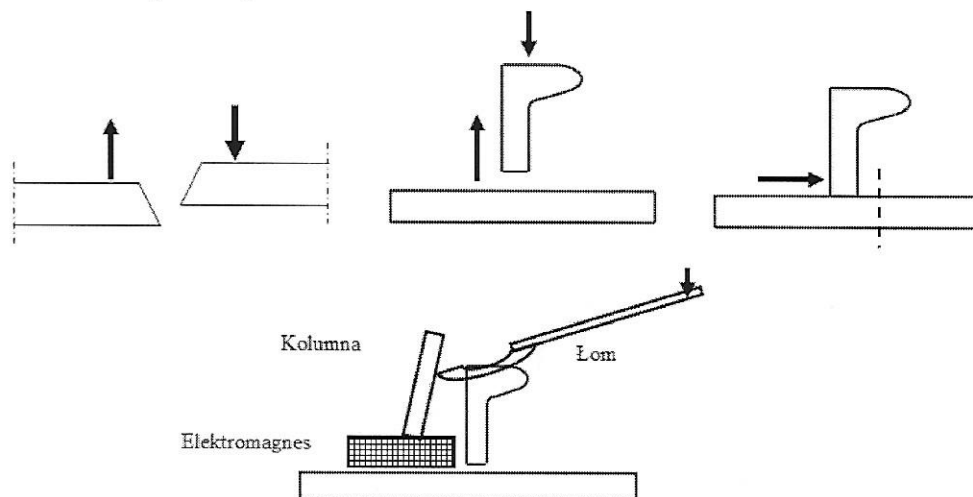


3. Montaż i przygotowanie do spawania:

3.1. Zastosowanie przyrządów elektromagnetycznych w montażu elementów konstrukcyjnych statków.

Elektromagnetyczne przyrządy montażowe typu przenośnego, zasilane z sieci elektrycznej mają zastosowanie w montażu stalowych konstrukcji statków do:

- wyrównywania brzegów blach złączy doczołowych,
- montażu usztywnień,



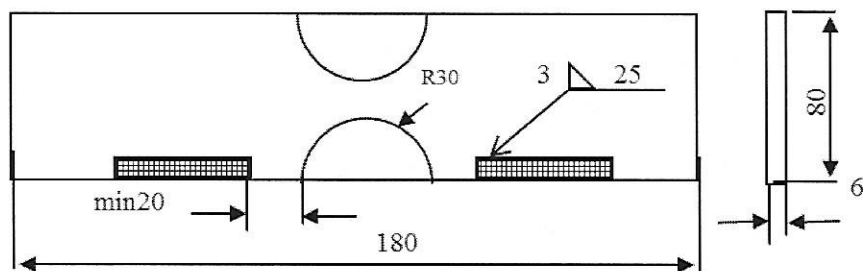
Szkic 1. Sposób prowadzenia montażu przy użyciu przyrządów elektromagnetycznych.

3.2. Prowadzenie montażu styków metodą klamrowania.

3.2.1. Zastosowanie klamer montażowych.

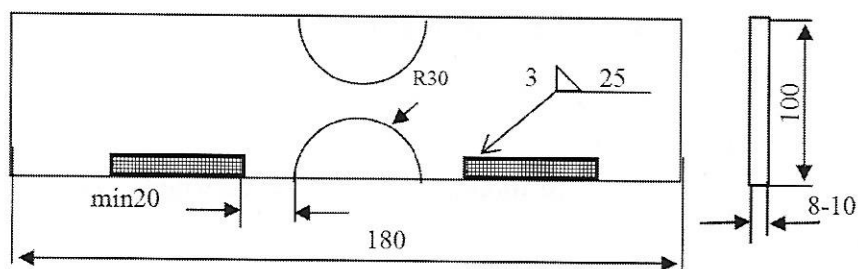
W zależności od grubości blach poszycia, pokładów, ścian oraz rodzaju łączonych elementów należy stosować klamry:

- Dla grubości blachy do 5 mm:
 - o Płyty proste klamry łączące 1-3 na 1 mb styku.
 - o Płyty gięte (obłowe) klamry łączące 1-4 na 1 mb styku.



Szkic 2. Montaż kamer na prefabrykacji. Rozmieszczenie klamer łączących - minimum co 200mm.

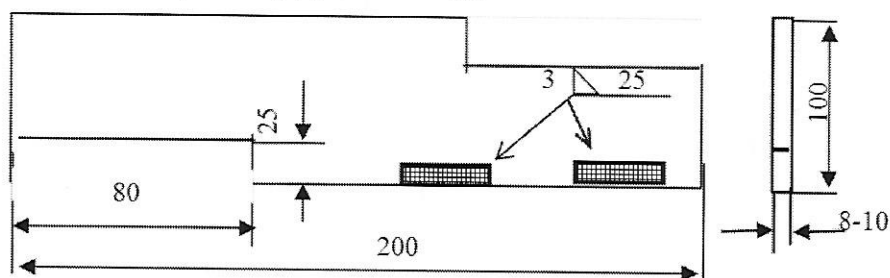
- Dla grubości blachy powyżej 6 mm:
 - o Płyty proste klamry łączące 1-2 na 1 mb styku.
 - o Płyty gięte (obłowe) klamry łączące 1-3 na 1 mb styku.



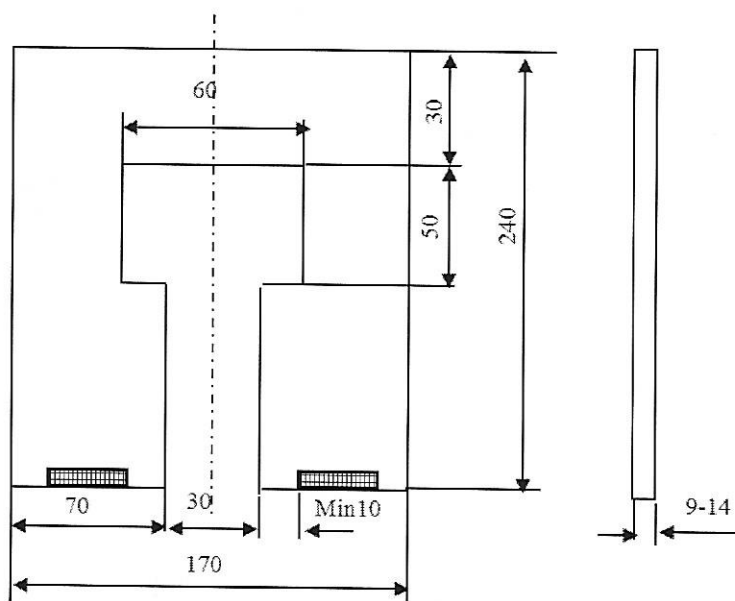
Szkic 3. Montaż kamer na prefabrykacji. Rozmieszczenie klamer łączących - minimum co 200mm.

3.2.2. Klamry wyrównujące:

Rozmieszczenie klamer wyrównujących według potrzeb.



Szkic 4. Montaż klamer wyrównujących I rodzaju.



Szkic 5. Montaż klamer wyrównujących II rodzaju.

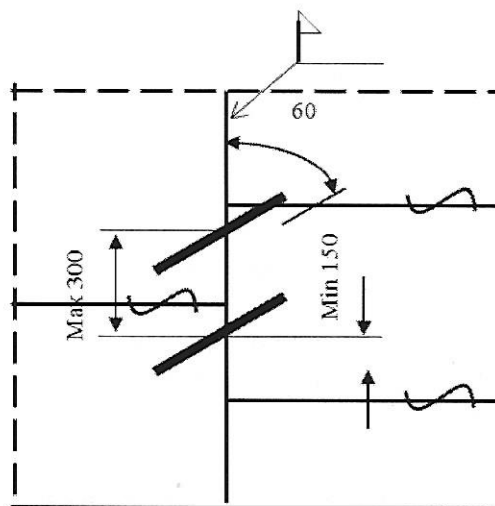
Klamry montażowe II rodzaju montować prostopadle do klamer montażowych o $L=800$ celem wyrównania zapadniętego poszycia.

3.2.3. Klamrowanie przy montażu bloków:

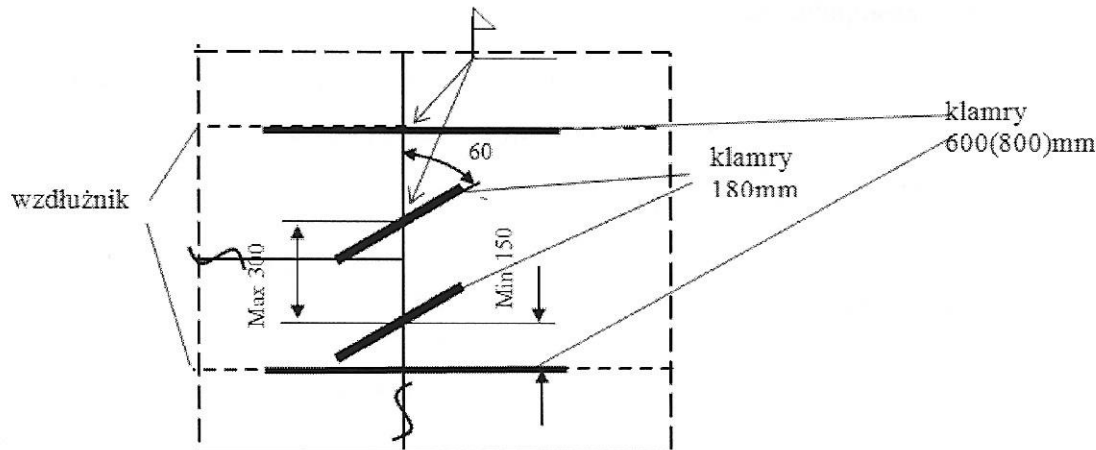
W zależności od grubości blach poszycia (pokładów, ścian) oraz pozycji spawania łączonych elementów należy stosować klamry jak na **Szkicu 2 i 3**:

- Dla grubości blachy do 6mm:
 - Styki poziome PA klamry łączące 1-3 na 1 mb styku.

- Styki pionowe PF klamry łączące 1-5 na 1 mb styku.
 - Styki naścienne PC klamry łączące 1-5 na 1 mb styku.
- Dla grubości blachy powyżej 7mm:
- Styki poziome PA klamry łączące 1-2 na 1 mb styku.
 - Styki pionowe PF klamry łączące 1-3 na 1 mb styku.
 - Styki naścienne PC klamry łączące 1-3 na 1 mb styku.



Szkic 6. Przykład klamrowania styku międzyblokowego. Rozmieszczenie klamer łączących minimum co 200 mm. Rozmieszczenie klamer wyrównujących według potrzeb.

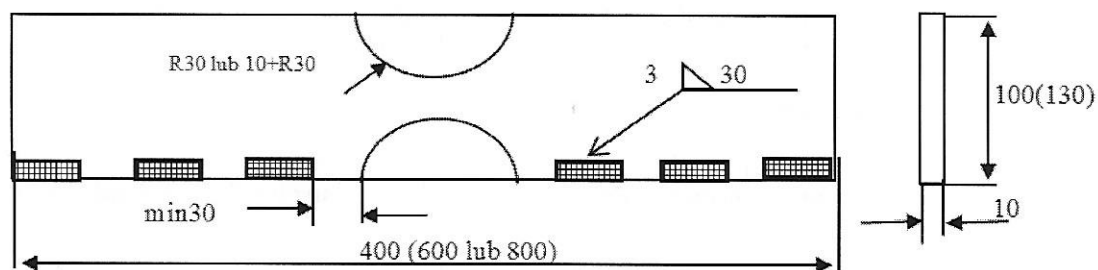


Szkic 7. Przykład klamrowania styku międzyblokowego, przy wzdłużnym układzie wiązań. Usytuowanie klamer montażowych pod kątem jest wskazane ze względu na większą elastyczność styku.

3.2.4. Klamrowanie przy stykowaniu bloków na pochylni lub torze stykowania:

W zależności od pozycji spawania łączonych elementów należy stosować klamry:

- Styki poziome PA klamry łączące 1-3 na 1 mb styku.
- Styki pionowe PF klamry łączące 1-4 na 1 mb styku.



Szkic 8. Klamry używane do montażu na torze stykowania i pochylni. Na blokach o grubości poszycia: Do 7 mm klamry montować w odstępach - minimum 200mm, od 8 mm klamry montować w odstępach - minimum 300mm. (np. na stykowaniu obel dennych i pokładowych).

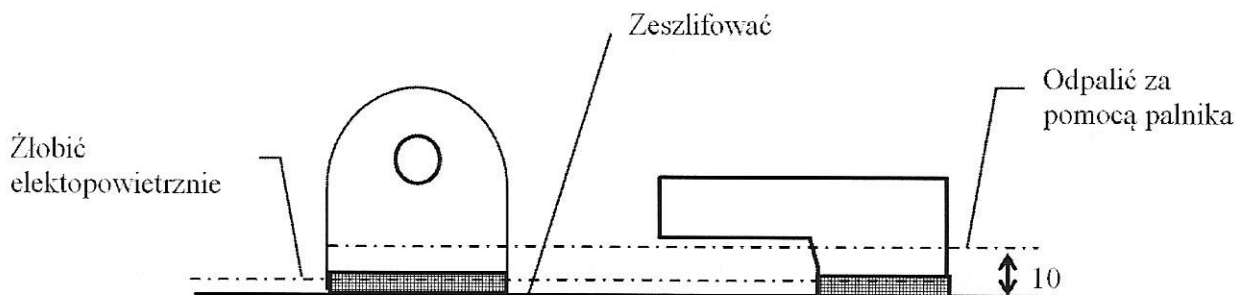
Uwagi:

1. Używanie innych klamer montażowych niż podane powyżej jest niedopuszczalne.
2. Klamry montażowe oraz uchwyty transportowe należy usuwać poprzez odcięcie palnikiem acetylenowo tlenowym lub żłobieniem elektropowietrznym.
3. Usuwanie klamer oraz uchwytów transportowych udarowo za pomocą młotka jest **ZABRONIONE**.
4. Dopuszcza się stosowanie stykowania bez użycia klamer za pomocą szepiania i stykowania z większą podziałką między klamrami pod warunkiem, że:
 - brzegi styku nie będą przesadzone,
 - szepianie będzie wykonywał spawacz,
 - spoiny szepne będą prawidłowe,
 - zastąpienie klamer szepianiem nie obniży jakości wykonania spoin.

3.2.5. Usuwanie klamer, uchwytów transportowych, kołków do mostków:

Klamry montażowe oraz uchwyty transportowe należy usuwać w następujący sposób:

- odciąć za pomocą palnika gazowego lub plazmowego uchwyt lub klamrę 10mm nad powierzchnią blachy,
- ścieć pozostałość elementu za pomocą żłobienia elektropowietrznego na minimalną wysokość, która nie powoduje uszkodzenia powierzchni blachy,
- zeszlifować pozostałość elementu do powierzchni blachy.



Szkic 9. Usuwanie klamer i uchwytów transportowych.

Przypawane kołki mostków, po wykonaniu montażu, należy odciąć od blachy szlifierką. Uszkodzenia powierzchni podczas montażu klamer lub podczas usuwania klamer i kołków w postaci rys, wyrwania materiału należy naprawić w poniższy sposób:

- Oczyszczyć powierzchnię zgodnie z punktem 5.5.
- Podgrzać miejsce naprawiane do temperatury $75^{\circ} \div 125^{\circ} \text{C}$,

- Napawać wielowarstwowo ściegami prostymi o długości nie krótszej niż:
 - 30mm dla stali zwykłej jakości A - E,
 - 50mm dla stali podwyższonej jakości AH32 - EH36.
- Oczyszczyć napoinę z żużla i, jeśli klasa przygotowania powierzchni do malowania tego wymaga, wyszlifować.

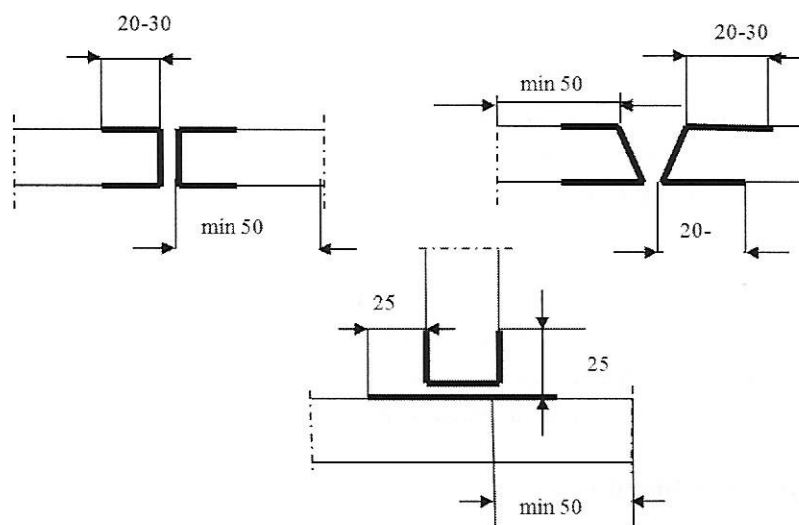
3.3. Przygotowanie krawędzi blach do spawania:

3.3.1. Cięcie i ukosowanie:

- cięcie i ukosowanie brzegów można wykonać termicznie przy pomocy cięcia acetylenowo - tlenowego, plazmowego lub mechanicznie przy użyciu obróbki wiórowej lub cięcia nożycami gilotynowymi,
- cięcie i ukosowanie elementów konstrukcyjnych zaleca się prowadzić jako proces maszynowy w jak najszerszym zakresie. Cięcie i ukosowanie z tzw. „wolnej ręki” stosować tylko w przypadkach koniecznych,
- przed przystąpieniem do ukosowania brzegów należy ustalić stronę elementu, od której ukosowanie ma być wykonane. Stronę, z której się ukosuje wybiera się ze względu na łatwość wykonania zasadniczej części spoiny, ewentualnego wycięcia i podpawania grani oraz pozycji spawania,
- brzegi blach przeznaczonych na płyty sekcji, ze względu na zawalcowanie muszą być obcięte na szerokość $20 \div 25\text{mm}$,

3.3.2. Grunt czasowej ochrony przed korozją:

Dopuszcza się nie usuwanie gruntu / farby czasowej ochrony przed korozją pod warunkiem, że użyty grunt jest uznany przez Towarzystwo Klasyfikacyjne, a grubość nałożonej powłoki / warstwy jest zgodna z warunkami uznania. Spawanie na powierzchniach pokrytych gruntem czasowej ochrony gdy grubość warstwy nie spełnia warunków uznania jest niedopuszczalne. Grunt czasowej ochrony należy usunąć poprzez szlifowanie lub szczotkowanie jak na **Szkicu 10**. Bezpośrednio przed spawaniem rowek spawalniczy musi być oczyszczony szczotką drucianą z korozji, zendry i pozostałych zanieczyszczeń



Szkicu 10. Czyszczenie i osuszanie elementów przed montażem i spawaniem.

3.3.3. Czyszczenie brzegów:

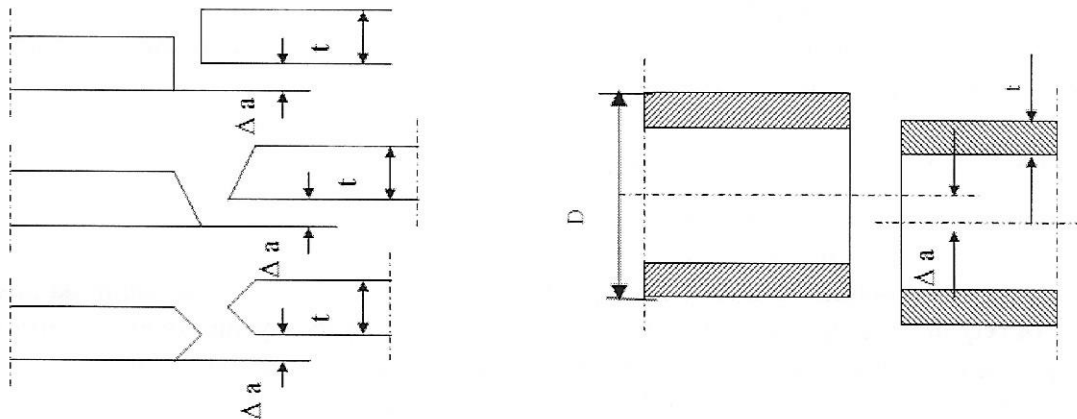
Powierzchnie brzegów spawanych elementów konstrukcyjnych powinny być wolne od rdzy, zendry, brudu, tłuszczu, farby, wilgoci, powłok cynkowych itp. zanieczyszczeń jak na **Szkicu 10**. Czyszczenie brzegów rowka spawalniczego należy wykonać przed spawaniem.

3.3.4. Osuszanie z wody łączonych elementów:

W przypadku zawilgocenia łączonych elementów, należy je osuszyć przed spawaniem wzdłuż łączonej krawędzi na szerokości równej czterokrotnej grubości łączonych elementów, lecz nie mniejszej niż 50 mm, za pomocą płomienia acetylenowo-tlenowego jak na **Szkicu 10**.

3.3.5. Przesadzenie łączonych elementów:

Przy montażu złączy doczołowych wzajemne przesunięcie brzegów nie powinno przekraczać wartości dopuszczalnych jak na **Szkicu 11**. W przypadku, gdy wartość przesadzenia jest większa niż wartość dopuszczalna, montaż elementów należy przeprowadzić ponownie.



Szkic 11. Dopuszczalne przesadzenie brzegów do spawania.

Dla blach:

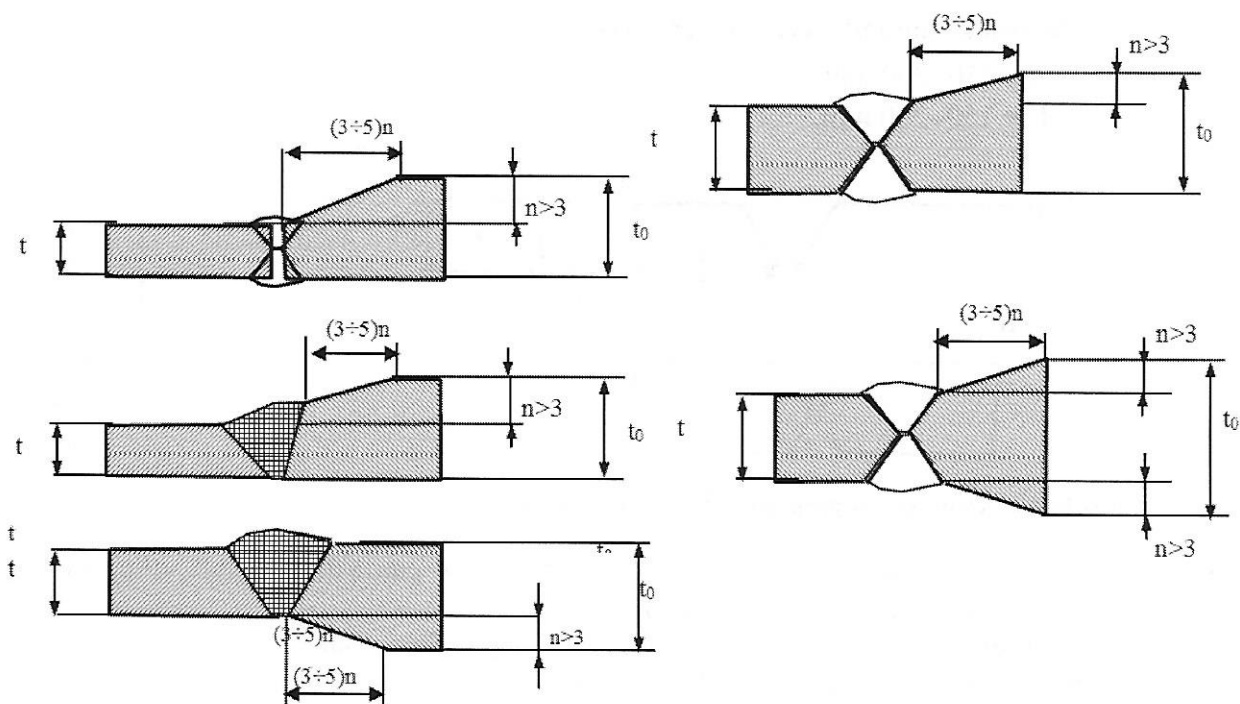
- $\Delta a \leq 0,15t < 4\text{mm}$, dla elementów wytrzymałościowych (np. poszycie, pokłady, grodzie, usztywnienia ramowe),
- $\Delta a \leq 0,2t < 4\text{mm}$, dla pozostałych elementów,

Dla połączeń rurowych:

- $\Delta a \leq 1\text{ mm}$ lub $t / 4$, przyjmując wartość mniejszą dla $D < 150\text{ mm}$ i $t \leq 6\text{ mm}$,
- $\Delta a \leq 1,5\text{ mm}$ lub $t / 4$, przyjmując wartość mniejszą dla $D 150 \div 300\text{ mm}$ i $t \leq 9,5\text{ mm}$,
- $\Delta a \leq 2\text{ mm}$ lub $t / 4$, przyjmując wartość mniejszą dla $D \geq 300\text{ mm}$ i $t > 9,5\text{ mm}$,

3.3.6. Redukcja brzegów blach do spawania:

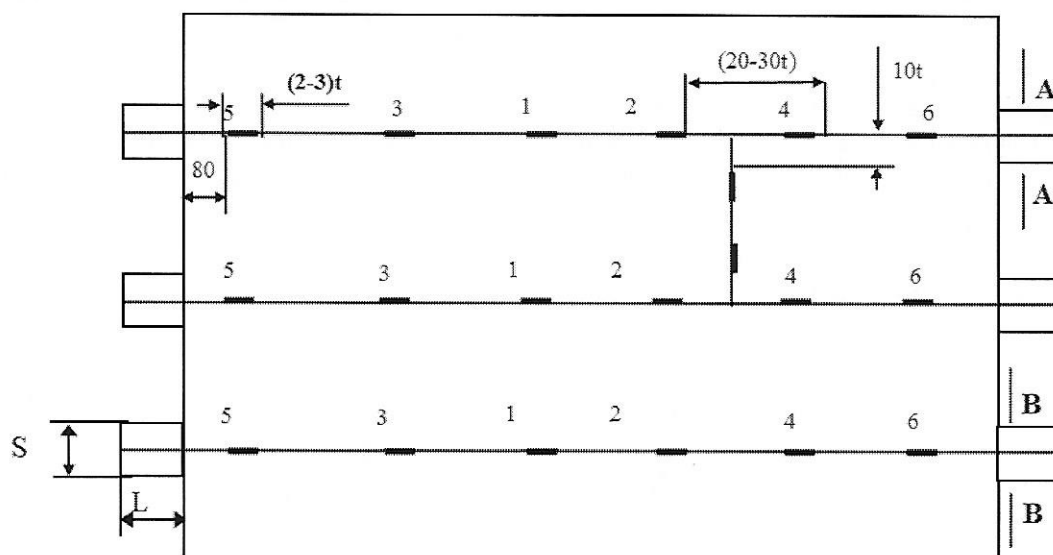
Przy łączeniu elementów, gdy występuje różnica grubości $n = (t_0 - t)$ większa niż 3mm należy wykonać redukcję elementu grubszego jak na **Szkicu 12**. Jeżeli różnica grubości łączonych elementów $n = (t_0 - t)$ jest mniejsza lub równa 3mm grubszy element nie wymaga redukowania. Zaleca się, aby w rejonach silnie obciążonych lub tam gdzie występują obciążenia dynamiczne stosować redukcję łagodniejszą **1:5**.



Szkic 12. Sposób redukcji elementów do spawania. Redukcję grubości ścianek połączeń rurowych należy przeprowadzić zgodnie z Instrukcją IS-9-2409.

3.3.7. Płytki wybiegowe i szepianie:

Na stykach blach nie posiadających zapasów technologicznych na obcięcie przed przystąpieniem do spawania należy zamontować płytki dobiegowe i wybiegowe dla uniknięcia powstawania kraterów lub innych niezgodności spawalniczych na początku i końcu spoiny (kratery pozostają na odciętych płytkach wybiegowych).



Szkic 13. Przykładowy schemat szepiania i sposób ułożenia płytek wybiegowych.

Wymiary płytek dobiegowych i wybiegowych:

- Spawanie ręczne elektrodami otulonymi lub półautomatyczne w osłonie gazów aktywnych:

$$S = 100 \div 150 \text{ mm},$$

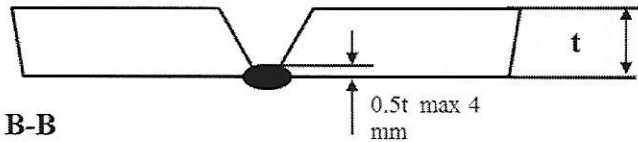
$$L = 50 \div 100 \text{ mm},$$

- Spawanie automatyczne łukiem krytym:

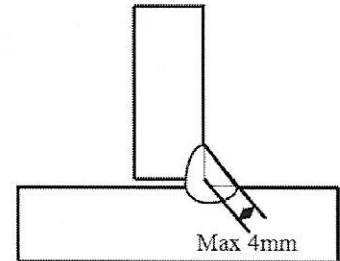
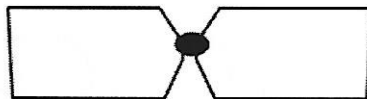
$S = 150 \div 200 \text{ mm}$,

$L = 150 \div 200 \text{ mm}$,

A-A



B-B



Szkic 14. Montaż i szepianie złączy doczołowych i teowych.

Płytką wybiegową powinna być z tego samego gatunku materiału, o tej samej grubości i posiadać wymiary jak na **Szkicu 13**.

Jeżeli brzegi materiału spawanego są zukosowane, płytkę wybiegową należy żłobkować lub szlifować na głębokość ukosowania lub stosować płytki dzielone ukosowane na kształt rowka.

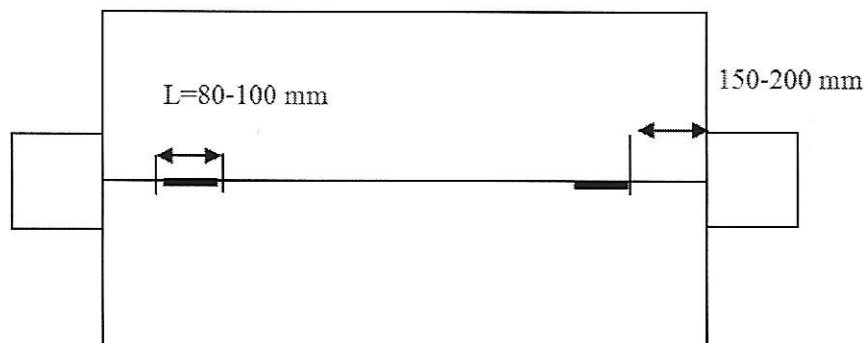
Szepianie należy wykonać elektrodami o średnicach nie większych niż 3.25mm lub półautomatycznie drutem pełnym w osłonie gazów i z tego samego gatunku materiału jaki będzie stosowany do właściwego procesu spawania. Długość spoiny szepnej powinna wynosić minimum $2 \div 3$ grubości materiału ale nie mniej niż:

- 30mm dla stali kadłubowej zwykłej wytrzymałości kategorii A – E,
- 50mm dla stali kadłubowej podwyższonej wytrzymałości kategorii AH32 – EH36,

Szepianie złączy doczołowych winien wykonywać spawacz lub monter z aktualnymi uprawnieniami jak do spawania danego złącza. W przypadku szepiania przez spawacza lub montera bez uprawnień szepy należy bezwzględnie wyciąć.

Spoiny szepne złączy teowych, które będą wykonane automatycznie łukiem krytym pod topnikiem (metoda 121) lub półautomatycznie w osłonie gazów drutem pełnym lub proszkowym (metoda 135, 136) powinny być przeszlifowane przed spawaniem.

Przy szepianiu złączy teowych, które będą spawane spoinami łańcuchowymi lub zakosowymi, spoiny szepne należy układać w miejscach przyszłych spoin przerywanych. W przypadku spawania złączy na ciągu ESAB-HEBE blachy należy szepiać na końcach blach wg **Szkicu 15**.



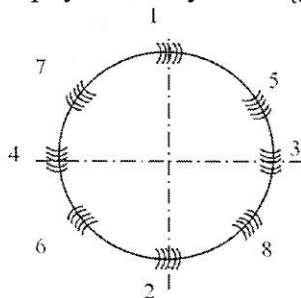
Szkic 15. Sposób rozmieszczenia spoin szepnych na linii Esab.

W przypadku blach ukosowanych na I dopuszcza się wykonywanie spoin szepnych automatem. Podczas spawania spoiny szepne przetopić. Jakość spoin szepnych powinna odpowiadać jakości spoin przetopowych.

Spoiny szepne pęknięte należy bezwzględnie wyciąć i ponownie wykonać bez wad.

W przypadku montażu elementów w kształcie koła, spoiny szepne należy układać w sposób pokazany na **Szkicu 16**. Połączenia rurowe należy szepiać zgodnie z wymaganiami Instrukcji IS-9-2409.

Miejsca szepiania powinny być rozmieszczone symetrycznie na całym obwodzie złącza. Ilość spoin szepnych wynika z ilorazu obwodu złącza / podziałka spoin szepnych, przy czym obliczoną ilość spoin szepnych należy zaokrąglić w górę do liczby parzystej.



Szkic 16. Sposób rozmieszczenia spoin szepnych elementów kołowych.

4. Metody spawania stosowane na terenie stoczni:

Tabela 1. Nazwy oraz oznaczenia numeryczne metod spawania.

Oznaczenie numeryczne	Nazwa metody spawania, zgrzewania i lutowania
111	Ręczne spawanie łukowe, MMA, spawanie łukowe elektrodą otuloną
121	Spawanie łukiem krytym drutem elektrodowym
13x	Spawanie łukowe w osłonie gazów
131	Spawanie elektrodą metalową w osłonie gazów obojętnych; spawanie metodą MIG
135	Spawanie elektrodą metalową w osłonie gazów aktywnych; spawanie metodą MAG
136	Spawanie łukowe w osłonie gazu aktywnego drutem proszkowym
138	Spawanie łukowe w osłonie gazu aktywnego drutem proszkowym o rdzeniu metalicznym
141	Spawanie elektrodą wolframową w osłonie gazów obojętnych; spawanie metodą TIG
143	Spawanie elektrodą wolframową w osłonie gazu obojętnego z dodatkiem drutu lub pręta proszkowego
91	Lutowanie twarde
92	Lutowanie miękkie

4.1. Spawanie łukowe ręczne (111):

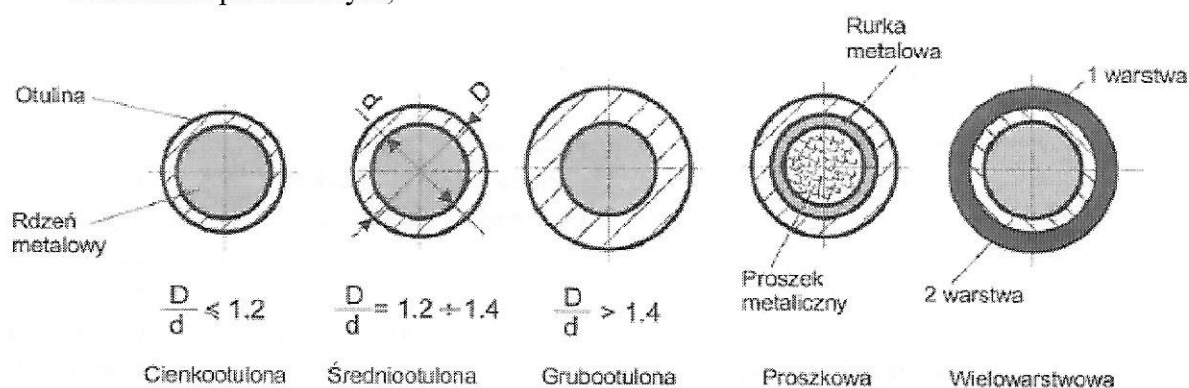
Spawanie łukowe ręczne elektrodą otuloną jest procesem, w którym trwałe połączenie uzyskuje się przez stopienie ciepłem łuku elektrycznego topliwej elektrody otulonej oraz materiału spawanego. Łuk elektryczny jarzy się między rdzeniem elektrody pokrytym otuliną a spawanym materiałem. Spoinę złącza tworzą stopione ciepłem łuku elektrycznego rdzeń metaliczny elektrody, składniki metaliczne otuliny elektrody oraz nadtopione brzegi materiału spawanego. Osłonę łuku stanowią natomiast gazy i ciekły żużel powstały w wyniku rozpadu otuliny elektrody pod wpływem ciepła łuku. Przenoszenie metalu rdzenia elektrody otulonej w łuku spawalniczym może odbywać się w zależności od rodzaju otuliny: grubokropłowo, drobnokropłowo lub nawet natryskowo.

Główne funkcje otuliny to:

- osłona łuku przed dostępem atmosfery,
- wprowadzenie do obszaru spawania pierwiastków odtleniających, wiążących azot i rafinujących ciekły metal spoiny,
- wytworzenie powłoki żużlowej na powierzchni ciekłego jeziora spoiny i krzepnącego metalu spoiny,
- regulacja składu chemicznego spoiny,
- zwiększenie zdolności termoemisyjnych elektrod, zapewniających bardziej stabilny łuk oraz mniejszy rozprysk.

Elektrody otulone możemy podzielić ze względu na:

- a) przeznaczenie:
 - stalowe niskowęglowe i stopowe,
 - do spawania żeliwa,
 - do spawania metali nieżelaznych,
 - do napawania,
- b) konstrukcję elektrody:
 - cienko otulone,
 - średnio otulone,
 - grubo otulone,
 - bardzo grubo otulone,
 - z otuliną wielowarstwową,
 - z rdzeniem proszkowym,



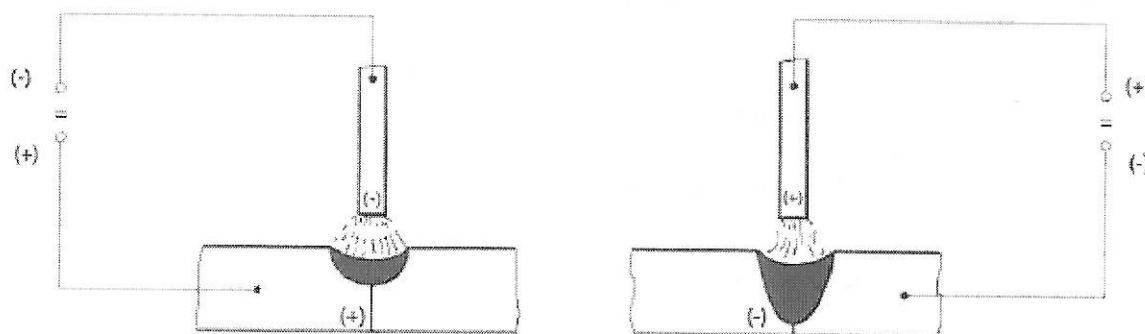
Szkic 17. Rodzaje konstrukcji elektrod.

- c) skład chemiczny i rodzaj otuliny:
 - elektrody o otulinie kwaśnej (A),
 - elektrody o otulinie zasadowej (B) - średnice 2 – 6 mm, natężenia od 50-360[A], prąd stały, biegunowość +. Spawanie we wszystkich pozycjach, spoiwo o wysokiej udarności,
 - elektrody o otulinie celulozowej (C),
 - elektrody o otulinie rutyłowej (R) - średnice 2 – 5 mm, natężenia prądu (wg zaleceń producenta) do ok. 320 [A] (DC +/-, AC) – otrzymujemy spoiny o głębokim wtopieniu i gładkim licu,
 - elektrody o otulinie rutyłowo-celulozowej (RC),
 - elektrody o otulinie rutyłowo-kwaśnej (RA),
 - elektrody o otulinie rutyłowo-zasadowej (RB),
 - istnieją także elektrody z otuliną rutyłową grubą (RR),

Do podstawowych parametrów spawania elektrodą otuloną należą:

- rodzaj i natężenie prądu spawania,
- napięcie łuku,
- prędkość spawania,
- średnica elektrody i jej położenie względem złącza,

Spawanie elektrodą otuloną może być prowadzone prądem stałym z biegunowością ujemną (biegun ujemny źródła prądu podłączony do elektrody), biegunowością dodatnią oraz prądem przemiennym.



Szkic 18. Geometria wtopienia w zależności od biegunowości prądu spawania na elektrodzie.

W przypadku spawania prądem stałym biegunowość decyduje o:

- prędkości stapiania elektrody,
- głębokości wtopienia,
- charakterze przenoszenia metalu w łuku
- rozkładzie ciepła w łuku elektrycznym,

Jeżeli spawanie przebiega z prądem stałym z biegunowością dodatnią na elektrodzie, to więcej ciepła jest generowane na elektrodzie i większa jest prędkość jej stapiania. Spawanie z biegunowością ujemną na elektrodzie powoduje, że więcej ciepła wydzielają się w materiale rodzimym i uzyskuje się większą głębokość wtopienia. Biegunowość dodatnią stosuje się najczęściej do spawania elektrodą zasadową i do spawania materiałów nieżelaznych, np. aluminium i jego stopy, brązy, stopy niklu a także do wykonywania złączy w pozycjach przymusowych: PG, PF, PE. Spawanie z zastosowaniem prądu przemiennego cechuje się mniejszą stabilnością jarzenia się łuku a stapianie pewnych gatunków elektrod jest utrudnione lub wręcz niemożliwe.

Natężenie prądu spawania decyduje o głębokości wtopienia i prędkości spawania. Jeżeli średnica elektrody jest stała to wraz ze wzrostem natężenia prądu zwiększa się energia liniowa łuku, wydajność stapiania oraz głębokość i szerokość jeziora spawalniczego. Gdy natężenie prądu jest zbyt wysokie wówczas elektroda stapia się bardzo szybko i powiększa objętość jeziora spawalniczego, co prowadzi do tworzenia się podtopień.

Natężenie prądu spawania przyjmuje się wg zasady: **30÷40 A na 1mm** średnicy rdzenia elektrody lub wyznaczyć wg wzoru: $I = (20 + 60d)d$ A, przy czym zależność ta odnosi się do elektrod o średnicy $d = 3÷6$ mm.

Prędkość przesuwania elektrody zależy od:

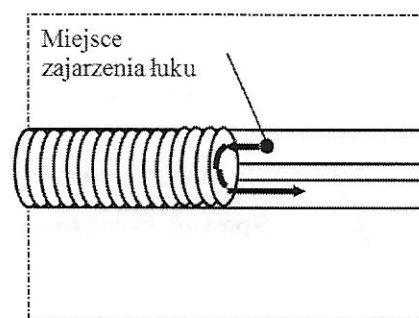
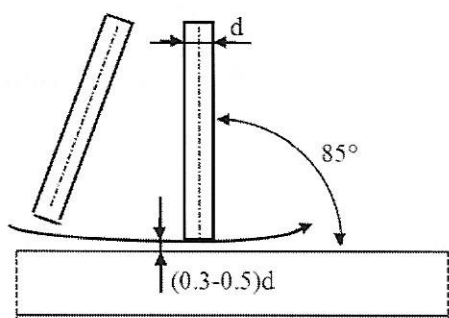
- rodzaju prądu, jego biegunowości i natężenia,
- napięcia łuku,
- pozycji spawania,
- prędkości stapiania elektrody,
- grubości spawanego materiału i kształtu złącza,
- dokładności dopasowania złącza,
- wymaganych ruchów końcówki elektrody,

Pochylenie elektrody względem złącza pozwala na regulację kształtu spoiny, głębokości wtopienia, szerokości lica i wysokości nadlewu. Pochylenie elektrody w kierunku przeciwnym do kierunku spawania powoduje, że maleje głębokość wtopienia a wzrasta szerokość i wysokość lica.

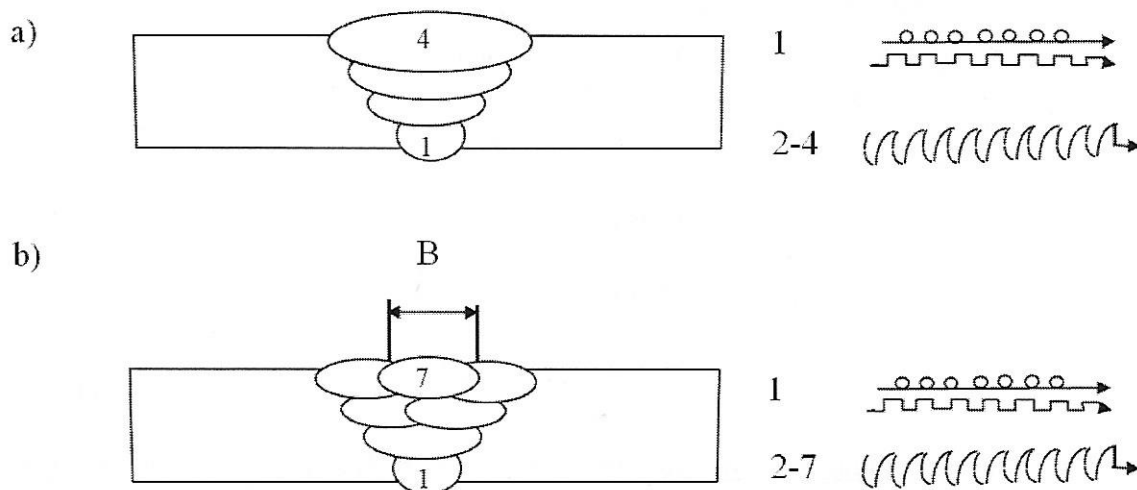
Elektrody zastosowane do spawania muszą być wysuszone zgodnie z warunkami zalecanymi przez producenta elektrod, oraz instrukcji stocznioowych obowiązujących w tym zakresie (IS-9-2198). Otulina elektrody winna być centryczna, bez uszkodzeń mechanicznych i śladów pleśni (wykwity). Rdzeń elektrody (próba zginania elektrody) powinien być bez nalotów korozji. Elektrody nie spełniające powyższych wymagań należy zwrócić do magazynu elektrod.

Warunki prawidłowego wykonania spoiny metodą 111:

- właściwe przygotowanie brzegów łączonych elementów (zgodnie z odpowiednim WPS i IS-9-2213)
- właściwy dobór natężenia prądu spawania w zależności od elektrody,
- utrzymywanie odpowiedniej długości łuku,
- umiejętne zajarzanie łuku **Szkic 19** (zabrania się zajarzania łuku poza rowkiem spawalniczym),
- utrzymywanie właściwego kąta pochylenia elektrody,
- wykonywanie elektrodą odpowiednich ruchów bocznych lub po linii spawania odpowiednio dla warstwy przetopowej i wypełniających,
- czyszczenie z żużla każdego wykonanego ściegu spoiny,



Szkic 19. Prawidłowe zajarzanie łuku elektrycznego i prowadzenie elektrody.



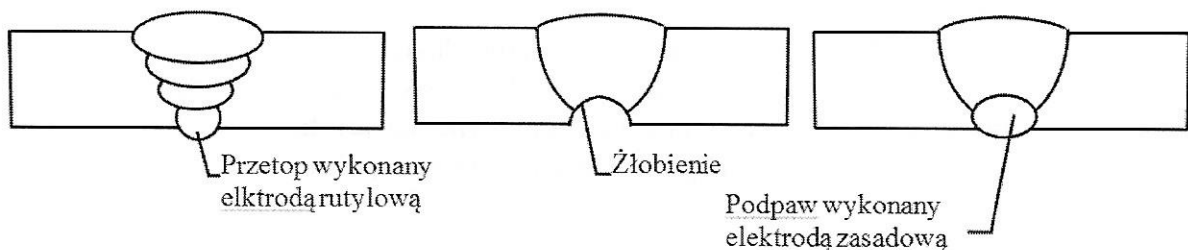
Szkic 20. Sposoby wykonywania spoin w pozycji podolnej PA:

- warstwy układane na całą szerokość rowka.
- warstwy układane ściegami zachodzącymi na siebie $B = (2 \div 3)d$, gdzie d = średnica rdzenia elektrody,

Spoiny wykonywane w pozycji naściennej i pułapowej układać ścięciem prostym. W przypadku stosowania ruchów zakosowych unikać zbyt szerokich ruchów elektrody, ponieważ powoduje to zwiększoną szybkość stygnięcia spoiny i utrudnia jej odgazowanie.

Spawanie ręczne elektrodami o otulinie rutylowej:

Spawanie elektrodami o otulinie rutylowej z uwagi na gorsze własności wytrzymałościowe stopiwa niż elektrod zasadowych, stosowane jest w stoczni do spawania mniej odpowiedzialnych konstrukcji kadłubowych takich jak: nadbudówki, rurociągi, konstrukcje wyposażenia statku i inne poza kadłubem mocnym. Przy spawaniu połączeń doczołowych kadłuba mocnego dopuszcza się wykonywanie warstwy przetopowej elektrodą rutylową w przypadku kiedy warstwa ta ulega całkowitemu wycięciu przy żłobkowaniu spoiny przed wykonywaniem podpawu. Styki montażowe kadłuba mocnego po żłobieniu przed wykonaniem podpawu podlegają odbiorowi jakościowemu.



Szkic 21. Formowanie spoiny doczołowej elektrodami zasadowymi z zastosowaniem elektrod rutylowych do wykonania przetopu.

Spawanie stali o podwyższonej wytrzymałości:

- Spawać połączenia ze stali PW elektrodami o otulinie zasadowej o odpowiednich własnościach wytrzymałościowych stopiwa.
- Stosować zasady spawania podane powyżej dotyczących spawania zasadowymi elektrodami otulonymi oraz kartami technologii spawania (WPS-ami).
- Łuk elektrody zajarzać w rowku spawalniczym. Niedopuszczalne jest zajarzanie elektrody na powierzchni blach obok spawanego połączenia.
- Przygotowanie krawędzi złącza do spawania powinno być zgodne z Instrukcją Przygotowania Krawędzi i Kartami Technologii Spawania. Rowki połączeń doczołowych docinane ręcznie niezgodnie z danym standardem cięcia należy ponownie dociąć i szlifować.
- Przy układaniu kolejnych warstw należy przestrzegać temperatury międzysciegowej, która nie powinna być wyższa niż 250°C. Temperaturę tę należy kontrolować przy pomocy kredkowych indykatorów temperatury, termometru stykowego lub pirometru.
- Łączone elementy o grubościach powyżej 30 mm należy przed spawaniem podgrzewać do temperatury 100÷150°C i utrzymywać tę temperaturę podczas spawania.

Brak wymagań odnośnie podgrzewania wstępnego nie oznacza rezygnacji z podgrzewania osuszającego w celu usunięcia wilgoci lub wody.

- Spoiny wielowarstwowe należy wykonywać wielościęgowo, szerokość pojedynczego ścięgu nie powinna przekraczać 3 średnic rdzenia elektrody **Szkic 20 b**).
- Spawanie stali PW w temperaturach ujemnych należy przeprowadzić zgodnie z wymaganiami przepisów Towarzystw Klasyfikacyjnych.

RODZAJ MATERIAŁU SPAWANEGO	ELEKTRODY
Stal węglowa	<p>Elektrody zasadowe:</p> <ul style="list-style-type: none"> - EVB 50 (Metal Weld), - EB 150 (ESAB), - OK 48.00 (ESAB), <p>Elektrody rutylowo-zasadowe:</p> <ul style="list-style-type: none"> - REKORD (SPAWMET), - EMONA (Metal Weld), - ER 246 (ESAB),
Stal nierdzewna	OK 63.30 (ESAB), FOX EAS 4 M-A (BOHLER),
Stal Węglowa ze Stalą Nierdzewną	OK 67.70 (ESAB), FOX CN 23/12 Mo-A (BOHLER),
Stal o podwyższonej wytrzymałości	P-62 MR (Elga) – Elektroda zasadowa do spawania stali węglowych specjalnych (Hardox, Weldox i podobne).
Żeliwo	<p>ELGALOY CAST NI FE (Elga) – Elektroda do spawania żeliwa ciągliwego, sferoidalnego i sferoidalnego grafityzowanego, nadaje się również do łączenia wymienionych żeliw ze stalami węglowymi, niskostopowymi i nierdzewnymi.</p> <p>SUPER NI (Metal Weld) – Elektroda średniootulona do spawania żeliwa szarego i ciągliwego a także do łączenia żeliw ze stalą.</p>
Rurociągi ze stali węglowej	BASOWELD S (Metal Weld) – Elektroda zasadowo-rutylowa podwójnie otulona polecana do spawania rurociągów, idealnie nadaje się do przetopów oraz spawania w pozycjach przymusowych.
Stal węglowa ocynkowana	RUTWELD Z (Metal Weld) – Elektroda rutylowo-celulozowa polecana szczególnie do spawania blach ocynkowanych.
Żłobki do stali węglowej	ESM - 257 – Elektrody spawalnicze węglowe miedziowane o przekroju okrągłym lub prostokątnym do cięcia i żłobienia stali.