

**CYNKOWANIE OGNIOWE** przebiega w płynnych mediach.

**CYNKOWANIE OGNIOWE** nie rozpoczyna się w ocynkowni.

Skuteczna ochrona antykorozyjna dzięki **CYNKOWANIU OGNIOWEMU** rozpoczyna się na desce kreślarskiej. Zatem:

1. Określić należy najpierw maksymalną wielkość elementu i ciężar.
2. Stosować należy tylko odpowiednie materiały.
3. Konstruowanie i wykonanie powinno przebiegać bez naprężeń.
4. W razie wątpliwości przed wykonaniem dokonać uzgodnień z ocynkownią.
5. Jeżeli to możliwe, obróbkę mechaniczną wykonać przed ocynkowaniem.
6. Ze względu na procesy zanurzeniowe należy szczególnie uważać w przypadku elementów drażonych (pustych).
7. Ustalić należy takie samo zabezpieczenie przed korozją elementów łączących danej konstrukcji. Stosować należy przy tym normy i karty informacyjne:

- **DIN EN ISO 1461**  
*Powłoki cynkowe nakładane na stal podczas cynkowania ogniowego (cynkowanie elementów)*
- **DIN EN ISO 12944**  
*Ochrona antykorozyjna konstrukcji stalowych przez systemy powłok*
- **DIN EN ISO 14713**  
*Ochrona konstrukcji żelaznych i stalowych przed korozją – powłoki cynkowe i aluminiowe – zarys*
- **KARTA INFORMACYJNA 01**  
**Zrzeszenia Przemysłu Cynkowania Ogniowego.**

## Karta informacyjna 01

# Konstrukcje odpowiednio przygotowane do cynkowania ogniowego

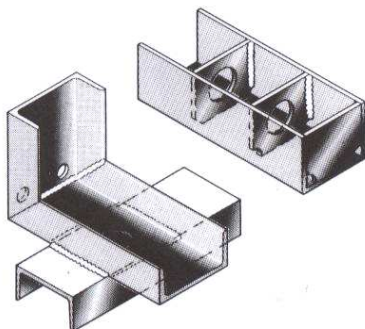
### Konstrukcja

#### Brak elementów wielkogabarytowych



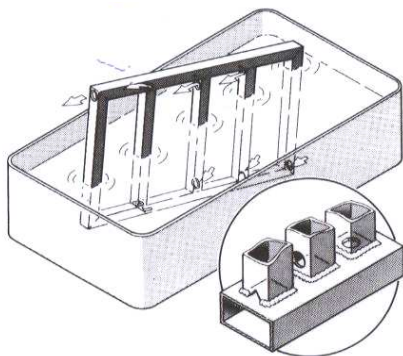
Elementy wielkogabarytowe mogą sprawić problemy transportowe oraz problemy z ocynkowaniem; równe elementy konstrukcji dają się lepiej cynkować tak pod względem jakości, jak i pod względem ekonomicznym. W przypadku profili drażonych należy przewidzieć otwory dopływowe i odpowietrzające (patrz poniżej).

#### Unikać martwych narożników o kątów – przewidzieć otwory na zakładkach



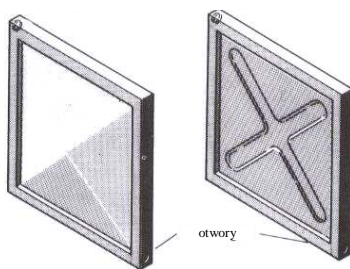
Również w przypadku konstrukcji ramowych z otwartych profili należy przewidzieć możliwości odpowietrzania i odpływu.

#### Przewidzieć należy otwory dopływowe i odpowietrzające

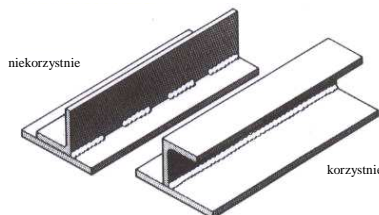


#### Unikanie wypaczeń

1. Zachować odpowiednią kolejność spawania.
2. Wybierać możliwe symetryczne przekroje.
3. Zapewnić możliwości rozszerzalności, np. przez wyokrąglenie, rowkowanie lub krawędziowanie pod skosem.
4. Unikać, jeżeli to możliwe, bardzo dużych grubości materiałów.



#### Nie spawać profili z płasko przylegającymi powierzchniami



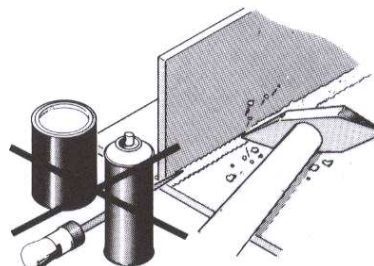
#### Zwrócić uwagę na wielkość i liczbę otworów dopływowych i odpowietrzających

Wymiary profilu pustego w mm			Minimalna $\varnothing$ otworu w mm przy danej liczbie otworów		
1	2	3	1	2	4
15	15	20 x 10	8		
20	20	30 x 15	10		
30	30	40 x 20	12	10	
40	40	50 x 30	14	12	
50	50	60 x 40	16	12	10
60	60	80 x 40	20	12	10
80	80	100 x 60	20	16	12
100	100	120 x 80	25	20	12
120	120	160 x 80	30	25	20
160	160	200 x 120	40	25	20
200	200	260 x 140	50	30	25

Bez otworów cynkowanie ogniowe konstrukcji drażonych nie jest możliwe ze względu na zagrożenie wybuchem. Ułożenie oraz wielkość otworów ma wpływ, m. in. na jakość cynkowania ogniowego.

### Wykonanie

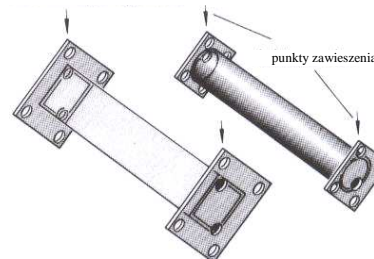
#### Brak farby brak żuźla spawalniczego



Części konstrukcji powinny być dostarczane oczyszczone z farby (powłok), żuźla spawalniczego, wzgl. resztek po spawaniu, (np. spray spawalniczy, resztki po spawaniu w osłonie gazowej) oraz podobnych zanieczyszczeń, ponieważ substancji tych nie można usunąć przy wytrawianiu i powodują one wady ocynkowania.

#### Możliwość zawieszania

Otwory dopływowe i odpowietrzające należy w miarę możliwości wykonać pod zaczepami do zawieszania.



### Wskazówki

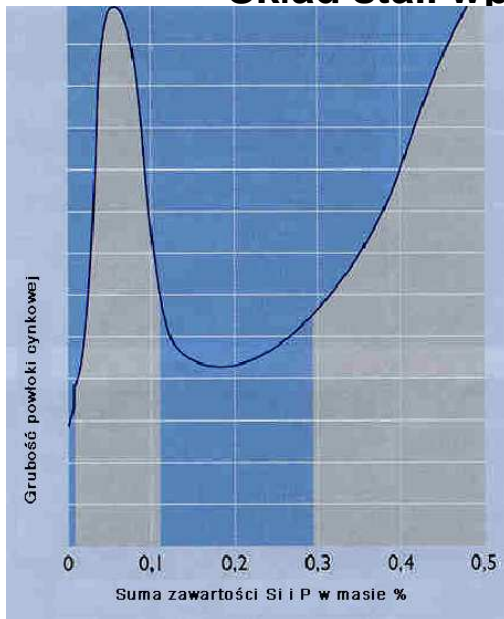
#### Proszę przestrzegać:

- DIN ISO 1461 „Uwzględnić powłokę cynkowe (ocynkowanie elementów) nakładane podczas cynkowania ogniowego na stal.
- Do konstrukcji ocynkowane ogniowo należą cynkowane ogniowo elementy połączeń, np. zgodnie z DIN 267 część 10.
- Elementy stalowe należy dostarczać w miarę możliwości oczyszczone z oleju oraz odtłuszczone.
- Stale o krytycznej zawartości krzemu mają skłonność do tworzenia grubych powłok cynkowych, które mogą mieć szary wygląd.
- W celu uniknięcia poprawek otwory na śruby należy, o ile to możliwe, wykonać o średnicy większej o 2 mm powyżej średnicy znamionowej.
- Szkody transportowe i montażowe w ochronie antykorozyjnej należy usunąć w sposób fachowy.
- Należy unikać szczelin konstrukcyjnych i/lub uwarunkowanych wykonaniem oraz por. np. w połączeniach spawanych.
- Części gwintowane można udrożnić po ocynkowaniu ogniowym po ich rozgrzaniu i oczyszczeniu szczotką.

➤ **Zachowanie tych zasad zapewni jakość ochrony antykorozyjnej przez cynkowanie ogniowe.**

➤ **Każde ich zlekceważenie odbije się na jakości!**

## Skład stali wpływa na wynik cynkowania



Grubość powłoki cynkowej oraz jej wygląd, srebrzysty czy szary, zależą w istocie od zawartości Si oraz P w cynku.

**Srebrzystych powierzchni** z warstwą czystego cynku można oczekiwać przede wszystkim w przypadku trudno reagujących stali z

**Si ≤ 0,03%** lub, jeżeli:

**Si + 2,5 P ≤ 0,09%**, oraz jeżeli

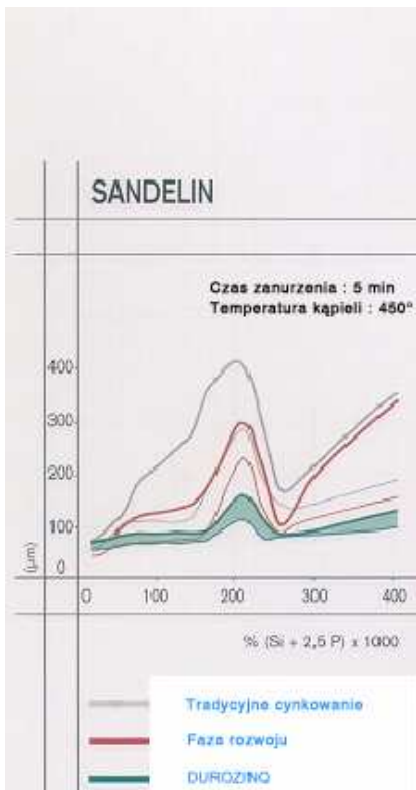
**Si- 0,12 bis 0,28 %;**

jednakże

wpływ na to ma uzależniony od konstrukcji czas zanurzenia!

Stale łatwiej reagujące o zawartości Si- 0,03 do 0,12% oraz powyżej 0,28% tworzą z reguły grubsze warstwy cynku, które wyglądają szaro, ponieważ żelazo przenika aż na powierzchnię.

Wprowadzając **DUROZINQ D3** Voigt und Schweitzer Markenverbund wprowadził na rynek innowacyjne rozwiązanie, które w dalekim stopniu przeciwdziała powstawaniu niekorzystnych różnic w powierzchni. °



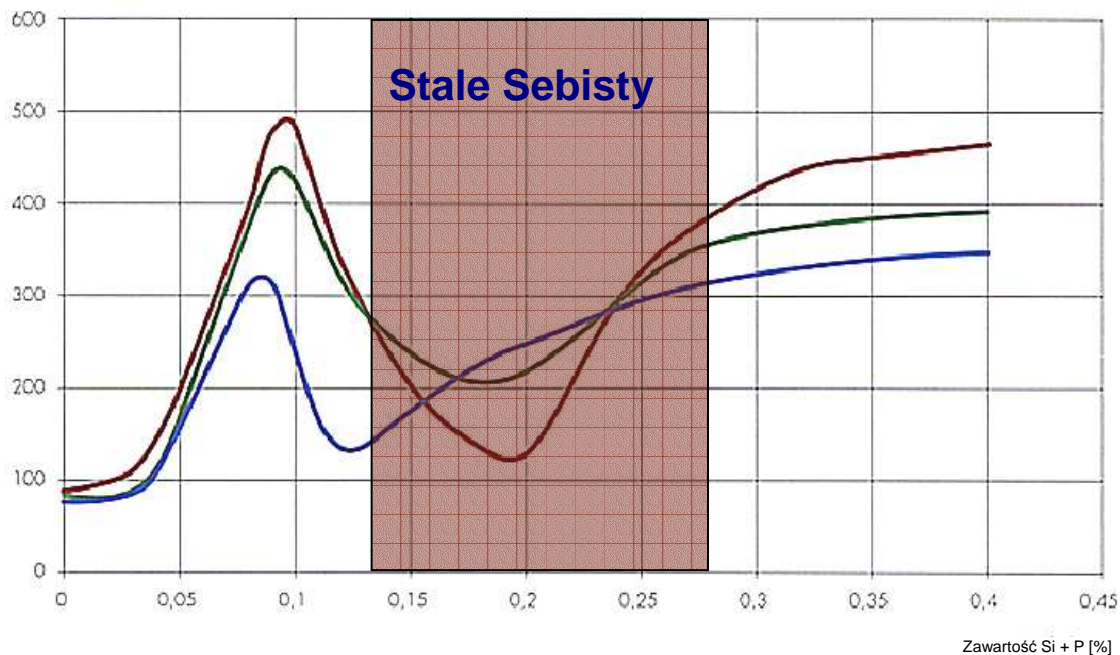
**Dla cynkowania ogniowego krzem ma największy wpływ na zdolność stali budowlanej do ocynkowania.**

**W praktyce istnieją 2 zakresy zawartości Si, które zapewniają ogólną podatność do ocynkowania:**

➤ **Si < 0,03%**

➤ **Si = 0,15 - 0,25%**

Grubość warstwy [μm]



— 1 minuta - 440°C  
 — 10 minut - 450°C  
 — 10 minut - 460°C

Grupa	Krzem + Fosfor [%]	Powłoka cynkowa
Stale ubogie w Si- / P	< 0,03	srebrzysta błyszcząca, wzorzysta, niska grubość powłoki
Stale Sandelinowskie	0.03 + <0,13	szara, częściowo kaszkowata, wysoka grubość powłoki
<b>Stale Sebisty</b>	<b>0.13 ÷ &lt; 0,28</b>	<b>srebrzysta błyszcząca do matowo szarej, średnia grubość powłoki</b>
Stale bogate w Si- / P	≥ 0,28	matowo szara, wysoka grubość powłoki

## WYBÓR MATERIAŁU

Przy zamawianiu stali zaleca się zwracać uwagę nie tylko na to, czy nadaje się ona do cynkowania ogniowego, ponieważ tylko wtedy spełnione są wymogi odnośnie składu chemicznego (Si+2,5P).

Wymagania powinny obejmować o wiele więcej:

### Współczynnik rozszerzalności:

**Wydłużenie przy zerwaniu A powinno wynosić min. 22%.**

*W kąpeli cynkowej zmniejsza się zdolność rozszerzalności stali na skutek bezpośredniego kontaktu z cynkiem do 1/3!*

### Odporność na obciążenia dynamiczne:

Odporny na obciążenia dynamiczne materiał, (odporny na starzenie) o jakości JR J2-lepszy J0- lepszy

*W celu uniknięcia odkształceniowych pęknięć kruchych.*

### Struktura:

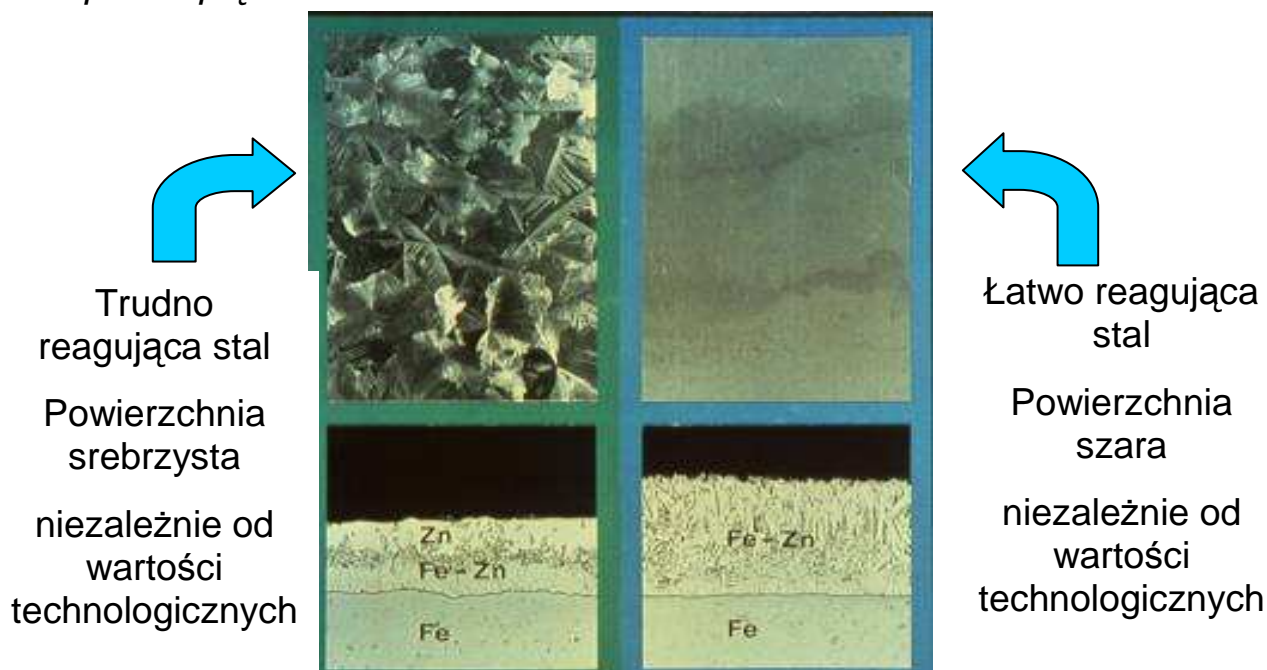
Drobnoziarnista zamiast gruboziarnistej;

*W częściach elementu konstrukcji obciążonych przez rozciąganie zerwanie wzdłuż granic ziarna utrudnia w płynnym cynku (pęknięcia pod wpływem ) drobnoziarnista struktura.*

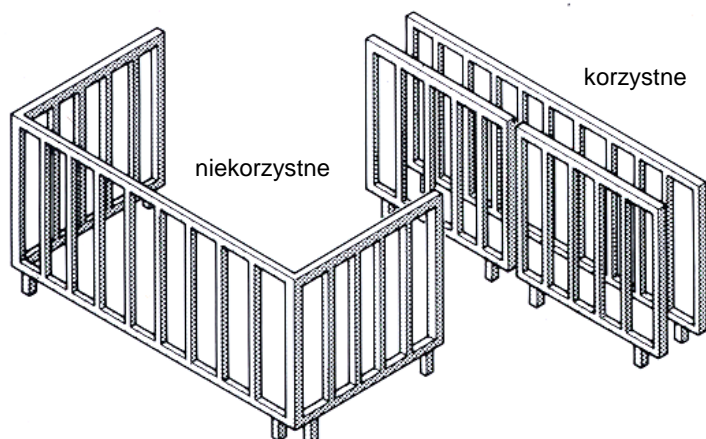
### Współczynnik wytrzymałości:

Unikać stali o dużej wytrzymałości o granicy rozciągalności >1125 N/mm<sup>2</sup> lub twardości >350 HV.

*Stale te mają skłonność do zwiększonego wchłaniania wodoru, co sprzyja wzrostowi łamliwości elementów konstrukcji znajdujących się pod naprężeniem.*



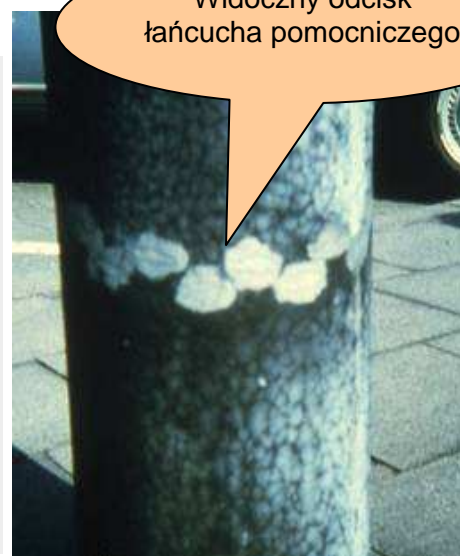
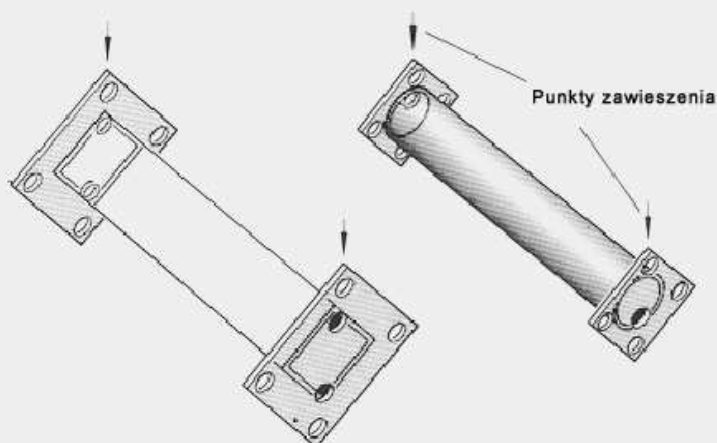
## UNIKAĆ WIELKICH GABARYTÓW



Wielkogabarytowe elementy konstrukcji generują większe koszty transportu i cynkowania. Elementów wielkogabarytowych nie da się ocynkować przy zachowaniu takiej samej jakości jak w przypadku elementów i trzeba je wytrawiać przy wyższych nakładach.

Elementy wielkogabarytowe generują **DODATKOWE KOSZTY**

## PRZEWIDZEĆ PUNKTY ZAWIESZENIA

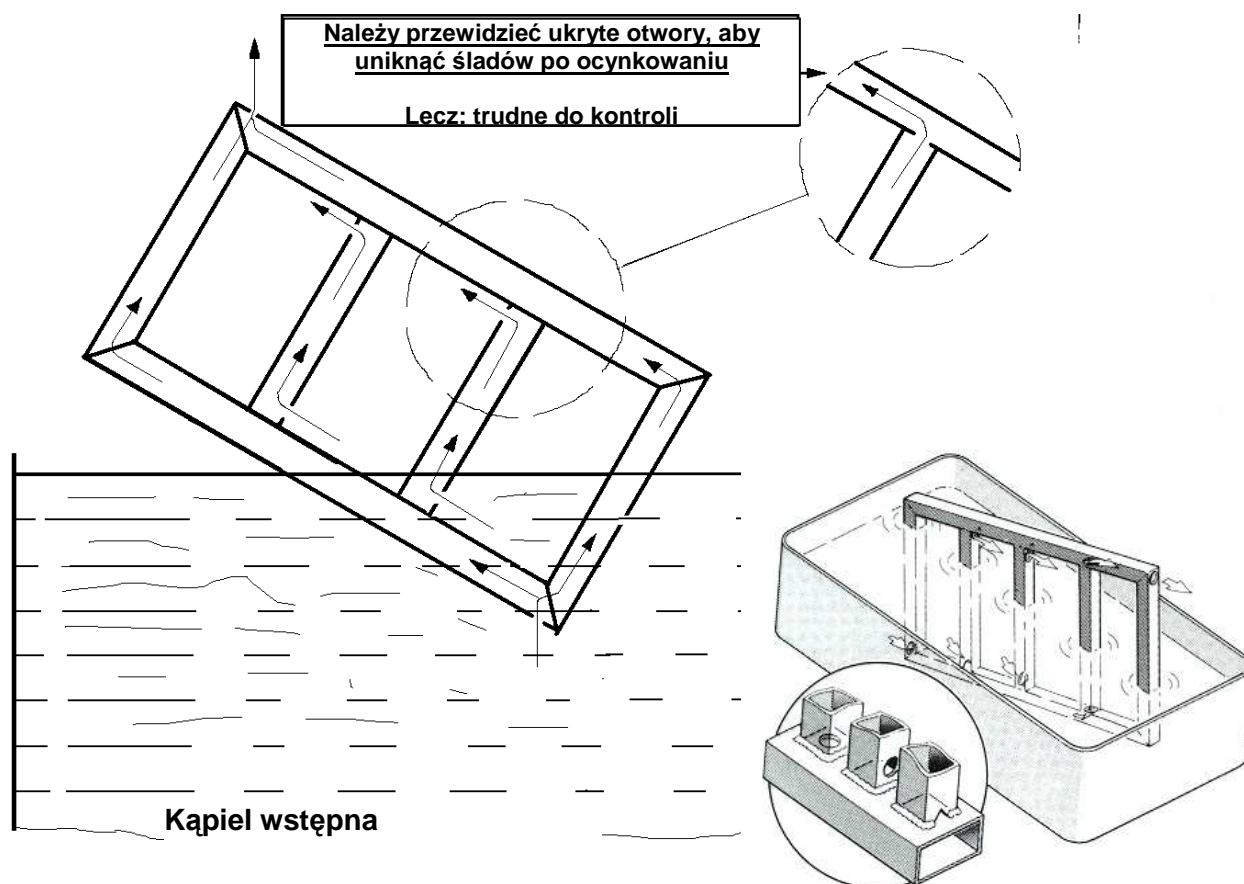


Widoczny odcisk łańcucha pomocniczego

- W ocynkowni elementy konstrukcji przenoszone są za pomocą poprzecznic transportowych oraz suwnicy do kąpeli wstępnych.
- Do połączenia dźwig / element konstrukcji stosuje się regularnie liny lub łańcuchy.
- Jeżeli nie ma punktów do zawieszenia, linę lub łańcuch trzeba owijać bezpośrednio wokół elementu.
- Zaletą elementu jest zatem, jeżeli podczas produkcji przewidziano możliwości zawieszenia (uchwyty, otwory).

**Brak punktów zaczepowych prowadzi do pozostawiania śladów na elementach konstrukcji, które są widoczne po ocynkowaniu.**

## NALEŻY PRZEWIDZIEĆ OTWORY DOPŁYWOWE I ODPOWIETRZAJĄCE



- Otwory dopływowe i odpływowe muszą zapewniać swobodny, szybki przepływ mediów obróbki wstępnej oraz cynku.
- Wielkość i liczba otworów musi odpowiadać przynajmniej wartościom podanym w tabeli w karcie informacyjnej 01. Należy przy tym uwzględnić wypełniającą objętość.
- Brak otworów lub za małe otwory może pociągnąć za sobą niewłaściwe ocynkowanie!
- Braku ukrytych otworów trudno jest stwierdzić podczas kontroli przyjęcia towaru w ocynkowni!
- Braku ukrytych otworów może prowadzić do eksplozji elementu!

**Brak ukrytych otworów prowadzi do zniszczenia elementu i zagrożenia życia ludzkiego!**

**NALEŻY PRZEWIDZIEĆ OTWORY DOPŁYWOWE I  
ODPOWIETRZAJĄCE**



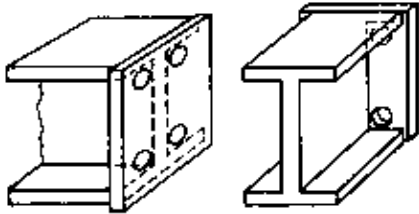
- **Brakowało 2 otworów o średnicy  $\varnothing$  12 mm!  
Ta część to złom!  
Terminu nie da się dotrzymać**
- **Eksploracja elementu w kąpielii cynkowej stanowi zagrożenie dla **ludzkiego życia**.**

**Odpowiedzialność za szkody ponosi producent elementu**

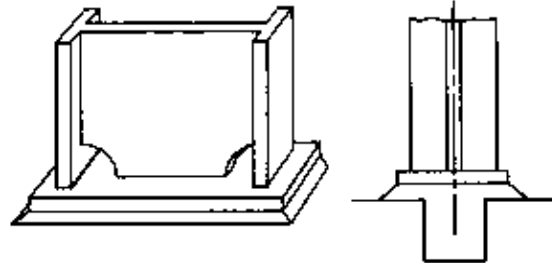


• **PRZYKŁADY OTWORÓW PRZEPIŹYWOWYCH**

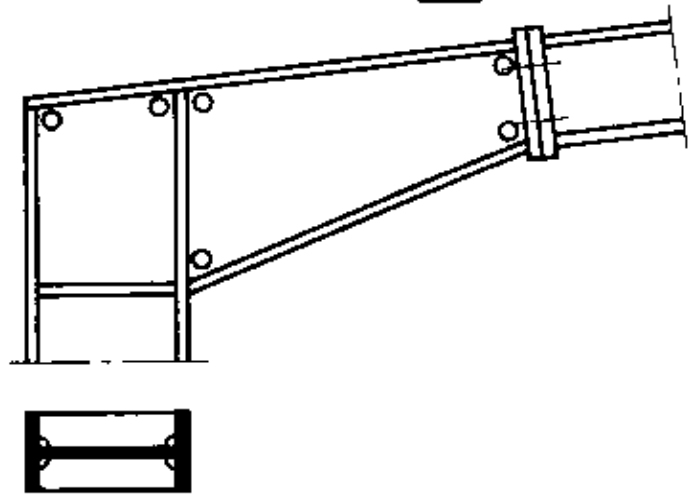
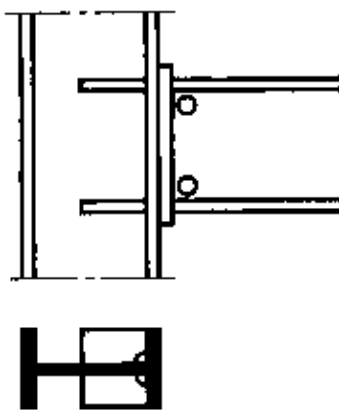
Połączenie dźwigarów



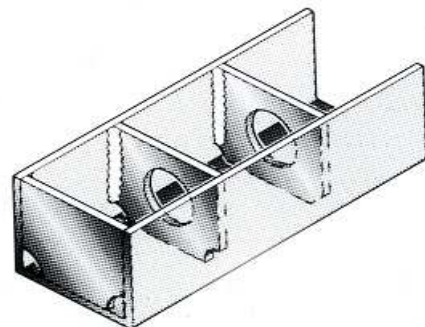
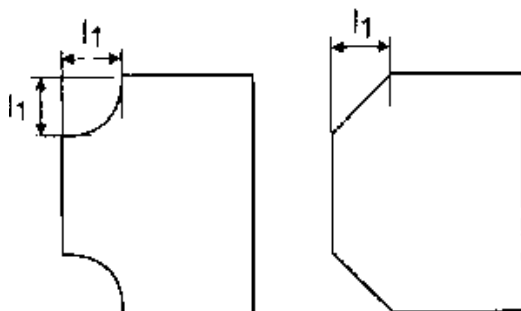
Stopa podpory



Naróżnik ramy



• **Minimalne wymiary wykrojników otwartych**



$L_1 > 20 \text{ mm}$  dla profili o przekroju do 300 mm  
 $L_1 > 30 \text{ mm}$  dla profili o przekroju większym od 300 mm

## BŁĘDNE WYKONANE OTWORY DO- I ODPŁYWOWE

- Otwór odpowietrzający za daleko od górnego rogu =



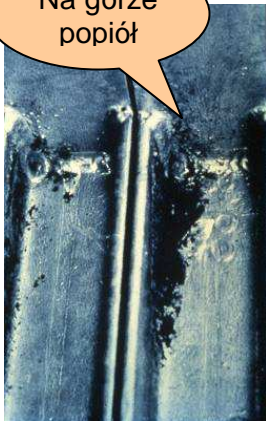
- **Skutek:** W narożniku wewnętrznym tworzy się pęcherz powietrza, pod którym nie następuje wytrawianie a potem ocynkowanie. Element rdzewieje od wewnątrz!
- Otwór odpowietrzający za daleko od dolnego rogu =



- **Skutek:** Pod otworem w rogu są pozostałości cynku a przede wszystkim popiołu. Element zostanie zaatakowany od wewnątrz!

## **BŁĄD Z POWODU BRAKU OTWORÓW DO- I ODPŁYWOWYCH**

Na górze popiół

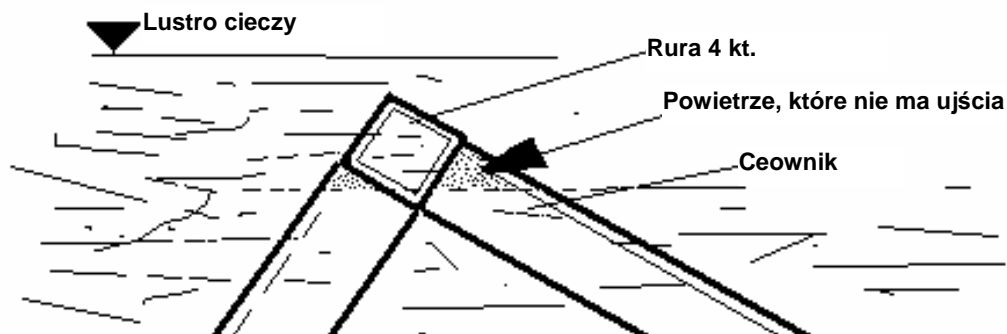
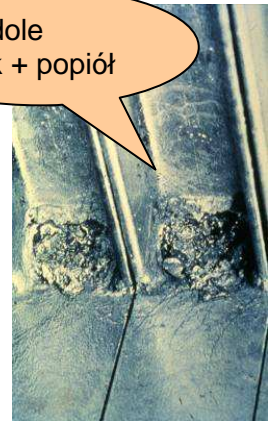


Brak otworów do- i odpływowych prowadzi do powstawania miejsc niewytrawionych, które następnie nie przyjmują cynku.

W górnej części pozostał popiół, w dolnej części widać mieszankę cynku i popiołu.

**Ochrona antykorozyjna jest przez to znacznie gorsza.**

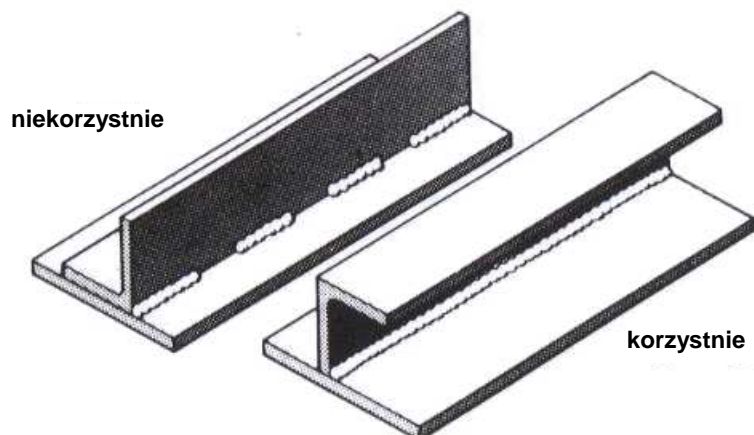
Na dole cynk + popiół



*Tabela 1. Wielkość i liczba otworów przepływowych i odpowietrzających*

Wymiary profilu pustego w mm			Minimalna średnica otworu w mm przy danej ilości otworów		
○ mniejszy niż:	□	▭	od: 1	2	4
40	40	50 x 30	14	12	
50	50	60 x 40	16	12	10
60	60	80 x 40	20	12	10
80	80	100 x 60	20	16	12
100	100	120 x 80	25	20	12
120	120	160 x 80	30	25	20
160	160	200 x 120	40	25	20
200	200	260 x 140	50	30	25

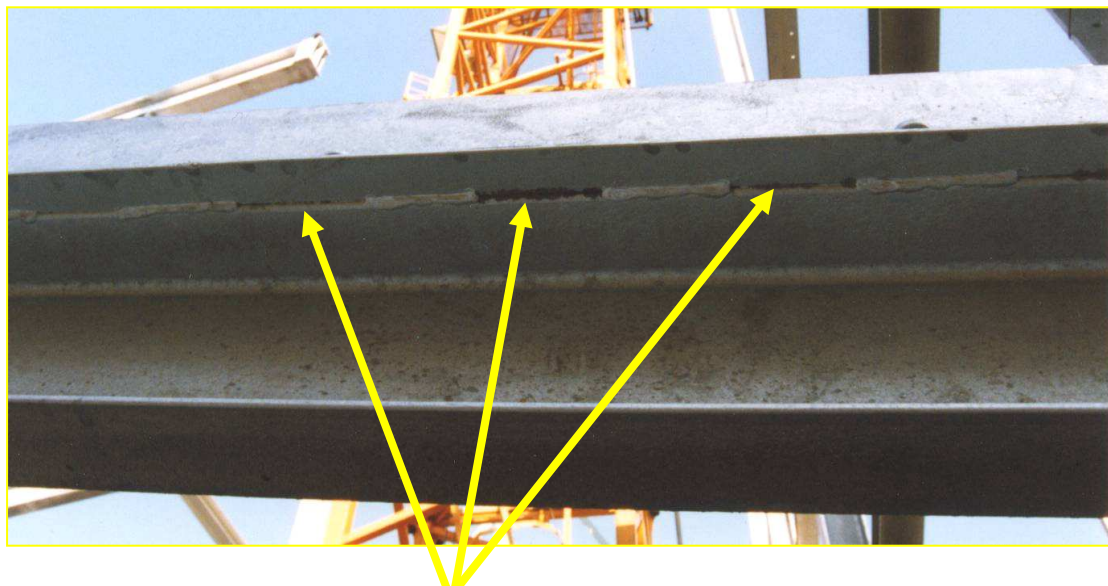
## NIE SPAWAĆ PROFILI PŁASKIMI BOKAMI



Zespawane na płasko profile bez szczeliny (< 2,5 mm) między powierzchniami powodują problemy z korozją.

Do wąskiej szczeliny przedostają się media z obróbki wstępnej, cynk nie może jednak wypłukać tworzących się w kąpielach cynkowej tlenków zawierających chlor i zamyka szczelinę od zewnątrz.

Pozostałe w szczelinie resztki soli są higroskopijne, nasycają się wilgocią i atakują od wewnątrz warstwę cynku, co w końcu widać również na zewnątrz szczeliny.



**Zbyt wąska szczelina = Korozja**

Tego rodzaju wad można uniknąć, gdy między powierzchniami zachowa się **szczelinę min. 2,5 mm** lub wykona ją jak zgodnie ze szkicem.

## **UNIKAĆ ROZWARSTWIENIA / PRZEWIDZIEĆ OTWORY ODPRĘŻAJĄCE**

Jeżeli chce się uniknąć rozwarstwienia materiału, należy koniecznie przewidzieć otwory odprężające.

Wilgotność zamkniętego podczas spawania powietrza rozszerza się na skutek nagłego rozgrzania do 445°C tworząc ciśnienie do 350 bar.

W najkorzystniejszym przypadku należy odkształceniem obszaru rozwarstwienia.

W najniekorzystniejszym przypadku może dojść jednakże do eksplozji rozwarstwienia.

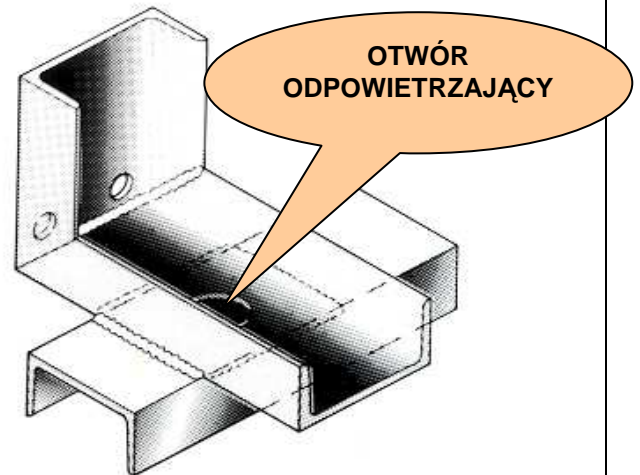
Często jednakże element zostaje tak uszkodzony, że staje się bezużyteczny.

Przy ocenie wielkości oraz liczby otworów należy pamiętać, iż przedstawiona poniżej tabela ma zastosowanie jedynie do płasko przylegających powierzchni.

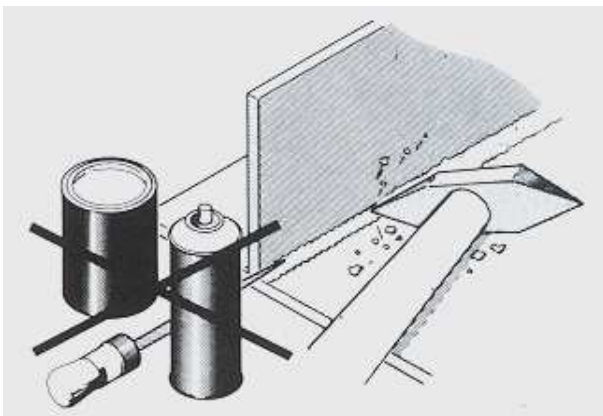
Szczeliny 3 mm oraz większe pochłaniają za dużo mediów obróbki wstępnej, które eksplodują w kąpeli cynkowej, jeżeli otwory są za małe lub jest ich za mało.

W celu uniknięcia zjawisk korozji otwory należy uszczelnić trwałą masą elastyczną po ocynkowaniu.

Uszczelnienie należy osobno uzgodnić z ocynkownią!



**DOSTAWA WOLNA OD:**



**OLEJU I TŁUSZCZU**  
**FARBY,**  
**ŻUŻLA**  
**SPRAY SPAWALNICZY**  
**GAZ OCHRONNY – WTOP**

- Żaden z tych materiałów nie zostaje usunięty przez media obróbki wstępnej!
- Pod tymi materiałami stal nie zostaje wytrawiona, tzn. nie ma ona czystej chemicznie powierzchni, lecz zawiera tlenki na powierzchni.
- W kąpeli cynkowej materiały te ulegają spaleniowi lub odpadają na skutek naprężeń termicznych. Niewytrawione miejsca nie przyjmują jednakże cynku, lub przyjmują tylko częściowo!

SYGNATURA  
PRZED  
CYNKOWANIEM



SYGNATURA  
PO  
CYNKOWANIU



➤ Sygnatura pozostaje czytelna, ochrona antykorozyjna naruszona.

Wypalony spray  
spawalniczy

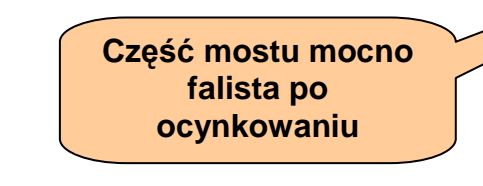


➤ Wady ocynkowania ze względu na spray spawalniczy i nieusunięty żużel.

## UNIKAĆ WYPACZEŃ:



Część mostu tylko lekko falista przed ocynkowaniem

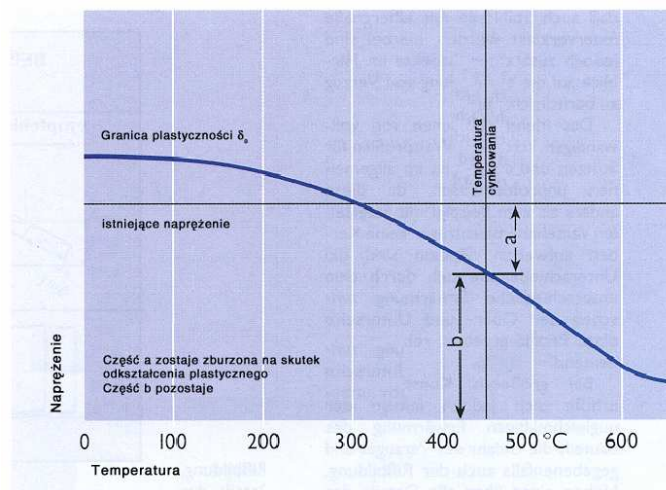


Część mostu mocno falista po ocynkowaniu



Rozgrzanie do temperatury **powyżej 440°C** w ciekłym cynku prowadzi do równolegle przebiegających reakcji elemencie konstrukcji:

- **ROZSZERZALNOŚĆ CIEPLNA:** jeden metr długości elementu zwiększa się o 4,5 mm!
- **ZMNIJSZENIE GRANICY PLASTYCZNOŚCI O 50%**



- **ZMNIJSZENIE ROZSZERZALNOŚCI DO OKOŁO 1/3 WARTOŚCI PRZY 20°C**

## **WYPACZENIE**

powstaje, gdy zmniejszone granice plastyczności stali nakładają się na siebie na skutek naprężeń własnych w elemencie.  
Naprężenia własne powstają już w czasie produkcji (np. walcowanie) półwyrobu i/lub podczas obróbki (np. gięcie lub spawanie).  
**Ocynkownia nie ma wpływu na naprężenia własne!**

## ZASADY POSTĘPOWANIA W CELU UNIKNIĘCIA WYPACZEŃ

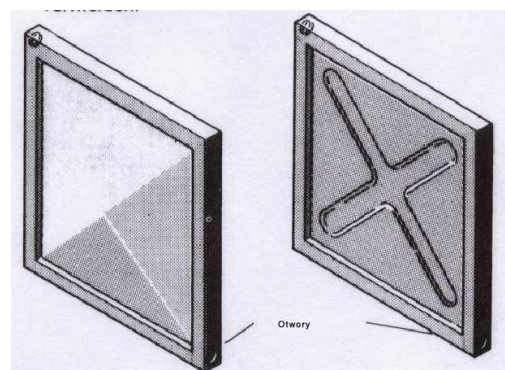
- Jeden metr materiału ulega w kąpeli cynkowej rozszerzeniu o 4,5 mm!



**Należy to wziąć pod uwagę.**

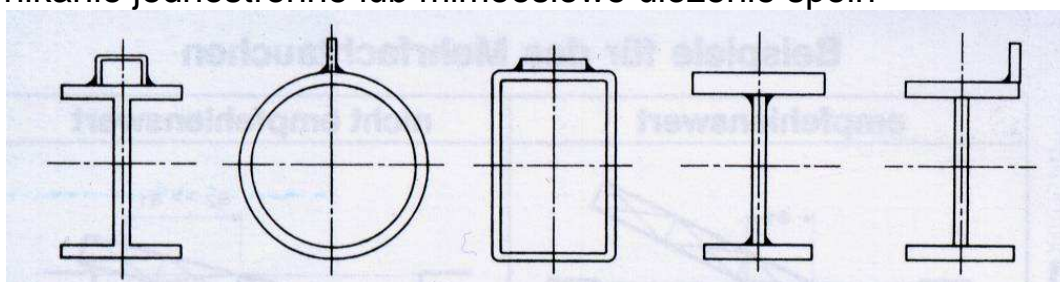
na przykład:

w przypadku konstrukcji z blachy przez stworzenie możliwości rozszerzalności rowkowanie, wyokrąglenie;



- **Zapobiegać wypaczaniu przez:**

Unikanie jednostronne lub mimoosiowe ułożenie spoin



- **Zapobiegać wypaczaniu przez:**

Niedopuszczanie do naprężeń własnych podczas spawania;  
 Niedopuszczanie do wypaczenia podczas spawania;  
 Sporządzanie planu postępowania po spawaniu;  
 Zachowanie kolejności spawania;  
 Unikanie niesymetrycznych przekrojów.

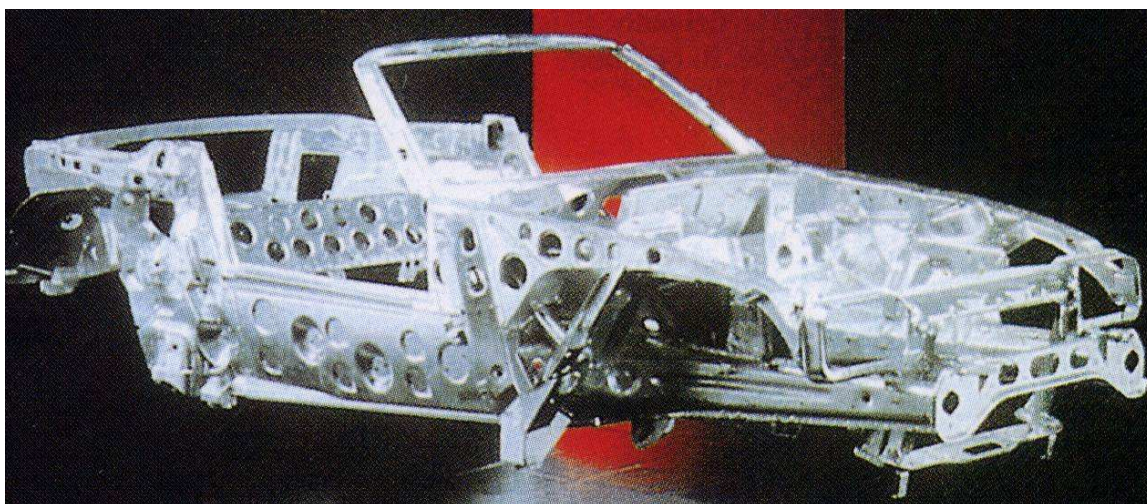


## WYPACZEŃ MOŻNA UNIKNAĆ

- Karoseria autobusu



- Karoseria BMW Z1 z blachy stalowej



**WYPACZENIA** można uniknąć, gdy materiał, konstrukcja i wykonanie dostosowane są do cynkowania ogniowego.