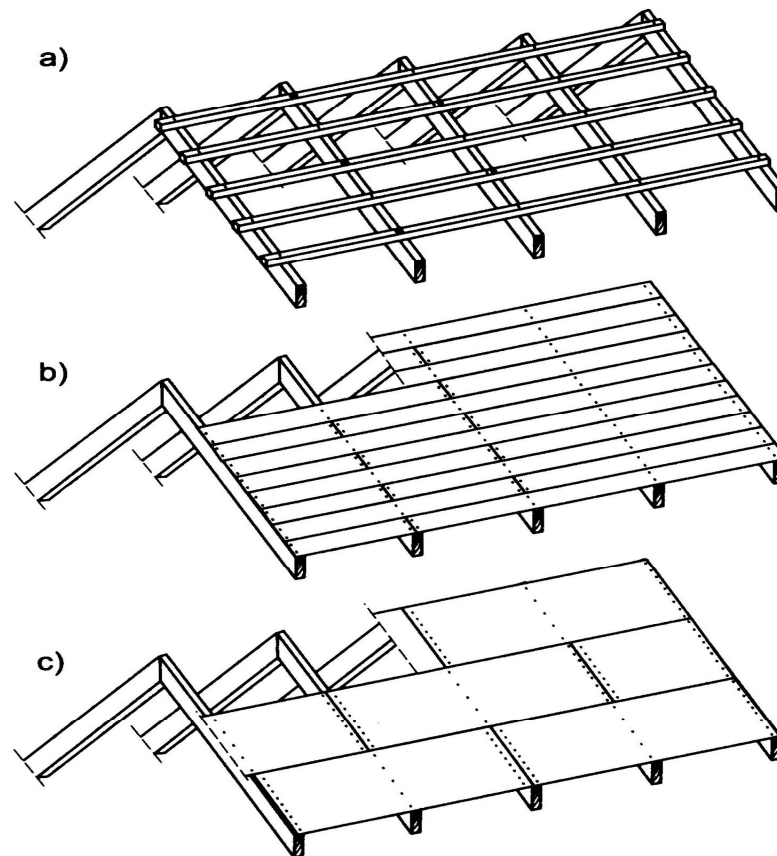


PODKŁADY POD POKRYCIE DACHOWE – ŁACENIE, DESKOWANIE

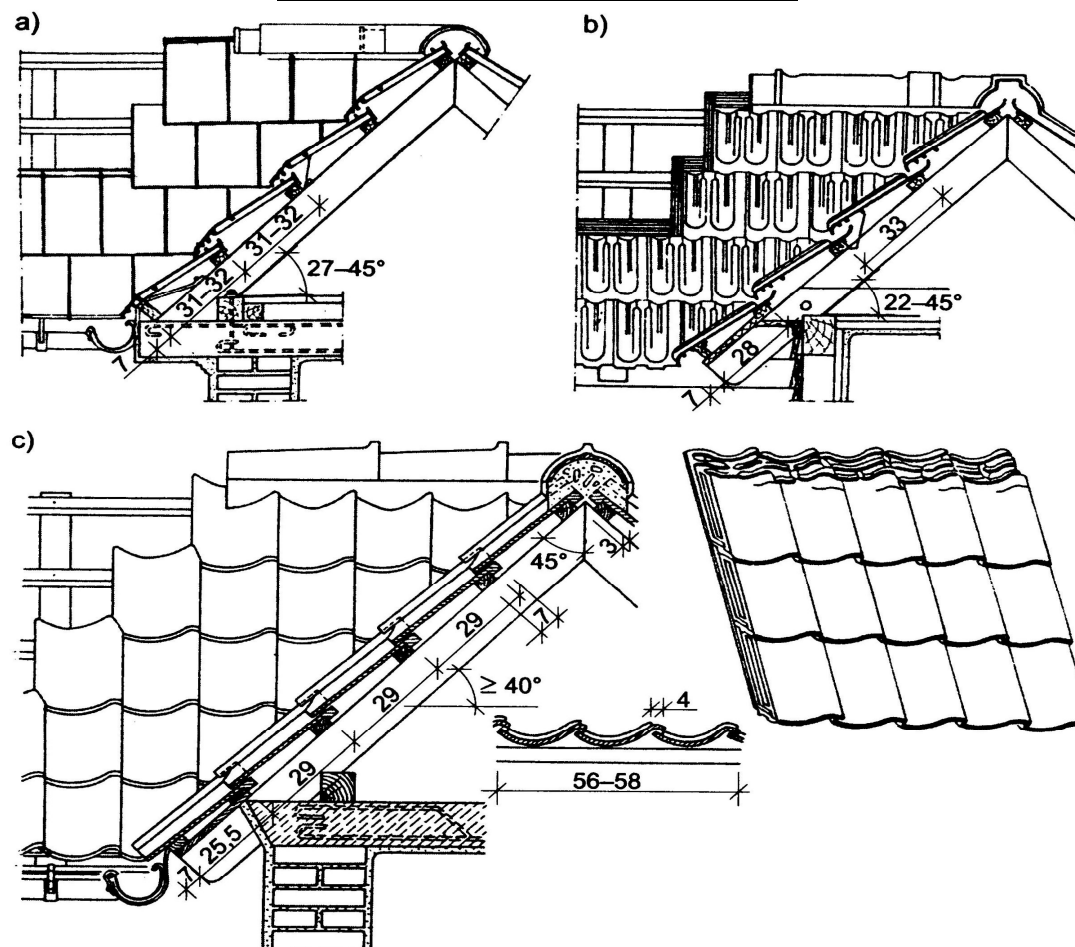
W zależności od rodzaju pokrycia i materiału użytego do wykonania konstrukcji dachu stosowane są różne rodzaje podkładów pod pokrycie. W dachach drewnianych mogą nimi być łąty, płyty drewnopochodne lub deskowanie (rys. 9.37).

b



Rysunek 9.37. Podkłady pod pokrycia dachowe: a) obłacenie, b) deskowanie pełne, c) podkład z płyt drewnopochodnych

Podkład z łąt, nazywany także obłaceniem, stosuje się pod pokrycie dachów drewnianych trzcina, gontem, łupkiem, dachówką, blachą falistą oraz płytami falistymi: włóknisto-cementowymi, PVC i bitumicznymi. Łaty są elementami z drewna litego o przekroju prostokątnym lub kwadratowym, co najmniej 38/38 mm i długości nie mniejszej niż podwójna odległość między podporami, którymi przeważnie są krokwie. Długość łąt wynosi zwykle 3–4 m, a ich rozstaw 0,25–0,50 m. Rozstaw krokwi zawiera się w przedziale 0,8–1,2 m, zatem łaty są zwykle belkami wieloprzęsłowymi, przy czym do wyznaczenia wartości sił wewnętrznych przyjmuje się schemat belki dwuprzęsłowej, co jest założeniem prowadzącym do otrzymania wyników po stronie bezpiecznej. Łaty pracują na zginanie ukośne, wynikające z oparcia na pochyłych krokwiach, więc w obliczeniach operuje się obciążeniami rozłożonymi na składowe działające prostopadle i równoległe do połaci dachowej.

POKRYCIA DACHOWE

Rysunek 9.41. Pokrycie dachówką, wg [15]: a) zakładkową, b) marsylską, c) holenderską

9.11.6. Krycie blachą płaską

Do krycia blachą płaską w arkuszach używa się blach stalowych ocynkowanych, cynkowych, stalowych powlekanych, cynkowo-tytanowych, aluminiowych oraz miedzianych. Minimalny spadek dachu przy kryciu arkuszami płaskimi z blachy wynosi 3° , jednak zaleca się, żeby nie był mniejszy niż 7° . Taki spadek gwarantuje prawidłowy odpływ wody – nie powstają kałuże.

Minimalne i zalecane spadki połaci dachowych przy zastosowaniu poszczególnych rodzajów blach zestawiono w tablicy 9.2.

Tablica 9.2. Spadki połaci dachowych przy kryciu blachą

Rodzaj blachy	Kąt pochylenia połaci, stopnie	
	minimalny	zalecany
Stalowa ocynkowana	11	16–35
Cynkowo-tytanowa	7	≥ 16
Cynkowa	19	19–35
Aluminiowa	19	≥ 21
Miedziana	7	≥ 14

Niżej podano charakterystykę najczęściej stosowanych rodzajów blach płaskich do pokryć dachowych.

Blacha stalowa ocynkowana płaska, grubości 0,50–0,55 mm jest obustronnie ocynkowana metodą ogniową – warstwa cynku 275 g/m^2 oraz pokryta warstwą pasywacyjną. Arkusze o wymiarach $1000 \times 2000 \text{ mm}$ lub $1250 \times 2000 \text{ mm}$.

Blachy stalowe powlekane płaskie są wykonane z aluminium lub stali ocynkowanej, powlekanej obustronnie warstwą cynku lub warstwą aluminiowo-cynkową i pokrytej powłoką ochronną: poliestrową, akrylową lub z plastizolu. Grubość blachy 0,50–0,55 mm, arkusze o wymiarach $1000 \times 2000 \text{ mm}$ lub $1250 \times 2000 \text{ mm}$. Blachy powlekane stosuje się najczęściej jako obróbki blacharskie przy kryciu dachu blachami profilowanymi.

Blacha cynkowo-tytanowa ma grubość 0,50–0,55 mm, arkusze o wymiarach $1000 \times 2500 \text{ mm}$.

Blacha miedziana, grubości 0,50–0,55 mm, produkowana jest w taśmach szerokości 670 mm.

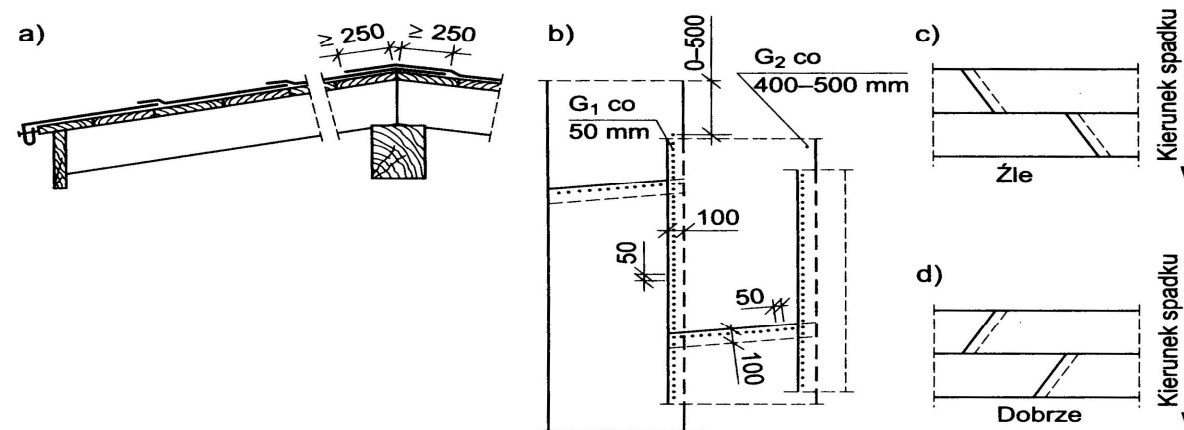
Blachy płaskie montuje się na pełnym lub ażurowym deskowaniu; może to być tradycyjne deskowanie z tarcicy iglastej (deski) lub z płyt wiórowych, np. OSB.

Przy kryciu blachami płaskimi można zasadniczo wyróżnić dwa typy łączenia arkuszy między sobą: poprzeczne – prostopadłe do kierunku spływu wody

Papa na deskowaniu

Taki rodzaj pokrycia wykonuje się obecnie na dachach o nachyleniu od 2 do 31°. Przy kącie $\alpha < 6^\circ$ należy uzyskać większą sztywność podłoża, stosując grubsze deski lub płyty drewnopochodne łączone na pióro i wpust.

Pokrycie pojedyncze. Na ogół układanie papy rozpoczyna od okapu pasami do niego równoległymi (jedynie przy pochyleniach połaci większych niż 30° prostokątnymi) i przybija do podkładu ocynkowanymi gwoździami papowymi, sklejąc zakładki w stykach lepikiem. Szerokość zakładów pół tego samego pasa, pasów sąsiadujących, rozstawy gwoździ mocujących i inne szczegóły pokazano na rysunku 9.44. Tam, gdzie występują silne wiatry, zaleca się krycie odcinkami

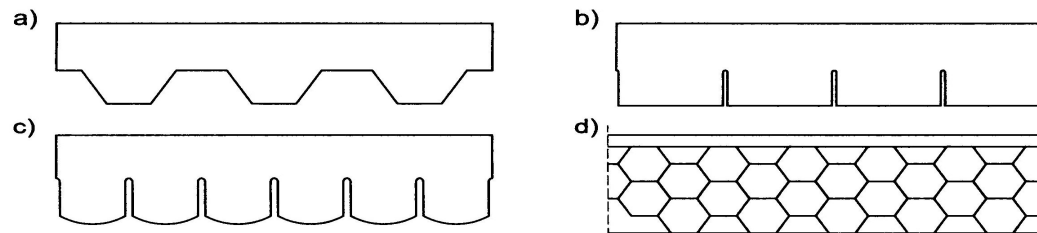


Rysunek 9.44. Pokrycie papą na deskowaniu, wg [15]: a) przekrój, b) widok, c) dobrze wykonane zakładki, d) źle wykonane zakładki

papy o długości od 2,5 do 5,0 m, uzyskując w ten sposób mocniejsze związanie pokrycia z podkładem. Nie wolno przyklejać papy do podłoża. Jeżeli nie ma rynny, papę zagina się i podwija na około 20 mm poniżej deski okapowej i przybija do niej gwoździami papowymi, rozstawionymi co 50 mm. Wzdłuż koszy przybija się pas papy sięgający co najmniej po 500 mm w każdą z obu stron i przykleja do niego skośnie ścięte końce pasów z przecinających się w koszu połaci.

Dachówka bitumiczna

Dachówki takie produkowane są w postaci płyt o kształtach pokazanych na rysunku 9.47. Długość płyt jest równa 1000 mm, a szerokość około 320 mm.

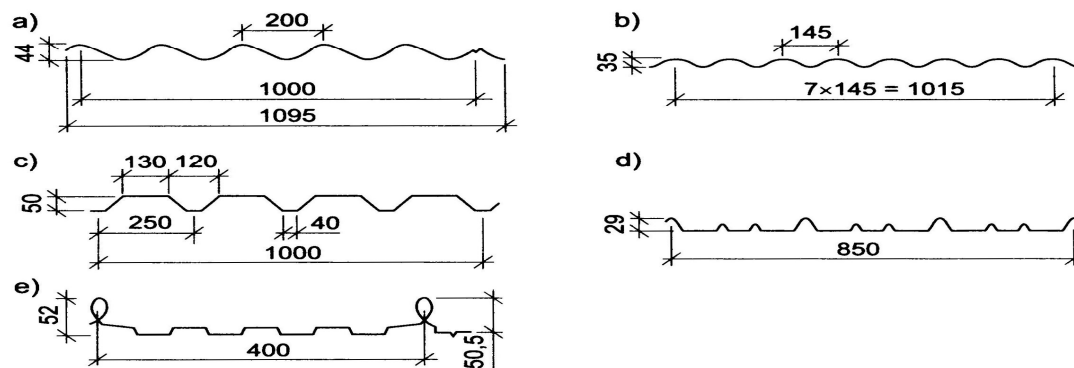


Rysunek 9.47. Pokrycie dachówką bitumiczną: a), b), c) przykłady kształtu płyt, d) wzór otrzymany po pokryciu płytami z językami sześciokątnymi

Jeden z boków dłuższych tworzą języki o kształcie dachówek i długości około 0,4 szerokości pasa. Płaszczyzna wierzchnia wykończona jest posypką mineralną lub ceramiczną w różnych kolorach. Samoprzylepna płaszczyna spodnia, modyfikowana elastomerem SBS, chroniona jest folią do czasu montażu. Dach kryje się dwuwarstwowo, bezpośrednio na pełnym podkładzie z desek lub płyt drewnopochodnych bądź na jednej warstwie papy przybitej do podkładu – gdy pochylenie połaci dachowej jest mniejsze niż 15° . Płaty gontów układa się pasami równoległymi do okapu, rozpoczynając od pasa okapowego i kończąc na pasie kalenicowym. Płaty w pasie układane są na styk. Z płyta zdziera się folię chroniącą warstwę samoprzylepną. Następnie układa się płyt na deskowaniu i przybija gwoździami papowymi. Kolejny pas układa się z przesunięciem styków prostopadłych do okapu o około $1/2$ długości pasa. Bardzo ważne jest przesunięcie o $1/2$ szerokości języka, gdyż decyduje to o uzyskaniu końcowego efektu pokrycia dachówkowego. Pas wyższy przykrywa pas niższy, pozostawiając widoczne tylko języki. W ten sposób uzyskuje się w każdym przekroju dwuwarstwowe pokrycie. Pod wpływem ciepła słonecznego dolna warstwa dachówek bitumicznych przykleja się do podłoża, a warstwa górna do dolnej. Kalenicę kryje się, przewijając płyty z jednej połaci na drugą lub nakrywając ją pasem papy albo blachy. W koszach należy najpierw ułożyć wzdłuż tych elementów prosty pas papy zachodzącej co najmniej po 250 mm na zbiegające się w koszu połacie, a następnie wprowadzić nań ukośnie przycięte końce pasów.

Na rysunku 9.51 pokazano wybrane przykłady kształtów blach profilowanych, ograniczając się do przedstawienia jednego rozmiaru z danego rodzaju. Ogólnie blachy profilowane można – z uwagi na kształt profilu – podzielić na trzy grupy:

- blachy dachówkowe (blachodachówki) wytłaczane w kształcie nawiązującym do tradycyjnych dachówek,
- blachy faliste z przetłoczeniami w kształcie sinusoidy i wysokości fali od 18 do 40 mm,
- blachy fałdowe – ze względu na kształt przekroju poprzecznego zwane trapezowymi.



Rysunek 9.51. Rodzaje blach profilowanych: a) blachodachówka, b) blacha falista, c) blacha trapezowa, d) blacha panwiowa, e) profile zatraskowe

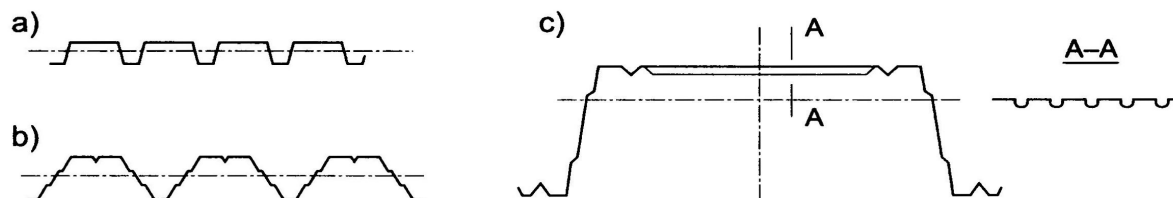
Blachy profilowane mogą być cynkowane ogniowo i dodatkowo powlekane na stronie zewnętrznej (górnej) powłokami poliestrowymi lub plastizolowymi, zaś na stronie spodniej powłoką epoksydową. Ze względu na powszechność stosowania w dalszej części tego podrozdziału zostaną omówione blachy trapezowe.

Z uwagi na kształt profilu oraz specyfikę wytłaczania wśród blach fałdowych wyróżnia się (rys. 9.52):

- typ 1 – blachy jednokierunkowo profilowane bez dodatkowych usztywnień poprzecznych i podłużnych ścianek; blachy te mają płaską półkę i płaski środnik, ich wysokość konstrukcyjna nie przekracza 70 mm, a rozstaw podpór 3,5 m (rys. 9.52a),
- typ 2 – blachy profilowane jednokierunkowo z dodatkowymi przetłoczeniami środników i półek; dzięki dodatkowym usztywnieniom podłużnym wysokość

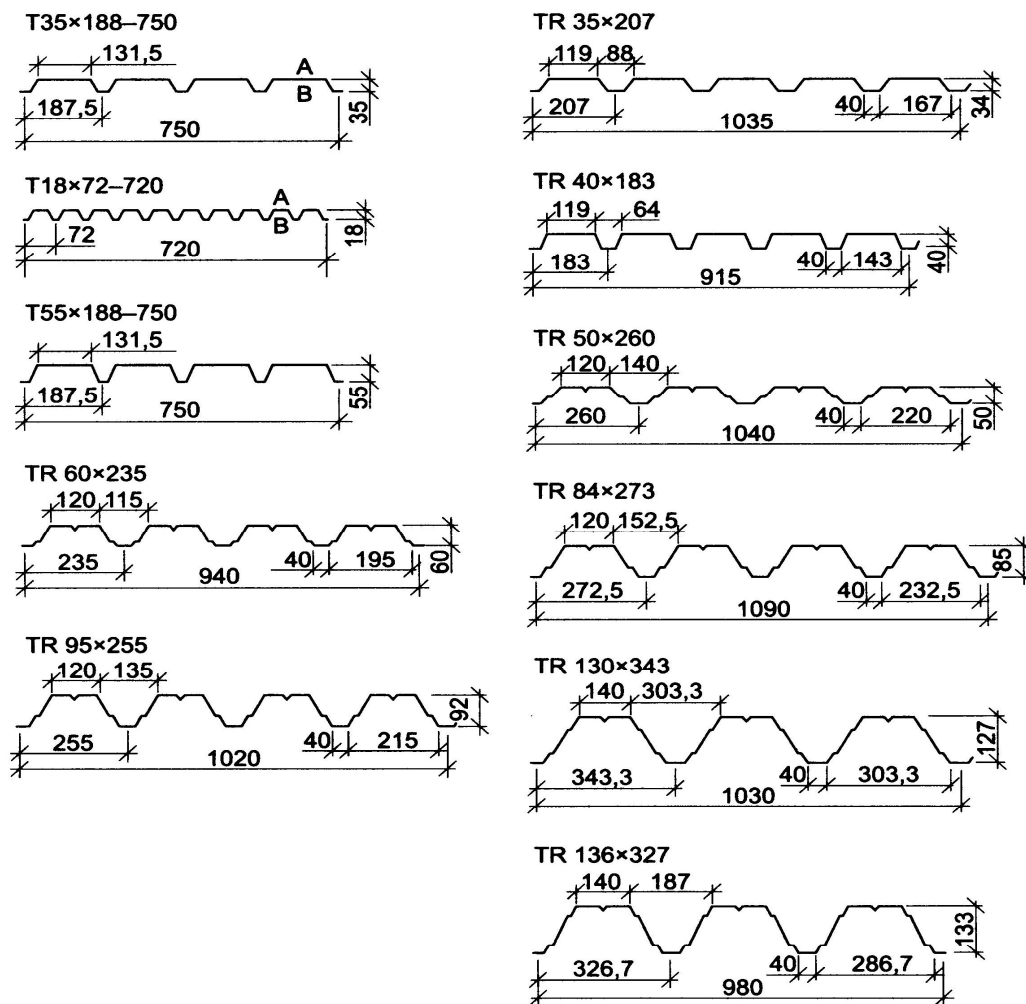
średników dochodzi do 165 mm, a rozstaw podpór przy stosowaniu blachy na osłonowe płyty ścian lub dachowe do 12 m (rys. 9.52b),

- typ 3 – blachy fałdowe z usztywnieniami podłużnymi i poprzecznymi zarówno średników, jak i półek (rys. 9.52c); dzięki tym dodatkowym przetłoczeniom została zwiększona odporność blachy na utratę stateczności miejscowej, a zatem blachy jako elementy nośne pokryć dachowych osiągają rozpiętość do 15 m; blachy te są również stosowane w konstrukcji stropów zespolonych stalowo-betonowych.



Rysunek 9.52. Typy blach fałdowych (trapezowych) (opis w tekście)

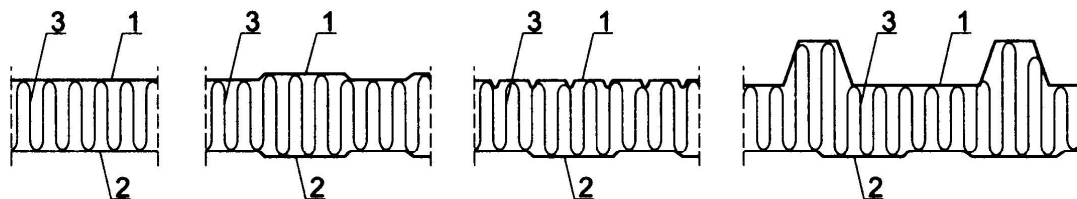
Blachy trapezowe typu 1 są używane na tradycyjne pokrycia dachowe płatwiowe. Natomiast blachy typu 2 i 3 znajdują zastosowanie w dachach bezpłatwiowych. Przy takim rozwiązaniu blacha fałdowa opiera się bezpośrednio na wiązarach lub ryglach dachowych. Kształty produkowanych blach trapezowych są różne, a kilka z nich wytwarzanych w Polsce pokazano na rysunku 9.53. Wysokość fałdy wynosi od 7 do 165 mm, szerokość arkusza mieści się w granicach od 750 do 1040 mm, w zależności od typu profilu. Grubość blachy wynosi od 0,63 do 1,5 mm. Długość ograniczona jest możliwościami transportowymi i montażowymi, z reguły nie przekracza 18 m.



Rysunek 9.53. Blachy fałdowe produkowane w Polsce, wg [3]

9.11.8. Pokrycie z płyt warstwowych

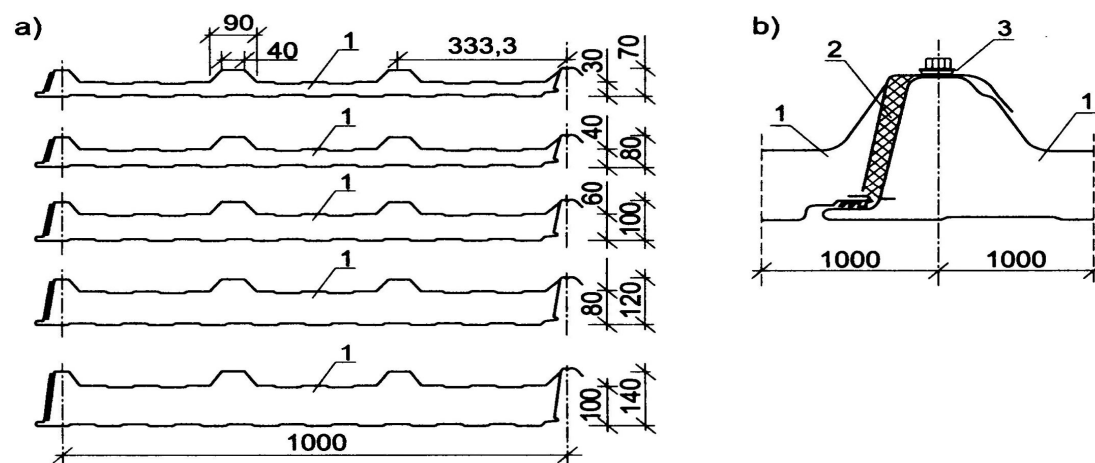
Płyty warstwowe to prefabrykowane elementy osłonowe ścienne i dachowe obiektów budowlanych, spełniające dwie zasadnicze funkcje: konstrukcyjną i osłonową (izolacyjną). Płyty warstwowe składają się z metalowych okładzin: zewnętrznej i wewnętrznej połączonych rdzeniem wykonanym z materiałów o dobrej izolacyjności termicznej. Okładziny wykonuje się z blach stalowych ocynkowanych lub powlekanych poliestrem bądź plastizolem, a także z blach aluminiowych anodowanych albo z włókna szklanego z żywicą poliestrową. Są one najczęściej w postaci płaskich gładkich blach bądź z płytkami przetłocznymi lub uźebrowaniami na długości płyty warstwowej (rys. 9.54). Okładziny są połączone wewnętrzną warstwą w postaci rdzenia z samogasnącego styropianu, laminowanej wełny mineralnej lub spienionego poliuretanu. Płyty warstwowe są lekkie, charakteryzują się dobrą izolacyjnością i odpowiednią nośnością oraz sztywnością w celu przeniesienia obciążeń od śniegu i wiatru.



Rysunek 9.54. Rodzaje płyt warstwowych

1 – okładzina zewnętrzna, 2 – okładzina wewnętrzna, 3 – rdzeń (termoizolacja)

Typowe płyty warstwowe dachowe z rdzeniem z pianki poliuretanowej pokazano na rysunku 9.55.



Rysunek 9.55. Przykłady płyt warstwowych dachowych: a) konstrukcja i kształt, b) połączenie wzdłużne

1 – płyta, 2 – uszczelka EPDM, 3 – typowy łącznik mocujący płytę do konstrukcji wsporczej

Podstawowa charakterystyka płyt warstwowych:

- grubość 50–250 mm,
- szerokość 800–1200 mm,
- długość nawet do 18 m,
- masa 9–18 kg/m² – w zależności od grubości okładzin i izolacji termicznej,
- współczynnik przenikania ciepła $U_0 = 0,10\text{--}0,58 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$.

Barierą w stosowaniu dłuższych płyt warstwowych jest możliwość rozwarstwienia na styku rdzeń–okładzina na skutek zróżnicowania współczynników rozszerzalności termicznej materiałów składowych.

OBCIĄŻENIE STAŁE

**Wartości charakterystyczne ciężarów pokryć dachowych na jednostkę powierzchni
(wg PN-82/B-02001)**

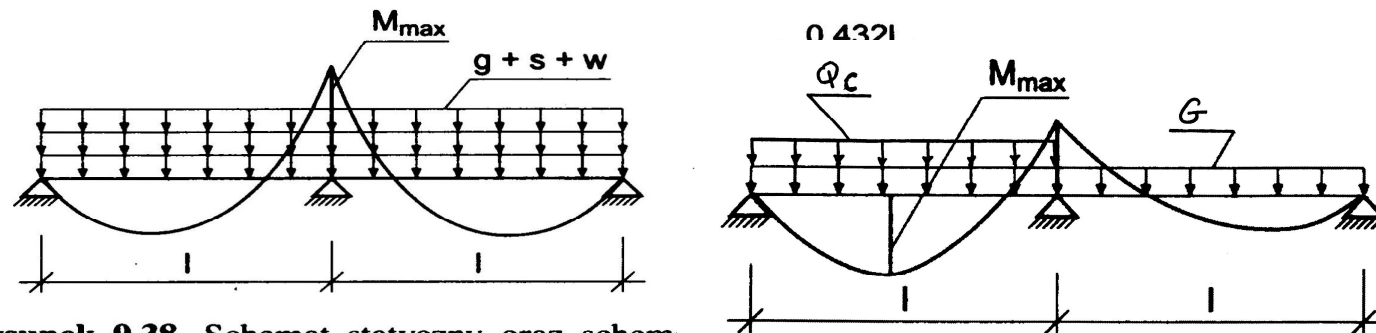
Rodzaj pokrycia	Ciężar [kN/m ²]
Blacha:	
falista o grubości 0,55 mm (na płatwiach stalowych)	0,200
stalowa, cynkowa lub miedziana o grubości 0,55 mm (na deskowaniu)	0,350
fałdowa stalowa 55/T-55 o wysokości fałdy 55 mm i grubości:	
0,75 mm	0,091
1,00 mm	0,110
1,25 mm	0,151
Dachówka ceramiczna:	
karpiówka (podwójnie)	0,900
zakładkowa (ciągniona)	0,700
Papa na deskowaniu posypana żwirkiem:	
układana pojedynczo	0,350
układana podwójnie	0,400
Papa na podłożu betonowym:	
układana pojedynczo	0,050
układana podwójnie	0,100
posypana żwirkiem, układana pojedynczo	0,100
posypana żwirkiem, układana podwójnie	0,150

Wartości liczbowe ciężarów pokryć dachowych wyznaczono z uwzględnieniem krokwi, łat, deskowań i płatwi. Ciężary pokryć bezkrokwiowych przyjmuje się mniejsze o 0,05 kN/m².

OBLICZENIA STATYCZNE PODKŁADÓW

Uwzględnia się dwa schematy obciążenia (rys. 9.38):

- od równomiernie rozłożonych oddziaływań stałych, śniegu i wiatru,
- od równomiernie rozłożonego oddziaływania stałego i najniekorzystniej usytuowanego oddziaływania wykonawczego Q_{ca} według PN-EN 1991-1-6; $Q_{ca}=1,0\text{kN/m}^2$



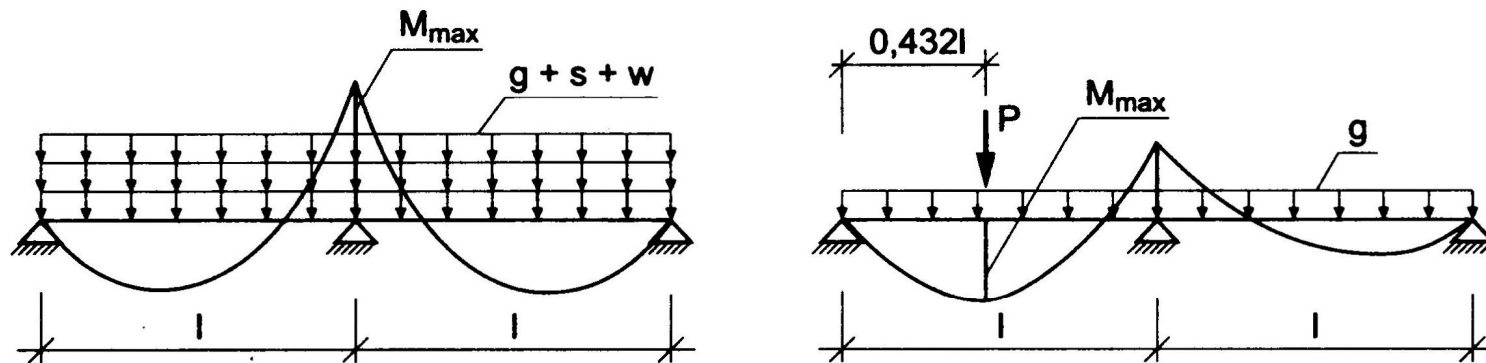
Rysunek 9.38. Schemat statyczny oraz schemat pokrycie

W schemacie pierwszym pomija się ssanie wiatru zmniejszające wartość oddziaływania łącznego. Przy lekkim pokryciu (np. blachodachówką) wiatr może odrywać łąty, co należy uwzględnić w obliczaniu połączeń.

Każdą łątę należy przybijać do krokwi jednym gwoździem. Styki końców łąt umieszcza się na krokwiach, przy czym na jednej krokwi nie powinno ich być więcej niż 50% (najwyżej co druga łąta).

Uwzględniając dotychczasową praktykę projektową zaleca się przyjmować następujące schematy obciążenia:

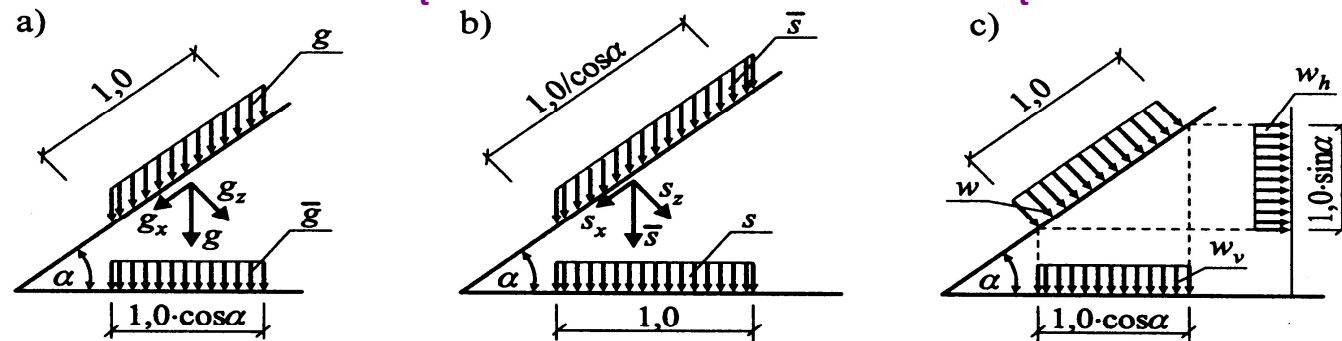
- od równomiernie rozłożonych oddziaływań stałych, śniegu i wiatru,
- od równomiernie rozłożonego oddziaływania stałego i najniekorzystniej usytuowanego oddziaływania skupionego, pochodzącego od człowieka z narzędziami.



Rysunek 9.38. Schemat statyczny oraz schematy obciążenia do wymiarowania podkładów pod pokrycie

Obciążenie skupione (monter z narzędziami) $P_k = 1,0 \text{ kN}$

OBCIĄŻENIE NA POŁĄC DACHOWĄ



Rys. 3.1. Rozkład obciążeń na pochyłych połaciach dachowych: a) ciężar pokrycia, b) obciążenie śniegiem, c) obciążenie wiatrem; g – ciężar pokrycia dachowego, s – obciążenie śniegiem, w – obciążenie wiatrem, α – kąt pochylenia połaci dachowej

Rozkład ciężaru własnego pokrycia połaci dachowej, w kN/m^2 , jest następujący:

$$g_z = g \cdot \cos \alpha, \quad (3.1)$$

$$g_x = g \cdot \sin \alpha. \quad (3.2)$$

Obciążenie śniegiem, określone w odniesieniu do rzutu poziomego, należy dodatkowo przeliczyć na płaszczyznę połaci dachowej, w kN/m^2 , co daje następujące wartości:

$$s_z = s \cdot \cos^2 \alpha, \quad (3.3)$$

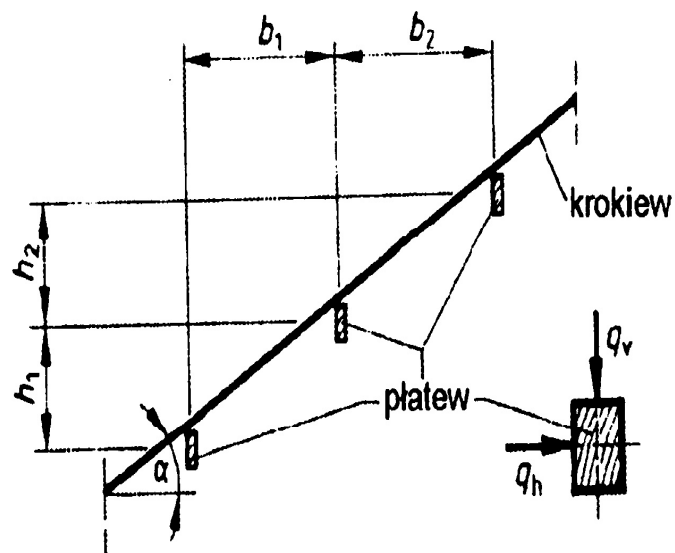
$$s_x = s \cdot \sin \alpha \cdot \cos \alpha. \quad (3.4)$$

Można również rozkładać obciążenia na kierunek pionowy i poziomy. Wtedy składowe obciążenia wiatrem połaci dachowej, w kN/m^2 , są następujące:

$$w_v = w \cdot \cos \alpha, \quad (3.5)$$

OBCIĄŻENIE ŁATY LUB PŁATWI

Poziomy element konstrukcyjny podpierający element pochyły, np. płatew



obciążenie w kierunku pionowym:

$$q_v = (g / \cos \alpha + \bar{s} + w) \cdot (b_1 + b_2) / 2$$

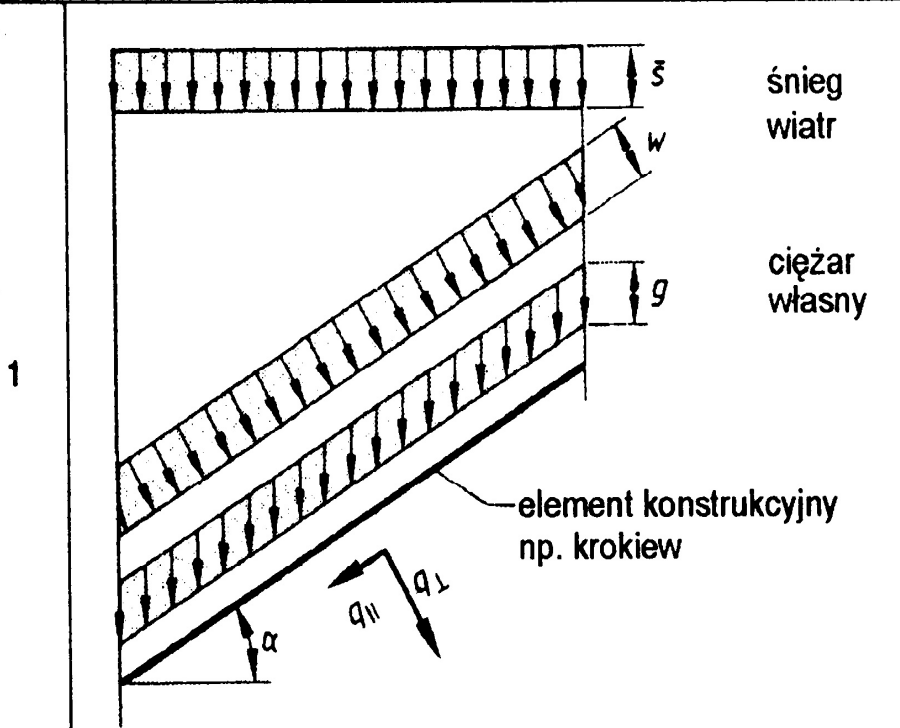
obciążenie w kierunku poziomym:

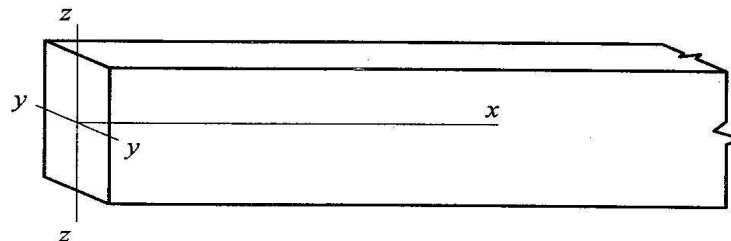
$$q_h = w \cdot (h_1 + h_2) / 2 \text{ w kN/m}^2 \text{ Gfl.}$$

przypadające na 1 m² powierzchni rzutu poziomego

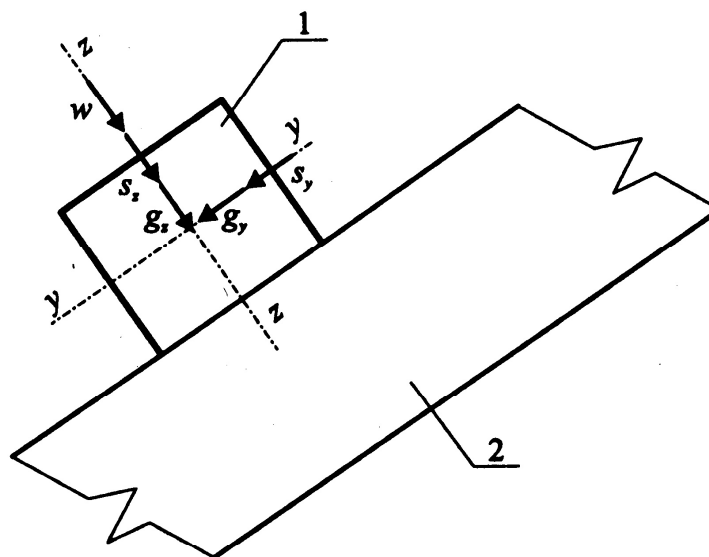
b, h w m
 g, \bar{s}, w w kN/m²

OBCIĄŻENIE KROKWI I DŹWIGARÓW DACHOWYCH

Element konstrukcyjny, obciążenie	Obciążenie liniowe q na element konstrukcyjny w kN/m
<p>Nachylony element konstrukcyjny, np. krokiew</p>  <p>1</p> <p>śnieg wiatr</p> <p>ciężar własny</p> <p>element konstrukcyjny np. krokiew</p> <p>α</p> <p>q_{\perp}</p> <p>q_{\parallel}</p>	<p>obciążenie prostopadłe (\perp) do elementu konstrukcyjnego:</p> $q_{\perp} = (g \cdot \cos\alpha + \bar{s} \cdot \cos^2\alpha + w) \cdot e$ <p>obciążenie równoległe (\parallel) do elementu konstrukcyjnego:</p> $q_{\parallel} = (g \cdot \sin\alpha + \bar{s} \cdot \sin\alpha \cdot \cos\alpha) \cdot e$ <p>e – rozstaw elementów konstrukcyjnych pomiędzy sobą w m</p> <p>g, \bar{s}, w w kN/m²</p>

PROJEKTOWANIE ELEMENTÓW ZGINANYCH

Rys. 3.2. Kierunki osi elementu



Rys. 3.9. Obciążenia łąty rozłożone na składowe prostopadłe i równoległe do połaci dachowej: 1 – łąta, 2 – krokiew

lub

$$k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1,$$

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1,$$

gdzie:

- k_m – współczynnik korekcyjny, dla przekroju prostokątnego $k_m = 0,7$, dla innych przekrojów $k_m = 1,0$; należy skorzystać ze wzoru (3.17a) lub (3.17b), w którym współczynnik k_m powoduje zmniejszenie wartości mniejszego z ilorazów σ/f ,
- $\sigma_{m,z,d}, \sigma_{m,y,d}$ – naprężenia obliczeniowe od zginania wzdłuż osi z lub y,
- $f_{m,y,d}, f_{m,z,d}$ – wytrzymałość obliczeniowa na zginanie wzdłuż osi y lub z obliczona ze wzoru (3.8).

STAN GRANICZNY UŻYTKOWALNOŚCI

$$u_{\text{fin}} = u_{\text{fin,G}} + u_{\text{fin,Q}_1} + \sum u_{\text{fin,Q}_i} \leq u_{\text{net,fin}} \quad (2.2)$$

gdzie:

$$u_{\text{fin,G}} = u_{\text{inst,G}} (1 + k_{\text{def}}) \quad \text{w przypadku oddziaływania stałego, } G, \quad (2.3)$$

$$u_{\text{fin,Q},1} = u_{\text{inst,Q},1} (1 + \psi_{2,1} k_{\text{def}}) \quad \text{w przypadku oddziaływania zmiennego, } Q_1, \quad (2.4)$$

$$u_{\text{fin,Q},i} = u_{\text{inst,Q},i} (\psi_{0,i} + \psi_{2,1} k_{\text{def}}) \quad \text{w przypadku oddziaływań zmiennych, } Q_i \ (i > 1), \quad (2.5)$$

$u_{\text{inst,G}}, u_{\text{inst,Q},1}, u_{\text{inst,Q},i}$ – chwilowe odkształcenia, odpowiednio dla oddziaływań G, Q_1 i Q_i ,

$\psi_{2,1}, \psi_{2,i}$ – współczynniki dla quasi-stałych wartości oddziaływań zmiennych,

$\psi_{0,i}$ – współczynniki dla wartości kombinacji oddziaływań zmiennych,

k_{def} – współczynnik podany w Tablicy 3.2 dla drewna i materiałów drewnopochodnych, oraz w 2.3.2.2(3) i 2.3.2.2(4) dla złączy.

Tablica A 1.1 – Zalecane wartości współczynników ψ dla budynków

Oddziaływania	ψ_0	ψ_1	ψ_2
Obciążenie zmienne w budynkach, kategoria (patrz EN 1991-1-1)			
Kategoria A: powierzchnie mieszkalne	0,7	0,5	0,3
Kategoria B: powierzchnie biurowe	0,7	0,5	0,3
Kategoria C: miejsca zebrań	0,7	0,7	0,6
Kategoria D: powierzchnie handlowe	0,7	0,7	0,6
Kategoria E: powierzchnie magazynowe	1,0	0,9	0,8
Kategoria F: powierzchnie ruchu pojazdów			
pojazdy ≤ 30 kN	0,7	0,7	0,6
Kategoria G: powierzchnie ruchu pojazdów			
$30 \text{ kN} < \text{ciężar pojazdu} \leq 160 \text{ kN}$	0,7	0,5	0,3
Kategoria H: dachy	0	0	0,0
Obciążenie budynków śniegiem (patrz EN 1991-1-3) ^{*)}			
Finlandia, Islandia, Norwegia, Szwecja	0,70	0,50	0,20
Pozostałe kraje CEN, miejscowości położone na wysokości $H > 1000$ m ponad poziom morza	0,70	0,50	0,20
Pozostałe kraje CEN, miejscowości położone na wysokości $H \leq 1000$ m ponad poziom morza	0,50	0,20	0
Obciążenie wiatrem (patrz EN 1991-1-4)	0,6	0,2	0
Temperatura (nie pożarowa) w budynku (patrz EN 1991-1-5)	0,6	0,5	0
UWAGA: Wartości ψ mogą być określone w załączniku krajowym ^{*)} Dotyczy krajów nie wymienionych poniżej – patrz miarodajne warunki miejscowe.			
OBCIĄŻENIA WYKONAWCZE	1,0	---	0,2

Tablica 3.2 – Wartości współczynnika k_{def} dla drewna i materiałów drewnopochodnych

Materiał	Norma	Klasa użytkowania		
		1	2	3
Drewno lite	EN 14081-1	0,60	0,80	2,00
Drewno klejone warstwowo	EN 14080	0,60	0,80	2,00

Ugięcia belek przy zginaniu ukośnym oblicza się wg wzoru

$$u = \sqrt{u_{finz}^2 + u_{finy}^2} \quad (4.154)$$

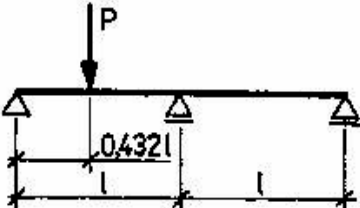
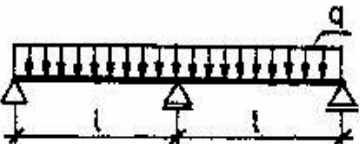
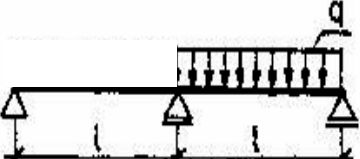
gdzie: u_{finz} , u_{finy} – składowe ugięcia końcowego w dwóch prostopadłych do siebie kierunkach.

WARTOŚCI GRANICZNE UGIĘĆ ELEMENTÓW Z DREWNA WEDŁUG PN-EN 1995-1-1 ZAŁ. KRAJOWY NA

Rodzaj obciążenia				Stałe i zmienne
Wykonane z wygięciem konstrukcyjnym	dźwigary pełnościenne			$L/200$
	dźwigary kratowe	obliczenia	przybliżone	$L/400$
			dokładne	$L/200$
Wykonane bez wygięcia konstrukcyjnego	dźwigary pełnościenne			$L/300$
	dźwigary kratowe	obliczenia	przybliżone	$L/500$
			dokładne	$L/300$
	konstrukcje ścienne			$L/200$
	płyty dachowe			$L/150$
	elementy stropu		nietynkowane	$L/200$
			tynkowane	$L/300$
	krokwie, płatwie i inne elementy wiązań dachowych			$L/200$
deskowania dachowe			$L/150$	

W obiektach starych, remontowanych dopuszcza się powiększyć podane wartości graniczne ugięć o 50%.

Wartości sił wewnętrznych oraz ugięć sprężystych chwilowych wyznaczamy zgodnie z zasadami (regułami) mechaniki budowli

SCHEMAT STATYCZNY	MOMENT ZGINAJĄCY	STRZAŁKA UGIĘCIA
	$\frac{+0,207P \cdot l}{-0,089P \cdot l}$	$0,015 \frac{P \cdot l^3}{E \cdot I}$
	$\frac{+0,0703q \cdot l^2}{-0,125q \cdot l^2}$	$\frac{2,09}{384} \frac{q \cdot l^4}{E \cdot I}$
	$\frac{+0,096 q \cdot l^2}{-0,063 q \cdot l^2}$	$\frac{3,49}{384} \frac{q \cdot l^4}{E \cdot I}$