

**MARPOL Plastic Welding Technology<sup>®</sup> since 1996**

---

## Zgrzewarki doczołowe

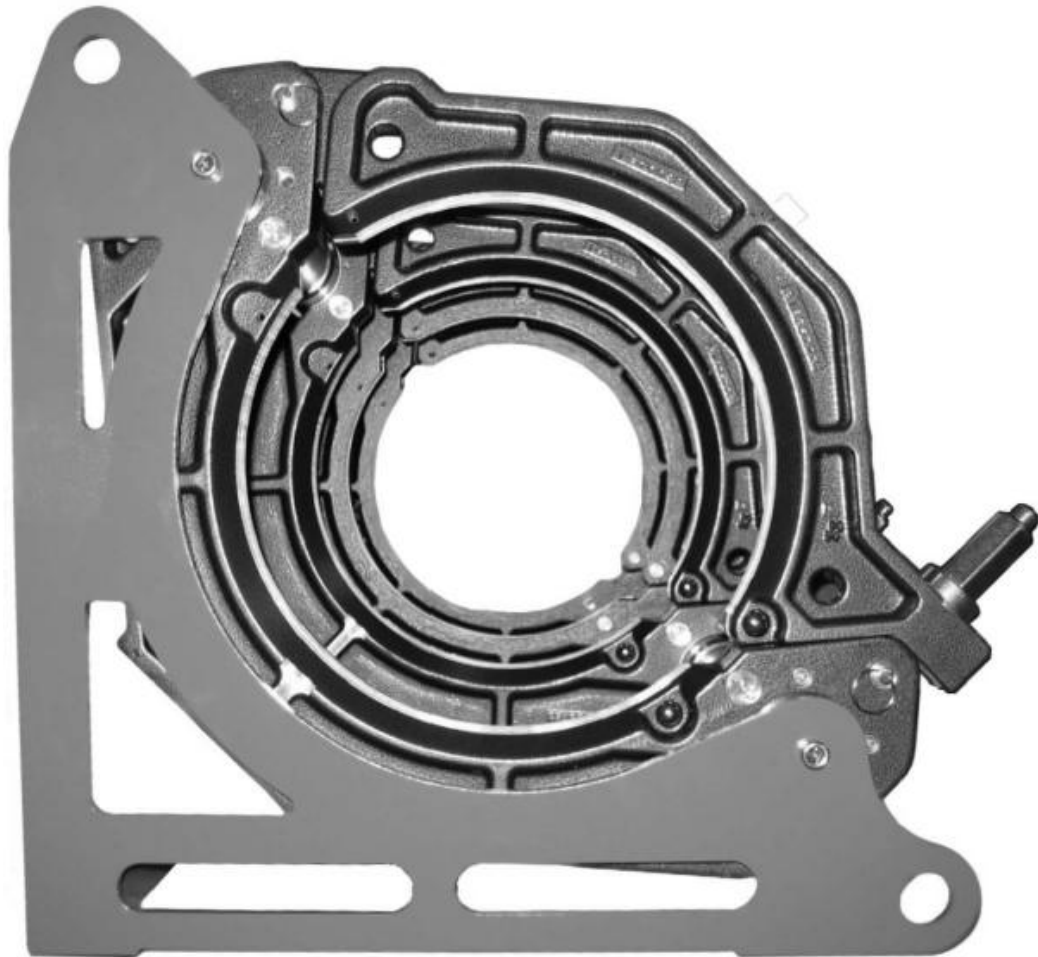
BASIC ODSM-500H

BASIC ODSM-400H

BASIC ODSM-315H

BASIC ODSM-250H

BASIC ODSM-160H



## PORADNIK ZGRZEWACZA

---

MARPOL Technologie Bezwykopowe i Maszyny Budowlane - rok założenia 1996

05-830 Nadarzyn, Stara Wieś, ul. Grodziska 7, NIP 571-136-46-44, [www.marpol.com.pl](http://www.marpol.com.pl)

Tel. +48 22 739 92 30, +48 22 798 34 90; Kom. +48 506 160 094, [marpol@marpol.com.pl](mailto:marpol@marpol.com.pl)

Zgrzewarki doczołowe Marpol zostały zaprojektowane i zbudowane zgodnie z międzynarodową normą ISO 12176-1.

Do obliczeń tabeli ciśnień zastosowaliśmy normę ISO / DIS 21307.

Ciśnienia docisku podczas zgrzewania przyjęto w wysokości 0,18 MPa.

Wszystkie zgrzewarki Marpol są przygotowane do współpracy z rejestratorem zgrzewów.

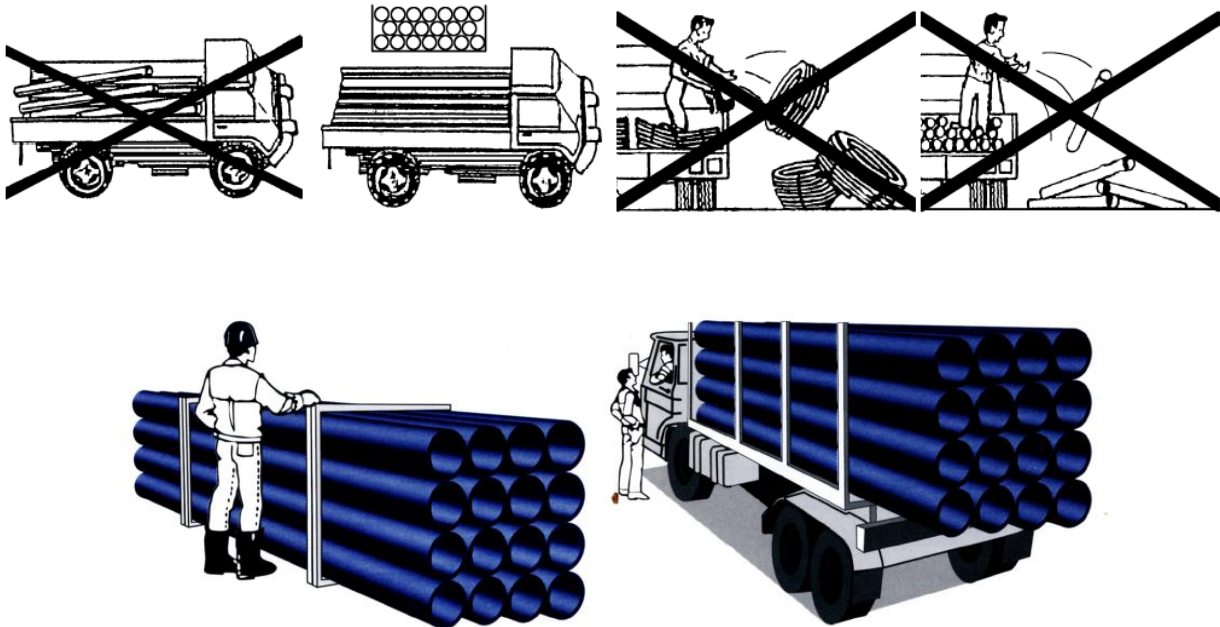
Podczas pracy należy zachować szczególną ostrożność przy posługiwaniu się płytą grzewczą, która może osiągnąć temperatury powyżej 200°C oraz frezarką (strugarką), w której z bardzo dużą prędkością obracają się noże tnące. Dotknięcie płyty grzewczej grozi poparzeniem a niewłaściwe i nieostrożne posługiwanie się frezarką grozi poważnym wypadkiem, np. ucięciem palca.

Miejsce pracy powinno być wygradzone taśmą ostrzegawczą a dostęp do miejsca pracy powinien być ograniczony tylko i wyłącznie do obsługi zgrzewarki, która przeczytała niniejszą instrukcję obsługi i została przeszkolona w zakresie zasad bezpiecznej pracy zgrzewarką doczołową.

## Ogólne zasady pracy (instrukcja montażu rur z polietylenu PE)

### Transport i składowanie rur polietylenowych (PE)

Rury PE należy transportować, rozładowywać i składować na placu budowy przy zachowaniu należytej ostrożności, aby nie uszkodzić i zanieczyścić ich powierzchni oraz aby nie uległy wygięciu.



Rury PE dostarczane są w postaci zwojów (kręgi) lub prostych odcinków paletyzowanych w wiązki. Podczas transportu i składowania rur i kształtek należy zwrócić szczególną uwagę na to, aby ich nie uszkodzić. Polietylen jest materiałem o stosunkowo małej wytrzymałości mechanicznej na zarysowanie.

Rury należy składować na równym podłożu. Rury w zwojach mogą być przechowywane w pozycji poziomej (wymóg dla rur do gazu) przy wysokości składowania do 1,5m lub w pozycji pionowej w jednej warstwie (stojącego pionowo kręgu nie można dodatkowo obciążać). Rury w prostych odcinkach fabrycznie spakowane w wiązki przy pomocy drewnianych ramek mogą być składowane warstwowo do wysokości 3m przy czym ramka wiązki wyższej winna spoczywać na ramce wiązki niższej. Jeżeli rury zostały rozpakowane, to mogą być składowane w przymie o maksymalnie 7 warstwach i wysokości nie większej niż 1m przy czym dolna warstwa powinna spoczywać na drewnianych podkładach a z boków być zabezpieczona drewnianymi podporami przed przemieszczeniem. Rozstaw podkładów i podpór powinien wynosić 1÷2m. Jeżeli w przymie składowane są rury o różnych sztywnościach, to rury o większej sztywności powinny leżeć na spodzie.

Rury mogą być składowane na wolnym powietrzu przez okres 12 miesięcy. Jeżeli przewiduje się ich składowanie przez dłuższy okres czasu, to korzystne jest ich zabezpieczenie przed wpływem promieniowania słonecznego (UV) poprzez umieszczenie ich pod zadaszeniem. Należy przy tym zapewnić swobodny przepływ powietrza.

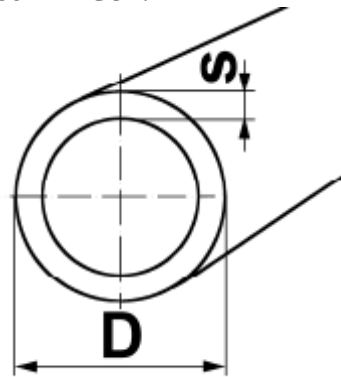
Przy załadunku i rozładunku rur dźwigiem należy stosować zawiesia wykonane z lin miękkich (nylonowych, bawełniano-konopnych itp.) – nie wolno stosować lin stalowych lub łańcuchów. Rury w fabrycznym opakowaniu zaleca się rozładowywać przy pomocy wózków widłowych.

Rury o mniejszych średnicach (np. do 160mm) mogą być na placu budowy przemieszczane ręcznie. Niedopuszczalne jest ich wleczenie po podłożu, zrzucanie lub przetaczanie.

Przy rozwijaniu rur zwiniętych w kręgi należy zachować szczególną ostrożność, gdyż uwalniany koniec rury odwija się z dość znaczną energią.

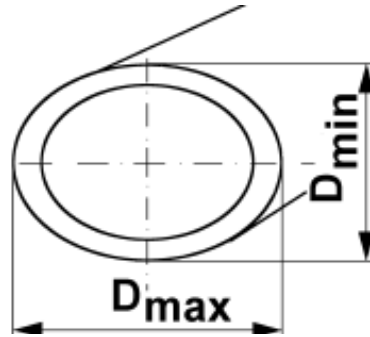
### Kontrola rur i prace przygotowawcze

Zgrzewane rury muszą mieć tę samą średnicę i grubość ścianki (współczynnik SDR) i być wykonane z tego samego materiału. Sprawdź parametry rur – producent umieszcza je zwykle na rurze co 1 metr.

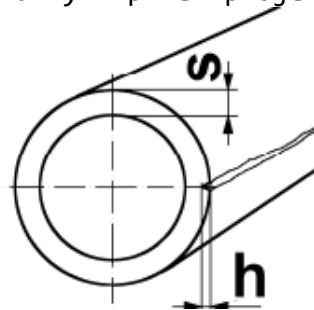


<p>SDR17.6 to SDR11 PE 100 to PE80</p>	<p>Rury wykonane z dwóch różnych materiałów i o różnych wartościach współczynnika SDR należy zgrzewać tylko metodą elektrooporową.</p>
<p>SDR11 to SDR11 SDR17 to SDR17 PE 100 to PE100 PE80 to PE80</p>	<p>Rury wykonane z tych samych materiałów i/lub o tych samych wartościach współczynnika SDR można zgrzewać metodą elektrooporową bądź doczołową.</p>
<p>SDR17.6 to SDR11 PE 100 to PE80</p>	<p>Rur o różnych wartościach współczynnika SDR nie należy zgrzewać metodą doczołową (PE80 i PE100 mogą być zgrzewane metodą doczołową przy odpowiednim doświadczeniu i wiedzy montera).</p>

Sprawdź stopień owalizacji rur, oblicz wartość współczynnika owalizacji  $\{100 \times (D^{\max} - D^{\min}) / D\}$  i porównaj z wartościami dopuszczalnymi przez projektanta:



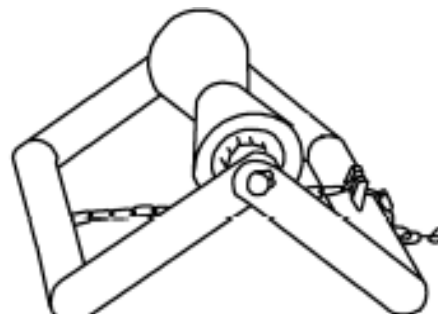
Sprawdź stopień zarysowania powierzchni, oblicz współczynnik  $\{h \times 100 / s\}$  i porównaj z wartościami dopuszczalnymi przez projektanta:



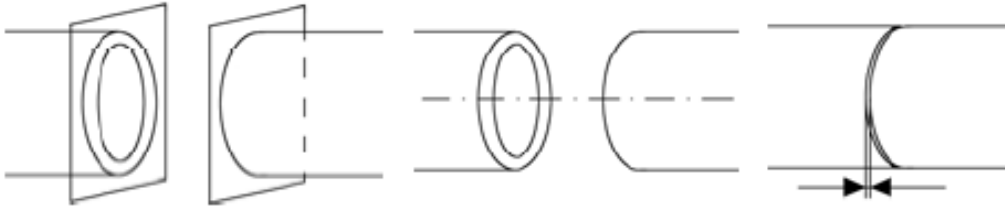
Składowane na wolnym powietrzu lub w magazynie rury i kształtki mogą być pokryte z zewnątrz i od wewnątrz warstwą błota lub kurzu. Aby ich drobiny nie dostały się na powierzchnię łączenia, końce elementów winny być oczyszczone co najmniej na długości 10 cm. Wstępne czyszczenie można wykonać suchym ręcznikiem papierowym. Ostateczne czyszczenie mające miejsce bezpośrednio przed zgrzewaniem winno być wykonane z użyciem płynu czyszczącego, który usunie tłuszcz i ewentualną wilgoć.



Używaj rolek aby zmniejszyć opory przemieszczania (tzw. współczynnik  $P^f$ ):



Rury muszą spełniać trzy następujące warunki: rury przycięte w ten sposób, aby powierzchnie czołowe były prostopadłe do osi rury, osie obydwu kawałków zgrzewanych rur muszą być ułożone współosiowo, końce rur nie mogą do siebie przylegać (przed rozpoczęciem czynności zgrzewania) w jakimkolwiek punkcie powierzchni czołowej.



### Montaż rurociągów z polietylenu (PE)

Udział tworzyw sztucznych w nowobudowanych systemach sieciowych infrastruktury podziemnej zwiększa się z roku na rok - coraz większa liczba inwestorów docenia zalety rurociągów wykonane w technologii tworzywowej. Do najważniejszych z nich należą szczelność, trwałość, pewność i łatwość montażu oraz relatywnie niski koszt wykonania.

Na rzeczywistą jakość i trwałość konkretnego rurociągu mają wpływ: jakość użytych materiałów, jakość prac montażowych i warunki eksploatacji tegoż rurociągu. Aby wspomóc użytkowników zgrzewarek firmy MARPOL w podnoszeniu jakości prac montażowych w następujących rozdziałach omówiono ogólne zasady montażu rurociągów polietylenowych, które powinny być stosowane przy budowie rurociągów z rur i kształtek PE.

### Informacje ogólne

Budowa rurociągu może być realizowana przy uwzględnieniu:

- szczegółowego projektu określającego parametry stosowanych rur i kształtek oraz materiałów z którego mają być wykonane,
- technologii łączenia poszczególnych rur i kształtek,
- lokalizacji projektowanego rurociągu w stosunku do pozostałych elementów uzbrojenia podziemnego i budynków,
- warunków ułożenia rurociągu.

Projekt powinien być przygotowany uwzględniając analizę wyników pomiarów geotechnicznych gruntu i jeżeli jest to konieczne powinien zawierać wytyczne określające sposób wzmocnienia podłoża lub zabezpieczenia rurociągu przed wypłynięciem. Zgodnie z wymaganiami, określony musi być stopień zagęszczenia gruntu wokół rurociągu.

Jeżeli ulegają zmianie warunki realizacji projektu, to projekt musi być również zmieniony.

Maksymalne ciśnienia robocze ( $p_{rob}$ ) rurociągu polietylenowego odpowiadające ciśnieniu nominalnemu (PN) zależne jest od klasy materiału rury (PE 80 lub PE 100), szeregu wymiarowego rury (SDR) i współczynnika bezpieczeństwa konstrukcji

rurociągu (C) zależnego od rodzaju transportowanego medium lub warunków eksploatacji rurociągu (np. temperatura, środowisko chemiczne). Należy tutaj podkreślić, że ciśnienie jakiemu poddawany jest rurociąg podczas próby szczelności może być równe  $1,5 \times p_{\text{rob}}$ . Tak więc kryterium doboru rur jest maksymalne ciśnienie robocze a nie ciśnienie próbne rurociągu.

Przy budowie rurociągów bezciśnieniowych ważnym parametrem rury jest jej sztywność obwodowa SR. Im mniejsza wartość krótkotrwałej sztywności obwodowej, tym większa staranność winna towarzyszyć wykonaniu podsypki, obsypki i zasyпки rurociągu. Praktycznie, rury o wartości SDR od 11 do 17,6 mogą być układane z umiarkowaną starannością zagęszczania gruntu lub nawet bez jego zagęszczania (np. układanie wąsko wykopowe) i o ile warunki takie dopuszcza lokalizacja rurociągu (np. jest on układany w terenie zielonym a nie w pasie drogowym). Sztywność obwodowa rury

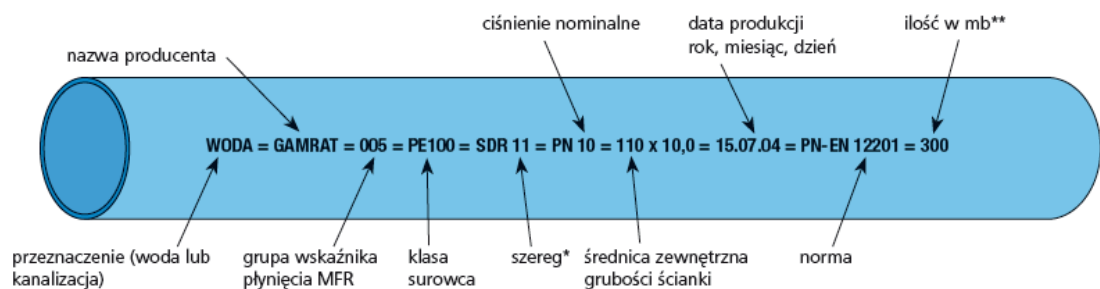
zależy od modułu elastyczności materiału i od wymiarów geometrycznych rury (SDR). Wartości modułu elastyczności dla polietylenu klasy PE 80 i PE 100 są do siebie zbliżone i w związku z tym wartości krótkotrwałej sztywności obwodowej rur z PE 80 i PE 100 należących do tego samego szeregu wymiarowego SDR są sobie równe.

Wraz ze spadkiem temperatury materiału rury zwiększa się jego sztywność i kruchość. Prowadzenie prac montażowych przy temperaturach otoczenia poniżej  $0^{\circ}\text{C}$  jest możliwe, ale należy tego unikać. W warunkach takich materiał stosowany na podsypkę, obsypkę i zasypkę jest mocno zmrożony (w nocy temperatura bywa jeszcze niższa) i trudno jest zapewnić właściwe jego zagęszczenie a ponadto spadające na rurociąg duże bryły zmrożonego materiału mogłyby go uszkodzić (mikropęknięcia niezauważalne gołym okiem). Poza tym, jakość prac monterów w takich warunkach jest również obniżona.

## Oznaczenia rur PE i terminologia techniczna

Jak czytać informację podaną na rurze przez producenta rury? Poniżej przedstawiono cechowanie rur firmy Gamrat.

### Cechowanie



PE polietylen,  
 PE-LD polietylen o niskiej gęstości,  
 PE-MD polietylen o średniej gęstości,  
 PE-HD polietylen i wysokiej gęstości,

- D średnica nominalna rury PE i innych wyżej wymienionych, podawana w mm; jest to średnica zewnętrzna rury,  
 e grubość nominalna rury podawana w mm,  
 SDR znormalizowany stosunek nominalnej średnicy zewnętrznej do nominalnej grubości ścianki,  
 S seria (szereg), liczba powiązana z SDR zależnością  $S = (SDR-1)/2$ ,  
 SN sztywność obwodowa (pierścieniowa) rury, który wyraża zdolność rury do przejmowania zewnętrznych obciążeń, pochodzących od gruntu lub ruchu kołowego; zależy od struktury rury i grubości ścianki, wyrażana w kPa,  
 MRS minimalna wymagana wytrzymałość:
- dla PE-100 wynosi 10 MPa,
  - dla PE-80 wynosi 8 MPa,

C współczynnik bezpieczeństwa:

- dla rur ciśnieniowych PE do wody wynosi 1.25,
- dla rur ciśnieniowych PE do gazu wynosi minimum 2.0,

$\sigma$  dopuszczalne naprężenie obwodowe w ściance rury, wyrażone w MPa wg wzoru:

$$\sigma = MRS/C$$

- dla rur PE-100 przyjmuje się  $\sigma = 10/1.25 = 8.0$  MPa,
- dla rur PE-80 przyjmuje się  $\sigma = 8/1.25 = 6.4$  MPa,

PN ciśnienie nominalne, maksymalne ciśnienie robocze przy temp. przesyłanego medium 20 st. C, wyrażone w barach

$$PN = 20 \sigma g / (D - g)$$

gdzie: g – grubość ścianki rury [mm]

D – średnica zewnętrzna rury [mm]

Ciśnienie może być podawane w różnych jednostkach. Poniżej podajemy przeliczniki najczęściej spotykanych jednostek. Przelicznik podane są z przybliżeniem stosowanym w praktyce dla porównania poszczególnych wartości ciśnienia.



MFI wskaźnik szybkości płynięcia

MFI 190/5 ilość w gramach uplastycznionego polietylenu w temperaturze 190°C, która wypływa przez dyszę plastometru ( $\Phi$  2,095 mm) pod obciążeniem 5 kg w czasie 10 min.

Grupa wskaźnika płynięcia MFI 005 – 0,2 g do 0,7 g /10 min.

Grupa wskaźnika płynięcia MFI 010 – 0,7 g do 1,4 g /10 min.

W trakcie wykonywania obliczeń hydraulicznych, przy podstawianiu do wzorów przepływów obliczeniowych lub korzystaniu z nomogramów zachodzi konieczność operowania różnymi jednostkami przepływu. Dla ułatwienia podajemy poniżej przelicznik najczęściej spotykanych jednostek.



Sztywności obwodowe dla rur PE w zależności od ciśnienia, materiału i SDR:

SDR	41	33	26	21	17,6	17	13,6	11	9
PN (bar) dla PE80	3,2	4	5	6	7,5	8	10	12,5	16
PN (bar) dla PE100	4	5	6	8	9,5	10	12,5	16	20
Sztywność obwodowa Minimum (kPa) SN	1	2	4	8	14	16	32	64	128

Promienie gięcia rur polietylenowych (na przykładzie rur Gamrat):

Temperatura	Szereg wymiarowy SDR [-]				
	11	13,6	17	21	26
> 20°C	20 × D	20 × D	20 × D	25 × D	30 × D
> 10°C	35 × D	35 × D	35 × D	45 × D	55 × D
> 0°C	50 × D	50 × D	50 × D	60 × D	70 × D

### Rury polietylenowe z PE100 do sieci wodociągowych i kanalizacyjnych

				SDR 11		SDR 17			SDR 26			
				Ciśnienie nominalne PN, w barach								
PE100				PN 16			PN 10			PN 6		
Wymiar nominalny DN/OD	Średnica średnica zewnętrzna		Maksymalna owalność	Grubość ścianek		ciężar 1 mb/kg	Grubość ścianek		ciężar 1 mb/kg	Grubość ścianek		ciężar 1 mb/kg
	d <sub>min</sub>	d <sub>max</sub>		e <sub>min</sub>	e <sub>max</sub>		e <sub>min</sub>	e <sub>max</sub>		e <sub>min</sub>	e <sub>max</sub>	
25	25,0	25,3	1,2	2,3	2,7	0,17	-	-	-	-	-	-
32	32,0	32,3	1,3	3,0	3,4	0,27	2,0	2,3	0,19	-	-	-
40	40,0	40,4	1,4	3,7	4,2	0,42	2,4	2,8	0,29	-	-	-
50	50,0	50,4	1,4	4,6	5,2	0,65	3,0	3,4	0,44	2,0	2,3	0,30
63	63,0	63,4	1,5	5,8	6,5	1,04	3,8	4,3	0,71	2,5	2,9	0,47
75	75,0	75,5	1,6	6,8	7,6	1,45	4,5	5,1	1,00	2,9	3,3	0,65
90	90,0	90,6	1,8	8,2	9,2	2,10	5,4	6,1	1,46	3,5	4	0,94
110	110,0	110,7	2,2	10,0	11,1	3,11	6,6	7,4	2,13	4,2	4,8	1,40
125	125,0	125,8	2,5	11,4	12,7	4,04	7,4	8,3	2,72	4,8	5,4	1,81
140	140,0	140,9	2,8	12,7	14,1	5,03	8,3	9,3	3,42	5,4	6,1	2,28
160	160,0	161,0	3,2	14,6	16,2	6,61	9,5	10,6	4,47	6,2	7,0	2,99
180	180,0	181,1	3,6	16,4	18,2	8,35	10,7	11,9	5,65	6,9	7,7	3,66
200	200,0	201,2	4,0	18,2	20,2	10,30	11,9	13,2	6,98	7,7	8,6	4,63
225	225,0	226,4	4,5	20,5	22,7	13,04	13,4	14,9	8,85	8,6	9,6	5,82
250	250,0	251,5	5,0	22,7	25,1	16,04	14,8	16,4	10,85	9,6	10,7	7,21
280	280,0	281,7	9,8	25,4	28,1	20,11	16,6	18,4	13,63	10,7	11,9	9,00
315	315,0	316,9	11,1	28,6	31,6	25,47	18,7	20,7	17,26	12,1	13,5	11,46
355	355,0	357,2	12,5	32,2	35,6	32,32	21,1	23,4	21,96	13,6	15,1	14,49
400	400,0	402,4	14	36,3	40,1	41,04	23,7	26,2	27,77	15,3	17,0	18,37

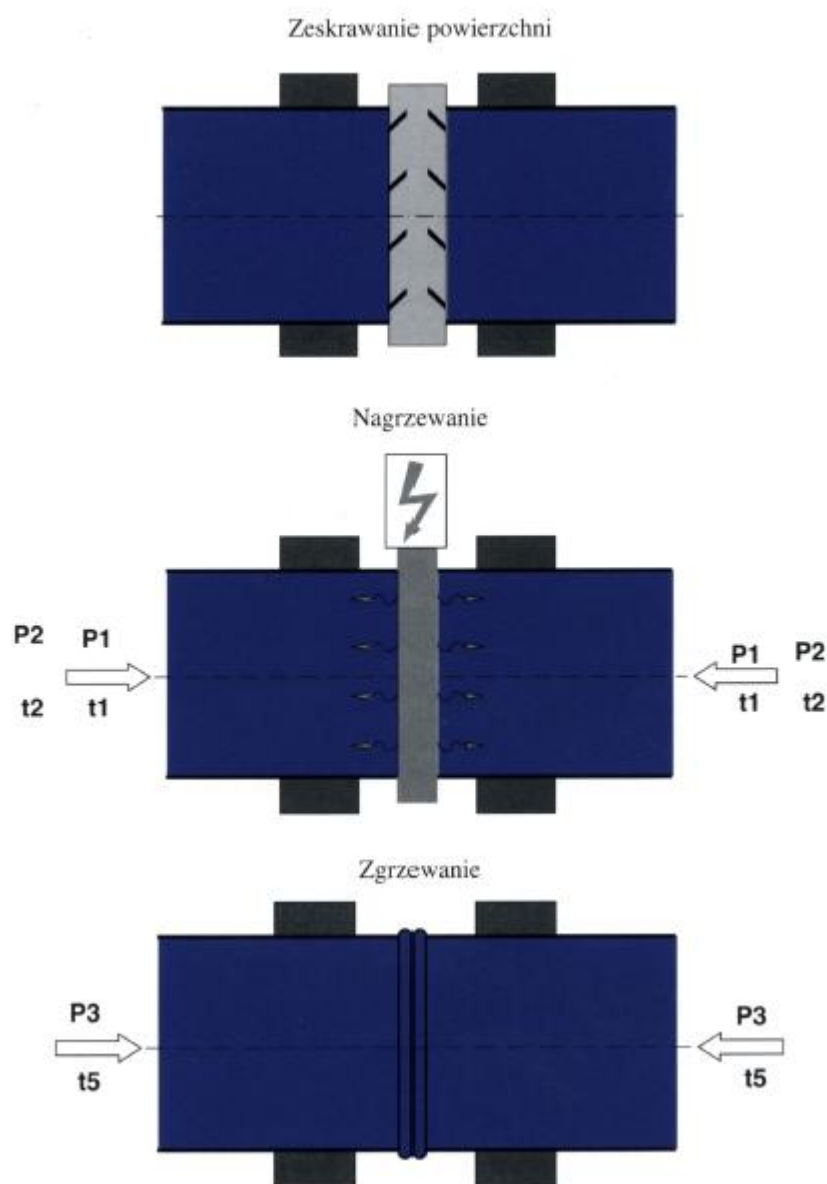
Dla potrzeb obliczeń tabeli ciśnień dla zgrzewarek doczołowych przyjmuje się, że średnice zewnętrzne rur są równe średnicom nominalnym a grubości ścianek są równe wartościom e<sub>min</sub>. Podane w powyższej tabeli wartości są zgodne z normą EN 1221.

## Ogólne zasady montażu rurociągu metodą zgrzewania doczołowego

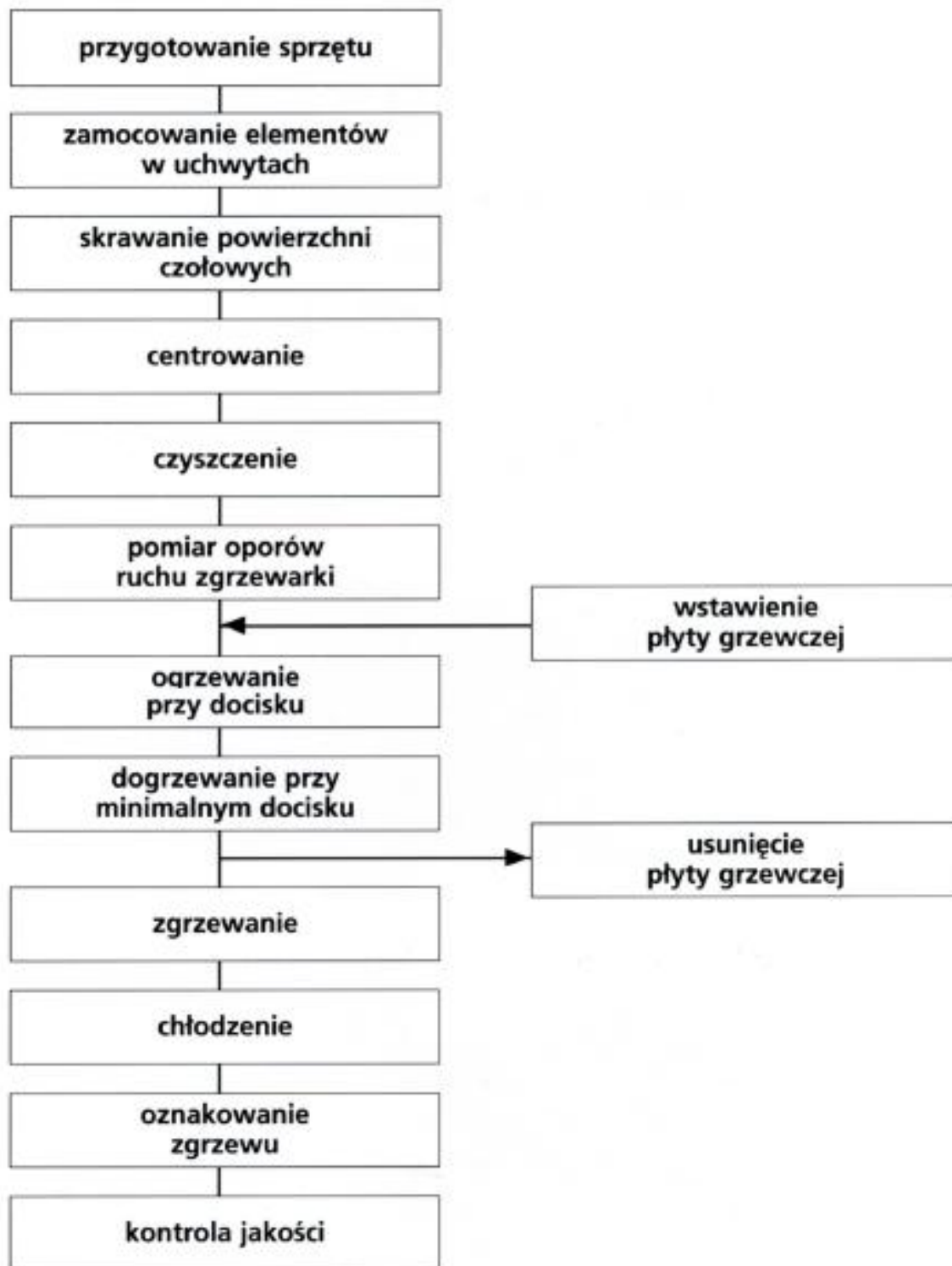
Na etapie montażu rurociągu wykorzystywane są różne techniki. Poszczególne elementy systemu mogą być łączone metodą zgrzewania doczołowego lub elektrooporowego bądź też przy wykorzystaniu łączników mechanicznych (np. kształtek zaciskowych). Do łączenia z armaturą lub rurociągami wykonanymi z materiałów innych niż PE mogą być wykorzystywane kształtki kołnierzone, odpowiednie łączniki mechaniczne lub kształtki przejściowe PE/stal. Szczegółowe opisy poszczególnych technik przedstawiono poniżej.

Łączenie rur polietylenowych metodą zgrzewania doczołowego polega na ogrzaniu i odpowiednim uplastycznieniu końców łączonych elementów poprzez styk ich powierzchni czołowych z płytą grzewczą a następnie wzajemnym dociśnięciu łączonych elementów do siebie z odpowiednią siłą, po uprzednim usunięciu płyty grzewczej.

Ogólny schemat zgrzewania doczołowego:



## Schemat blokowy zgrzewania doczołowego



Uznaje się, że wytrzymałość montażową złącze uzyskuje po upływie czasu chłodzenia (dopiero wówczas można wyjąć łączone elementy z zacisków zgrzewarki), a pełną obciążalność zgrzeina uzyskuje dopiero po całkowitym ochłodzeniu (temperatura w dowolnym jej punkcie nie przekracza 20°C lub temperatury otoczenia). Technika ta jest stosowana do łączenia elementów o średnicy 63 mm i większej a ponadto rury powinny być w odcinkach prostych (sztangach).

Warunki, w jakich jesteśmy zmuszeni przeprowadzać zgrzewanie doczołowe, mogą być skrajnie różne.

Zgrzewanie w temperaturach wyższych niż 30°C zdarza się w naszym kraju niezbyt często a jedynym efektem w takim przypadku może być nieznacznie większa wypływka. Należy jednak pamiętać, że a miejscu nasłonecznionym aktualna temperatura może znacznie przekraczać temperatury w cieniu – bywa, że rury nagrzewają się w silnym słońcu do temperatury nawet powyżej 40°C. Należy wówczas zmniejszyć czas studzenia korzystając z odpowiedniej normy ISO (więcej na ten temat w dalszej części poradnika).

Więcej zagrożeń niesie ze sobą zgrzewanie w temperaturach niższych (zwłaszcza poniżej 0°C). Wynika to z szybszego, niż w normalnych warunkach, chłodzenia nagranych powierzchni, zmniejszonej elastyczności polietylenu i jego zmniejszonej udarności. Szybsze chłodzenie nagranych powierzchni sprawia, że tzw. czas przestawienia, w którym powinniśmy odsunąć nagrzane końce łączonych elementów od płyty grzewczej, usunąć płytę i docisnąć elementy do siebie, ulega skróceniu. Wykonanie tej operacji w dłuższym czasie grozi powstaniem na powierzchni nagranych końców grubszej niż normalnie schłodzonej warstwy materiału, czyli tzw. "kożucha", którego większa niż zwykle część pozostanie na powierzchni łączenia elementów. Rozwiązaniem tego problemu może być rozłożenie nad miejscem zgrzewania namiotu ochronnego i za pomocą dmuchawy podniesienie temperatury powietrza w jego wnętrzu (należy zapobiec wzbijaniu się kurzu w powietrze).

Podobny wpływ na efekt końcowy zgrzewania jak niska temperatura otoczenia może mieć nie osłonięcie miejsca zgrzewania przed wiatrem podczas wietrznej pogody. Dobrą praktyką jest zamykanie zawsze, a nie tylko podczas wietrznych dni, przeciwległych końców łączonych odcinków rur korkami (np. tymi samymi, które są zakładane na końce rur w fabryce) zapobiegającymi przed powstawaniem przeciągów we wnętrzu rur w trakcie zgrzewania.

Równie niekorzystny wpływ na jakość połączenia ma wilgoć. Przyspiesza ona chłodzenie nagranych końców łączonych elementów, a dodatkowo, w przypadku bardzo dużej wilgotności cząsteczki pary wodnej mogą zostać zamknięte pomiędzy łączonymi końcami i powodować tworzenie się pustych przestrzeni osłabiających połączenie. W związku z tym, przy dużej wilgotności powietrza, w czasie deszczu lub w czasie występowania mgły należy miejsce zgrzewania osłonić namiotem, a powietrze wewnątrz osuszyć nagrzewnicą.

Namiot ochronny należy rozstawić również wtedy, gdy połączenia wykonujemy tam, gdzie występuje zapylenie. Kurz osiadający na powierzchni łączonych elementów po ich odsunięciu od płyty grzewczej nie będzie w pełni usunięty na zewnątrz wraz z wypływką (podobnie jak ma to miejsce z "kożuchem") i dodatkowo będzie osłabiał połączenie.

Ważne jest również właściwe przygotowanie samego miejsca przeprowadzania zgrzewania. Należy tutaj uwzględnić wszelkie czynniki, które mogą wpłynąć na jakość wykonywanego połączenia. Znane są przypadki, kiedy źdźbło trawy, które dostało się pomiędzy końce połączonych elementów w trakcie ich dociskania po usunięciu płyty grzewczej, było przyczyną kłopotów z ustaleniem przyczyn nieszczelności wykonanego rurociągu. Przy zgrzewaniu na łące, godne polecenia jest ustawienie zgrzewarki na płycie (np. ze sklejki lub blachy) lub arkusza rozłożonej na ziemi folii, aby podmuch powietrza lub ruch nogi czy części ruchomej zgrzewarki nie był przyczyną nieszczelności rurociągu.

Ważne jest też utrzymywanie w czystości powierzchni styku płyty grzewczej. Czyścić je można wacikami lub ręcznikami papierowymi nie pozostawiającymi kłaczków nasączonymi płynem czyszczącym. Czynność tę należy wykonywać przed każdym rozpoczęciem prac. Dobrze też jest wykonać pierwszy zgrzew na budowie jako "próbny" a koniecznie przed wyjazdem w teren dwa „próbné” na tereny bazy. Pozwoli to, po ocenie kształtu wypływki, określić czy parametry procesu zgrzewania zostały dobrane właściwie oraz dodatkowo oczyścić miejsce styku płyty grzewczej z połączonymi elementami.

Biorąc pod uwagę temperaturę topnienia, stosowane czasy grzania i fakt szybszej degradacji polietylenu w wysokich temperaturach, temperatura płyty grzewczej powinna zawierać się w zakresie  $200 \div 220$  °C, przy czym dla materiałów o wskaźniku szybkości płynięcia należącym do grupy MFI 010 i elementów o grubszych ściankach należy stosować niższe wartości.

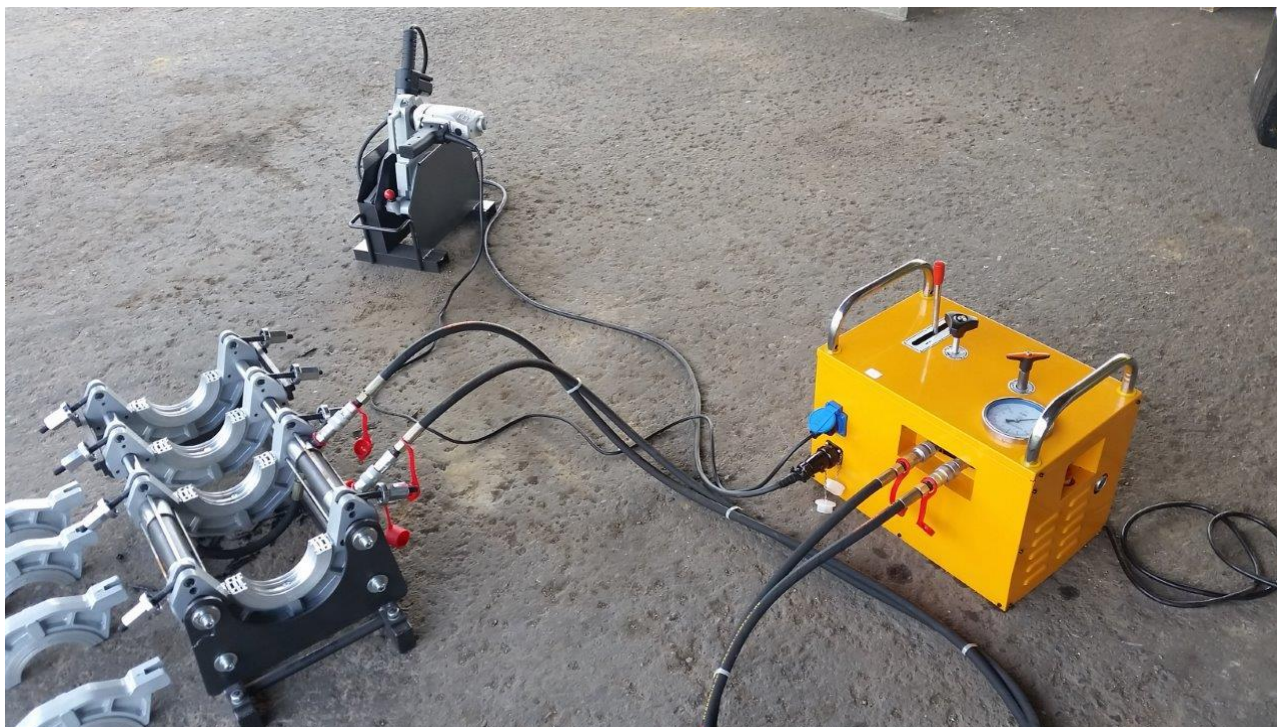
W ostatniej fazie zgrzewania doczołowego, tj. chłodzenia pod ciśnieniem, nie wolno przyspieszać procesu chłodzenia. Musi on przebiegać naturalnie, gdyż ze względu na niską przewodność cieplną polietylenu, schłodzeniu ulegnie jedynie wierzchnia warstwa zgrzeiny a temperatura w jej wnętrzu pozostanie prawie niezmienną. W takiej sytuacji powstanie duże naprężenia wewnętrzne, które zmniejszą wytrzymałość połączenia.

Metody zgrzewania doczołowego nie wolno stosować do połączenia rur zwijanych w kręgi. Są to zazwyczaj rury o stosunkowo małej grubości ścianki, a dodatkowo odkształcenia, jakim one uległy na skutek pozostawania w zwoju, będą utrudniały uzyskanie zgrzeiny o odpowiedniej jakości.

Techniką zgrzewania doczołowego można łączyć elementy o tej samej średnicy nominalnej, tej samej grubości ścianki i tej samej grupie MFI. Jeżeli zachodzi konieczność połączenia dwóch elementów o tej samej średnicy nominalnej, tej samej grubości ścianki lecz różnej grupie MFI, to takie połączenie powinno być wykonane w warunkach warsztatowych aby do minimum ograniczyć wpływ niekorzystnych warunków otoczenia na jakość zgrzewu. Jeśli połączenie takie musi być wykonywane w warunkach polowych, to zalecane jest użycie techniki elektrooporowej.

Zgrzewy doczołowe, w przeciwieństwie do zgrzewów elektrooporowych, wraz z upływem czasu stają się coraz słabszym "ogniwem w łańcuchu". Wytrzymałość długoczasowa zgrzein doczołowych jest mniejsza niż wytrzymałość długoczasowa rury i dla dobrze wykonanych połączeń waha się na poziomie  $0,8 \div 0,9$ . W związku z tym, łącząc elementy tą metodą należy zachować czystość i stosować podane w tabelach parametry procesu (parametry np. wg normy ISO/DIS 21307 lub normy holenderskiej NEN 7200 ).

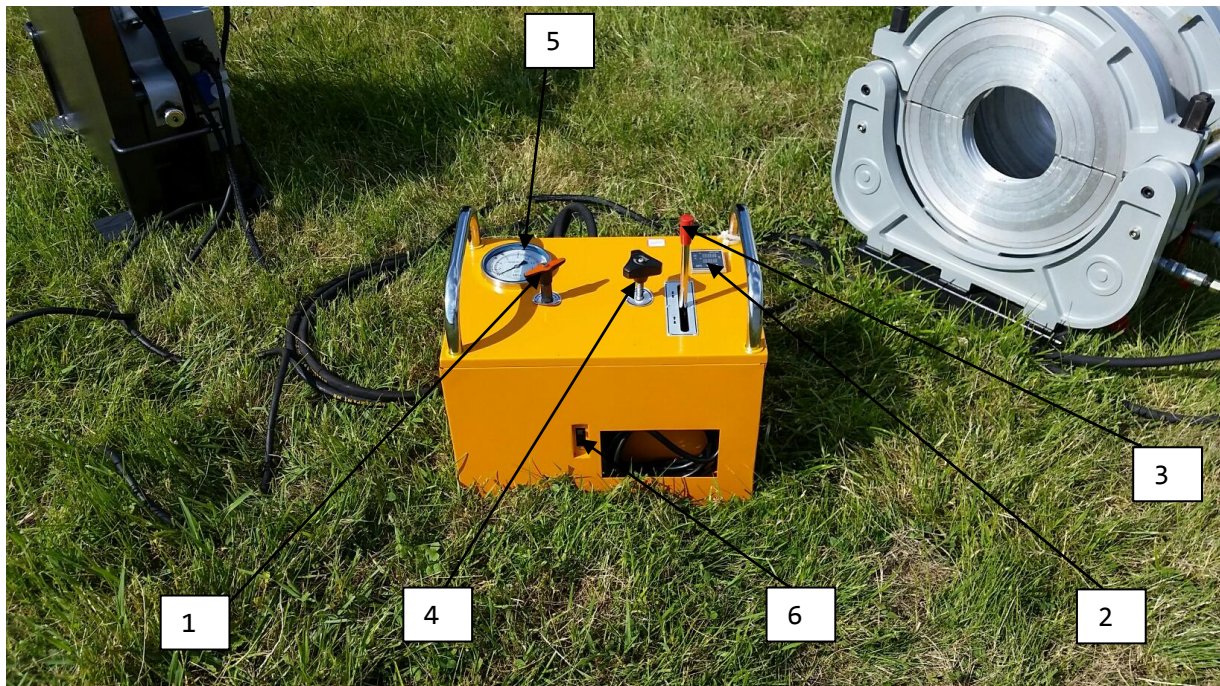
## Budowa zgrzewarki doczołowej Marpol



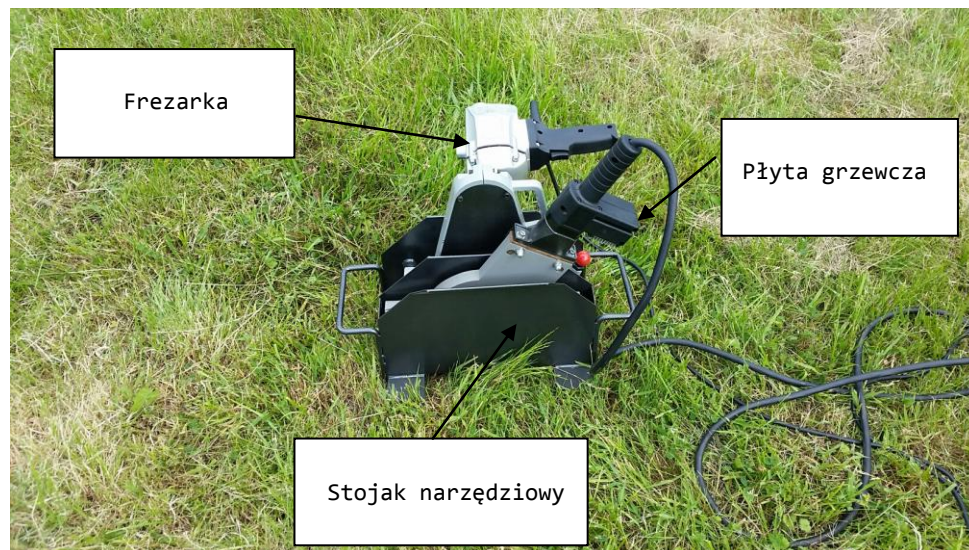
## Urządzenie scalająco-mocujące:



- 1 - zacisk dolny,
- 2 - zacisk górny,
- 3 - śruba dociskowa.

**Panel kontrolny zasilacza hydraulicznego:**

- 1 - dźwignia włączenia / wyłączenia obwodu hydraulicznego,
- 2 - miernik temperatury płyty grzewczej (w zgrzewarce ODSM-400H lub większej miernik znajduje się na zasilaczu hydraulicznym a w zgrzewarkach mniejszych np. ODSM-160H, ODSM-250H lub ODSM-315H miernik znajduje się w ręczce frezarki),
- 3 - dźwignia przesuwu rozdzielacza hydraulicznego (przesuw do przodu powoduje ruch prowadnic ruchomych w kierunku prowadnic nieruchomych, przesuw w kierunku do siebie powoduje ruch prowadnic ruchomych w kierunku przeciwnym),
- 4 - pokrętło zmiany ciśnienia (pozycja skrajna na lewo odpowiada wartości zerowej),
- 5 - miernik ciśnienia w układzie hydraulicznym { MPa / bar },
- 6 - włącznik zasilacza hydraulicznego.

**Zespół frezarki, płyty grzewczej i stojaka narzędziowego:**

Zasilacz hydrauliczny (wymaga połączenia z siecią elektryczną lub agregatem elektrycznym)



Wlew oleju hydraulicznego



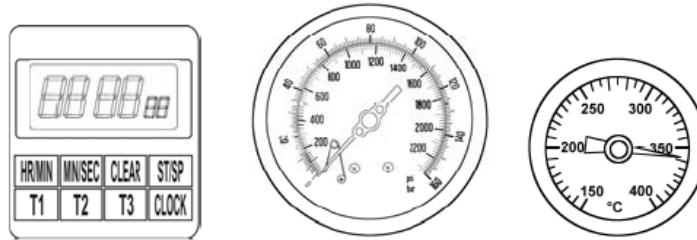
Gniazdo elektryczne



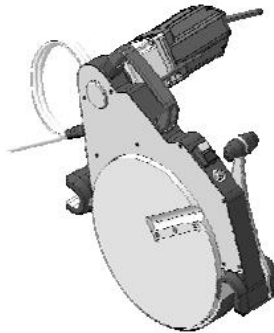
Widoczne na zdjęciu dwa gniazda do przyłączenia rejestratora zgrzewów

**Przegląd zgrzewarki przed rozpoczęciem pracy i czynności przygotowawcze**

- (a) Sprawdź działanie mierników czasu, ciśnienia i temperatury.



- (b) Sprawdź działanie frezarki i zwróć uwagę na to, czy noże tnące nie są uszkodzone i czy są wystarczająco ostre. Noże zużywają się w wyniku normalnej eksploatacji (są wyłączone z gwarancji technicznej) i zaleca się, aby użytkownik posiadał zapasowe noże na placu budowy w zestawie z częściami zamiennymi. Wymiana noży może być wykonana w warunkach polowych samodzielnie przez użytkownika.



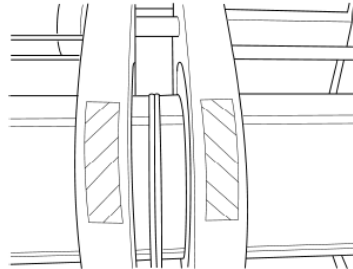
- (c) Sprawdź działanie płyty grzewczej tzn. czy grzeje. Jeśli nie grzeje, to może to być spowodowane np. przerwą w połączeniu elektrycznym; sprawdź wówczas połączenia elektryczne w obwodzie płyty grzewczej. Sprawdź następnie powłokę teflonową, którą pokryta jest płyta grzewcza, czy nie posiada ubytków albo nie jest nadmiernie zużyta (powłoka teflonowa płyty grzewczej zużywa się w wyniku normalnej eksploatacji). Typowy zakres pracy płyty grzewczej to  $200 \pm 20$  °C.



Działanie płyty grzewczej może być sprawdzone za pomocą miernika temperatury (zdjęcie powyżej), którego nie ma w zestawie ze zgrzewarką, ale który znajduje się w ofercie handlowej firmy Marpol.

Sprawdź, czy płyta grzewcza jest czysta. Do mycia używaj tylko czystej, nie kłaczącej (postrzępionej) szmatki lub ręcznika papierowego.

- (d) Sprawdź ogólne działanie zgrzewarki w warsztacie i wykonaj 2-krotnie zgrzew kontrolny zanim udasz się w teren. Szczęki ruchome powinny przemieszczać się po prowadnicach płynnie, niedopuszczalne są jakiegokolwiek wycieki oleju hydraulicznego, jak również przerwy w izolacji przewodów elektrycznych. W razie potrzeby skontaktuj się telefonicznie z producentem zgrzewarki, ponieważ czasem udaje się rozwiązać problem po konsultacji z serwisem technicznym. Kontakt do serwisu - tel. 22 798 34 90 lub 506 160 094.

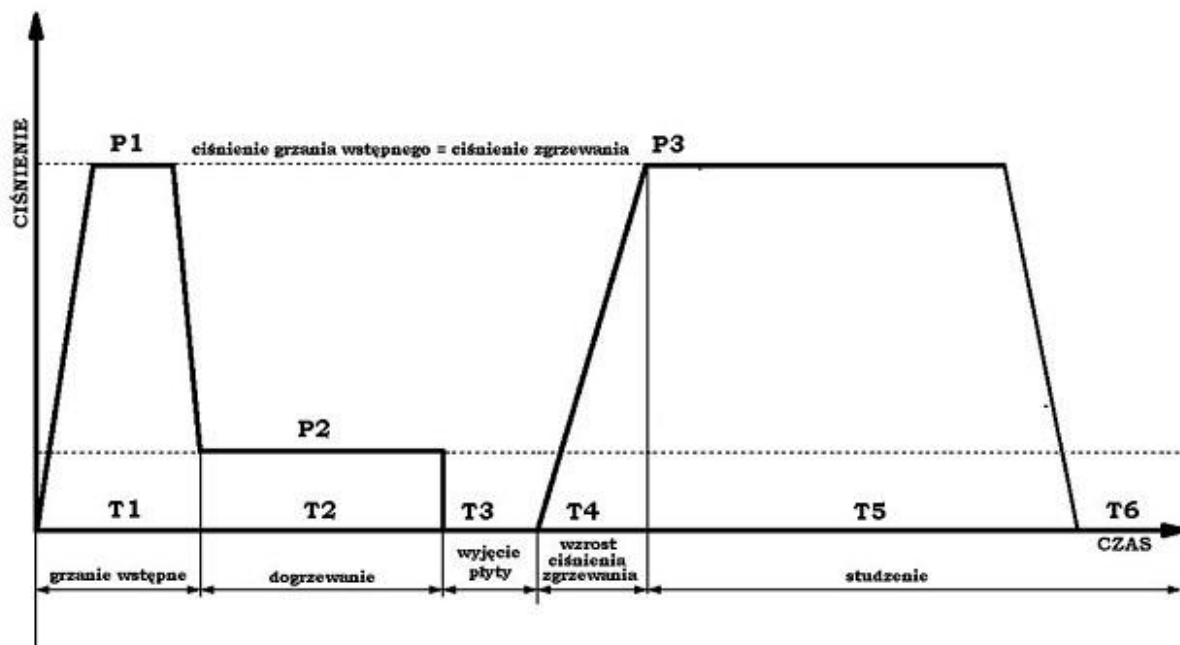


- (e) Warunki pogodowe. W przypadku wietrznej pogody, niskiej temperatury otoczenia, zapylenia lub dużej wilgotności należy miejsce montażu osłonić namiotem ochronnym i ewentualnie uruchomić nagrzewnicę aby podnieść temperaturę lub zmniejszyć wilgotność powietrza w otoczeniu zgrzewarki. W zależności od warunków pogodowych należy zabrać ze sobą na budowę namiot i nagrzewnicę.

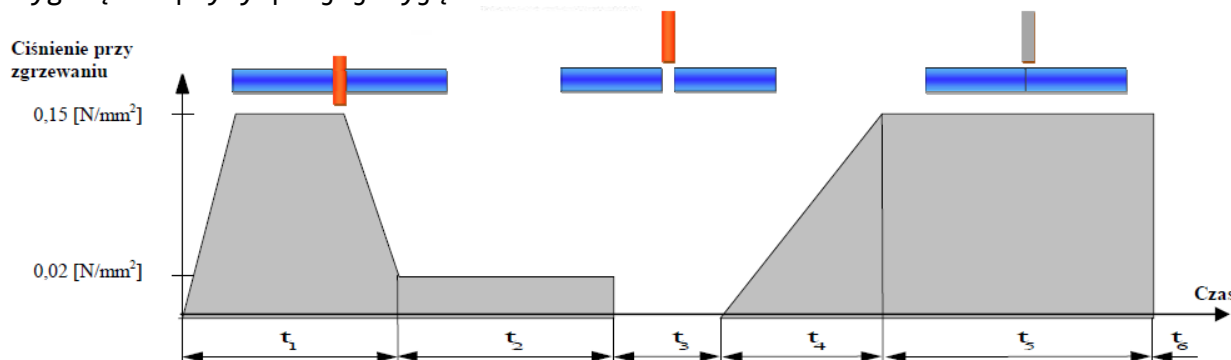


### Schemat zgrzewania doczołowego w cyklu jedno ciśnieniowym

W dalszej części prac związanych z wykonaniem połączenia metodą zgrzewania doczołowego będziemy się posługiwać tabelą ciśnień, która w sposób liczbowy opisuje przebieg procesu zgrzewania doczołowego w cyklu jedno ciśnieniowym. Wizualizacją tej tabeli jest następujący schemat zgrzewania:



Inna wersja schematu ze wskazaniem ruchu płyty grzewczej - grzanie, wyjęcie i stygnięcie płyty po jej wyjęciu:



Tabele ciśnień mogą być przygotowane zgodnie z różnymi normami. Jakkolwiek firma MARPOL przygotowała tabelę ciśnień zgodnie z normą ISO DIS 21307, to warto zauważyć, że wielu czołowych producentów rur PE, np. WAVIN albo KACZMAREK zalecają korzystanie z normy holenderskiej NEN 7200. W ocenie tych producentów parametry określone w NEN 7200 dają najlepsze rezultaty w badaniach długotrwałej wytrzymałości zgrzewu.

Firma MARPOL podaje tabelę ciśnień zgodnie z normą ISO a prezentowane tu parametry dotyczą zgrzewania doczołowego rur wykonanych z surowca klasy PE 100. Zgrzewanie należy prowadzić w cyklu jedno ciśnieniowym (klasycznym), czyli zgodnie z prezentowanymi wyżej na tej stronie schematami zgrzewania. Ciśnienie docisku zgodne z ww. normą ISO DIS 21307 wynosi 0,15 MPa (patrz schemat na dole tej strony).

## Kontrola jakości zgrzewu doczołowego

Kontrola jakości zgrzewu doczołowego może być oparta na oględzinach zewnętrznej wypływki i jej pomiarach geometrycznych. Na kształt wypływki i jej wielkość wpływają bowiem poszczególne etapy wykonywania zgrzewu. Metoda ta nie jest w stanie ocenić jedynie stanu czystości łączonych powierzchni. W przypadku podejrzeń należy odpowiednim przyrządem (firma Marpol posiada w ofercie tego rodzaju przyrząd) ściąć zewnętrzną wypływkę a następnie poddać ją dokładnym oględzinom i próbie zginania lub skręcania. Metody badań ultradźwiękowych i rentgenograficznych nie są jeszcze w naszym kraju w stosunku do rurociągów z PE powszechnie stosowane (brak wiedzy i doświadczeń firm wykonawczych).

Wypływka i jej najbliższe otoczenie nie powinny posiadać znamion świadczących o wadliwie wykonanym zgrzewie, takich jak zniekształcona wypływka, zarysowania, pęknięcia, wgłębienia spowodowane zaciskami urządzenia dociskowo-scalającego (czasem nazywanego również urządzeniem wykonawczym).

Oględziny zewnętrzne wypływki nie gwarantują wykrycia wszystkich błędów i dlatego w ramach oceny jakości zgrzewu dokonuje się pomiarów jej geometrii. Wypływki powinny mieć kształt w miarę równych na całym obwodzie i stykających się ze sobą wałeczków.

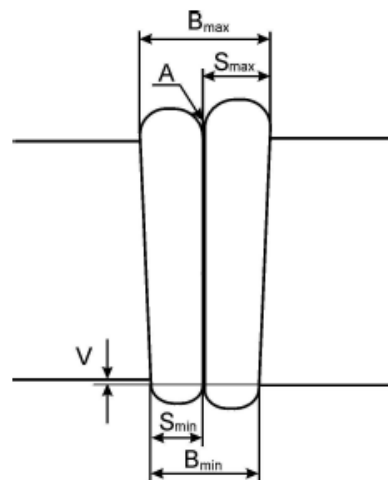
Szerokość wypływki powinna zawierać się w następujących granicach:

$$3 + 0,5 e \leq B \leq 5 + 0,75 e$$

gdzie  $e$  jest grubością ścianki rury w mm.

Maksymalna i minimalna szerokość wypływki ( $B_{\min}$  i  $B_{\max}$ ) winna zawierać się w granicach podanych w tabelach parametrów zgrzewania właściwych dla rodzaju łączonych elementów (średnica nominalna, klasa PE, SDR). Ponadto, maksymalna szerokość wypływki  $B_{\max}$  jak i minimalna szerokość wypływki  $B_{\min}$  nie mogą się różnić o więcej niż 10% od wartości średniej szerokości wypływki  $B_m$  liczonej jako średnia arytmetyczna wartości maksymalnej i minimalnej:

$$B_m = \frac{B_{\min} + B_{\max}}{2}$$



Różnica  $X$  pomiędzy maksymalną szerokością większego z wałeczków  $S_{\min}$  a minimalną szerokością mniejszego z wałeczków  $S_{\min}$  liczona według poniższego wzoru:

$$X = \frac{S_{\max} - S_{\min}}{B_M} \times 100 \%$$

nie może być większa, niż:


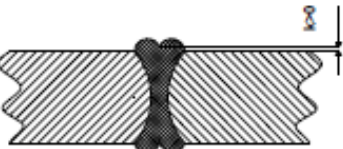

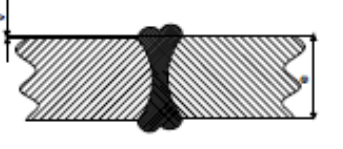
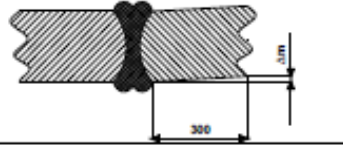

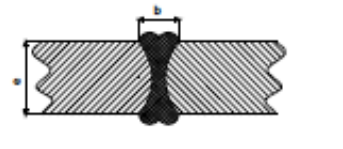
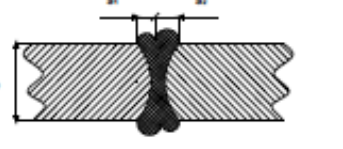
- 10% dla połączeń rury z rurą,
- 20% dla połączeń kształtki z kształtką,
- 30% dla połączeń rury z kształtką.

Należy też sprawdzić, czy dno rowka  $A$  między wałeczkami znajduje się powyżej powierzchni zewnętrznej łączonych elementów oraz czy przesunięcie osiowe  $V$  zewnętrznych powierzchni łączonych elementów nie przekracza 10% grubości ścianki.

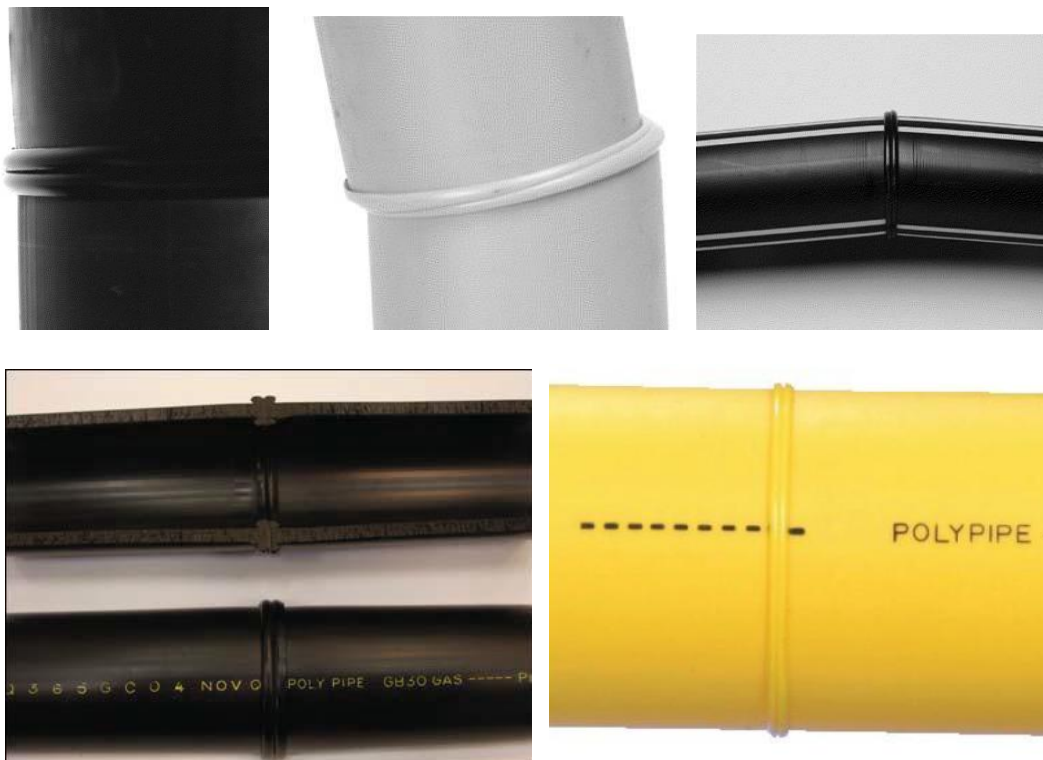
Wyżej wymienione parametry geometryczne mierzy się za pomocą suwmiarki lub innego przyrządu pomiarowego pozwalającego na pomiar z dokładnością do 0,1 mm.



Nóż do wycinania wypływki zewnętrznej w postaci pojedynczego paska dla potrzeb oceny jakości zgrzeiny.

L.p.	Wada	Opis wady	Ocena jakości
1.		Rysy przebiegające poprzecznie do spoiny mogą pojawić się: – w spoinie, – rodzimym materiale, – w strefie wpływu cieplnego.	Wada niedopuszczalna
2.		Karby w strefie zgrzewania. Przyczyną powstania karbów mogą być m. in: – niedostateczne ciśnienie łączenia. – za krótki czas dogrzewania. – za krótki czas chłodzenia.	Wada niedopuszczalna
3.		Karb (rysy) w rodzimym materiale (rura). Przyczyną mogą być: – szczęki mocujące zgrzewarki, – nieprawidłowy transport rur, – czynności przygotowawcze procesu zgrzewania.	Dopuszczalna głębokość karbu $\Delta s \leq 0,1e$
4.		Powierzchnie rur wzajemnie przesunięte (współosiowość wg PN-EN 12007-2:2004).	Dopuszczalne przesunięcie $V \leq 0,1e$
5.		Kątowe odchylenie (skrzywienie), wynikające np. z błędów zgrzewarki (brak osiowości).	$\Delta m \leq 1 \text{ mm}$ na długości 300 mm
6.		Niewłaściwy kształt wypłytki Przyczyną mogą być: – za niska temperatura grzania, – za krótki czas nagrzewania, – za wysoki nacisk, – za długi czas usunięcia płyty grzewczej.	Wada niedopuszczalna
7.		Zbyt szeroka lub zbyt wąska zgrzeina.	$B_{\min} \geq 0,8 B$ $B_{\max} \leq 1,2 B$
8.		Nierówne wałeczki wypłytki Przyczyną wady może być: – niewłaściwe przygotowanie brzegów, – różna temperatura płaszczyzn grzejnych płyty grzewczej, – nieosiowe ustawienie rur w trakcie zgrzewania, – owalizacja rur.	$x \leq 0,1$ $x \leq 0,2$ gdzie $x = \frac{S_1 - S_2}{S_1 + S_2}$

## Przykłady poprawnych zgrzewów



## Przykłady zgrzewów wykonanych niewłaściwie



Za wąska wypływka

za szeroka wypływka

## Przykłady zgrzewów wykonanych niewłaściwie cd.

