

KONSTRUKCJE METALOWE

ĆWICZENIA AUDYTORYJNE 3BB-DI – 15 GODZ./SEMESTR

PROWADZĄCY PRZEDMIOT: **prof. Lucjan ŚLĘCZKA**

PROWADZĄCY ĆWICZENIA: dr inż. **Wiesław KUBISZYN**

ZAJĘCIA STACJONARNE: 15 x 1 godz. dyd.

KONSULTACJE: ŚRODY 12:15 – 13:45

PIĄTKI 12:15 – 13:45

OPCJA!

MS TEAMS: kod

ljpjhd2

MATERIAŁY DYDAKTYCZNE DOSTĘPNE SĄ NA

[WIZYTÓWCE WWW:](https://wiesku.v.prz.edu.pl/)

<https://wiesku.v.prz.edu.pl/>

OPCJA:

ZAJĘCIA ZDALNE, kod zespołu: 13lqm6g

ZAKRES TEMATYCZNY ĆWICZEŃ:**KONSTRUOWANIE I PROJEKTOWANIE WYBRANYCH POŁĄCZEŃ
W KONSTRUKCJACH STALOWYCH**

- **POŁĄCZENIA SPAWANE:**
 - SPOINY CZOŁOWE
 - **SPOINY PACHWINOWE**
- **POŁĄCZENIA ŚRUBOWE:**
 - **ZAKŁADKOWE**
 - DOCZOŁOWE

ZASADY ZALICZENIA ĆWICZEŃ AUDYTORYJNYCH

Zaliczenie dwóch kolokwiów z powyższych połączeń

Maksymalna liczba punktów $2 \times 10 = 20$ pkt.

10,1 pkt. – 12,0 pkt.	Ocena dostateczna (3,0)
12,1 pkt. – 14,0 pkt.	Ocena plus dostateczna (3,5)
14,1 pkt. – 16,0 pkt.	Ocena dobra (4,0)
16,1 pkt. – 18,0 pkt.	Ocena plus dobra (4,5)
18,1 pkt. – 20,0 pkt.	Ocena bardzo dobra (5,0)

**DOPUSZCZENIE DO KOŁOKWIUM POPRAWKOWEGO
PO WARUNKIEM ZDOBYCIA MINIMUM 5,1 PUNKTÓW
(SUMA z dwóch kolokwiów)!**

1. LITERATURA



Polski Komitet
Normalizacyjny

POLSKA NORMA

ICS 91.010.30; 91.080.10

PN-EN 1993-1-8

grudzień 2006

Wprowadza
EN 1993-1-8:2005 + AC:2005, IDT

Zastępuje
PN-EN 1993-1-8:2005 (U)

Eurokod 3: Projektowanie konstrukcji stalowych Część 1-8: Projektowanie węzłów

Norma Europejska EN 1993-1-8:2005 z włączoną poprawką AC:2005 ma status
Polskiej Normy

© Copyright by PKN, Warszawa 2006

nr ref. PN-EN 1993-1-8:2006

Hologram
PKN

Wszelkie prawa autorskie zastrzeżone. Żadna część niniejszej normy nie może być
zwielokrotniana jakąkolwiek techniką bez pisemnej zgody Prezesa Polskiego Komitetu
Normalizacyjnego

EN 1993-1-8:2005+AC:2005

Spis treści

Przedmowa	5
1 Wprowadzenie	8
1.1 Zakres normy	8
1.2 Powołania normatywne	8
1.3 Rozróżnienie zasad i reguł stosowania	10
1.4 Terminy i definicje	10
1.5 Symbole	13
2 Podstawy projektowania	18
2.1 Założenia	18
2.2 Wymagania ogólne	18
2.3 Siły i momenty w węzłach	18
2.4 Nośność węzłów	18
2.5 Założenia projektowe	19
2.6 Złącza zakładkowe narażone na oddziaływania udarowe, wibracyjne lub naprzemienne	19
2.7 Mimośrodowość w węzłach	19
3 Połączenia na śruby, nity lub sworznie	20
3.1 Śruby nakrętki i podkładki	20
3.1.1 Postanowienia ogólne	20
3.1.2 Śruby do sprężania	20
3.2 Nity	20
3.3 Kotwy	20
3.4 Kategorie połączeń śrubowych	21
3.4.1 Połączenia zakładkowe	21
3.4.2 Połączenia doczołowe	21
3.5 Rozmieszczanie otworów na śruby i nity	23
3.6 Nośność obliczeniowa pojedynczych łączników	24
3.6.1 Śruby i nity	24
3.6.2 Śruby z iniekcją	28
3.7 Grupy łączników	29
3.8 Złącza długie	29
3.9 Połączenia cieme na śruby 8.8 lub 10.9	30
3.9.1 Nośność obliczeniowa na poślizg	30
3.9.2 Ścinanie i rozciąganie	31
3.9.3 Połączenia hybrydowe	31
3.10 Nośność przekrojów z otworami na łączniki	31
3.10.1 Postanowienia ogólne	31
3.10.2 Rozerwanie blokowe	31
3.10.3 Kątowniki połączone jednym ramieniem i inne niesymetrycznie łączone elementy rozciągane	32
3.10.4 Kątowniki węzłowe	33
3.11 Siły efektu dźwigni	34
3.12 Rozkład sił na łączniki w stanie granicznym nośności	34
3.13 Połączenia na sworznie	34
3.13.1 Postanowienia ogólne	34
3.13.2 Wymiarowanie sworzni	35
4 Połączenia spawane	37
4.1 Postanowienia ogólne	37
4.2 Materiały dodatkowe	38
4.3 Kształt i wymiary	38
4.3.1 Rodzaje spoin	38
4.3.2 Spoiny pachwinowe	38
4.3.3 Spoiny pachwinowe obwodowe	39
4.3.4 Spoiny czołowe	39
4.3.5 Spoiny otworowe	40
4.3.6 Spoiny szerokobruzdowe	40

EN 1993-1-8:2005+AC:2005

4.4	Spoiny w złączach z przekładkami.....	40
4.5	Nośność obliczeniowa spoin pachwinowych.....	40
4.5.1	Długość spoin.....	40
4.5.2	Efektywna grubość spoiny	41
4.5.3	Warunki nośności spoin pachwinowych	41
4.6	Nośność obliczeniowa spoin pachwinowych obwodowych.....	43
4.7	Nośność obliczeniowa spoin czołowych	43
4.7.1	Spoiny czołowe z pełnym przetopem.....	43
4.7.2	Spoiny czołowe z niepełnym przetopem	43
4.7.3	Złącza teowe na spoiny czołowe.....	43
4.8	Nośność obliczeniowa spoin otworowych	44
4.9	Rozkład sił w połączeniu	44
4.10	Połączenia z pasami bez żeber	45
4.11	Złącza długie	46
4.12	Spoiny obciążone mimośrodowo – pojedyncze pachwinowe i jednostronne czołowe z niepełnym przetopem	46
4.13	Kątowniki połączone jednym ramieniem	47
4.14	Spawanie w pobliżu stref zgniotu.....	47
5	Analiza, klasyfikacja i modelowanie	47
5.1	Analiza globalna	47
5.1.1	Postanowienia ogólne	47
5.1.2	Globalna analiza sprężysta	48
5.1.3	Globalna analiza sztywno-plastyczna	49
5.1.4	Globalna analiza sprężysto-plastyczna	49
5.1.5	Analiza dźwigarów kratowych	49
5.2	Klasyfikacja węzłów	51
5.2.1	Postanowienia ogólne	51
5.2.2	Klasyfikacja ze względu na sztywność.....	51
5.2.3	Klasyfikacja ze względu na nośność.....	53
5.3	Modelowanie węzłów belek ze słupami	54
6	Węzły konstrukcji z elementów dwuteowych	56
6.1	Postanowienia ogólne	56
6.1.1	Uwagi podstawowe	56
6.1.2	Właściwości strukturalne.....	57
6.1.3	Części podstawowe węzła	58
6.2	Nośność obliczeniowa.....	62
6.2.1	Siły wewnętrzne	62
6.2.2	Siły poprzeczne.....	62
6.2.3	Momenty zginające	63
6.2.4	Zastępczy króciec teowy w strefie rozciągania	63
6.2.5	Zastępczy króciec teowy w strefie ściskania	67
6.2.6	Nośność obliczeniowa części podstawowych	68
6.2.7	Nośność obliczeniowa przy zginaniu węzłów belek ze słupami i styków	80
6.2.8	Nośność obliczeniowa podstaw słupów	85
6.3	Sztywność obrotowa	87
6.3.1	Model podstawowy	87
6.3.2	Współczynniki sztywności części podstawowych węzła	89
6.3.3	Węzły z blachami czołowymi i co najmniej dwoma szeregami śrub rozciąganych	92
6.3.4	Podstawy słupów	93
6.4	Zdolność do obrotu	94
6.4.1	Postanowienia ogólne.....	94
6.4.2	Węzły śrubowe.....	94
6.4.3	Węzły spawane.....	95
7	Węzły kształtowników rurowych.....	95
7.1	Postanowienia ogólne	95
7.1.1	Zakres przedmiotowy	95
7.1.2	Zakres zastosowania	96



POLSKA NORMA

ICS 91.010.30; 91.080.10

PN-EN 1993-1-1

czwecierc 2006

Wprowadza
EN 1993-1-1:2005 + AC:2006, IDT

Zastępuje
PN-EN 1993-1-1:2005 (U)

**Eurokod 3:
Projektowanie konstrukcji stalowych
Część 1-1: Reguły ogólne i reguły dla
budynków**

Norma Europejska EN 1993-1-1:2005 z włączoną poprawką AC:2006 ma status
Polskiej Normy

© Copyright by PKN, Warszawa 2006

nr ref. PN-EN 1993-1-1:2006



Wszelkie prawa autorskie zastrzeżone. Żadna część niniejszej normy nie może być
zwielokrotniana jakkolwiek techniką bez pisemnej zgody Prezesa Polskiego Komitetu
Normalizacyjnego



POPRAWKA do POLSKIEJ NORMY

ICS 91.010.30; 91.080.10

PN-EN 1993-1-1:2006/AC

czwecierc 2009

Wprowadza
EN 1993-1-1:2005/AC:2009, IDT

Dotyczy
PN-EN 1993-1-1:2006
Eurokod 3:
Projektowanie konstrukcji stalowych
Część 1-1: Reguły ogólne i reguły dla budynków

© Copyright by PKN, Warszawa 2009

nr ref. PN-EN 1993-1-1:2006/AC:2009



Wszelkie prawa autorskie zastrzeżone. Żadna część niniejszej publikacji nie może być
zwielokrotniana jakkolwiek techniką bez pisemnej zgody Prezesa Polskiego Komitetu
Normalizacyjnego



POLSKA NORMA

ICS 91.010.30;
91.080.10

PN-EN 1993-1-5

lipiec 2008

Wprowadza
EN 1993-1-5:2006, IDT

Zastępuje
PN-EN 1993-1-5:2006

**Eurokod 3
Projektowanie konstrukcji stalowych
Część 1-5: Blachownice**

Norma Europejska EN 1993-1-5:2006 ma status Polskiej Normy

© Copyright by PKN, Warszawa 2008

nr ref. PN-EN 1993-1-5:2008



Wszelkie prawa autorskie zastrzeżone. Żadna część niniejszej publikacji nie może być
zwielokrotniana jakkolwiek techniką bez pisemnej zgody Prezesa Polskiego Komitetu
Normalizacyjnego



POPRAWKA do POLSKIEJ NORMY

ICS 91.010.30; 91.080.10

PN-EN 1993-1-5:2008/AC

czwecierc 2009

Wprowadza
EN 1993-1-5:2006/AC:2009, IDT

Dotyczy
PN-EN 1993-1-5:2008
Eurokod 3
Projektowanie konstrukcji stalowych
Część 1-5: Blachownice

© Copyright by PKN, Warszawa 2009

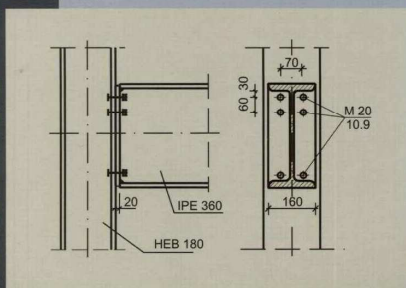
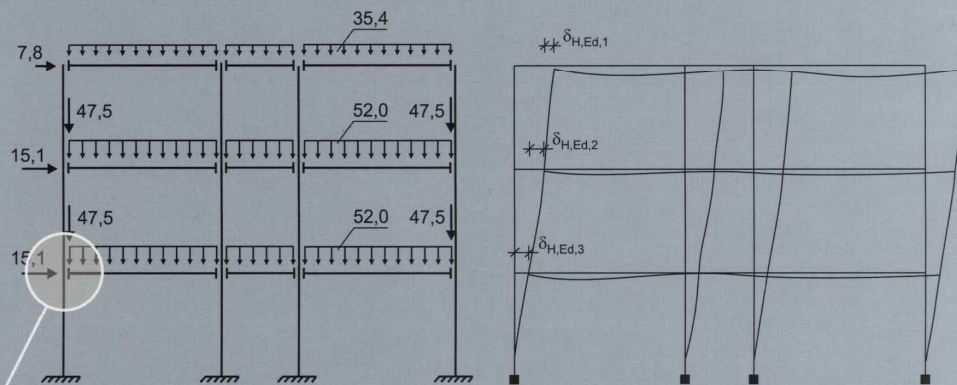
nr ref. PN-EN 1993-1-5:2008/AC:2009



Wszelkie prawa autorskie zastrzeżone. Żadna część niniejszej publikacji nie może być
zwielokrotniana jakkolwiek techniką bez pisemnej zgody Prezesa Polskiego Komitetu
Normalizacyjnego

KONSTRUKCJE STALOWE

Przykłady obliczeń według PN-EN 1993-1



pod redakcją
Aleksandra Kozłowskiego

Część pierwsza

Wybrane elementy i połączenia



Rzeszów 2010

SPIS TREŚCI (POZ. JW.) - FRAGMENTY

7. Elementy zginane, ściskane osiowo i mimośrodowo (Bogdan Stankiewicz, Andrzej Wojnar)	162
7.1. Elementy zginane	162
7.2. Elementy ściskane osiowo	196
7.3. Elementy ściskane mimośrodowo	227
8. Zapobieganie niestateczności ogólnej elementów prętowych (Adam Reichhart)	250
8.1. Rodzaje niestateczności ogólnych i sposobów przeciwdziałania	250
8.2. Stężenia punktowe w dachach i ścianach	251
8.3. Stężenia tarczowe	258
8.4. Stężenia w miejscach przegubów plastycznych	263
9. Połączenia (Zdzisław Pisarek)	268
9.1. Połączenia spawane	268
9.2. Połączenia śrubowe	299
9.3. Węzły	326
10. Zmęczenie (Lucjan Ślęczka)	372
Spis przykładów	388
Spis procedur obliczeniowych	391
Spis tablic	393
Piśmiennictwo	394

Jerzy Goczek
Łukasz Supeł
Michał Gajdzicki

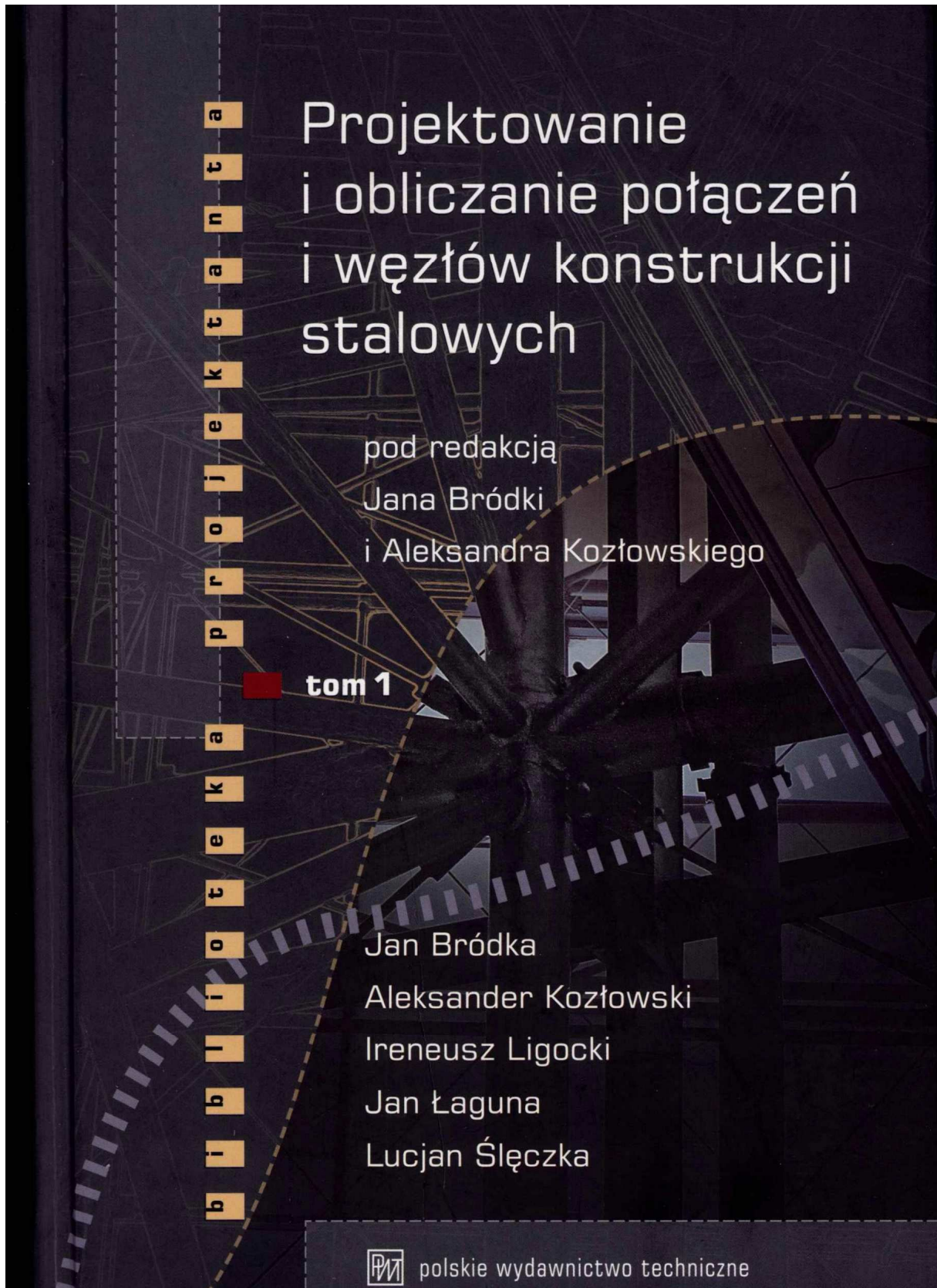
———— eurokod 3-1-1
———— eurokod 3-1-3
———— eurokod 3-1-5
———— eurokod 3-1-8

PRZYKŁADY OBLICZEŃ KONSTRUKCJI STALOWYCH

Politechnika Łódzka 2010

SPIS TREŚCI (POZ. JW.) - FRAGMENTY**5. POŁĄCZENIA**

PRZYKŁAD 5.1	Obliczeniowa nośność połączenia śrubowego zakładkowego kategorii A obciążonego osiowo	134
PRZYKŁAD 5.2	Obliczeniowa nośność połączenia śrubowego zakładkowego kategorii C obciążonego mimośrodowo	137
PRZYKŁAD 5.3	Obliczeniowa nośność śrubowego połączenia belki stropowej z żebrzem podciagu	140
PRZYKŁAD 5.4	Obliczeniowa nośność połączenia śrubowego doczołowego kategorii D rozciąganego osiowo	144
PRZYKŁAD 5.5	Obliczeniowa nośność połączenia śrubowego doczołowego kategorii D w kalenicy ramy	148
PRZYKŁAD 5.6	Obliczeniowa nośność połączenia śrubowego doczołowego kategorii D słupa z rygłem	160
PRZYKŁAD 5.7	Obliczeniowa nośność przegubowej podstawy słupa	184
PRZYKŁAD 5.8	Obliczeniowa nośność utwierdzonej podstawy słupa	188
PRZYKŁAD 5.9	Obliczeniowa nośność spoin czołowych	197
PRZYKŁAD 5.10	Projektowanie połączenia spawanego zakładkowego płaskownika rozciąganego osiowo	199
PRZYKŁAD 5.11	Projektowanie spawanego połączenia zakładkowego kątownika rozciąganego osiowo	200
PRZYKŁAD 5.12	Sprawdzenie nośności spawanego połączenia zakładkowego obciążonego mimośrodowo	202
PRZYKŁAD 5.13	Sprawdzenie nośności spoiny łączącej pas ze środkiem blachownicy	204
PRZYKŁAD 5.14	Sprawdzenie nośności połączenia spawanego rygla ze słupem nieuźbrowanym	205
PRZYKŁAD 5.15	Sprawdzenie nośności połączenia spawanego rygla ze słupem uźbrowanym	215



Projektowanie i obliczanie połączeń i węzłów konstrukcji stalowych

pod redakcją
Jana Bródki
i Aleksandra Kozłowskiego

■ tom 1

Jan Bródka
Aleksander Kozłowski
Ireneusz Ligocki
Jan Łaguna
Lucjan Ślęczka



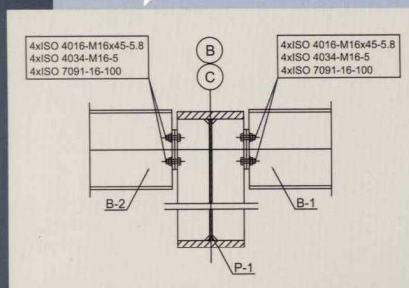
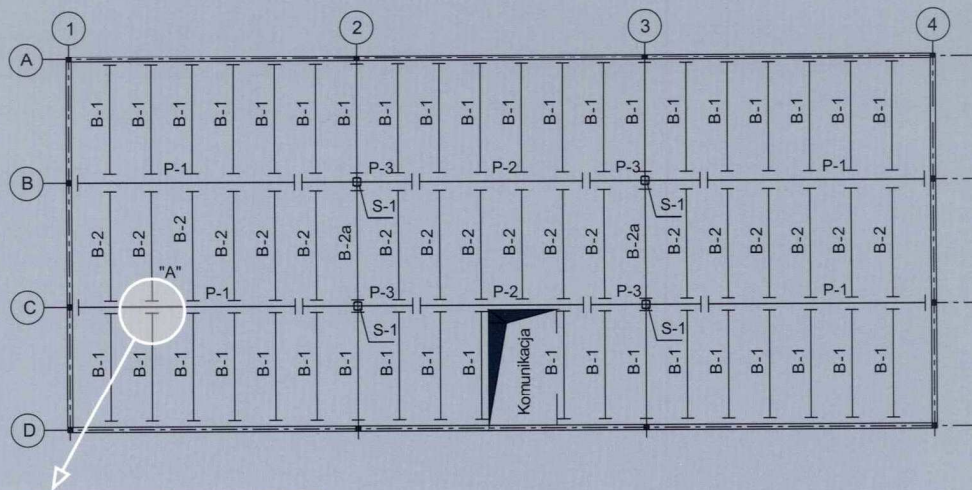
polskie wydawnictwo techniczne

SPIS TREŚCI (POZ. JW.)

Zagadnienia ogólne	1
Połączenia spawane	2
Połączenia na łączniki mechaniczne	3
Połączenia elementów małej grubości	4
Węzły podatne	5
Połączenia elementów z rur	6
Skorowidz ważniejszych pojęć	S

KONSTRUKCJE STALOWE

Przykłady obliczeń według PN-EN 1993-1



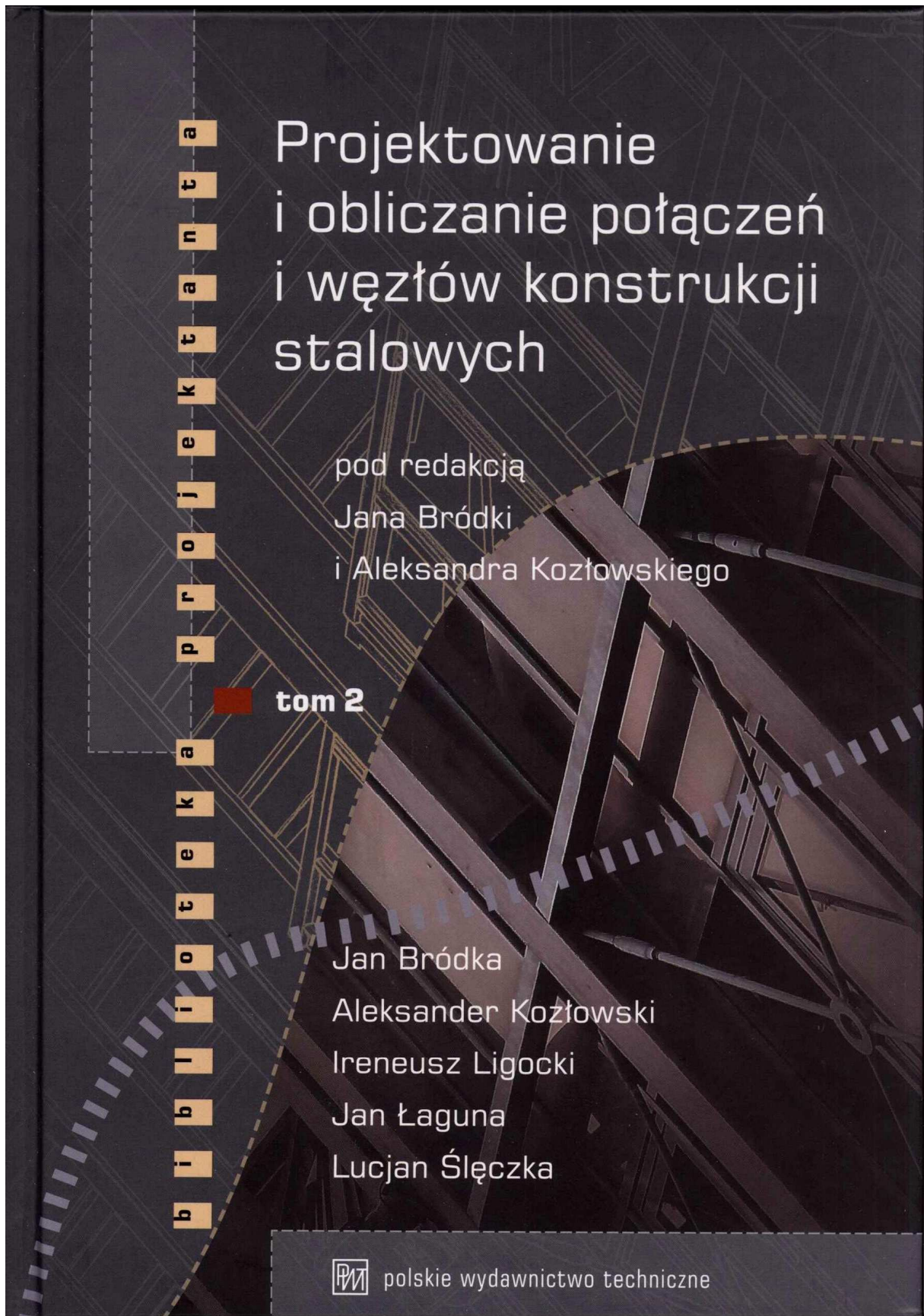
pod redakcją
Aleksandra Kozłowskiego

Część druga

Stropy i pomosty



Rzeszów 2012



Projektowanie i obliczanie połączeń i węzłów konstrukcji stalowych

pod redakcją
Jana Bródki
i Aleksandra Kozłowskiego

tom 2

Jan Bródka
Aleksander Kozłowski
Ireneusz Ligocki
Jan Łaguna
Lucjan Ślęczka



polskie wydawnictwo techniczne

Budownictwo ogólne

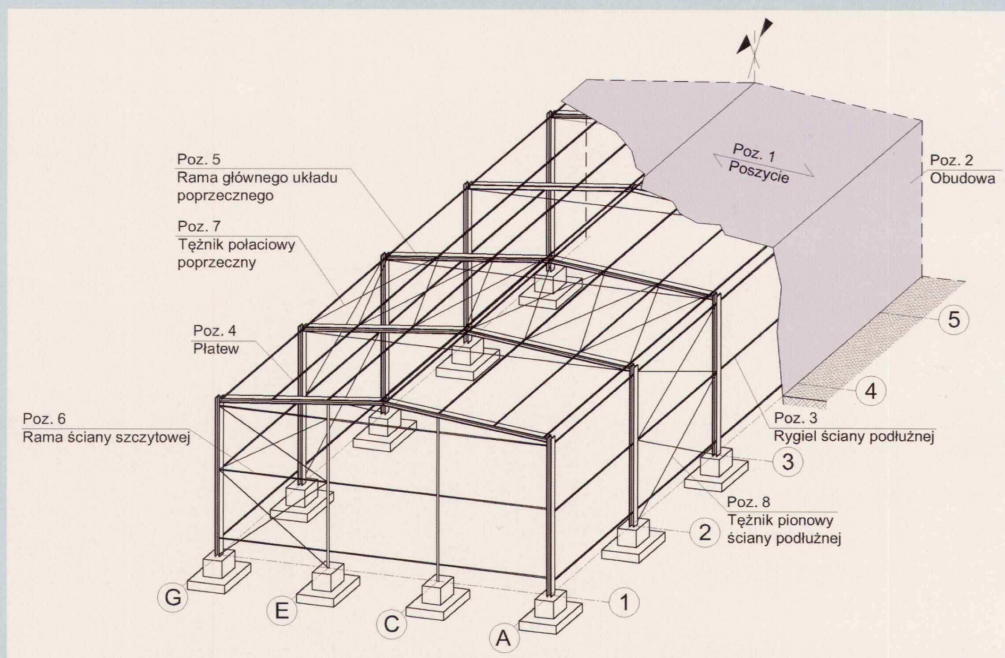
**stalowe
konstrukcje budynków
projektowanie
według eurokodów
z przykładami obliczeń**

ARKADY

tom **5**

KONSTRUKCJE STALOWE

Przykłady obliczeń według PN-EN 1993-1



pod redakcją
Aleksandra Kozłowskiego

Część trzecia

Hale i wiaty



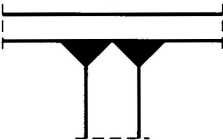
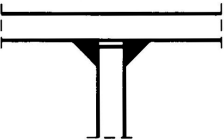
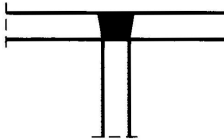
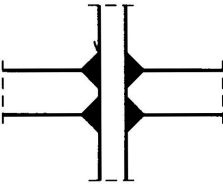
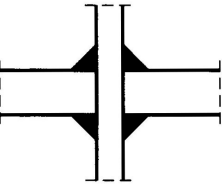
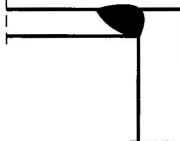
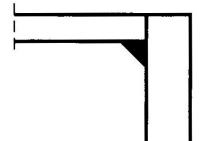
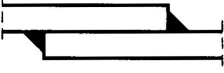

2. POŁĄCZENIA ELEMENTÓW KONSTRUKCJI STALOWYCH

KLASYFIKACJA I CHARAKTERYSTYKA POŁĄCZEŃ

Jedną z ważniejszych cech konstrukcji stalowych jest możliwość łączenia blach i kształtowników w złożone elementy liniowe, powierzchniowe lub przestrzenne oraz tworzenie z nich układów konstrukcyjnych. Połączenia oprócz możliwości tworzenia elementów konstrukcyjnych, umożliwiają wykonanie styków belek i słupów, węzłów kratownic i ram. We współczesnych konstrukcjach stalowych występują przede wszystkim połączenia spawane i śrubowe.

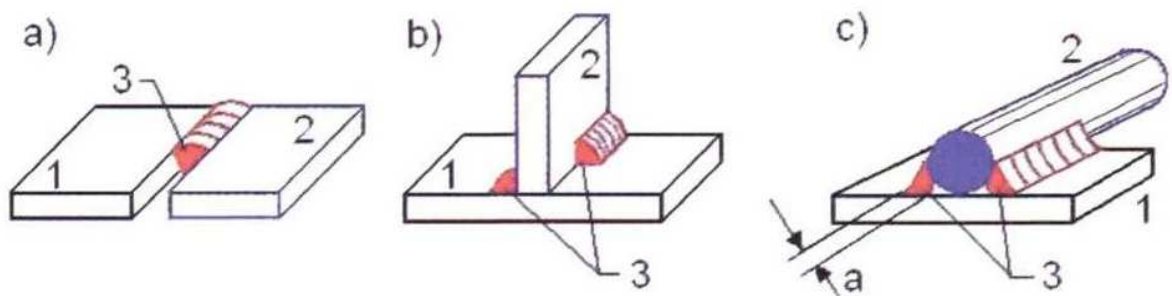
POŁĄCZENIA SPAWANE

Tablica 2.4 Podstawowe rodzaje złączy spawanych

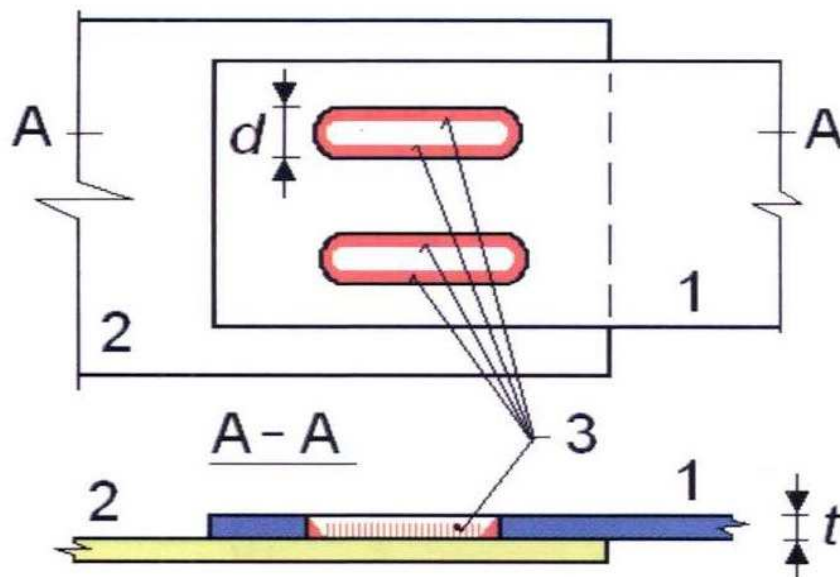
Rodzaj złącza	Rodzaj spoiny w złączy		
	czołowa (czołowa niepełna)	pachwinowa	otworowa
Doczołowe			-
Teowe			
Krzyżowe			-
Kątowe			-
Zakładkowe	-		

KLASYFIKACJA SPOIN

- SPOINY CZOŁOWE
- SPOINY PACHWINOWE
- SZEROKOBRUZDOWE
- OTWOROWE

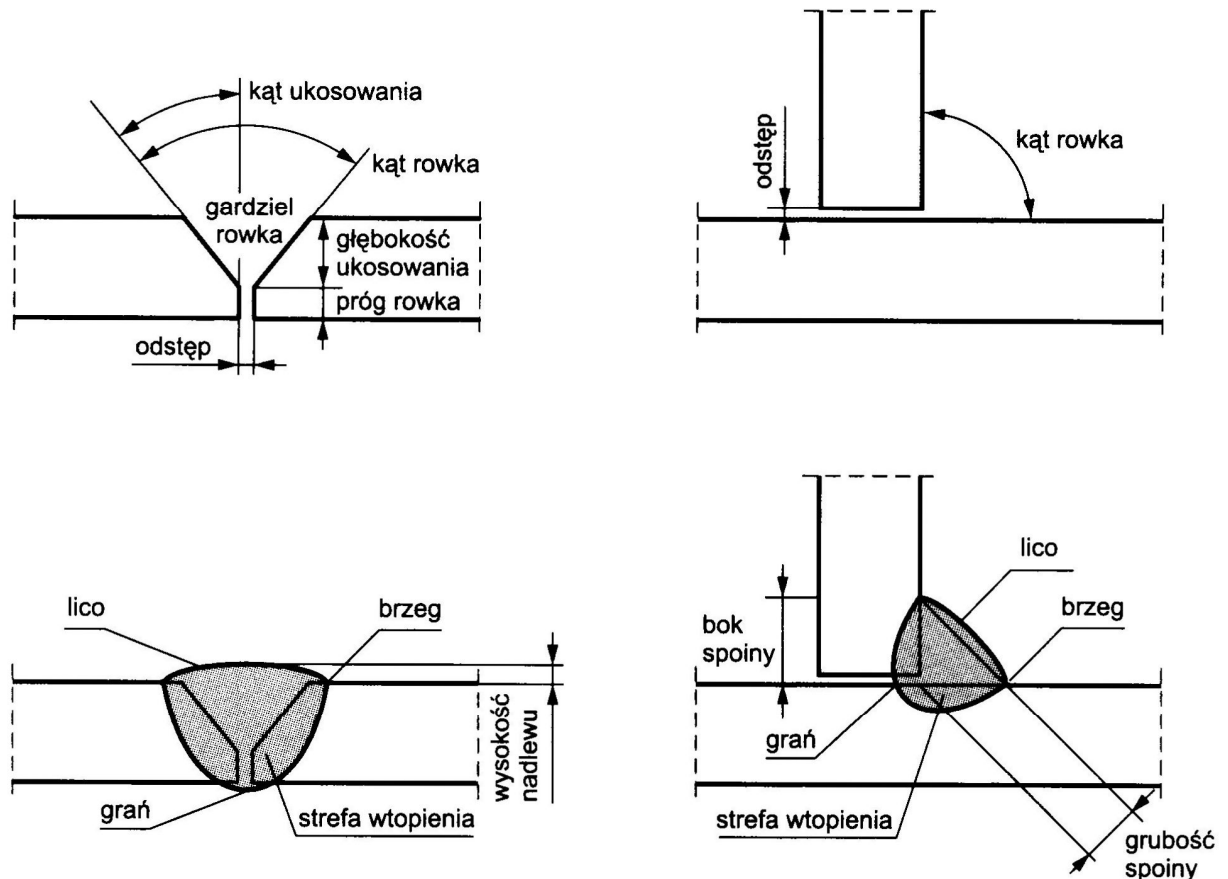


Rys. 3.55. Rodzaje spoin: a – czołowe, b – pachwinowe, c – szerokobruzdowe (1, 2 – łączone elementy, 3 – spoina)



Rys. 3.56. Spoiny otworowe: 1, 2 – łączone elementy, 3 – spoina pachwinowa

Spawanie jest podstawowym sposobem stałego łączenia elementów stalowych, powszechnie stosowanym nie tylko w stalowych konstrukcjach budowlanych i inżynierskich. Ze względu na kształt przekroju poprzecznego, właściwości konstrukcyjne, charakter pracy i sposób obliczania rozróżnia się spoiny czołowe i pachwinowe

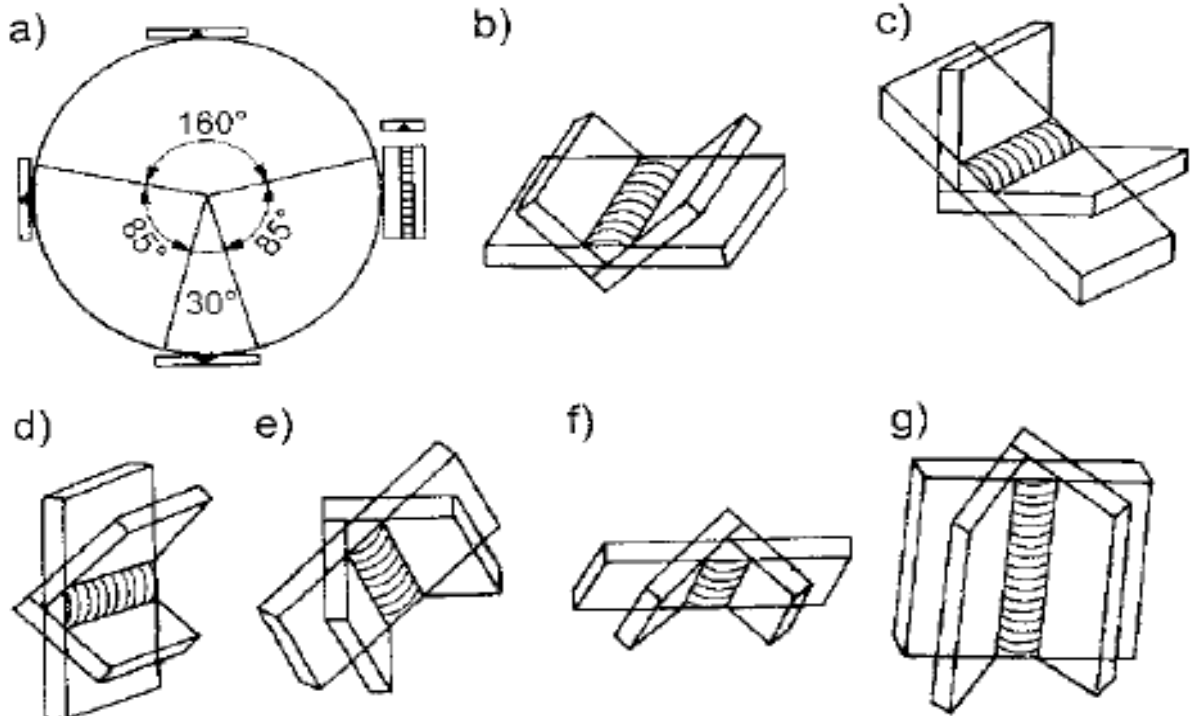


Elementy złącza przed i po wykonaniu spawania

Podział spoin ze względu na pozycję w czasie spawania (rys. 7a) jest następujący: podolna (rys. 7b), naboczna (rys. 7c), naścienna (rys. 7d), okapowa (rys. 7e), pułapowa (rys. 7f), pionowa (rys. 7g). Najdogodniejszą do wykonania spoiny jest pozycja podolna, zapewniająca dobrą jakość spoiny, natomiast najtrudniejsza jest pozycja pułapowa (sufitowa), w której trudno jest zapewnić dobrą jakość spoiny.

Z uwagi na charakter pracy (wytężenia) spoin można wyróżnić dwie kategorie: spoiny nośne (konstrukcyjne, które przenoszą siły wewnętrzne w łączonym przekroju i należy je obliczać) oraz spoiny szepne (o wymiarach minimalnych, służące do montażowego łączenia elementów, których nie oblicza się).

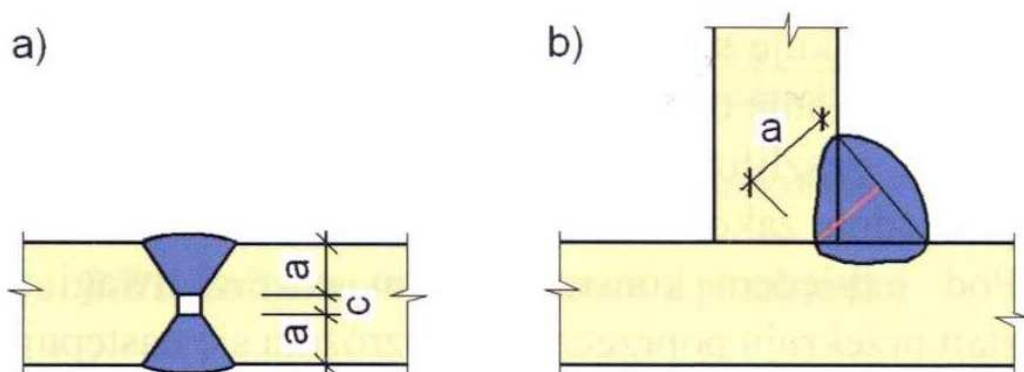
Ze względu na sposób wykonania spoin pachwinowych można wyróżnić spoiny ciągłe tj. ułożone bez przerw między nimi i przerywane – z przerwami między nimi. Spoiny czołowe wykonuje się tylko jako ciągłe.



POZYCJE SPAWANIA – OPIS POWYŻEJ

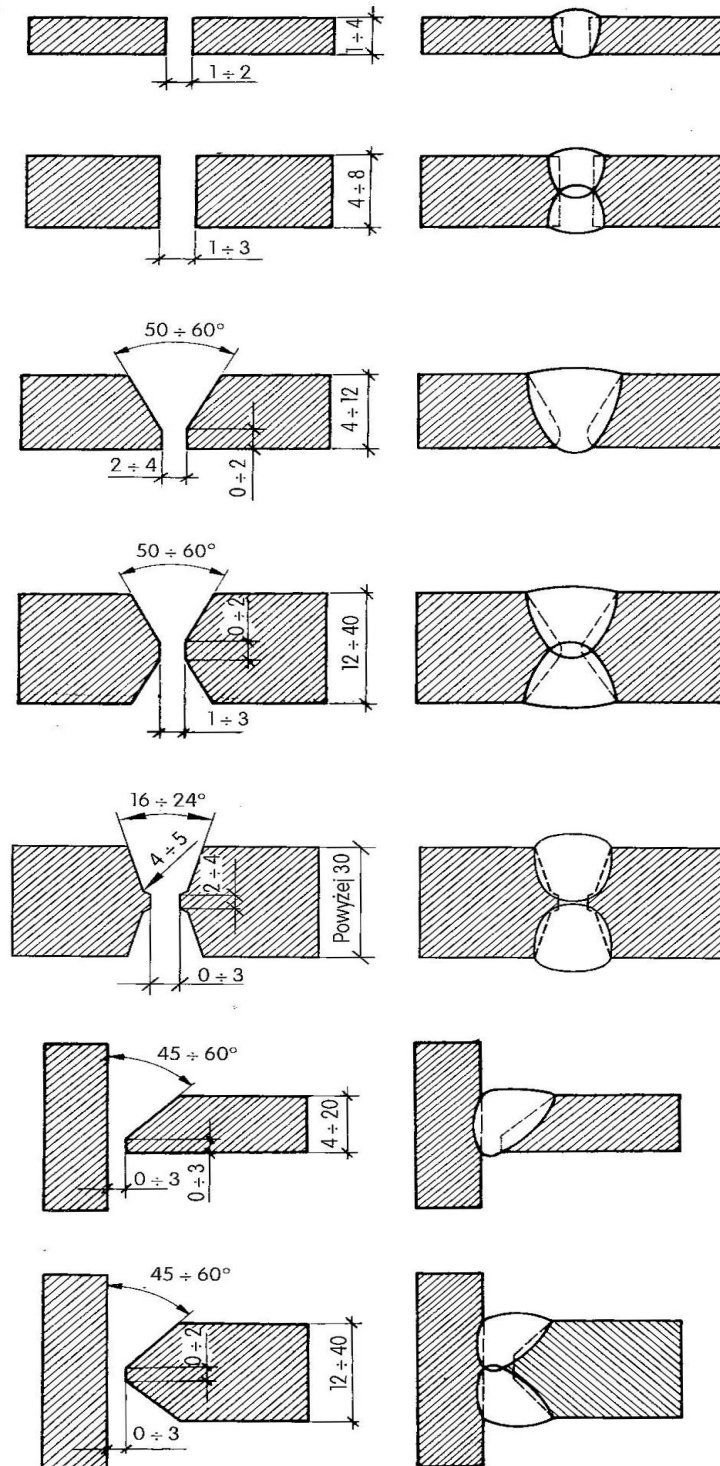
Spoiny czołowe (rys. 3.55a) są najczęściej układane w specjalnych rowkach utworzonych w zukosowanych brzegach łączonych elementów. Uzyskuje się je podczas łączenia elementów, położonych zwykle w jednej płaszczyźnie, w wyniku wypełnienia przestrzeni między tymi elementami, gdy brzeg przynajmniej jednego z łączonych elementów jest przetopiony na całej grubości. W celu przetopienia elementu na całą grubość za pomocą minimalnej ilości energii cieplnej należy odpowiednio zukosować jego brzeg. Kształt ukosowania zależy od grubości elementu t oraz od tego czy będzie podczas spawania swobodny dostęp do tego brzegu z obydwu stron.

Spoinę czołową z pełnym przetopem definiuje się jako spoinę, która ma całkowity przetop i jest wtopiona w materiał rodzimy na całej grubości t złącza. Spoina czołowa z niepełnym przetopem (rys. 3.57a) ma głębokość mniejszą od całkowitej grubości t materiału rodzimego. **Spoiny czołowe przerywane nie powinny być stosowane.**

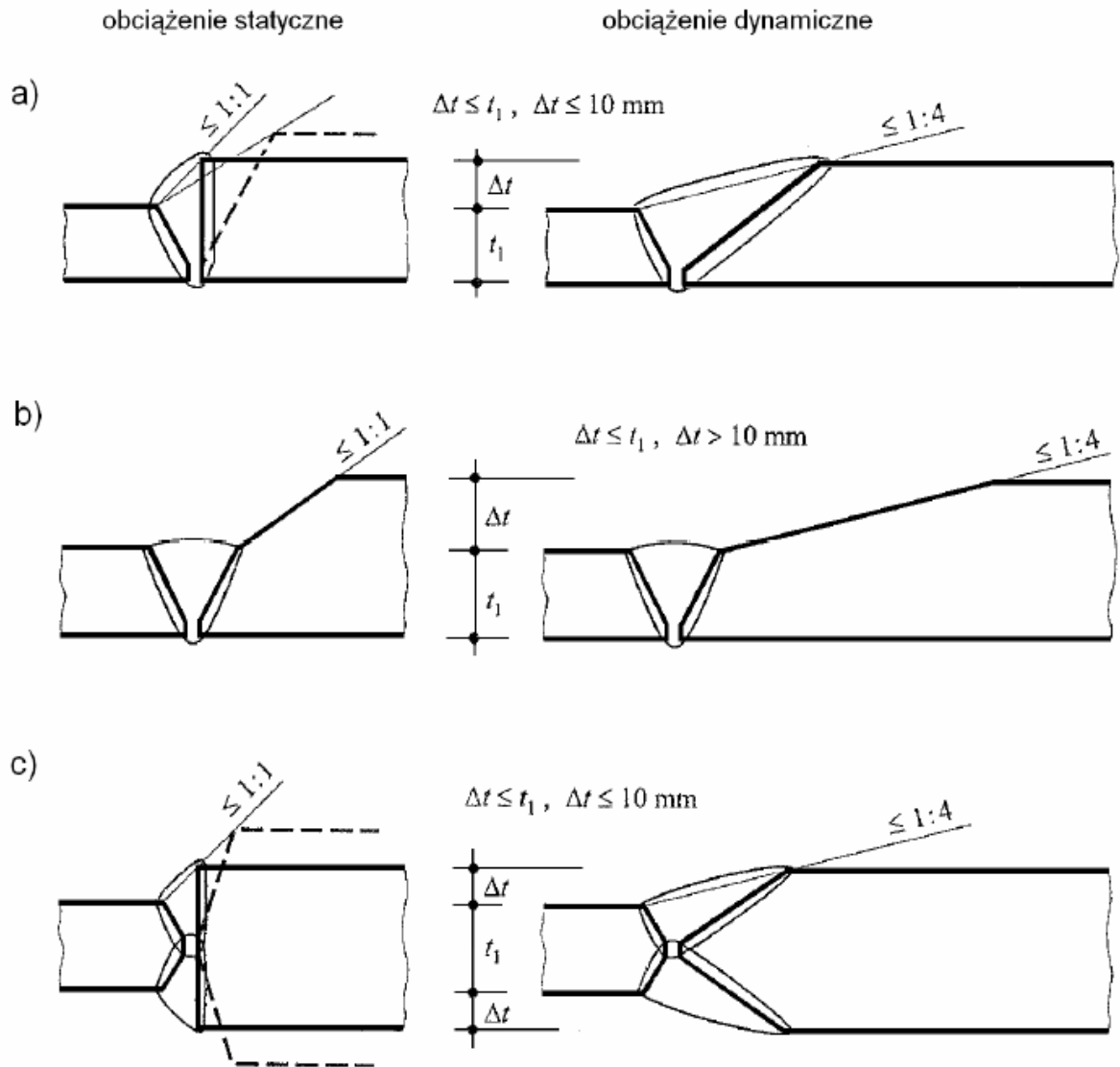


Rys. 3.57. Spoina czołowa z niepełnym przetopem (a) oraz spoina pachwinowa z głębokim przetopem (b)

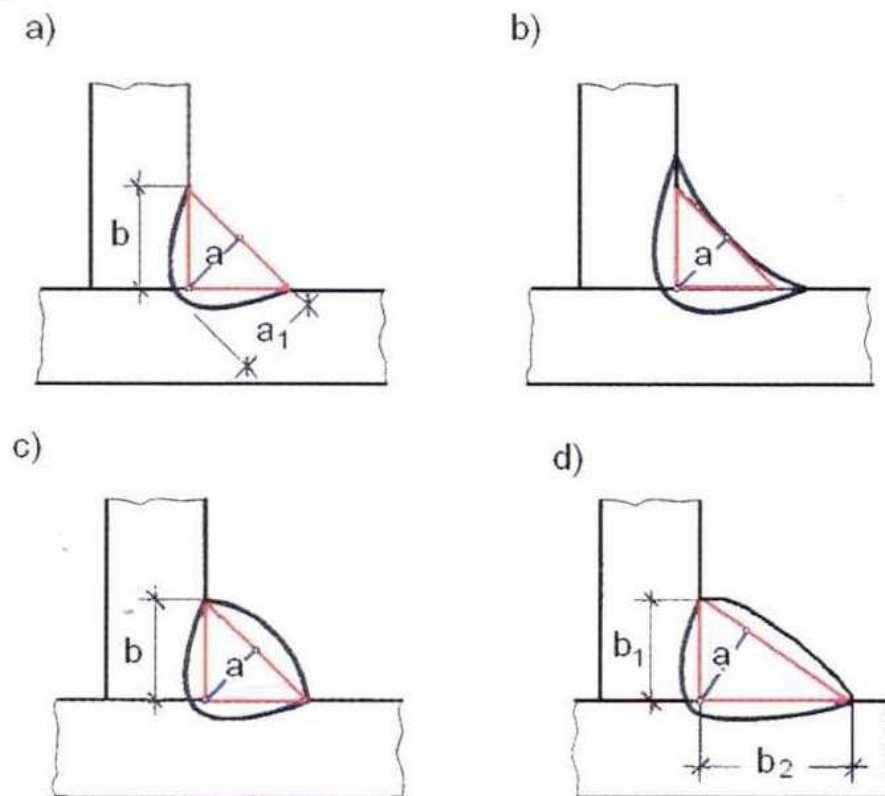
Zależnie od grubości łączonych elementów oraz przyjętej metody spawania stosuje się pewne typowe sposoby ukosowania krawędzi. Sposoby ukosowania brzegów oraz kształty spoin czołowych uzyskiwanych w wyniku spawania ręcznego łukowego przedstawiono na rys. 4-5.



Rys. 4-5. Spoiny czołowe i wymiary rowków przy spawaniu ręcznym

**SPOINY CZOŁOWE BLACH O RÓŻNEJ GRUBOŚCI**

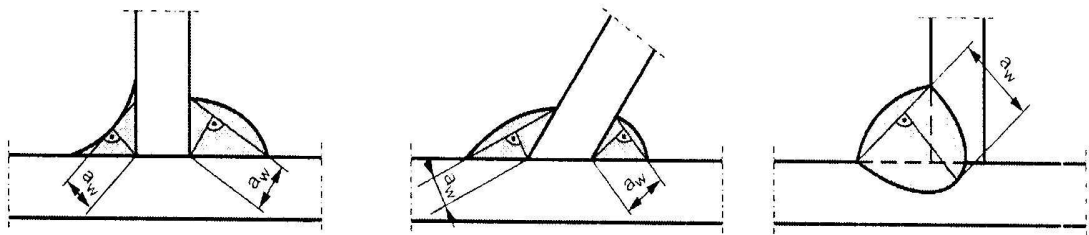
Spoiny pachwinowe (rys. 3.55b) układa się w rowkach naturalnych, powstających między powierzchniami łączonych elementów. Są one z reguły łatwe do wykonania, gdyż nie wymagają ukosowania brzegów. Jednak w porównaniu z spoinami czołowymi praca złącza, w którym zastosowano spoiny pachwinowe, jest gorsza (szczególnie w konstrukcjach obciążonych dynamicznie) z uwagi na nierównomierny rozkład naprężeń w połączeniu.



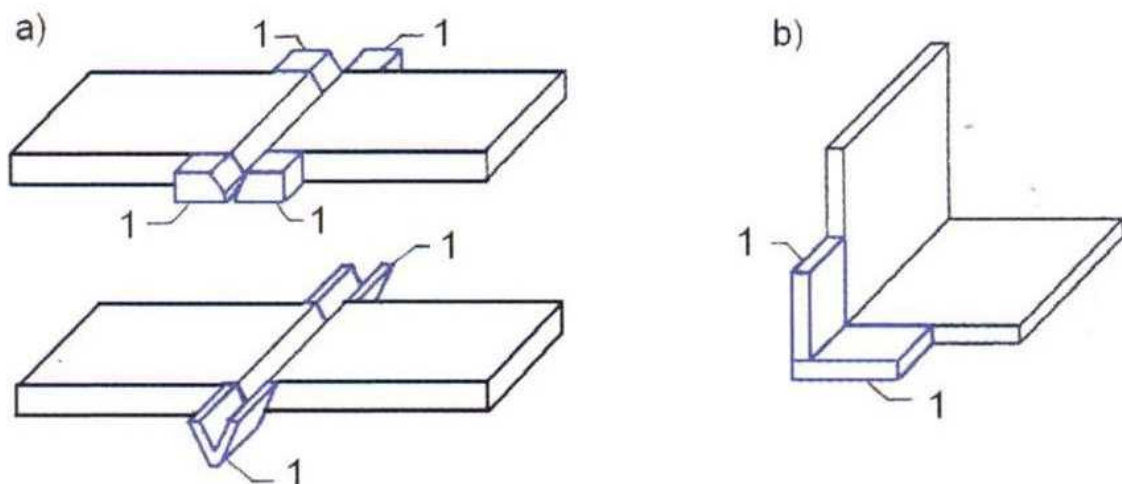
Rys. 3.58. Rodzaje spoin pachwinowych: a – płaska, b - wklęsła, c – wypukła, d – niesymetryczna

W zależności od kształtu lica rozróżnia się spoiny pachwinowe płaskie (rys. 3.58a), wklęsłe (rys. 3.58b), wypukłe (rys. 3.58c). Niekiedy spoina pachwinowa może być niesymetryczna (rys. 3.58d).

- Efektywna grubość spoiny ($a \geq 3\text{mm}$)

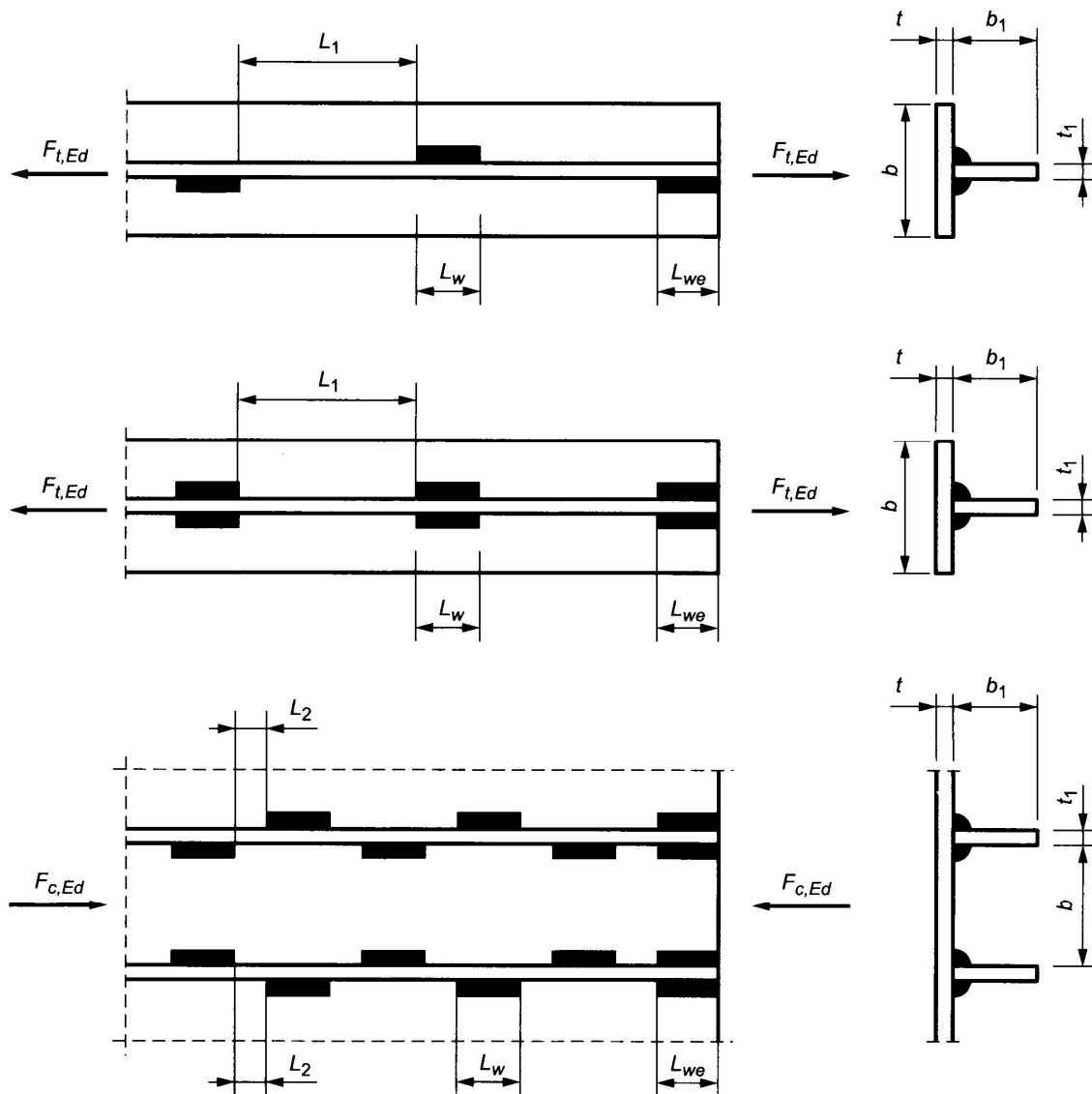


- Efektywna długość spoiny:
 - Długość na której spoina na pełen przetop
 - Długość całkowita zmniejszona o dwie grubości
 - Nie mniej niż 30 mm i nie mniej niż sześciokrotna grubość
- Ścianki blachy tworzą kąt między 60° i 120° .



Rys. 3.61. Sposoby zapobiegania kraterom spoin czołowych (a) i spoin pachwinowych (b), 1 – element wybiegowy

SPOINY PACHWINOWE PRZERYWANE



- Nie stosować przy działaniu czynników korozyjnych
- $L_{we} \geq 0,75b$
- Elementy rozciągane: $L_1 \leq 16t$
- Elementy ściskane: $L_2 \leq 12t$ oraz $L_2 \leq 0,25b$

ZASADY PROJEKTOWANIA I OBLICZANIA SPOIN CZOŁOWYCH I PACHWINOWYCH

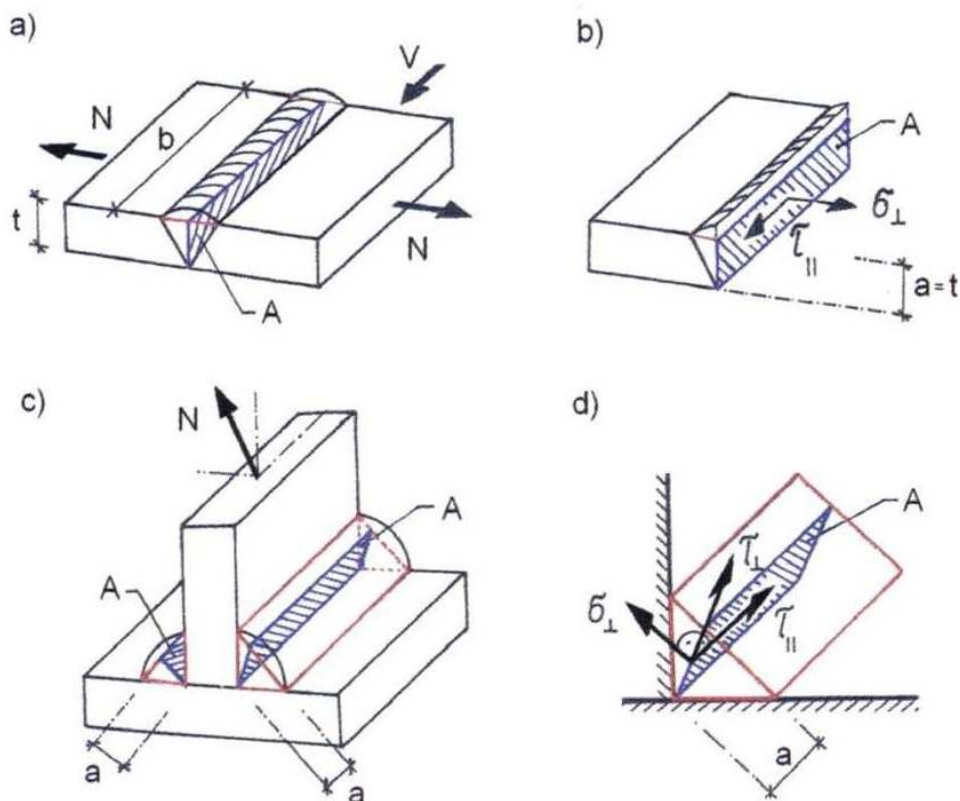
Założenia dotyczące nośności połączeń spawanych

Eurokod PN-EN 1993-1-8 podaje następujące warunki:

- Elementy wykonane są ze stali konstrukcyjnych $f_y \leq 460\text{N/mm}^2$,
- Obciążenia działają w sposób przeważająco statyczny,
- Grubość elementów jest nie mniejsza niż 4 mm (z wyjątkiem przekrojów rurowych – 2,5 mm),
- Materiał spoiny musi mieć nominalne właściwości mechaniczne nie gorsze niż materiał spawany,
- Spoiny wykonane są na odpowiednim poziomie jakości (zwykle poziom C według PN-EN ISO 5817)

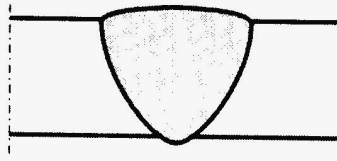
PARAMETRY OBLICZENIOWE SPOIN

Sprawdzenie stanu granicznego nośności spoiny polega na analizie naprężenia maksymalnego w przekroju obliczeniowym (w potencjalnej płaszczyźnie zniszczenia A – rys. 3.62) według elementarnych wzorów wytrzymałości materiałów.



Rys. 3.62. Potencjalne powierzchnie zniszczenia A oraz ogólny układ naprężeń w spoinie: czołowej (a, b) oraz pachwinowej (c, d)

SPOINY CZOŁOWE Z PEŁNYM PRZETOPEM

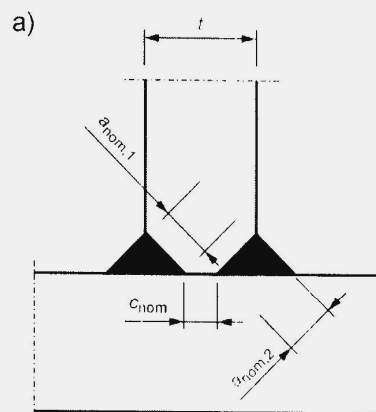


- Nośność spoiny z pełnym przetopem przyjmuje się taką, jak nośność słabszej z łączonych części.

Nie ma potrzeby obliczeniowego sprawdzenia nośności takiej spoiny

SPOINY CZOŁOWE Z NIEPEŁNYM PRZETOPEM

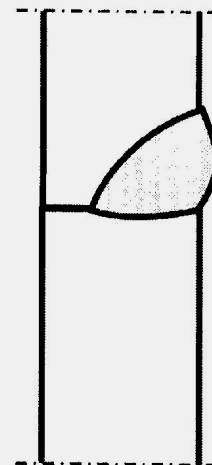
- W złączu teowym, z dwiema spoinami czołowymi niepełnymi, gdy spełnione są podane obok warunki, nośność określa się jak dla spoiny z pełnym przetopem

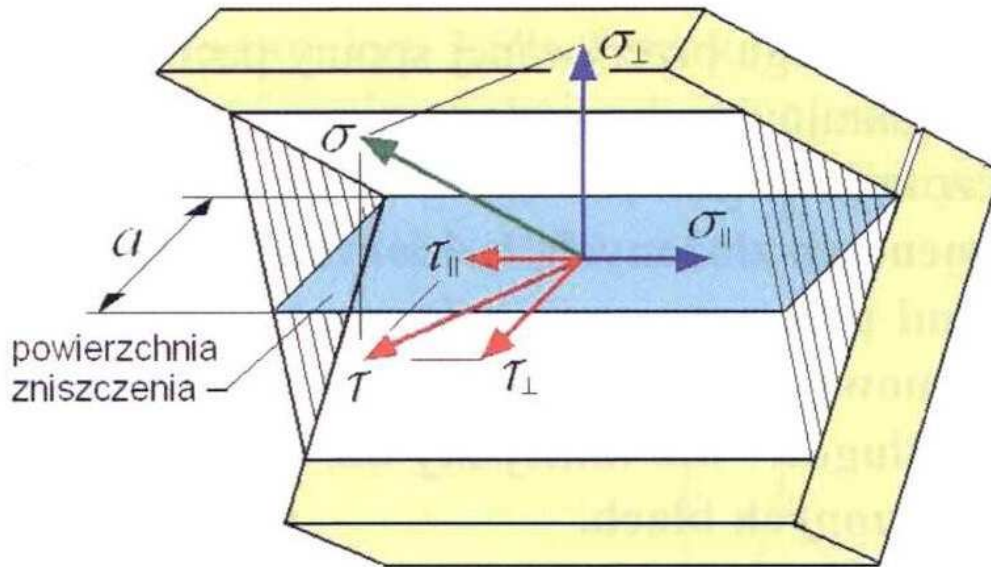


$$a_{\text{nom},1} + a_{\text{nom},2} \geq t$$

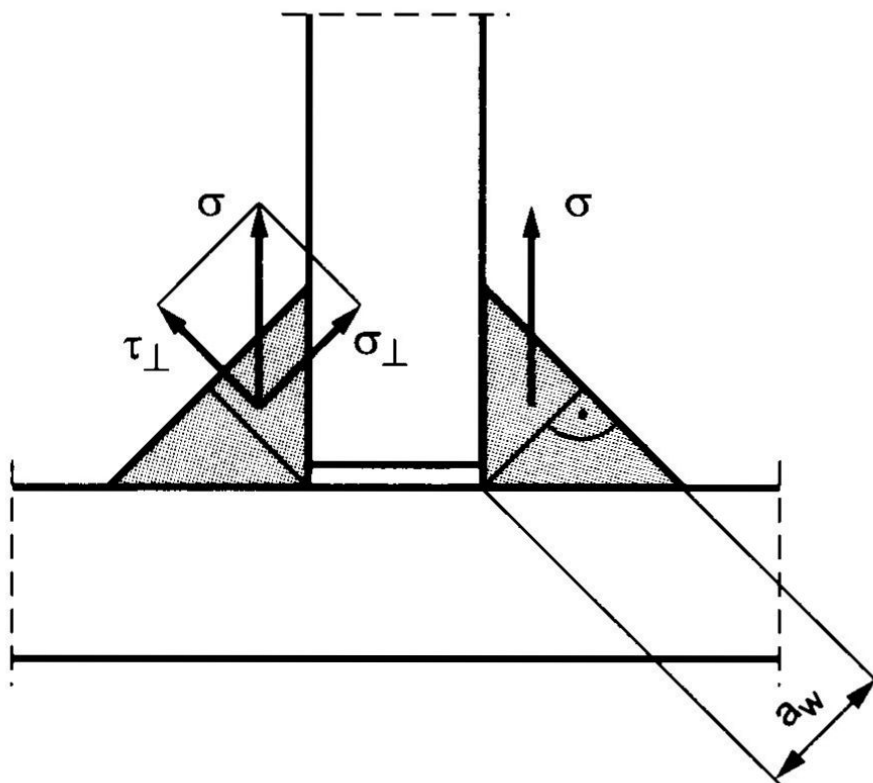
c_{nom} wartość mniejsza z $t/5$ i 3 mm

- Nośność obliczeniową spoiny czołowej z niepełnym przetopem wyznacza się stosując metodę dla spoin pachwinowych z głębokim przetopem



SPOINY PACHWINOWE – METODA KIERUNKOWA

Rys. 3.63. Składowe naprężeń w przekroju spoiny pachwinowej



$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_w \gamma_{M2}},$$

$$\sigma_{\perp} \leq 0,9 \frac{f_u}{\gamma_{M2}},$$

$\gamma_{M2} = 1,25$ – częściowy współczynnik bezpieczeństwa

β_w – współczynnik korelacji uwzględniający wyższe właściwości mechaniczne materiału spoiny w stosunku do materiału rodzimego, przyjmowany według tablicy 4.1. [EC3/PN-EN 1993-1-8] lub poniżej 3.16

f_u – nominalna wytrzymałość na rozciąganie stali słabszej z łączonych części według tablicy 3.1. [PN-EN 1993-1-1]

Tabl. 3.16. Współczynniki korekcyjne β_w spoin pachwinowych

Gatunek stali	S235	S275	S355	S420, S460
Współczynnik korekcyjny β_w	0,80	0,85	0,90	1,00

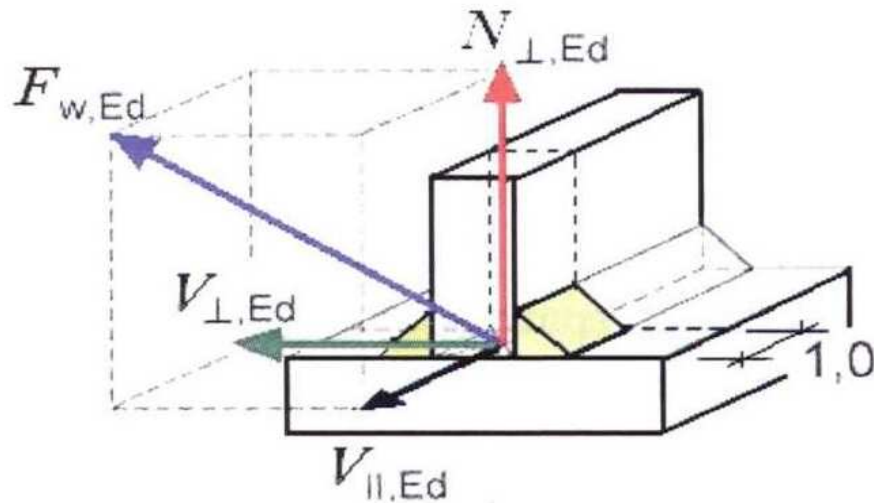
TABLICA 4.1. WSPÓŁCZYNNIKI KORELACJI β_w SPOIN PACHWINOWYCH

Norma i gatunek stali			Współczynnik korelacji β_w
EN 10025	EN 10210	EN 10219	
S 235 S 235 W	S 235 H	S 235 H	0,8
S 275 S 275 N/NL S 275 M/ML	S 275 H S 275 NH/NLH	S 275 H S 275 NH/NLH S 275 MH/MLH	0,85
S 355 S 355 N/NL S 355 M/ML S 355 W	S 355 H S 355 NH/NLH	S 355 H S 355 NH/NLH S 355 MH/MLH	0,9
S 420 N/NL S 420 M/ML		S 420 MH/MLH	1,0
S 460 N/NL S 460 M/ML S 460 Q/QL/QL1	S 460 NH/NLH	S 460 NH/NLH S 460 MH/MLH	1,0

Tablica 3.1: [NORMA 1993-1-1] Nominalne wartości granicy plastyczności f_y i wytrzymałości na rozciąganie f_u dla stali konstrukcyjnej walcowanej na gorąco

Norma i gatunek stali	Nominalna grubość elementu t [mm]			
	$t \leq 40$ mm		$40 \text{ mm} < t \leq 80$ mm	
	f_y [N/mm ²]	f_u [N/mm ²]	f_y [N/mm ²]	f_u [N/mm ²]
EN 10025-2				
S 235	235	360	215	360
S 275	275	430	255	410
S 355	355	490	335	470
S 450	440	550	410	550
EN 10025-3				
S 275 N/NL	275	390	255	370
S 355 N/NL	355	490	335	470
S 420 N/NL	420	520	390	520
S 460 N/NL	460	540	430	540
EN 10025-4				
S 275 M/ML	275	370	255	360
S 355 M/ML	355	470	335	450
S 420 M/ML	420	520	390	500
S 460 M/ML	460	540	430	530
EN 10025-5				
S 235 W	235	360	215	340
S 355 W	355	490	335	490
EN 10025-6				
S 460 Q/QL/QL1	460	570	440	550
EN 10210-1				
S 235 H	235	360	215	340
S 275 H	275	430	255	410
S 355 H	355	510	335	490
S 275 NH/NLH	275	390	255	370
S 355 NH/NLH	355	490	335	470
S 420 NH/NHL	420	540	390	520
S 460 NH/NLH	460	560	430	550
EN 10219-1				
S 235 H	235	360		
S 275 H	275	430		
S 355 H	355	510		
S 275 NH/NLH	275	370		
S 355 NH/NLH	355	470		
S 460 NH/NLH	460	550		
S 275 MH/MLH	275	360		
S 355 MH/MLH	355	470		
S 420 MH/MLH	420	500		
S 460 MH/MLH	460	530		

SPOINY PACHWINOWE – METODA UPROSZCZONA



Rys. 3.64. Składowe sił wewnętrznych w przekroju spoiny pachwinowej

NOŚNOŚĆ OBLICZENIOWA SPOINY NA JEDNOSTKĘ JEJ DŁUGOŚCI

$$F_{w,Rd} = f_{vw,d} a_w, \quad f_{vw,d} = \frac{f_u / \sqrt{3}}{\beta_w \gamma_{M2}}$$

$f_{vw,d}$ – wytrzymałość obliczeniowa spoiny na ścinanie

WARUNEK NOŚNOŚCI SPOINY PACHWINOWEJ

$$F_{w,Ed} \leq F_{w,Rd}$$

$F_{w,Ed}$ – OBLICZENIOWA WARTOŚĆ OBCIĄŻENIA PRZYPADAJĄCE-GO NA JEDNOSTKĘ DŁUGOŚCI SPOINY (RYS. WYŻEJ)

Warunek wykorzystywany w obliczeniach!

$$\tau_{\max} \leq f_{vw,d} = \frac{f_u / \sqrt{3}}{\beta_w \gamma_{M2}}$$

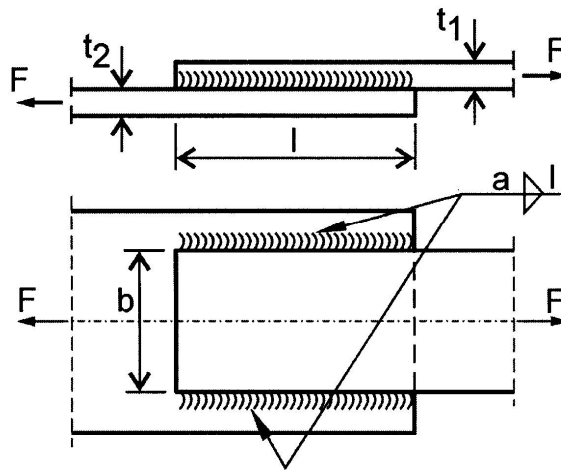
ZŁĄCZA (POŁĄCZENIA) ZAKŁADKOWE

SPOINY PACHWINOWE RÓWNOLEGŁE

W przypadku spoin pachwinowych podłużnych składowe naprężenia przyjmują następujące wartości:

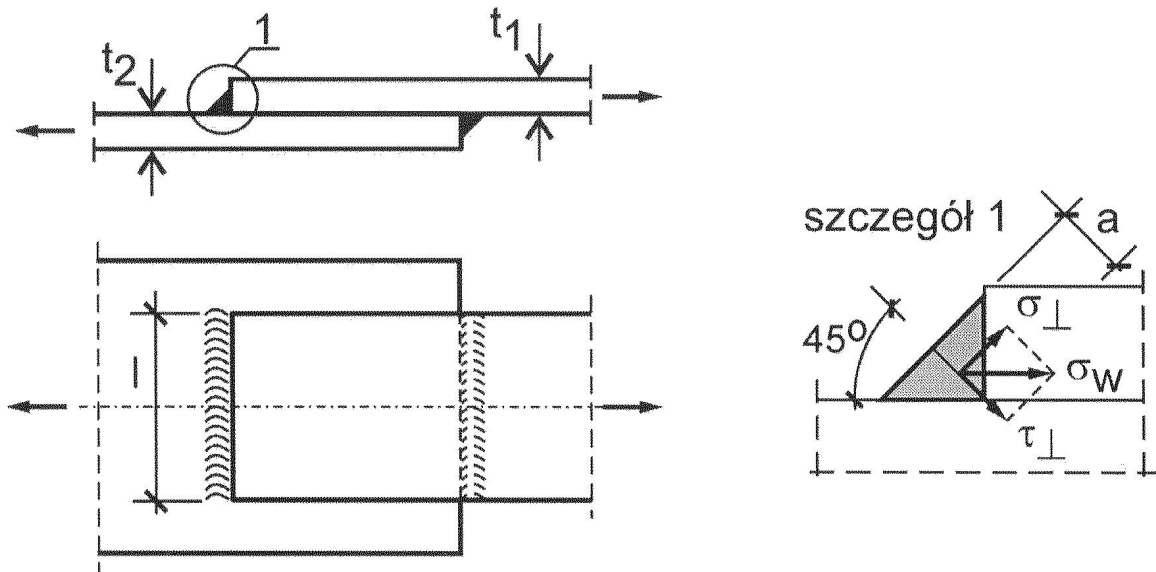
$$\tau_{||} = \frac{F}{\sum a l_{eff}}$$

$$\sigma_{\perp} = \tau_{\perp} = 0$$



$$\tau_{||} = \frac{F}{\sum a l_{eff}} \leq \frac{1}{\sqrt{3}} \frac{f_u}{\beta_w \gamma_{M2}} = f_{vw.d}$$

Metoda kierunkowa i uproszczona są w tym przypadku tożsame

SPOINY PACHWINOWE POPRZECZNE

- Długość spoiny prostopadła do kierunku działania siły
- Korzystając z metody kierunkowej:

$$\tau_{\parallel} = 0 \quad \sigma_{\perp} = \tau_{\perp} = \frac{\sigma_w}{\sqrt{2}}$$

$$\sigma_w = \frac{F}{A_w} = \frac{F}{\sum a l}$$

$$\sigma_w = \frac{F}{\sum a_w l_w} \leq \frac{1}{\sqrt{2}} \frac{f_u}{\beta_w \gamma_{M2}} = f_{ew,d}$$

- Metoda kierunkowa daje nośności wyższe o 22% w stosunku do metody uproszczonej

SPOINY PACHWINOWE POPRZECZNE I PODŁUŻNE

W połączeniu takim spoiny pachwinowe poprzeczne i podłużne współpracują w przenoszeniu obciążeń. Jest możliwe określanie nośności takiego połączenia jako sumy nośności występujących w nim spoin pachwinowych podłużnych i poprzecznych:

$$F_{w,Rd} = \sum a_s l_s f_{vw,d} + \sum a_e l_e f_{ew,d}$$

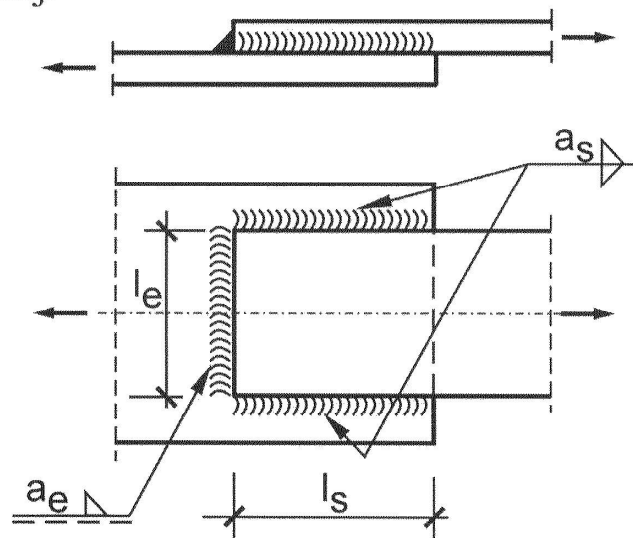
gdzie:

a_s, l_s – grubość i długość odcinków spoin podłużnych do kierunku obciążenia,

a_e, l_e – grubość i długość odcinków spoin poprzecznych,

$f_{vw,d}$ – obliczeniowa wytrzymałość spoiny pachwinowej podłużnej,

$f_{ew,d}$ – obliczeniowa wytrzymałość spoiny pachwinowej poprzecznej.



Prostszym obliczeniowo i bardziej konserwatywnym podejściem do obliczania takich połączeń, jest określanie nośności obliczeniowej połączenia ze wzoru

$$F_{w,Rd} = \sum a l_{eff} f_{vw,d}$$

SPOINY PACHWINOWE DŁUGIE

Ze względu na nierównomierny rozkład naprężeń na długości w tzw. „długich” połączeniach zakładkowych (rys. 3.67) nośność obliczeniową spoin zmniejsza się stosując współczynnik redukcyjny β_{Lw} .

Współczynnik redukcyjny β_{Lw} przyjmuje się:

- w przypadku połączeń zakładkowych dłuższych niż $150a$

$$\beta_{Lw,1} = 1,2 - \frac{0,2 L_j}{150a}, \quad (3.126)$$

- w przypadku spoin pachwinowych dłuższych niż 1,7 m łączących żebra poprzeczne w elementach spawanych z blach

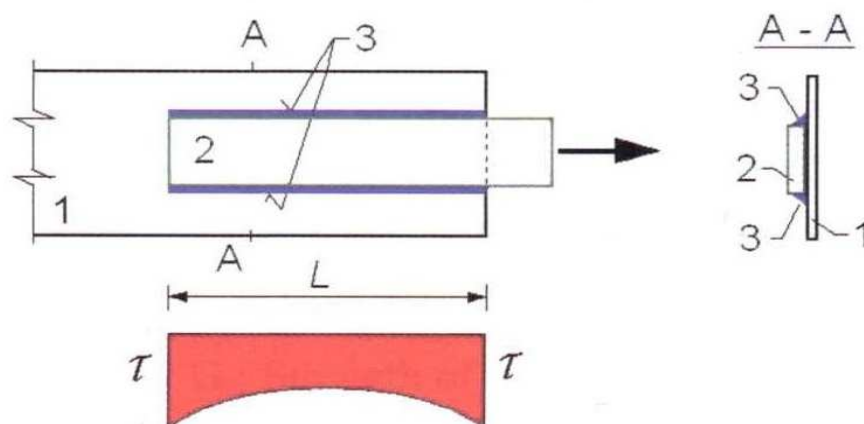
$$\beta_{Lw,2} = 1,1 - \frac{L_w}{17} \text{ lecz } 0,6 \leq \beta_{Lw,2} \leq 1,0, \quad (3.127)$$

gdzie:

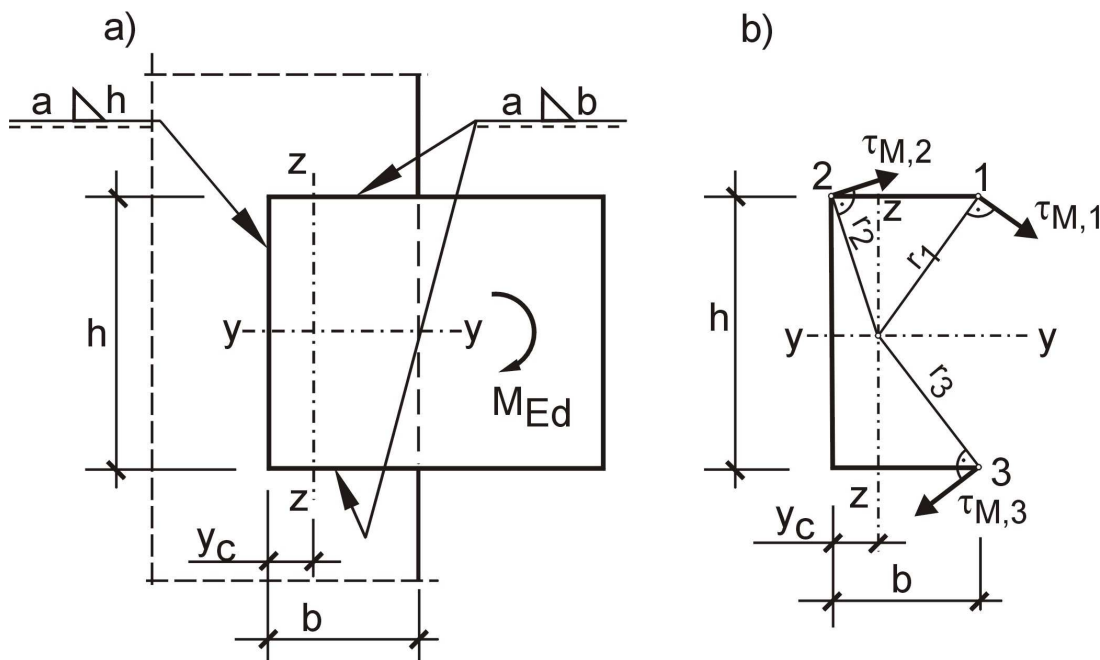
L_j – całkowita długość zakładki w kierunku przekazywania siły,

$L_{w,2}$ – długość spoiny (w metrach).

Przykłady obliczeń połączeń spawanych według PN-EN 1993-1-8 podano m.in. w [3-26] i [3-30].



Rys. 3.67. Wytyżenie w „długich” połączeniach zakładkowych; 1, 2 – łączone elementy, 3 – spoina

ZŁĄCZA ZAKŁADKOWE OBCIĄŻONE MOMENTEM SKRĘCAJĄCYM**Zalecane obliczenia według metody uproszczonej!**

Procedura wymiarowania połączeń po sprowadzeniu obciążenia do środka ciężkości układu spoin powinno się:

- Znaleźć w układzie spoin punktu, gdzie składowe naprężenia będą największe. Zwykle jest to punkt najbardziej oddalony od środka ciężkości układu spoin. Niekiedy trzeba rozpatrzyć stan naprężenia w kilku punktach.
- w tym pkt. wyznaczyć naprężenia styczne od działania momentu skręcającego M_0 :

$$\tau_M = \frac{M_o r}{I_o}$$

$M_0 = M_{Ed}$ – moment skręcający,

r – odległość rozpatrywanego punktu od środka ciężkości układu spoin (długość promienia wodzącego).

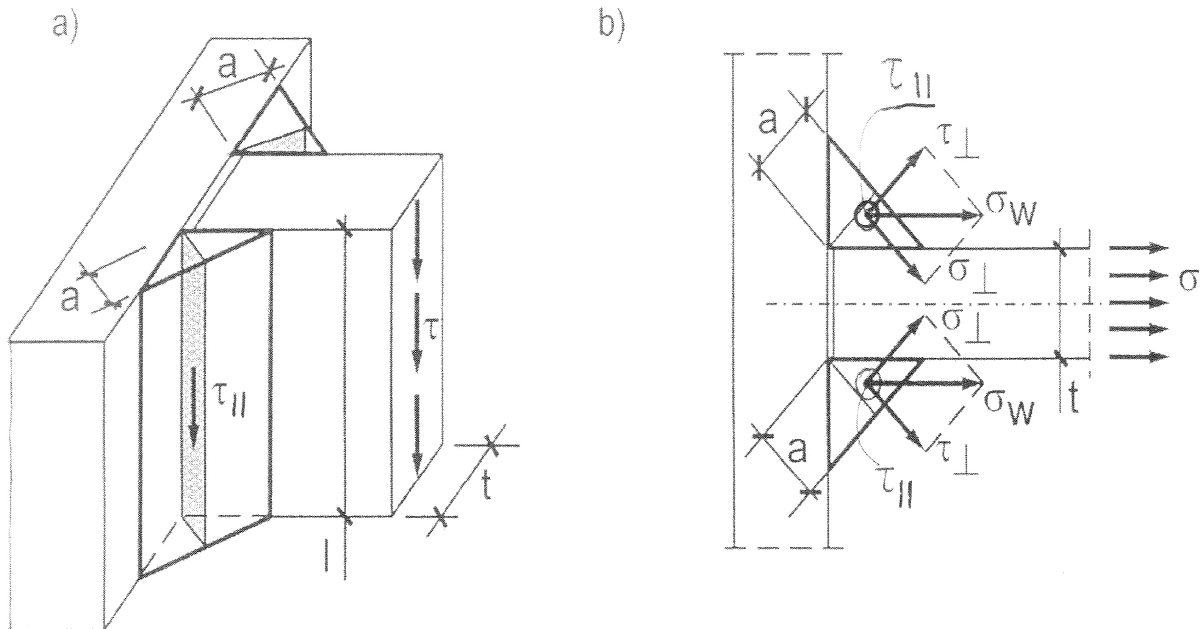
$I_0 = I_y + I_z$ – biegunowy moment bezwładności układu spoin według poniższej tablicy.

CHARAKTERYSTYKI GEOMETRYCZNE RÓŻNYCH KŁADÓW SPOIN

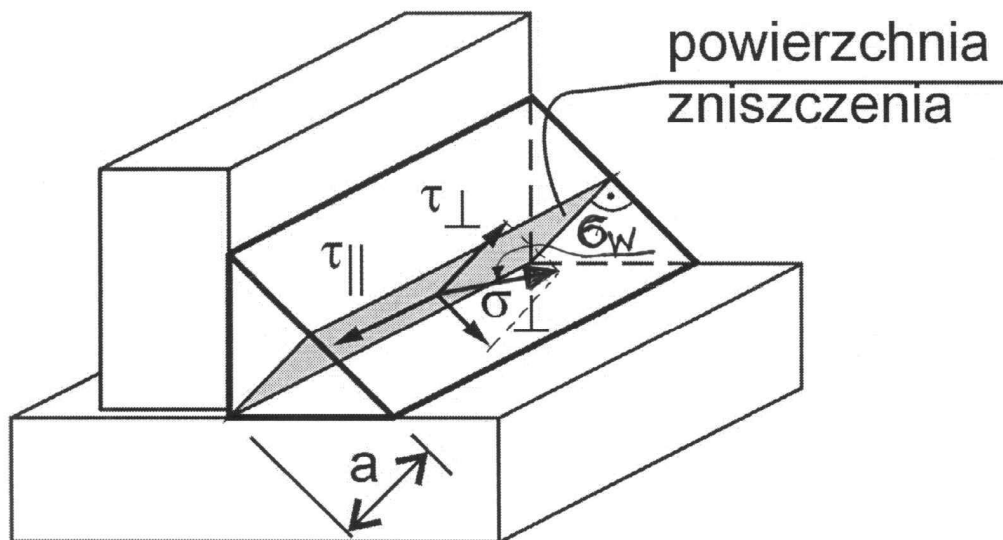
Układ spoin	A_w	I_y	I_o
	$A_w = a_w h$	$I_y = a_w \frac{h^3}{12}$	$I_o = a_w \frac{h^3}{12}$
	$A_w = a_w 2h$	$I_y = a_w \frac{h^3}{6}$	$I_o = a_w \frac{h^3 + 3hb^2}{6}$
	$A_w = a_w 2h$	$I_y = a_w \frac{bh^2}{2}$	$I_o = a_w \frac{b^3 + 3bh^2}{6}$
	$A_w = a_w 2(h + b)$	$I_y = a_w \frac{h^3 + 3bh^2}{6}$	$I_o = a_w \frac{(h + b)^3}{6}$
	$A_w = a_w (2b + h)$ $\left(y_c = \frac{h^2}{2b + h} \right)$	$I_y = a_w \frac{h^3 + 6bh^2}{12}$	$I_o = a_w \left(\frac{(2b + h)^3}{12} - \frac{b^2(h + b)^2}{2b + h} \right)$
	$A_w = a_w (2h + b)$ $\left(z_c = \frac{h^2}{2h + b} \right)$	$I_y = a_w \frac{b^3 + 2hb^2}{3(2h + b)}$	$I_o = a_w \left(\frac{(2h + b)^3}{12} - \frac{h^2(h + b)^2}{2h + b} \right)$
	$A_w = a_w (h + b)$ $\left(z_c = \frac{h^2}{2(h + b)} \right)$ $\left(y_c = \frac{b^2}{2(h + b)} \right)$	$I_y = a_w \frac{h^4 + 4bh^3}{12(h + b)}$	$I_o = a_w \frac{(h + b)^4 - 6h^2b^2}{12(h + b)}$
	$A_w = a_w \pi d$	$I_y = a_w \frac{\pi d^3}{8}$	$I_o = a_w \frac{\pi d^3}{4}$
	$A_w = a_w 2(2b + h)$	$I_y = a_w \left(\frac{h^3}{6} + bh^2 \right)$	$I_o = a_w \left(\frac{h^3 + 6bh^2 + 2b^3}{6} \right)$

ZŁĄCZA (POŁĄCZENIA) TEOWE

METODA OGÓLNA – WZÓR ALTERNATYWNY



ROZKŁAD NAPRĘŻEŃ W SPOINIE PACHWINOWEJ ZŁĄCZA TEOWEGO



Rysunek składowych stanu naprężenia w spoinie pachwinowej

Metoda kierunkowa najwierniej opisuje wyężenie spoiny pachwinowej pod wpływem obciążenia. Nośność obliczeniową uznaje się za wystarczającą jeśli spełnione są następujące warunki:

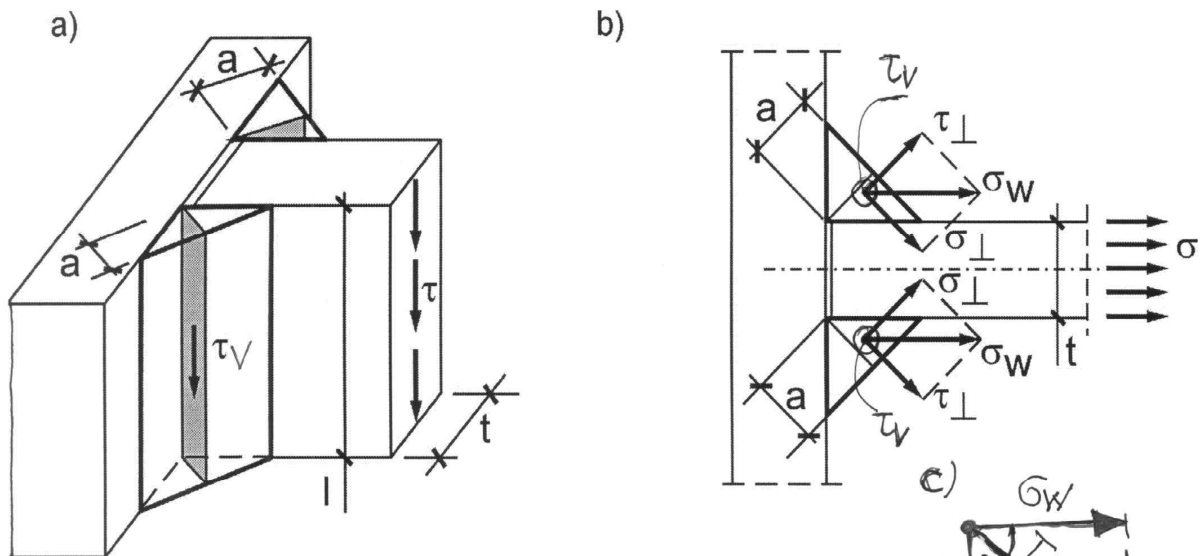
$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_w \gamma_{M2}}, \text{ oraz } \sigma_{\perp} \leq \frac{0,9 f_u}{\gamma_{M2}}$$

$$\sigma_{\perp} = \tau_{\perp} = \frac{\sigma_w}{\sqrt{2}}$$

$$\sigma_w = \sigma_M + \sigma_F = \frac{M}{W_e} + \frac{F}{\sum a l_w}$$

$$\tau_{\parallel} = \frac{V}{\sum a l_{\parallel}}$$

$$\boxed{\sqrt{2\sigma_w^2 + 3\tau_{\parallel}^2} \leq \frac{f_u}{\beta_w \gamma_{M2}}}$$

METODA UPROSZCZONA

Rysunek rozkładu naprężeń spoinie:

a) naprężenia ścinające,

b) naprężenia normalne

c) naprężenia wypadkowe

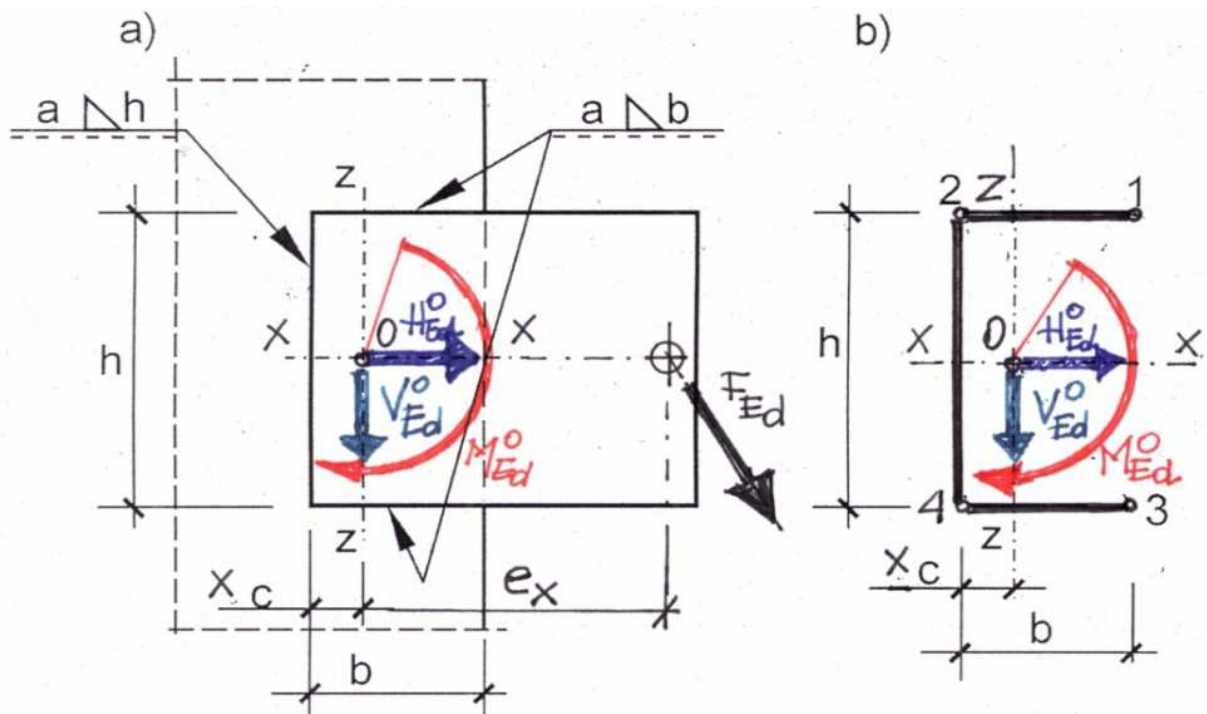
$$\tau_{\max} \leq f_{vw.d} = \frac{f_u / \sqrt{3}}{\beta_w \gamma_{M2}}$$

$$\tau_v = \frac{V}{\sum a l_{||}}$$

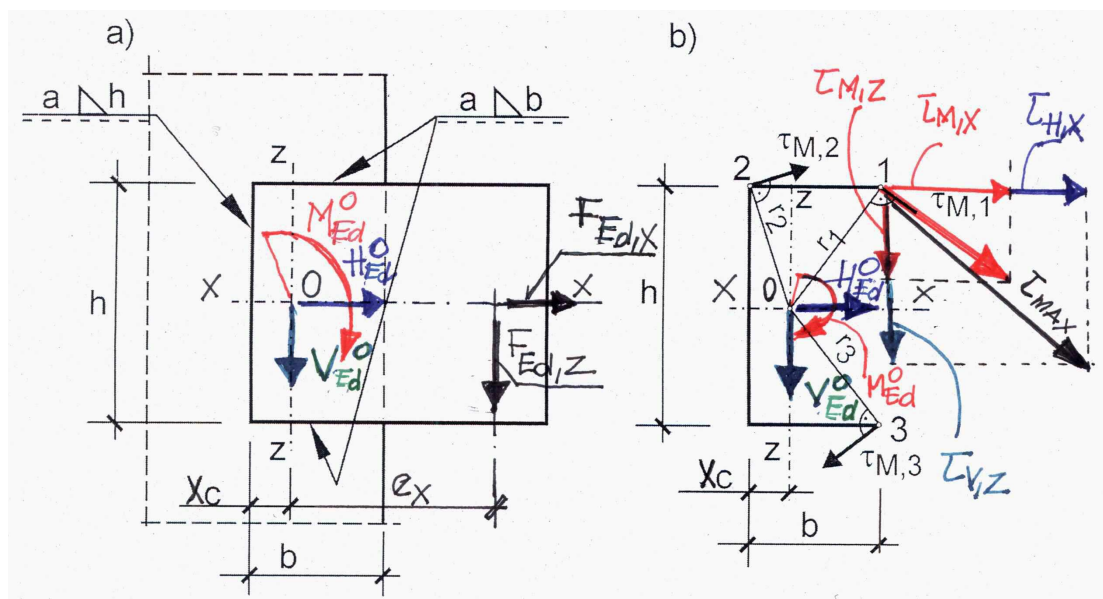
$$\sigma_w = \sigma_M + \sigma_N = \frac{M}{W_e} + \frac{N}{\sum a l_w}$$

$$\tau_{\max} = \sqrt{\sigma_w^2 + \tau_v^2} \leq f_{vw.d} = \frac{f_u / \sqrt{3}}{\beta_w \gamma_{M2}}$$

ZŁĄCZA (POŁĄCZENIA) ZAKŁADKOWE



RYS. Połączenie zakładkowe – przypadek ogólny a) schemat połączenia, b) kład spoin z oznaczeniem potencjalnych miejsc (punkty 1 – 4) sprawdzania wytrzymałości spoin i sprowadzonym do środka ciężkości kładu spoin działającym składowymi obciążeniami – sił wzajemnie prostopadłych, równoległych do osi układu współrzędnych oraz momentu skręcającego



Rys. Rozkład naprężeń w poszczególnych odcinkach kładu spoin w złączy zakładkowym – przypadek ogólny: a) schemat połączenia, b) rozkład naprężeń w punkcie 1.

Rozpatrując przypadek ogólny, gdy w środku ciężkości układu spoin występuje moment skręcający oraz siły podłużna i poprzeczna, wartości wszystkich naprężeń są różne od zera. Na konturze (w narożach) kładu spoin, zawsze znajdzie się taki punkt, w którym wektory naprężeń się sumują zgodnie z poniższym wzorem:

$$\tau_{max.} = \sqrt{(\tau_{M,x} + \tau_{H,x})^2 + (\tau_{M,z} + \tau_{V,z})^2} \leq f_{vw,d} = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot \frac{f_u}{\beta_w \cdot \gamma_{M2}}$$

- $H_{Ed,0} = H_{Ed}$ – siła podłużna – pozioma,
- $V_{Ed,0} = V_{Ed}$ – siła poprzeczna – pionowa,
- $M_{Ed,0} = \pm H_{Ed} \cdot e_H \pm V_{Ed} \cdot e_V$ – moment zginający względem osi $y \equiv$ moment skręcający, gdzie e_H i e_V są mimośrodkami działania odpowiednio siły poziomej i pionowej.

$$\tau_{M,x} = \frac{M_{Ed}^0 z_M}{I_o} \quad \tau_{M,z} = \frac{M_{Ed}^0 x_M}{I_o}$$

gdzie:

x_M ; z_M – współrzędne położenia punktu, w którym są określane składowe naprężeń \equiv odległość rozpatrywanego punktu od osi prostokątnego układu zaczepionego w środku ciężkości kładu spoin. W punkcie 1 we wzorach jw. należy przyjąć $x_M = x_1$; $z_M = z_1$; itd.

$$\tau_{H,x} = \frac{H_{Ed}^0}{A_w} = const.; \quad \tau_{V,z} = \frac{V_{Ed}^0}{A_w} = const.$$

gdzie:

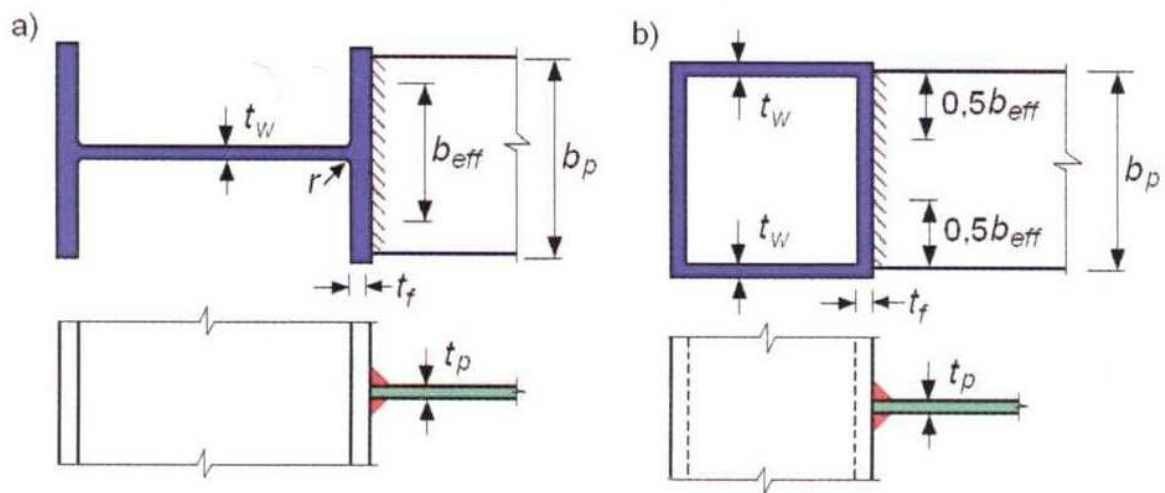
$\tau_{H,x}$ – wartość naprężenia od siły podłużnej H przechodzącej przez środek ciężkości połączenia (układu spoin), naprężenie jest stałe, a kierunek działania wektora naprężenia jest równoległy do kierunku działania siły podłużnej, siły od której pochodzi to naprężenie,

$\tau_{V,z}$ – wartość naprężenia od siły poprzecznej V przechodzącej przez środek ciężkości połączenia, wartość i kierunek działania, zasada jw.,

H_{Ed}^0 – siła podłużna (pozioma) działająca w środku ciężkości kładu spoin,

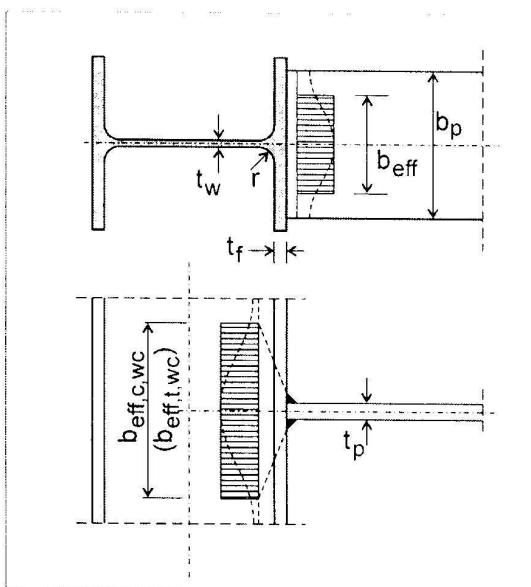
V_{Ed}^0 – siła poprzeczna (pionowa) działająca w środku ciężkości kładu spoin,

$A_w = \sum a l$ – całkowite pole powierzchni przekroju poprzecznego spoin w połączeniu.

POŁĄCZENIA BEZ ŻEBER

Rys. 3.66. Efektywna szerokość w złączu teowym bez żeber

- Spawany styk poprzecznej blachy (lub pasa belki) z nieuzebrowanym pasem słupa (dwuteownik lub przekrój skrzynkowy)



$$b_{eff} = t_w + 2s + 7kt_f$$

$$k = \frac{t_f}{t_p} \frac{f_{y,f}}{f_{y,p}} \leq 1,0$$

- Żeber można nie stosować, gdy:

$$b_{eff} \geq \frac{f_{y,p}}{f_{u,p}} b_p$$

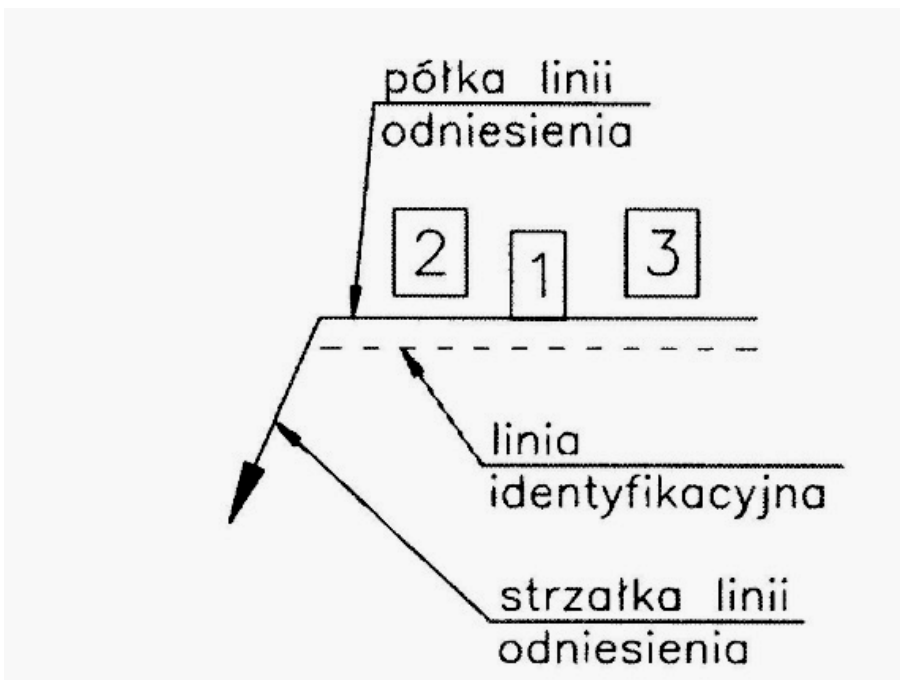
2

OZNACZENIA SPOIN NA RYSUNKACH

W dokumentacji warsztatowej należy określić sposób spawania, a na rysunkach konstrukcyjnych należy podać odpowiedni znak spoiny, jej wymiary (grubość, długość) oraz dodatkowe informacje w postaci stosowanych znaków opisujących sposób ich wykonania

Spoiny i złącza spawane na rysunkach roboczych (wykonawczych) należy wymiarować według uproszczonego schematu, który opiera się na szeregu umownych elementach graficznych. W uproszczonym oznaczeniu połączenia spawanego wyróżnić można:

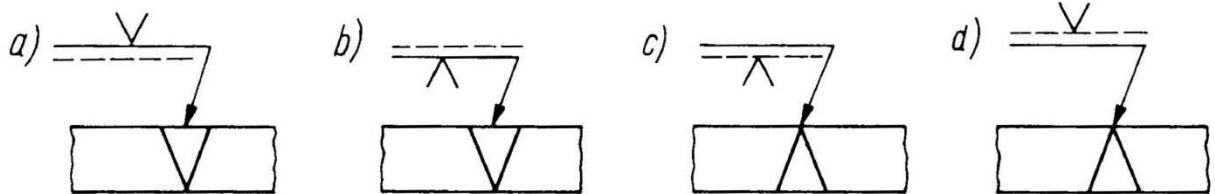
- ✓ Półkę linii odniesienia,
- ✓ Strzałkę linii odniesienia,
- ✓ Linie identyfikacyjną,
- ✓ Umowny znak spoiny oznaczony cyfrą **1**,
- ✓ Charakterystyczne wymiary przekroju poprzecznego (grubość), oznaczone cyfrą **2**,
- ✓ Charakterystyczne wymiary przekroju wzdłużnego (długość), oznaczone cyfrą **3**.



Rysunek. Uproszczona budowa oznaczenia połączenia spawanego

Zasady oznaczania spoin z linią identyfikacyjną i umownymi znakami spoin

Lp.	Opis	Przedstawienie graficzne
1.	Jeżeli spoinę oznacza się po stronie lica, to znak umowny spoiny pisze się na linii odniesienia i stawia się go w położeniu normalnym.	
2.	Jeżeli spoinę oznacza się po stronie lica, to znak umowny spoiny pisze się na linii odniesienia i stawia się go w położeniu odwróconym.	
3.	Jeżeli spoinę oznacza się po stronie grani, to znak umowny spoiny pisze się na linii identyfikacyjnej i stawia się go w położeniu normalnym.	
4.	Jeżeli spoinę oznacza się po stronie grani, to znak umowny spoiny pisze się na linii identyfikacyjnej i stawia się go w położeniu odwróconym.	

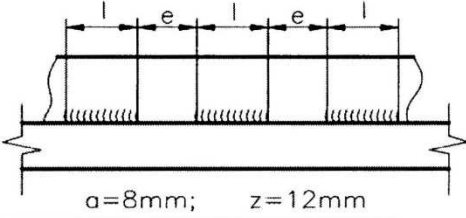
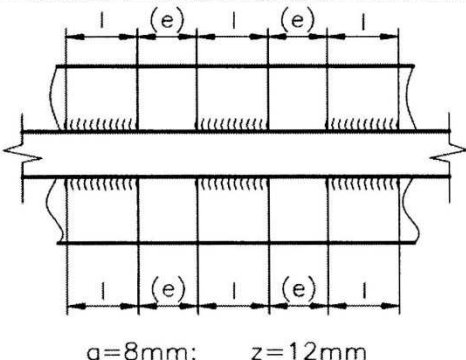
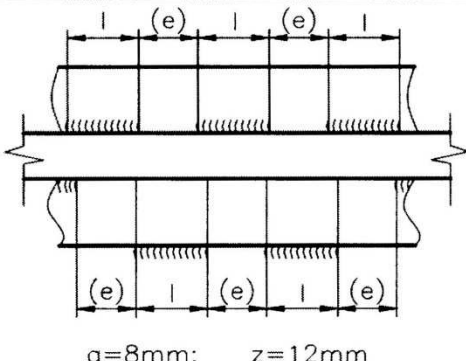


Przykładowe sposoby podawania wymiarów połączeń spawanych

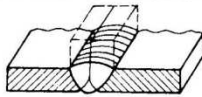
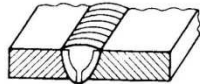


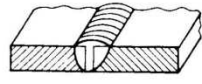
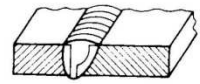


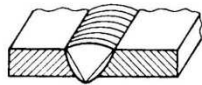
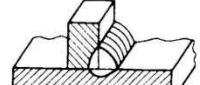



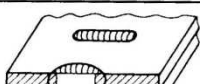



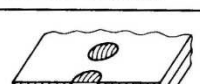



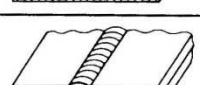


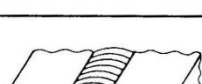
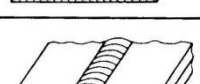



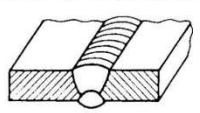


5.			<p>Wymiar poprzeczny spoiny pachwinowej poprzedzony literą a jest wysokością a względem przeciwprostokątnej trójkąta prostokątnego równoramiennego, który wpisuje się w przekrój spoiny. W zasadzie jest to grubość spoiny pachwinowej według oznaczeń w starej PN. Natomiast długość nominalna spoiny l jest równa długości złącza spawanego.</p>
6.			<p>Wymiar poprzeczny spoiny pachwinowej poprzedzony literą z jest przyprostokątną z trójkąta równoramiennego wpisanego w przekrój spoiny. Długość nominalna spoiny l jest równa długości złącza spawanego.</p>

Spoina czołowa o pełnym przetopie		lub	
Spoina pachwinowa			
Spoina pachwinowa z głębokim wtopieniem			


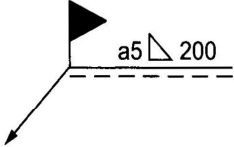

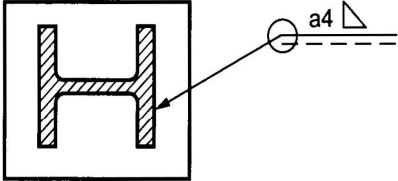
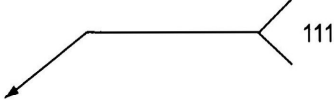
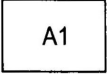
Przykładowe sposoby podawania wymiarów połączeń spawanych

1	2	3	4	5
7.	Szew spawany pachwinowy – spoina pachwinowa przerywana	 <p style="text-align: center;">$a=8\text{mm}; \quad z=12\text{mm}$</p>	$\frac{a8 \nabla nxl(e)}{z12 \nabla nxl(e)}$	<p>Oznaczenie wielkości a oraz z zgodnie z punktami 5 i 6 zamieszczonymi powyżej.</p> <p>Pozostałe oznaczenia zgodnie z PN:</p> <p>n – liczba odcinków spoin szwu dla każdej strony,</p> <p>l – długość odcinków spoin,</p> <p>e – odległość między odcinkami spoin,</p> <p>z – znak przestawności odcinków spoin,</p> <p>d – średnica otworu lub spoiny w płaszczyźnie styku brzegów łączonych elementów,</p> <p>t – podziałka szwu spawanego.</p>
8.	Szew spawany pachwinowy łańcuchowy – spoina pachwinowa przerywana symetryczna	 <p style="text-align: center;">$a=8\text{mm}; \quad z=12\text{mm}$</p>	$\frac{a8 \triangleright nxl(e)}{a8 \triangleright nxl(e)}$ $\frac{z12 \triangleright nxl(e)}{z12 \triangleright nxl(e)}$	
9.	Szew spawany pachwinowy przestawny – spoina pachwinowa przerywana przestawna	 <p style="text-align: center;">$a=8\text{mm}; \quad z=12\text{mm}$</p>	$\frac{a8 \triangleright nxl \nabla (e)}{a8 \triangleright nxl \nabla (e)}$ $\frac{z12 \triangleright nxl \nabla (e)}{z12 \triangleright nxl \nabla (e)}$	

rodzaje spoin i sposób ich oznaczania na rysunkach

Nazwa spoiny	Kształt spoiny	Nazwa spoiny	Kształt spoiny
Znak umowny		Znak umowny	
Brzeźna		Czołowa U	
			
Czołowa I		Czołowa 1/2 U	
			
Czołowa V		Pachwinowa	
			
Czołowa 1/2 V		Otworowa	
			
Czołowa Y		Punktowa	
			
Czołowa 1/2 Y		Liniowa	
			
Czołowa V o stromych brzegach		1/2 V ze stromym brzegiem	
			
Grzbietowa		Podpawanie grani	
			

Dodatkowe oznaczenie spoin na rysunkach

Znak umowny	Znaczenie	Przykład
	spoina montażowa (wykonana na miejscu montażu)	
	spoina obwodowa wykonana na całym obwodzie elementu	
111	oznaczenie metody spawania. Nr oznacza metodę spawania wg PN-EN ISO 4063 [2.12]	
	inne informacje. Nr oznacza odwołanie do odpowiednich dokumentów	