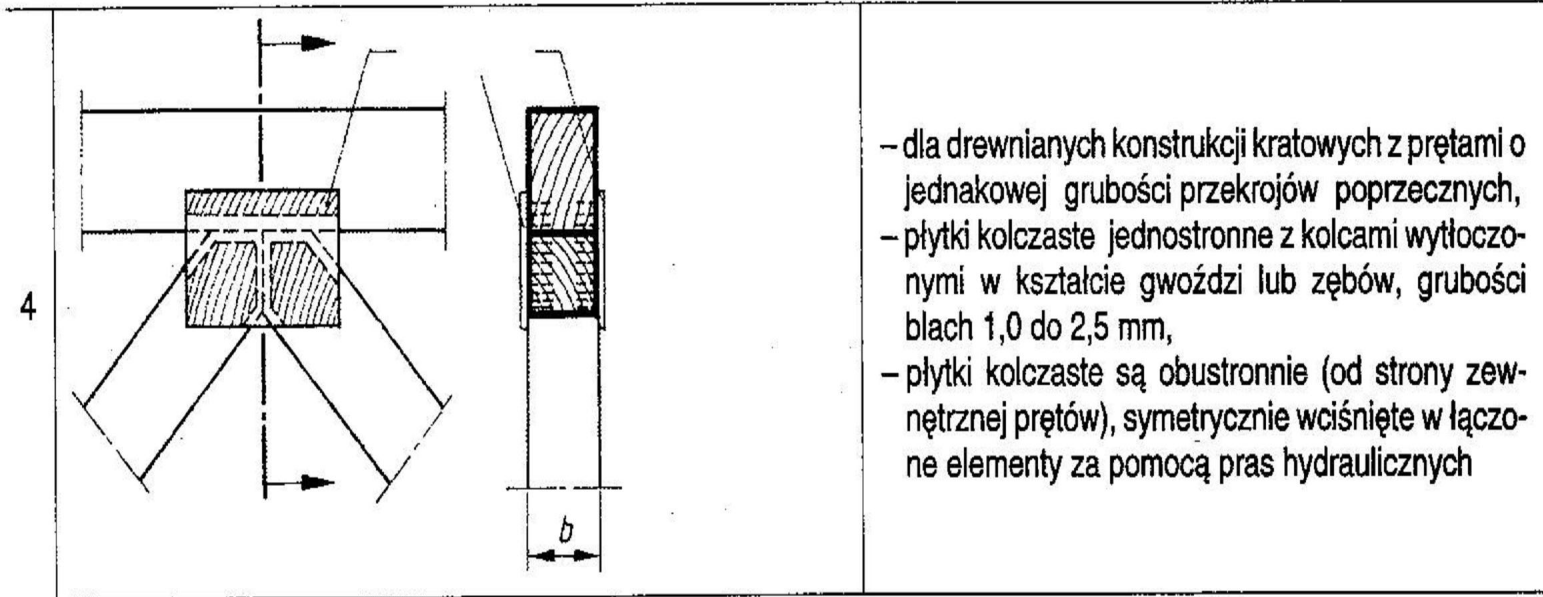
Wiązary kratowe z blachami węzłowymi (pręty z drewna litego lub klejonego warstwowo; blachy węzłowe stalowe w szczelinach, śruby i sworznie) o średnich i dużych rozpiętościach



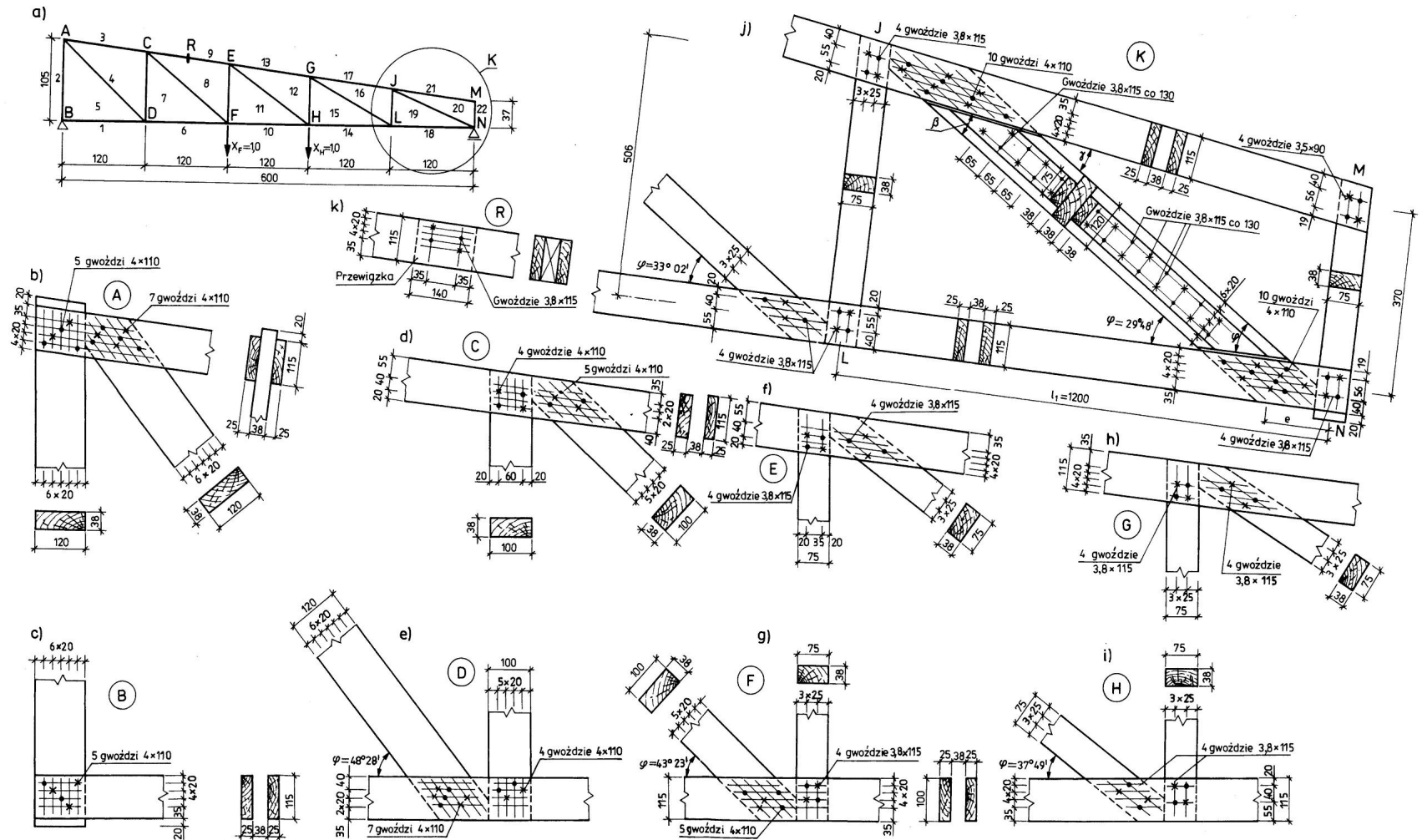
Wiązary kratowe ze śrubami w przegubach (pręty z drewna klejonego warstwowo; sworznie, blachy z otworami nawiercanymi, gwoździowane) o dużych i bardzo dużych rozpiętościach



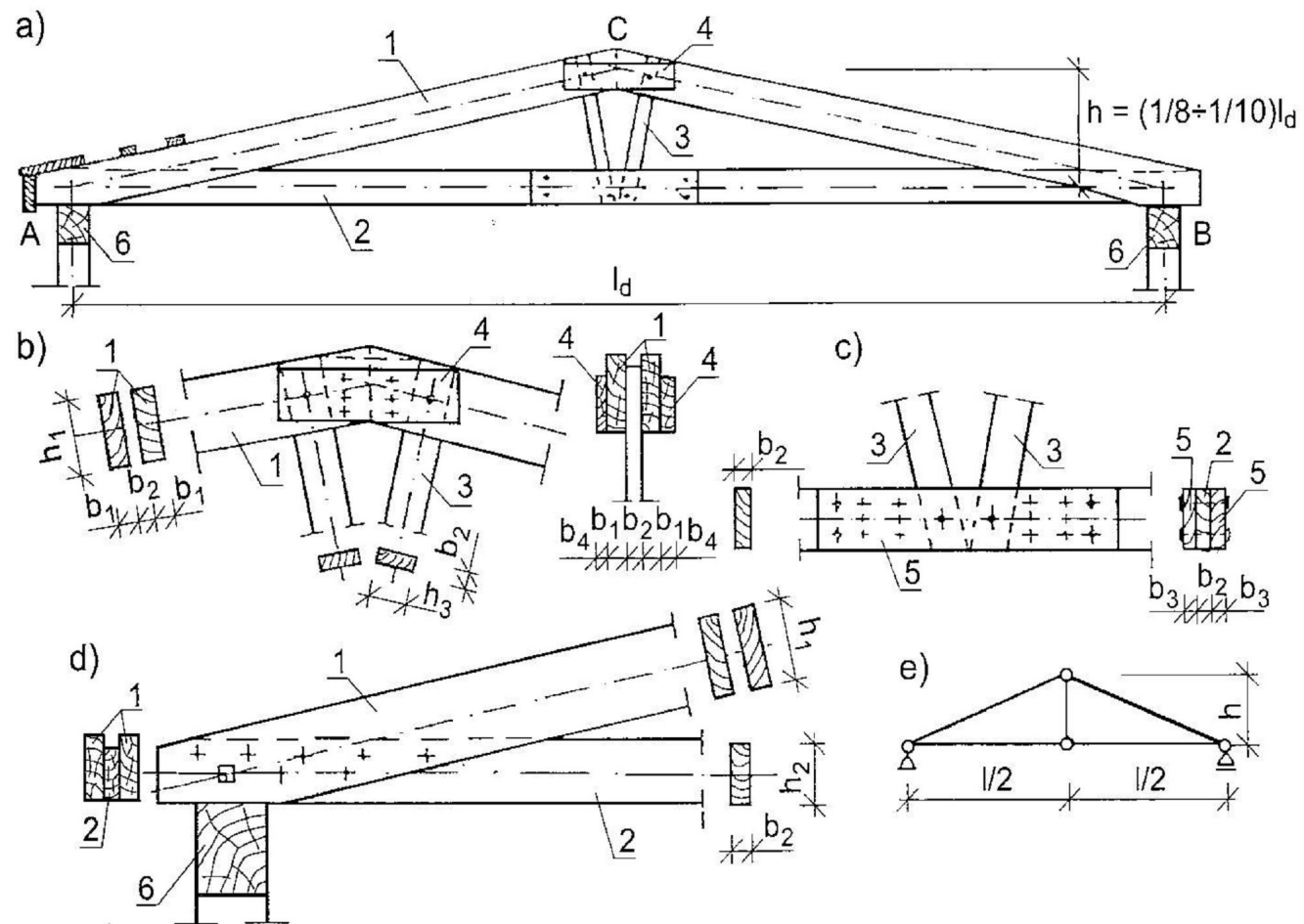
Węzły na płytki kolczaste³⁾, patrz też *Milbrandt* [224] i *Ruske* [307]



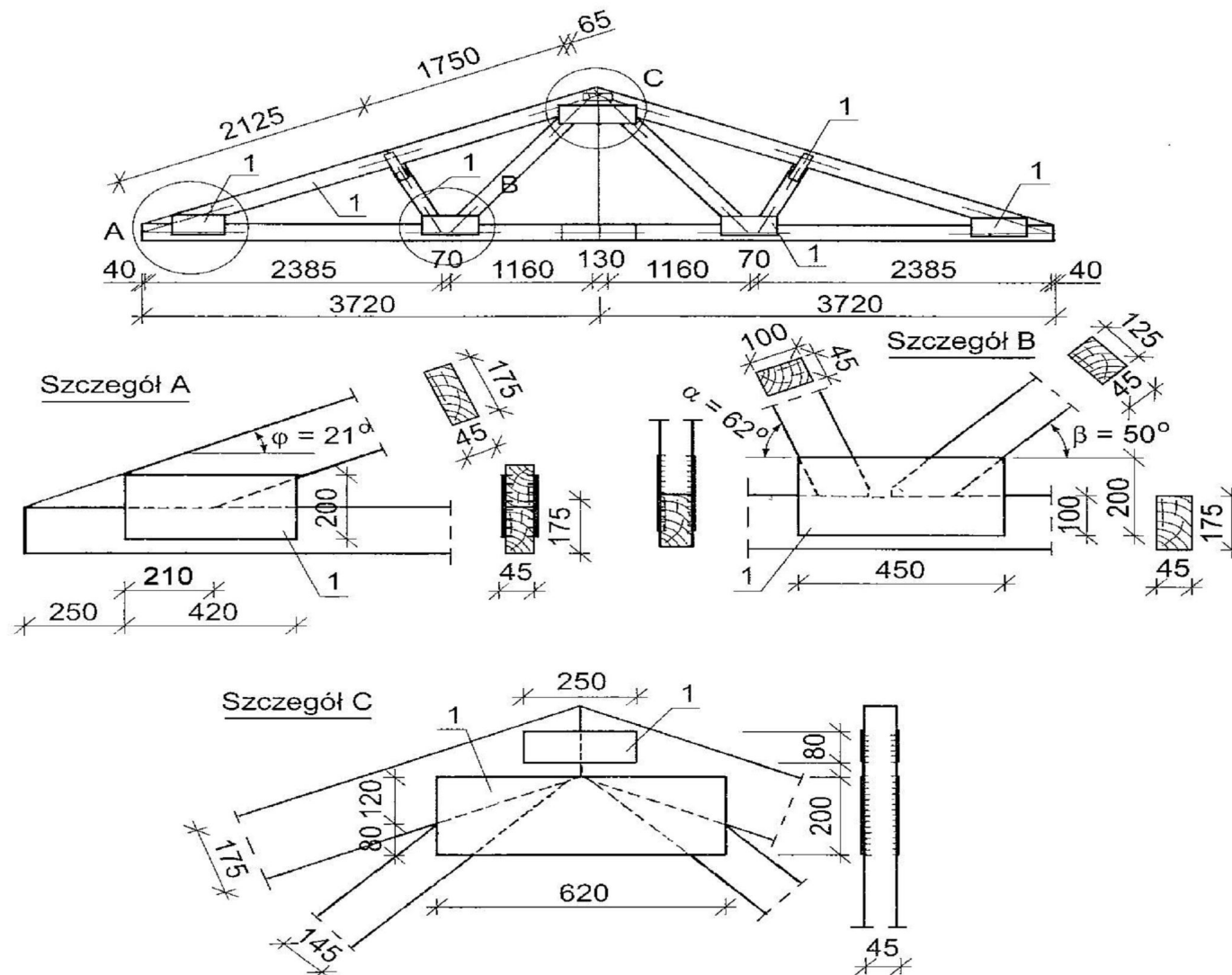
RODZAJE WIĄZARÓW DACHOWYCH



Rys. 5-29. Kratowy dźwigar deskowy. Rozwiązania konstrukcyjne elementów i połączeń w węzłach (objaśnienia w przykładzie 5-5)



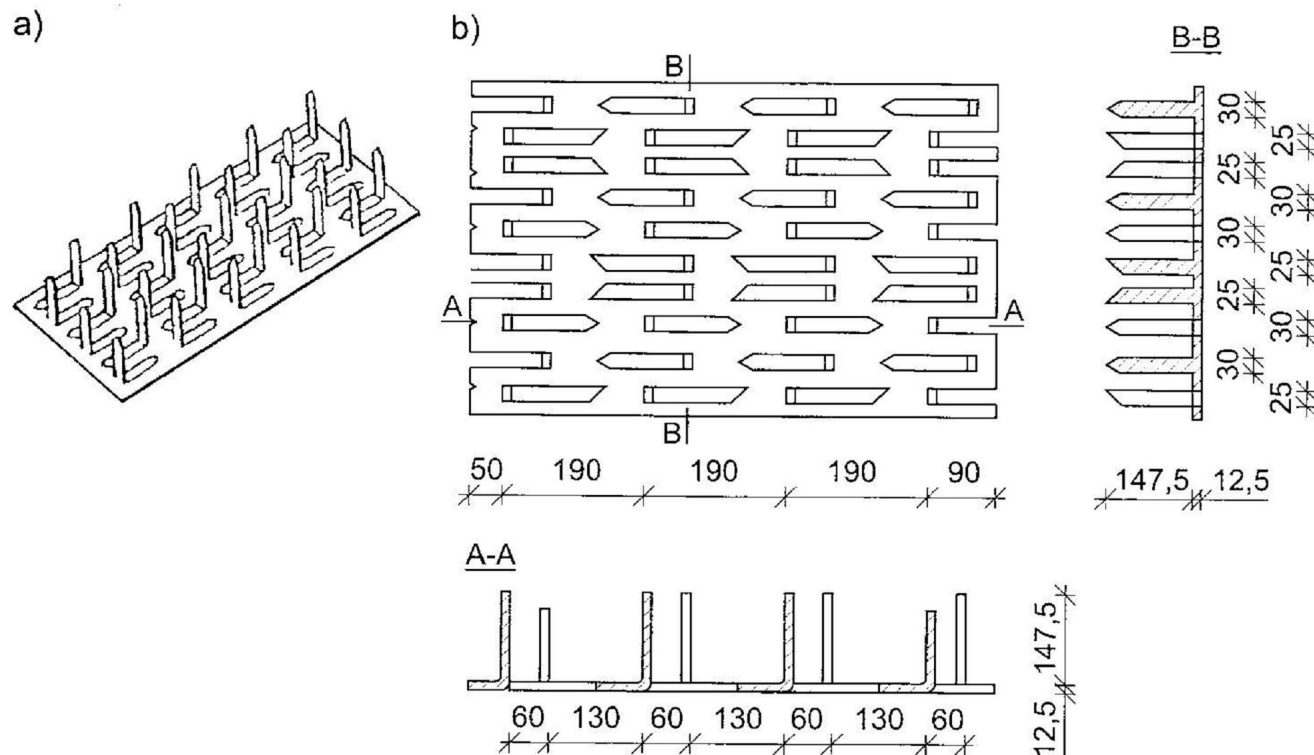
Rysunek 8.4. Trójkątny wiązár trójprzegubowy z desek: a) widok, b), c), d) szczegóły, e) schemat statyczny; 1 – elementy pasa górnego, 2 – pas dolny, 3 – słupek, 4 – nakładka, 5 – nakładka pasa dolnego, 6 – belka podpierająca; $b_1 \div b_4, h_1 \div h_3$ – wymiary przekrojów elementów, l_d – rozpiętość, h – wysokość



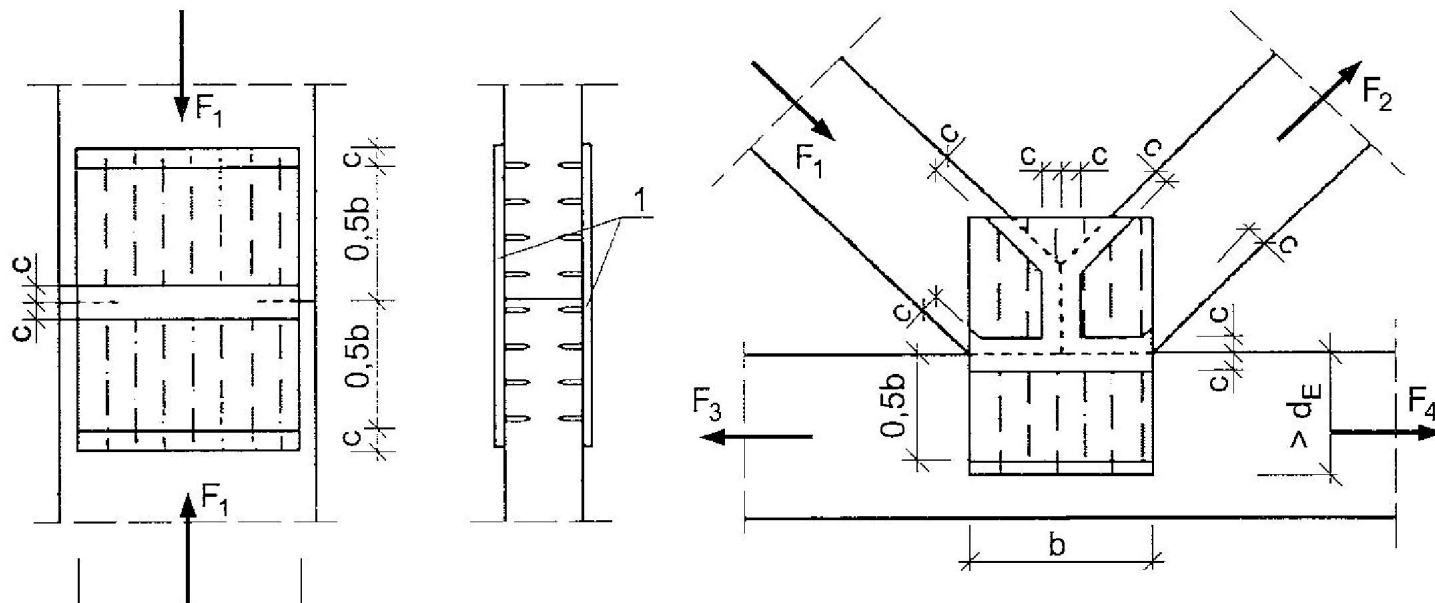
Rysunek 8.5. Przykład wiaźara kratowego o węzłach łączonych na płytki kolczaste: 1 – płytka kolczasta jednostronna

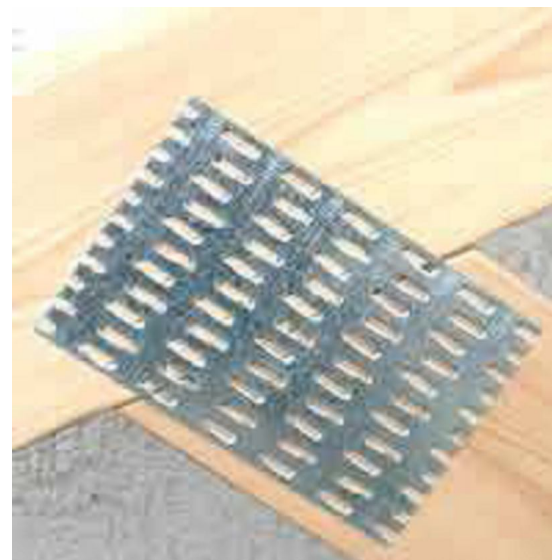
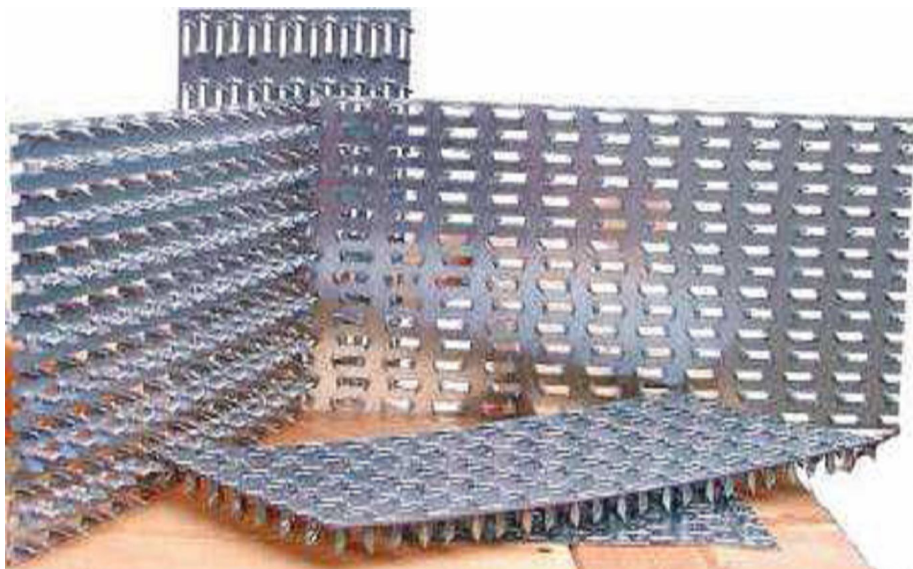
WĘZŁY NA PŁYTKI KOLCZASTE

Do wykonania złączy konstrukcji z drewna mogą być stosowane łączniki mechaniczne w postaci płytek kolczastych. Są to najczęściej blachy stalowe z jedno- lub dwustronnie wytłoczonymi kolcami. Przykładowe typy płytek kolczastych jednostronnych pokazano na rysunku 5.16, a warunki obliczeniowe, jakie powinny być zapewnione w węzłach konstrukcyjnych, przedstawiono na rysunku 5.17.



Rysunek 5.16. Płytko kolczaste typu Gang Nail: a) widok, b) rzut i przekroje

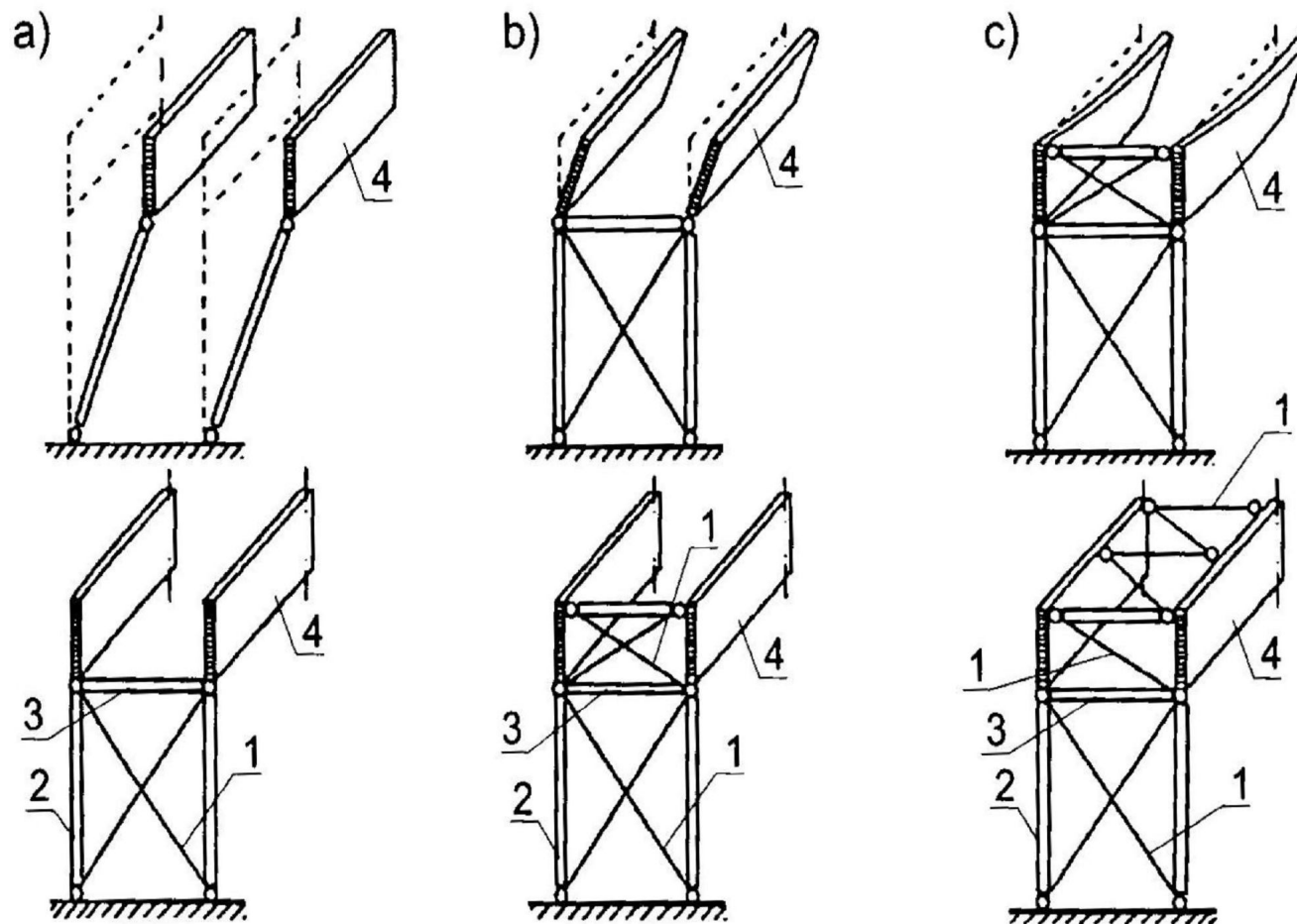




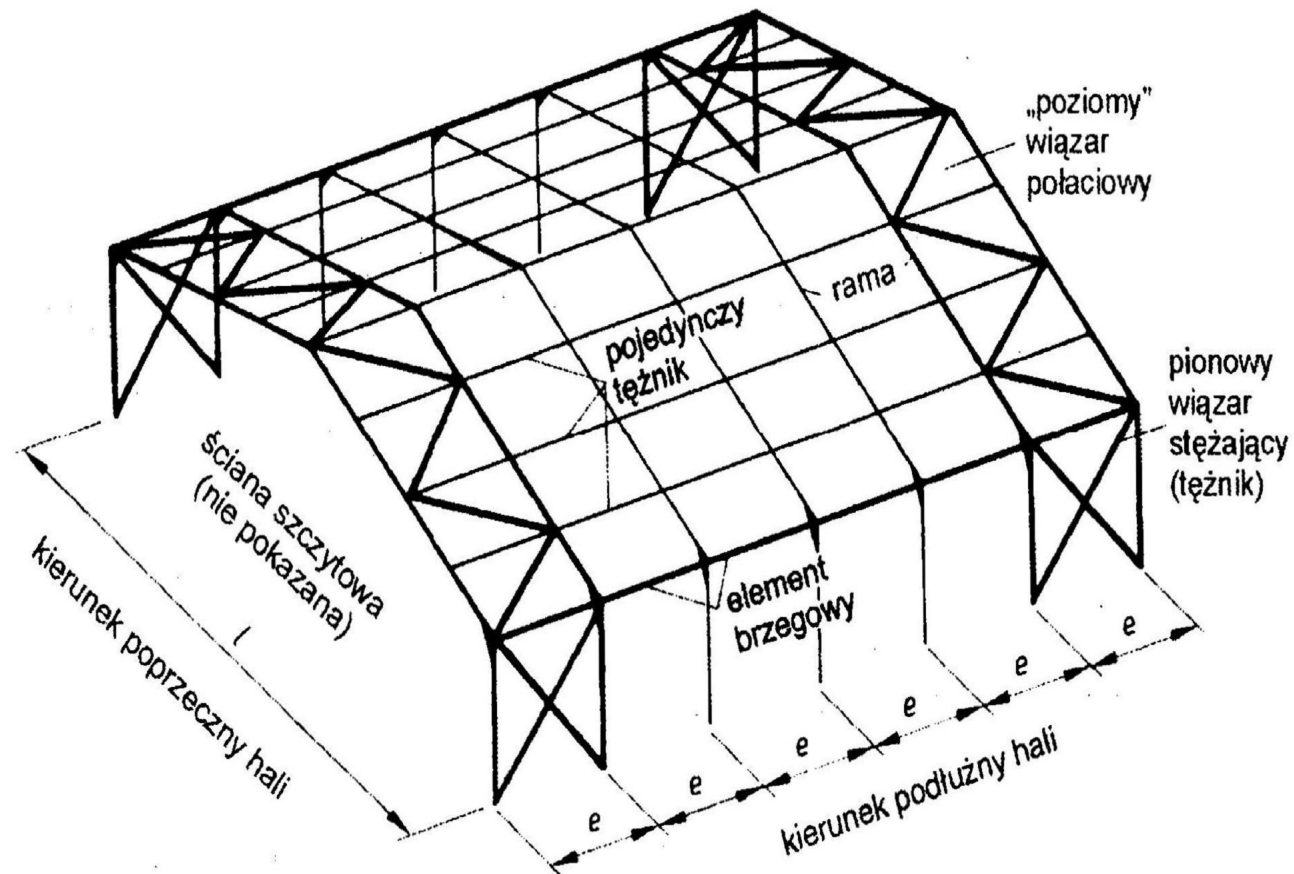




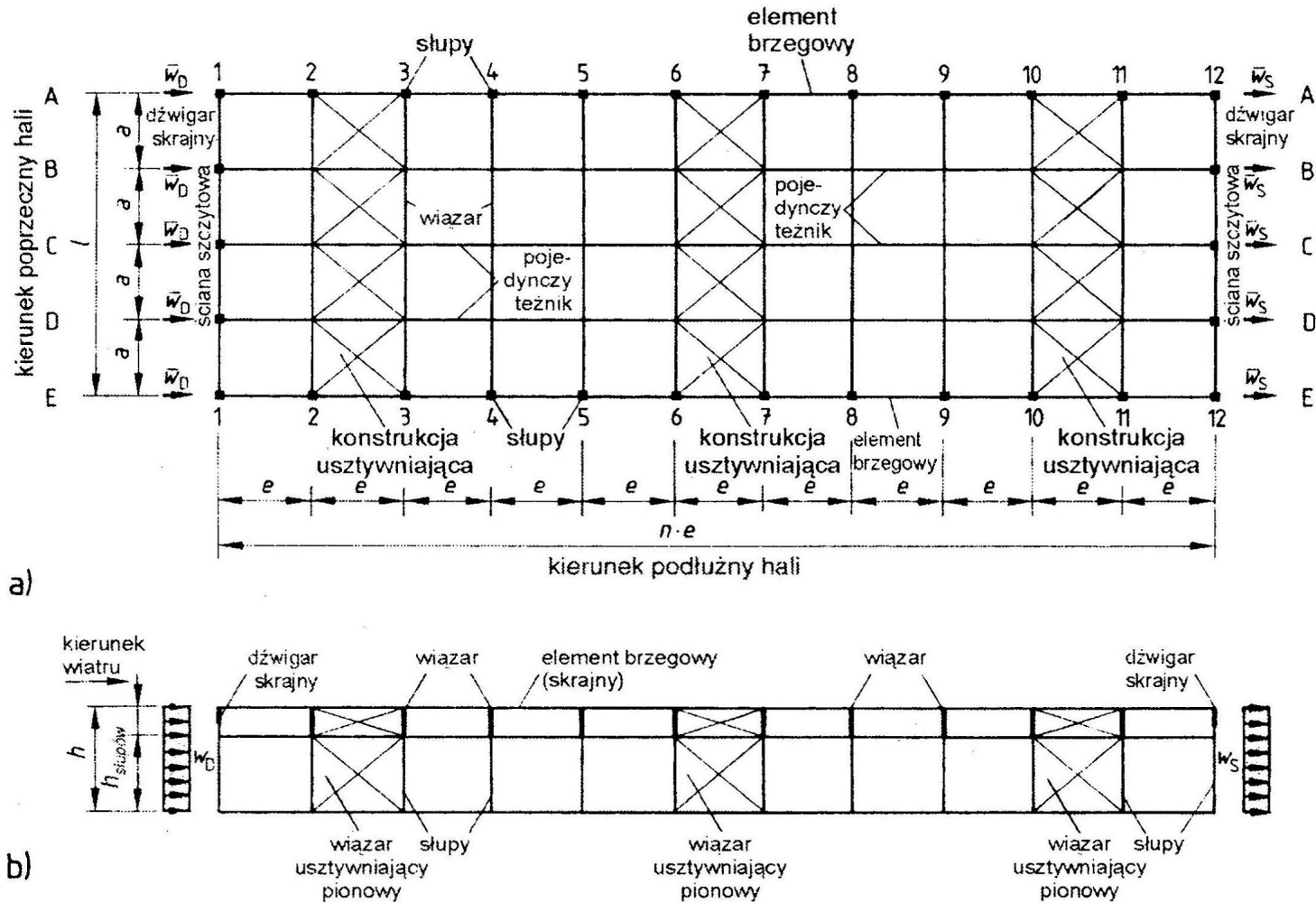
USZTYWNIENIA I STĘŻENIA



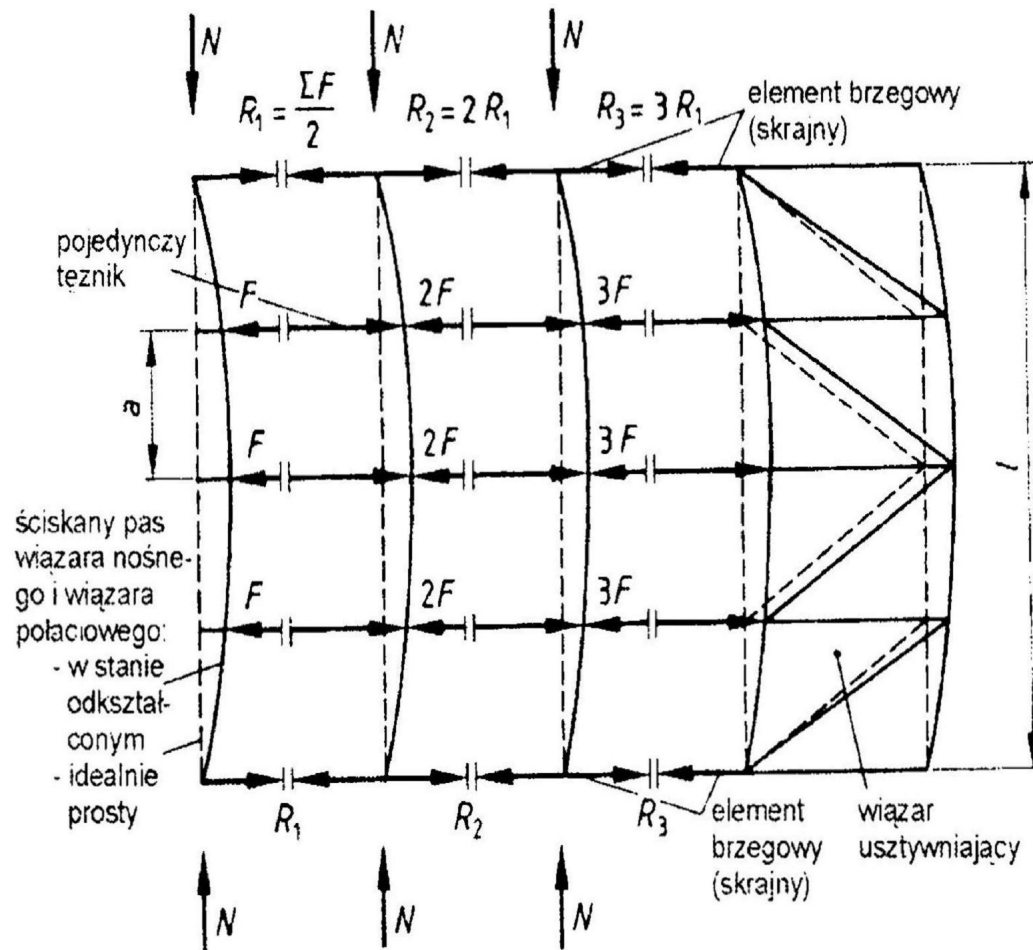
Rysunek 11.1. Praca różnych stężeń wg [11], [67]: a) stężenia pionowego słupów, b) stężenia pionowego dźwigarów na podporze, c) stężenia połaciowego dźwigarów; 1 – stężenie, 2 – słup, 3 – rygiel, 4 – dźwigar



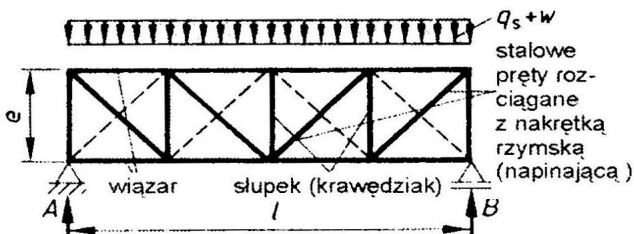
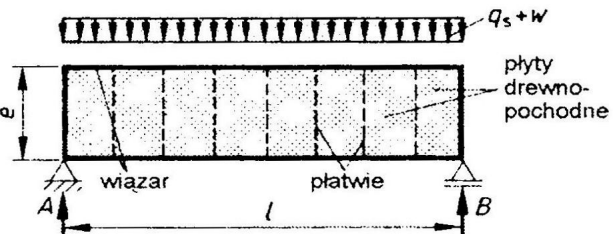
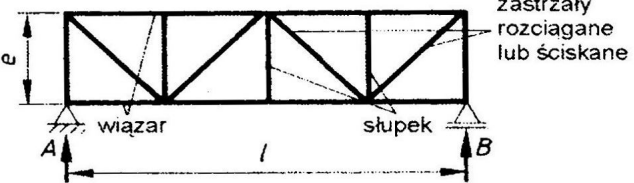
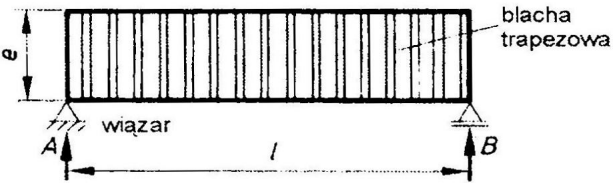
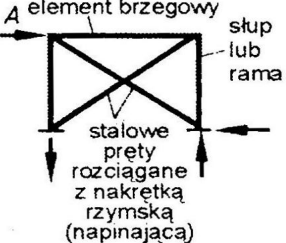
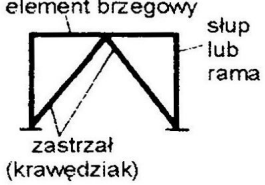
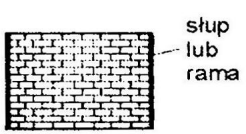
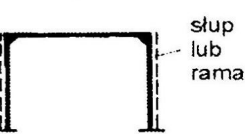
Rys. 16.1 Przykładowe usztywnienie konstrukcji hali; w kierunku poprzecznym przez ramy, a w kierunku podłużnym przez wiązary pionowe i poziome, działające łącznie z pojedynczymi tężnikami i elementami brzegowymi



Rys. 16.10 Hala z konstrukcjami usztywniającymi w pobliżu ścian szczytowych (zawsze pierwszy przedział wewnętrzny) i w jednym, innym przedziale wewnętrznym, z pojedynczymi teźnikami i elementami brzegowymi (nie pokazane płatwie); obciążenie wiatrem ścian szczytowych dla wiatru „z lewej strony”
 a) schematyczny widok z góry dachu hali z rozmieszczeniem wiaźarów nośnych i wiaźarów usztywniających,
 b) widok ściany podłużnej z pionowymi wiaźarami usztywniającymi

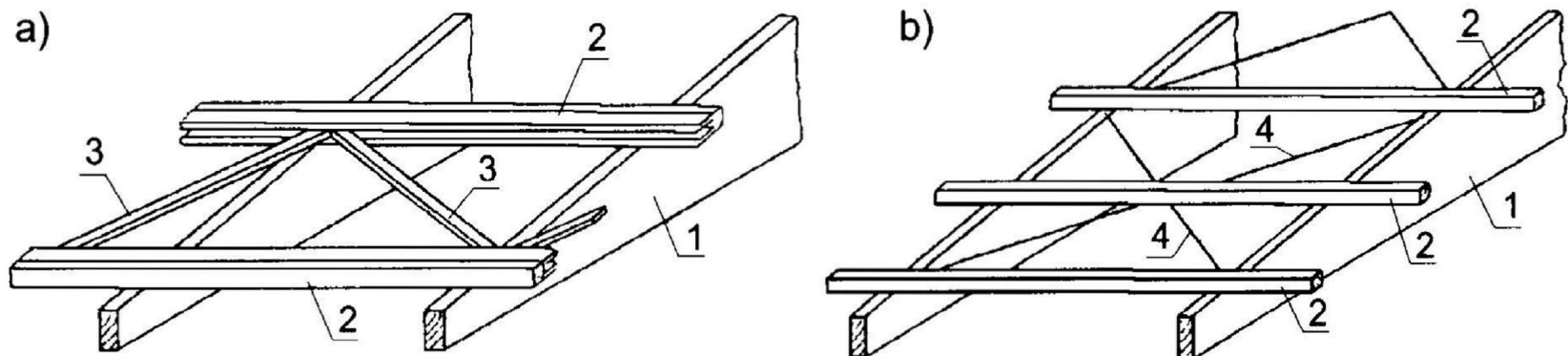


Rys. 16.11 Ściskane pasy wiązarów nośnych i wiązara połączeniowego w stanie idealnie prostym i odkształconym, na który składa się wygięcie prętów i ich wyboczenie; równoważenie sił bocznych w płaszczyźnie dachu przez wymiarowanie elementów brzegowych (np. płatwi okapowych) dla sił brzegowych R , według komentarzy do DIN 1052 T1

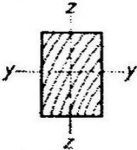
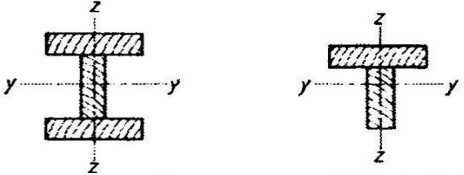
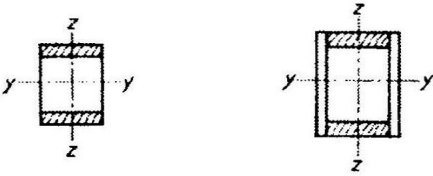
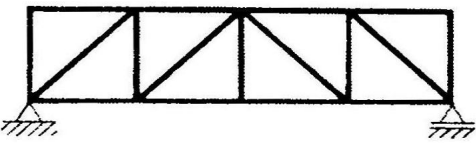
Wiązary		Tarcze		
Usztywnienia poziome (w płaszczyźnie dachu)				
1	stężenie po przekątnej z prętów stalowych okrągłych	z płyt z materiału drewnopochodnego		
				
	stężenie kratowe z krawędziaków	z blachy stalowej trapezowej ¹⁾		
				
Usztywnienia pionowe (ściana podłużna i szczytowa)				
2	po przekątnych	zastrzałami	murem	ramą
			 <p>połączenie na skutek tarcia: słupek/mur</p>	 <p>materiał: drewno klejone warstwowo lub stal</p>

¹⁾ na podstawie dopuszczenia nadzoru budowlanego jako tarcza (płaszczyzna usztywniająca)

Stężenia połaciowe mogą być wykonane jako kratownice drewniane lub drewniano-stalowe, a przy mniejszych rozpiętościach jako kratownice deskowe z desek łączonych na pióro i wpust (rys. 11.6a). W stężących kratownicach drewniano-stalowych (rys. 11.6b) krzyżulce mogą być z prętów okrągłych zaopatrzonych w śrubę naciągową (śrubę rzymską). Stężenia połaciowe kratowe podłużne mają wysokość równą pojedynczej (rys. 11.6a) lub podwójnej (rys. 11.6b) odległości między płatwiami, spełniającymi w tym wypadku rolę pasów kratownicy. Wysokość kratownicy poprzecznej (szczytowej) najczęściej jest równa rozstawowi wiązarów dachowych (rys. 11.4 i 11.5). Na rysunku 11.7 pokazano węzły tężników



Rysunek 11.6. Sposób wykonania najprostszych stężeń połaciowych: a) kratownica z desek, b) kratownica drewniano-stalowa; 1 – dachowy dźwigar drewniany, 2 – płatwie dachowe, 3 – elementy stężeń wykonane z desek, 4 – stężenia z prętów stalowych

Kształty przekroju poprzecznego, przykłady, uwagi	Smukłość dopuszczalna $\text{dop } \lambda$ dla wyboczenia względem osi y osi z (w odniesieniu do przykładów w kolumnie 1)		
Ściskany pręt jednogąźliowy			
1		≤ 150	
Ściskany pręt wielogąźliowy			
2	ogólnie:	dla wyboczenia względem osi, dla której: występują efektywne łączniki podatne: $\text{ef } \lambda \leq 175$	pręt należy obliczać jako pręt jednogąźliowy: ≤ 150
a) złożony, nierozstawiony o połączeniu ciągłym na efektywne łączniki podatne ²⁾			
		≤ 175	≤ 150
b) złożony rozstawiony (pręty ramowe; skratowane), również z przewiązkami klejonymi			
		≤ 175	≤ 150
Pręty usztywnień i tężników dachowych			
3		≤ 200	