

Prezentacja dla wykładowców  
architektury i budownictwa

## Rozdział 09

**Łączenie i przetwarzanie stali  
nierdzewnych**

# Plan prezentacji

1. Łączenie
2. Przetwarzanie

# 1 - łączenie

## Wszystkie stosowane techniki łączenia!

Proces (poz. Lit.)	Wideo	Charakterystyka
Spawanie (1-5) (powszechnie stosowane)	<a href="#">Spawanie MIG</a> <a href="#">Spawanie TIG</a> <a href="#">Robot spawalniczy</a>	Wysoka wytrzymałość połączeń Brak możliwości demontażu
Złącza śrubowe (powszechnie stosowane)	<a href="#">Przykład</a>	Łatwy montaż na placu budowy Możliwość łączenia różnych materiałów (drewno, szkło, ...) Możliwy demontaż na późniejszym etapie
Lutowanie lutem miękkim/twardym	<a href="#">Lutowanie</a>	Wodoszczelność (stosowane głównie w pokryciach dachowych)
Mechaniczne zaciskanie Fałdowanie inne ...	<a href="#">Mechaniczne zaciskanie</a>	Trwałe połączenia rur Wodoszczelność (stosowane głównie w pokryciach dachowych)
Klejenie (nie często stosowane, ale jego popularność wzrasta)		Zachowana integralność wykończenia powierzchni

# Spawanie łukowe

## Zalety spawania łukowego

- Własności złącza równe stali w stanie wyżarzonym
- Zapewnia najsilniejsze połączenie
- Może być wykonane w czasie montażu lub w trakcie produkcji
- Łączy materiały cienkie i grube o dowolnym kształcie
- Możliwość łączenia tych samych lub różnoimiennych metali (zwykle ze stalą czarną przy właściwie dobranym materiale dodatkowym do spawania)
- Odporne na zmęczenie przy obciążeniach cyklicznych
- Taka sama odporność korozyjna i żaroodporność jak stali w stanie wyżarzonym

## Ograniczenia spawania łukowego

- Nie jest możliwe dla wszystkich gatunków
- Wymaga kwalifikowanych operatorów i procedur
- Może powodować odkształcenia wywołane przez ciepło spawania
- Po spawaniu wymaga dodatkowych operacji obróbki dla dobrego wyglądu wykończenia powierzchni (np. piaskowanie)
- Spadek własności plastycznych w przypadku materiałów przerabianych plastycznie na zimno

# Spawanie łukowe

[Wideo: polerowanie połączenia spawanego](#)



# Połączenia mechaniczne

## Zalety połączeń mechanicznych

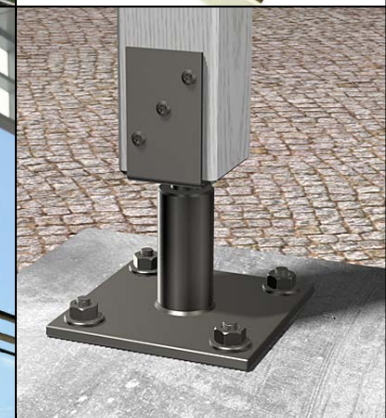
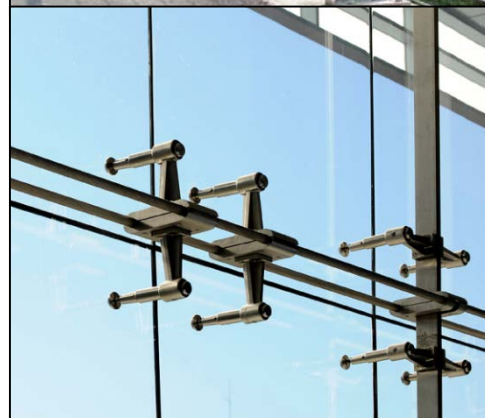
- Mogą być demontowane
- Idealne do montażu na placu budowy
- Szybkie
- Nie wymagają kwalifikowanych wykonawców

## Ograniczenia połączeń mechanicznych

- Nie tak silne jak połączenia spawane
- Mogą powodować korozję szczelinową (porównać rozdział o odporności korozyjnej)

## Wybór odpowiedniego zamocowania

Niemiecki Instytut Technologii Budowlanych\* wydał rekomendacje dotyczące wyboru zamocowań w zależności od środowiska, w jakim są wykorzystywane. Proszę zapoznać się z Odniesieniem 4, Tabela 1a (klasy ekspozycji) oraz Tabela 8 (gatunki stali nierdzewnych w podziale na klasy)



\* Deutsches Institut für Bautechnik (DIBt)





Mechaniczne  
zaciskanie  
- press fitting  
(proces stosowany tylko dla rur)



### Zalety mechanicznego zaciskania

- Idealnie szczelne dla cieczy i gazów
- Szybkie
- Brak płomienia
- Idealnie czyste powierzchnie
- Nie wymagają wykwalifikowanych wykonawców

### Ograniczenia mechanicznego zaciskania

- Nie mogą być demontowane
- Wymagają tulei zaciskowych dla każdej średnicy rury

# Klejenie

## Zalety klejenia

- Połączenie jest prawie niewidoczne, co polepsza wygląd produktu
- Zapewnia równomierny rozkład naprężeń i większą powierzchnię nośną
- Łączy materiały cienkie i grube o dowolnym kształcie
- Możliwość łączenia tych samych lub różnoimiennych metali
- Zmniejsza lub eliminuje korozję (galwaniczną) między różnoimiennymi metalami
- Odporne na zmęczenie i obciążenia cykliczne
- Połączenia mają gładkie kontury
- Szczelne złącza w różnych środowiskach
- Izoluje przed przenikaniem ciepła i przewodzeniem prądu elektrycznego
- Brak odkształceń powodowanych przez ciepło
- Tłumi drgania i pochłania wstrząsy
- Korzystny stosunek wytrzymałości do wagi
- Często szybsze i tańsze od połączeń mechanicznych

## Ograniczenia klejenia

- Brak możliwości wizualnej kontroli klejonego obszaru
- Wymaga starannego przygotowania powierzchni, często z zastosowaniem korozyjnych chemikaliów
- Może wymagać długiego czasu utwardzania, zwłaszcza gdy nie stosuje się utwardzania w wysokiej temperaturze
- Może wymagać uchwytów, pras, pieców i autoklaw, zwykle niepotrzebnych w innych metodach łączenia
- Złącza nie powinny być eksploatowane w temperaturze powyżej ok 180°C
- Dla większości klejów wymaga dokładnej kontroli procesu, w tym głównie zanieczyszczeń
- Własności zależne od otoczenia, w którym będzie eksploatowane



# Zastosowania klejenia



Klejenie elementów poręczy dla zastosowań wewnętrznych i zewnętrznych

## Mocowanie elementów balustrad (Delo-Duopox AD895)

- Wypełnia szczeliny, nadaje się do klejenia małych i dużych szczelin
- Dobra odporność chemiczna i odporność na starzenie
- Do zastosowań wewnętrznych i zewnętrznych
- Efektywność: Elastyczny system modułowy konstrukcji poręczy. Eliminacja dodatkowych etapów obróbki wymaganych w spawaniu – szlifowanie, polerowanie.

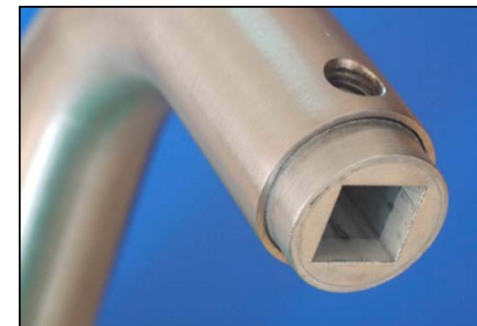


W 6-piętrowym biurowcu w Hanowerze (Niemcy) panele ze stali nierdzewnej (gatunku 1.4404) są przymocowane do ścian zewnętrznych z zastosowaniem klejenia bez konieczności dodatkowych połączeń mechanicznych.

Tablica 1. Dobór klejów do klejenia konstrukcyjnego

	Ze stalą nierdzewną	Typ klejów półkonstrukcyjnych				
		Silikonowy	Polimerowy modyfikowany silanami	Poliuretanowy	Akrylowy	Epoksydowy
Stal nierdzewna	Tak	●	●	●	○	●
Stal węglowa	Tak	●	●	○	○	●
Stal węglowa/ malowana	Tak	●	●	X	○	○
Stal węglowa/ galwanizowana	Tak	●	●	X	○	○
Aluminium	Tak	●	●	○	○	●
Drewno	Tak	●	●	○	○	●
Szkło/ceramika	Tak	●	●	X	○	●
Tworzywo PCV	Tak	●	●	X	X	X
Tworzywo PA	Tak	○	●	X	○	
Tworzywo PP/PE	Nie	X	X	X	X	X

● - bardzo zalecane, ○ - zalecane, X - niezalecane



Klejenie jest stosowane podczas montażu klamek

Zdjęcie: Hoppe, Stadallendorf (D)



Klejenie jest praktyczną metodą łączenia w zastosowaniach budowlanych, gdy stal nierdzewna ma być łączona z murem lub naturalnym kamieniem.

Zdjęcia: Enkolit, Sulz (A)

# Źródła

1. [http://www.worldstainless.org/Files/issf/animations/WeldedFabrication/start\\_1.html](http://www.worldstainless.org/Files/issf/animations/WeldedFabrication/start_1.html)
2. <http://www.wikihow.com/Weld-Stainless-Steel>
3. [http://www.nickelinstitute.org/~Media/Files/TechnicalLiterature/WeldingofStainlessSteelandotherJoiningMethods\\_9002\\_.pdf](http://www.nickelinstitute.org/~Media/Files/TechnicalLiterature/WeldingofStainlessSteelandotherJoiningMethods_9002_.pdf)
4. <http://www.edelstahl-rostfrei.de/page.asp?pageID=1590>
5. [http://www.improve.it/metro/file.php?file=/1/Papers/Metallurgy\\_of\\_Welding\\_Processes/Joinoint\\_properties.pdf](http://www.improve.it/metro/file.php?file=/1/Papers/Metallurgy_of_Welding_Processes/Joinoint_properties.pdf)
6. <http://www.worldstainless.org/news/show/1865>
7. <http://shura.shu.ac.uk/3115/>
8. [http://www.worldstainless.org/Files/issf/non-image-files/PDF/ISSF\\_Stainless\\_Steel\\_for\\_Designers.pdf](http://www.worldstainless.org/Files/issf/non-image-files/PDF/ISSF_Stainless_Steel_for_Designers.pdf)
9. [http://www.delo.de/fileadmin/upload/dokumente/en/broschueren/Structural\\_Bonding.pdf](http://www.delo.de/fileadmin/upload/dokumente/en/broschueren/Structural_Bonding.pdf)
10. <https://www.ellsworth.com/globalassets/literature-library/manufacture/ellsworth-adhesives/ellsworth-adhesives-white-paper-structural-bonding.pdf>
11. <http://www.sciencedirect.com/science/book/9781845694357>

## 2 - Przetwarzanie

Dostępne obszerne opracowania, sprawdź źródła.

Pozycja 1 to szkolenie na temat przetwarzania stali nierdzewnych.

Rozdział 1 przedstawia liczne aplikacje w architekturze, budownictwie i konstrukcjach. Obecnie standardowo wytwarza się wszystkie kształty wyrobów oraz wykończenia powierzchni.

# Materiały wideo nt. przetwarzania

- Wytop i walcowanie stali nierdzewnej <https://www.youtube.com/watch?v=5zwgl-pQ6kE>
- Cięcie i gięcie [https://www.youtube.com/watch?v=VMu7\\_W0QE3Y](https://www.youtube.com/watch?v=VMu7_W0QE3Y)
- Cięcie strumieniem wody <http://www.sastainless.com/videos/index.html>
- Tłoczenie [https://www.youtube.com/watch?v=n-ht\\_5Ysurc](https://www.youtube.com/watch?v=n-ht_5Ysurc)
- Maszyna do gięcia drutu <https://www.youtube.com/watch?v=kDoSDiiZx6U>
- Maszyna do formowania sprężyn <https://www.youtube.com/watch?v=SwY-RT4DBxY>
- Profilowanie rolkowe [https://www.youtube.com/watch?v=44XD5mZoM\\_0](https://www.youtube.com/watch?v=44XD5mZoM_0)
- Obróbka skrawaniem <https://www.youtube.com/watch?v=LDxNDWObTyg>

Więcej materiałów wideo dostępnych w sieci

# Źródła - przetwarzanie

1. <http://www.issftraining.org/>
2. [http://www.imoa.info/download\\_files/stainless-steel/Austenitics.pdf](http://www.imoa.info/download_files/stainless-steel/Austenitics.pdf)
3. [http://www.imoa.info/download\\_files/stainless-steel/Duplex Stainless Steel 3rd Edition.pdf](http://www.imoa.info/download_files/stainless-steel/Duplex Stainless Steel 3rd Edition.pdf)
4. <http://www.worldstainless.org/news/show/34>



Dziękuję za uwagę