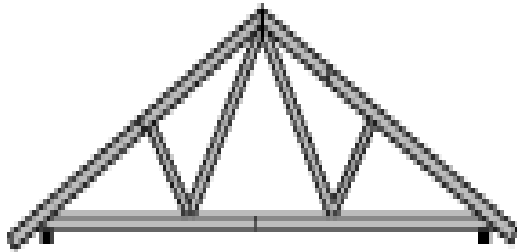


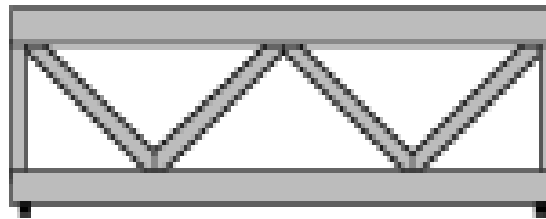
KONSTRUKCJE DACHOWE WIĘKSZYCH ROZPIĘTOŚCI DŹWIGARY KRATOWE

CHARAKTERYSTYKA OGÓLNA

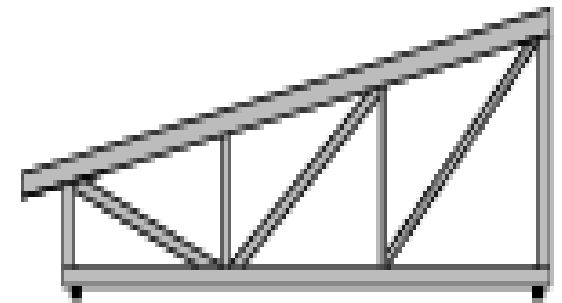
Kratownice są ustrojami zbudowanymi z prętów prostych, połączonych osiowo w nominalnie przegubowych węzłach. Pręty kratownicy mogą być rozmieszczone w jednej płaszczyźnie i wówczas tworzą **ustrój płaski**, który w przypadku dźwigara dachowego nazywany jest również **wiązarem**. W pozostałych przypadkach występują przestrzenne układy prętów tworzące **kratownice przestrzenne**. Kratownice płaskie mają wszechstronne zastosowanie w budownictwie. Stosowane są przede wszystkim jako **dźwigary dachowe**, rzadziej podciąg, bądź rygle ram, a niekiedy także płatwie. Płaskie kratowe dźwigary dachowe mogą stanowić element **podparty przegubowo** na stalowych, żelbetowych lub drewnianych słupach oraz mogą być **rygłem ramy** sztywno połączonym ze słupami. Wiazary mogą być ustrojami jednoprzęsłowymi lub rzadziej wieloprzęsłowymi. Można je też stosować jako **ramy lub łuki**.



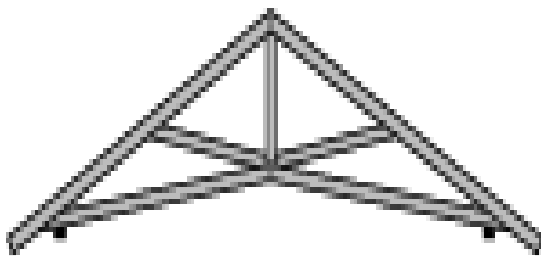
Fink



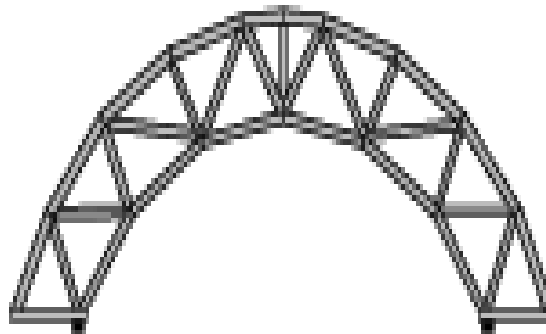
Płaski



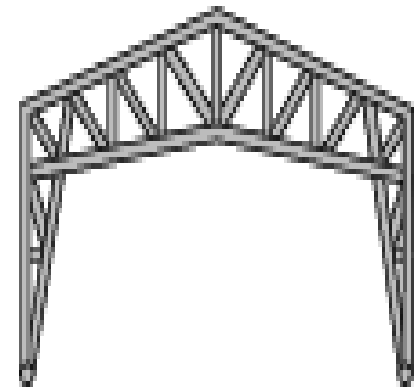
Płaski niesymetryczny



Nożycowy



Łukowy



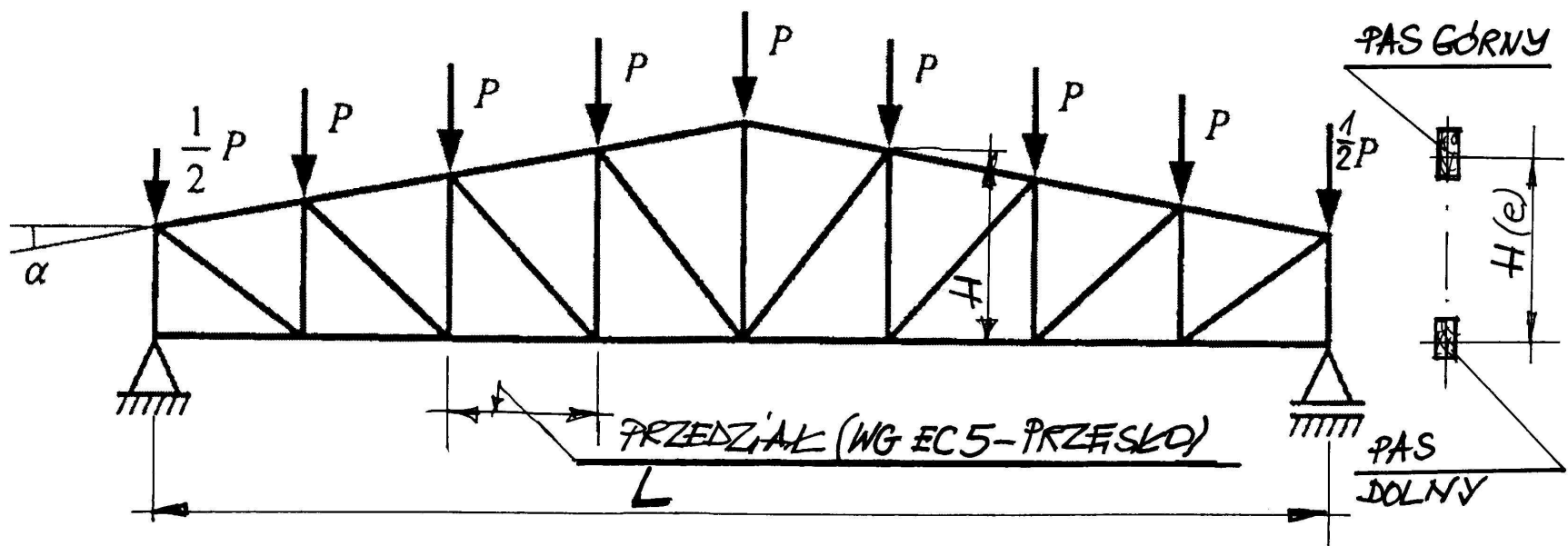
Hała ramowa

Przykłady ustrojów kratowych z drewna – więzary dachowe, łuk i rama kratowa



W każdym dźwigarze kratowym wyróżnia się pręty zewnętrzne, okalające dźwigar, zwane **pasem górnym i dolnym** i pręty wewnętrzne, zwane zakratowaniem lub wykratowaniem, a najczęściej **skratowaniem**. Odległość pomiędzy sąsiednimi węzłami kratownicy w kierunku rozpiętości L nosi nazwę **przedziału**, a odległość pomiędzy osiami obojętnymi (ciężkości) pasów jest **wysokością konstrukcyjną (H)** kraty.

Dobierając typ skratowania dźwigara, należy przyjmować jednakowe przedziały kratownicy. Krzyżulce powinny być nachylone pod kątem około 45° do pasów, nie należy stosować kątów nachylenia prętów względem siebie mniejszych niż 30° (wyjątkowo 20° wiazary trójkątne).



W Dźwigarach kratowych występują **jedynie siły osiowe**, gdy spełnione są wszystkie następujące założenia:

- osie ciężkości prętów są proste,
- osie ciężkości (obojętne) prętów zbiegają się w węzłach w jednym punkcie,
- połączenia w węzłach pomiędzy prętami są przegubowe,
- obciążenie jest przyłożone tylko w węzłach w postaci sił skupionych.

Jeżeli przynajmniej jedno z powyższych założeń nie jest spełnione, wtedy w prętach dźwigara kratowego powstają oprócz sił osiowych, **momenty zginające**.

WIAZAR 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 pełnościenne — mogą być swobodnie podparte, wieloprzęsłowe ciągłe lub przegubowe. Kratownice jednoprzęsłowe swobodnie podparte, złożone z pojedynczych elementów, są najczęściej stosowane, ponieważ są proste konstrukcyjnie i łatwe w montażu.

Najmniejszą możliwą wysokość kratownicy (zapewniającą odpowiednią sztywność wiazara) 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

Projektowanie dźwigarów dachowych rozpoczyna się od ustalenia ich geometrii. Do tego celu należy wziąć pod uwagę następujące parametry:

- rodzaj poszycia dachowego,
- wymagany spadek połaci dachowej, dostosowany do rodzaju pokrycia,
- środek transportu dźwigarów z wytwórni na plac budowy (skrajnia transportowa),
- sposób podparcia i połączenia wiązara z innymi elementami nośnymi – np. słupy

Rodzaj poszycia dachowego decyduje o sposobie przekazywania obciążenia dachowego (od ciężaru własnego, ciężaru śniegu i parcia lub ssania wiatru). Jedne rodzaje poszyci wymagają stosowania płatwi, do rozstawu których dostosowuje się długość przedziału kratownicy. Wtedy obciążenie kratownicy traktuje się jako siły skupione od reakcji płatwi. W przypadku zastosowania pokrycia bezpłatwiowego o długości przedziału kratownicy decyduje wielkość momentu zginającego, gdyż obciążenie od

pokrycia bezpłatwiowego traktowane jest jako równomiernie rozłożone od reakcji płyt – podkładu dachowego. Wysokość konstrukcyjna kratownicy wpływa nie tylko na jej sztywność oraz związane z nią ugięcia, lecz również na wielkość sił w pasach. Im kratownica jest wyższa, tym mniejsze są siły w pasach.

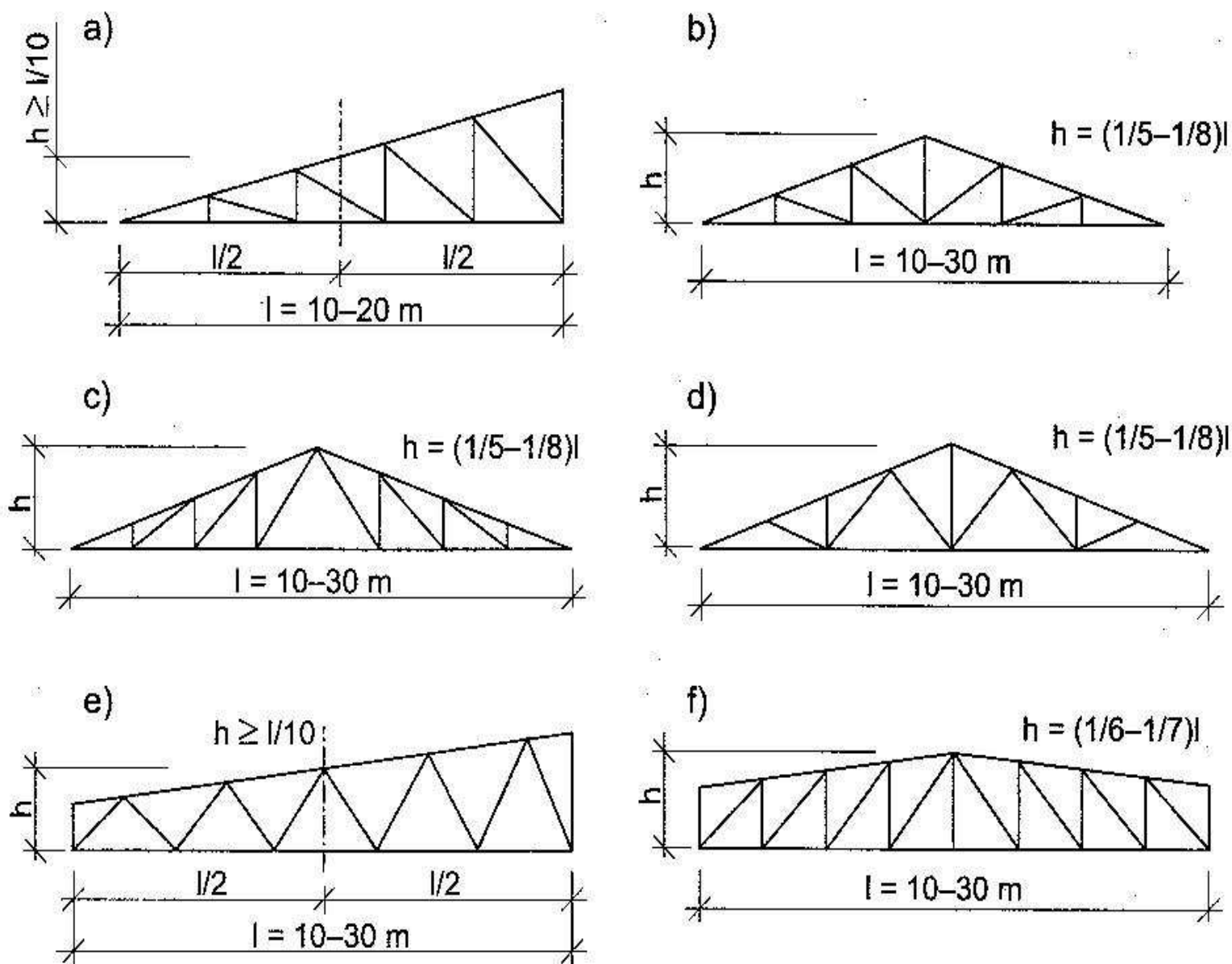
Wysokość konstrukcyjną H przyjmuje się, w odniesieniu do:

- swobodnie podpartych kratownic trapezowych lub o pasach równoległych w granicach $1/12 \div 1/7$ rozpiętości L , przy czym stosunek ten zmniejsza się ze wzrostem rozpiętości,
- kratownic trójkątnych $1/10 \div 1/5$ jej rozpiętości przęsła,
- wiązarów mansardowych o pasach równoległych $1/15 \div 1/12$ rozpiętości (rys. 1i, j).

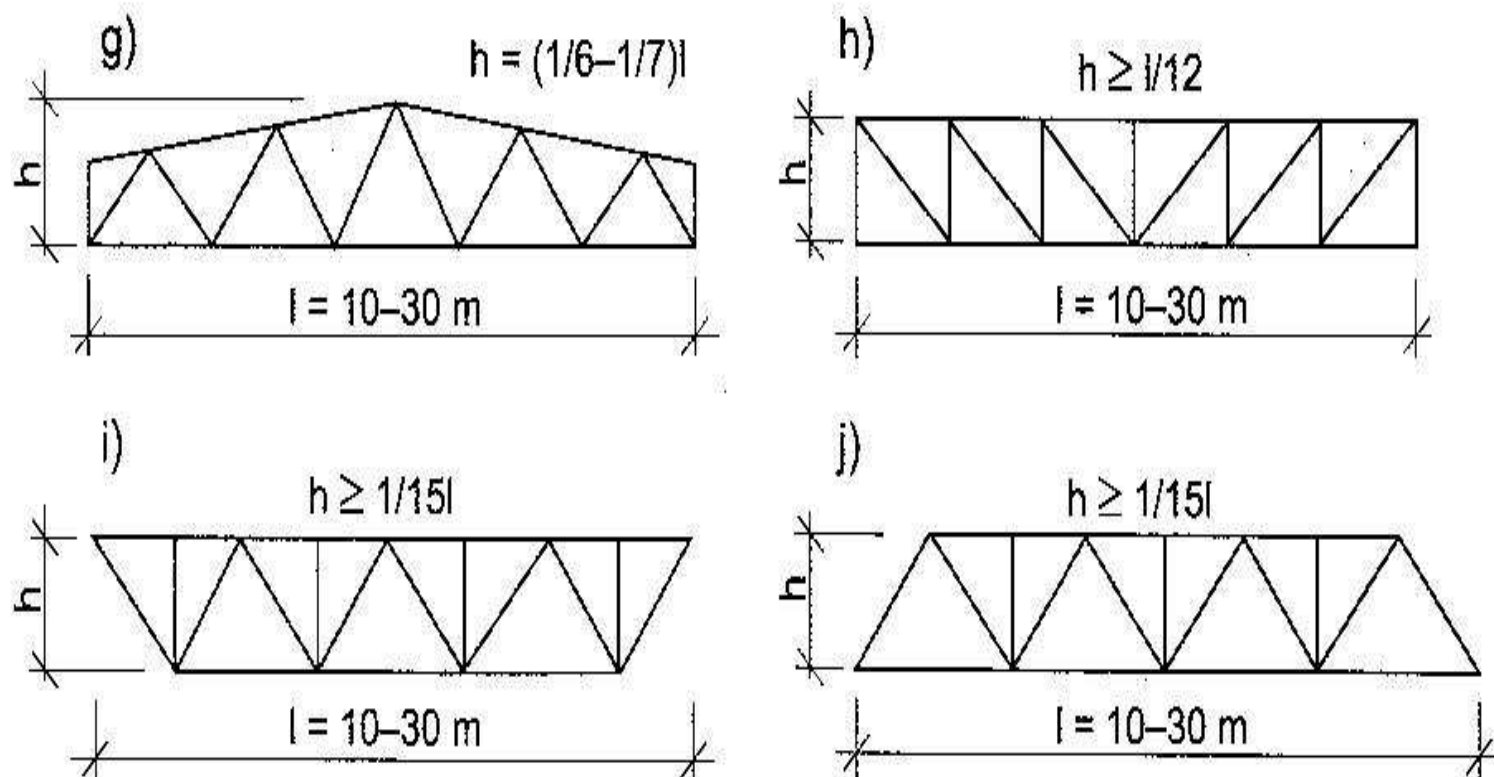
Optymalną wysokość dźwigarów kratowych można obliczać według wzoru

$$H = \frac{\sqrt{0,7n + 1}}{3n} L ,$$

gdzie: n – liczba przedziałów kraty, L – rozpiętość wiazara.



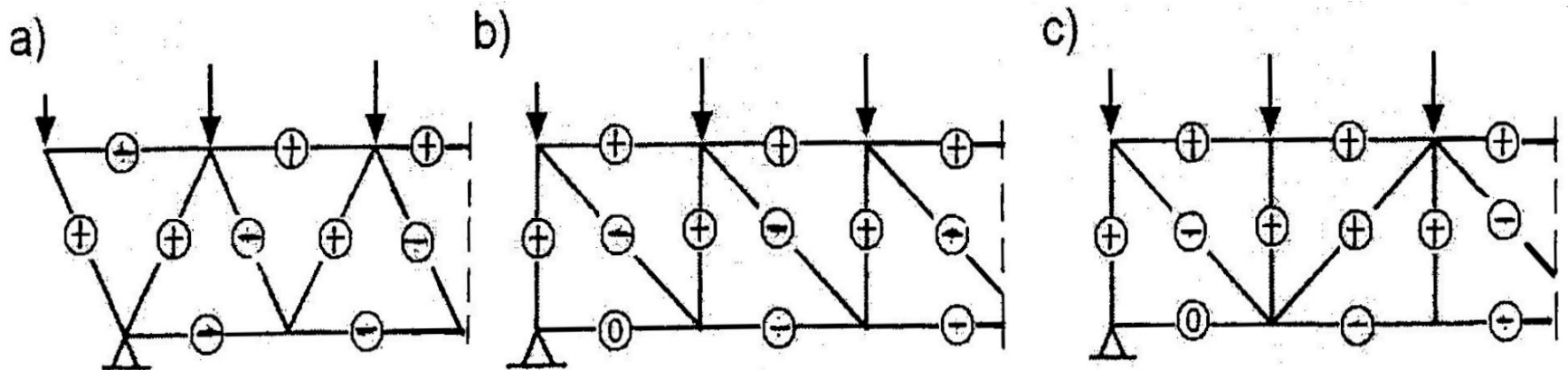
Rys. 1 Typy skratowań dźwigarów kratowych



Rysunek 1 Schematy wiązarów kratowych: a) trójkątny jednospadkowy, b)–d) trójkątne dwuspadkowe, e) trapezowy, f)–g) dwutrapezowe, h)–j) o pasach równoległych

Skratowania dźwigarów kratowych pokazano na rysunku, wyróżnić tutaj można dwa podstawowe (główne) rodzaje (rys. 2.):

- ✓ krzyżulcowe (**typu V**) złożone z krzyżulców, na przemian rozciąganych i ściskanych (rys. 2a), najczęściej nachylonych do pasa pod kątem $45 \div 50^\circ$. W tym typie skratowania wszystkie krzyżulce opadające, licząc od podpór są rozciągane, a krzyżulce wznoszące się są ściskane.
- ✓ słupkowo-krzyżulcowe (**typu N**) – rys. 2b; (**typu W**) rys. 2c, składające się ze słupków i krzyżulców, nachylonych jednostronnie w każdej połowie przęsła pod kątem $30 \div 45^\circ$. W tym typie skratowania wszystkie krzyżulce opadające są rozciągane natomiast słupki są ściskane. W skratowaniach typu **W** (rys. c) krzyżulce opadające, licząc od linii podpór, są rozciągane, a krzyżulce wznoszące oraz słupki – ściskane.



rozciąganie



ściskanie

(oznaczenie jak w programie ARSAP – ROBOT)

Rys. 2. Typy skratowań i znaki sił wewnętrznych.

Ugięcie kratownicy można oszacować jak dla pełnościennej belki o zastępczym momencie bezwładności ustroju I_y ze wzoru

$$w = \frac{5pL^4}{384EI_y}$$

gdzie:

p – zastępcze (sprowadzone) obciążenie równomiernie rozłożone o wartości charakterystycznej,

L – rozpiętość obliczeniowa kratownicy,

I_y – zastępczy moment bezwładności, który oblicza się ze wzoru

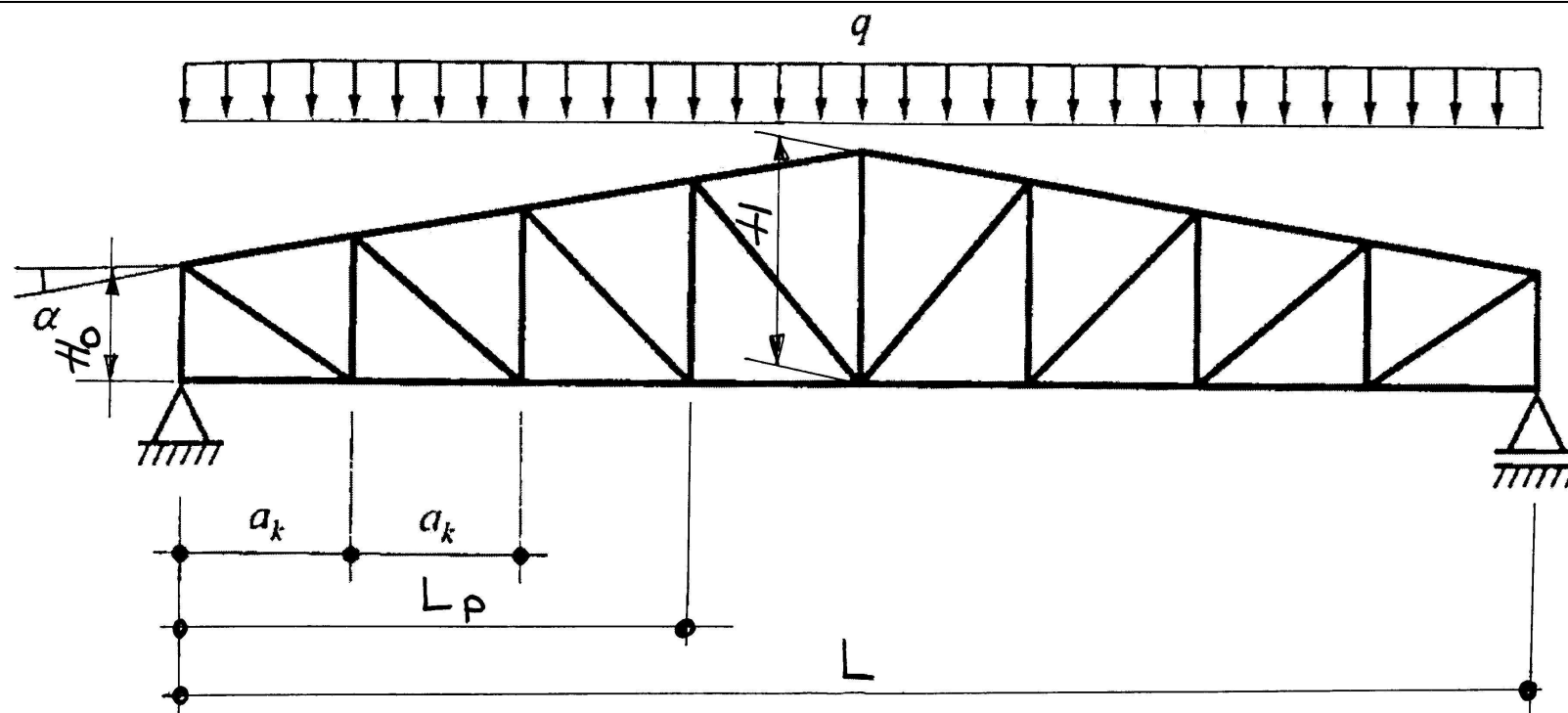
$$I_y = 0,7 \frac{A_g A_d}{A_g + A_d} e_0^2$$

w którym:

A_g – pole przekroju pasa górnego kratownicy,

A_d – pole przekroju pasa dolnego kratownicy,

e_0 – odległość między środkami ciężkości pasów w przekroju reprezentatywnym.



Położenie przekroju reprezentatywnego

$\frac{H}{H_0}$	1,0	1,5	2,0	3,0	4,0	6,0	8,0	10,0	∞
$\frac{l_p}{L}$	0,5	0,35	0,34	0,33	0,32	0,31	0,30	0,30	0,26

Przybliżone obliczanie sił wewnętrznych

Posługując się w analizie statycznej belkowym modelem zastępczym dźwigara kratowego można przyjąć, iż momenty zginające ustroju przenoszą pasy wiązara, siły poprzeczne zaś skratowanie wiązara.

Aby wstępnie przyjąć przekroje poprzeczne charakterystycznych (reprezentatywnych) prętów kratownicy można bez dokonywania dokładnych i niekiedy żmudnych obliczeń określić w przybliżeniu (z wystarczającą dokładnością) siły wewnętrzne według poniżej podanych zasad.

– Przybliżone wyznaczanie sił wewnętrznych w pasach kratownicy

Maksymalną siłę osiową w pasach można wyznaczyć ze wzoru:

$$N_{c(t)} = \pm \frac{M_{Ed}^{\max}}{e_0} ,$$

gdzie: M_{Ed}^{\max} – maksymalny moment zginający powstały od ekstremalnych obciążeń kratownicy.

Moment oblicza się dla zastępczego schematu statycznego w postaci jednoprzęsłowej belki swobodnie podpartej o rozpiętości równej rozpiętości kratownicy czyli dla tzw. belkowego modelu zastępczego dźwigara dachowego,

e_0 – miarodajna wysokość konstrukcyjna kratownicy – osiowy rozstaw pasów kratownicy w reprezentatywnym przekroju określonym według zasad podanych na wcześniejszym rysunku i tablicy.

Siły osiowe w skratowaniu:

Siła osiowa w krzyżulcu lub słupku może być wyznaczona w przybliżeniu ze wzoru:

$$N_k = \pm \frac{V_{Ed}^{1-1}}{\sin \alpha},$$

gdzie: V_{Ed}^{1-1} – siła poprzeczna w danym (obliczanym) przedziale kratownicy, dla

krzyżulca podporowego $V_{Ed}^{1-1} = R_A - 1/2F_{Ed}$,

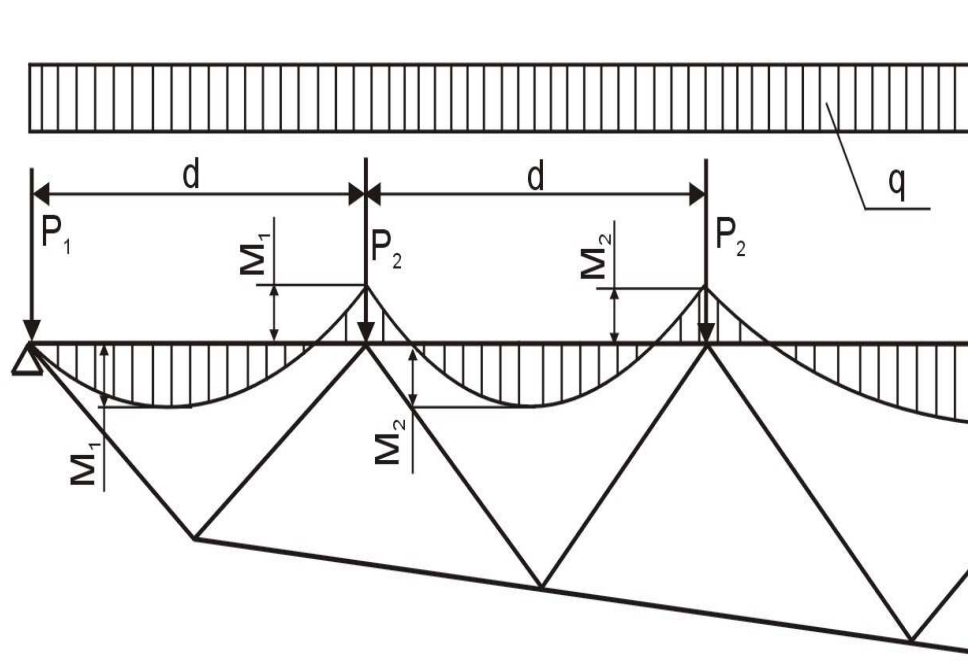
α – kąt nachylenia krzyżulca do pasa wiązara.

Siły w krzyżulcach maleją ku środkowi kratownicy.

Siła w słupku podporowym dla kratownicy pokazanej na rys powyżej jest równa reakcji podporowej $N_s = R_A$. Z analizy wzoru na N_k wynika, że w słupkach skratowania siła osiowa równa jest w przybliżeniu (pomijając wpływ składowej pionowej siły osiowej w pasie górnym kratownicy) sile poprzecznej V_{Ed} w danym przedziale kratownicy.

W kratownicach obciążonych siłami lub momentami między węzłami względnie momentami w węzłach, w prętach oprócz sił osiowych występują momenty zginające. Przy obliczaniu tak obciążonych kratownic siły działające między węzłami należy zastąpić siłami działającymi w węzłach.

W przypadku obciążenia ciągłego równomiernie rozłożonego, przyłożonego w pasie górnym kratownicy, otrzymuje się:



$$P_1 = \frac{qd}{2}$$

$$P_2 = qd$$

$$M_1 = 0,0858qd^2$$

$$M_2 = 0,0551qd^2$$

Można też spotkać bardziej ostrożne określanie momentów zginających w poszczególnych przekrojach, również w przybliżeniu, a mianowicie:

a) moment w przęśle przedziału skrajnego

$$M_1 = 0,8M_0 = \frac{qd^2}{10} ,$$

b) moment w przęsłach przedziałów pośrednich

$$M_2 = \frac{2}{3}M_0 = \frac{qd^2}{12} ,$$

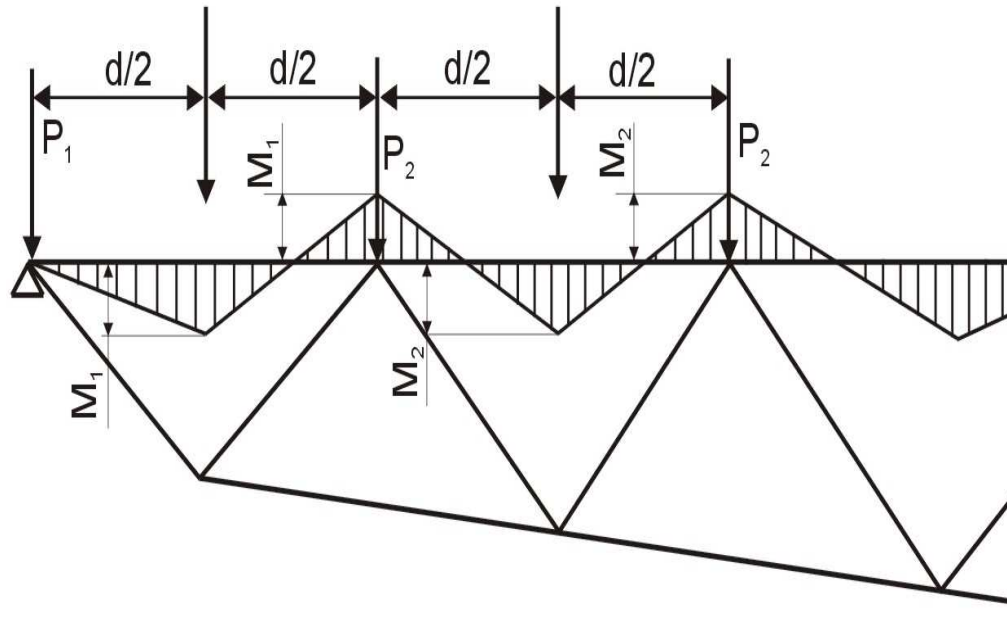
c) moment podporowy we wszystkich węzłach pośrednich

$$M_3 = \frac{4}{9}M_0 = \frac{qd^2}{18} ,$$

gdzie:

$$M_0 = \frac{qd^2}{8} .$$

W przypadku obciążenia siłami skupionymi wartości momentów zginających określa się ze wzorów:



$$P_1 = 0,5P$$

$$P_2 = P,$$

$$M_1 = \frac{1}{6}Pd,$$

$$M_2 = \frac{1}{8}Pd.$$

WSTĘPNE PRZYJĘCIE PRZEKROJÓW POPRZECZNYCH PRĘTÓW WIAZARA

1. Ze względu na zastosowanie płytek kolczastych, grubość wszystkich prętów wiazara musi być taka sama, z reguły przyjmuje się tę grubość równą **$b = 50 \text{ mm}$** , można przy mniejszych rozpiętościach i wymiarach kratownicy przyjmować grubość 45 mm, zaś przy większym wyężeniu i/lub większych długościach prętów (odległościach między węzłami kraty) można wstępnie przyjmować grubość 63 mm, a nawet, ale w wyjątkowych przypadkach, $b = 75 \text{ mm}$. Podczas wstępnego doboru grubości przekroju prętów wiazara należy kierować się maksymalną smukłością, która nie powinna przekroczyć 125 lub max. 150 w przypadku prętów ściskanych i max. 180 (200) w przypadku prętów rozciąganych. Znaki sił wewnętrznych ustalane przy uwzględnieniu kombinacji dociążającej – obciążenie stałe + śnieg + ewentualne parcie wiatru.
2. Z powyższego wynika, że dobór przekroju poprzecznego poszczególnych prętów wiazara polegał będzie jedynie na ustaleniu ich szerokości – wysokości h przekroju, przy założonej grubości, np. $b = 50 \text{ mm}$. Jeżeli chodzi o liczbę różnych przekrojów, to proponuję przyjąć max. 4 lub 5, w wyjątkowych przypadkach 6 różnych szerokości:
 - 1) pas górny,
 - 2) pas dolny,
 - 3) i 4) skratowanie (słupki i krzyżulce),

5) ściskany krzyżulec podporowy, może być przekrój jak pas górny lub dolny,

6) słupek podporowy jeżeli występuje.

3. Obliczenia statyczne i modelowanie: Pas górny i dolny modelujemy jako pręt ciągły, natomiast skratowanie dołączmy przegubowo, można wprowadzić zwolnienia obrotu, jedna z podpór musi być przesuwna w poziomie, obydwie należy zamodelować jako przegubowe – zwolnić obrót. Obciążenie pasa dolnego i górnego generalnie modelujemy jako ciągłe, jeżeli zastosowano płatwie to do pasa górnego w węzłach przykładamy obciążenie skupione. Jeżeli będą Państwo wykonywać obliczenia statyczne w ROBOCIE (ARSA) to proszę zwracać uwagę przy definicji obciążenia na jego typ i obciążenie śniegiem przyjąć w układzie globalnym jako rzutowane, natomiast obciążenie wiatrem w układzie lokalnym działające prostopadle do pasa górnego, nie ma potrzeby „rozbijania” obciążenia wiatrem na zewnętrzne i wewnętrzne, nawet w przypadku występowania sufitu podwieszonego. Należy również uwzględnić obciążenie pasa dolnego (jeżeli występuje) pochodzące np. od izolacji termicznej i sufitu podwieszonego, płyt OSB jako tarczy stężającej pas dolny – obciążenie to należy modelować jako ciągłe.

4. Przypadki wytrzymałościowe (wytężenie) poszczególnych prętów wiażara:

KOMBINACJA DOCIAŻAJĄCA (OBC. STAŁE + ŚNIEG + PARCIE WIATRU-jeżeli występuje)

PAS GÓRNY (PG) – ŚCISKANIE lub ŚCISKANIE ZE ZGINANIEM

PAS DOLNY (PD) – ROZCIĄGANIE lub ROZCIĄGANIE ZE ZGINANIEM

SKRATOWANIE (SK) – SŁUPKI (SK-S) – ŚCISKANIE lub ROZCIĄGANIE
– KRZYŻULCE (SK-K) – jak wyżej.

KOMBINACJA ODCIAŻAJĄCA (obciążenie unoszące = OB. STAŁE + SSANIE WIATRU)

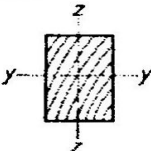
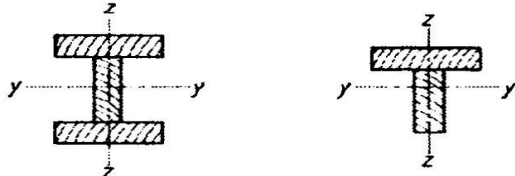

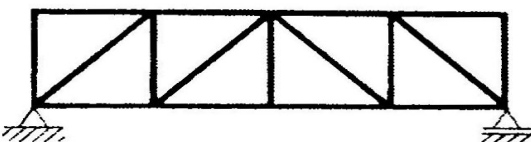
PAS GÓRNY (PG) – ROZCIĄGANIE lub ROZCIĄGANIE ZE ZGINANIEM – nie jest to wytężenie decydujące o ostatecznych wymiarach przekroju poprzecznego pasa górnego, można pominąć.

PAS DOLNY (PD) – **ŚCISKANIE lub ŚCISKANIE ZE ZGINANIEM**, ten przypadek wytrzymałościowy decyduje o rozstawie stężeń (podparć) bocznych i zawsze musi uwzględniany! przy projektowaniu pasa dolnego wiażara.

SKRATOWANIE (SK) – SŁUPKI (SK-S) – ROZCIĄGANIE lub **ŚCISKANIE** – następuje zamiana „znaku” sił wewnętrznych w stosunku do kombinacji dociążającej, należy bezwzględnie sprawdzić nośność/wytężenie elementów podlegających ściskaniu!, rozciąganie możemy pominąć.
– KRZYŻULCE (SK-K) – jak wyżej.

5. USTALANIE DŁUGOŚCI WYBOCZENIOWYCH w zależności od siatki geometrycznej wiażara i od podparć (stężeń) bocznych

- ✓ w płaszczyźnie kratownicy: długość wyboczeniową wszystkich prętów można przyjmować taką samą tj. $l_{e,y} = l_t$ – długości pręta pomiędzy węzłami kraty – decyduje przyjęta siatka geometryczna,
- ✓ z płaszczyzny kratownicy: długość wyboczeniowa $l_{e,z}$ = rozstawowi podparć i/lub stężeń bocznych
 - PAS GÓRNY $l_{e,z} = l_t$ = rozstaw łąt, płatwi lub deskowania ażurowego, w przypadku deskowania pełnego lub zastosowania np. płyt OSB $l_{e,z} = 0$, tzn. pomijamy wyboczenie z płaszczyzny wiązara,
 - PAS DOLNY $l_{e,z} = l_t$ = rozstaw dodatkowych podparć bocznych w co drugim lub każdym węźle kraty, natomiast w przypadku zastosowania płyt OSB (min. Gr. 12 mm) lub innego ciągłego podparcia bocznego $l_{e,z} = 0$, tzn. pomijamy wyboczenie z płaszczyzny wiązara,
 - SKRATOWANIE $l_{e,z} = l_t$ – długości pręta pomiędzy węzłami kraty, w przypadku nadmiernej smukłości pręta stosujemy stężenia podłużne pośrednie, czyli należy podeprzeć bocznie w połowie długości pręta lub dwukrotnie, jako podparcie boczne stosujemy najczęściej deski minimalnej grubości 28 mm lub 32 mm; rzadziej stosuje się łąty – ze względu na konieczność mocowania elementów stężających do prętów wiązara za pomocą min. 2 gwoździ/wkrętów.

Kształty przekroju poprzecznego, przykłady, uwagi		Smukłość dopuszczalna λ dla wyboczenia względem osi y osi z (w odniesieniu do przykładów w kolumnie 1)	
Ściskany pręt jednogałęziowy			
1		≤ 150	
Ściskany pręt wielogałęziowy			
2	ogólnie:	dla wyboczenia względem osi, dla której: występują efektywne łączniki podatne: $ef \lambda \leq 175$	pręt należy obliczać jako pręt jednogałęziowy: ≤ 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	

ZALECANE ROZSTAWY STEŻEN PODKONNYCH -
 PODPARĆ BOCZNYCH W PRZYPADKU
 PRĘTÓW ŚCISKANYCH WIAZARÓW

Lp.	b [mm]	i _z [mm]	L _{z1} - rozstaw steżeń [mm]			
			$\lambda_z = 100$	$\lambda_z = 125$	$\lambda_z = 150$	$\lambda_z = 175$
1.	75 mm	21.7 mm	2000	2750	3250	3750
2.	63 mm	18.2 mm	1750	2250	2750	3250
3.	50 mm	14.45 mm	1500	2000	2250	2500
4.	45 mm	13 mm	1250	1500	2000	2250

są to wartości orientacyjne, które należy indywidualnie ustalić dla projektowanych wiazarów, uwzględniając z uwzględnieniem porównań z wartościami podanymi w tabeli.

ORIENTACYJNE OKREŚLENIE WYMIARÓW PRZEBIEGU POPRZECZNEGO PRĘTÓW WIAZARA

■ PRĘTY ROZCIĄGANE h_t – szerokość przekroju

$$h_t \geq \frac{N_{t,Ed}}{b_i \times f_{t,0,d}}$$

$N_{t,Ed}$ – siła rozciągająca
 $f_{t,0,d}$ – wytrzymałość drewna osł.
 na rozciąganie
 b_i – grubość elementu $b_1 = 75 \text{ mm}$, $b_2 = 63 \text{ mm}$
 $b_3 = 50 \text{ mm}$, $b_4 = 45 \text{ mm}$

■ PRĘTY ŚCISKANE – WYBÓCZENIE Z PŁASZCZYZNY KRATY – WZGLĘDEM OSI "Z"

$$h_c \geq \frac{N_{c,Ed}}{b_i \times k_{c,z} \times f_{c,0,d}}$$

h_c – szerokość przekroju
 b_i – jak wyżej
 $f_{c,0,d}$ – wytrzymałość drewna na ściskanie
 $k_{c,z}$ – współczynnik wyboczenia

- $k_{c,z} = 0,300$ dla $\lambda_z \leq 100$
- $k_{c,z} = 0,200$ dla $\lambda_z \leq 125$ – PAS GÓRNY
- $k_{c,z} = 0,150$ dla $\lambda_z \leq 150$ – SKRAJOWANIE
- $k_{c,z} = 0,100$ dla $\lambda_z \leq 180$ – PAS DOLNY

λ_z – słupowość pręta ściskanego

$$\lambda_z = \frac{l_{gz}}{i_z} ; \quad l_{gz} \text{ – długość wyboczeniowa}$$

$i_z = 0,289 b_i$

◆ PRĘTY ROZCIĄGANE I ZGINANE – PAS DOLNY

$$h_{c+m} \geq \frac{(1,20 \div 1,30) \times N_{t,Ed}}{b_i \times f_{t,0,d}}$$

◆ PRĘTY ŚCISKANE I ZGINANE – PAS GÓRNY

$$h_{c+m} \geq \frac{(1,20 \div 1,40) \times N_{c,Ed}}{b_i \times k_{c,y} \times f_{c,0,d}}$$

$$k_{c,y} \approx 0,500 \text{ dla } \lambda_y \approx 75$$

$$k_{c,y} \approx 0,600 \text{ dla } \lambda_y \approx 65$$

$$k_{c,y} \approx 0,700 \text{ dla } \lambda_y \approx 58$$

$$k_{c,y} \approx 0,800 \text{ dla } \lambda_y \approx 50$$

$$\lambda_y = \frac{l_{gy}}{i_y}$$

$$i_y = 0,289 h_{(c+m)}$$

Strength class C24			Strength class C27		
$f_{c,0,k} \ 21 \text{ N/mm}^2$ $E_{0,05} \ 7400 \text{ N/mm}^2$			$f_{c,0,k} \ 22 \text{ N/mm}^2$ $E_{0,05} \ 7700 \text{ N/mm}^2$		
λ	λ_{rel}	$k_{c,y} (k_{c,z})$	λ	λ_{rel}	$k_{c,y} (k_{c,z})$
17.692	0.300	1.000	17.632	0.300	1.000
20	0.339	0.991	20	0.340	0.991
25	0.424	0.971	25	0.425	0.970
30	0.509	0.948	30	0.510	0.947
35	0.593	0.920	35	0.596	0.919
40	0.678	0.887	40	0.681	0.886
45	0.763	0.846	45	0.766	0.844
50	0.848	0.796	50	0.851	0.794
55	0.933	0.739	55	0.936	0.736
60	1.017	0.676	60	1.021	0.674
65	1.102	0.614	65	1.106	0.611
70	1.187	0.554	70	1.191	0.551
75	1.272	0.499	75	1.276	0.496
80	1.357	0.450	80	1.361	0.447
85	1.441	0.406	85	1.446	0.404
90	1.526	0.368	90	1.531	0.366
95	1.611	0.335	95	1.616	0.333
100	1.696	0.305	100	1.701	0.303
105	1.780	0.279	105	1.787	0.278
110	1.865	0.256	110	1.872	0.255
115	1.950	0.236	115	1.957	0.235
120	2.035	0.218	120	2.042	0.217
125	2.120	0.202	125	2.127	0.201
130	2.204	0.188	130	2.212	0.186
135	2.289	0.175	135	2.297	0.174
140	2.374	0.163	140	2.382	0.162
145	2.459	0.153	145	2.467	0.152
150	2.544	0.143	150	2.552	0.142
155	2.628	0.134	155	2.637	0.133
160	2.713	0.126	160	2.722	0.126
165	2.798	0.119	165	2.807	0.118
170	2.883	0.112	170	2.892	0.112
175	2.967	0.106	175	2.978	0.106
180	3.052	0.101	180	3.063	0.100

Wybrane wartości współczynnika $k_{c,y}$ ($k_{c,z}$)

Rozdział 5 Podstawy analizy konstrukcji

5.1 Postanowienia ogólne

- (1)P W trakcie projektowania należy wykorzystywać odpowiednie modele obliczeniowe (uzupełnione, gdy to potrzebne, badaniami), uwzględniając wszystkie czynniki mające wpływ na jego przebieg. Modele powinny być dostatecznie dokładne, pozwalać na przewidzenie zachowania się całej konstrukcji, być współmierne do przewidywanego poziomu wykonania oraz do wiarygodności informacji stanowiących założenia projektowe.
- (2) Należy sprawdzić ogólne zachowanie się konstrukcji, uwzględniając w obliczeniach skutki oddziaływań przy założeniu liniowego modelu pracy materiału (w zakresie sprężystym).
- (3) W przypadku konstrukcji, w których możliwa jest redystrybucja sił wewnętrznych poprzez złącza o odpowiedniej podatności, do obliczania tych sił w poszczególnych elementach można wykorzystywać metody oparte na sprężysto-plastycznym zakresie pracy materiału.
- (4) Model wykorzystywany do obliczeń sił wewnętrznych w konstrukcji lub w jej części powinien uwzględniać skutki odkształceń złączy.
- (5) Na ogół, wpływ odkształceń złączy należy rozpatrzyć na podstawie ich sztywności (odnoszących się do przemieszczenia liniowego lub obrotu) lub na podstawie poślizgu określonego w funkcji obciążenia złącza.

5.2 Elementy

(1)P W analizie konstrukcji należy uwzględnić następujące czynniki:

- odchyłki od prostoliniowości,
- niejednorodność materiału.

UWAGA: Odchyłki od prostoliniowości i niejednorodność materiału uwzględniono domyślnie w metodach obliczeń zamieszczonych w niniejszej normie.

(2)P W obliczeniach związanych z określeniem nośności elementów należy uwzględnić redukcję ich przekroju.

(3) Redukcję przekroju można pominąć w następujących przypadkach:

- gwoździ i wkrętów o średnicy nie większej niż 6 mm, umieszczonych bez wstępnie nawierconych otworów,
- otworów w ściskanej strefie elementów, w przypadku, gdy są one wypełnione materiałem o sprężystości przekraczającej sprężystość drewna.

(4) Przy sprawdzaniu przekroju efektywnego w złączu o wielu łącznikach należy uwzględnić wszystkie otwory, których odległość od rozpatrywanego przekroju jest mniejsza od połowy minimalnego rozstawu łączników mierzonego wzdłuż włókien.

5.4 Wybrane rodzaje konstrukcji

5.4.1 Postanowienia ogólne

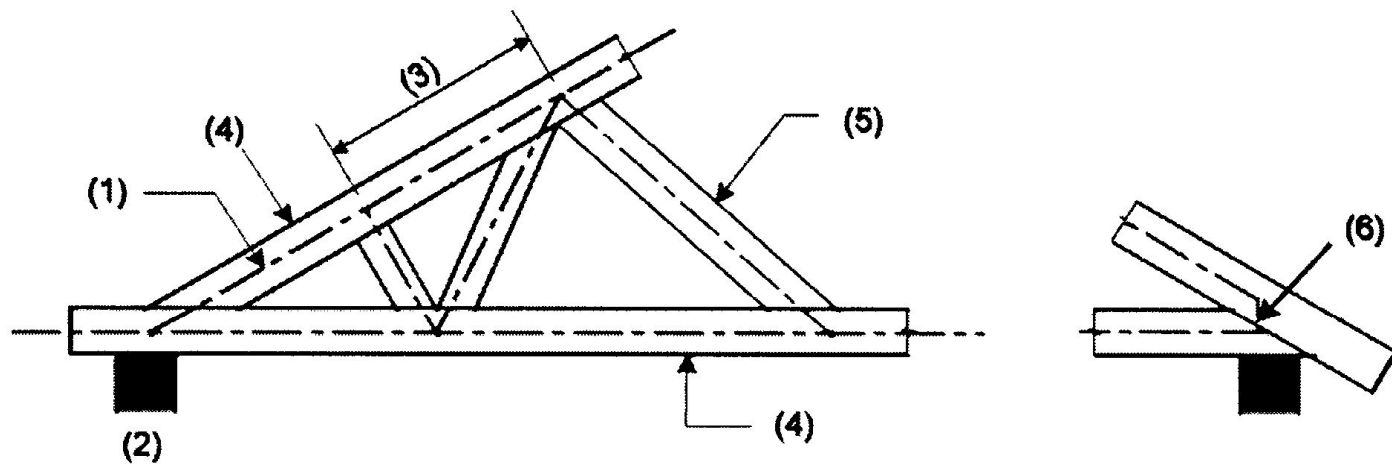
- (1)P Analizę konstrukcji należy prowadzić, stosując modele statyczne uwzględniające, z dostateczną dokładnością, pracę konstrukcji i jej podpór.
- (2) W przypadku dźwigarów łączonych na płytki kolczaste, analizę należy prowadzić wykorzystując modele prętowe, zgodnie z 5.4.2, lub analizę uproszczoną, zgodnie z 5.4.3.
- (3) W przypadku łuków i ram płaskich należy prowadzić analizę drugiego rzędu, zgodnie z 5.4.4.

5.4.2 Konstrukcje prętowe

- (1)P Analizę konstrukcji prętowych należy prowadzić z uwzględnieniem wpływu na siły i momenty wewnętrzne odkształceń elementów i złączy, mimośrodków na podporach i sztywności konstrukcji wsporczej. Elementy definicji modelu konstrukcji prętowej pokazano na Rysunku 5.1.

5.4.2 Konstrukcje prętowe

(1)P Analizę konstrukcji prętowych należy prowadzić z uwzględnieniem wpływu na siły i momenty wewnętrzne odkształceń elementów i złączy, mimośrodków na podporach i sztywności konstrukcji wsporczej. Elementy definicji modelu konstrukcji prętowej pokazano na Rysunku 5.1.



Objaśnienia:

- (1) Oś ustroju
- (2) Podpora
- (3) Przęsło
- (4) Element zewnętrzny
- (5) Element wewnętrzny
- (6) Fikcyjny element belkowy

Rysunek 5.1 – Przykład elementów modelu stosowanego w analizie konstrukcji prętowej

- (2)P W rozpatrywanym modelu konstrukcji prętowej osie wszystkich elementów powinny znajdować się wewnątrz ich przekrojów. Osie elementów głównych, np. zewnętrznych elementów dźwigara, powinny pokrywać się z ich osiami rzeczywistymi.
- (3)P jeżeli osie elementów wewnętrznych nie pokrywają z osiami przyjętymi w modelu ustroju, to przy sprawdzaniu ich nośności należy uwzględnić wpływ mimośrodów.
- (4) Do modelowania złączy mimośrodowych lub podpór można stosować fikcyjne elementy belkowe oraz elementy sprężyste. Kierunek fikcyjnych elementów belkowych i położenie elementów sprężystych powinny pokrywać się, możliwie dokładnie, z rzeczywistą geometrią złączy.
- (5) W analizie pierwszego rzędu w zakresie liniowo-sprężystym można pominąć wpływ odkształceń początkowych i ugięć wywołanych obciążeniem, jeżeli został on uwzględniony przy sprawdzaniu nośności elementów.
- (6) W analizie dźwigarów kratownicowych należy stosować odpowiednie sztywności elementów, zdefiniowane w 2.2.2. Należy założyć, że sztywność fikcyjnych elementów belkowych odpowiada sztywności danych złączy.
- (7) Złącza można uważać za obrotowo sztywne, jeżeli ich odkształcenia nie mają znaczącego wpływu na rozkład sił i momentów. W przeciwnym razie, złącza można, na ogół, traktować jako przegubowe.
- (8) Przy sprawdzaniu nośności można pominąć wpływ poślizgu liniowego w złączach, z wyjątkiem przypadków, gdy ma on znaczący wpływ na rozkład sił i momentów wewnętrznych.

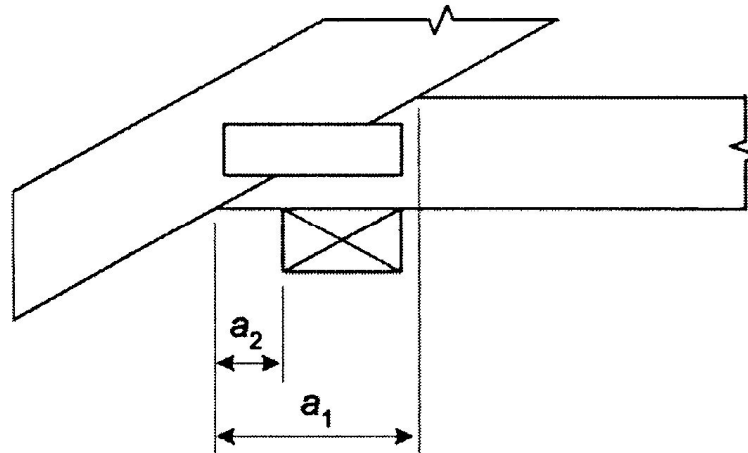
(9) Złącza pasów kratownic mogą być modelowane jako obrotowo sztywne, jeżeli ich rzeczywisty obrót pod obciążeniem nie ma znaczącego wpływu na siły wewnętrzne w elementach. Założenie to można uważać za spełnione, gdy spełniony jest jeden z następujących warunków:

- nośność złącza odpowiada co najmniej 1,5 obciążeniu równemu kombinacji działającej siły i momentu zginającego,
- złącze pasa ma nośność odpowiadającą co najmniej obciążeniu równemu kombinacji siły i momentu zginającego, pod warunkiem że naprężenia zginające w elementach drewnianych stanowią nie więcej niż 0,3 ich nośności na zginanie, a konstrukcja zachowuje stateczność przy założeniu, że wszystkie złącza tego typu są przegubowe.

TYLKO W PRZYPADKU BRAKU OBLICZEŃ KOMPUTEROWYCH SIŁ WEWNĘTRZNYCH W KRACIE!**5.4.3 Uproszczona analiza kratownic łączonych na płytki kolczaste**

(1) Dopuszcza się uproszczoną analizę dźwigarów o siatce trójkątnej, gdy spełnione są następujące warunki:

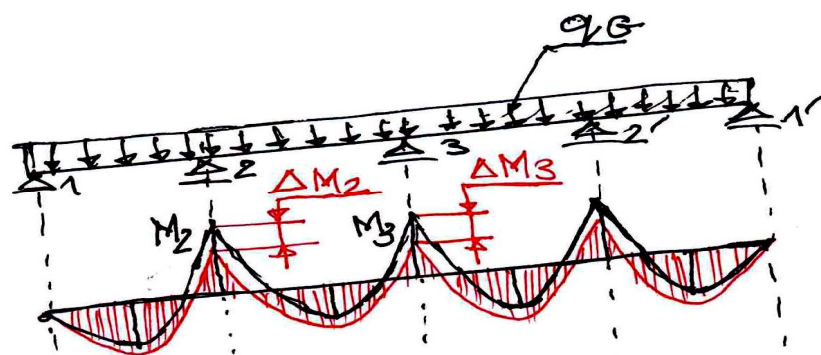
- obwiednia ustroju nie zawiera kątów wklęsłych,
- podpora znajduje się w obrębie odległości a_1 , a odległość a_2 , pokazana na Rysunku 5.2, nie przekracza większej z wartości: $a_1/3$ lub 100 mm,
- całkowita wysokość dźwigara jest większa niż 0,15 rozpiętości i 10-krotna maksymalna wysokość elementów zewnętrznych.



Rysunek 5.2 – Geometria podpory

(2) Siły osiowe w elementach należy wyznaczyć przy założeniu, że wszystkie węzły są przegubowe.

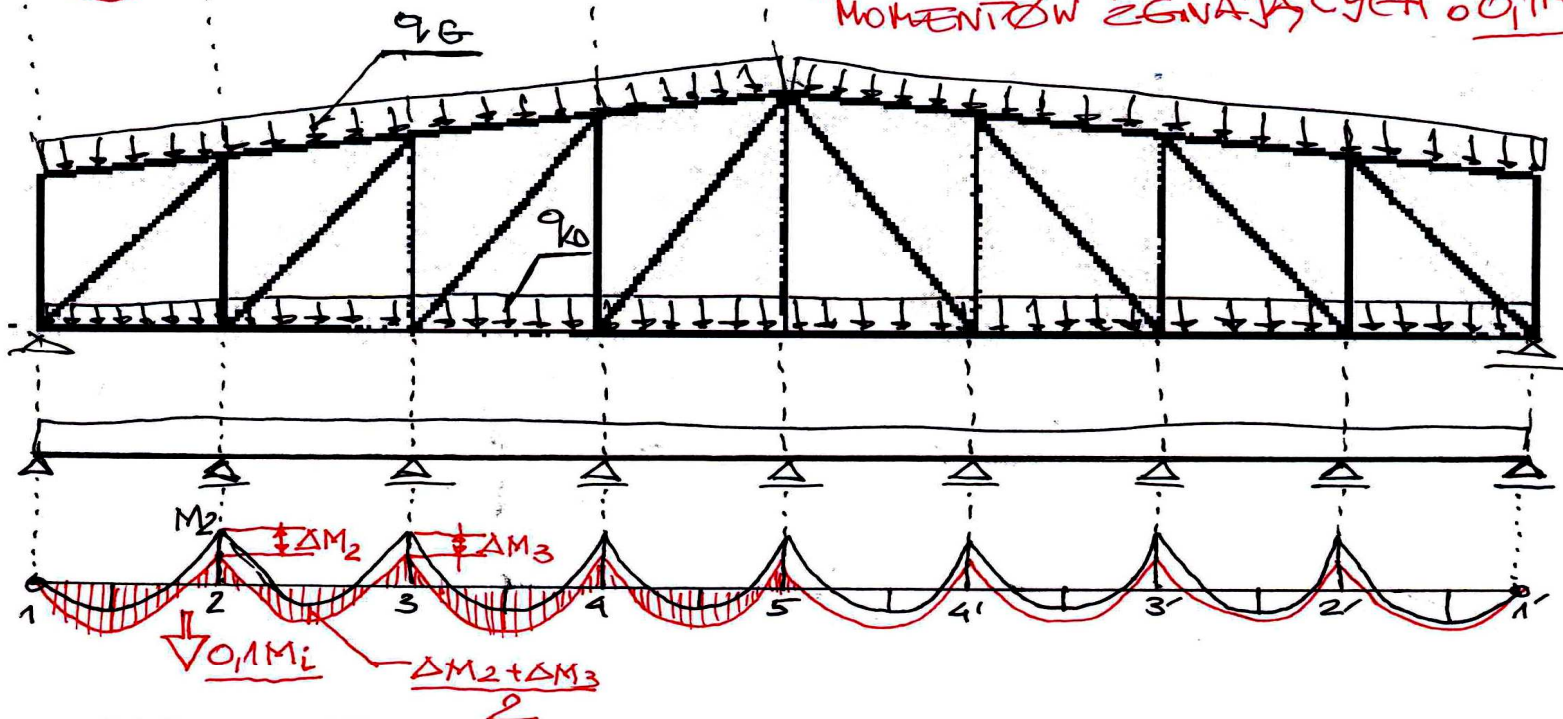
(3) Momenty zginające w elementach jednoprzęsłowych należy wyznaczać przy założeniu, że wszystkie węzły końcowe są przegubowe. Momenty zginające w elementach wieloprzęsłowych należy wyznaczać przy założeniu, że element jest belką wieloprzęsłową swobodnie podpartą w każdym węźle. Wpływ przemieszczeń w węzłach oraz wpływ częściowej sztywności złączy należy uwzględniać, redukując o 10 % momenty zginające w węzłach pośrednich. W obliczeniach przęsłowych momentów zginających należy uwzględniać tak zredukowane momenty zginające na podporach pośrednich.



REDUKCJA O 10% MOMENTÓW
ZGINAJĄCYCH W WĘZŁACH

$$\Delta M_2 = 0,1 M_2$$

"PRZESUNIĘCIE" WYKRESU
MOMENTÓW ZGINAJĄCYCH O $0,1 M_i$



$$\Delta M_2 = 0,1 M_2$$

$$\Delta M_3 = 0,1 M_3$$

9.2 Wybrane konstrukcje

9.2.1 Kratownice

(1) Dla kratownic z dominującym obciążeniem w węzłach, suma stosunków naprężeń od zginania i ściskania podana we Wzorach (6.19) i (6.20) powinna być ograniczona do 0,9.

(1)P Należy spełnić następujące warunki:

$$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1 \quad (6.19)$$

$$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1 \quad (6.20)$$

(2) Wartości współczynnika k_m są podane w p.6.1.6.

(2) Przy sprawdzaniu naprężeń w płaszczyźnie kratownicy za długość obliczeniową prętów ściskanych należy przyjmować odległość między dwoma sąsiednimi punktami przegięcia.

(3) Za długość obliczeniową prętów ściskanych w kratownicach należy przyjmować odległość między węzłami, patrz Rysunek 5.1, jeżeli:

- pręty są jednoprzęsłowe bez sztywnych połączeń w węzłach,
- pręty ciągłe dwuprzęsłowe lub o większej ilości przęseł, nie są obciążone poprzecznie.

(4) Stosując analizę uproszczoną kratownic z połączeniami na płytki kolczaste, wykonanych zgodnie z 5.4.3, można przyjmować następujące długości obliczeniowe prętów (patrz Rysunek 9.3):

– dla prętów ciągłych bez znaczących momentów zginających w węzłach i wtedy, gdy naprężenia zginające od obciążenia poprzecznego stanowią co najmniej 40 % naprężeń ściskających:

- w przęśle skrajnym: 0,8 rozpiętości przęsła,
- w przęśle pośrednim: 0,6 rozpiętości przęsła,
- w węźle: 0,6 rozpiętości większego z przylegających przęseł,

– dla prętów ciągłych ze znaczącymi momentami zginającymi w węzłach i wtedy, gdy naprężenia zginające od obciążenia poprzecznego stanowią co najmniej 40 % naprężeń ściskających:

- w węzłach przenoszących moment zginający: 0,0 (tj. brak wpływu smukłości),
- w przęsłach skrajnych: 1,0 rozpiętości przęsła,
- w pozostałych przęsłach i węzłach: jak opisano wyżej dla belek ciągłych bez znaczących momentów zginających w węzłach,

– dla wszystkich innych przypadków: 1,0 rozpiętości przęsła.

Wymiarując pręty i połączenia ściskane należy zwiększyć o 10 % wartości obliczeniowe sił osiowych.

(5) Gdy stosuje się analizę uproszczoną dla kratownic obciążonych w węzłach, stosunki naprężeń rozciągających i ściskających oraz nośność połączeń należy ograniczyć do 70 %.

(6)P Należy sprawdzić, czy pręty kratownicy mają odpowiednią stateczność boczną (z płaszczyzny kratownicy).

(7)P Złącza powinny mieć zdolność przenoszenia sił, które mogą pojawić się podczas wykonywania i montażu.

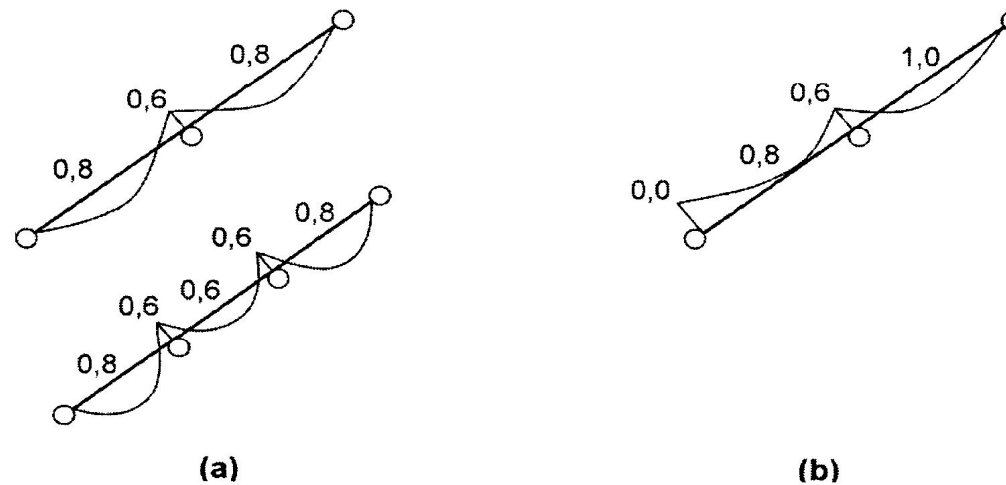
(8) Wszystkie złącza powinny mieć zdolność przenoszenia siły $F_{r,d}$ działającej w dowolnym kierunku w płaszczyźnie kratownicy. $F_{r,d}$ należy wyznaczać dla klasy trwania obciążenia krótkotrwałego działającego na drewno w warunkach klasy użytkowania 2 o wartości

$$F_{r,d} = 1,0 + 0,1L \quad (9.18)$$

gdzie:

$F_{r,d}$ – siła w kN,

L – rozpiętość kratownicy, w m.



Rysunek 9.3 – Wykresy momentów i długości obliczeniowe przy ściskaniu (a) Bez znaczących momentów w węzłach (b) Ze znaczącymi momentami w węzłach

9.2.2 Kratownice łączone na płytki kolczaste

(1)P Kratownice łączone na płytki kolczaste powinny spełniać wymagania EN 14250.

(2) Stosuje się wymagania podane w 5.4.1 i 9.2.1.

(3) W kratownicach, gdzie mała siła skupiona (np. obciążenie człowiekiem) ma składową prostopadłą do pręta mniejszą niż 1,5 kN i $\sigma_{c,d} < 0,4 f_{c,d}$ oraz $\sigma_{t,d} < 0,4 f_{t,d}$, wymagania podane w 6.2.3 i 6.2.4 można zastąpić:

$$\sigma_{m,d} \leq 0,75 f_{m,d} \quad (9.19)$$

6.2.3 Zginanie z rozciąganiem osiowym

(1)P Należy spełnić następujące warunki:

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1 \quad (6.17)$$

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1 \quad (6.18)$$

6.2.4 Zginanie ze ściskaniem osiowym

(1)P Należy spełnić następujące warunki^(N2):

$$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1 \quad (6.19)$$

$$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1 \quad (6.20)$$

(2)P Wartości współczynnika k_m podano w 6.1.6.

(4) Płytki kolczaste powinny zachodzić na każdy element drewniany, co najmniej na 40 mm lub na jedną trzecią wysokości przekroju tego elementu, zależnie od tego, która wartość jest większa.

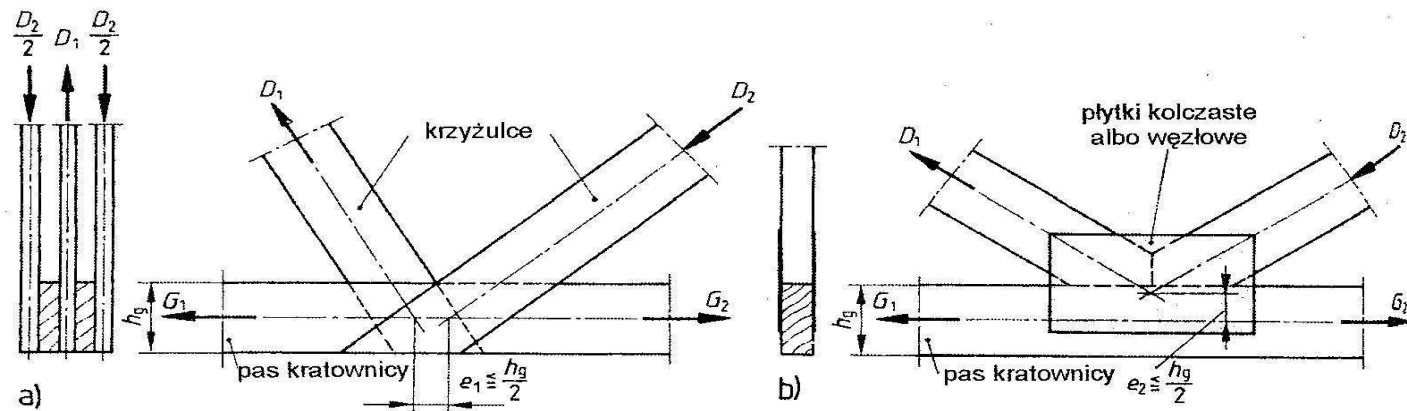
(5) Płytki kolczaste w stykach pasów powinny pokrywać co najmniej $\frac{2}{3}$ wysokości pasa.

Płytki w węźle powinny być usytuowane symetrycznie po obu stronach łączonych elementów i mieć te same wymiary.

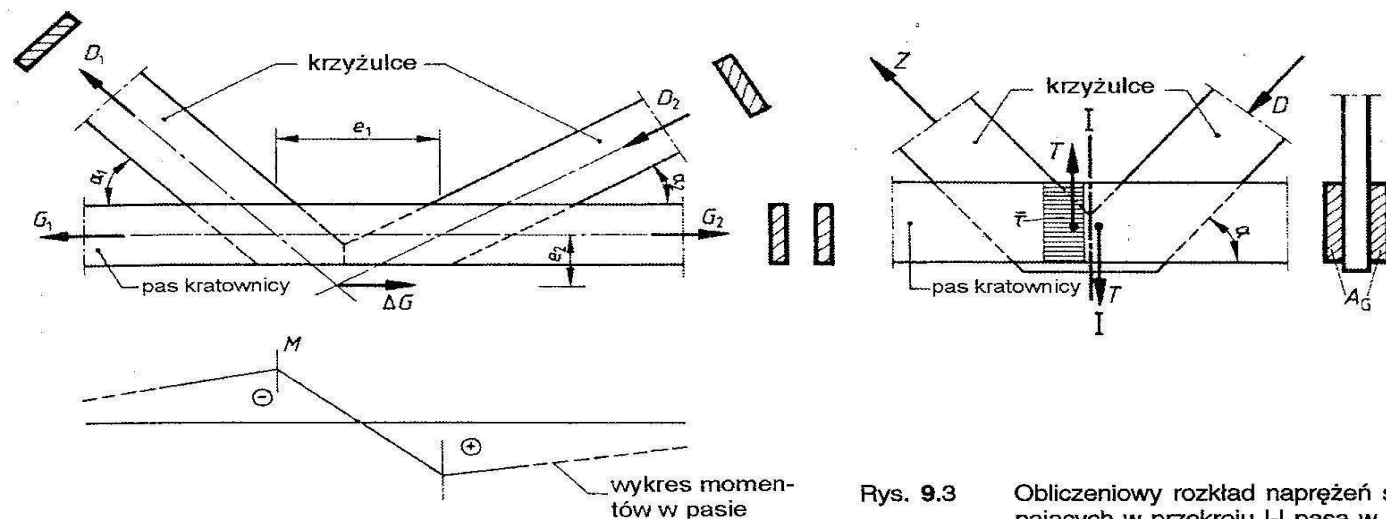
Po jednej stronie węzła powinna znajdować się co najwyżej 1 płytka, za wyjątkiem węzłów kalenicowych, gdzie dopuszcza się stosowanie 2 płytek.

Minimalna grubość łączonych elementów nie powinna być mniejsza niż 47 mm dla płytek M14, 40 mm dla płytek M16 i 35 mm dla płytek M20. Różnica grubości łączonych elementów nie powinna przekraczać 1 mm.

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) wiazary z desek i bal zbite gwoździami, b) wiazary 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

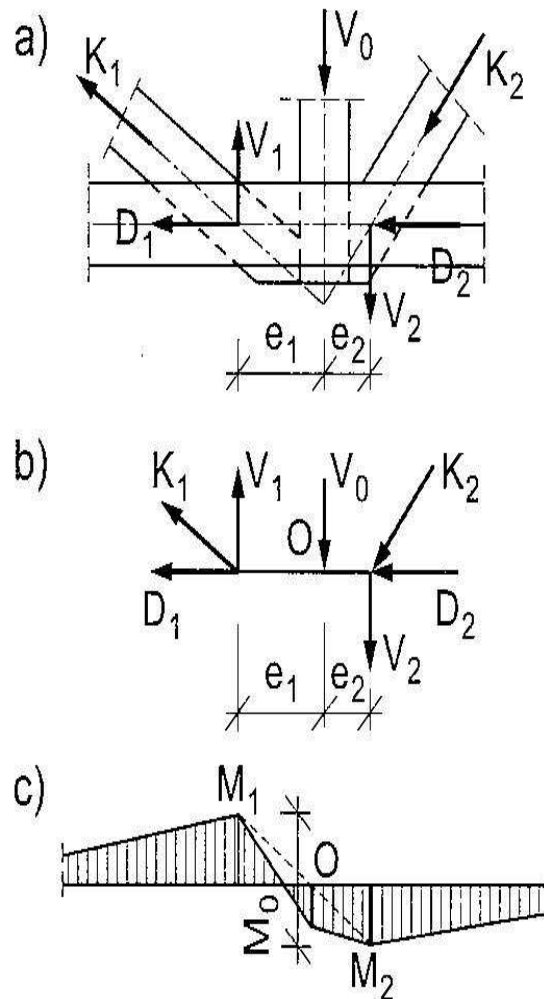
Rys. 9.3

Obliczeniowy rozkład naprężeń ścinających w przekroju I-I pasa w mimośrodowym połączeniu krzyżulców w wiazarze 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

Wartości momentów od nieosiowego połączenia prętów w węźle można obliczyć rozkładając siły działające w krzyżulcach na składowe poziome i pionowe i zaczepiając je w punktach przecięcia osi pasów i krzyżulców. Moment węzłowy od pionowych składowych oblicza się ze wzoru

$$M_0 = M_1 + M_2 = V_1 e_1 + V_2 e_2 \quad (8.5)$$

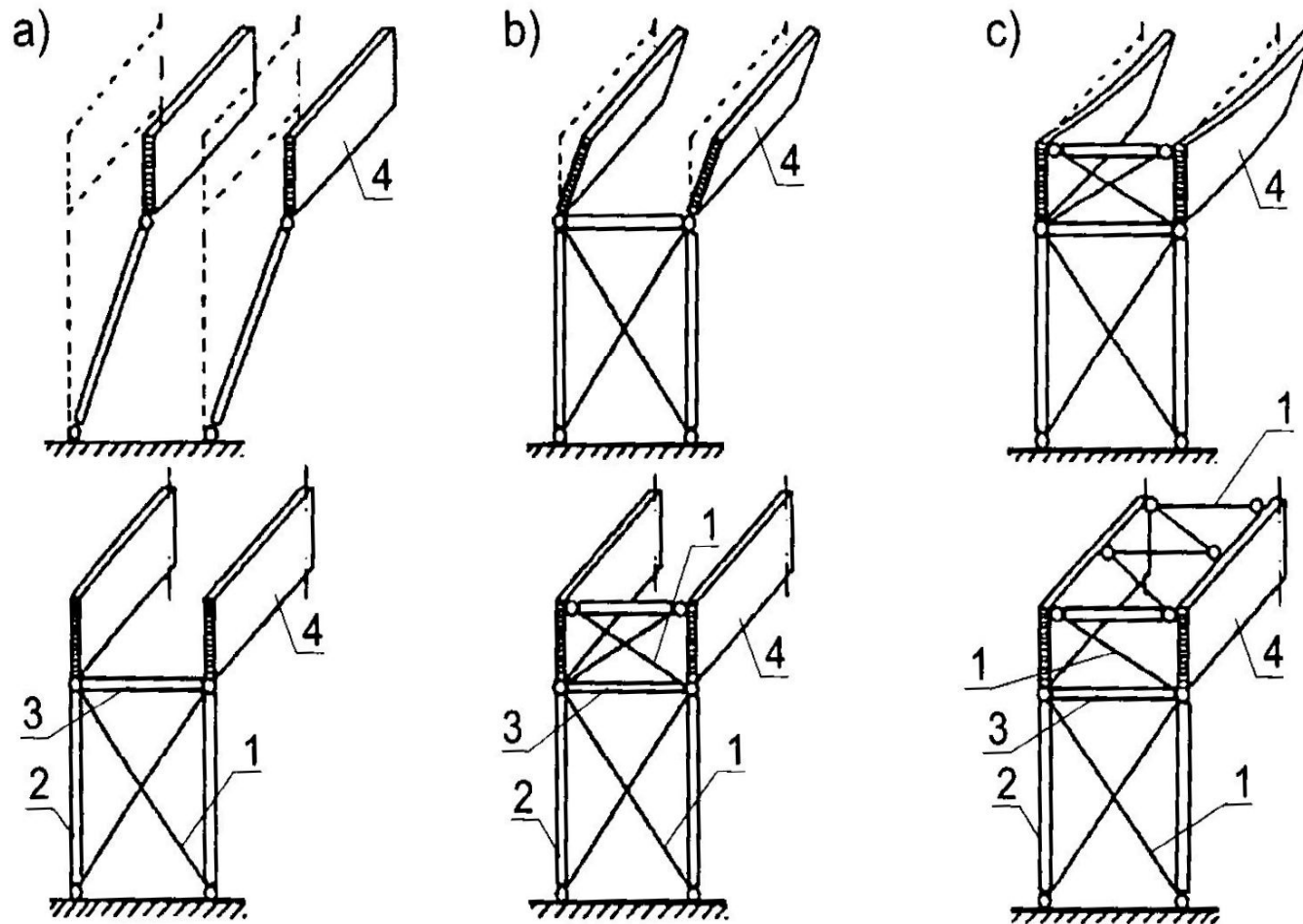
W prętach rozciąganych dodatkowo obciążonych momentem zginającym należy sprawdzić, czy jest spełniony warunek stanu granicznego nośności

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} \leq 1 \quad (8.6)$$

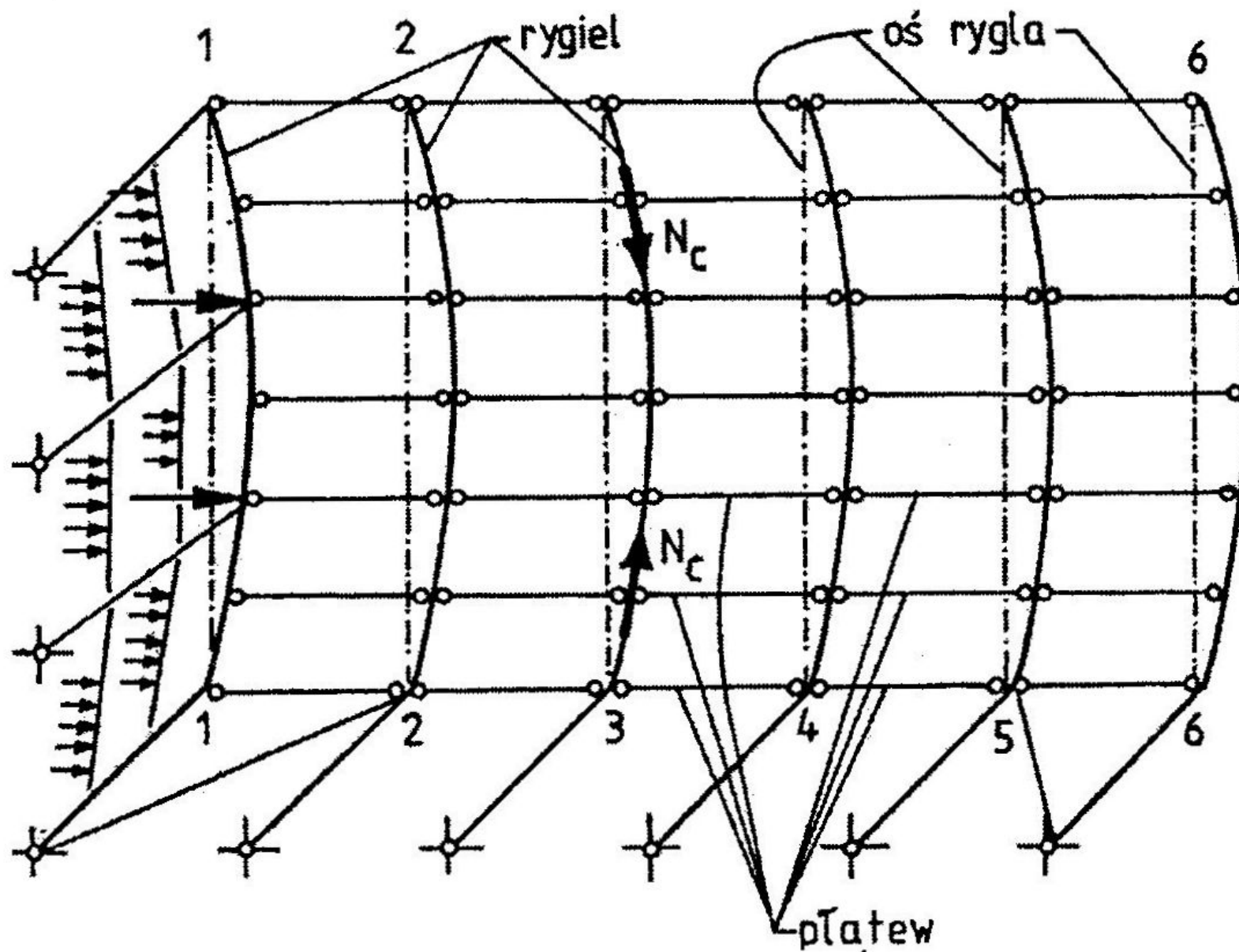
Zaś w prętach osiowo ściskanych należy spełnić warunek nośności

$$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

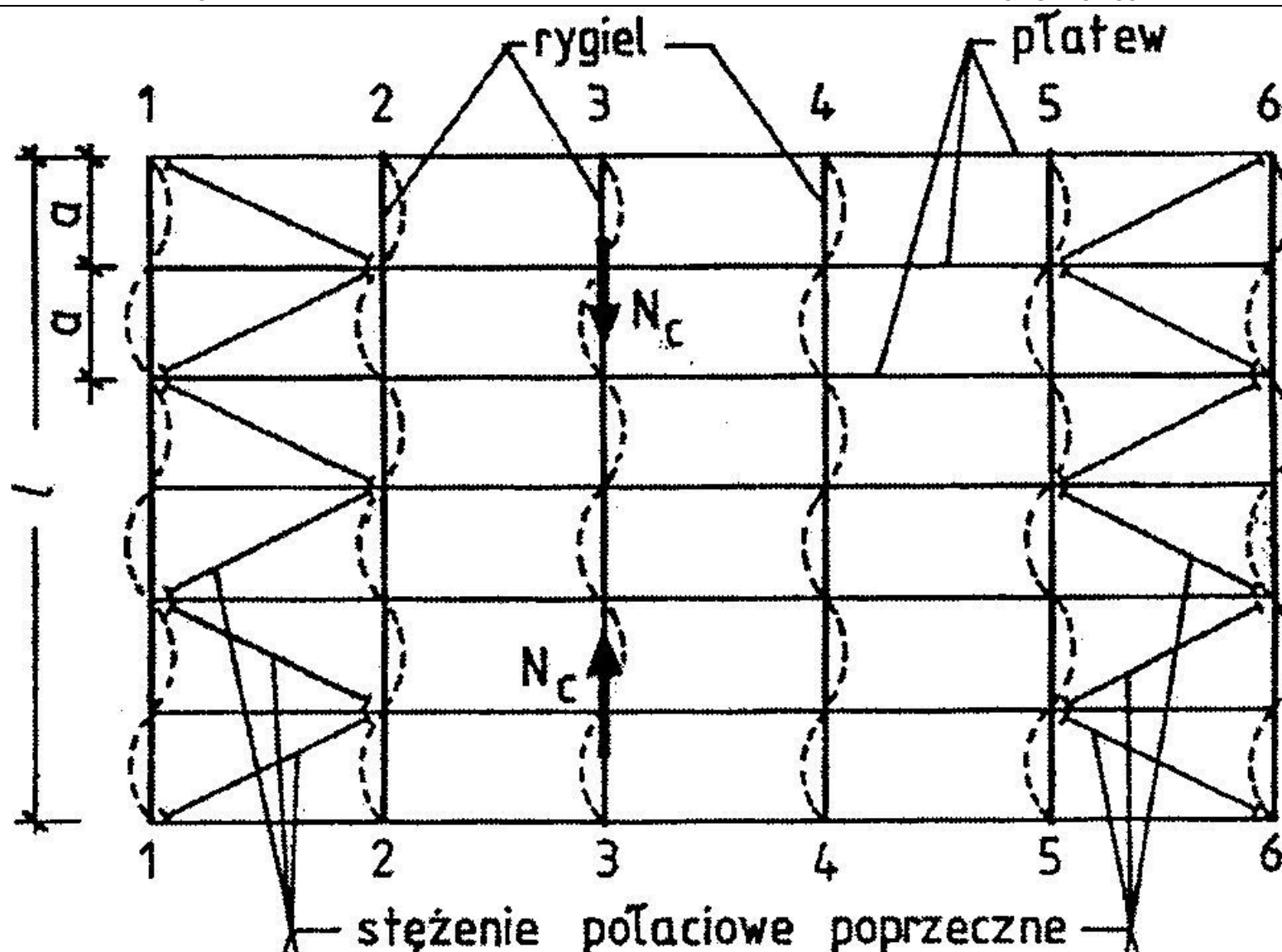
USZTYWNIENIA I STĘŻENIA



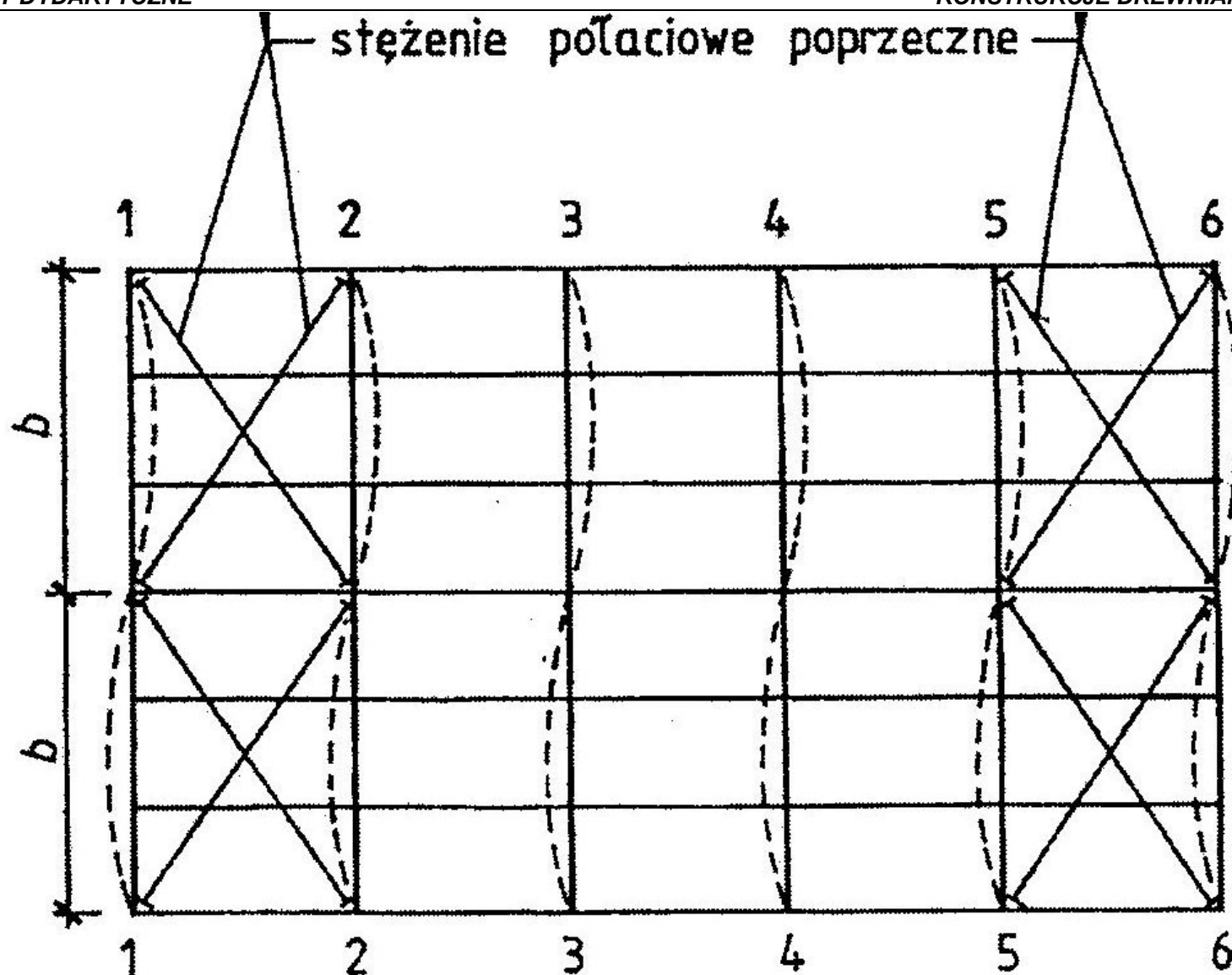
Rysunek 11.1. Praca różnych stężeń wg [11], [67]: a) stężenia pionowego słupów, b) stężenia pionowego dźwigarów na podporze, c) stężenia połaciowego dźwigarów; 1 – stężenie, 2 – słup, 3 – rygiel, 4 – dźwigar



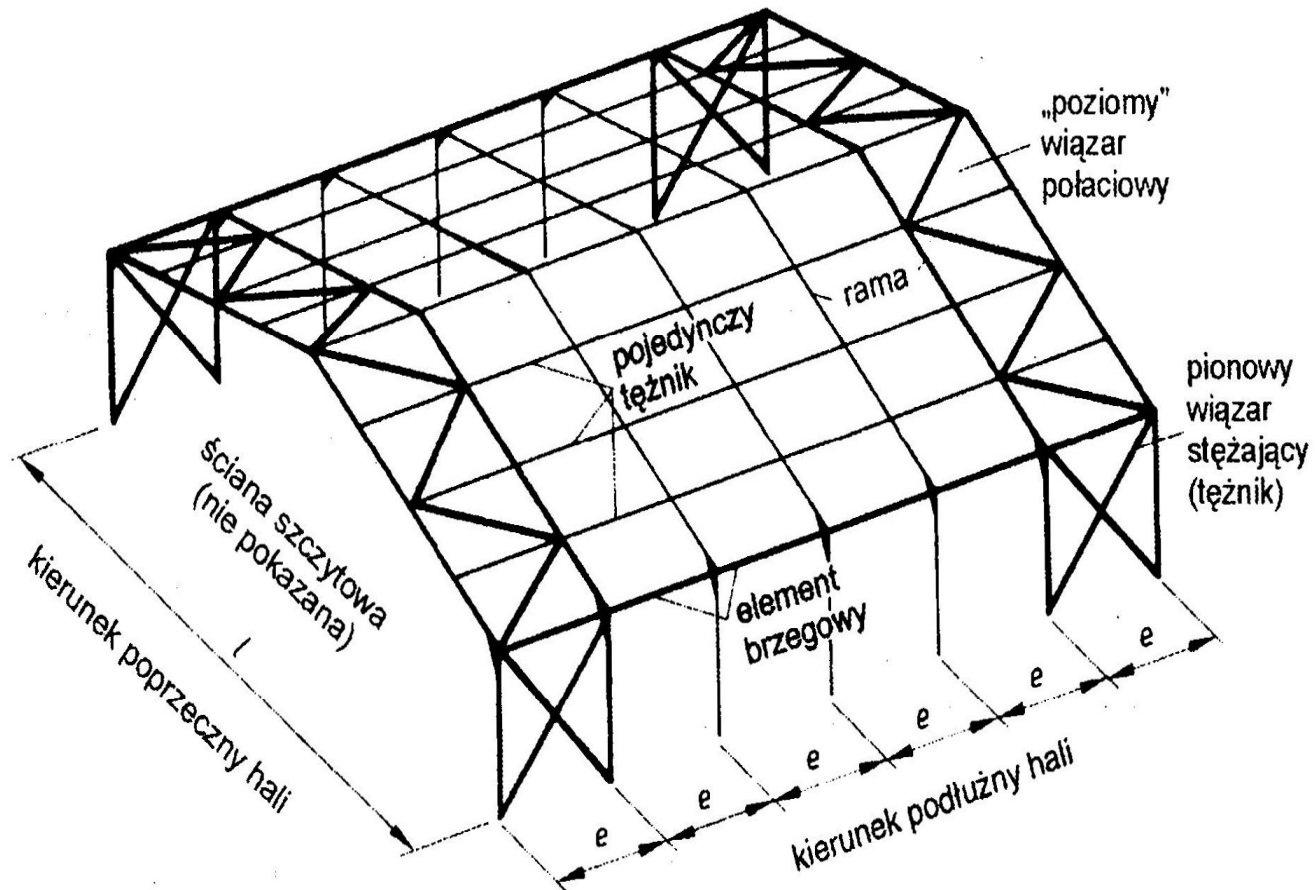
Odształcenie ściskanego rygla dachowego bez stężeń



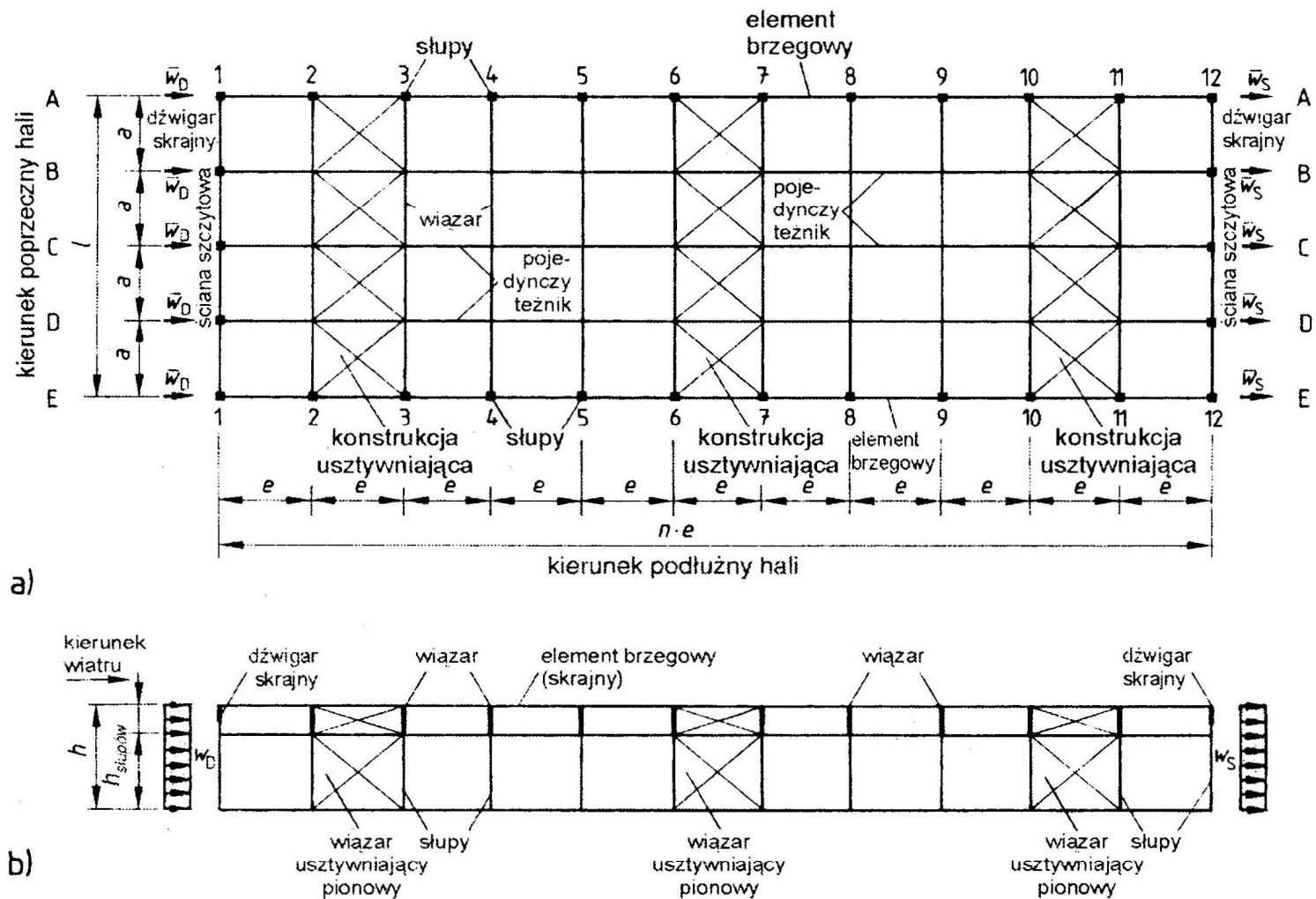
Odształcenia (deformacje) elementów konstrukcji w płaszczyźnie połączenia dachu ze stężeniami



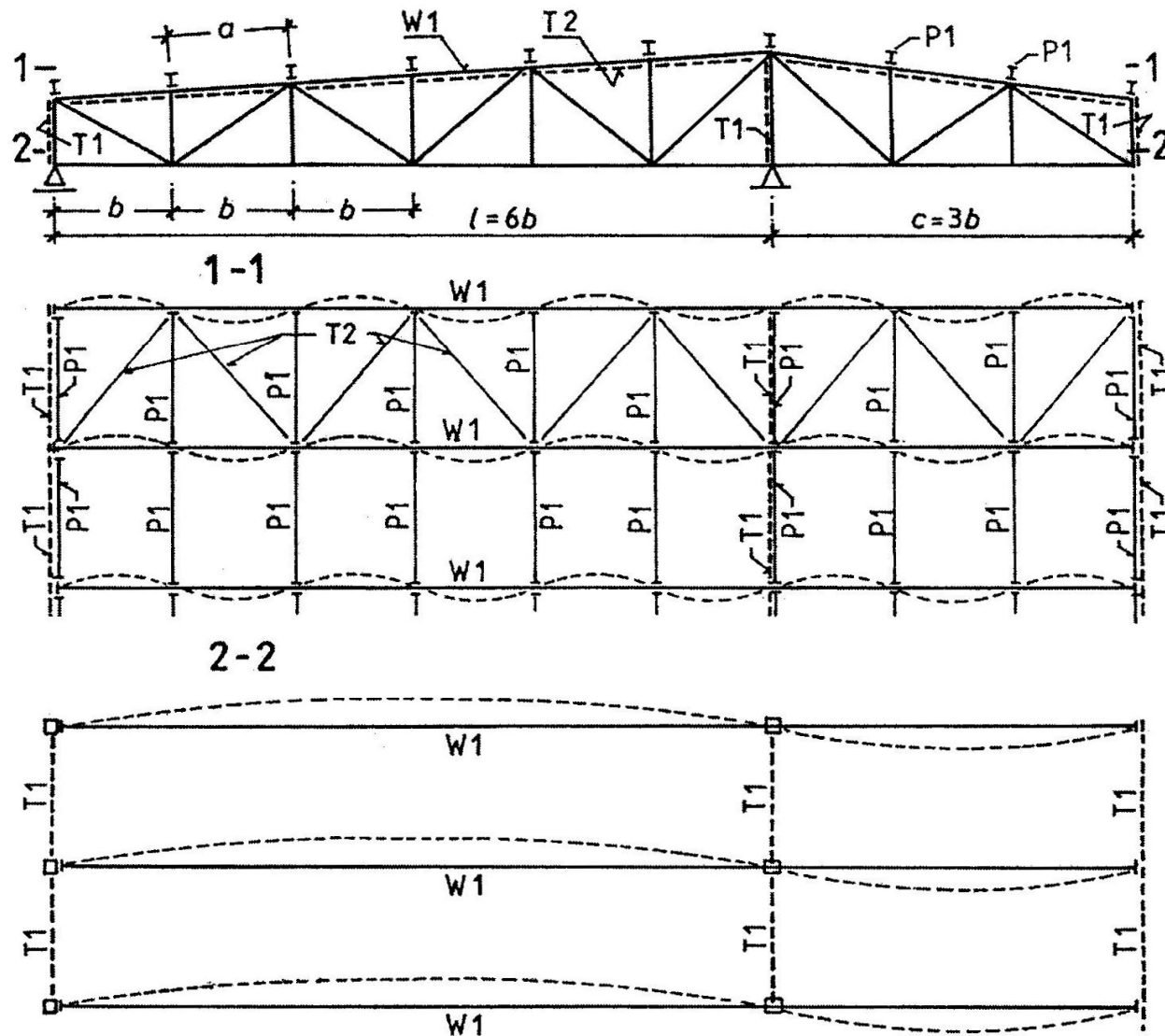
Odkształcenia (deformacje) elementów konstrukcji w płaszczyźnie połączeń dachu ze stężeniami



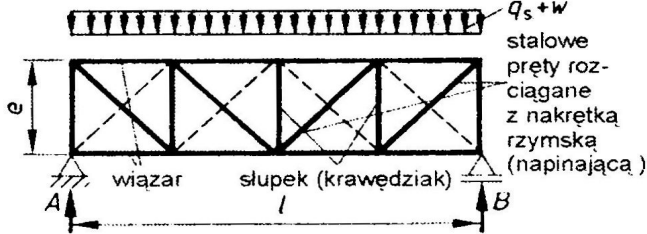
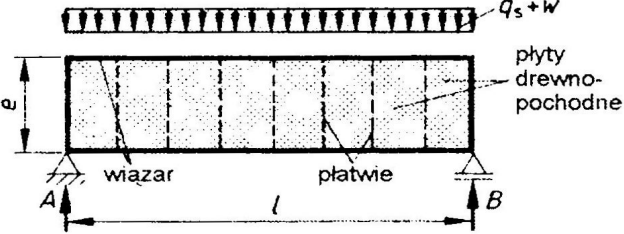
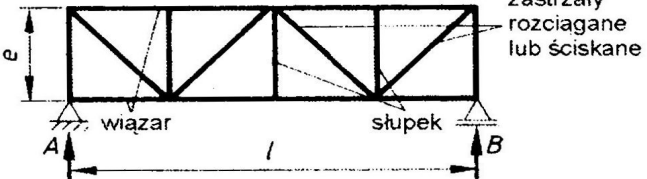
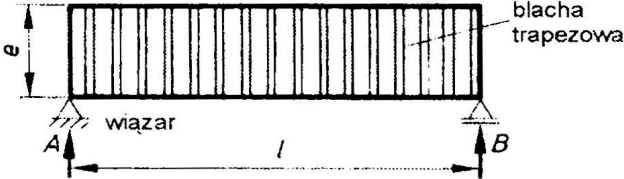
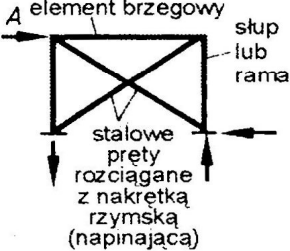
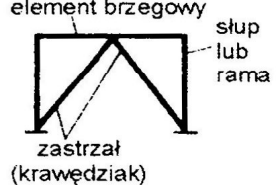
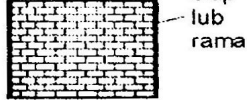

Rys. 16.1 Przykładowe usztywnienie konstrukcji hali; w kierunku poprzecznym przez ramy, a w kierunku podłużnym przez więzary pionowe i poziome, działające łącznie z pojedynczymi tęcznikami i elementami brzegowymi



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



Odkształcenia (deformacje) elementów konstrukcji więzarów kratowych (pasów górnych i dolnych) w płaszczyźnie poziomej (połaci dachu)
Rodzaje tężników

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: słup/mur</p>	 <p>materiał: drewno klejone warstwowo lub stal</p>

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

DESKOWE STĘŻENIA STAŁE WIAZARÓW

Usztywnienia stałe należy montować zawsze zgodnie z wytocznymi podanymi w dokumentacji technicznej. Ich celem jest :

- ✓ zapewnienie stateczności przestrzennej konstrukcji, czyli zapewnienie elementom nośnym płaskiej postaci zginania,
- ✓ zabezpieczenie wiązarów przed nadmiernym odchyleniem z płaszczyzny prostopadłej w której pracują,
- ✓ zmniejszenie długości wyboczeniowej dla ściskanych pasów lub krzyżulców.

Poprawnie wykonane stężenie stałe, ma wpływ na pracę całej konstrukcji oraz jej trwałość. Brak stężenia stałego, oddziałuje negatywnie na pracę pojedynczych wiązarów oraz całej konstrukcji i jest przyczyną uszkodzeń lub zniszczeń wiązarów a może nawet doprowadzić do katastrofy budowlanej.



STATECZNOŚĆ PRZESTRZENNA KONSTRUKCJI POWINNA BYĆ ZAPEWNIONA PRZEZ ZESPÓŁ STĘŻEŃ, A NIE JEDNO STĘŻENIE.



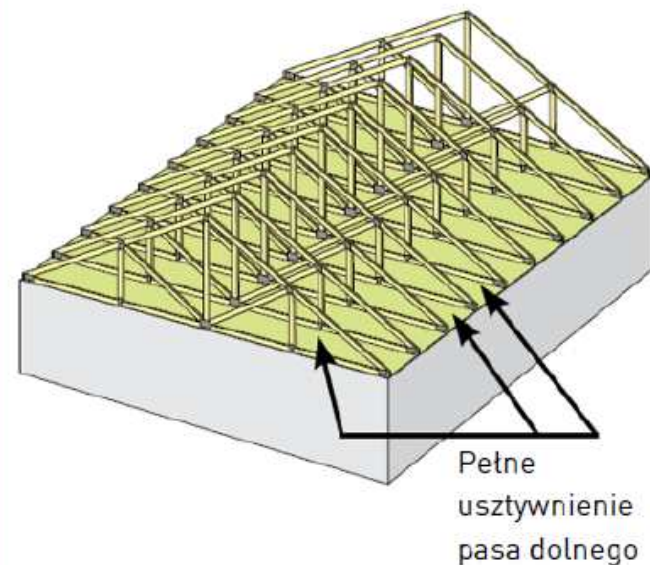
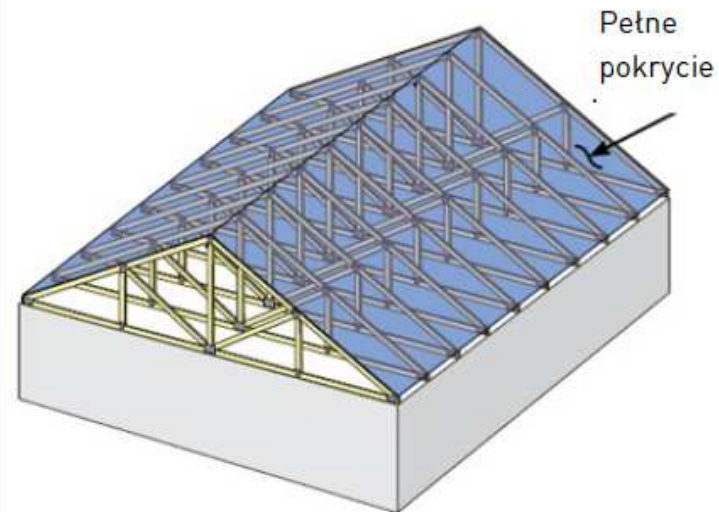
STĘŻENIA STAŁE ORAZ SPOSÓB ICH MOCOWANIA, MUSI ZOSTAĆ PODANY W DOKUMENTACJI PROJEKTOWEJ WIAZARÓW.

RODZAJE STĘŻEŃ STAŁYCH

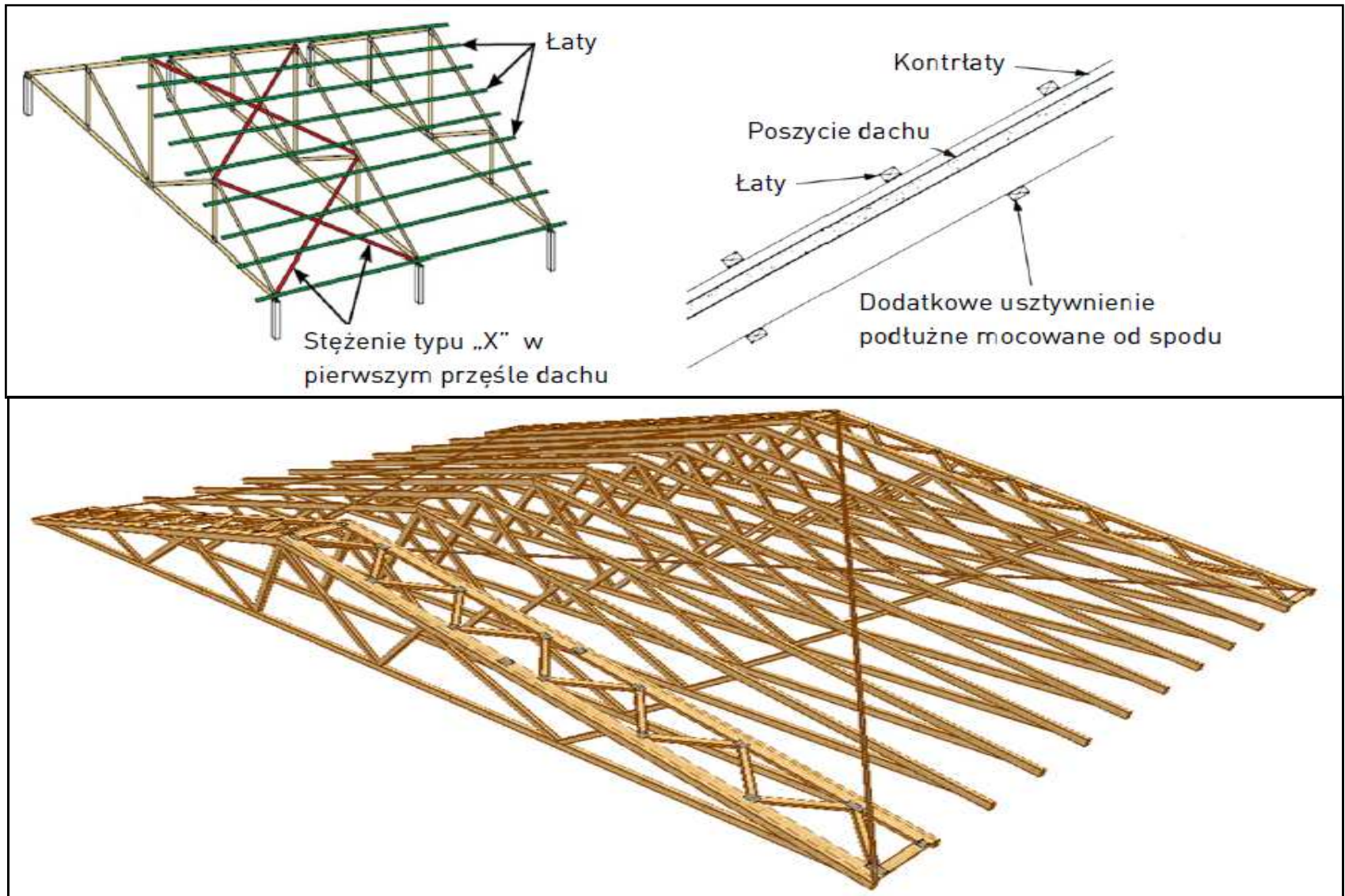
- ✓ stężenie deskowe podłużne pasów dolnych i górnych oraz krzyżulców,
- ✓ stężenia deskowe poprzeczne i ukośne pasów dolnych i krzyżulców,
- ✓ stężenia typu T dla pojedynczych krzyżulców,
- ✓ stalowe stężące taśmy perforowane,
- ✓ stężenie pokryciem niepełnym (np. taty) lub pełnym (np. płyta OSB).

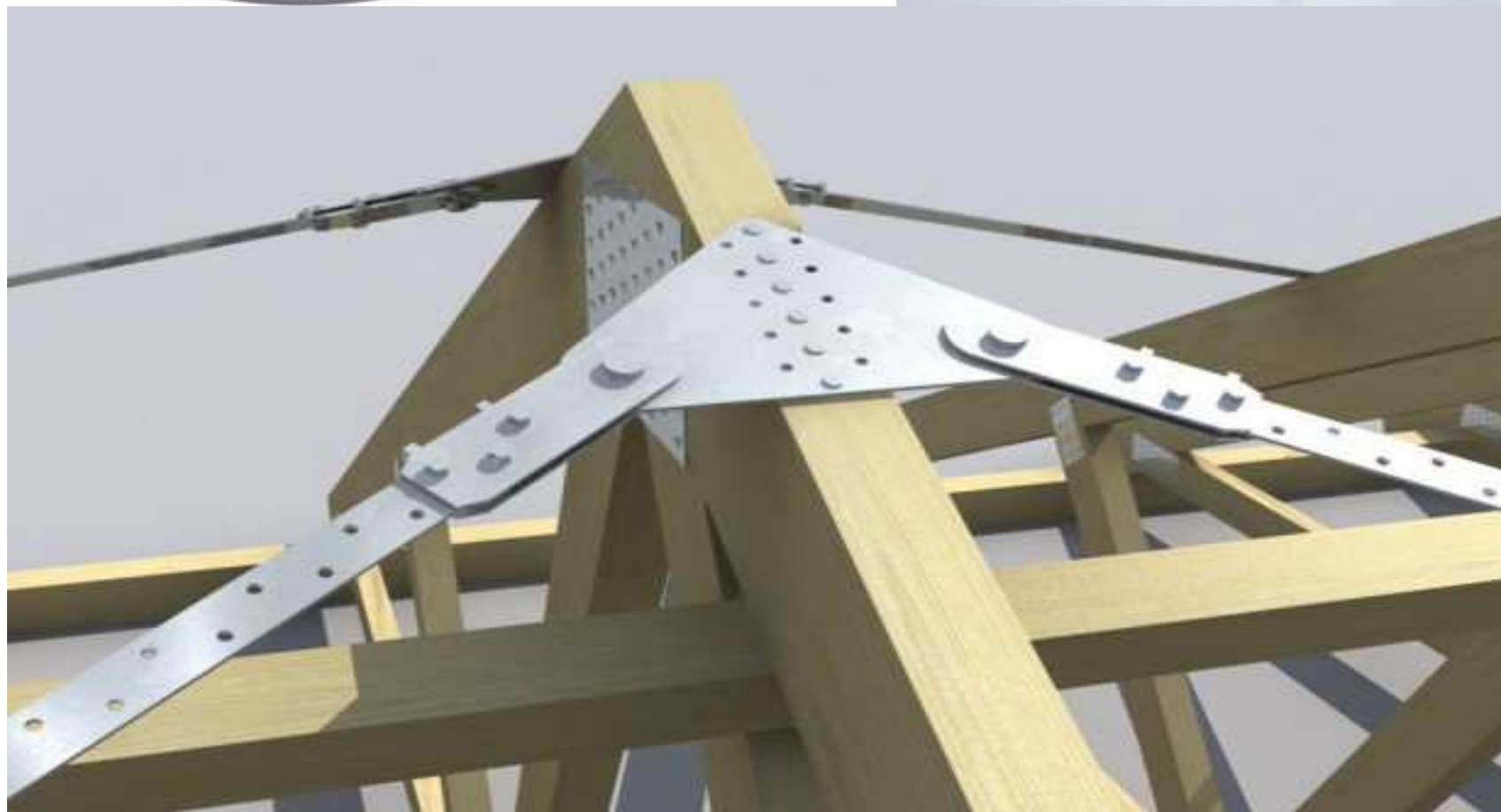


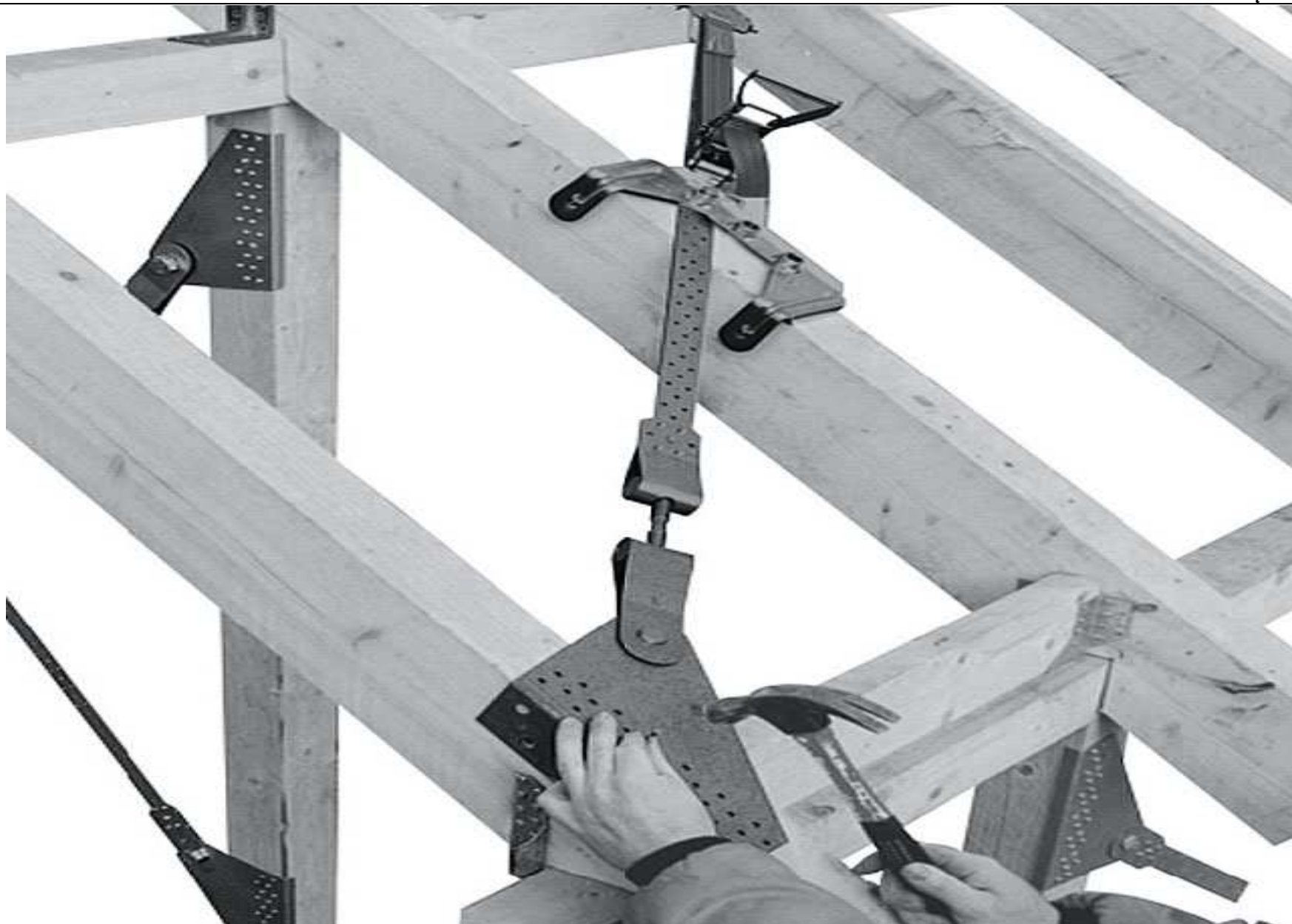
Stężeniem statym może być pełne pokrycie dachowe np. z płyty OSB lub pełne deskowanie, o którym to decyduje stopień zagęszczenia łączników mocujących (gwoździ lub wkrętów). Materiał do deskowania musi być odporny na wilgoć. Może być stosowana sklejka o minimalnej grubości 9 mm, płyta wiórowa o min. grubości 12 mm lub deski drewniane. Deski winny być kładzione z przestawnymi (schodkowymi) połączeniami lub gwoździowane w odstępach nie mniejszych niż 200 mm do każdego więzara (zalecane gwoździe $\varnothing 3 \times 50 \text{ mm}$, ocynkowane). Deskowanie musi ściśle do siebie przylegać na swych krawędziach. Łączenie na długość lub wysięg pomiędzy krokwiami nie powinno mieć miejsca, chyba, że jest odpowiedni rygiel wspierający wolną krawędź.



Łaty podłużne poszycia nie należy całkowicie traktować jako wystarczające elementy stężające. Zaleca się wykonanie stężeń podłużnych pomijając wpływ łat, dla pokrycia dachu o niskiej gęstości. Niezależnie od tego, konstrukcja nie jest wystarczająco usztywniona bez zastosowania stężeń ukośnych.

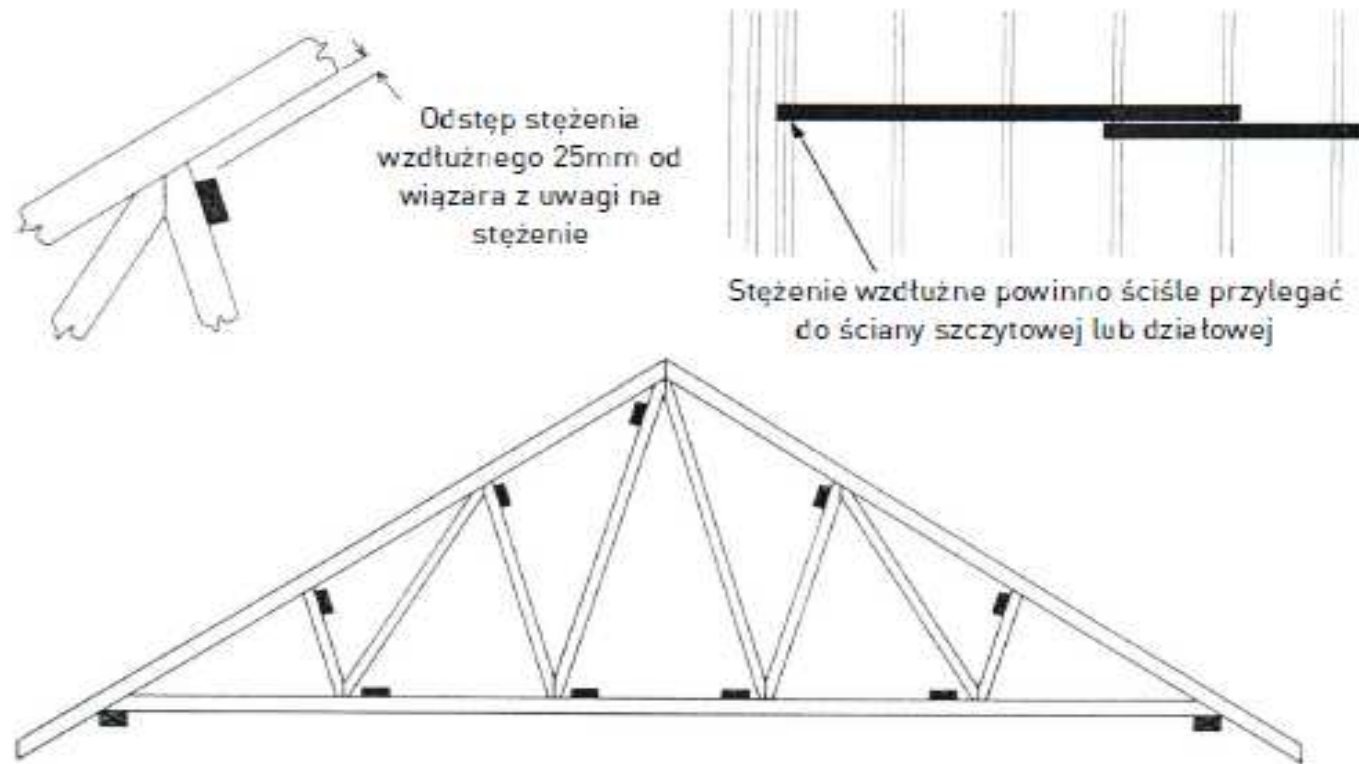






STAŁE STĘŻENIA PODŁUŻNE

Podłużne stałe stężenia pasów lub krzyżulców zwane także przewiązkami, to najczęściej podłużne deski układane prostopadłe do montowanych wiązarów. Dochodzą ciasno do ścian szczytowych. Należy je mocować do każdego wskazanego wiązara, z którym mają styczność. Stężenie te wstępują w pasie górnym, dolnym lub na krzyżulcach. Ich lokalizację określa Projektant.

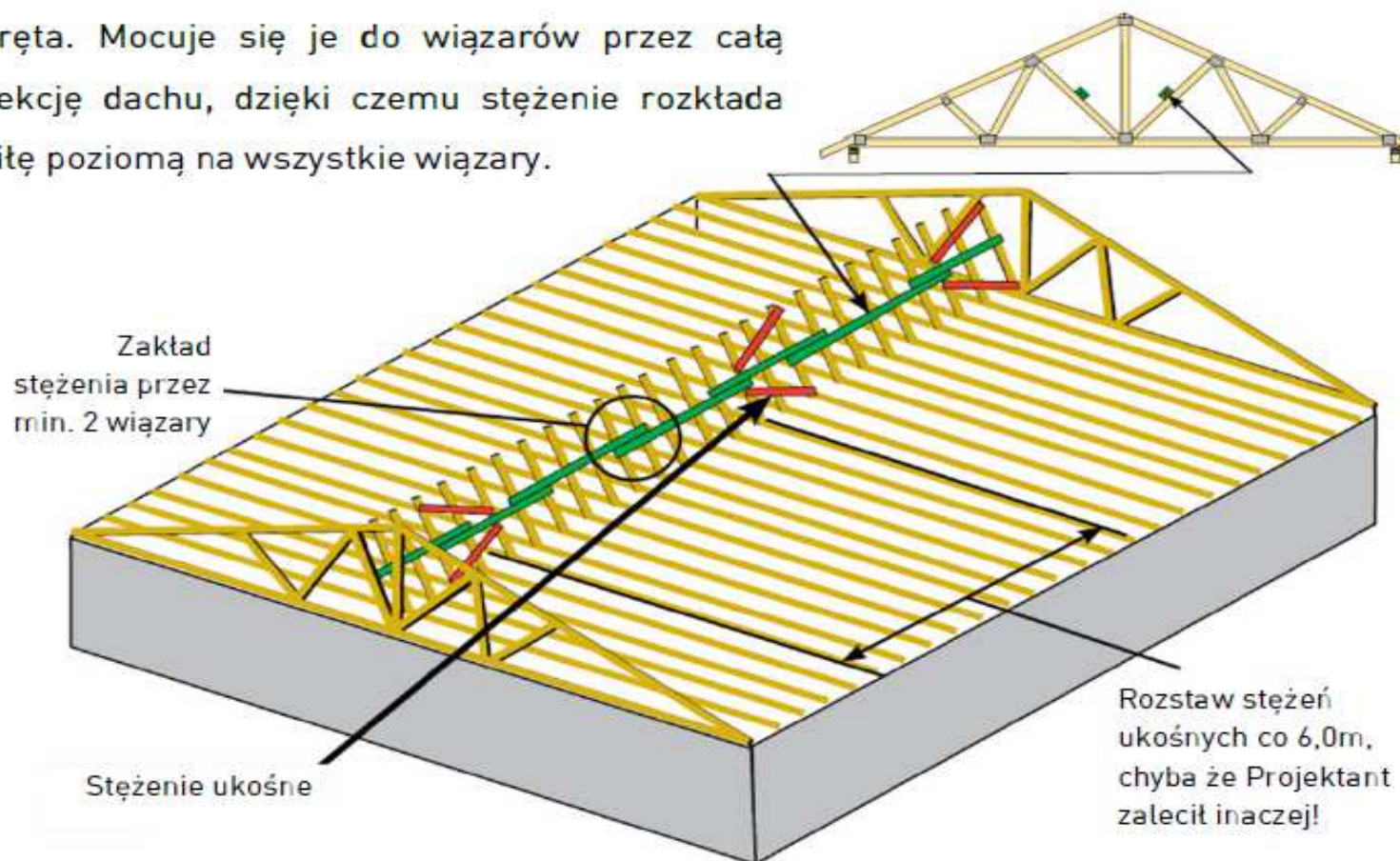


STĘŻENIE WZDŁUŻNE ROZMIESZCZAĆ NALEŻY WE WSZYSTKICH WĘZŁACH I PRZYTWIERDZIĆ DO KAŻDEGO WIĄZARA MIN. 2 GWOŹDZIAMI.



STĘŻENIA PODŁUŻNE POWINNY PRZECHODZIĆ PRZES CO NAJMNIEJ TRZY WIĄZARY. MAKSYMALNIE NALEŻY MOCOWAĆ DESKI DO PIĘCIU WIĄZARÓW UWZGLĘDNIAJĄC W TYM WYMAGANY ZAKŁAD. DŁUGOŚĆ DESKI STĘŻĄCEJ NIE POWINNA PRZEKROCYĆ 6,0M.

Stężenia podłużne na krzyżulcach są podane w projekcie. Są modelowane dla prętów ściskanych, by zapobiec ich wyboczeniu jednocześnie zmniejszając długość wyboczeniową pręta. Mocuje się je do wiązarów przez całą sekcję dachu, dzięki czemu stężenie rozkłada siłę poziomą na wszystkie wiązary.



STĘŻENIA TYPU „T”

Jeżeli występuje konieczność wzmocnienia pojedynczego krzyżulca lub pewnego odcinka, często stosuje się dodatkowe pojedyncze stężenie typu „T”. Jest to deska nabijana z jednej lub dwóch stron do tarcicy, najczęściej na całą jego długość. Sposób mocowania powinien być podany w dokumentacji technicznej.

Stosowane najczęściej w więzarach niepowtarzalnych, gdzie wzmocnienie jest wymagane przy jednoczesnej niemożności uciągnięcia stężeń deskowych pomiędzy kilkoma więzarami.

