

The background image shows a brown and tan transformer with a red roof, situated on a concrete pad. Orange grounding conductors are visible running along the ground and connecting to the transformer. A large, semi-transparent red lightning bolt is positioned on the left side of the image.

Połączenia elementów uziemiających w energetyce i budownictwie

Ryszard Wysokiński

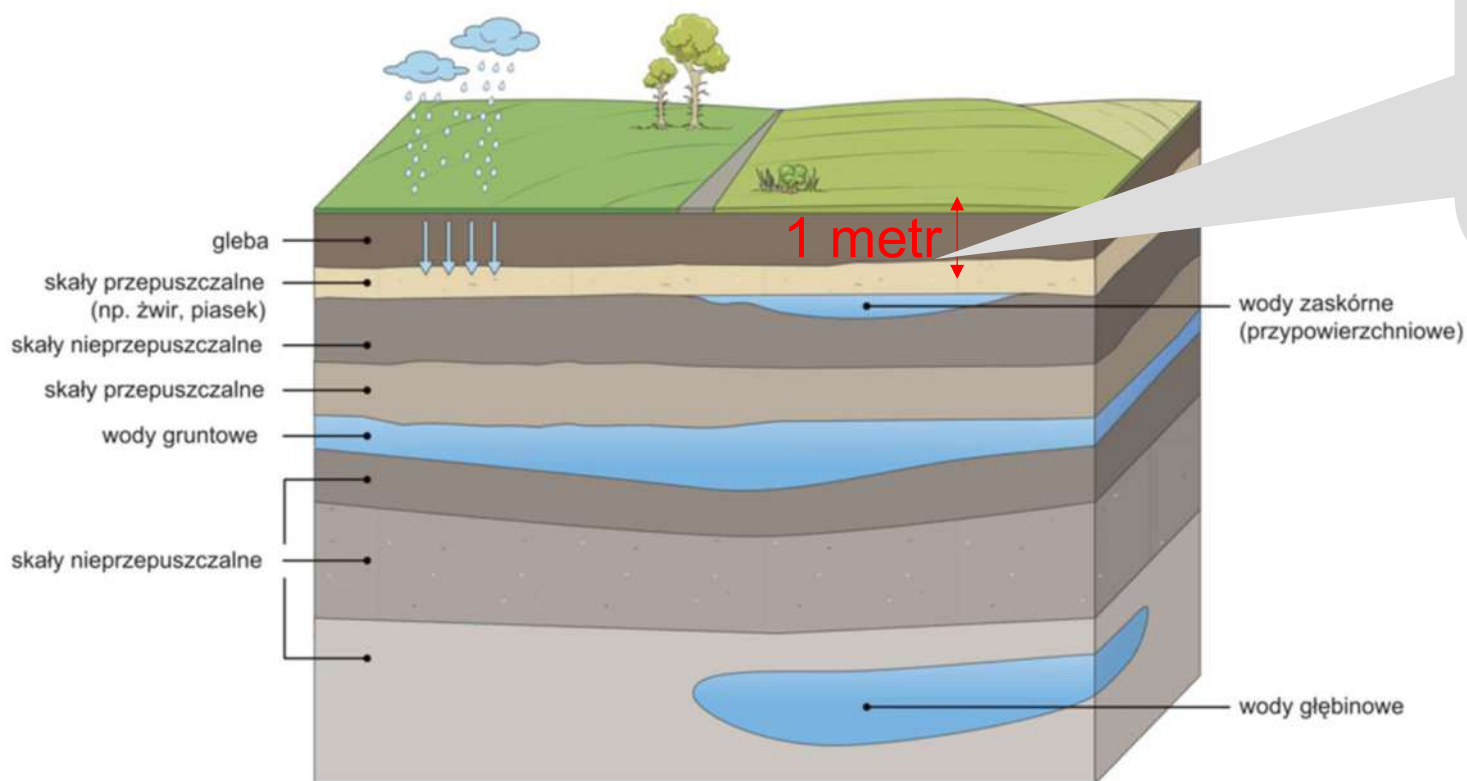
17 lutego 2023 r.



Środowisko montażu

■ Elementy połączeniowe – środowisko pracy

Warunki środowiska miejsca montażu



ZAGROŻENIA DLA POŁĄCZEŃ

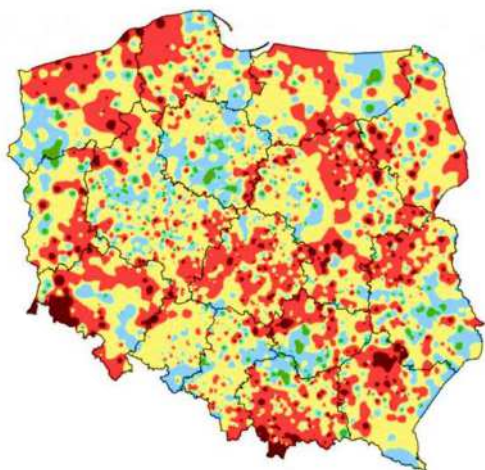
- napowietrzenie gruntu
- nawożenie upraw (azot, potas, fosfor)
- często występujące zmiany wilgotności i temperatury gruntu do 1m
- pH gleby i zakwaszenie gleby



■ Elementy połączeniowe

Wpływ odczynu gleby na korozję połączeń w układach uziomowych.

Największe zakwaszenie gleby występuje do głębokości 0,8 – 1,0 m



Odczyn gleby	pH _{H2O}	Podział gleb w Polsce wg odczynu w %	Cynk Zn	Miedź Cu	Cyna Sn
Silnie kwaśne	0-1,5	50	Korozja	Korozja	Korozja
Silnie kwaśny	1,5-5,0		Korozja	Korozja	Pasywność
Kwaśny	5,0-6,0				
Lekko kwaśny	6,1-6,7	42	Korozja	Korozja	
Obojętny	6,8-7,4			Pasywność	
Zasadowy	7,4-11,0	8	Pasywność	Pasywność	Pasywność
Zasadowy	11,0- 12,5		Korozja		
Zasadowy	12,5-13,0		Korozja		Korozja
Zasadowy	13,0-		Korozja	Korozja	Korozja

Źródło: Wikipedia.pl



**Uszkodzenie połączeń układu uziomów
i brak ciągłości galwanicznej może prowadzić
do utraty części lub całości układu uziemiającego
i gwałtownego skoku jego rezystancji.**

- Elementy połączeniowe

UKŁAD tak mocny jak jego najsłabsze ogniwo



■ Elementy połączeniowe - uchwyty

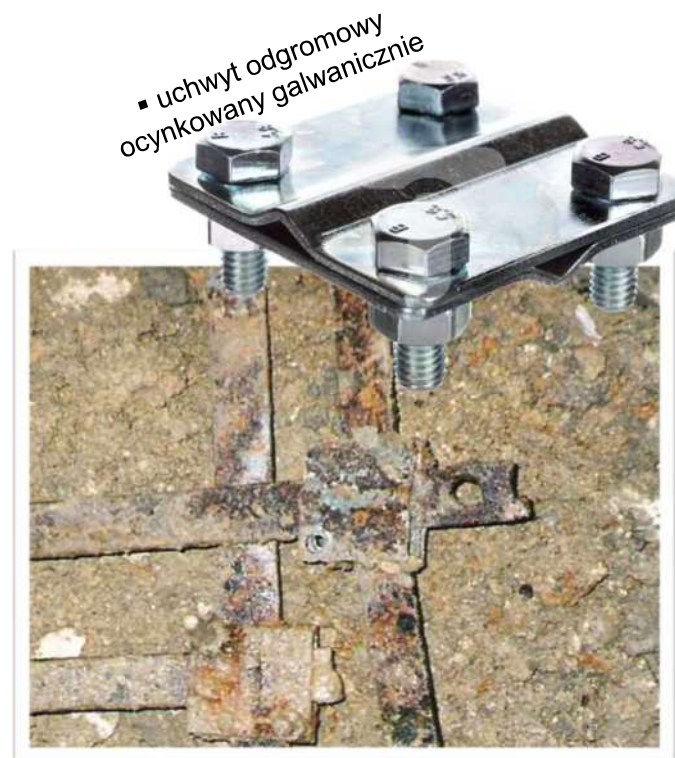
Dlaczego jakość połączenia ma tak duże znaczenie?

- połączenia skręcane (śrubowe) z materiałów źle dobranych, w ziemi, stanowią najsłabsze ogniwo układu uziemiającego
- nawet wstępna korozja uchwyty może prowadzić do poluzowania połączenia
- śruby ze stali ocynkowanej ogólnie w wyniku szybkiej korozji prowadzą do utraty ciągłości połączenia („błyszczące” elementy, wykonane ze stali ocynkowanej galwanicznie nie mogą być stosowane w ziemi)
- utrata ciągłości połączenia może prowadzić do utraty części lub nawet odłączenia całości układu uziomowego, co skutkuje gwałtownym wzrostem rezystancji uziomu, a tym samym zmniejsza skuteczność ochrony przed porażeniem i ochrony odgromowej

Rozwiązanie

Zapewnienie wysokiej jakości połączeń poprzez:

- stosowanie **uchwyty krzyżowych ze stali nierdzewnej oraz taśm antykorozyjnych**
- wykonywanie połączeń **zgrzewanych egzotermicznie** (zalecane)



▪ korozja śrub = brak ciągłości połączenia

- Elementy połączeniowe - spawanie



▪ Elementy połączeniowe - spawanie

- **Połączenia spawane** powinny być wykonywane **wyłącznie przez wykwalifikowane osoby**
- Brak dokładnych wytycznych w normach
- Połączenia spawane w ziemi wymagają dodatkowej ochrony antykorozyjnej (pkt. E.5.6.2.2.1 PN-EN 62305-3)
- Przewody pomiedziowane w ziemi nie mogą być łączone metodą spawania łukowego



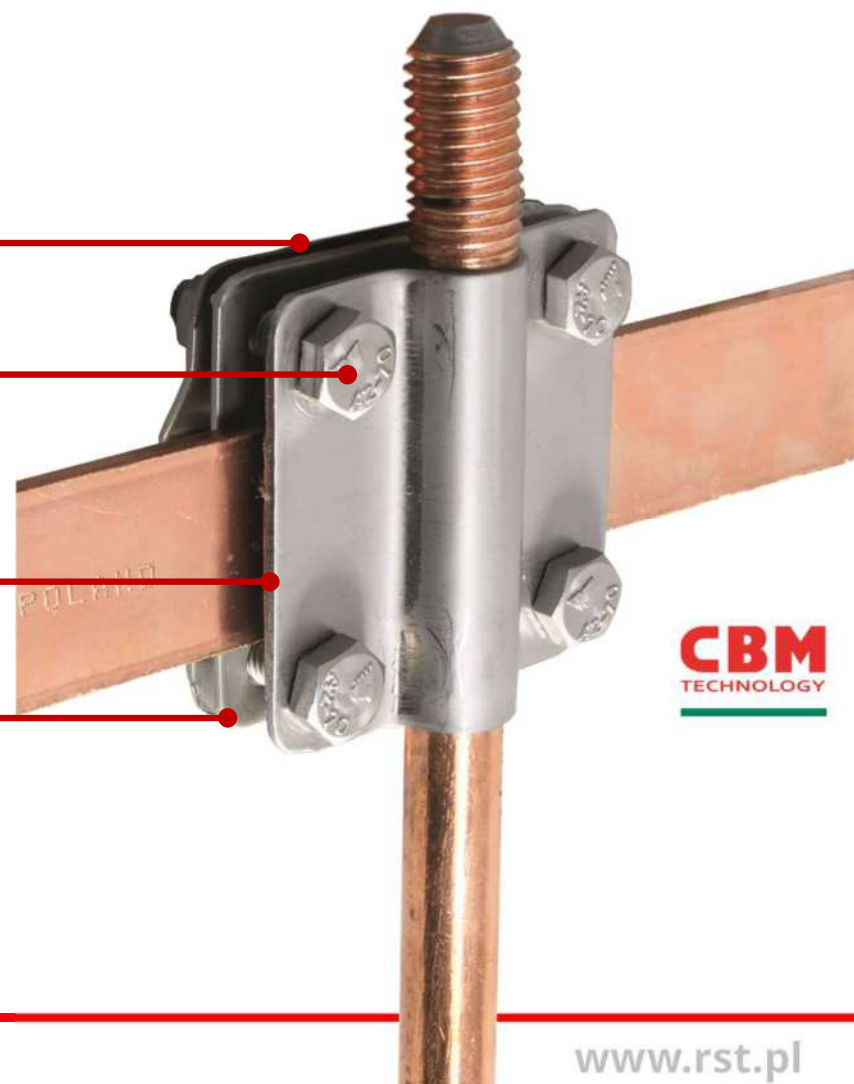
PN-HD 60364-5-54:2011

542.2.8 W przypadku, gdy uziom składa się z części, które muszą być połączone ze sobą, połączenie powinno być wykonane za pomocą: **egzotermicznego spawania, złączy dociskowych, zacisków lub innych odpowiednich łączników mechanicznych.**

■ Elementy połączeniowe

Uchwyty krzyżowe CBM:

- całość, łącznie ze śrubami, wykonana ze **stali nierdzewnej A2**
- śruby w rozmiarze **M10** (zalecane) lub M8
- grubość blach **2 mm**
- **przekładka** ze stali nierdzewnej umożliwia łączenie różnych materiałów
- klasa H ($I_{imp} = 100 \text{ kA}$) wg PN-EN 62561-1



- **Elementy połączeniowe**

Uchwyty krzyżowe: wszystkie rodzaje połączeń



Uchwyt krzyżowy M10
(Nr kat. C1030432)



Uchwyt krzyżowy M10
(Nr kat. C1030442)

Uchwyty skośne: połączenia nadziemne



Uchwyt skośny
bednarka-bednarka
(Nr kat. C1030431)



Uchwyt skośny
bednarka-uziom pionowy
(Nr kat. C1030478)



Uchwyt skośny
bednarka-przewód
(Nr kat. C1030430)

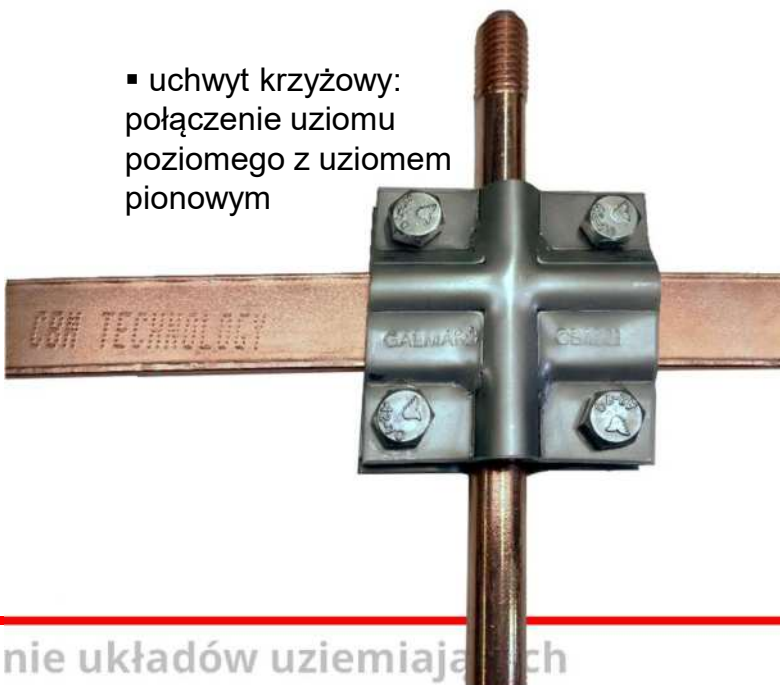
■ Elementy połączeniowe

Taśma antykorozyjna (typu DENSO):

- taśma z masą plastyczną, pozwalająca na łatwe owinięcie połączenia, formowanie i uszczelnienie elementów połączenia skręcanego z przewodami; dostępna w szerokościach 30 mm i 50 mm



- uchwyt krzyżowy:
połączenie uziomu
poziomego z uziomem
pionowym



- szczelne zabezpieczenie
antykorozyjne połączenia
skręcanego



Taśma zabezpieczająca 30 mm
(Nr kat. C1030355)

CBM
TECHNOLOGY

■ Elementy połączeniowe

Taśma antykorozyjna (typu DENSO):

- zabezpiecza połączenia podziemne elementów układu uziemiającego (skręcane, zgrzewane, spawane) przed korozją ziemną i elektrochemiczną;



Taśma zabezpieczająca 30 mm
(Nr kat. C1030355)



- skutki braku zabezpieczania uchwytu krzyżowego



- zabezpieczanie taśmą typu DENSO
(Zdjęcie: **thoreg**; forum.muratordom.pl)

A close-up photograph of an exothermic welding process. A metal mold is placed in a trench, and a bright, glowing orange and yellow molten metal is being poured into it. Two blue cables are connected to the mold. The background shows the dark, moist soil of the trench.

CBMWELD

Zgrzewanie egzotermiczne

The logo for RST, featuring a red lightning bolt icon followed by the letters 'RST' in a bold, black, sans-serif font.A high-quality graphite mold assembly, consisting of two heavy, dark grey graphite blocks joined by a central metal clamping mechanism. The mechanism features two blue-handled levers and a central metal frame with bolts. The mold has a semi-circular cavity on the left and a more complex, multi-ported cavity on the right. The entire assembly is shown against a light grey background.

WYSOKIEJ JAKOŚCI FORMY GRAFITOWE

- Zgrzewanie egzotermiczne

CBM-MOLD-001

Forma do połączenia
linki miedzianej $\Phi 58$
z miedzianą rurą
(800 g)



CBM-MOLD-001

Forma do połączenia
krzyżowego bednarek
30x4 mm (300 g)



▪ Zgrzewanie egzotermiczne



Elementy podstawowe:

- **forma** zależna od: konfiguracji połączenia, przekrojów i rodzaju materiałów
- **uchwyt** do zamknięcia i przytrzymania formy
- **materiał zgrzewający:**
 - proszek zgrzewający + dysk (+ proszek inicjujący)
 - kapsułka zawierająca proszek zgrzewający i inicjujący
(waga ładunku jest zmienna w zależności od konfiguracji połączenia i przekrojów łączonych materiałów – im większa objętość połączenia tym większy ładunek)
- **zapalarka:** iskrowa lub elektroniczna z elektrodą



CBMWELD

▪ Zgrzewanie egzotermiczne



Akcesoria:

- **palnik** do podgrzania formy przed pierwszym połączeniem
- **Zestaw narzędzi** do czyszczenia formy - **RST BOX**
- **klamra** stabilizująca (dla połączeń C-UP-D uziom pionowy-bednarka)



▪ Zgrzewanie egzotermiczne



Zapłon tradycyjny (iskrowy)

- proszek zgrzewający + dysk
- proszek inicjujący
- zapalarka iskrowa

Zalety: prostota, niski koszt

Wady: utrudnienia przy silnym wietrze



Zapłon elektryczny

- proszek zgrzewający + dysk
- elektroda
- zapalarka elektryczna (inicjacja przyciskiem lub pilotem bezprzewodowym)

Zalety: zapłon z większej odległości,
brak utrudnień przy wietrze

Wady: brak

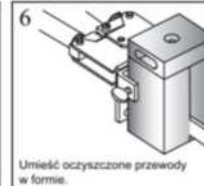
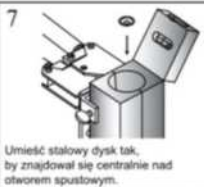


■ Zgrzewanie egzotermiczne





Instrukcja Użytkowania

 1	 2 Sprawdź na etykiecie formy jaki materiał ma być zgrzewany oraz jakiej wielkości ładunku użyć.	 3 Formy można osuszać ogrzewając je do ok. 120°C. Można zrobić to za pomocą ręcznego palnika butanowego lub zapalając ładunek w formie przed wykonaniem właściwego zgrzewu.
 4 Upewnij się, że wszystkie przewody są czyste, suche i właściwych wymiarów dla określonych na etykiecie zastosowań.	 5 Upewnij się, że wszystkie powierzchnie są czyste i suche.	 6 Umieść oczyszczone przewody w formie.
 7 Umieść stalowy dysk tak, by znajdował się centralnie nad otworem spustowym.	 8 Wsymp odpowiedni ładunek do tygla – proszek od strony białej nakrętki pojemnika.	 9 Wsymp niewielką ilość startera do komory spalania (proszek od strony czerwonej nakrętki pojemnika), następnie zamknij formę i pozostałą część proszku wysyp dookoła otworu pokrywy formy.
 10 Iskrowej.	 11 Ochłodził.	 12 Połączenia.

Ogólna Instrukcja Bezpieczeństwa

1. Wykonując spawanie egzotermiczne zawsze noś odpowiednią odzież, okulary ochronne i rękawice.
2. Wykonuj spawanie elementów tylko za pomocą odpowiednio zaprojektowanych dla nich form.
3. Nie korzystaj ze zużytych lub uszkodzonych form, z których może wyciekać stopiony metal.
4. Upewnij się, że spawany materiał mieści się w formie i umożliwia jej szczelne zamknięcie.
5. Nie modyfikuj form i akcesoriów bez zezwolenia producenta.
6. Unikaj wdychania dymu w wysokich stężeniach, ponieważ może on być szkodliwy dla zdrowia.
7. Unikaj kontaktu z gorącymi materiałami.
8. Z miejsca spawania usuń lub zabezpiecz materiały stanowiące zagrożenie pożarowe.
9. Nie dopuść do zawilgocenia i zanieczyszczenia formy i spawanych materiałów. Kontakt stopiwa z wilgocią lub zanieczyszczeniami może spowodować jego gwałtowne wydostanie się z formy.
10. Wykonując spawanie z rurami lub pojemnikami, należy wziąć pod uwagę:
 - a. wpływ, jaki spawanie może mieć na elementy strukturalne lub rury i pojemniki o cienkich ściankach,
 - b. konieczność sprawdzenia rur lub pojemników pod ciśnieniem lub zawierających (również w przeszłości) łatwopalne, wybuchowe lub niebezpieczne materiały, pod względem ich przebiecia w wyniku spawania lub wejścia gorącego stopiwa w kontakt z materiałami łatwopalnymi, wybuchowymi lub niebezpiecznymi.
11. Nieprzestrzeganie powyższych instrukcji oraz instrukcji spawania może spowodować wykonanie niewłaściwych spawów, uszkodzenia spawanego materiału lub powstania niebezpiecznych sytuacji.

PRZYGOTOWANIE SZYNOPRZEWODÓW, KOŃCÓWEK I PŁYTEK MIEDZIANYCH

1. Szynoprzewody i końcówki muszą mieć jasny kolor, być czyste i suche na całej powierzchni znajdującej się w obszarze spawania w formie.
2. Do usuwania śladów utlenienia użyj pilnika lub szczotki drucianej.

PROCEDURA ZGRZEWANIA

1. Sprawdź czy przeznaczony do spawania materiał jest zgodny z informacjami na etykiecie formy.
2. Upewnij się, że wszystkie powierzchnie i przewody są czyste, suche i właściwych wymiarów dla form określonych na etykiecie.
3. Formy można osuszać ogrzewając je do ok. 120°C. Można zrobić to za pomocą ręcznego palnika butanowego lub zapalając ładunek w formie przed wykonaniem właściwego zgrzewu.
4. Umieść formę na przewodach. Na pierwszej stronie tego arkusza pokazano sposób umieszczania przewodów w formie. Formę zamknij zaciskami z dźwigni lub opcjonalnie za pomocą ramy.
5. Umieść stalowy dysk tak, by znajdował się centralnie nad otworem spustowym. Nieumieszczenie dysku w formie lub jego niewłaściwe umieszczenie może skutkować nieprawidłowym wykonaniem spawania i gwałtownym wydostaniem się stopiwa z formy.
6. Wsymp ładunek z pojemnika do tygla – proszek od strony białej nakrętki. Użycie niewłaściwego ładunku może skutkować nieprawidłowym wykonaniem zgrzewu lub uszkodzeniem formy.
7. Wsymp niewielką ilość startera do komory spalania (proszek od strony czerwonej nakrętki pojemnika), następnie zamknij formę i pozostałą część proszku wysyp dookoła otworu pokrywy formy.
8. Przed zapłonem sprawdź pozycję przewodu i upewnij się, że pokrywa jest całkowicie zamknięta.
9. Zapal starter za pomocą zapalarki iskrowej. Odsuń zapalarkę od startera zaraz po pociągnięciu za spust, aby nie dopuścić do jego zabrudzenia (odsuń wszelkie nieosłonięte części ciała znad pokrywy lub sprzed otworu w niej wykonanego).
10. Odczekaj 15 sekund przed otwarciem formy, pozwalając stopiwu się ochłodzić.
11. Przed wykonaniem kolejnego spawania oczyść formę za pomocą szczotki z naturalnym włosiem, miękkiej szmatki lub miękkiego papieru. Do usunięcia zgorzeliny z otworu spustowego w formach składanych poziomo użyj pręta o małej średnicy lub wkrętaka. Podczas czyszczenia form zachowaj ostrożność by, nie odnieść poparzeń.

DO CZYSZCZENIA FORM NIE UŻYWAJ SZCZOTKI DRUCIANEJ!

UWAGA:

można łączyć ruchem wskazówek zegara, aby dociągnąć zacisk lub jeden obrót przeciwnie do ruchu wskazówek zegara, aby poluzować zacisk.

Zanim zaczniesz – poznaj zasady bezpieczeństwa

▪ Zgrzewanie egzotermiczne

Praktyka wykonawcza:

- forma wykonana z wysokiej jakości grafitu pozwala na wykonanie co najmniej 100 połączeń, ale pod warunkiem starannej obsługi;
- forma przed pierwszym użyciem każdorazowo wymaga wygrzania;
- przewody (bednarki) mają różne tolerancje wykonania, jeżeli występują problemy z umiejscowieniem przewodów należy odpowiednio doszlifować grafitową formę;
- najlepsze właściwości uzyskuje się przy łączeniu elementów miedzianych, ale takie połączenia wymagają szczególnej uwagi:
 - miedź po wpływem wysokiej temperatury ma prawo się odkształcać i zwiększać swoją objętość,
 - przewody miedziane powinny łagodnie wchodzić w wyfrezowane wnęki formy,
 - bednarki powinny być właściwie wypoziomowane i podparte przed założeniem formy.



▪ Zgrzewanie egzotermiczne

Jakość połączeń egzotermicznych:

- w wyniku reakcji egzotermicznej stop miedzi oblewa i przenika w strukturę łączonych metali
- możliwość łączenia elementów o różnych kształtach i wykonanych z różnych materiałów
- nie uszkodza powłok ochronnych tak jak spawanie
- przebadane na wytrzymałość na prądy piorunowe
- bardzo niska rezystancja połączenia



▪ przekrój połączenia krzyżowego C-PP-L

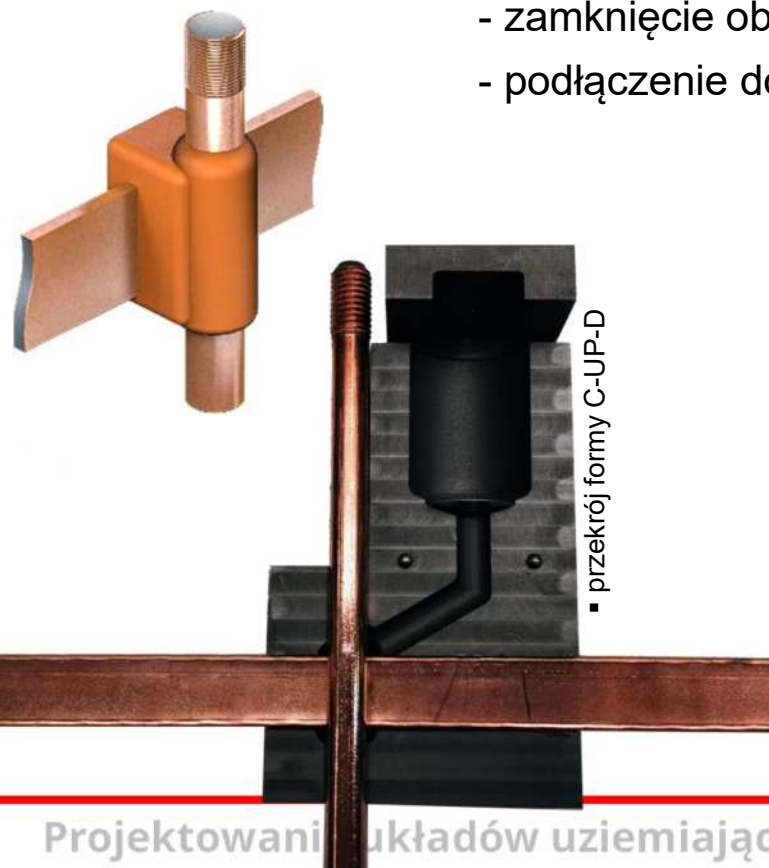
▪ Zgrzewanie egzotermiczne

RST

CBMWELD

Wszystkie połączenia dowolnego układu uziemiającego, który bazuje na uziemiu otokowym i/lub prostoliniowym rozszerzonym o uziomy pionowe, mogą być wykonane **z zastosowaniem wyłącznie jednej formy** do połączeń bednarka-pręt (np.: forma typu **C-UP-D**):

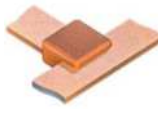
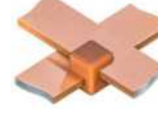
- podłączenie przewodu uziemiającego,
- zamknięcie obwodu otoku/pierścienia,
- podłączenie dodatkowych uziomów.



▪ Zgrzewanie egzotermiczne

W przypadku uziomów kratowych **rodzaj połączenia powinien być dobierany w zależności od jego znaczenia:**

- pełne zalenie: podłączenie przewodów uziemiających;
- punktowe: połączenia wewnętrzne
- typu T: połączenia po obwodzie

	C-PP-F	C-PP-K	C-PP-L
Przekrój bednarki			
25x4 mm	90 g	90 g	150 g
30x3 mm	115 g	115 g	200 g
30x4 mm	115 g	115 g	200 g
40x4 mm	150 g	150 g	300 g
40x5 mm	150 g	150 g	300 g



▪ Zgrzewanie egzotermiczne

Zastosowanie uziomów pionowych w uziomach kratowych:

- redukcja rezystancji uziemienia;
- stabilność rezystancji uziemienia w ciągu roku;
- odprowadzanie prądów zwarciovych i udarowych w głąb ziemi



C-UP-B	Przekrój	Średnica pręta		
	bednarki	14,2 mm	16 mm	17,2 mm
	25x4 mm	115 g	115 g	115 g
	30x3 mm	150 g	150 g	150 g
	30x4 mm	150 g	150 g	150 g
	40x4 mm	150 g	200 g	200 g
	40x5 mm	200 g	200 g	200 g

- Zgrzewanie egzotermiczne



TRWAŁE POŁĄCZENIA W UZIEMIENIACH

- Zgrzewanie egzotermiczne



WZAJEMNE ŁĄCZENIE BEDNAREK

- Zgrzewanie egzotermiczne



WZAJEMNE ŁĄCZENIE BEDNAREK

The background image is a grayscale photograph showing large coils of copper rods on the left and several bags of copper powder or granules on the right. The bags are labeled with 'CBM' and 'LOGE'. The text 'Uziomy pionowe pomiedziowane StCu' is overlaid in the center of the image.

Uziomy pionowe pomiedziowane StCu

- Uziomy pionowe pomiedziowane



- KUTE
- Z GWINTEM (ZŁĄCZKOWE)

■ Uziomy pionowe z gwintem StCu



Uziomy pionowe StCu z gwintem

- uziom składa się z grot, prętów z gwintem oraz złączek mosiężnych
- utwardzony grot do ułatwienia pograżania
- długość pręta od 1,2 m do 3 m (typowo 1,5 m)
- średnica pręta 14,2 mm (5/8") lub 17,2 mm (3/4")
- akcesoria do pograżania: dodatkowa złączka, głowica, bijak, środek smarujący
- grubość powłoki Cu 250 µm

Przewaga uziomów CBM

- znacznie większa wytrzymałość mechaniczna połączenia, w stosunku do uziomów kutych – **możliwość pograżania na większe głębokości (nawet do 40 m) oraz w gruntach skalistych**
- mniejsze narażenia powłok ochronnych przy pograżaniu



■ Uziomy pionowe kute StCu



Uziomy pionowe StCu kute

- prosta konstrukcja: uziom właściwy składa się z samych prętów bez elementów łącznych
- łączenie metodą bolec-wpust
- długość pręta 1,5 m
- średnica pręta 14,2 mm, 16 mm lub 17,2 mm
- akcesoria do pograżania: stabilizator, trzpień, bijak
- grubość powłoki Cu 250 μ m

Przewaga uziomów CBM

- utwardzony, metodą wyciskania na zimno, bolec nie wymaga dodatkowych grotów do pograżania
- połączenie wzmocnione tuleją ze stali nierdzewnej
- wyższa wytrzymałość mechaniczna prętów 750 N/mm² i połączeń w stosunku do prętów ocynkowanych



Uziomy pomiedziowane CBM Technology



Okres eksploatacji ~40 lat

Odporność na korozję

Wytrzymałość
mechaniczna połączeń

Możliwość pogrążania
na duże głębokości

Łatwość uzyskania małej
rezystancji uziemienia

„To nie jakość kosztuje, a jej brak”

Niższy koszt inwestycji!



▪ Uziomy poziome pomiedziowane

Druty i bednarki pomiedziowane CBM:

- powłoka miedzi 70 μm i 250 μm nakładana metodą elektrolityczną
- zakładany okres eksploatacji co najmniej **30 lat**
- spełniają wymagania najnowszych wersji norm:
PN-EN 62561-2:2018; PN-EN 62305-3:2011;
PN-HD 60364-5-54:2011;
- powłoka elektrolityczna Cu: plastyczność, grubość
- dostępne w wykonaniu z dodatkową powłoką cyny Sn
- rozmiary **bednarek**: 30x3, 25x4, 30x4, 40x4 i 40x5 mm
- średnice **drutów**: 8 i 10 mm



CBM
TECHNOLOGY

- Uziomy poziome pomiedziowane

**Zestawienie bednarek stalowych pomiedziowanych StCu
i pomiedziowanych cynowanych StCuSn z powłoką 70 µm Cu**

	Rozmiar X × Y mm	Przekrój mm ²	Długość m	Waga kg/m	Art. nr	
					StCu	StCuSn
	25 × 4	100	30	0,82	C1100274(30M)	C1100293(30M)
	30 × 3	90	40	0,76	C1100279(40M)	C1100294(40M)
	30 × 4	120	30	0,98	C1100275(30M)	C1100295(30M)
	40 × 4	160	20	1,32	C1100281(20M)	C1100296(20M)
	40 × 5	200	20	1,63	C1100283(20M)	C1100284(20M)

Dlaczego stal pomiedziowana StCu?

- ➔ bo ma **wyższą odporność na korozję** w stosunku do StZn, a zatem zapewnia dłuższy okres eksploatacji uziomu
- ➔ bo **może być stosowana** niemal w każdym przypadku
- ➔ bo jest **mniej podatna na różne czynniki** przyspieszające korozję
- ➔ bo tam, gdzie StZn nie może być stosowana, stal pomiedziowana StCu to **najtańsze rozwiązanie**
- ➔ bo ma **lepszą przewodność elektryczną**
- ➔ bo na zachodzie stal ocynkowana nie jest stosowana na uziomy



***Dziękuję
za uwagę !***

 **+48 790 209 333**

 **rst@rst.pl**

 **RST sp. z o.o.**
ul. Gen. W. Andersa 40a
15-113 Białystok
www.rst.pl

