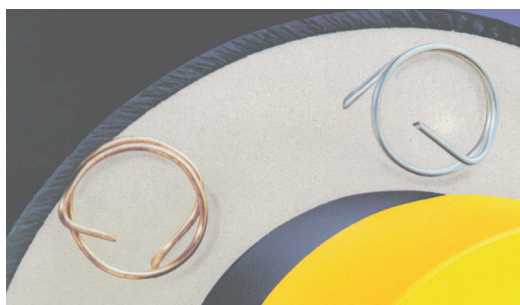
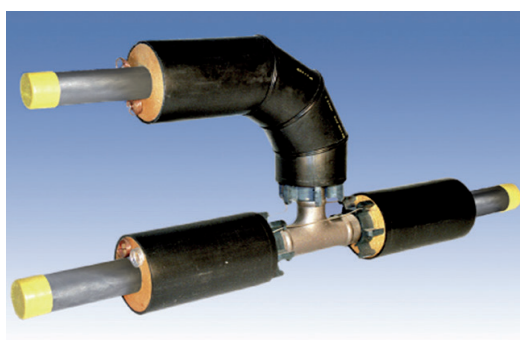




KATALOG SYSTEMU RUR PREIZOLOWANYCH



1. Specyfikacja techniczna materiałów i surowców	5
2. Specyfika techniczna elementów systemu stalowych rur preizolowanych	7
4. Rury stalowe preizolowane gięte	10
5. Rura stalowa preizolowana CONTI	11
6. Kolana preizolowane	12
7. Trójnik wznośny 45° w izolacji standardowej	13
8. Trójnik wznośny 45° w izolacji 1x pogrubionej	15
9. Trójnik wznośny 45° w izolacji 2x pogrubionej	17
10. Trójnik równoległy w izolacji standardowej	19
11. Trójnik równoległy w izolacji 1x pogrubionej	21
12. Trójnik równoległy w izolacji 2x pogrubionej	23
13. Trójnik prosty	25
14. Zawór preizolowany	27
15. Zawór preizolowany z odpowietrzeniem i odwodnieniem	28
16. Odpowietrzenie/odwodnienie	29
17. Redukcja preizolowana	30
18. Punkt stały	31
19. Kompensator jednorazowy EKO	32
20. Rury stalowe preizolowane podwójne DOPPELROHR	33
21. Rury stalowe preizolowane podwójne DOPPELROHR CONTI	34
22. Rury stalowe preizolowane podwójne DOPPELROHRR gięte	35
23. Kolana preizolowane DOPPELROHR - poziome	36
24. Kolana preizolowane DOPPELROHR - pionowe	37
25. Trójnik DOPPELROHR - prosty izolacja standard	38
26. Trójnik DOPPELROHR - prosty izolacja 1x pogrubiona	39
27. Trójnik DOPPELROHR - równoległy izolacja standard	40
28. Trójnik DOPPELROHR - równoległy izolacja pogrubiona 1x	41
29. Trójnik DOPPELROHR - równoległy izolacja pogrubiona 2x	42
30. Trójnik DOPPELROHR izolacja pogrubiona 1x - równoległy z przejściem na rurę pojedynczą izolacja standard	43
31. Trójnik DOPPELROHR - z przejściem na rurę pojedynczą izolacja standard	44
32. Trójnik DOPPELROHR - z przejściem na rurę pojedynczą izolacja pogrubiona 1x	46
33. Trójnik DOPPELROHR - z przejściem na dwie rury DOPPELROHR izolacja standard	48
34. Trójnik DOPPELROHR - z przejściem na dwie rury DOPPELROHR izolacja pogrubiona 1x	50
35. Trójnik DOPPELROHR - z przejściem na dwie rury DOPPELROHR izolacja pogrubiona 2x	52
36. Kształtka preizolowana DOPPELROHR typ „h” – izolacja standard i pogrubiona 1x	54
37. Kształtka preizolowana DOPPELROHR typ „F” – izolacja standard i pogrubiona 1x	55
38. Zawór preizolowany DOPPELROHR	56
39. Odpowietrzenie/odwodnienie DOPPELROHR	57
40. Zawór preizolowany DOPPELROHR z odpowietrzeniem i odwodnieniem	58
41. Redukcja preizolowana	59
42. Tuleja ścienna	60
43. Pokrywa końcowa END CAP	61
44. Maty kompensacyjne	62
45. Adapter wejściowy	63

1. Specyfikacja techniczna materiałów i surowców

Rury przewodowe

Materiał

- rury stalowe czarne ze szwem wzdłużnym lub spiralnym:
Ze stali P235GH wg PN-EN 10217 lub PN-EN 10217-5.
Ze stali P235TR1, P235TR2 wg PN-EN 10217-1.
- rury stalowe czarne bez szwu:
Ze stali P235GHTC1 wg PN-EN 10216-2.
- rura z polietylenu usieciowanego PE-Xa (rury giętkie)
Rura z PE-Xa zgodna z normą PN-EN ISO 15875-2:2005+A1:2008
lub PN-EN ISO 15875-3:2006.
 - SDR 7.4 (S=3,2, klasa PN20, szereg 2) dla rur do c.w.u.
 - SDR 11 (S=5, klasa PN12,5, szereg 1) z barierą antydyfuzyjną EVAL dla rur do c.o.
- rura z miedzi (rury giętkie)
Wykonana z miedzi Cu-DHP/R 220, nr 2.0090.
- inne materiały rury przewodowej, wg wymagań klienta

Wymiary rur stalowych

Średnice, grubości ścianek i tolerancje wg normy PN-EN 253.
Ukosowanie końców zgodnie z EN 10217.
Rury dostarczane z atestem hutniczym wg EN10204-3.1.

Izolacja

Sztywna pianka poliuretanowa

Spełniająca wymagania normy PN-EN 253.
Komponenty pianki spieniane za pomocą cyklopentanu.
Temperatura pracy ciągłej (CCOT) 161°C przy założeniu 30 letniej trwałości.
Przewodność cieplna:

- rury Conti: $\lambda_{50} \leq 0,024 \frac{\text{W}}{\text{m} \cdot \text{K}}$
- rury tradycyjne: $\lambda_{50} = 0,027 \div 0,029 \frac{\text{W}}{\text{m} \cdot \text{K}}$

Półelastyczna pianka poliuretanowa (rury giętkie)

Spełniająca wymagania normy PN-EN 253.
Komponenty pianki spieniane za pomocą cyklopentanu.

Przewodność cieplna: $\lambda_{50} = 0,023 \frac{\text{W}}{\text{m} \cdot \text{K}}$

Komórki zamknięte $\geq 95 \%$

Płaszcz osłonowy

Polietylen wysokiej gęstości PEHD

Klasy co najmniej PE 80, spełniający wymagania normy PN-EN 253.

Wewnętrzna powierzchnia PE-HD poddawana jest obróbce koronującej w celu zwiększenia adhezji izolacji PUR do płaszcza osłonowego.

Polietylen niskiej/średniej gęstości PELD/PEMD (rury giętkie)

Wytłaczany bezpośrednio na wcześniej uformowaną piankę PUR. Spełnia wymagania normy PN-EN 253.

Płaszcz osłonowy SPIRO

Dostarczany dla sieci napowietrznych. Wykonany ze spiralnie zwiniętej blachy aluminiowej lub ocynkowanej.

2. Specyfika techniczna elementów systemu stalowych rur preizolowanych

Rury stalowe

Dostarczane z niezaizolowanymi końcami o długości $220 \text{ mm} \pm 20 \text{ mm}$.

Dla rur stalowych o grubości ścianki $> 3,2 \text{ mm}$, przygotowane końcówki pod spoiny spawalnicze przez ukosowanie rur pod kątem 30° .

Kolana

Wykonane zgodnie z normą PN-EN 448.

Dla średnic rur stalowych DN20÷DN200 wykonane przez gięcie maszynowe.

Dla średnic rur stalowych DN250÷DN1000 wykonane z łuku hamburskiego z dospawanymi prostkami rurowymi.

Trójniki

Wykonane zgodnie normą PN-EN 448.

Odgąłęzienie od stalowej rury wykonane poprzez zastosowanie odkuwanej kształtki trójnikowej lub wyciągnięcie szyjki na gorąco oraz połączenie rury odgałęźnej poprzez spaw pachwinowy.

Armatura

Armatura preizolowana wykonana zgodnie z normą PN-EN 448.

Zawory stalowe preizolowane dostarczane są w zakresie średnic rur przewodowych DN20÷DN300.

Do obsługi zaworów stalowych stosuje się klucze teowe lub przekładnie planetarne (dla średnic powyżej DN150).

Kompensatory

Firma Isoplus stosuje kompensatory jednorazowe montowane po wykonaniu podgrzewu wstępnego.

W technologii Isoplus nie występują kompensatory mieszkowe swobodne ze względu na ich dużą awaryjność.

System alarmowy

Elementy preizolowane stalowe mogą być wyposażone w dowolny, występujący na rynku, system lokalizacji zawiłgocenia.

Standardowo stosowane są dwa rodzaje systemów:

- impulsowy (IPS) – z dwoma przewodami miedzianymi o przekroju $2 \times 1,5 \text{ mm}^2$, z których jeden jest w kolorze miedzi a drugi ocynowany.
- rezystancyjny (Brandes) – z przewodem czujnikowym (czerwonym) NiCr o oporności $5,7 \Omega/\text{m}$ w perforowanej izolacji teflonowej oraz przewodem powrotnym (zielonym) o oporności $0,0036 \Omega/\text{m}$ w izolacji teflonowej.

Do lokalizacji awarii stosowane są urządzenia produkowane przez Isoplus lub inne (na życzenie klienta).

Mufy

Do izolacji złącz spawanych standardowo stosowane są następujące rodzaje muf:

– **mufy termokurczliwe z podwójnym uszczelnieniem**

Dostarczane w zakresie średnic: $65 \text{ mm} \leq D_a \leq 1300 \text{ mm}$ i długości 700 mm.
Na zamówienie dostępna jest maks. długość 1500 mm.

– **mufy termokurczliwe z polietylenu sieciowanego radiacyjnie**

Dostarczane w zakresie średnic: $65 \text{ mm} \leq D_a \leq 1200 \text{ mm}$ i długości 700 mm.

– **mufy termokurczliwe zgrzewane elektrycznie**

Dostarczane w zakresie średnic: $65 \text{ mm} \leq D_a \leq 1300 \text{ mm}$ i długości standardowej 700 mm.
Na zamówienie dostępna jest maks. długość 1500 mm.

– **mufy SPIRO**

Do izolacji rurociągów naziemnych SPIRO.

Dostarczane w zakresie średnic: $65 \text{ mm} \leq D_a \leq 1300 \text{ mm}$ i długości standardowej 700 mm.
Na zamówienie dostępna jest maks. długość 1500 mm.

Wszystkie mufy spełniają wymagania normy PN-EN 489.

Szczegółowe informacje odnośnie izolacji złącz stanowią osobne opracowania.

Serwis Isoplus wykonuje izolacje niestandardowe, tj. mufy naprawcze, izolacje wcinek na gorąco, izolacje kształtek niestandardowych.

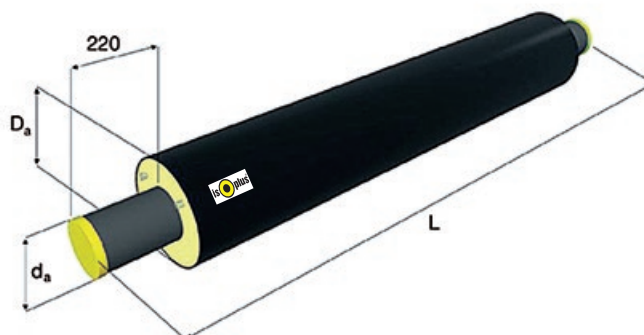
W razie pytań prosimy o kontakt z Działem Technicznym.

Materiały dodatkowe:

Materiały dodatkowe stanowią:

- tuleje ścienne
- pokrywy końcowe (END CAP)
- maty kompensacyjne
- adaptery
- elementy i akcesoria do systemu alarmowego (tulejki, podtrzymki, puszki połączeniowe)
- taśmy znakujące

3. Rury stalowe preizolowane



Rury preizolowane o długościach: $L=6, 12$ lub $16m^*$.

System alarmowy: impulsowy lub Brandes.

Wymiary rury stalowej ze szwem					Długość dostarczana L [m]	Średnica płaszczu zewnętrznego D _a [mm]			Masa G [kg/m]		
Średnica		Średnica zewn. d _a [mm]	Grubość ścianki s [mm]			Grubość izolacji			Grubość izolacji		
			ISOPLUS	PN-EN 253		Standard	Pogrubiona 1x	Pogrubiona 2x*	Standard	Pogrubiona 1x	Pogrubiona 2x*
20	¾"	26,9	2,6	2,3	6	90	110	125	2,68	3,08	3,41
25	1"	33,7	3,2	2,6	6/12	90	110	125	3,54	3,96	4,30
32	1¼"	42,4	3,2	2,6	6/12	110	125	140	4,60	4,95	5,32
40	1½"	48,3	3,2	2,6	6/12	110	125	140	5,04	5,38	5,76
50	2"	60,3	3,2	2,9	6/12	125	140	160	6,25	6,62	7,16
65	2½"	76,1	3,2	2,9	6/12	140	160	180	7,73	8,28	8,87
80	3"	88,9	3,2	3,2	6/12	160	180	200	9,15	9,75	10,49
100	4"	114,3	3,6	3,6	6/12	200	225	250	13,23	14,24	15,35
125	5"	139,7	3,6	3,6	6/12	225	250	280	16,09	17,20	18,72
150	6"	168,3	4	4	6/12	250	280	315	20,77	22,29	24,15
175 *	7"	193,7	4,5	4,5	6/12	280	315	355	26,22	27,91	30,22
200	8"	219,1	4,5	4,5	6/12/16	315	355	400	30,51	33,02	36,05
225 *	9"	244,5	5	5	6/12/16	355	400	450	37,53	40,29	43,77
250	10"	273	5	5	6/12/16	400	450	500	43,59	47,42	51,66
300	12"	323,9	5,6	5,6	6/12/16	450	500	560	56,40	60,65	66,19
350	14"	355,6	5,6	5,6	6/12/16	500	560	630	63,65	69,20	76,62
400	16"	406,4	6,3	6,3	6/12/16	560	630	670	80,57	88,00	92,55
450	18"	457,2	6,3	6,3	6/12/16	630	670	710	93,07	97,62	102,44
500	20"	508	6,3	6,3	6/12/16	670	710	800	102,40	107,22	119,09
550 *	22"	558,8	6,3	6,3	12/16	710	800	900	110,38	121,16	134,64
600	24"	610	7,1	7,1	12/16	800	900	1000	139,45	154,30	170,59
650 *	26"	660	7,1	7,1	12/16	900	1000	—	156,34	171,09	—
700	28"	711	8	8	12/16	900	1000	—	178,93	195,23	—
750 *	30"	762	8	8	12/16	1000	1100	—	197,56	214,09	—
800	32"	813	8,8	8,8	12/16	1000	1100	—	221,15	239,38	—
850 *	34"	864	8,8	8,8	12/16	1100	1200	—	241,81	259,88	—
900	36"	914	10	10	12/16	1100	1200	—	276,70	296,63	—
1000	40"	1016	11	11	12/16	1200	1300	—	333,79	357,76	—

* - produkt niestandardowy, prosimy sprawdzić możliwość dostawy

Schemat oznaczenia:

KMR/(G - ze szwem, N - bez szwu) /G/ DN / D_a / L / rodzaj alarmu (IPS lub Brandes)

np. KMR/R/G/40/110/12/IPS – rura preizolowana ze szwem DN40/110 o długości 12m z alarmem IPS.

4. Rury stalowe preizolowane gięte



Rury preizolowane o długościach: $L=12$ lub 16 m.

System alarmowy: impulsowy lub Brandes.

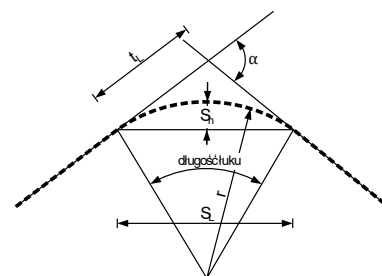
Uwagi: Rury wykonane z prostymi końcami $DN100 \leq DN450 - 1,9$ m, $DN500 \leq DN550 - 3,0$ m
Przy zamawianiu należy podać kąt, promień i kierunek gięcia (w prawo lub w lewo).

Wymiary rury stalowej		Długość dostarczana L [m]	Maks. dopuszczalny kąt gięcia α [°]	Minimalny promień gięcia r [m]	Segment kręgu przy r_{min} 12,00m i 16,00m		
Średnica nominalna DN	Średnica zewnętrzna d_a [mm]				Długość siecznej S_L [m]	Długość siecznej S_H [m]	Długość stycznej t_L [m]
100	114,3	12	28,0	16,60	11,81	0,96	6,08
		16	42,0	16,60	15,48	1,79	8,29
125	139,7	12	28,0	16,60	11,81	0,96	6,08
		16	42,0	16,60	15,48	1,79	8,29
150	168,3	12	25,0	18,50	11,85	0,86	6,07
		16	38,0	18,50	15,57	1,62	8,23
200	219,1	12	22,5	20,80	11,88	0,77	6,05
		16	33,5	20,80	15,67	1,43	8,18
250	273,0	12	20,0	23,10	11,90	0,69	6,04
		16	30,0	23,10	15,73	1,29	8,14
300	323,9	12	18,0	25,90	11,92	0,62	6,03
		16	27,0	25,90	15,78	1,16	8,11
350	355,6	12	12,0	28,60	11,97	0,47	6,01
		16	17,0	28,60	15,90	0,81	8,04
400	406,4	12	6,5	52,80	11,99	0,26	6,00
		16	10,5	52,80	15,96	0,50	8,01
450	457,0	12	5,0	68,70	11,99	0,20	6,00
		16	8,0	68,70	15,98	0,38	8,01
500	508,0	12	4,0	85,90	12,00	0,16	6,00
		16	6,0	85,90	15,99	0,29	8,01
550	559,8	12	4,0	89,90	12,00	0,16	6,00
		16	6,0	89,90	15,99	0,29	8,01

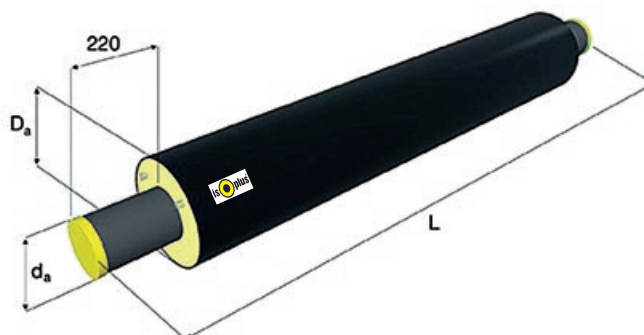
Schemat oznaczenia:

KMR/BR/ DN / D_a / L / rodzaj alarmu (IPS lub Brandes)

np. KMR/BR/50/125/12/IPS – rura preizolowana gięta DN50/125
o długości 12m z alarmem IPS



5. Rura stalowa preizolowana CONTI



Rury preizolowane o długościach: **L=12 m.**

Współczynnik przewodności cieplnej zespołu rurowego: $\lambda_{50} \leq 0,024 \frac{W}{m \cdot K}$.

Wyposażone w warstwę antydyfuzyjną na styku rura płaszczowa PEHD – pianka PUR.

System alarmowy: impulsowy lub Brandes*.

Wymiary rury stalowej ze szwem					Średnica płaszcz zewnętrzny D_a [mm]			Masa G [kg/m]		
Średnica		Średnica zewn. d_a [mm]	Grubość ścianki s [mm]		Grubość izolacji					
DN	Cale		ISOPLUS	PN-EN 253	Standard	Pogrubiona 1x	Pogrubiona 2x*	Standard	Pogrubiona 1x	Pogrubiona 2x*
25	1"	33,7	3,2	2,3	90*	110	125	3,15	3,57	3,91
32	1¼"	42,4	3,2	2,6	110	125	140	4,08	4,43	4,8
40	1½"	48,3	3,2	2,6	110	125	140	4,43	4,77	5,15
50	2"	60,3	3,2	2,9	125	140	160	5,87	6,24	6,78
65	2½"	76,1	3,2	2,9	140	160	180	7,24	7,78	8,37
80	3"	88,9	3,2	3,2	160	180	200	9,18	9,77	10,94
100	4"	114,3	3,6	3,6	200	225	250	13,69	14,63	15,78
125	5"	139,7	3,6	3,6	225	250	280	16,48	17,64	19,13
150	6"	168,3	4	4	250	280	315	21,22	22,71	24,86
200	8"	219,1	4,5	4,5	315	355	400	31,25	34,13	37,69

* - produkt niestandardowy, prosimy sprawdzić możliwość dostawy

Schemat oznaczenia:

KMR/R/G/CONTI/ DN / D_a / L / rodzaj alarmu (IPS lub Brandes)

np. KMR/R/G/CONTI/40/110/12/IPS – rura preizolowana CONTI DN40/110 o długości 12m z alarmem IPS

6. Kolana preizolowane



System alarmowy: impulsowy lub Brandes.

Uwagi: Przy zamawianiu należy podać kąt uzupełniający α oraz długość ramion.

Wymiary rury stalowej			Kolano stalowe		Średnica płaszczka zewnętrznego D _a [mm]			Długość ramienia L • L ₁ [mm]	
Średnica		Średnica zewn. d _a [mm]	Grubość ścianki s [mm]	Promień r [mm]				Grubość izolacji	
DN	Cale				(KB)	(LB)			
20	¾"	26,9	2,6	110,0	90	110	125	600 • 600	1000 • 1000
25	1"	33,7	3,2	125,0	90	110	125	600 • 600	1000 • 1000
32	1¼"	42,4	3,2	140,0	110	125	140	600 • 600	1000 • 1000
40	1½"	48,3	3,2	170,0	110	125	140	600 • 600	1000 • 1000
50	2"	60,3	3,2	215,0	125	140	160	600 • 600	1000 • 1000
65	2½"	76,1	3,2	155,0	140	160	180	600 • 600	1000 • 1000
80	3"	88,9	3,2	160,0	160	180	200	600 • 600	1000 • 1000
100	4"	114,3	3,6	152,0	200	225	250	700 • 700	1000 • 1000
125	5"	139,7	3,6	190,0	225	250	280	750 • 750	1000 • 1000
150	6"	168,3	4,0	229,0	250	280	315	800 • 800	1000 • 1000
200	8"	219,1	4,5	305,0	315	355	400	1000 • 1000	
250	10"	273,0	5,0	381,0	400	450	500	1000 • 1000	
300	12"	323,9	5,6	457,0	450	500	560	1000 • 1000	
350	14"	355,6	5,6	533,0	500	560	630	1000 • 1000	
400	16"	406,4	6,3	610,0	560	630	670	1000 • 1000	
450	18"	457,2	6,3	686,0	630	670	710	1100 • 1100	
500	20"	508,0	6,3	762,0	670	710	800	1200 • 1200	
600	24"	610,0	7,1	914,0	800	900	1000	1250 • 1250 *	
700	28"	711,0	8,0	1067,0	900	1000	—	1400 • 1400 *	
800	32"	813,0	8,8	1219,0	1000	1100	—	1600 • 1600 *	
900	36"	914,0	10,0	1372,0	1100	1200	—	1800 • 1800 *	
1000	40"	1016,0	11,0	1524,0	1200	1300	—	1900 • 1900 *	

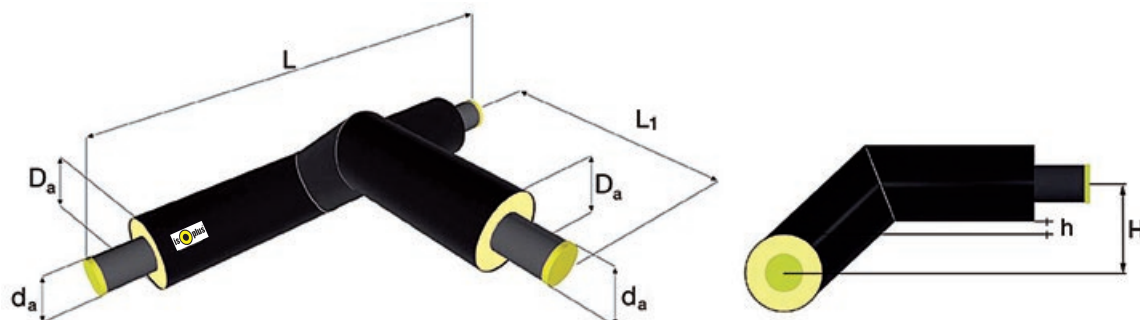
* - produkt niestandardowy, prosimy sprawdzić możliwość dostawy

Schemat oznaczenia:

KMR/K/ DN / D_a / kąt (IPS lub Brandes)

np. KMR/K/40/110/90 – kolano preizolowane DN40/110 o kącie 90°

7. Trójnik wznośny 45° w izolacji standardowej



System alarmowy: impulsowy lub Brandes.

Odgałęzienie	Wymiary – trójnik wznośny 45° w izolacji standard																					
	DN	20	25	32	40	50	65	80	100	125	150											
	cale	¾"	1"	1 ½"	1 ¼"	2"	2 ½"	3"	4"	5"	6"											
	d _a	26,9	33,7	42,4	48,3	60,3	76,1	88,9	114,3	139,7	168,3											
s	2,6	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,6	4,0	4,5											
DN	D _a	90	90	110	110	125	140	160	200	225	250											
20	L	L ₁	1100	695	1100	695	1100	705	1100	705	1100	710	1100	720	1100	730	1100	750	1100	760	1100	775
	h	H	70	160	70	160	70	170	70	170	70	180	70	185	70	195	70	215	70	230	70	240
25	L	L ₁			1100	695	1100	705	1100	705	1100	710	1100	720	1100	730	1100	750	1100	760	1100	775
	h	H			70	160	70	170	70	170	70	180	70	185	70	195	70	215	70	230	70	240
32	L	L ₁					1100	715	1100	715	1100	720	1100	730	1100	740	1100	760	1100	770	1100	785
	h	H					70	180	70	180	70	190	70	195	70	205	70	225	70	240	70	250
40	L	L ₁							1100	715	1100	720	1100	730	1100	740	1100	760	1100	770	1100	785
	h	H							70	180	70	190	70	195	70	205	70	225	70	240	70	250
50	L	L ₁									1100	730	1100	735	1100	745	1100	765	1100	780	1100	790
	h	H									70	195	70	205	70	215	70	235	70	245	70	260
65	L	L ₁											1100	745	1100	745	1100	775	1100	785	1100	800
	h	H											70	210	70	220	70	240	70	255	70	265
80	L	L ₁													1200	800	1200	800	1200	800	1200	800
	h	H													70	230	70	250	70	265	70	275
100	L	L ₁															1200	800	1200	800	1200	800
	h	H															70	270	70	285	70	295
125	L	L ₁																	1300	850	1300	850
	h	H																	70	295	70	310
150	L	L ₁																			1300	850
	h	H																			70	320

d_a = Średnica zewnętrzna [mm]
 s = Grubość ścianki wg. **isoplus** [mm]
 D_a = Średnica płaszczu zewnętrznego [mm]
 L = Długość elementu [mm]
 L_1 = Długość odgałęzienia [mm]
 h = Odstęp między płaszczem
 H = Odstęp między osiami

Odgąęzenie	Wymiary – trójknik wznośny 45° w izolacji standard																					
	DN		200		250		300		350		400		450		500		600		700		800	
	cale		8"		10"		12"		14"		16"		18"		20"		24"		28"		32"	
	d _a		219,1		273,0		323,9		355,6		406,4		457,0		508,0		610,0		711,0		813,0	
	s		4,5		5,0		5,6		5,6		6,3		6,3		6,3		7,1		8,0		8,8	
DN	D _a		315		400		450		500		560		630		670		800		900		1000	
20	L	L ₁	1100	805	1100	850	1100	875	1100	900	1100	930	1100	965	1100	985	1100	1050	1100	1100	1100	1150
	h	H	70	275	70	315	70	340	70	365	70	395	70	430	70	450	70	515	70	565	70	615
25	L	L ₁	1100	805	1100	850	1100	875	1100	900	1100	930	1100	965	1100	985	1100	1050	1100	1100	1100	1150
	h	H	70	275	70	315	70	340	70	365	70	395	70	430	70	450	70	515	70	565	70	615
32	L	L ₁	1100	815	1100	860	1100	885	1100	910	1100	940	1100	975	1100	995	1100	1060	1100	1110	1100	1160
	h	H	70	285	70	325	70	350	70	375	70	405	70	440	70	460	70	525	70	575	70	625
40	L	L ₁	1100	815	1100	860	1100	885	1100	910	1100	940	1100	975	1100	995	1100	1060	1100	1110	1100	1160
	h	H	70	285	70	325	70	350	70	375	70	405	70	440	70	460	70	525	70	575	70	625
50	L	L ₁	1100	825	1100	865	1100	890	1100	915	1100	945	1100	980	1100	1000	1100	1065	1100	1115	1100	1165
	h	H	70	290	70	335	70	360	70	385	70	415	70	450	70	470	70	535	70	585	70	635
65	L	L ₁	1100	830	1100	875	1100	900	1100	925	1100	955	1100	990	1100	1000	1100	1075	1100	1125	1100	1175
	h	H	70	300	70	340	70	365	70	390	70	420	70	455	70	455	70	540	70	590	70	640
80	L	L ₁	1200	850	1200	900	1200	900	1200	950	1200	950	1200	1000	1200	1000	1200	1050	1200	1150	1200	1150
	h	H	70	310	70	350	70	375	70	400	70	430	70	465	70	485	70	550	70	600	70	650
100	L	L ₁	1200	850	1200	900	1200	950	1200	950	1200	1000	1200	1000	1200	1050	1200	1100	1200	1150	1200	1200
	h	H	70	330	70	370	70	495	70	420	70	450	70	485	70	505	70	570	70	620	70	670
125	L	L ₁	1300	850	1300	900	1300	950	1300	950	1300	1000	1300	1050	1300	1050	1300	1100	1300	1150	1300	1200
	h	H	70	340	70	385	70	410	70	435	70	465	70	500	70	520	70	585	70	635	70	685
150	L	L ₁	1300	850	1300	950	1300	950	1300	1000	1300	1000	1300	1050	1300	1100	1300	1150	1300	1200	1300	1200
	h	H	70	355	70	395	70	420	70	445	70	475	70	510	70	530	70	595	70	645	70	695
200	L	L ₁	1400	950	1400	1000	1400	1000	1400	1050	1400	1050	1400	1100	1400	1150	1400	1200	1400	1250	1400	1250
	h	H	70	385	70	430	70	455	70	480	70	510	70	545	70	565	70	630	70	680	70	730
250	L	L ₁			1500	1050	1500	1050	1500	1100	1500	1100	1500	1150	1500	1200	1500	1250	1500	1300	1500	1300
	h	H			70	470	70	495	70	520	70	550	70	585	70	605	70	670	70	720	70	770
300	L	L ₁					1600	1100	1600	1150	1600	1150	1600	1200	1600	1250	1600	1300	1600	1350	1600	1340
	h	H					70	520	70	545	70	575	70	610	70	630	70	695	70	745	70	795
350	L	L ₁							1700	1200	1700	1200	1700	1250	1700	1250	1700	1300	1700	1350	1700	1400
	h	H							70	570	70	600	70	635	70	655	70	720	70	770	70	820
400	L	L ₁									1700	1250	1700	1300	1700	1300	1700	1350	1700	1400	1700	1450
	h	H									70	630	70	665	70	685	70	750	70	800	70	850
450	L	L ₁											1800	1350	1800	1350	1800	1400	1800	1450	1800	1500
	h	H											70	700	70	720	70	785	70	835	70	885
500	L	L ₁													1800	1500	1800	1600	1800	1700	1800	1700
	h	H													70	740	70	805	70	875	70	905
600	L	L ₁															2000	1700	2000	1800	2000	1800
	h	H															70	870	70	920	70	970
700	L	L ₁																	2100	1900	2100	1900
	h	H																	70	970	70	1020
800	L	L ₁																			2200	2000
	h	H																			70	1070

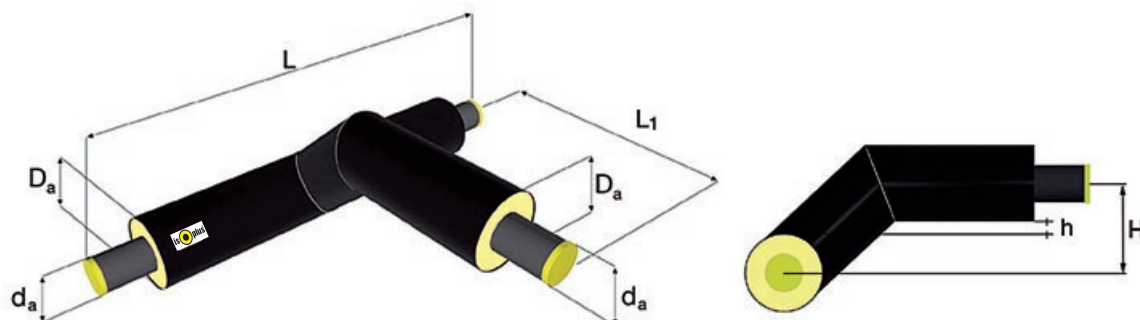
Średnice powyżej DN800 - produkt niestandardowy, prosimy sprawdzić możliwość dostawy

Schemat oznaczenia:

KMR/T/ DN / d_a / D_a / 45 (IPS lub Brandes)

np. KMR/T/40/32/110/45 – trójknik preizolowany 45° o średnicy przelotu DN40, średnicy rury płaszczowej 110 mm i średnicy odgąęzenia DN32.

8. Trójkąt wznosny 45° w izolacji 1× pogrubionej



System alarmowy: impulsowy lub Brandes.

Odgaznienie	Wymiary – trójknik wznośny 45° w izolacji 1x pogrubionej																					
	DN	20	25	32	40	50	65	80	100	125	150											
	cale	¾"	1"	1 ½"	1 ¼"	2"	2 ½"	3"	4"	5"	6"											
	d _a	26,9	33,7	42,4	48,3	60,3	76,1	88,9	114,3	139,7	168,3											
s	2,6	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,6	4,0	4,5											
DN	D _a	90	90	110	110	125	140	160	200	225	250											
20	L	L ₁	1100	715	1100	715	1100	720	1100	720	1100	730	1100	740	1100	750	1100	770	1100	785	1100	800
	h	H	70	180	70	180	70	190	70	190	70	195	70	205	70	215	70	240	70	250	70	265
25	L	L ₁			1100	715	1100	720	1100	720	1100	730	1100	740	1100	750	1100	770	1100	785	1100	800
	h	H			70	180	70	190	70	190	70	195	70	205	70	215	70	240	70	250	70	265
32	L	L ₁				1100	730	1100	730	1100	735	1100	745	1100	755	1100	780	1100	790	1100	805	
	h	H				70	195	70	195	70	205	70	215	70	225	70	245	70	260	70	275	
40	L	L ₁					1100	730	1100	735	1100	745	1100	755	1100	780	1100	790	1100	805		
	h	H					70	195	70	205	70	215	70	225	70	245	70	260	70	275		
50	L	L ₁						1100	745	1100	755	1100	765	1100	785	1100	800	1100	815			
	h	H						70	210	70	220	70	230	70	255	70	265	70	280			
65	L	L ₁							1100	765	1100	775	1100	795	1100	810	1100	825				
	h	H							70	230	70	240	70	265	70	275	70	290				
80	L	L ₁								1200	800	1200	800	1200	800	1200	800	1200	850			
	h	H								70	250	70	275	70	285	70	300					
100	L	L ₁									1200	850	1200	850	1200	850	1200	850				
	h	H									70	295	70	310	70	325						
125	L	L ₁										1300	850	1300	850	1300	850					
	h	H										70	320	70	335							
150	L	L ₁											1300	900								
	h	H											70	350								

- da** = Średnica zewnętrzna [mm]
s = Grubość ścianki wg. **isoplus** [mm]
Da = Średnica płaszczu zewnętrznego [mm]
L = Długość elementu [mm]
L1 = Długość odgałęzienia [mm]
h = Odstęp między płaszczem
H = Odstęp między osiami

Odgałęzienie	Wymiary – trójnik wznosny 45° w izolacji 1x pogrubionej																			
	DN		200		250		300		350		400		450		500		600		700	
	cale		8"		10"		12"		14"		16"		18"		20"		24"		28"	
	d _a		219,1		273,0		323,9		355,6		406,4		457,0		508,0		610,0		711,0	
	s		4,5		5,0		5,6		5,6		6,3		6,3		6,3		7,1		8,0	
DN	D _a		355		450		500		560		630		670		710		900		1000	
20	L	L ₁	1100	835	1100	885	1100	910	1100	940	1100	975	1100	995	1100	1015	1100	1110	1100	1160
	h	H	70	305	70	350	70	375	70	405	70	440	70	460	70	480	70	575	70	625
25	L	L ₁	1100	835	1100	885	1100	910	1100	940	1100	975	1100	995	1100	1015	1100	1110	1100	1160
	h	H	70	305	70	350	70	375	70	405	70	440	70	460	70	480	70	575	70	625
32	L	L ₁	1100	845	1100	890	1100	915	1100	945	1100	980	1100	1000	1100	1020	1100	1115	1100	1165
	h	H	70	310	70	360	70	385	70	415	70	450	70	470	70	490	70	585	70	635
40	L	L ₁	1100	845	1100	890	1100	915	1100	945	1100	980	1100	1000	1100	1020	1100	1115	1100	1165
	h	H	70	310	70	360	70	385	70	415	70	450	70	470	70	490	70	585	70	635
50	L	L ₁	1100	850	1100	900	1100	925	1100	955	1100	990	1100	1010	1100	1030	1100	1125	1100	1175
	h	H	70	320	70	365	70	390	70	420	70	455	70	475	70	495	70	590	70	640
65	L	L ₁	1100	860	1100	910	1100	935	1100	965	1100	1000	1100	1020	1100	1040	1100	1135	1100	1185
	h	H	70	330	70	375	70	400	70	430	70	465	70	485	70	505	70	600	70	650
80	L	L ₁	1200	850	1200	900	1200	950	1200	950	1200	1000	1200	1050	1200	1100	1200	1150	1200	1200
	h	H	70	340	70	385	70	410	70	440	70	475	70	495	70	515	70	610	70	660
100	L	L ₁	1200	900	1200	950	1200	950	1200	1000	1200	1050	1200	1050	1200	1100	1200	1200	1200	1250
	h	H	70	360	70	410	70	435	70	465	70	500	70	520	70	540	70	635	70	685
125	L	L ₁	1300	900	1300	950	1300	1000	1300	1000	1300	1050	1300	1050	1300	1100	1300	1200	1300	1250
	h	H	70	375	70	420	70	445	70	475	70	510	70	530	70	550	70	645	70	695
150	L	L ₁	1300	950	1300	1000	1300	1000	1300	1050	1300	1100	1300	1100	1300	1100	1300	1250	1300	1300
	h	H	70	390	70	435	70	460	70	490	70	525	70	545	70	565	70	660	70	710
200	L	L ₁	1400	1000	1400	1050	1400	1050	1400	1100	1400	1150	1400	1150	1400	1150	1400	1300	1400	1350
	h	H	70	425	70	475	70	500	70	530	70	565	70	585	70	605	70	700	70	750
250	L	L ₁			1500	1100	1500	1100	1500	1150	1500	1200	1500	1200	1500	1250	1500	1350	1500	1400
	h	H			70	520	70	545	70	575	70	610	70	630	70	650	70	745	70	795
300	L	L ₁					1600	1150	1600	1200	1600	1250	1600	1250	1600	1250	1600	1400	1600	1450
	h	H					70	575	70	600	70	635	70	655	70	675	70	770	70	820
350	L	L ₁							1700	1250	1700	1300	1700	1300	1700	1350	1700	1450	1700	1500
	h	H							70	630	70	665	70	685	70	705	70	800	70	850
400	L	L ₁									1700	1350	1700	1350	1700	1350	1700	1500	1700	1550
	h	H									70	700	70	720	70	740	70	835	70	885
450	L	L ₁											1800	1400	1800	1400	1800	1500	1800	1550
	h	H											70	740	70	760	70	855	70	905
500	L	L ₁													1800	1500	1800	1600	1800	1700
	h	H													70	780	70	875	70	925
600	L	L ₁															2000	1700	2000	1800
	h	H															70	970	70	1020
700	L	L ₁																	2100	1900
	h	H																	70	1070
800	L	L ₁																		2200
	h	H																		70

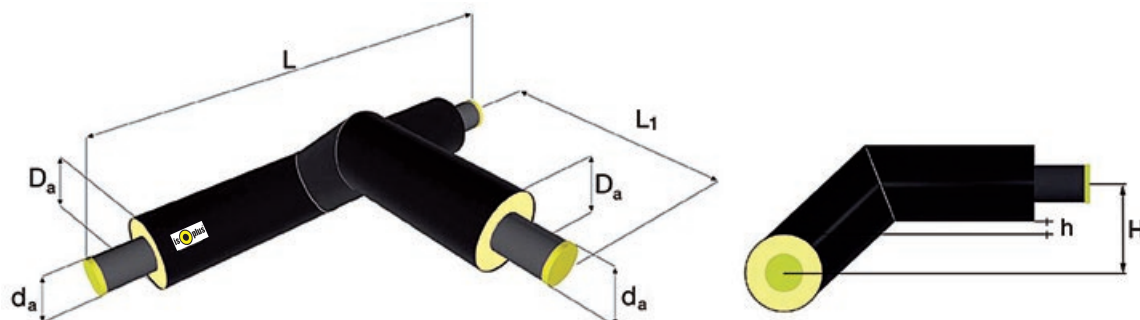
Średnice powyżej DN800 - produkt niestandardowy, prosimy sprawdzić możliwość dostawy

Schemat oznaczenia:

KMR/T/ DN / d_a / D_a / 45 (IPS lub Brandes)

np. KMR/T/40/32/125/45 – trójnik preizolowany 45° o średnicy przełotu DN40, średnicy rury płaszczowej 125 mm i średnicy odgałęzienia DN32.

9. Trójkąt wznosny 45° w izolacji 2× pogrubionej



System alarmowy: impulsowy lub Brandes.

Odgałęzienie	Wymiary – trójknik wznosny 45° w izolacji 2x pogrubionej																					
	DN	20	25	32	40	50	65	80	100	125	150											
	cale	¾"	1"	1 ½"	1 ¼"	2"	2 ½"	3"	4"	5"	6"											
	d _a	26,9	33,7	42,4	48,3	60,3	76,1	88,9	114,3	139,7	168,3											
s	2,6	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,6	4,0	4,5											
DN	D _a	125	125	140	140	160	180	200	250	280	315											
20	L	L ₁	1100	730	1100	730	1100	735	1100	735	1100	745	1100	755	1100	765	1100	790	1100	805	1100	825
	h	H	70	195	70	195	70	205	70	205	70	215	70	225	70	235	70	260	70	275	70	290
25	L	L ₁			1100	730	1100	735	1100	735	1100	745	1100	755	1100	765	1100	790	1100	805	1100	825
	h	H			70	195	70	205	70	205	70	215	70	225	70	235	70	260	70	275	70	290
32	L	L ₁					1100	745	1100	745	1100	755	1100	765	1100	775	1100	800	1100	815	1100	830
	h	H					70	210	70	210	70	220	70	230	70	240	70	265	70	280	70	300
40	L	L ₁						1100	745	1100	755	1100	765	1100	775	1100	800	1100	815	1100	830	
	h	H						70	210	70	220	70	230	70	240	70	265	70	280	70	300	
50	L	L ₁							1100	765	1100	775	1100	785	1100	810	1100	825	1100	840		
	h	H							70	230	70	240	70	250	70	275	70	290	70	310		
65	L	L ₁								1100	785	1100	795	1100	820	1100	835	1100	850			
	h	H								70	250	70	260	70	285	70	300	70	320			
80	L	L ₁									1200	800	1200	850	1200	850	1200	850	1200	850		
	h	H									70	270	70	295	70	310	70	330				
100	L	L ₁										1200	850	1200	900	1200	900	1200	900			
	h	H										70	320	70	335	70	355					
125	L	L ₁											1300	900	1300	950						
	h	H											70	350	70	370						
150	L	L ₁												1300	950							
	h	H												70	385							

da = Średnica zewnętrzna [mm]
s = Grubość ścianki wg. **isoplus** [mm]
Da = Średnica płaszczu zewnętrznego [mm]
L = Długość elementu [mm]
L1 = Długość odgałęzienia [mm]
h = Odstęp między płaszczem
H = Odstęp między osiami

Odgałęzienie	Wymiary – trójnik wznośny 45° w izolacji 2x pogrubionej																		
	DN		200		250		300		350		400		450		500		600		
	cale		8"		10"		12"		14"		16"		18"		20"		24"		
	d _a		219,1		273,0		323,9		355,6		406,4		457,0		508,0		610,0		
	s		4,5		5,0		5,6		5,6		6,3		6,3		6,3		7,1		
DN	D _a		400		500		560		630		670		710		800		1000		
20	L	L ₁	1100	865	1100	915	1100	945	1100	980	1100	1000	1100	1020	1100	1067	1100	1118	
	h	H	70	335	70	385	70	415	70	450	70	470	70	490	70	535	70	635	
25	L	L ₁	1100	865	1100	915	1100	945	1100	980	1100	1000	1100	1020	1100	1067	1100	1118	
	h	H	70	335	70	385	70	415	70	450	70	470	70	490	70	535	70	635	
32	L	L ₁	1100	875	1100	925	1100	955	1100	990	1100	1010	1100	1030	1100	1075	1100	1125	
	h	H	70	340	70	390	70	420	70	455	70	475	70	495	70	540	70	640	
40	L	L ₁	1100	875	1100	925	1100	955	1100	990	1100	1010	1100	1030	1100	1075	1100	1125	
	h	H	70	340	70	390	70	420	70	455	70	475	70	495	70	540	70	640	
50	L	L ₁	1100	885	1100	935	1100	965	1100	1000	1100	1020	1100	1040	1100	1085	1100	1135	
	h	H	70	350	70	400	70	430	70	465	70	485	70	505	70	550	70	650	
65	L	L ₁	1100	895	1100	945	1100	965	1100	1010	1100	1030	1100	1050	1100	1085	1100	1145	
	h	H	70	360	70	410	70	440	70	475	70	495	70	515	70	560	70	660	
80	L	L ₁	1200	950	1200	1000	1200	1000	1200	1050	1200	1050	1200	1100	1200	1150	1200	1140	
	h	H	70	370	70	420	70	450	70	485	70	505	70	525	70	570	70	670	
100	L	L ₁	1200	950	1200	1000	1200	1000	1200	1050	1200	1100	1200	1100	1200	1150	1200	1175	
	h	H	70	395	70	445	70	475	70	510	70	530	70	550	70	595	70	695	
125	L	L ₁	1300	1000	1300	1050	1300	1050	1300	1100	1300	1100	1300	1150	1300	1200	1300	1178	
	h	H	70	410	70	460	70	490	70	525	70	545	70	565	70	610	70	710	
150	L	L ₁	1300	1000	1300	1050	1300	1050	1300	1100	1300	1150	1300	1200	1300	1200	1300	1203	
	h	H	70	430	70	480	70	510	70	545	70	565	70	585	70	630	70	730	
200	L	L ₁	1400	1050	1400	1100	1400	1150	1400	1150	1400	1200	1400	1250	1400	1300	1400	1263	
	h	H	70	470	70	520	70	550	70	585	70	605	70	625	70	670	70	770	
250	L	L ₁				1500	1200	1500	1200	1500	1250	1500	1250	1500	1300	1500	1350	1500	1330
	h	H				70	570	70	600	70	635	70	655	70	675	70	720	70	820
300	L	L ₁						1600	1250	1600	1300	1600	1300	1600	1350	1600	1400	1600	1395
	h	H						70	630	70	665	70	685	70	705	70	750	70	850
350	L	L ₁								1700	1350	1700	1350	1700	1400	1700	1450	1700	1415
	h	H								70	700	70	720	70	740	70	785	70	885
400	L	L ₁										1700	1400	1700	1450	1700	1500	1700	1455
	h	H										70	740	70	760	70	805	70	905
450	L	L ₁												1800	1450	1800	1500	1800	1490
	h	H												70	780	70	825	70	925
500	L	L ₁														1800	1600	1800	1545
	h	H														70	870	70	970
600	L	L ₁																2000	1700
	h	H																70	1070

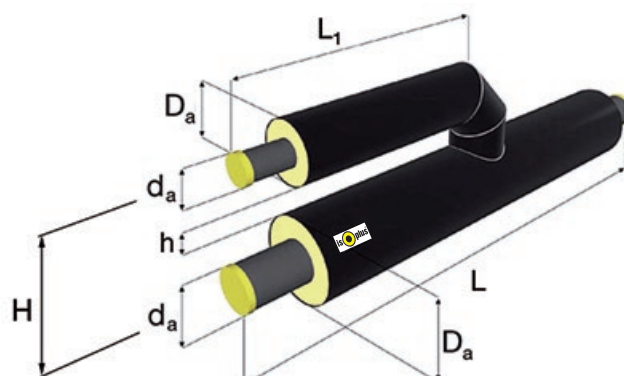
Średnice powyżej DN600 - produkt niestandardowy, prosimy sprawdzić możliwość dostawy

Schemat oznaczenia:

KMR/T/ DN / d_a / D_a / 45 (IPS lub Brandes)

np. KMR/T/40/32/140/45 – trójnik preizolowany 45° o średnicy przełotu DN40, średnicy rury płaszczowej 140 mm i średnicy odgałęzienia DN32.

10. Trójkąt równoległy w izolacji standardowej



System alarmowy: impulsowy lub Brandes.

Odgaznienie	Wymiary – trójkąt równoległy w izolacji standard																					
	DN	20		25		32		40		50		65		80		100		125		150		
	cale	¾"		1"		1 ½"		1 ¼"		2"		2 ½"		3"		4"		5"		6"		
	d _a	26,9		33,7		42,4		48,3		60,3		76,1		88,9		114,3		139,7		168,3		
s	2,6		3,2		3,2		3,2		3,2		3,2		3,2		3,6		4,0		4,5			
DN	D _a	90		90		110		110		125		140		160		200		225		250		
20	L	L ₁	1100	600	1100	600	1100	600	1100	600	1100	600	1100	600	1100	600	1100	600	1100	600		
	h	H	120	210	120	210	120	220	120	220	120	230	120	235	120	245	120	265	120	280	120	290
25	L	L ₁			1100	600	1100	600	1100	600	1100	600	1100	600	1100	600	1100	600	1100	600	1100	600
	h	H			120	210	120	220	120	220	120	230	120	235	120	245	120	265	120	280	120	290
32	L	L ₁					1100	600	1100	600	1100	600	1100	600	1100	600	1100	600	1100	600	1100	600
	h	H					120	230	120	230	120	240	120	245	120	255	120	275	120	290	120	300
40	L	L ₁							1100	600	1100	600	1100	600	1100	600	1100	600	1100	600	1100	600
	h	H							120	230	120	240	120	245	120	255	120	275	120	290	120	300
50	L	L ₁									1100	600	1100	600	1100	600	1100	600	1100	600	1100	600
	h	H									120	245	120	255	120	265	120	285	120	295	120	310
65	L	L ₁											1100	600	1100	600	1100	600	1100	600	1100	600
	h	H											120	260	120	270	120	290	120	305	120	315
80	L	L ₁													1200	600	1200	600	1200	600	1200	600
	h	H													130	290	120	300	120	315	120	325
100	L	L ₁															1200	550	1200	550	1200	550
	h	H															120	320	120	335	120	345
125	L	L ₁																	1300	600	1300	600
	h	H																	140	365	140	380
150	L	L ₁																			1300	650
	h	H																			122	375

d_a = Średnica zewnętrzna [mm]
s = Grubość ścianki wg. **isoplus** [mm]
D_a = Średnica płaszcza zewnętrznego [mm]
L = Długość elementu [mm]
L₁ = Długość odgałęzienia [mm]
h = Odstęp między płaszczem
H = Odstęp między osiami

Odgałęzienie	Wymiary – trójnik równoległy w izolacji standard																					
	DN		200		250		300		350		400		450		500		600		700		800	
	cale		8"		10"		12"		14"		16"		18"		20"		24"		28"		32"	
	d _a		219,1		273,0		323,9		355,6		406,4		457,0		508,0		610,0		711,0		813,0	
	s		4,5		5,0		5,6		5,6		6,3		6,3		6,3		7,1		8,0		8,8	
DN	D _a		315		400		450		500		560		630		670		800		900		1000	
20	L	L ₁	1100	600	1100	600	1100	600	1100	600	1100	600	1100	600	1100	600	1100	600	1100	600	1100	600
	h	H	120	325	120	365	120	390	120	415	120	445	120	480	120	500	120	565	120	615	120	665
25	L	L ₁	1100	600	1100	600	1100	600	1100	600	1100	600	1100	600	1100	600	1100	600	1100	600	1100	600
	h	H	120	325	120	365	120	390	120	415	120	445	120	480	120	500	120	565	120	615	120	665
32	L	L ₁	1100	600	1100	600	1100	600	1100	600	1100	600	1100	600	1100	600	1100	600	1100	600	1100	600
	h	H	120	335	120	375	120	400	120	425	120	455	120	490	120	510	120	575	120	625	120	675
40	L	L ₁	1100	600	1100	600	1100	600	1100	600	1100	600	1100	600	1100	600	1100	600	1100	600	1100	600
	h	H	120	335	120	375	120	400	120	425	120	455	120	490	120	510	120	575	120	625	120	675
50	L	L ₁	1100	600	1100	600	1100	600	1100	600	1100	600	1100	600	1100	600	1100	600	1100	600	1100	600
	h	H	120	340	120	385	120	410	120	435	120	465	120	500	120	520	120	585	120	635	120	685
65	L	L ₁	1100	600	1100	600	1100	600	1100	600	1100	600	1100	600	1100	600	1100	600	1100	600	1100	600
	h	H	120	350	120	390	120	415	120	440	120	470	120	505	120	525	120	590	120	640	120	690
80	L	L ₁	1200	600	1200	600	1200	600	1200	600	1200	600	1200	600	1200	600	1200	600	1200	600	1200	600
	h	H	120	360	120	400	120	425	120	450	120	480	120	515	120	535	120	600	120	650	120	700
100	L	L ₁	1200	550	1200	550	1200	550	1200	550	1200	550	1200	550	1200	550	1200	550	1200	550	1200	550
	h	H	120	380	120	420	120	445	120	470	120	500	120	535	120	555	120	620	120	670	120	720
125	L	L ₁	1300	600	1300	600	1300	600	1300	600	1300	600	1300	600	1300	600	1300	600	1300	600	1300	600
	h	H	120	390	120	433	120	458	120	483	120	515	120	548	120	568	120	635	120	685	120	735
150	L	L ₁	1300	650	1300	650	1300	650	1300	650	1300	650	1300	650	1300	650	1300	650	1300	650	1300	650
	h	H	114	390	140	465	140	490	140	515	140	545	140	580	140	600	140	665	140	715	140	765
200	L	L ₁	1400	700	1400	700	1400	700	1400	700	1400	700	1400	700	1400	700	1400	700	1400	700	1400	750
	h	H	168	485	150	510	150	535	190	600	190	630	180	655	185	680	160	720	160	770	160	820
250	L	L ₁			1500	800	1500	800	1500	800	1500	800	1500	800	1500	800	1500	800	1500	800	1500	800
	h	H			197	600	197	625	188	640	184	665	174	690	230	765	220	820	180	830	180	880
300	L	L ₁					1600	850	1600	850	1600	850	1600	850	1600	850	1600	850	1600	850	1600	850
	h	H					261	715	252	730	247	755	238	780	243	805	229	855	230	905	220	945
350	L	L ₁							1700	900	1700	900	1700	900	1700	900	1700	900	1700	900	1700	900
	h	H							312	815	308	840	298	865	304	890	289	940	290	990	291	1045
400	L	L ₁									1700	1000	1700	1000	1700	1000	1700	1000	1700	1000	1700	1000
	h	H									355	915	345	940	351	970	336	1020	337	1070	338	1120
450	L	L ₁											1800	1100	1800	1100	1800	1100	1800	1100	1800	1100
	h	H											399	1030	404	1055	390	1105	391	1160	392	1210
500	L	L ₁													1800	1200	1800	1200	1800	1200	1800	1200
	h	H													473	1145	459	1195	460	1245	460	1295
600	L	L ₁															2000	1250	2000	1250	2000	1250
	h	H															546	1350	572	1425	573	1475
700	L	L ₁																	2100	1400	2100	1400
	h	H																	688	1590	689	1640
800	L	L ₁																			2200	1600
	h	H																			816	1820

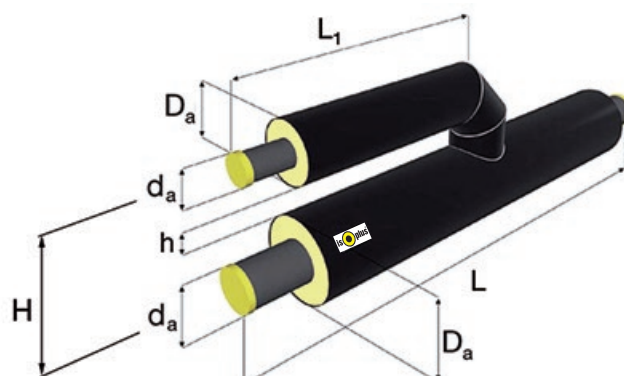
Średnice powyżej DN800 - produkt niestandardowy, prosimy sprawdzić możliwość dostawy

Schemat oznaczenia:

KMR/T/ DN / d_a / D_a / R (IPS lub Brandes)

np. KMR/T/40/32/110/R – trójnik preizolowany równoległy o średnicy przełotu DN40, średnicy rury płaszczowej 110 mm i średnicy odgałęzienia DN32

11. Trójnik równoległy w izolacji 1× pogrubionej



System alarmowy: impulsowy lub Brandes.

Odgazężenie	Wymiary – trójnik równoległy w izolacji 1x pogrubionej																						
	DN		20		25		32		40		50		65		80		100		125		150		
	cale		¾"		1"		1 ½"		1 ¼"		2"		2 ½"		3"		4"		5"		6"		
	d _a		26,9		33,7		42,4		48,3		60,3		76,1		88,9		114,3		139,7		168,3		
s		2,6		3,2		3,2		3,2		3,2		3,2		3,2		3,6		4,0		4,5			
DN	D _a	110		110		125		125		140		160		180		225		250		280			
20	L	L ₁	1100	600	1100	600	1100	600	1100	600	1100	600	1100	600	1100	600	1100	600	1100	600	1100	600	
	h	H	120	230	120	230	120	240	120	240	120	245	120	255	120	265	120	290	120	300	120	315	
25	L	L ₁				1100	600	1100	600	1100	600	1100	600	1100	600	1100	600	1100	600	1100	600		
	h	H				120	230	120	240	120	240	120	245	120	255	120	265	120	290	120	300	120	315
32	L	L ₁						1100	600	1100	600	1100	600	1100	600	1100	600	1100	600	1100	600		
	h	H						120	245	120	245	120	255	120	265	120	275	120	295	120	310	120	325
40	L	L ₁								1100	600	1100	600	1100	600	1100	600	1100	600	1100	600		
	h	H								120	245	120	255	120	265	120	275	120	295	120	310	120	325
50	L	L ₁										1100	600	1100	600	1100	600	1100	600	1100	600		
	h	H										120	260	120	270	120	280	120	305	120	315	120	330
65	L	L ₁												1100	600	1100	600	1100	600	1100	600		
	h	H												120	280	120	290	120	315	120	325	120	340
80	L	L ₁														1200	600	1200	600	1200	600	1200	600
	h	H														120	300	120	325	120	335	120	350
100	L	L ₁																1200	600	1200	600	1200	600
	h	H																120	345	120	360	120	375
125	L	L ₁																		1300	600	1300	600
	h	H																		120	370	140	405
150	L	L ₁																				1300	650
	h	H																				140	420

da = Średnica zewnętrzna [mm]
s = Grubość ścianki wg. **isoplus** [mm]
Da = Średnica płaszczu zewnętrznego [mm]
L = Długość elementu [mm]
L1 = Długość odgałęzienia [mm]
h = Odstęp między płaszczem
H = Odstęp między osiami

Odgąęzenie	Wymiary – trójk równoległy w izolacji 1x pogrubionej																					
	DN		200		250		300		350		400		450		500		600		700		800	
	cale		8"		10"		12"		14"		16"		18"		20"		24"		28"		32"	
	d _a		219,1		273,0		323,9		355,6		406,4		457,0		508,0		610,0		711,0		813,0	
	s		4,5		5,0		5,6		5,6		6,3		6,3		6,3		7,1		8,0		8,8	
DN	D _a		355		450		500		560		630		670		710		900		1000		1100	
20	L	L ₁	1100	600	1100	600	1100	600	1100	600	1100	600	1100	600	1100	600	1100	600	1100	600	1100	600
	h	H	120	355	120	400	120	425	120	455	120	490	120	510	120	530	120	625	120	675	120	725
25	L	L ₁	1100	600	1100	600	1100	600	1100	600	1100	600	1100	600	1100	600	1100	600	1100	600	1100	600
	h	H	120	355	120	400	120	425	120	455	120	490	120	510	120	530	120	625	120	675	120	725
32	L	L ₁	1100	600	1100	600	1100	600	1100	600	1100	600	1100	600	1100	600	1100	600	1100	600	1100	600
	h	H	120	360	120	410	120	435	120	465	120	500	120	520	120	540	120	635	120	685	120	735
40	L	L ₁	1100	600	1100	600	1100	600	1100	600	1100	600	1100	600	1100	600	1100	600	1100	600	1100	600
	h	H	120	360	120	410	120	435	120	465	120	500	120	520	120	540	120	635	120	685	120	735
50	L	L ₁	1100	600	1100	600	1100	600	1100	600	1100	600	1100	600	1100	600	1100	600	1100	600	1100	600
	h	H	120	370	120	415	120	440	120	470	120	505	120	525	120	545	120	640	120	690	120	740
65	L	L ₁	1100	600	1100	600	1100	600	1100	600	1100	600	1100	600	1100	600	1100	600	1100	600	1100	600
	h	H	120	380	120	425	120	450	120	480	120	515	120	535	120	555	120	650	120	700	120	750
80	L	L ₁	1200	600	1200	600	1200	600	1200	600	1200	600	1200	600	1200	600	1200	600	1200	600	1200	600
	h	H	120	390	120	435	120	460	120	490	120	525	120	545	120	565	120	660	120	710	120	760
100	L	L ₁	1200	600	1200	600	1200	600	1200	600	1200	600	1200	600	1200	600	1200	600	1200	600	1200	600
	h	H	120	410	120	460	120	485	120	515	120	550	120	570	120	590	120	685	120	735	120	785
125	L	L ₁	1300	600	1300	600	1300	600	1300	600	1300	600	1300	600	1300	600	1300	600	1300	600	1300	600
	h	H	120	425	120	470	120	495	120	525	120	560	120	580	120	600	120	695	120	745	120	795
150	L	L ₁	1300	650	1300	650	1300	650	1300	650	1300	650	1300	650	1300	650	1300	650	1300	650	1300	650
	h	H	140	460	140	505	140	530	140	560	140	595	140	615	140	635	140	730	140	780	140	830
200	L	L ₁	1400	750	1400	750	1400	750	1400	750	1400	750	1400	750	1400	750	1400	750	1400	750	1400	750
	h	H	128	485	160	565	160	590	160	620	160	655	160	680	160	695	160	790	160	840	160	890
250	L	L ₁			1500	800	1500	800	1500	800	1500	800	1500	800	1500	800	1500	800	1500	800	1500	800
	h	H			147	600	147	625	180	685	170	710	180	740	180	760	180	855	180	905	180	955
300	L	L ₁					1600	850	1600	850	1600	850	1600	850	1600	850	1600	850	1600	850	1600	850
	h	H					211	711	197	730	237	805	193	780	198	805	220	920	220	970	220	1020
350	L	L ₁							1700	900	1700	900	1700	900	1700	900	1700	900	1700	900	1700	900
	h	H							252	815	243	840	248	865	254	890	260	990	260	1040	260	1090
400	L	L ₁									1700	1000	1700	1000	1700	1000	1700	1000	1700	1000	1700	1000
	h	H									285	915	290	940	296	970	300	1065	300	1115	300	1165
450	L	L ₁											1800	1100	1800	1100	1800	1100	1800	1100	1800	1100
	h	H											359	1030	364	1055	320	1105	321	1160	322	1210
500	L	L ₁													1800	1200	1800	1200	1800	1200	1800	1200
	h	H													433	1145	389	1195	390	1245	390	1295
600	L	L ₁															2000	1250	2000	1250	2000	1250
	h	H															446	1350	472	1425	473	1475
700	L	L ₁																	2100	1400	2100	1400
	h	H																	588	1590	589	1640
800	L	L ₁																			2200	1600
	h	H																			716	1820

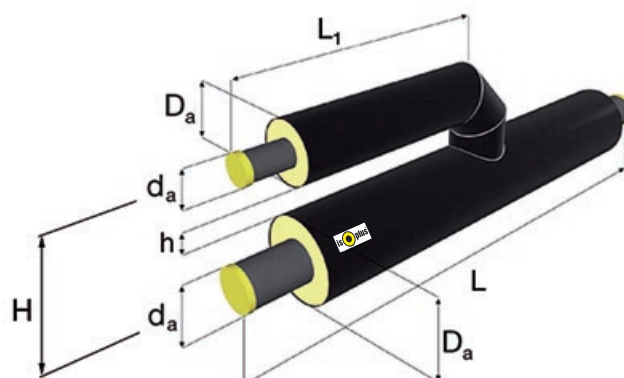
Średnice powyżej DN800 - produkt niestandardowy, prosimy sprawdzić możliwość dostawy

Schemat oznaczenia:

KMR/T/ DN / d_a / D_a / R (IPS lub Brandes)

np. KMR/T/40/32/125/R – trójk preizolowany równoległy o średnicy przelotu DN40, średnicy rury płaszczowej 125 mm i średnicy odgaęzenia DN32.

12. Trójkąt równoległy w izolacji 2× pogrubionej



System alarmowy: impulsowy lub Brandes.

Odgazężenie	Wymiary – trójkąt równoległy w izolacji 2x pogrubionej																								
	DN		20		25		32		40		50		65		80		100		125		150				
	cale		¾"		1"		1 ½"		1 ¼"		2"		2 ½"		3"		4"		5"		6"				
	d _a		26,9		33,7		42,4		48,3		60,3		76,1		88,9		114,3		139,7		168,3				
	s		2,6		3,2		3,2		3,2		3,2		3,2		3,2		3,6		4,0		4,5				
DN	D _a		110		110		125		125		140		160		180		225		250		280				
20	L	L ₁	1100	600	1100	600	1100	600	1100	600	1100	600	1100	600	1100	600	1100	600	1100	600	1100	600			
	h	H	120	245	120	245	120	255	120	255	120	265	120	275	120	285	120	310	120	325	120	315			
25	L	L ₁				1100	600	1100	600	1100	600	1100	600	1100	600	1100	600	1100	600	1100	600	1100	600		
	h	H				120	245	120	255	120	255	120	265	120	275	120	285	120	310	120	325	120	340		
32	L	L ₁						1100	600	1100	600	1100	600	1100	600	1100	600	1100	600	1100	600	1100	600		
	h	H						120	260	120	260	120	270	120	280	120	290	120	315	120	330	120	350		
40	L	L ₁								1100	600	1100	600	1100	600	1100	600	1100	600	1100	600	1100	600		
	h	H								120	260	120	270	120	280	120	290	120	315	120	330	120	350		
50	L	L ₁										1100	600	1100	600	1100	600	1100	600	1100	600	1100	600		
	h	H										120	280	120	290	120	300	120	325	120	340	120	360		
65	L	L ₁												1100	600	1100	600	1100	600	1100	600	1100	600		
	h	H												120	300	120	310	120	335	120	350	120	370		
80	L	L ₁														1200	600	1200	600	1200	600	1200	600		
	h	H														120	320	120	345	120	360	120	380		
100	L	L ₁																1200	600	1200	600	1200	600	1200	600
	h	H																120	370	120	385	120	405		
125	L	L ₁																		1300	600	1300	600		
	h	H																		120	400	120	420		
150	L	L ₁																				1300	650		
	h	H																				120	435		

d_a = Średnica zewnętrzna [mm]
 s = Grubość ścianki wg. **isoplus** [mm]
 D_a = Średnica płaszcza zewnętrznego [mm]
 L = Długość elementu [mm]
 L_1 = Długość odgałęzienia [mm]
 h = Odstęp między płaszczem
 H = Odstęp między osiami

Odgałęzienie	Wymiary – trójnik równoległy w izolacji 2x pogrubionej																		
	DN		200		250		300		350		400		450		500		600		
	cale		8"		10"		12"		14"		16"		18"		20"		24"		
	d _a		219,1		273,0		323,9		355,6		406,4		457,0		508,0		610,0		
	s		4,5		5,0		5,6		5,6		6,3		6,3		6,3		7,1		
DN	D _a		400		500		560		630		670		710		800		1000		
20	L	L ₁	1100	600	1100	600	1100	600	1100	600	1100	600	1100	600	1100	600	1100	600	
	h	H	120	385	120	435	120	465	120	500	120	520	120	540	120	585	120	685	
25	L	L ₁	1100	600	1100	600	1100	600	1100	600	1100	600	1100	600	1100	600	1100	600	
	h	H	120	385	120	435	120	465	120	500	120	520	120	540	120	585	120	685	
32	L	L ₁	1100	600	1100	600	1100	600	1100	600	1100	600	1100	600	1100	600	1100	600	
	h	H	120	390	120	440	120	570	120	505	120	525	120	545	120	590	120	690	
40	L	L ₁	1100	600	1100	600	1100	600	1100	600	1100	600	1100	600	1100	600	1100	600	
	h	H	120	390	120	440	120	470	120	505	120	525	120	545	120	590	120	690	
50	L	L ₁	1100	600	1100	600	1100	600	1100	600	1100	600	1100	600	1100	600	1100	600	
	h	H	120	400	120	450	120	480	120	515	120	535	120	555	120	600	120	700	
65	L	L ₁	1100	600	1100	600	1100	600	1100	600	1100	600	1100	600	1100	600	1100	600	
	h	H	120	410	120	460	120	490	120	525	120	545	120	565	120	610	120	710	
80	L	L ₁	1200	600	1200	600	1200	600	1200	600	1200	600	1200	600	1200	600	1200	600	
	h	H	120	420	120	470	120	500	120	535	120	555	120	575	120	620	120	720	
100	L	L ₁	1200	600	1200	600	1200	600	1200	600	1200	600	1200	600	1200	600	1200	600	
	h	H	120	445	120	495	120	525	120	560	120	580	120	600	120	645	120	745	
125	L	L ₁	1300	600	1300	600	1300	600	1300	600	1300	600	1300	600	1300	600	1300	600	
	h	H	120	460	120	510	120	540	120	575	120	595	120	615	120	660	120	760	
150	L	L ₁	1300	650	1300	650	1300	650	1300	650	1300	650	1300	650	1300	650	1300	650	
	h	H	120	480	120	530	120	560	120	600	120	615	120	635	120	680	120	780	
200	L	L ₁	1400	750	1400	750	1400	750	1400	750	1400	750	1400	750	1400	750	1400	750	
	h	H	140	540	120	570	120	600	120	635	120	655	120	675	120	720	120	820	
250	L	L ₁				1500	800	1500	800	1500	800	1500	800	1500	800	1500	800	1500	800
	h	H				150	650	142	675	130	695	130	715	135	740	120	770	130	880
300	L	L ₁					1600	850	1600	850	1600	850	1600	850	1600	850	1600	850	
	h	H					151	715	185	780	190	805	195	830	175	855	150	930	
350	L	L ₁							1700	900	1700	900	1700	900	1700	900	1700	900	
	h	H							182	815	188	840	245	915	225	940	180	995	
400	L	L ₁									1700	1000	1700	1000	1700	1000	1700	1000	
	h	H									245	915	250	940	231	970	230	1065	
450	L	L ₁											1800	1100	1800	1100	1800	1100	
	h	H											319	1030	299	1055	250	1105	
500	L	L ₁													1800	1200	1800	1200	
	h	H													343	1145	294	1195	
600	L	L ₁															2000	1250	
	h	H															346	1350	

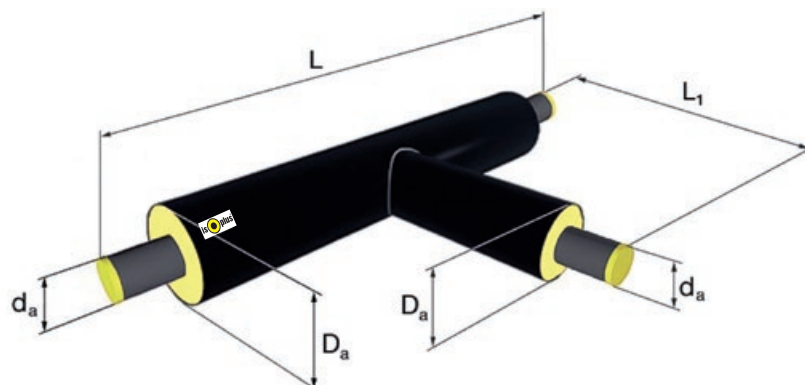
Średnice powyżej DN600 - produkt niestandardowy, prosimy sprawdzić możliwość dostawy

Schemat oznaczenia:

KMR/T/ DN / d_a / D_a / R (IPS lub Brandes)

np. KMR/T/40/32/125/R – trójnik preizolowany równoległy o średnicy przełotu DN40, średnicy rury płaszczowej 125 mm i średnicy odgałęzienia DN32.

13. Trójnik prosty



System alarmowy: impulsowy lub Brandes.

Odgażenie	Wymiary – trójnik prostopadły w izolacji standard, 1x pogrubionej, 2x pogrubionej										
	DN	20	25	32	40	50	65	80	100	125	150
	cale	¾"	1"	1 ½"	1 ¼"	2"	2 ½"	3"	4"	5"	6"
	da	26,9	33,7	42,4	48,3	60,3	76,1	88,9	114,3	139,7	168,3
DN	s	2,6	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,6	3,6	4,0
	Dda	90	90	110	110	125	140	160	200	225	250
20	L	1100	1100	1100	1100	1100	1100	1100	1100	1100	1100
	L1	600	600	600	600	600	650	650	650	700	700
25	L		1100	1100	1100	1100	1100	1100	1100	1100	1100
	L1		600	600	600	600	650	650	650	700	700
32	L			1100	1100	1100	1100	1100	1100	1100	1100
	L1			600	600	600	650	650	650	700	700
40	L				1100	1100	1100	1100	1100	1100	1100
	L1				600	600	650	650	650	700	700
50	L					1100	1100	1100	1100	1100	1100
	L1					600	650	650	650	700	700
65	L						1100	1100	1100	1100	1100
	L1						650	650	650	700	700
80	L							1200	1200	1200	1200
	L1							650	650	700	700
100	L								1200	1200	1200
	L1								650	700	700
125	L									1300	1300
	L1									700	700
150	L										1300
	L1										700

da = Średnica zewnętrzna [mm]

s = Grubość ścianki wg. **isoplus** [mm]

Dda = Średnica płaszcza zewnętrznego [mm]

L = Długość elementu [mm]

L1 = Długość odgażenienia [mm]

Odgałęzienie	Wymiary – trójnik prostopadły w izolacji standard, 1x pogrubionej, 2x pogrubionej										
	DN	200	250	300	350	400	450	500	600	700	800
	cale	8"	10"	12"	14"	16"	18"	20"	24"	28"	32"
	d _a	219,1	273,0	323,9	355,6	406,4	457,0	508,0	610,0	711,0	813,0
	s	4,5	5,0	5,6	5,6	6,3	6,3	6,3	7,1	8,0	8,8
DN	D _a	355	450	500	560	630	670	710	900	1000	1100
20	L	1100	1100	1100	1100	1100	1100	1100	1100	1100	1100
	L ₁	700	800	800	800	800	900	900	1000	1000	1100
25	L	1100	1100	1100	1100	1100	1100	1100	1100	1100	1100
	L ₁	700	800	800	800	800	900	900	1000	1000	1100
32	L	1100	1100	1100	1100	1100	1100	1100	1100	1100	1100
	L ₁	700	800	800	800	800	900	900	1000	1000	1100
40	L	1100	1100	1100	1100	1100	1100	1100	1100	1100	1100
	L ₁	700	800	800	800	800	900	900	1000	1000	1100
50	L	1100	1100	1100	1100	1100	1100	1100	1100	1100	1100
	L ₁	700	800	800	800	800	900	900	1000	1000	1100
65	L	1100	1100	1100	1100	1100	1100	1100	1100	1100	1100
	L ₁	700	800	800	800	800	900	900	1000	1000	1100
80	L	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200
	L ₁	700	800	800	800	800	900	900	1000	1000	1100
100	L	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200
	L ₁	700	800	800	800	800	900	900	1000	1000	1100
125	L	1300	1300	1300	1300	1300	1300	1300	1300	1300	1300
	L ₁	700	800	800	800	800	900	900	1000	1000	1100
150	L	1300	1300	1300	1300	1300	1300	1300	1300	1300	1300
	L ₁	700	800	800	800	800	900	900	1000	1000	1100
200	L	1400	1400	1400	1400	1400	1400	1400	1400	1400	1400
	L ₁	700	800	800	800	800	900	900	1000	1000	1100
250	L		1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500
	L ₁		800	800	800	800	900	900	1000	1000	1100
300	L			1600	1600	1600	1600	1600	1600	1600	1600
	L ₁			800	800	800	900	900	1000	1000	1100
350	L				1700	1700	1700	1700	1700	1700	1700
	L ₁				800	800	900	900	1000	1000	1100
400	L					1700	1700	1700	1700	1700	1700
	L ₁					800	900	900	1000	1000	1100
450	L						1800	1800	1800	1800	1800
	L ₁						900	900	1000	1000	1100
500	L							1800	1800	1800	1800
	L ₁							900	1000	1000	1100
600	L								2000	2000	2000
	L ₁								1000	1000	1100
700	L									2100	2100
	L ₁									1000	1100
800	L										2200
	L ₁										1100

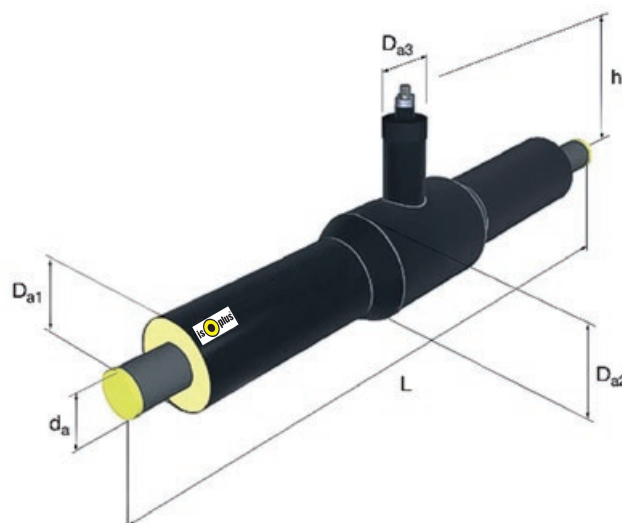
Średnice powyżej DN800 - produkt niestandardowy, prosimy sprawdzić możliwość dostawy

Schemat oznaczenia:

KMR/T/ DN / d_a / D_a / P (IPS lub Brandes)

np. KMR/T/40/32/110/P – trójnik preizolowany prosty o średnicy przelotu DN40, średnicy rury płaszczowej 110 mm i średnicy odgałęzienia DN32.

14. Zawór preizolowany



System alarmowy: impulsowy lub Brandes.

Uwagi: Przedłużenia trzpienia zaworu, klucze teowe, przekładnie planetarne oraz nakładki ochronne należy zamawiać osobno.

Wymiary rury stalowej				Średnica płaszczka zewnętrznego D _{a1} / D _{a2} [mm]			Wymiary trzpienia **		Długość elementu L [mm]
Średnica		Średnica zewn. d _a [mm]	Grubość ścianki s [mm]	Grubość izolacji			Średnica zewnętrzna płaszczka D _{a3} [mm]	Wysokość trzpienia h [mm]	
DN	cale			Standard	Pogrubiona 1x	Pogrubiona 2x *			
25	1"	33,7	3,2	90 / 110	110 / 110	125 / 125	110	480	1500
32	1¼"	42,4	3,2	110 / 125	125 / 125	140 / 140	110	485	1500
40	1½"	48,3	3,2	110 / 125	125 / 125	140 / 140	110	495	1500
50	2"	60,3	3,2	125 / 140	140 / 140	160 / 160	110	500	1500
65	2½"	76,1	3,2	140 / 160	160 / 160	180 / 180	110	505	1500
80	3"	88,9	3,2	160 / 180	180 / 180	200 / 200	110	515	1500
100	4"	114,3	3,6	200 / 225	225 / 225	250 / 250	125	525	1500
125	5"	139,7	3,6	225 / 250	250 / 250	280 / 280	140	545	1500
150	6"	168,3	4,0	250 / 280	280 / 280	315 / 315	140	565	1500
200	8"	219,1	4,5	315 / 355	355 / 355	400 / 400	140	585	1500
250	10"	273,0	5,0	400 / 450	450 / 450	500 / 500	180	625	1500
300	12"	323,9	5,6	450 / 500	500 / 500	560 / 560	180	665	1800

Średnice powyżej DN300 - produkt niestandardowy, prosimy sprawdzić możliwość dostawy

* – produkt niestandardowy, prosimy sprawdzić możliwość dostawy

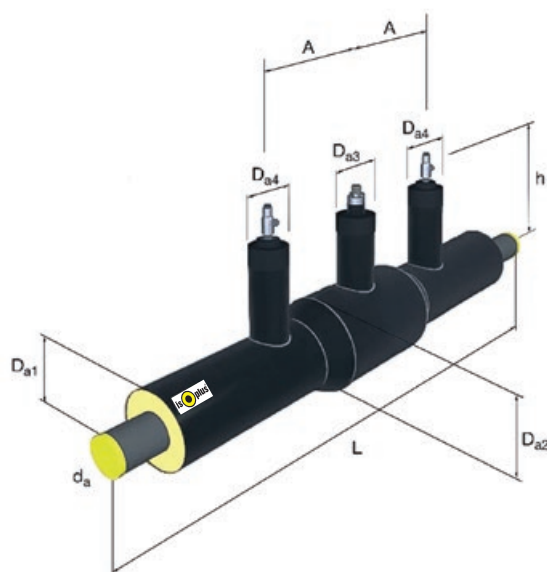
** – wymiary trzpienia mogą się minimalnie różnić od przedstawionych w tabeli; długość trzpienia w osłonie wynosi 350 mm

Schemat oznaczenia:

KMR/ZP/ DN / D_a / B

np. KMR/ZP/40/110/B – zawór preizolowany DN40/110.

15. Zawór preizolowany z odpowietrzeniem i odwodnieniem



System alarmowy: impulsowy lub Brandes.

Uwagi: Przedłużenia trzpienia zaworu, klucze teowe, przekładnie planetarne oraz nakładki ochronne należy zamawiać osobno.

Wymiary armatury odcinającej						Odwodnienie/Odpowietrzenie			Średnica płaszczka zewn. D _{a3} [mm]	Odległość odp./odw. do trzpienia zaworu A [mm]	Długość elementu L [m]
Rura stalowa			Średnica płaszczka zew. D _{a1} / D _{a2} [mm]			Średnica DN	Średnica płaszczka zewn. D _{a4} [mm]	Wysokość elementu h [mm]			
Średnica DN	Średnica zewnętrzna d _a [mm]	Grubość ścianki s [mm]	Grubość izolacji								
			Standard	Pogrubiona 1x	Pogrubiona 2x *						
25	33,7	3,2	90 / 110	110 / 110	125 / 125	25	110	480	110	300	1500 - 2000
32	42,4	3,2	110 / 125	125 / 125	140 / 140	25	110	485	110	300	1500 - 2000
40	48,3	3,2	110 / 125	125 / 125	140 / 140	25	110	495	110	300	1500 - 2000
50	60,3	3,2	125 / 140	140 / 140	160 / 160	25	110	500	110	300	1500 - 2000
65	76,1	3,2	140 / 160	160 / 160	180 / 180	25	110	505	110	300	1500 - 2000
80	88,9	3,2	160 / 180	180 / 180	200 / 200	50	125	515	110	300	1500 - 2000
100	114,3	3,6	200 / 225	225 / 225	250 / 250	50	125	525	140	350	1500 - 2000
125	139,7	3,6	225 / 250	250 / 250	280 / 280	50	125	545	140	350	1500 - 2000
150	168,3	3,6	250 / 280	280 / 280	315 / 315	50	125	565	140	350	1500 - 2000
200	219,1	4,0	315 / 355	355 / 355	400 / 400	50	125	585	140	500	1500 - 2000
250	273,0	4,5	400 / 450	450 / 450	500 / 500	50	125	625	160	500	1500 - 2000
300	323,9	5,0	450 / 500	500 / 500	560 / 560	50	125	665	180	500	1800 - 2200

Średnice powyżej DN300 - produkt niestandardowy, prosimy sprawdzić możliwość dostawy

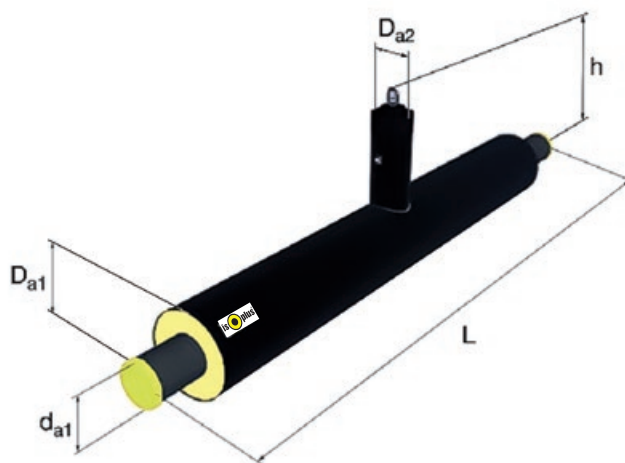
* - produkt niestandardowy, prosimy sprawdzić możliwość dostawy

Schemat oznaczenia:

KMR/ZPK/OO/ DN / D_a / B

np. KMR/ZPK/OO/40/110/B – zawór preizolowany DN40/110 Kombi z zaworem odpowietrzającym i odwodnieniem.

16. Odpowietrzenie/odwodnienie



System alarmowy: impulsowy lub Brandes.

Wymiary rury stalowej				Średnica płaszczka zewnętrznego D _{a1} [mm]			Odwodnienie/odpowietrzenie			Długość elementu L [mm]
Średnica		Średnica zewn. d _a [mm]	Grubość ścianki s [mm]				Średnica	Średnica płaszczka zewn. D _{a2} [mm]	Wysokość elementu h [mm]	
				Grubość izolacji						
DN	cale			Standard	Pogrubiona 1x	Pogrubiona 2x *	DN	Standard		
25	1"	33,7	3,2	90	110	125	25	90	1000	1100
32	1¼"	42,4	3,2	110	125	140	25	90	1000	1100
40	1½"	48,3	3,2	110	125	140	25	90	1000	1100
50	2"	60,3	3,2	125	140	160	25	90	1000	1100
65	2½"	76,1	3,2	140	160	180	25	90	1000	1100
80	3"	88,9	3,2	160	180	200	50	125	1000	1100
100	4"	114,3	3,6	200	225	250	50	125	1000	1100
125	5"	139,7	3,6	225	250	280	50	125	1000	1100
150	6"	168,3	4,0	250	280	315	50	125	1000	1100
200	8"	219,1	4,5	315	355	400	50	125	1000	1100
≥ 250	10"	273,0	5,0	400	450	500	50	125	1000	1200

Średnice powyżej DN300 - *produkt niestandardowy*, prosimy sprawdzić możliwość dostawy

* - *produkt niestandardowy*, prosimy sprawdzić możliwość dostawy

Schemat oznaczenia:

KMR/ZPK/(ODW-odwodnienie, ODP-odpowietrzenie)/ DN / D_a / B

np. KMR/ZPK/ODW/40/110/B – zawór preizolowany DN40/110 Kombi z zaworem odpowietrzającym/odwadniającym.

17. Redukcja preizolowana



System alarmowy: impulsowy lub Brandes.

Uwagi: Inne kombinacje redukcji - na zapytanie.

Wymiary nominalne 1					Wymiary nominalne 2					Długość elementu L [mm]
Rura stalowa		Średnica płaszczka zewnątrznego D _{a1} [mm]			Rura stalowa		Średnica płaszczka zewnątrznego D _{a2} [mm]			
Średnica	Średnica zewnątrzna d _a [mm]				Średnica	Średnica zewnątrzna d _a [mm]				
		Grubość izolacji					Grubość izolacji			
DN		Standard	Pogrubiona 1x	Pogrubiona 2x *	DN		Standard	Pogrubiona 1x	Pogrubiona 2x *	
25	33,7	90	110	125	20	26,9	90	110	125	1500
32	42,4	110	125	140	25	33,7	90	110	125	1500
					20	26,9	90	110	125	
40	48,3	110	125	140	32	42,4	110	125	140	1500
					25	33,7	90	110	125	
50	60,3	125	140	160	40	48,3	110	125	140	1500
					32	42,4	110	125	140	
65	76,1	140	160	180	50	60,3	125	140	160	1500
					40	48,3	110	125	140	
80	88,9	160	180	200	65	76,1	140	160	180	1500
					50	60,3	125	140	160	
100	114,3	200	225	250	80	88,9	160	180	200	1500
					65	76,1	140	160	180	
125	139,7	225	250	280	100	114,3	200	225	250	1500
					80	88,9	160	180	200	
150	168,3	250	280	315	125	139,7	225	250	280	1500
					100	114,3	200	225	250	
200	219,1	315	355	400	150	168,3	250	280	315	1500
					125	139,7	225	250	280	
250	273,0	400	450	500	200	219,1	315	355	400	1500
					150	168,3	250	280	315	
300	323,9	450	500	560	250	273,0	400	450	500	1500
					200	219,1	315	355	400	
350	355,6	500	560	630	300	323,9	450	500	560	1500
					250	273,0	400	450	500	
400	406,4	560	630	670	350	355,6	500	560	630	1500
					300	323,9	450	500	560	
450	457,0	630	670	710	400	406,4	560	630	670	1500
					350	355,6	500	560	630	
500	508,0	670	710	800	450	457,0	630	670	710	1500
					400	406,4	560	630	670	
600	610,0	800	900	1000	500	508,0	670	710	800	1500
					450	457,0	630	670	710	

Średnice powyżej DN600 - produkt niestandardowy, prosimy sprawdzić możliwość dostawy

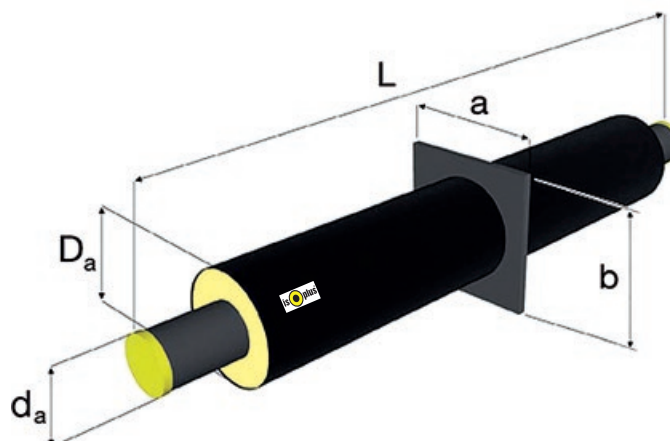
* - produkt niestandardowy, prosimy sprawdzić możliwość dostawy

Schemat oznaczenia:

KMR/RED/ $DN_1 / D_{a1} - DN_2 / D_{a2}$

np. KMR/RED/50/125-32/110 – redukcja preizolowana DN50/125 na DN32/110.

18. Punkt stały



System alarmowy: impulsowy lub Brandes.

Uwagi: Dostępne punkty stałe oddzielone termicznie oraz termicznie i elektrycznie.

Wymiary rury stalowej				Średnica płaszczka zewnętrznego D _a [mm]			Minimalny wymiar kołnierza		Długość elementu L [mm]
Średnica		Średnica zewn. d _a [mm]	Grubość ścianki s [mm]	Grubość izolacji			Długość boków a • b [mm]	Grubość stali s [mm]	
DN	cale			Standard	Pogrubiona 1x	Pogrubiona 2x *			
20	¾"	26,9	2,6	90	110	125	200 • 200	15	2000
25	1"	33,7	3,2	90	110	125	200 • 200	15	2000
32	1¼"	42,4	3,2	110	125	140	200 • 200	15	2000
40	1½"	48,3	3,2	110	125	140	200 • 200	15	2000
50	2"	60,3	3,2	125	140	160	250 • 250	20	2000
65	2½"	76,1	3,2	140	160	180	250 • 250	20	2000
80	3"	88,9	3,2	160	180	200	250 • 250	20	2000
100	4"	114,3	3,6	200	225	250	330 • 330	25	2000
125	5"	139,7	3,6	225	250	280	330 • 330	25	2000
150	6"	168,3	4,0	250	280	315	380 • 380	25	2000
200	8"	219,1	4,5	315	355	400	500 • 500	25	2000
250	10"	273,0	5,0	400	450	500	600 • 600	30	2000
300	12"	323,9	5,6	450	500	560	700 • 700	30	2000

Średnice powyżej DN300 - produkt niestandardowy, prosimy sprawdzić możliwość dostawy

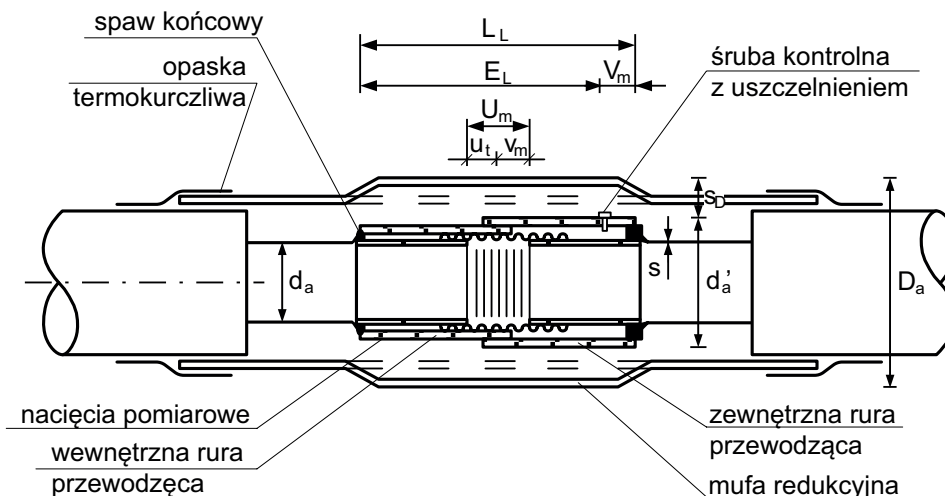
* - produkt niestandardowy, prosimy sprawdzić możliwość dostawy

Schemat oznaczenia:

KMR/FP/ DN / D_a / (T – oddzielony termicznie, TE – oddzielony termicznie i elektrycznie) (IPS lub Brandes)

np. KMR/FP/40/110/T – punkt stały DN40/110 oddzielony termicznie.

19. Kompensator jednorazowy EKO



System alarmowy: przewody alarmowe łączone podczas montażu kompensatora.

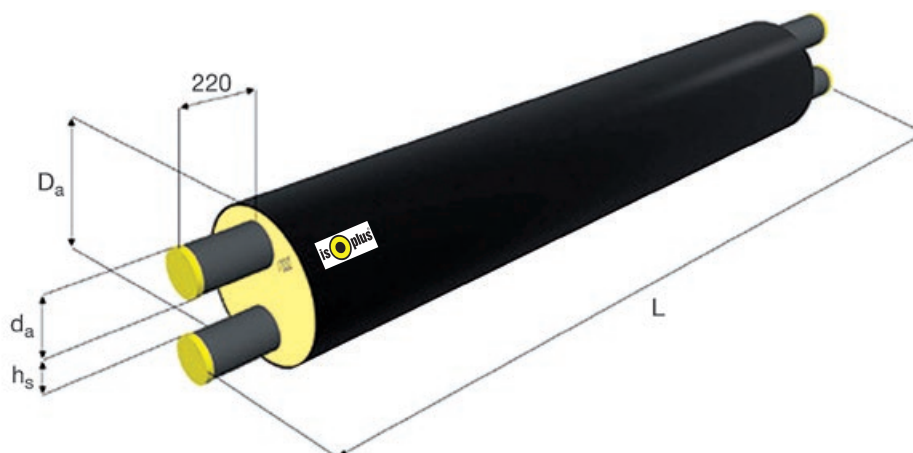
Uwagi: Kompensator jednorazowy dostarczany bez mufy. Przy zamówieniu należy doliczyć mufę połączeniową długą.

WYMIARY												
DN	Oznaczenie typu	d_a [mm]	s [mm]	d'_a [mm]	D_a [mm]	s_o [mm]	M [mm]	L_L [mm]	u_m [mm]	F [N/mm]	A [cm ²]	G [kg]
20	EKO-25/25/50 (*)	26,9	3,2	56,0	125	34,5	1000	275	50	176	9,7	1,8
25	EKO-25/25/50	33,7	3,2	56,0	125	34,5	1000	275	50	176	9,7	1,8
32	EKO-25/32/50	42,4	2,6	73,0	140	33,5	1000	275	50	204	15,1	2,0
40	EKO-25/40/50	48,3	2,6	73,0	140	33,5	1000	275	50	177	16,3	2,0
50	EKO-25/50/50	60,3	2,9	86,0	160	37,0	1000	275	50	224	25,9	2,4
65	EKO-25/65/70	76,1	2,9	106,0	180	37,0	1000	335	70	219	42,1	3,8
80	EKO-25/80/70	88,9	3,2	122,0	180	29,0	1000	345	70	180	67,8	5,4
100	EKO-25/100/80	114,3	3,6	139,7	225	42,6	1200	390	80	212	109,9	7,6
125	EKO-25/125/80	139,7	3,6	168,3	250	40,8	1200	400	80	226	159,9	9,7
150	EKO-25/150/100	168,3	4,0	193,7	280	43,1	1200	475	100	261	230,5	15,4
200	EKO-25/200/120	219,1	4,5	268,0	355	43,5	1200	515	120	361	383,9	24,0
250	EKO-25/250/120	273,0	5,0	323,9	400	38,0	1200	515	120	362	594,0	31,5
300	EKO-25/300/140	323,9	5,6	355,6	450	47,2	1400	660	140	353	834,2	51,5
350	EKO-25/350/140	355,6	5,6	406,4	500	46,8	1400	650	140	617	1004,3	60,0
400	EKO-25/400/140	406,4	6,3	457,2	560	51,4	1400	650	140	505	1310,0	75,5
450	EKO-25/450/150	457,2	6,3	508,0	630	61,0	1400	660	150	528	1656,1	86,0
500	EKO-25/500/150	508,0	6,3	560,0	670	55,0	1400	660	150	537	2042,8	93,0
600	EKO-25/600/150	610,0	7,1	675,0	800	62,5	1500	690	150	864	2937,8	162,0

d_a – średnica zewnętrzna rury stalowej KMR
 s – grubość ścianki końcówki do spawania EKO
 d'_a – średnica zewnętrzna EKO
 D_a – minimalna średnica mufy przy EKO
 s_o – grubość izolacji przy EKO
 M – minimalna długość mufy łączącej
 L_L – dostępna długość EKO

u_m – maksymalne przejęcie kompensacji
 F – współczynnik sprężystości osiowej
 A – skuteczny przekrój miecha
 G – waga EKO
 u_t – rzeczywiste przejęcie kompensacji
 V_m – mechaniczna skala wymiaru naprężenia wstępnego
 E_L – długość montażowa EKO

20. Rury stalowe preizolowane podwójne DOPPELROHR



Rury preizolowane o długościach: $L=6, 12$ lub 16m^* .

System alarmowy: impulsowy lub Brandes.

Wymiary rury stalowej ze szwem					Długość dostarczana L [m]	Średnica płaszczza zewnątrznego D_a [mm]			Masa G [kg/m]		
Średnica		Średnica zewn. d_a [mm]	Grubość ścianki s [mm]			Grubość izolacji			Grubość izolacji		
			ISOPLUS	PN-EN 253		Standard	Pogrubiona 1x	Pogrubiona 2x*	Standard	Pogrubiona 1x	Pogrubiona 2x*
DN	Cale										
20+20	¾"	2 • 26,9	2,6	2,3	6	125	140	160	5,32	5,70	6,24
25+25	1"	2 • 33,7	3,2	2,6	6/12	140	160	180	7,03	7,57	8,16
32+32	1¼"	2 • 42,4	3,2	2,6	6/12	160	180	200	8,86	9,45	10,20
40+40	1½"	2 • 48,3	3,2	2,6	6/12	160	180	200	9,72	10,31	11,06
50+50	2"	2 • 60,3	3,2	2,9	6/12	200	225	250	12,79	13,80	14,91
65+65	2½"	2 • 76,1	3,2	2,9	6/12	225	250	280	16,02	17,13	18,65
80+80	3"	2 • 88,9	3,2	3,2	6/12	250	280	315	18,88	20,40	22,25
100+100	4"	2 • 114,3	3,6	3,6	6/12/16	315	355	400	27,73	30,24	33,25
125+125	5"	2 • 139,7	3,6	3,6	6/12/16	400	450	500	36,95	40,76	44,99
150+150	6"	2 • 168,3	4	4	6/12/16	450	500	560	47,90	52,13	58,54
200+200	8"	2 • 219,1	4,5	4,5	6/12/16	560	630	—	70,39	77,78	—

* - produkt niestandardowy, prosimy sprawdzić możliwość dostawy

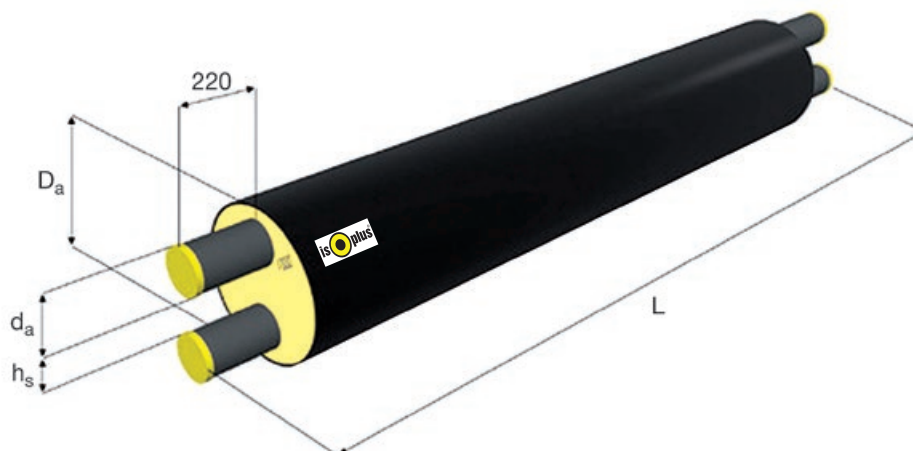
Inne średnice dostępne na zapytanie.

Schemat oznaczenia:

KMR/(G - ze szwem, N – bez szwu) / DPR / R / DN / D_a / L / rodzaj alarmu (IPS lub Brandes)

np. KMR/G/DPR/ R/40/160/12/IPS – podwójna rura preizolowana ze szwem DN40+40/160 o długości 12m z alarmem IPS.

21. Rury stalowe preizolowane podwójne DOPPELROHR CONTI



Rury preizolowane o długościach: $L=12$ m.

Współczynnik przewodności cieplnej zespołu rurowego: $\lambda_{50} \leq 0,024 \frac{W}{m \cdot K}$.

Wyposażone w warstwę antydyfuzyjną na styku rura płaszczowa PEHD – pianka PUR.

System alarmowy: impulsowy lub Brandes*.

Wymiary rury stalowej ze szwem					Długość dostarczana L [m]	Średnica płaszczu zewnątrznego D_a [mm]		Masa G [kg/m]	
Średnica		Średnica zewn. d_a [mm]	Grubość ścianki s [mm]			Grubość izolacji		Grubość izolacji	
			ISOPLUS	PN-EN 253		<i>Pogrubiona 1x</i>	<i>Pogrubiona 2x*</i>	<i>Pogrubiona 1x</i>	<i>Pogrubiona 2x*</i>
DN	Cale								
25+25	1"	2 • 33,7	3,2	2,3	6/12	160	180	7,58	8,27
32+32	1¼"	2 • 42,4	3,2	2,6	6/12	180	200	9,46	10,33
40+40	1½"	2 • 48,3	3,2	2,6	6/12	180	200	10,33	11,19
50+50	2"	2 • 60,3	3,2	2,9	6/12	225	250	14,18	15,31
65+65	2½"	2 • 76,1	3,2	2,9	6/12	250	280	17,56	19,26
80+80	3"	2 • 88,9	3,2	3,2	6/12	280	315	20,81	23,22
100+100	4"	2 • 114,3	3,6	3,6	6/12	355	—	31,33	—

Schemat oznaczenia:

KMR/(G - ze szwem, N – bez szwu) / DPR /CONTI/ R / DN / D_a / L / rodzaj alarmu (IPS lub Brandes)

np. KMR/G/DPR/ R/40/160/12/IPS – podwójna rura preizolowana ze szwem conti DN40+40/160 o długości 12m z alarmem IPS.

22. Rury stalowe preizolowane podwójne DOPPELROHR gięte



Rury preizolowane o długościach: $L = 12$ m.

System alarmowy: impulsowy lub Brandes.

Uwagi: Rury wykonane z prostymi końcami o dł. ok. 1,9m.
Przy zamawianiu należy podać kąt, promień i kierunek gięcia (w prawo lub w lewo).

Wymiary rury stalowej		Maks. dopuszczalny kąt gięcia α [°]	Minimalny promień gięcia r [m]	Segment kręgu przy r_{min} i 12,00 m		
Średnica nominalna DN	Średnica zewnętrzna d_a [mm]			Długość siecznej S_L [m]	Długość siecznej S_L [m]	Długość stycznej t_L [m]
50+50	2 • 60,3	40,0	11,70	11,56	1,28	6,15
65+65	2 • 76,1	36,0	13,00	11,64	1,15	6,12
80+80	2 • 88,9	34,0	13,80	11,68	1,09	6,11
100+100	2 • 114,3	28,0	16,60	11,78	0,90	6,07
125+125	2 • 139,7	28,0	16,60	11,78	0,90	6,07
150+150	2 • 168,3	25,0	18,50	11,83	0,80	6,06
200+200	2 • 219,1	16,5	20,80	11,86	0,83	6,05

Inne średnice dostępne na zapytanie.

Schemat oznaczenia:

KMR/BR/DPR/ DN / D_a / L / rodzaj alarmu (IPS lub Brandes)

np. KMR/BR/DPR/40/160/12/IPS – rura preizolowana gięta DN40+40/160 o długości 12m z alarmem IPS

23. Kolana preizolowane DOPPELROHR - poziome



System alarmowy: impulsowy lub Brandes.

Uwagi: Przy zamawianiu należy podać kąt uzupełniający α oraz długość ramion.

Wymiary rury stalowej		Kolano stalowe			Średnica płaszczka zewnętrznego D _a [mm]		Długość ramienia L • L ₁ [mm]
Średnica		Średnica zewn. d _a [mm]	Grubość ścianki s [mm]	Promień r [mm]			
					DN	Cale	
20+20	¾"	2 • 26,9	2,6	110,0	125	140	
25+25	1"	2 • 33,7	3,2	110,0	140	160	1000 • 1000
32+32	1¼"	2 • 42,4	3,2	110,0	160	180	1000 • 1000
40+40	1½"	2 • 48,3	3,2	110,0	160	180	1000 • 1000
50+50	2"	2 • 60,3	3,2	135,0	200	225	1000 • 1000
65+65	2½"	2 • 76,1	3,2	175,0	225	250	1000 • 1000
80+80	3"	2 • 88,9	3,2	205,0	250	280	1000 • 1000
100+100	4"	2 • 114,3	3,6	270,0	315	355	1000 • 1000
125+125	5"	2 • 139,7	3,6	330,0	400	450	1000 • 1000
150+150	6"	2 • 168,3	4,0	390,0	450	500	1000 • 1000
200+200	8"	2 • 219,1	4,5	510,0	560	630	1200 • 1200

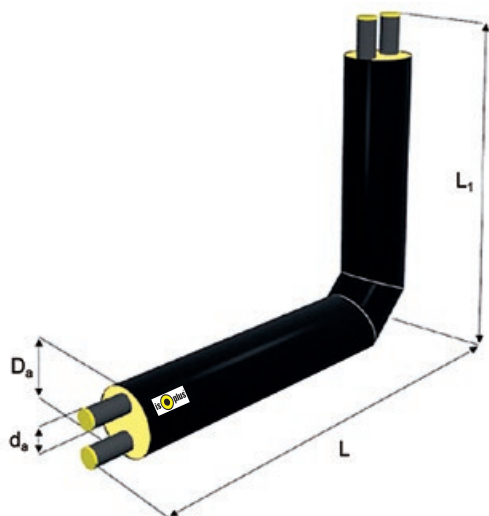
Inne średnice dostępne na zapytanie.

Schemat oznaczenia:

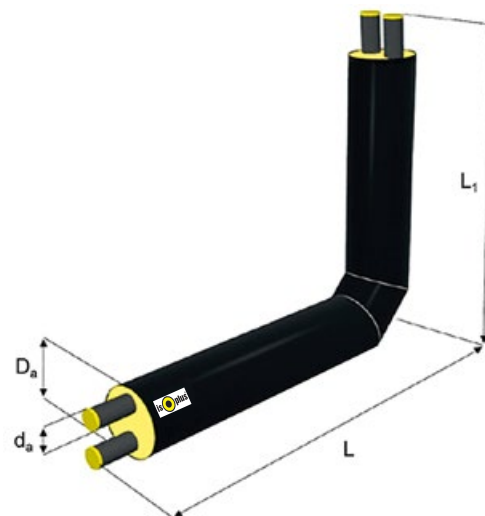
KMR/K/DPR/ DN / D_a / kąt /PZ (IPS lub Brandes)

np. KMR/K/DPR/40/110/90/PN – kolano preizolowane podwójne DN40+40/160 o kącie 90°poziome

24. Kolana preizolowane DOPPELROHR - pionowe



Kolano pionowe



Kolano wejściowe do budynku

System alarmowy: impulsowy lub Brandes.

Uwagi: Przy zamawianiu należy podać kąt uzupełniający α oraz długość ramion.

Kolana pionowe oraz wejściowe do budynku nie występują w izolacji standardowej. Do połączenia z rurami w izolacji standard należy przewidzieć mufy redukcyjne.

Wymiary rury stalowej		Kolano stalowe			Średnica płaszczu zewnętrznego D _a [mm]		Długość ramienia L • L ₁ [mm]
Średnica		Średnica zewn. d _a [mm]	Grubość ścianki s [mm]	Promień r [mm]			
					DN	Cale	
20+20	¾"	2 • 26,9	2,6	110,0	140	160	1000 • 1000
25+25	1"	2 • 33,7	3,2	110,0	160	180	1000 • 1000
32+32	1¼"	2 • 42,4	3,2	110,0	180	200	1000 • 1000
40+40	1½"	2 • 48,3	3,2	110,0	180	200	1000 • 1000
50+50	2"	2 • 60,3	3,2	135,0	225	250	1000 • 1000
65+65	2½"	2 • 76,1	3,2	175,0	250	280	1000 • 1000
80+80	3"	2 • 88,9	3,2	205,0	280	315	1000 • 1000
100+100	4"	2 • 114,3	3,6	270,0	355	400	1000 • 1000
125+125	5"	2 • 139,7	3,6	330,0	450	500	1000 • 1000
150+150	6"	2 • 168,3	4,0	390,0	500	630	1000 • 1000
200+200	8"	2 • 219,1	4,5	510,0	630	—	1200 • 1200

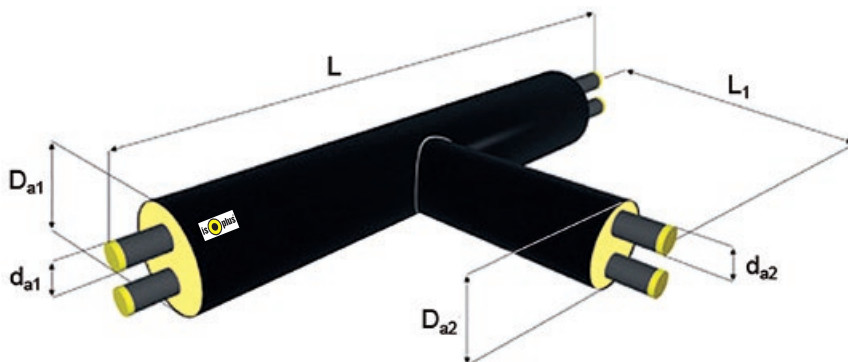
Inne średnice dostępne na zapytanie.

Schemat oznaczenia:

KMR/K/DPR/ DN / D_a /kąt /PN (IPS lub Brandes)

np. KMR/K/DPR/40/110/90/PN – kolano preizolowane podwójne DN40+40/160 o kącie 90° pionowe

25. Trójkąt DOPPELROHR - prosty izolacja standard



System alarmowy: impulsowy lub Brandes.

Odgąęzienie	Trójkąt preizolowany prosty Doppelrohr – izolacja standard																							
	DN		20+20		25+25		32+32		40+40		50+50		65+65		80+80		100+100		125+125		150+150		200+200	
	cale		¾"		1"		1 ½"		1 ¼"		2"		2 ½"		3"		4"		5"		6"		8"	
	da1		26,9		33,7		42,4		48,3		60,3		76,1		88,9		114,3		139,7		168,3		219,1	
DN	Da1		125		140		160		160		200		225		250		315		400		450		560	
20+20	L	L1	1200	550	1200	600	1200	600	1200	600	1200	600	1200	650	1200	650	1200	650	1200	700	1200	700	1200	800
	Da2	da2	125	26,9	125	26,9	125	26,9	125	26,9	125	26,9	125	26,9	125	26,9	125	26,9	125	26,9	125	26,9	125	26,9
25+25	L	L1			1200	600	1200	600	1200	600	1200	600	1200	650	1200	650	1200	650	1200	700	1200	700	1200	800
	Da2	da2			140	33,7	140	33,7	140	33,7	140	33,7	140	33,7	140	33,7	140	33,7	140	33,7	140	33,7	140	33,7
32+32	L	L1					1200	600	1200	600	1200	600	1200	650	1200	650	1200	650	1200	700	1200	700	1200	800
	Da2	da2					160	42,4	160	42,4	160	42,4	160	42,4	160	42,4	160	42,4	160	42,4	160	42,4	160	42,4
40+40	L	L1							1200	600	1200	600	1200	650	1200	650	1200	650	1200	700	1200	700	1200	800
	Da2	da2							160	48,3	160	48,3	160	48,3	160	48,3	160	48,3	160	48,3	160	48,3	160	48,3
50+50	L	L1									1200	600	1200	650	1200	650	1200	650	1200	700	1200	700	1200	800
	Da2	da2									200	60,3	200	60,3	200	60,3	200	60,3	200	60,3	200	60,3	200	60,3
65+65	L	L1											1200	650	1200	650	1200	650	1200	700	1200	700	1200	800
	Da2	da2											225	76,1	225	76,1	225	76,1	225	76,1	225	76,1	225	76,1
80+80	L	L1													1200	650	1200	650	1200	700	1200	700	1200	800
	Da2	da2													250	88,9	250	88,9	250	88,9	250	88,9	250	88,9
100+100	L	L1															1300	650	1300	700	1300	700	1300	800
	Da2	da2															315	114,3	315	114,3	315	114,3	315	114,3
125+125	L	L1																	1300	700	1300	700	1300	800
	Da2	da2																	400	139,7	400	139,7	400	139,7
150+150	L	L1																			1400	700	1400	800
	Da2	da2																			450	168,3	450	168,3
200+200	L	L1																					1600	800
	Da2	da2																					560	219,1

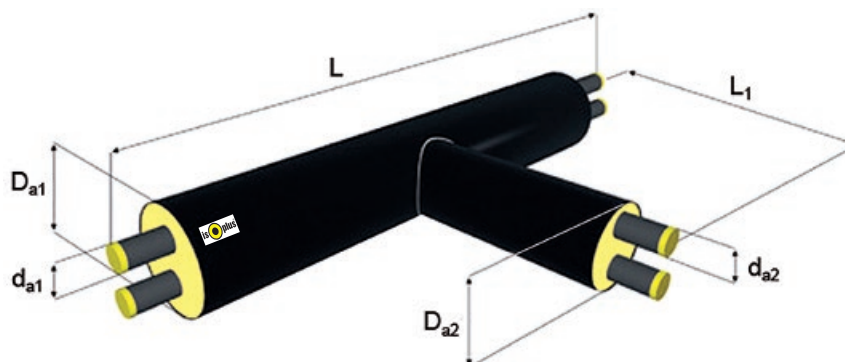
Inne średnice dostępne na zapytanie.

Schemat oznaczenia:

KMR/DPR/T/DN / da / Da / P (IPS lub Brandes)

np. KMR/DPR/T/40/32/160 – trójkąt preizolowany prosty DOPPELROHR o średnicy przełotu DN40, średnicy rury płaszczowej 160 mm i średnicy odgałęzienia DN32.

26. Trójkąt DOPPELROHR - prosty izolacja 1x pogrubiona



System alarmowy: impulsowy lub Brandes.

Odgałęzienie	Trójkąt preizolowany prosty Doppelrohr – izolacja standard pogrubiona 1x																							
	DN		20+20		25+25		32+32		40+40		50+50		65+65		80+80		100+100		125+125		150+150		200+200	
	cale		3/4"		1"		1 1/2"		1 1/4"		2"		2 1/2"		3"		4"		5"		6"		8"	
	da1		26,9		33,7		42,4		48,3		60,3		76,1		88,9		114,3		139,7		168,3		219,1	
DN	Da1		140		160		180		180		225		250		280		355		450		500		630	
20+20	L	L1	1200	550	1200	600	1200	600	1200	600	1200	600	1200	650	1200	650	1200	650	1200	700	1200	700	1200	800
	Da2	da2	140	26,9	140	26,9	140	26,9	140	26,9	140	26,9	140	26,9	140	26,9	140	26,9	140	26,9	140	26,9	140	26,9
25+25	L	L1			1200	600	1200	600	1200	600	1200	600	1200	650	1200	650	1200	650	1200	700	1200	700	1200	800
	Da2	da2			160	33,7	160	33,7	160	33,7	160	33,7	160	33,7	160	33,7	160	33,7	160	33,7	160	33,7	160	33,7
32+32	L	L1					1200	600	1200	600	1200	600	1200	650	1200	650	1200	650	1200	700	1200	700	1200	800
	Da2	da2					180	42,4	180	42,4	180	42,4	180	42,4	180	42,4	180	42,4	180	42,4	180	42,4	180	42,4
40+40	L	L1							1200	600	1200	600	1200	650	1200	650	1200	650	1200	700	1200	700	1200	800
	Da2	da2							180	48,3	180	48,3	180	48,3	180	48,3	180	48,3	180	48,3	180	48,3	180	48,3
50+50	L	L1									1200	600	1200	650	1200	650	1200	650	1200	700	1200	700	1200	800
	Da2	da2									225	60,3	225	60,3	225	60,3	225	60,3	225	60,3	225	60,3	225	60,3
65+65	L	L1											1200	650	1200	650	1200	650	1200	700	1200	700	1200	800
	Da2	da2											250	76,1	250	76,1	250	76,1	250	76,1	250	76,1	250	76,1
80+80	L	L1													1200	650	1200	650	1200	700	1200	700	1200	800
	Da2	da2													280	88,9	280	88,9	280	88,9	280	88,9	280	88,9
100+100	L	L1															1300	650	1300	700	1300	700	1300	800
	Da2	da2															355	114,3	355	114,3	355	114,3	355	114,3
125+125	L	L1																	1300	700	1300	700	1300	800
	Da2	da2																	450	139,7	450	139,7	450	139,7
150+150	L	L1																			1400	700	1400	800
	Da2	da2																			500	168,3	500	168,3
200+200	L	L1																					1600	800
	Da2	da2																					630	219,1

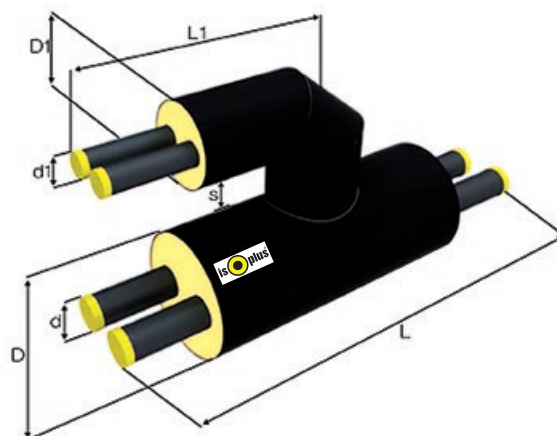
Inne średnice dostępne na zapytanie.

Schemat oznaczenia:

KMR/DPR/T/ DN / da / Da / P (IPS lub Brandes)

np. KMR/DPR/T/40/32/180/P – trójkąt preizolowany prosty DOPPELROHR o średnicy przełotu DN40, średnicy rury płaszczowej 180 mm i średnicy odgałęzienia DN32.

27. Trójnik DOPPELROHR - równoległy izolacja standard



System alarmowy: impulsowy lub Brandes.

Odgałęzienie	Trójnik preizolowany równoległy Doppelrohr – izolacja standard																							
	DN		20+20		25+25		32+32		40+40		50+50		65+65		80+80		100+100		125+125		150+150		200+200	
	Cale		¾"		1"		1 ½"		1 ¼"		2"		2 ½"		3"		4"		5"		6"		8"	
	d _{a1}		26,9		33,7		42,4		48,3		60,3		76,1		88,9		114,3		139,7		168,3		219,1	
DN	D _{a1}		125		140		160		160		200		225		250		315		400		450		560	
20+20	L	L ₁	1200	600	1200	600	1200	600	1200	600	1200	600	1200	600	1200	600	1200	600	1200	600	1200	600	1200	600
	D ₁	d ₁	125	26,9	125	26,9	125	26,9	125	26,9	125	26,9	125	26,9	125	26,9	125	26,9	125	26,9	125	26,9	125	26,9
25+25	L	L ₁			1200	600	1200	600	1200	600	1200	600	1200	600	1200	600	1200	600	1200	600	1200	600	1200	600
	D ₁	d ₁			140	33,7	140	33,7	140	33,7	140	33,7	140	33,7	140	33,7	140	33,7	140	33,7	140	33,7	140	33,7
32+32	L	L ₁					1200	600	1200	600	1200	600	1200	600	1200	600	1200	600	1200	600	1200	600	1200	600
	D ₁	d ₁					160	42,4	160	42,4	160	42,4	160	42,4	160	42,4	160	42,4	160	42,4	160	42,4	160	42,4
40+40	L	L ₁							1200	600	1200	600	1200	600	1200	600	1200	600	1200	600	1200	600	1200	600
	D ₁	d ₁							160	48,3	160	48,3	160	48,3	160	48,3	160	48,3	160	48,3	160	48,3	160	48,3
50+50	L	L ₁									1300	600	1300	600	1300	600	1300	600	1300	600	1300	600	1300	600
	D ₁	d ₁									200	60,3	200	60,3	200	60,3	200	60,3	200	60,3	200	60,3	200	60,3
65+65	L	L ₁											1300	650	1300	650	1300	650	1300	650	1300	650	1300	700
	D ₁	d ₁											225	76,1	225	76,1	225	76,1	225	76,1	225	76,1	225	76,1
80+80	L	L ₁													1400	700	1400	700	1400	700	1400	700	1400	700
	D ₁	d ₁													250	88,9	250	88,9	250	88,9	250	88,9	250	88,9
100+100	L	L ₁															1400	700	1400	700	1400	700	1400	700
	D ₁	d ₁															315	114,3	315	114,3	315	114,3	315	114,3
125+125	L	L ₁																	1500	750	1500	750	1500	750
	D ₁	d ₁																	400	139,7	400	139,7	400	139,7
150+150	L	L ₁																			1600	800	1600	800
	D ₁	d ₁																			450	168,3	450	168,3
200+200	L	L ₁																					1700	850
	D ₁	d ₁																					560	219,1

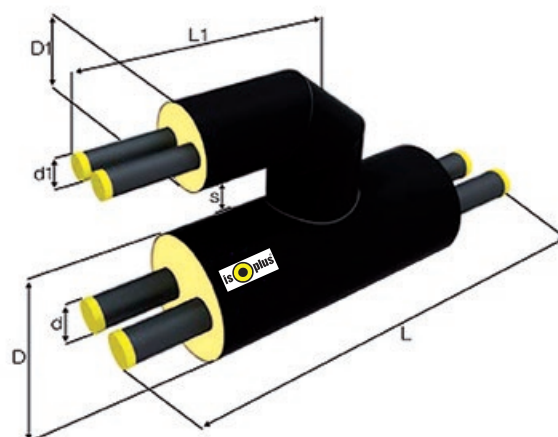
Inne średnice dostępne na zapytanie.

Schemat oznaczenia:

KMR/DPR/T/DN / d_a / D_a /R (IPS lub Brandes)

np. KMR/DPR/T/40/32/160 – trójnik preizolowany równoległy DOPPELROHR o średnicy przelotu DN40, średnicy rury płaszczowej 160 mm i średnicy odgałęzienia DN32.

28. Trójkąt DOPPELROHR - równoległy izolacja pogrubiona 1x



System alarmowy: impulsowy lub Brandes.

Odgałęzienie	Trójnik preizolowany równoległy Doppelrohr – izolacja pogrubiona 1x																									
	DN		20+20		25+25		32+32		40+40		50+50		65+65		80+80		100+100		125+125		150+150		200+200			
	Cale		¾"		1"		1 ½"		1 ¼"		2"		2 ½"		3"		4"		5"		6"		8"			
	d _{a1}		26,9		33,7		42,4		48,3		60,3		76,1		88,9		114,3		139,7		168,3		219,1			
DN	D _{a1}		140		160		180		180		225		250		280		355		450		500		630			
20+20	L	L ₁	1200	600	1200	600	1200	600	1200	600	1200	600	1200	600	1200	600	1200	600	1200	600	1200	600	1200	600		
	D ₁	d ₁	140	26,9	140	26,9	140	26,9	140	26,9	140	26,9	140	26,9	140	26,9	140	26,9	140	26,9	140	26,9	140	26,9		
25+25	L	L ₁			1200	600	1200	600	1200	600	1200	600	1200	600	1200	600	1200	600	1200	600	1200	600	1200	600		
	D ₁	d ₁			160	33,7	160	33,7	160	33,7	160	33,7	160	33,7	160	33,7	160	33,7	160	33,7	160	33,7	160	33,7		
32+32	L	L ₁					1200	600	1200	600	1200	600	1200	600	1200	600	1200	600	1200	600	1200	600	1200	600		
	D ₁	d ₁					180	42,4	180	42,4	180	42,4	180	42,4	180	42,4	180	42,4	180	42,4	180	42,4	180	42,4	180	42,4
40+40	L	L ₁							1200	600	1200	600	1200	600	1200	600	1200	600	1200	600	1200	600	1200	600		
	D ₁	d ₁							180	48,3	180	48,3	180	48,3	180	48,3	180	48,3	180	48,3	180	48,3	180	48,3	180	48,3
50+50	L	L ₁									1300	600	1300	600	1300	600	1300	600	1300	600	1300	600	1300	600		
	D ₁	d ₁									225	60,3	225	60,3	225	60,3	225	60,3	225	60,3	225	60,3	225	60,3	225	60,3
65+65	L	L ₁											1300	650	1300	650	1300	650	1300	650	1300	650	1300	650	1300	700
	D ₁	d ₁											250	76,1	250	76,1	250	76,1	250	76,1	250	76,1	250	76,1	250	76,1
80+80	L	L ₁													1400	700	1400	700	1400	700	1400	700	1400	700	1400	700
	D ₁	d ₁													280	88,9	280	88,9	280	88,9	280	88,9	280	88,9	280	88,9
100+100	L	L ₁															1400	700	1400	700	1400	700	1400	700	1400	700
	D ₁	d ₁															355	114,3	355	114,3	355	114,3	355	114,3	355	114,3
125+125	L	L ₁																	1500	750	1500	750	1500	750		
	D ₁	d ₁																	450	139,7	450	139,7	450	139,7	450	139,7
150+150	L	L ₁																			1600	800	1600	800		
	D ₁	d ₁																			500	168,3	500	168,3	500	168,3
200+200	L	L ₁																					1700	850		
	D ₁	d ₁																					630	219,1	630	219,1

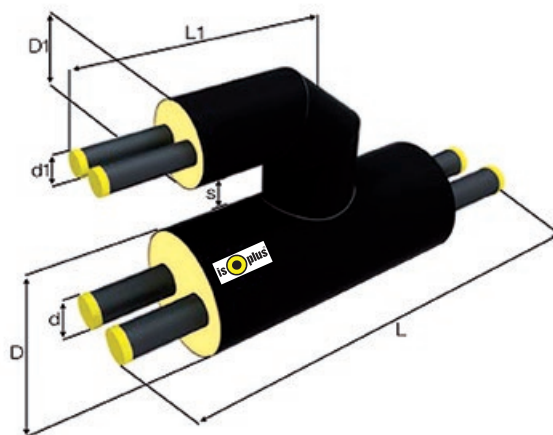
Inne średnice dostępne na zapytanie.

Schemat oznaczenia:

KMR/DPR/T/DN / d_a / D_a /R (IPS lub Brandes)

np. KMR/DPR/T/40/32/180 – trójkąt preizolowany równoległy DOPPELROHR o średnicy przelotu DN40, średnicy rury płaszczowej 180 mm i średnicy odgałęzienia DN32.

29. Trójnik DOPPELROHR - równoległy izolacja pogrubiona 2x



System alarmowy: impulsowy lub Brandes.

Odgałęzienie	Trójnik preizolowany równoległy Doppelrohr – izolacja pogrubiona 2x																							
	DN		20+20		25+25		32+32		40+40		50+50		65+65		80+80		100+100		125+125		150+150		200+200	
	Cale		¾"		1"		1 ½"		1 ¼"		2"		2 ½"		3"		4"		5"		6"		8"	
	d		26,9		33,7		42,4		48,3		60,3		76,1		88,9		114,3		139,7		168,3		219,1	
DN	D		160		180		200		200		250		280		315		400		500		560		710	
20+20	L	L ₁	1200	600	1200	600	1200	600	1200	600	1200	600	1200	600	1200	600	1200	600	1200	600	1200	600	1200	600
	D ₁	d ₁	160	26,9	160	26,9	160	26,9	160	26,9	160	26,9	160	26,9	160	26,9	160	26,9	160	26,9	160	26,9	160	26,9
25+25	L	L ₁			1200	600	1200	600	1200	600	1200	600	1200	600	1200	600	1200	600	1200	600	1200	600	1200	600
	D ₁	d ₁			180	33,7	180	33,7	180	33,7	180	33,7	180	33,7	180	33,7	180	33,7	180	33,7	180	33,7	180	33,7
32+32	L	L ₁					1200	600	1200	600	1200	600	1200	600	1200	600	1200	600	1200	600	1200	600	1200	600
	D ₁	d ₁					200	42,4	200	42,4	200	42,4	200	42,4	200	42,4	200	42,4	200	42,4	200	42,4	200	42,4
40+40	L	L ₁							1200	600	1200	600	1200	600	1200	600	1200	600	1200	600	1200	600	1200	600
	D ₁	d ₁							200	48,3	200	48,3	200	48,3	200	48,3	200	48,3	200	48,3	200	48,3	200	48,3
50+50	L	L ₁									1300	600	1300	600	1300	600	1300	600	1300	600	1300	600	1300	600
	D ₁	d ₁									250	60,3	250	60,3	250	60,3	250	60,3	250	60,3	250	60,3	250	60,3
65+65	L	L ₁											1300	650	1300	650	1300	650	1300	650	1300	650	1300	700
	D ₁	d ₁											280	76,1	280	76,1	280	76,1	280	76,1	280	76,1	280	76,1
80+80	L	L ₁													1400	700	1400	700	1400	700	1400	700	1400	700
	D ₁	d ₁													315	88,9	315	88,9	315	88,9	315	88,9	315	88,9
100+100	L	L ₁															1400	700	1400	700	1400	700	1400	700
	D ₁	d ₁															400	114,3	400	114,3	400	114,3	400	114,3
125+125	L	L ₁																	1500	750	1500	750	1500	750
	D ₁	d ₁																	500	139,7	500	139,7	500	139,7
150+150	L	L ₁																			1600	800	1600	800
	D ₁	d ₁																			560	168,3	560	168,3
200+200	L	L ₁																					1700	850
	D ₁	d ₁																					710	219,1

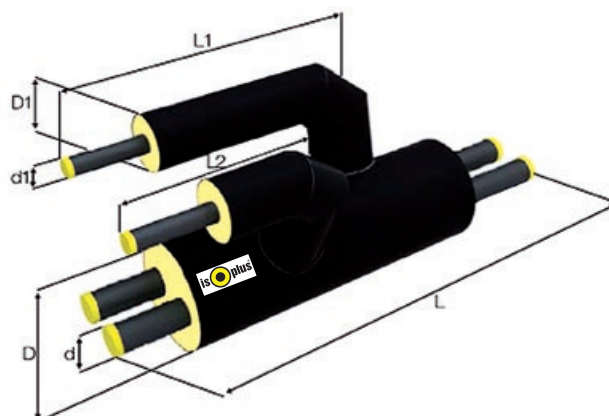
Inne średnice dostępne na zapytanie.

Schemat oznaczenia:

KMR/DPR/T/DN / d_a / D_a /R (IPS lub Brandes)

np. KMR/DPR/T/40/32/200 – trójnik preizolowany równoległy DOPPELROHR o średnicy przelotu DN40, średnicy rury płaszczowej 200 mm i średnicy odgałęzienia DN32.

30. Trójkąt DOPPELROHR izolacja pogrubiona 1x - równoległy z przejściem na rurę pojedynczą izolacja standard



System alarmowy: impulsowy lub Brandes.

Odgałęzienie	Trójkąt preizolowany równoległy Doppelrohr z przejściem na rurę pojedynczą – izolacja standard																		
	DN	25+25			32+32			40+40			50+50			65+65			80+80		
	Cale	1"			1 1/2"			1 1/4"			2"			2 1/2"			3"		
	d	33,7			42,4			48,3			60,3			76,1			88,9		
DN	D	160			180			180			225			250			280		
20+20	L	L ₁	L ₂	1200	700	500	1200	700	500	1200	700	500	1200	700	500	1200	700	500	1200
	D ₁	d ₁		90	26,9	90	26,9	90	26,9	90	26,9	90	26,9	90	26,9	90	26,9	90	26,9
25+25	L	L ₁	L ₂	1200	700	500	1200	700	500	1200	700	500	1200	700	500	1200	700	500	1300
	D ₁	d ₁		90	33,7	90	33,7	90	33,7	90	33,7	90	33,7	90	33,7	90	33,7	90	33,7
32+32	L	L ₁	L ₂		1200	700	500	1200	700	500	1200	700	500	1200	700	500	1200	700	500
	D ₁	d ₁			110	42,4	110	42,4	110	42,4	110	42,4	110	42,4	110	42,4	110	42,4	110
40+40	L	L ₁	L ₂			1200	700	500	1200	700	500	1200	700	500	1200	700	500	1200	700
	D ₁	d ₁				110	48,3	110	48,3	110	48,3	110	48,3	110	48,3	110	48,3	110	48,3
50+50	L	L ₁	L ₂				1200	700	500	1200	700	500	1200	700	500	1200	700	500	1300
	D ₁	d ₁					140	60,3	140	60,3	140	60,3	140	60,3	140	60,3	140	60,3	140
65+65	L	L ₁	L ₂					1200	700	500	1200	700	500	1200	700	500	1200	700	500
	D ₁	d ₁						160	76,1	160	76,1	160	76,1	160	76,1	160	76,1	160	76,1
80+80	L	L ₁	L ₂						1300	750	550	1400	800	600	1400	800	600	1400	800
	D ₁	d ₁							315	88,9	315	88,9	315	88,9	315	88,9	315	88,9	315
100+100	L	L ₁	L ₂							1400	800	550	1400	800	600	1400	800	600	1400
	D ₁	d ₁								400	114,3	400	114,3	400	114,3	400	114,3	400	114,3
125+125	L	L ₁	L ₂								1600	950	650	1600	950	650	1600	950	650
	D ₁	d ₁									500	139,7	500	139,7	500	139,7	500	139,7	500
150+150	L	L ₁	L ₂									1600	950	650	1600	950	650	1600	950
	D ₁	d ₁										500	168,3	500	168,3	500	168,3	500	168,3

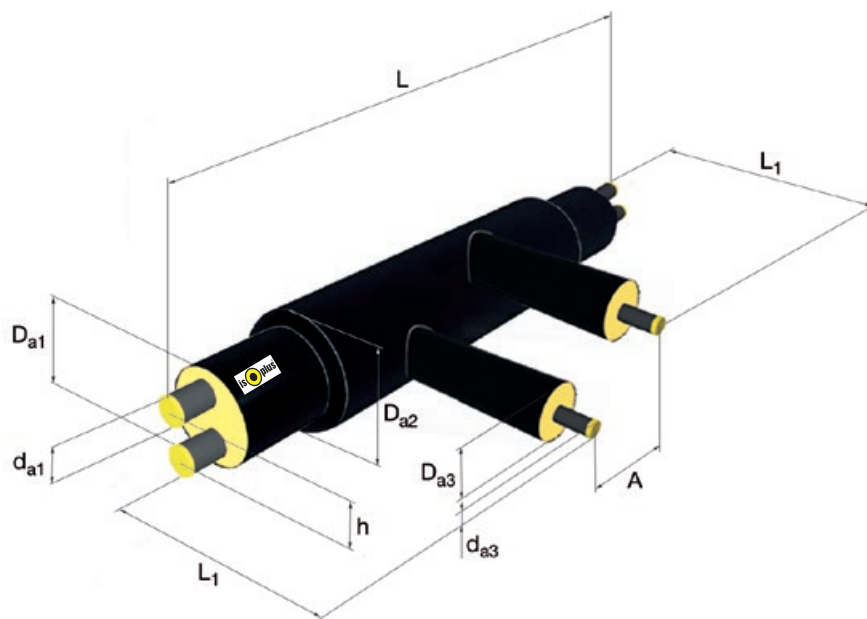
Inne średnice dostępne na zapytanie.

Schemat oznaczenia:

KMR/DPR/T/DN / d_a / D_a /R/h (IPS lub Brandes)

np. KMR/DPR/T/40/32/160 – trójkąt preizolowany równoległy DOPPELROHR o średnicy przelotu DN40, średnicy rury płaszczowej 160 mm i średnicy odgałęzienia DN32/110.

31. Trójkąt DOPPELROHR - z przejściem na rurę pojedynczą izolacja standard



System alarmowy: impulsowy lub Brandes.

Odgąznienie	Trójkąt preizolowany Doppelrohr z przejściem na rurę pojedynczą – izolacja standard													
	DN	20+20	25+25	32+32	40+40	50+50	65+65	80+80	100+100	125+125	150+150	200+200		
	cale	¾"	1"	1 ½"	1 ¾"	2"	2 ½"	3"	4"	5"	6"	8"		
	d _{a1}	26,9	33,7	42,4	48,3	60,3	76,1	88,9	114,3	139,7	168,3	219,1		
20	D _{a1}	125	140	160	160	200	225	250	315	400	450	560		
	L	L ₁	1300	500	1300	500	1300	550	1300	550	1300	550	1300	550
	h	D _{a2}	47	90	54	160	62	160	80	200	96	225	114	250
	d _{a3}	D _{a3}	26,9	90	26,9	90	26,9	90	26,9	90	26,9	90	26,9	90
	A		240		240		240		240		240		240	
25	L	L ₁			1300	500	1300	550	1300	550	1300	550	1300	550
	h	D _{a2}			54	160	62	160	80	200	96	225	114	250
	d _{a3}	D _{a3}			33,7	90	33,7	90	33,7	90	33,7	90	33,7	90
	A				240		240		240		240		240	
32	L	L ₁			1300	500	1300	550	1300	550	1300	550	1300	550
	h	D _{a2}			62	180	68	180	80	200	96	225	114	250
	d _{a3}	D _{a3}			42,4	110	42,4	110	42,4	110	42,4	110	42,4	110
	A				240		240		240		240		240	
40	L	L ₁					1300	550	1300	550	1300	550	1300	550
	h	D _{a2}					68	180	80	200	96	225	114	250
	d _{a3}	D _{a3}					48,3	110	48,3	110	48,3	110	48,3	110
	A						240		240		240		240	
50	L	L ₁							1300	550	1300	550	1300	550
	h	D _{a2}							80	225	96	225	114	250
	d _{a3}	D _{a3}							60,3	125	60,3	125	60,3	125
	A								240		240		240	
65	L	L ₁									1300	600	1400	600
	h	D _{a2}									96	250	114	280
	d _{a3}	D _{a3}									76,1	140	76,1	140
	A										240		300	

TRÓJNIK DOPPELROHR - Z PRZEJŚCIEM NA RURĘ POJEDYNCZĄ

Odgałęzienie	Trójnik preizolowany Doppelrohr z przejściem na rurę pojedynczą – izolacja standard																
	DN	20+20	25+25	32+32	40+40	50+50	65+65	80+80	100+100	125+125	150+150	200+200					
	cale	¾"	1"	1 ½"	1 ¼"	2"	2 ½"	3"	4"	5"	6"	8"					
	d _{a1}	26,9	33,7	42,4	48,3	60,3	76,1	88,9	114,3	139,7	168,3	219,1					
	D _{a1}	125	140	160	160	200	225	250	315	400	450	560					
80	L	L ₁						1400	600	1400	600	1400	650	1400	700	1400	750
	h	D _{a2}						114	280	140	315	170	400	208	450	264	560
	d _{a3}	D _{a3}						88,9	160	88,9	160	88,9	160	88,9	160	88,9	160
	A							300		300		300		300		300	
100	L	L ₁								1500	650	1500	650	1500	700	1500	750
	h	D _{a2}								140	355	170	400	208	450	264	560
	d _{a3}	D _{a3}								114,3	200	114,3	200	114,3	200	114,3	200
	A									350		300		350		350	
125	L	L ₁										1500	650	1500	700	1500	750
	h	D _{a2}										170	400	208	450	264	560
	d _{a3}	D _{a3}										139,7	225	139,7	225	139,7	225
	A											300		350		350	
150	L	L ₁												1600	700	1600	750
	h	D _{a2}												208	500	264	560
	d _{a3}	D _{a3}												168,3	250	168,3	250
	A													350		450	
200	L	L ₁														1700	750
	h	D _{a2}														264	560
	d _{a3}	D _{a3}														219,1	315
	A															450	

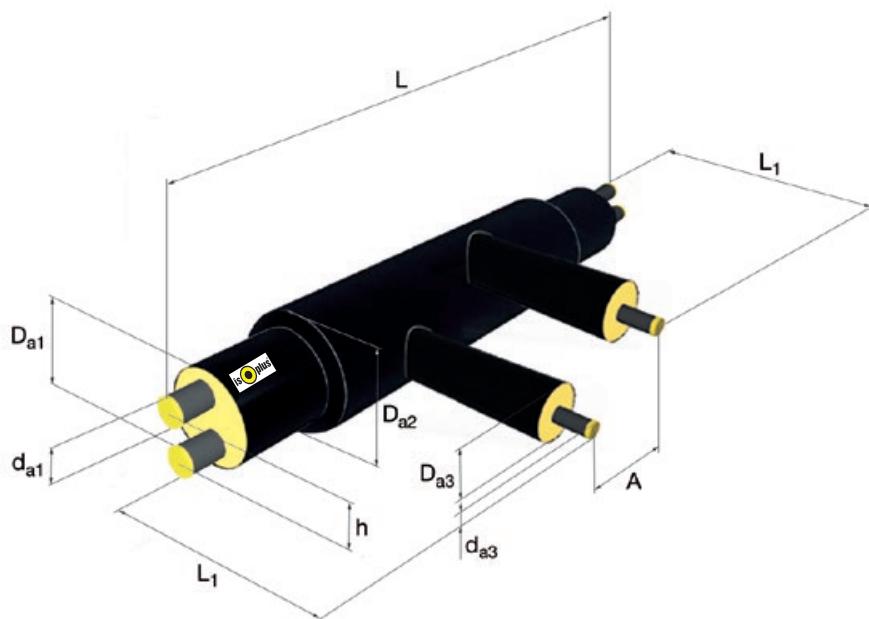
Inne średnice dostępne na zapytanie.

Schemat oznaczenia:

KMR/DPR/T- DN / d_a / D_a / F (IPS lub Brandes)

np. KMR/DPR/T-40/32/160/F – trójnik preizolowany podwójny o średnicy przelotu DN40, średnicy rury płaszczowej 160mm oraz średnicy odgałęzienia DN32 i średnicy rury płaszczowej 110mm rury pojedynczej.

32. Trójnik DOPPELROHR – z przejściem na rurę pojedynczą izolacja pogrubiona 1x



System alarmowy: impulsowy lub Brandes.

Odgałęzienie	Trójnik preizolowany Doppelrohr z przejściem na rurę pojedynczą – izolacja pogrubiona 1x																									
	DN		20+20		25+25		32+32		40+40		50+50		65+65		80+80		100+100		125+125		150+150		200+200			
	cale		¾“		1“		1 ½“		1 ¼“		2“		2 ½“		3“		4“		5“		6“		8“			
	d _{a1}		26,9		33,7		42,4		48,3		60,3		76,1		88,9		114,3		139,7		168,3		219,1			
	D _{a1}		125		140		160		160		200		225		250		315		400		450		560			
20	L	L ₁	1300	500	1300	500	1300	500	1300	550	1300	550	1300	550	1300	550	1300	600	1300	650	1300	700	1300	750		
	h	D _{a2}	47	140	54	160	62	180	68	180	80	225	96	250	114	280	139	355	170	450	208	500	264	630		
	d _{a3}	D _{a3}	26,9	90	26,9	90	26,9	90	26,9	90	26,9	90	26,9	90	26,9	90	29,6	90	26,9	90	26,9	90	26,9	90		
	A		240		240		240		240		240		240		240		240		240		240		240			
25	L	L ₁				1300	500	1300	500	1300	550	1300	550	1300	550	1300	550	1300	600	1300	650	1300	700	1300	750	
	h	D _{a2}				54	160	62	180	68	180	80	225	96	250	114	280	139	355	170	450	208	500	264	630	
	d _{a3}	D _{a3}				33,7	90	33,7	90	33,7	90	33,7	90	33,7	90	33,7	90	33,7	90	33,7	90	33,7	90	33,7	90	
	A					240		240		240		240		240		240		240		240		240		240		
32	L	L ₁					1300	550	1300	550	1300	550	1300	550	1300	550	1300	600	1300	650	1300	700	1300	750		
	h	D _{a2}					62	180	68	180	80	225	96	250	114	280	139	355	170	450	208	500	264	630		
	d _{a3}	D _{a3}					42,4	110	42,4	110	42,4	110	42,4	110	42,4	110	42,4	110	42,4	110	42,4	110	42,4	110	42,4	110
	A						240		240		240		240		240		240		240		240		240		240	
40	L	L ₁							1300	550	1300	550	1300	550	1300	550	1300	600	1300	650	1300	700	1300	750		
	h	D _{a2}							68	180	80	225	96	250	114	280	139	355	170	450	208	500	264	630		
	d _{a3}	D _{a3}							48,3	110	48,3	110	48,3	110	48,3	110	48,3	110	48,3	110	48,3	110	48,3	110	48,3	110
	A								240		240		240		240		240		240		240		240		240	
50	L	L ₁									1300	550	1300	550	1300	600	1300	600	1300	650	1300	700	1300	750		
	h	D _{a2}									80	225	96	250	114	280	139	355	170	450	208	500	264	630		
	d _{a3}	D _{a3}									60,3	125	60,3	125	60,3	125	60,3	125	60,3	125	60,3	125	60,3	125	60,3	125
	A										240		240		240		240		240		240		240		240	
65	L	L ₁											1300	600	1400	600	1400	600	1400	650	1400	700	1400	750		
	h	D _{a2}											96	250	114	280	139	355	170	450	208	500	264	630		
	d _{a3}	D _{a3}											76,1	140	76,1	140	76,1	140	76,1	140	76,1	140	76,1	140	76,1	140
	A												240		300		300		300		300		300			

Odgałęzienie	Trójnik preizolowany Doppelrohr z przejściem na rurę pojedynczą – izolacja standard																
	DN	20+20	25+25	32+32	40+40	50+50	65+65	80+80	100+100	125+125	150+150	200+200					
	cale	¾"	1"	1 ½"	1 ¼"	2"	2 ½"	3"	4"	5"	6"	8"					
	d _{a1}	26,9	33,7	42,4	48,3	60,3	76,1	88,9	114,3	139,7	168,3	219,1					
	D _{a1}	125	140	160	160	200	225	250	315	400	450	560					
80	L	L ₁						1400	600	1400	600	1400	650	1400	700	1400	750
	h	D _{a2}						114	280	139	355	170	450	208	500	264	630
	d _{a3}	D _{a3}						88,9	160	88,9	160	88,9	160	88,9	160	88,9	160
	A							300		300		300		300		300	
100	L	L ₁								1500	650	1500	650	1500	700	1500	750
	h	D _{a2}								139	355	170	450	208	500	264	630
	d _{a3}	D _{a3}								114,3	200	114,3	200	114,3	200	114,3	200
	A									350		350		350		350	
125	L	L ₁										1500	650	1500	700	1500	750
	h	D _{a2}										170	450	208	500	264	630
	d _{a3}	D _{a3}										139,7	225	139,7	225	139,7	225
	A											350		350		350	
150	L	L ₁												1600	700	1600	750
	h	D _{a2}												208	500	264	630
	d _{a3}	D _{a3}												168,3	250	168,3	250
	A													350		450	
200	L	L ₁														1700	750
	h	D _{a2}														264	630
	d _{a3}	D _{a3}														219,1	315
	A															450	

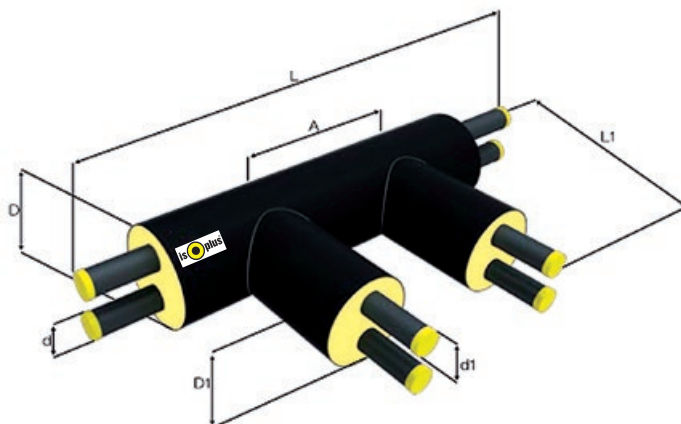
Inne średnice dostępne na zapytanie.

Schemat oznaczenia:

KMR/DPR/T- DN / d_a / D_a / F (IPS lub Brandes)

np. KMR/DPR/T-40/32/180/F – trójnik preizolowany podwójny o średnicy przelotu DN40, średnicy rury płaszczowej 180mm oraz średnicy odgałęzienia DN32 i średnicy rury płaszczowej 125mm rury pojedynczej.

33. Trójkąt DOPPELROHR - z przejściem na dwie rury DOPPELROHR izolacja standard



System alarmowy: impulsowy lub Brandes.

Odgałęzienie	Trójnik preizolowany równoległy Doppelrohr – izolacja standard																									
	DN		20+20		25+25		32+32		40+40		50+50		65+65		80+80		100+100		125+125		150+150		200+200			
	cale		¾"		1"		1 ½"		1 ¼"		2"		2 ½"		3"		4"		5"		6"		8"			
	d _{a1}		26,9		33,7		42,4		48,3		60,3		76,1		88,9		114,3		139,7		168,3		219,1			
	D _{a1}		125		140		160		160		200		225		250		315		400		450		560			
20+20	L	L ₁	1900	700	1900	700	1900	700	1900	700	1900	700	1900	700	1900	700	1900	700	1900	700	1900	700	1900	700		
	d ₁	D ₁	125	26,9	125	26,9	125	26,9	125	26,9	125	26,9	125	26,9	125	26,9	125	26,9	125	26,9	125	26,9	125	26,9		
	A		500		500		500		500		500		500		500		500		500		500		500			
25+25	L	L ₁				1900	700	1900	700	1900	700	1900	700	1900	700	1900	700	1900	700	1900	700	1900	700	1900	700	
	d ₁	D ₁				140	33,7	140	33,7	140	33,7	140	33,7	140	33,7	140	33,7	140	33,7	140	33,7	140	33,7	140	33,7	
	A					500		500		500		500		500		500		500		500		500		500		
32+32	L	L ₁					1900	700	1900	700	1900	700	1900	700	1900	700	1900	700	1900	700	1900	700	1900	700		
	d ₁	D ₁					160	42,4	160	42,4	160	42,4	160	42,4	160	42,4	160	42,4	160	42,4	160	42,4	160	42,4		
	A						500		500		500		500		500		500		500		500		500			
40+40	L	L ₁							1900	700	1900	700	1900	700	1900	700	1900	700	1900	700	1900	700	1900	700		
	d ₁	D ₁							160	48,3	160	48,3	160	48,3	160	48,3	160	48,3	160	48,3	160	48,3	160	48,3	160	48,3
	A								500		500		500		500		500		500		500		500			
50+50	L	L ₁									1900	700	1900	700	1900	700	1900	700	1900	700	1900	700	1900	700		
	d ₁	D ₁									200	60,3	200	60,3	200	60,3	200	60,3	200	60,3	200	60,3	200	60,3	200	60,3
	A										500		500		500		500		500		500		500			
65+65	L	L ₁											1900	700	1900	700	1900	700	1900	700	1900	700	1900	700		
	d ₁	D ₁											225	76,1	225	76,1	225	76,1	225	76,1	225	76,1	225	76,1	225	76,1
	A												600		600		600		600		600		600			
80+80	L	L ₁													1900	700	1900	700	1900	700	1900	700	1900	700		
	d ₁	D ₁													250	88,9	250	88,9	250	88,9	250	88,9	250	88,9		
	A														600		600		600		600					
100+100	L	L ₁															1900	700	1900	700	1900	700	1900	700		
	d ₁	D ₁															315	114,3	315	114,3	315	114,3	315	114,3		
	A																700		700		700		700			
125+125	L	L ₁																	2000	700	2000	700	2000	700		
	d ₁	D ₁																	400	139,7	400	139,7	400	139,7		
	A																		700		700		700			

Odgałęzienie	Trójnik preizolowany równoległy Doppelrohr – izolacja standard													
	DN	20+20	25+25	32+32	40+40	50+50	65+65	80+80	100+100	125+125	150+150	200+200		
	cale	¾“	1“	1 ½“	1 ¼“	2“	2 ½“	3“	4“	5“	6“	8“		
	d _{a1}	26,9	33,7	42,4	48,3	60,3	76,1	88,9	114,3	139,7	168,3	219,1		
	D _{a1}	125	140	160	160	200	225	250	315	400	450	560		
150+150	L	L ₁									2100	700	2100	700
	d ₁	D ₁									450	168,3	450	168,3
	A										750		750	
200+200	L	L ₁												
	d ₁	D ₁												
	A										950			

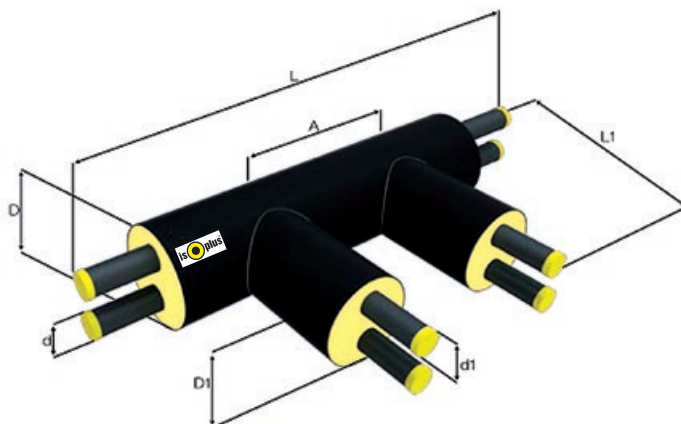
Inne średnice dostępne na zapytanie.

Schemat oznaczenia:

KMR/DPR/T- DN / d_a / D_a / 2P (IPS lub Brandes)

np. KMR/DPR/T/40/32/160/2P – trójnik preizolowany podwójny o średnicy przełotu DN40, średnicy rury płaszczowej 160mm oraz średnicy odgałęzienia 2xDN32 i średnicy rury płaszczowej 2x160mm.

34. Trójkąt DOPPELROHR - z przejściem na dwie rury DOPPELROHR izolacja pogrubiona 1x



System alarmowy: impulsowy lub Brandes.

Odgałęzienie	Trójkąt preizolowany równoległy Doppelrohr – izolacja pogrubiona 1x																	
	DN	20+20	25+25	32+32	40+40	50+50	65+65	80+80	100+100	125+125	150+150	200+200						
	cale	3/4"	1"	1 1/2"	1 1/4"	2"	2 1/2"	3"	4"	5"	6"	8"						
	d _{a1}	26,9	33,7	42,4	48,3	60,3	76,1	88,9	114,3	139,7	168,3	219,1						
20+20	D _{a1}	140	160	180	180	225	250	280	355	450	500	630						
	L	L ₁	1900	700	1900	700	1900	700	1900	700	1900	700	1900	700	1900	700	1900	750
	d ₁	D ₁	140	26,9	140	26,9	140	26,9	140	26,9	140	26,9	140	26,9	140	26,9	140	26,9
	A		500		500		500		500		500		500		500		500	
25+25	L	L ₁		1900	700	1900	700	1900	700	1900	700	1900	700	1900	700	1900	700	1900
	d ₁	D ₁		160	33,7	160	33,7	160	33,7	160	33,7	160	33,7	160	33,7	160	33,7	160
	A			500		500		500		500		500		500		500		500
	L	L ₁			1900	700	1900	700	1900	700	1900	700	1900	700	1900	700	1900	750
32+32	d ₁	D ₁			180	42,4	180	42,4	180	42,4	180	42,4	180	42,4	180	42,4	180	42,4
	A				500		500		500		500		500		500		500	
	L	L ₁				1900	700	1900	700	1900	700	1900	700	1900	700	1900	700	1900
	d ₁	D ₁				180	48,3	180	48,3	180	48,3	180	48,3	180	48,3	180	48,3	180
40+40	A				500		500		500		500		500		500		500	
	L	L ₁					1900	700	1900	700	1900	700	1900	700	1900	700	1900	750
	d ₁	D ₁					180	48,3	180	48,3	180	48,3	180	48,3	180	48,3	180	48,3
	A						500		500		500		500		500		500	
50+50	L	L ₁						1900	700	1900	700	1900	700	1900	700	1900	700	1900
	d ₁	D ₁						225	60,3	225	60,3	225	60,3	225	60,3	225	60,3	225
	A							600		600		600		600		600		600
	L	L ₁							1900	700	1900	700	1900	700	1900	700	1900	750
65+65	d ₁	D ₁							250	76,1	250	76,1	250	76,1	250	76,1	250	76,1
	A								600		600		600		600		600	
	L	L ₁								1900	700	1900	700	1900	700	1900	700	1900
	d ₁	D ₁								280	88,9	280	88,9	280	88,9	280	88,9	280
80+80	A									600		600		600		600		600
	L	L ₁									1900	700	1900	700	1900	700	1900	750
	d ₁	D ₁									355	114,3	355	114,3	355	114,3	355	114,3
	A										700		700		700		700	
100+100	L	L ₁										2000	700	2000	700	2000	700	2000
	d ₁	D ₁										450	139,7	450	139,7	450	139,7	450
	A												750		750		750	
	L	L ₁												2000	700	2000	700	2000
125+125	d ₁	D ₁												450	139,7	450	139,7	450
	A														750		750	
	L	L ₁														2000	700	2000
	d ₁	D ₁														450	139,7	450

Odgałęzienie	Trójnik preizolowany równoległy Doppelrohr – izolacja pogrubiona 1x													
	DN	20+20	25+25	32+32	40+40	50+50	65+65	80+80	100+100	125+125	150+150	200+200		
	cale	¾“	1“	1 ½“	1 ¼“	2“	2 ½“	3“	4“	5“	6“	8“		
	d _{a1}	26,9	33,7	42,4	48,3	60,3	76,1	88,9	114,3	139,7	168,3	219,1		
	D _{a1}	140	160	180	180	225	250	280	355	450	500	630		
150+150	L	L ₁									2200	750	2200	750
	d ₁	D ₁									500	168,3	500	168,3
	A										800		800	
200+200	L	L ₁											2400	750
	d ₁	D ₁											630	219,1
	A												1000	

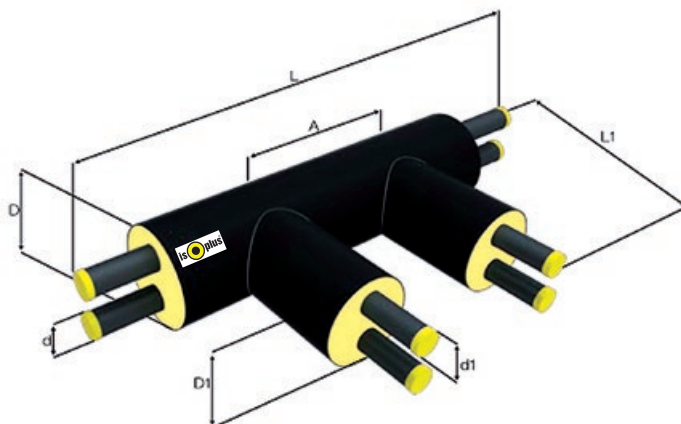
Inne średnice dostępne na zapytanie.

Schemat oznaczenia:

KMR/DPR/T- DN / d_a / D_a / 2P (IPS lub Brandes)

np. KMR/DPR/T/40/32/180/2P– trójnik preizolowany podwójny o średnicy przełotu DN40, średnicy rury płaszczowej 160mm oraz średnicy odgałęzienia 2xDN32 i średnicy rury płaszczowej 2x180mm.

35. Trójkąt DOPPELROHR - z przejściem na dwie rury DOPPELROHR izolacja pogrubiona 2x



System alarmowy: impulsowy lub Brandes.

Odgałęzienie	Trójkąt preizolowany równoległy Doppelrohr – izolacja pogrubiona 2x																	
	DN	20+20	25+25	32+32	40+40	50+50	65+65	80+80	100+100	125+125	150+150	200+200						
	cale	3/4"	1"	1 1/2"	1 1/4"	2"	2 1/2"	3"	4"	5"	6"	8"						
	d _{a1}	26,9	33,7	42,4	48,3	60,3	76,1	88,9	114,3	139,7	168,3	219,1						
20+20	D _{a1}	160	180	200	200	250	280	315	400	500	560	710						
	L	L ₁	1900	700	1900	700	1900	700	1900	700	1900	700	1900	700	1900	700	1900	800
	d ₁	D ₁	160	26,9	160	26,9	160	26,9	160	26,9	160	26,9	160	26,9	160	26,9	160	26,9
	A		500		500		500		500		500		500		500		500	
25+25	L	L ₁			1900	700	1900	700	1900	700	1900	700	1900	700	1900	700	1900	800
	d ₁	D ₁			180	33,7	180	33,7	180	33,7	180	33,7	180	33,7	180	33,7	180	33,7
	A				500		500		500		500		500		500		500	
	L	L ₁			1900	700	1900	700	1900	700	1900	700	1900	700	1900	700	1900	800
32+32	d ₁	D ₁			200	42,4	200	42,4	200	42,4	200	42,4	200	42,4	200	42,4	200	42,4
	A				500		500		500		500		500		500		500	
	L	L ₁			1900	700	1900	700	1900	700	1900	700	1900	700	1900	700	1900	800
	d ₁	D ₁			200	48,3	200	48,3	200	48,3	200	48,3	200	48,3	200	48,3	200	48,3
40+40	A				500		500		500		500		500		500		500	
	L	L ₁			1900	700	1900	700	1900	700	1900	700	1900	700	1900	700	1900	800
	d ₁	D ₁			200	48,3	200	48,3	200	48,3	200	48,3	200	48,3	200	48,3	200	48,3
	A				500		500		500		500		500		500		500	
50+50	L	L ₁					1900	700	1900	700	1900	700	1900	700	1900	700	1900	800
	d ₁	D ₁					250	60,3	250	60,3	250	60,3	250	60,3	250	60,3	250	60,3
	A						600		600		600		600		600		600	
	L	L ₁					1900	700	1900	700	1900	700	1900	700	1900	700	1900	800
65+65	d ₁	D ₁					280	76,1	280	76,1	280	76,1	280	76,1	280	76,1	280	76,1
	A						600		600		600		600		600		600	
	L	L ₁					1900	700	1900	700	1900	700	1900	700	1900	700	1900	800
	d ₁	D ₁					315	88,9	315	88,9	315	88,9	315	88,9	315	88,9	315	88,9
80+80	A						700		700		700		700		700		700	
	L	L ₁							2000	700	2000	700	2000	700	2000	700	2000	800
	d ₁	D ₁							400	114,3	400	114,3	400	114,3	400	114,3	400	114,3
	A								700		700		700		700		700	
100+100	L	L ₁									2200	700	2200	700	2200	700	2200	800
	d ₁	D ₁									500	139,7	500	139,7	500	139,7	500	139,7
	A										800		800		800		800	
	L	L ₁											2200	700	2200	700	2200	800
125+125	d ₁	D ₁											500	139,7	500	139,7	500	139,7
	A												800		800		800	
	L	L ₁													2200	700	2200	800
	d ₁	D ₁													500	139,7	500	139,7
	A														800		800	

Odgałęzienie	Trójnik preizolowany równoległy Doppelrohr – izolacja pogrubiona 2x														
	DN	20+20	25+25	32+32	40+40	50+50	65+65	80+80	100+100	125+125	150+150	200+200			
	cale	¾“	1“	1 ½“	1 ¼“	2“	2 ½“	3“	4“	5“	6“	8“			
	d _{a1}	26,9	33,7	42,4	48,3	60,3	76,1	88,9	114,3	139,7	168,3	219,1			
	D _{a1}	160	180	200	200	250	280	315	400	500	560	710			
150+150	L	L ₁										2350	700	2350	800
	d ₁	D ₁										560	168,3	560	168,3
	A											950		950	
200+200	L	L ₁													
	d ₁	D ₁													
	A														

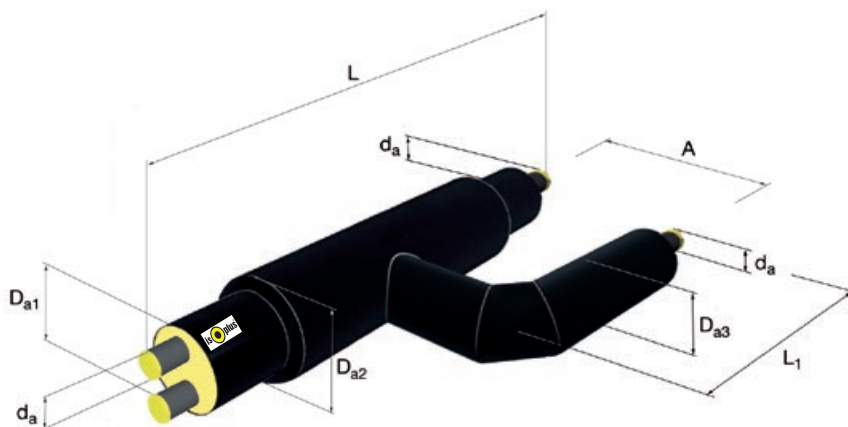
Inne średnice dostępne na zapytanie.

Schemat oznaczenia:

KMR/DPR/T- DN / d_a / D_a / 2P (IPS lub Brandes)

np. KMR/DPR/T/40/32/200/2P– trójnik preizolowany podwójny o średnicy przełotu DN40, średnicy rury płaszczowej 200mm oraz średnicy odgałęzienia 2xDN32 i średnicy rury płaszczowej 2x200mm.

36. Kształtka preizolowana DOPPELROHR typ „h” – izolacja standard i pogrubiona 1x



System alarmowy: impulsowy lub Brandes.

Wymiary rury stalowej		Wymiary Doppelrohr				Płaszcz osłonowy rury pojedynczej D_{a3} [mm]	Rozstaw króćców rury pojedynczej A [mm]	Długość elementu L [mm]	Długość elementu L1 [mm]
Średnica nominalna DN	Średnica zewn. d_a [mm]	Średnica płaszcz zewnętrznego D_{a1} / 2 [mm]							
		Izolacja standard		Izolacja pogrubiona 1x					
		D_{a1}	D_{a2}	D_{a1}	D_{a2}				
20	2 • 26,9	125	140	140	140	90	240	1200	600
25	2 • 33,7	140	160	160	160	90	240	1200	600
32	2 • 42,4	160	180	180	180	110	260	1200	600
40	2 • 48,3	160	180	180	180	110	260	1200	600
50	2 • 60,3	200	225	225	225	125	290	1200	600
65	2 • 76,1	225	250	250	250	140	310	1200	600
80	2 • 88,9	250	280	280	280	160	350	1200	600
100	2 • 114,3	315	355	355	355	200	375	1200	600
125	2 • 139,7	400	400	450	450	225	450	1200	600
150	2 • 168,3	450	500	500	500	250	510	1300	650
200	2 • 219,1	560	630	630	630	315	610	1400	700

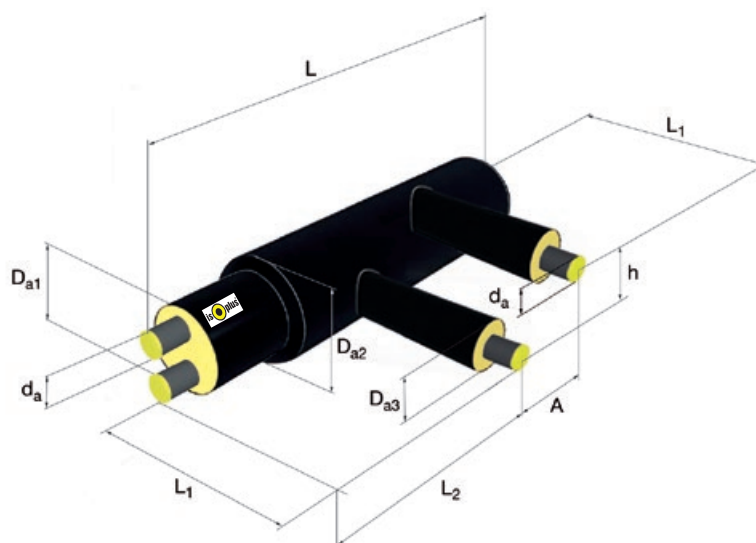
Inne średnice dostępne na zapytanie.

Schemat oznaczenia:

KMR/DPR/h/DN / D_a / (IPS lub Brandes)

np. KMR/DPR/h/40/160/IPS – Kształtka preizolowana typ „h” o średnicy DN40, średnicy rury płaszczowej 160 mm, system alarmowy impulsowy.

37. Kształtka preizolowana DOPPELROHR typ „F” – izolacja standard i pogrubiona 1x



- Typ II

System alarmowy: impulsowy lub Brandes.

Wymiary rury stalowej		Wymiary Doppelrohr				Płaszcz osłonowy rury pojedynczej D _{a3} [mm]	Rozstaw króćców rury pojedynczej A [mm]	Przesunięcie pionowe h [mm]	Długość elementu		
Średnica nominalna DN	Średnica zewn. d _a [mm]	Średnica płaszcz zewnętrznego D _{a1} / 2 [mm]							L [mm]	L1 [mm]	L2 [mm]
		Izolacja standard		pogrubiona 1x							
		D _{a1}	D _{a2}	D _{a1}	D _{a2}						
20	2 • 26,9	125	140	140	140	90	240	47	1100	600	760
25	2 • 33,7	140	160	160	160	90	240	54	1100	600	760
32	2 • 42,4	160	180	180	180	110	260	62	1100	600	740
40	2 • 48,3	160	180	180	180	110	260	68	1100	600	740
50	2 • 60,3	200	225	225	225	125	300	80	1100	600	700
65	2 • 76,1	225	250	250	250	140	310	96	1100	600	690
80	2 • 88,9	250	280	280	280	160	360	114	1200	600	640
100	2 • 114,3	315	355	355	350	200	400	139	1300	650	750
125	2 • 139,7	400	400	450	450	225	425	170	1300	700	725
150	2 • 168,3	450	500	500	500	250	450	208	1400	700	775
200	2 • 219,1	560	630	630	630	315	615	264	1700	750	885

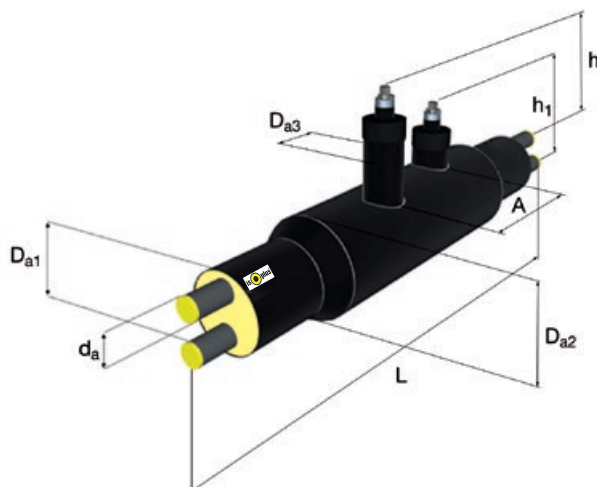
Inne średnice dostępne na zapytanie.

Schemat oznaczenia:

KMR/DPR/F/DN / D_a / (IPS lub Brandes)

np. KMR/DPR/F/40/160/IPS – kształtka preizolowana typ „F” o średnicy DN40, średnicy rury płaszczowej 160 mm.

38. Zawór preizolowany DOPPELROHR



System alarmowy: impulsowy lub Brandes.

Uwagi: Przedłużenia trzpienia zaworu, klucze teowe, przekładnie planetarne oraz nakładki ochronne należy zamawiać osobno.

Wymiary rury stalowej				Średnica płaszczka zewnętrznego Da1 / Da2			Wymiary trzpienia **				Długość elementu L [mm]
Średnica		Średnica zewn. da [mm]	Grubość ścianki s [mm]				[mm]	Średnica zewnątrzną płaszczka Da3 [mm]	Wysokość trzpienia h [mm]	Wysokość trzpienia h1 [mm]	
				Izolacja							
DN	cale			Standard	1x pogr.	2x pogr.					
25+25	1"	2 • 33,7	3,2	140 / 200	160 / 225	180 / 250	110	480	480	250	2200
32+32	1¼"	2 • 42,4	3,2	160 / 225	180 / 250	200 / 280	110	485	485	250	2200
40+40	1½"	2 • 48,3	3,2	160 / 225	180 / 250	200 / 280	110	495	495	250	2200
50+50	2"	2 • 60,3	3,2	200 / 280	225 / 315	250 / 355	110	500	500	250	2200
65+65	2½"	2 • 76,1	3,2	225 / 315	250 / 355	280 / 400	110	505	505	250	2200
80+80	3"	2 • 88,9	3,2	250 / 355	280 / 400	315 / 450	110	515	515	250	2200
100+100	4"	2 • 114,3	3,6	315 / 450	355 / 500	400 / 560	140	525	525	250	2200
125+125	5"	2 • 139,7	3,6	400 / 560	450 / 560	500 / 630	140	545	545	300	2400
150+150	6"	2 • 168,3	4,0	450 / 630	500 / 630	560 / 800	140	565	565	300	2600
200+200	8"	2 • 219,1	4,5	560 / 800	630 / 800	—	140	585	850	400	2800

** - wymiary trzpienia mogą się minimalnie różnić od przedstawionych w tabeli; długość trzpienia w osłonie wynosi 350 mm

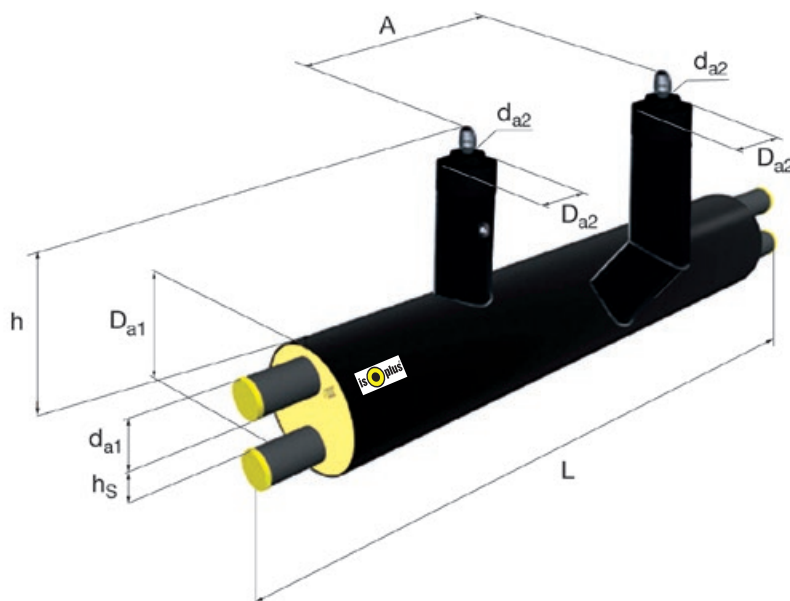
Inne średnice dostępne na zapytanie.

Schemat oznaczenia:

KMR/DPR/ZP/ DN / D_a / B

np. KMR/DPR/ZP/40/110/B – zawór preizolowany doppelrohr DN40+40/160.

39. Odpowietrzenie/odwodnienie DOPPELROHR



System alarmowy: impulsowy lub Brandes.

Kształtka preizolowana Doppelrohr - Odwodnienie / odpowietrzenie									
Rura przewodowa	Izolacja standard	Izolacja 1 x pogrubiona							
	Ścianka osłonowa	Ścianka osłonowa	Rozstaw króćców	Odpowietrzenie		Odwodnienie		Wysokość	Długość
d _{a1} [mm]	D _{a1} [mm]	D _{a1} [mm]	A [mm]	D _{a2} [mm]	D _{a2} [mm]	D _{a2} [mm]	D _{a2} [mm]	h [mm]	L [mm]
2 • 26,9	125	140	115	26,9	90	36,9	90	500	1200
2 • 33,7	140	160	115	33,7	90	33,7	90	500	1200
2 • 42,4	160	180	120	33,7	90	42,4	110	500	1200
2 • 48,3	160	180	120	33,7	90	48,3	125	500	1200
2 • 60,3	200	225	150	33,7	90	60,3	140	500	1200
2 • 76,1	225	250	200	33,7	90	60,3	140	500	1200
2 • 88,9	250	280	220	33,7	90	60,3	140	500	1200
2 • 114,3	315	355	200	33,7	90	60,3	140	500	1200
2 • 139,7	400	450	250	33,7	90	60,3	140	500	1200
2 • 168,3	450	500	300	33,7	90	60,3	140	500	1200
2 • 219,1	560	630	350	33,7	90	60,3	140	500	1200

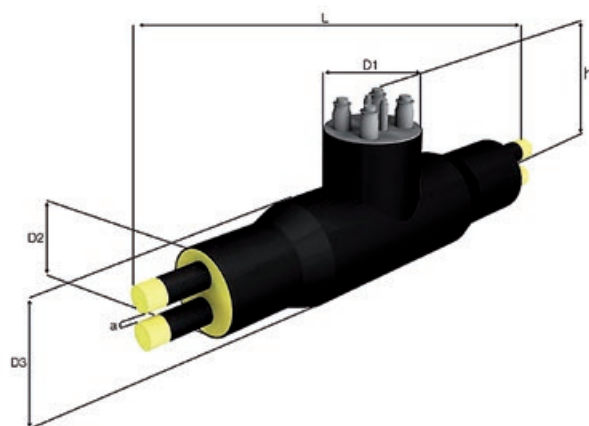
Inne średnice dostępne na zapytanie.

Schemat oznaczenia:

KMR/DPR/(ODW-odwodnienie, ODP-odpowietrzenie)/ DN / D_a / DN

np. KMR/DPR/ODP/40/160/25 – Odpowietrzenie preizolowane DN40/160 z zaworem DN25.

40. Zawór preizolowany DOPPELROHR z odpowietrzeniem i odwodnieniem



System alarmowy: impulsowy lub Brandes.

Uwagi: Przedłużenia trzpienia zaworu, klucze teowe, przekładnie planetarne oraz nakładki ochronne należy zamawiać osobno.

Wymiary rury stalowej				Średnica płaszczka zewnętrznego			Wymiary trzpienia **				Długość elementu L [mm]
Średnica		Średnica zewn. d _a [mm]	Grubość ścianki s [mm]				D ₂ / D ₃ [mm]			Średnica zewnętrzna płaszczka D ₁ [mm]	
				Izolacja							
DN	cale			Standard	1x pogr.	2x pogr.					
32+32	1¼"	2 • 42,4	3,2	125 / 315	140 / 315	160 / 315	315	640	190	19	2150
25+25	1"	2 • 33,7	3,2	140 / 315	160 / 315	180 / 315	315	648	190	19	2150
32+32	1¼"	2 • 42,4	3,2	160 / 315	180 / 315	200 / 315	315	653	190	19	2150
40+40	1½"	2 • 48,3	3,2	160 / 355	180 / 355	200 / 355	355	683	190	19	2150
50+50	2"	2 • 60,3	3,2	200 / 355	225 / 355	250 / 355	355	688	200	19	2150
65+65	2½"	2 • 76,1	3,2	225 / 450	250 / 450	280 / 450	450	749	200	19	2350
80+80	3"	2 • 88,9	3,2	250 / 450	280 / 450	315 / 450	450	750	250	19	2600
100+100	4"	2 • 114,3	3,6	315 / 560	355 / 560	400 / 560	560	825	250	27	2900
125+125	5"	2 • 139,7	3,6	400 / 560	450 / 560	500 / 560	560	836	300	27	3300
150+150	6"	2 • 168,3	4,0	450 / 630	500 / 630	560 / 630	630	890	400	27	4200
200+200	8"	2 • 219,1	4,5	560 / 800	630 / 800	630 / 800	630	1160	450	27	5900

** - wymiary trzpienia mogą się minimalnie różnić od przedstawionych w tabeli; długość trzpienia w osłonie wynosi 350 mm

Inne średnice dostępne na zapytanie.

Schemat oznaczenia:

KMR/DPR/ZPK/OO/ DN / D_a / B

np. KMR/DPR/ZP/40/110/B – zawór preizolowany doppelrohr DN40+40/160.

41. Redukcja preizolowana



System alarmowy: impulsowy lub Brandes.

Uwagi: Inne kombinacje redukcji - na zapytanie.

Wymiar 1				Wymiar 2				Długość elementu L [mm]
Rura przewodowa		Średnica płaszczka zewnątrzego Da1 [mm]		Rura przewodowa		Średnica płaszczka zewnątrzego Da2 [mm]		
Średnica nominalna DN	Średnica zewnątrzna da1 [mm]			Średnica nominalna DN	Średnica zewnątrzna da2 [mm]			
		Grubość izolacji				Grubość izolacji		
		Standard	1x Pogrubiona			Standard	1x Pogrubiona	
25	2 • 33,7	140	160	20	2 • 26,9	125	140	1500
32	2 • 42,4	160	180	25	2 • 33,7	140	160	1500
				20	2 • 26,9	125	140	1500
40	2 • 48,3	160	180	32	2 • 42,4	160	180	1500
				25	2 • 33,7	140	160	1500
50	2 • 60,3	200	225	40	2 • 48,3	160	180	1500
				32	2 • 42,4	160	180	1500
65	2 • 76,1	225	250	50	2 • 60,3	200	225	1500
				40	2 • 48,3	160	180	1500
80	2 • 88,9	250	280	65	2 • 76,1	225	250	1500
				50	2 • 60,3	200	225	1500
100	2 • 114,3	315	355	80	2 • 88,9	250	280	1500
				65	2 • 76,1	225	250	1500
125	2 • 139,7	400	450	100	2 • 114,3	315	355	1500
				80	2 • 88,9	250	280	1500
150	2 • 168,3	450	500	125	2 • 139,7	400	450	1500
				100	2 • 114,3	315	355	1500
200	2 • 219,1	560	630	150	2 • 168,3	450	500	1500
				125	2 • 139,7	400	450	1500

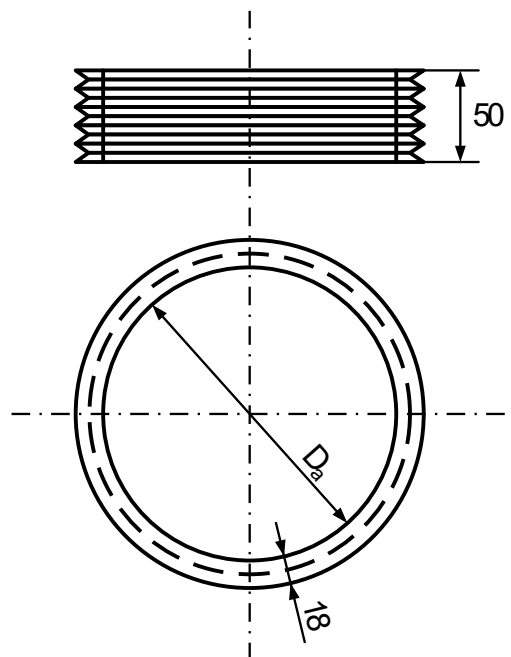
Inne średnice dostępne na zapytanie.

Schemat oznaczenia:

KMR/ DPR/ RED/ $DN_1 / D_{a1} - DN_2 / D_{a2}$

np. KMR/RED/DPR/40/160-32/160 – redukcja preizolowana doppelrohr DN40+40/160 na DN32+32/160.

42. Tuleja ścienna

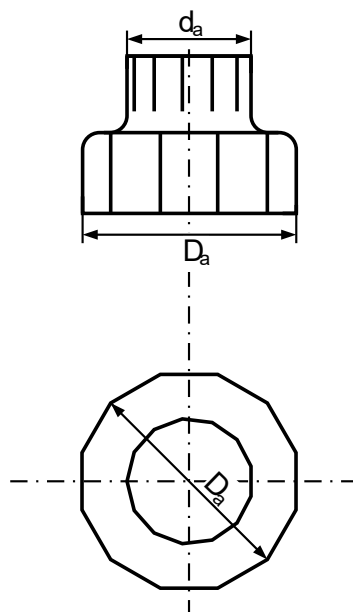


Materiał: guma.

Uwagi: inne średnice dostępne na zapytanie.

Średnica rury płaszczowej D_a [mm]	Średnica zewnętrzna tulei [mm]	Długość tulei [mm]	nr katalogowy
75	111	50	MDR/075
90	126	50	MDR/090
110	146	50	MDR/110
125	161	50	MDR/125
140	176	50	MDR/140
160	196	50	MDR/160
180	216	50	MDR/180
200	236	50	MDR/200
225	261	50	MDR/225
250	286	50	MDR/250
315	351	50	MDR/315
400	436	50	MDR/400
450	486	50	MDR/450
500	536	50	MDR/500
560	596	50	MDR/560
630	666	50	MDR/630
670	706	50	MDR/670
800	836	50	MDR/800
900	936	50	MDR/900
1000	1036	50	MDR/1000
1100	1136	50	MDR/1100
1200	1236	50	MDR/1200

43. Pokrywa końcowa END CAP

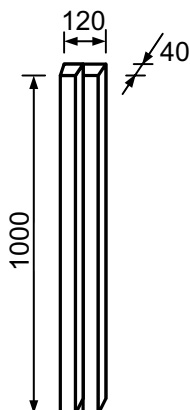


Materiał: poliolefina sieciowana.

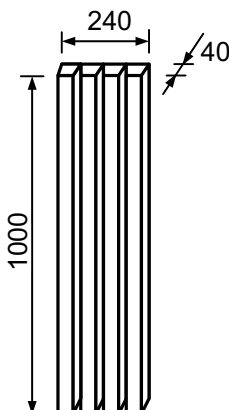
Uwagi: inne średnice dostępne na zapytanie.

Średnica rury przewodowej d_a DN	Średnica rury płaszczowej D_a [mm]	nr katalogowy
20	90	SKU/020/090
25	90	SKU/025/090
32	110	SKU/032/110
40	110	SKU/040/110
50	125	SKU/050/125
65	140	SKU/065/140
80	160	SKU/080/160
100	200	SKU/100/200
125	225	SKU/125/225
150	250	SKU/150/250
200	315	SKU/200/315
250	400	SKU/250/400
300	450	SKU/300/450
350	500	SKU/350/500
400	560	SKU/400/560
450	630	SKU/450/630
500	670	SKU/500/670
600	800	SKU/600/800
700	900	SKU/700/900
800	1000	SKU/800/1000
900	1100	SKU/900/1100
1000	1200	SKU/1000/1200

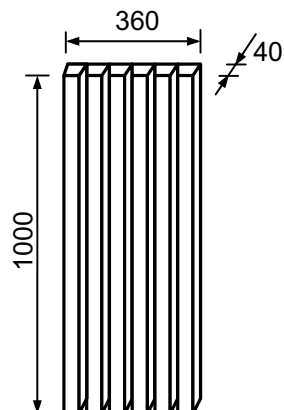
44. Maty kompensacyjne



Rozmiar I



Rozmiar II

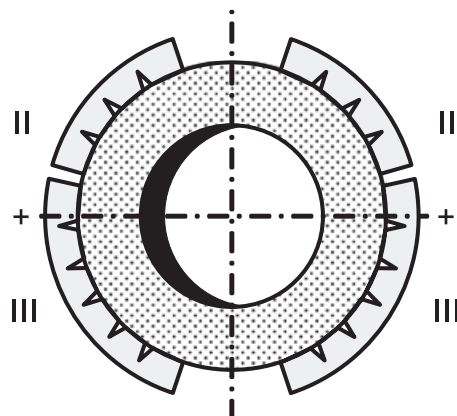


Rozmiar III

Materiał: polietylenowy laminat piankowy.

Średnica rury płaszczowej D_a [mm]	Rozmiar	Kombinacja
65 – 160	I	---
180 – 280	II	---
315 – 355	III	---
400 – 500	IV	II + II
560	V	II + III
630 – 670	VI	III + III
710	VII	III + II + II
800	VIII	III + III + II
900	IX	III + III + III
1000	X	III + III + II + II
1100	XI	III + III + III + II
1200	XII	III + III + III + III
1300	XIII	III + III + III + II + II

Przykład montażu (rozmiar V)



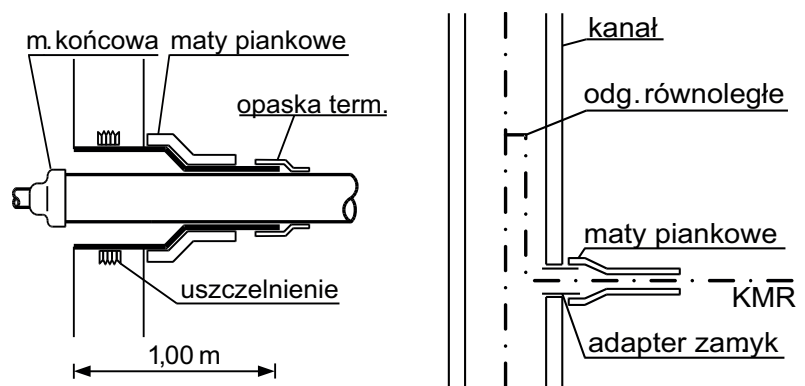
Schemat oznaczenia:

KMR/DP/(oznaczenie rozmiaru)

np. KMR/DP/I – mata kompensacyjna rozmiar I
(1000mm x 120mm x 40mm)

45. Adapter wejściowy

Rury isoplus muszą być często przyłączane do istniejących sieci kanałowych. Przy bocznym przejściu przez ściankę kanału występuje z reguły ruch poprzeczny. Zadaniem adaptera wejściowego jest ich skompensowanie. Dostarczana długość formy PEHD wynosi 1,00 m. Składa się on z centralnie przyporządkowanej rury okładzinowej PEHD i rury mufowej. Do zakresu dostawy należy dla końcówki rury mufowej opaska termokurczliwa. Uszczelnienie rury przyłączeniowej do ścianki kanału następuje poprzez tuleję ścienną, patrz strona R33 katalogu (nie zawarte w zakresie dostawy).



Wymiary adaptera wejściowego					
$D_{a'}$ [mm]	D_a [mm]	ΔL_{at} [mm]	$D_{a'}$ [mm]	D_a [mm]	ΔL_{at} [mm]
65	110	19	315	450	60
75	125	22	355	500	64
90	140	22	400	560	71
110	160	22	450	630	80
125	180	24	500	670	93
140	200	26	560	710	107
160	225	26	630	800	122
180	250	30	670	900	102
200	280	35	710	1000	131
225	315	40	800	1100	136
250	355	46	900	1200	135
280	400	53	1000	1300	135

$D_{a'}$ = średnica płaszcza PEHD

D_a = średnica zewnętrzna adaptera wejściowego

ΔL_{at} = maksymalnie dopuszczalne przyjęcie rozszerzenia, lateralnie względnie poprzecznie.

1.	INFORMACJE OGÓLNE	67
1.0	System zespolony	67
1.1	Techniki układania	68
1.2	Korzyści i wady technik układania	69
1.3	Straty ciepła	70
2.	UKŁADANIE NA ZIMNO	74
2.0	Zimny montaż sieci niskoparametrowych – $T_B \leq 85^\circ\text{C}$	74
2.1	Układanie konwencjonalne	75
2.2	Dopuszczalna długość układania L_{max}	76
2.3	Dopuszczalna długość układania L_{max} w m	78
2.4	Zimny montaż	80
2.4.1	13 cech szczególnych zimnego montażu	81
3.	WYDŁUŻENIA RUROCIĄGÓW	82
3.0	Wydłużenia osiowe	82
3.0.1	Wydłużenie swobodne	82
3.0.2	Wydłużenie rzeczywiste	82
3.1	Kompensacja wydłużeń	84
3.2	Wydłużenie ΔL [mm]	85
3.2.1	Wydłużenie ΔL [mm] dla średnic od DN 20 do DN 200	85
3.2.2	Wydłużenie ΔL [mm] dla średnic od DN 250 do DN 500	86
3.3	Współczynniki korekcyjne	87
3.3.1	Współczynnik korekcyjny dla innego naziomu $\ddot{U}_H$	87
3.3.2	Współczynnik korekcyjny dla innego kąta uzupełniającego $\alpha < 90^\circ$	87
3.3.3	Współczynnik korekcyjny – Inna temperatura robocza T_B	88
3.3.4	Minimalna grubość mat kompensacyjnych DP_{Smin}	88
3.4	Ramiona kompensacyjne dla L-kształtów	89
3.4.1	Długość ramion kompensacyjnych $DSL1$ [m] dla L-kształtów z ΔL_{max}	89
3.4.2	Dobór ramion kompensacyjnych DS_{L2} [m] dla L-kształtów z ΔL_{min}	90
3.5	Ramiona kompensacyjne dla Z-kształtów	91
3.5.1	Długość ramienia kompensacyjnego DSZ [m] dla Z-kształtów z $\Sigma\Delta L_{1+2}$	91
3.6	Ramiona kompensacyjne dla U-kształtów	92
3.6.1	Długość ramienia kompensacyjnego DSU [m] dla U-kształtów z $\Sigma\Delta L_{1+2}$	92
3.7	Przykłady	93
4.	UKŁADANIE NA CIEPŁO	94
4.0	Sposoby wykonania	94
4.0.1	Podgrzew wstępny czynnikiem roboczym.	94
4.0.2	Podgrzew wstępny parą wodną.	95
4.0.3	Podgrzew wstępny prądem elektrycznym.	95
4.1	Przeznaczenie podgrzewu wstępnego	95
4.1.1	Przykład	95
4.2	Założenia wyjściowe do projektowania	97
4.3	Plan podgrzewu wstępnego	97
4.4	Kompensacja wydłużeń	98
4.4.1	Wydłużenia resztkowe ΔL_r [mm] dla DN 20 do DN 200	99
4.5	Kompensatory jednorazowe, system EKO	101
4.5.1	Przeznaczenie	101
4.5.2	Założenia wyjściowe do projektowania	102
4.5.3	Kompensacja wydłużeń	102
4.5.4	Dopuszczalne odległości EKO w [m] dla $T_B = 130^\circ\text{C}$	103
5.	NACIĄG WSTĘPNY	104
5.0	Technika redukcyjna – mechaniczny naciąg wstępny	104
5.1	Technika redukcyjna – Termiczny naciąg wstępny	105

6.	ZMIANA KIERUNKU TRASY	106
6.0	Kolana o kącie specjalnym	106
6.1	Ukosowanie	106
6.2	Gięcie elastyczne	107
6.3	Rury gięte fabrycznie	108
6.4	Obliczenia dla gięcia elastycznego i rur giętych	109
7.	ODGAŁĘZIENIA	110
7.0	Trójniki	110
7.0.1	Odgałęzienia boczne $T 45^\circ$	111
7.0.2	Odgałęzienia równoległe	112
7.0.3	Odgałęzienia pionowe	112
7.0.4	Odgałęzienia nawiercane	112
8.	PUNKTY STAŁE	113
8.0	Rzeczywiste punkty stałe	113
8.1	Siła punktu stałego dla rurociągów układanych „na zimno”	114
8.1.1	Siła tarcia F'_R w kN/m	115
8.2	Powierzchnia czołowa bloku betonowego	115
8.3	Siła punktu stałego – układanie na ciepło	116
8.4	Długość bloku betonowego	116
9.	PRZYPADKI SZCZEGÓLNE	117
9.0	Odkopywanie rurociągów KMR	117
9.1	Połączenia z innymi systemami rurowymi	118
10.	WYMIAROWANIE RUROCIĄGÓW	119
10.0	Pojemność rurociągów	119
10.1	Przepustowość rurociągów	120
11.	STRATY ENERGII	121
11.0	Przewodzenie ciepła	121
11.1	Przewodzenie ciepła – rura	121
11.2	Przewodzenie ciepła w gruncie	123
11.3	Strata ciepła	125
11.4	Rurociągi napowietrzne	126
11.4.1	Rurociągi napowietrzne wg HeizAn IV i EnE V	127
12.	ZAGADNIENIA EKONOMICZNE	128
12.0	Ekonomiczna grubość izolacji	128
12.1	Współczynnik łącznego dyskonta A_F	129
13.	WYMAGANIA JAKOŚCIOWE	130
13.0	Trwałość systemu	130
14.	NAPRĘŻENIA	131
14.0	Rura prosta	131
14.0.1	Naprężenia osiowe σ_{FTX}	131
14.0.2	Naprężenia obwodowe σ_{PY}	131
14.1	Sztywna pianka PUR oraz płaszcz osłonowy PEHD	132
14.1.1	Naprężenia ścinające	133
14.2	Parametry charakterystyczne komponentów KMR	133
14.3	Pęknięcie zmęczeniowe	134
15.	PLANOWANIE ROBÓT	135

1. INFORMACJE OGÓLNE

Rura przewodowa izolowana cieplnie, w okładzinie z tworzywa sztucznego (KMR) wykorzystywana do przesyłu ciepła, sprawdza się w praktyce od dziesięcioleci. W porównaniu do innych technik stosowanych przy budowie sieci ciepłych, oferuje znaczące korzyści w wielu aspektach, między innymi ekonomicznym, ekologicznym czy technicznym.

Aby móc w pełni wykorzystać zalety KMR, konieczna jest znajomość zjawisk związanych z funkcjonowaniem systemów układanych bezpośrednio w gruncie, ponieważ etap projektowania tych sieci, wymaga obszernej wiedzy fachowej.

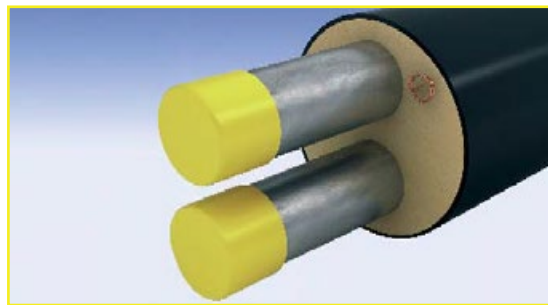
W związku z tym, przedstawiamy do dyspozycji projektantów specjalistyczne materiały po to, aby mieli możliwość właściwego kształtowania trwałych i wydajnych sieci ciepłych. W kolejnych rozdziałach tego opracowania przedstawione zostanie wprowadzenie do zagadnień statyki rurociągów. Jednak nie obejmie ono wszystkich sytuacji, które mogą wystąpić.

Dlatego też, do dyspozycji projektantów pozostaje kadra inżynieryjno-techniczna **isoplus**. Z pomocy pracowników firmy można skorzystać na każdym etapie projektowania — od rozpisania ofert do wykonania projektów — tak aby dopracować wszelkie szczegóły oraz wykonać niezbędne obliczenia dla potrzeb indywidualnych rozwiązań.

Sytuacja ekonomiczna ciepłownictwa sprawia, że konieczne jest daleko idące poznanie zarówno granic wytrzymałości systemów KMR jak i wartości współczynników bezpieczeństwa γ_M dla stosowanych materiałów. Należy poświęcać baczną uwagę poszczególnym zagadnieniom wpływającym na funkcjonowanie sieci. W wielu przypadkach jedyną gwarancją prawidłowego zaprojektowania układu może być sprawdzenie obliczeń przy zastosowaniu najnowszych programów komputerowych (**EDV**).

UWAGA: Dla lepszego zobrazowania przedstawianych zagadnień w dalszej części, w rozdziałach od **P 2.0** do **P 14.3** przedstawiono podstawowe wzory obliczeniowe ponumerowane od (1) do (77) wraz z przykładowymi obliczeniami. Dane wyjściowe do obliczeń to: DN 150 ($d_a = 168,3 \text{ mm}$; $s_1 = 4,0 \text{ mm}$; $d_i = 160,3 \text{ mm}$) z izolacją PUR i rurą okładzinową PEHD ($D_a = 250,0 \text{ mm}$; $s_2 = 4,2 \text{ mm}$; $D_i = 241,6 \text{ mm}$). Jako rurę przewodową przyjęto rurę stalową czarną ze stali St 37.0 wypełnioną wodą.

1.0 System zespolony



Rura przewodowa i płaszcz osłonowy PEHD połączone są trwale za pośrednictwem twardej pianki PUR tworząc jeden element. Dzięki temu ta odmiana systemu KMR oraz sposób jego układania różni się istotnie od metod konwencjonalnych lub systemów ślizgowych.

Dlatego już podczas projektowania czy układania na placu budowy należy uwzględnić jego odmienność, aby zagwarantować bezpieczeństwo przeprowadzanej operacji oraz trwałość elementów tworzących trasę KMR.

Przy obciążeniu termicznym trzy komponenty KMR: rura przewodowa, pianka PUR i płaszcz osłonowy PEHD, rozszerzają się równomiernie osiowo. Wszelkie występujące siły zewnętrzne działające na płaszcz osłonowy — wynikające z nacisków ziemi, obciążenia ruchem drogowym, a także tarcia między tym płaszczem, a zasypką piaskową — przenoszone są na rurę przewodową poprzez twardą piankę PUR.

Przez współdziałanie sił zewnętrznych i wewnętrznych spowodowanych rozszerzaniem cieplnym oraz ciśnieniem panującym w rurze przewodowej, powstają naprężenia, które muszą zostać przejęte przez system połączeń między poszczególnymi komponentami KMR.

Z tego powodu określane zostają wartości graniczne, które należy brać pod uwagę podczas projektowania i montażu sieci cieplnych. System **isoplus** KMR stosować można do maksymalnej trwałej temperatury roboczej 155°C. W razie potrzeby można uzyskać wgląd do certyfikatu instytutu kontroli materiałowej (AMPA).

Przy temperaturach wyższych od 130°C konieczne są szczegółowe obliczenia statyczne, gdyż wysokie temperatury powodują znaczne wydłużenia osiowe, a co za tym idzie wzrost sił oddziałujących. Dlatego przed rozpoczęciem projektowania należy dokładnie sprawdzić występujące obciążenia tak, aby nie przekroczyć dopuszczalnych wartości parametrów wytrzymałościowych stosowanych materiałów i ich połączeń.

1.1 Techniki układania

W technikach układania rurociągów rozróżnia się dwie grupy metod **UKŁADANIE NA ZIMNO** i **UKŁADANIE NA CIEPŁO**. Biorąc pod uwagę lokalne ograniczenia jakie mogą wystąpić, można wykorzystać następujące metody układania:

UKŁADANIE NA ZIMNO

1. **Zimny montaż sieci niskoparametrowych** >> P 2.0
bez ograniczenia dopuszczalnej długości układania,
ale z ograniczeniem maksymalnej trwałej temperatury roboczej do 85°C
- ➔ **Układanie konwencjonalne** >> P 2.1
z ograniczeniem dopuszczalnej długości układania
i maksymalnej temperatury roboczej do 155°C
- ➔ **Zimny montaż** >> P 2.4
bez ograniczenia dopuszczalnej długości układania,
ale z ograniczeniem maksymalnej trwałej temperatury roboczej do 130°C

UKŁADANIE NA CIEPŁO

- ➔ **Podgrzew wstępny** >> P 4.0
bez ograniczenia dopuszczalnej długości układania,
lecz z naprężeniem wstępnym w niezasypanym wykopie oraz ograniczeniem maksymalnej temperatury roboczej do 155°C (*temperatura podgrzewu wstępnego = średnia temperatura*)
- ➔ **System kompensatorów jednorazowych** >> P 4.5
bez ograniczenia dopuszczalnej długości układania,
lecz z naprężeniem wstępnym w zasypnym wykopie oraz ograniczeniem maksymalnej temperatury do 140°C (*temperatura podgrzewu wstępnego minimum 80°C*)

1.2 Korzyści i wady technik układania

Techniki układania		Korzyści	Wady
Układanie na zimno	Zimny montaż sieci niskoparametrowych	Niskie naprężenia osiowe wywoływane rozszerzaniem cieplnym. Wykop może być natychmiast zasypany.	Maksymalna dopuszczalna temperatura robocza do 85°C.
	Układanie konwencjonalne	Nie zostanie przekroczone maksymalne dopuszczalne naprężenie osiowe. Wykop może być natychmiast zasypany.	Maksymalna dopuszczalna długość układania musi być utrzymana przez zastosowanie koniecznych ramion kompensacyjnych (<i>L, Z, U</i>).
	Zimny montaż	Wykop może być natychmiast zasypany. Ograniczenie liczby układów kompensacyjnych.	Ekstremalnie duże osiowe ruchy kompensacyjne Niebezpieczeństwo wyboczenia rurociągu. Naprężenie osiowe ponad granicę plastyczności stali. Nie wolno wykonywać dodatkowych nawiercanych odgałęzień.
Układanie na ciepło	Podgrzew wstępny	Ograniczenie naprężeń osiowych do 155 N/mm ² : ➤ niskie ryzyko awarii. Ograniczone wydłużanie osiowe. Zmniejszone wysięgi ramion kompensacyjnych.	Wykop musi pozostać otwarty do czasu zakończenia naprężania wstępnego. W zależności od zastosowanej technologii konieczne jest regulowane medium robocze lub przyłącze prądu 380V.
	System kompensatorów jednorazowych	Wykop może być zasypany natychmiast, z wyjątkiem miejsc montażu kompensatorów jednorazowych. Ograniczenie ilości ramion kompensacyjnych.	Im wyższa przewidywana temperatura robocza, tym więcej należy zastosować kompensatorów. Wykopy montażowe przy kompensatorach muszą pozostać otwarte do czasu odpowiedniego podgrzania rurociągów i wykonania spawów zamykających na kompensatorach.

1.3 Straty ciepła

Straty ciepła isoplus - rura pojedyncza

Średnica nominalna DN	Średnica płaszcza zewnętrznego D_a / Odstęp pomiędzy rurami M [mm]			Współczynnik przewodzenia ciepła U_{DRE} [W/(m ² •K)]		
	Grubość izolacji			Grubość izolacji		
	Standard	Pogrubiona 1x	Pogrubiona 2x*	Standard	Pogrubiona 1x	Pogrubiona 2x*
20	90 / 150	110 / 150	125 / 150	0,1295	0,1114	0,1028
25	90 / 150	110 / 150	125 / 150	0,1564	0,1308	0,1191
32	110 / 150	125 / 150	140 / 150	0,1589	0,1420	0,1290
40	110 / 150	125 / 150	140 / 150	0,1810	0,1593	0,1432
50	125 / 150	140 / 150	160 / 200	0,2013	0,1763	0,1557
65	140 / 150	160 / 200	180 / 200	0,2325	0,1980	0,1744
80	160 / 200	180 / 200	200 / 200	0,2418	0,2076	0,1847
100	200 / 200	225 / 200	250 / 200	0,2543	0,2148	0,1905
125	225 / 200	250 / 200	280 / 300	0,2880	0,2459	0,2138
150	250 / 200	280 / 300	315 / 300	0,3369	0,2794	0,2343
200	315 / 300	355 / 300	400 / 400	0,3686	0,2953	0,2472
250	400 / 400	450 / 400	500 / 400	0,3637	0,2914	0,2468
300	450 / 400	500 / 400	560 / 500	0,4126	0,3284	0,2698
350	500 / 400	560 / 500	630 / 500	0,4009	0,3169	0,2605
400	560 / 500	630 / 500	670 / 600	0,4222	0,3277	0,2943
450	630 / 500	670 / 600	710 / 600	0,4242	0,3699	0,3299
500	670 / 600	710 / 600	800 / 700	0,4802	0,4149	0,3249
600	800 / 700	900 / 700	1000 / 800	0,5002	0,3748	0,3065
700	900 / 700	1000 / 800	-	0,5665	0,4238	-
800	1000 / 800	1100 / 800	-	0,6372	0,4732	-
900	1100 / 800	1200 / 900	-	0,7027	0,5221	-
1000	1200 / 900	1300 / 900	-	0,7742	0,5733	-

Wartości obliczone dla średniej pojemności cieplnej wody $[c_m]$ 4.187J/(kg•K), przykrycia gruntem $[\ddot{U}_H]$ 0,80m (górna krawędź płaszcza rury do górnej krawędzi terenu), przewodności cieplnej gruntu $[\lambda_E]$ 1,0W/(m•K), temperatury gruntu $[T_E]$ 10 °C, średniej odległości pomiędzy rurami.

Temperatura średnia: $T_M = (T_{VL} + T_{RL}) : 2$ [K]

Przykład: $T_M = (90^\circ + 70^\circ) : 2 = 80$ K

Straty ciepła $[q]$ przy średniej temperaturze T_M [W/m]

Średnica nominalna DN	Straty ciepła q przy średniej temperaturze $T_M = 100$ K [W/m]			Straty ciepła q przy średniej temperaturze $T_M = 80$ K [W/m]			Straty ciepła q przy średniej temperaturze $T_M = 60$ K [W/m]		
	Grubość izolacji			Grubość izolacji			Grubość izolacji		
	Standard	Pogrubiona 1x	Pogrubiona 2x*	Standard	Pogrubiona 1x	Pogrubiona 2x*	Standard	Pogrubiona 1x	Pogrubiona 2x*
20	11,656	10,028	9,253	9,066	7,799	7,197	6,476	5,571	5,141
25	14,078	11,770	10,717	10,950	9,154	8,335	7,821	6,539	5,954
32	14,302	12,777	11,614	11,124	9,937	9,033	7,946	7,098	6,452
40	16,290	14,340	12,892	12,670	11,153	10,027	9,050	7,967	7,162
50	18,116	15,865	14,011	14,090	12,339	10,898	10,064	8,814	7,784
65	20,925	17,816	15,698	16,275	13,857	12,209	11,625	9,898	8,721
80	21,765	18,684	16,623	16,928	14,532	12,929	12,092	10,380	9,235
100	22,884	19,335	17,145	17,799	15,039	13,335	12,713	10,742	9,525
125	25,923	22,132	19,246	20,163	17,214	14,969	14,402	12,296	10,692
150	30,318	25,150	21,089	23,580	19,561	16,402	16,843	13,972	11,716
200	33,176	26,575	22,245	25,804	20,670	17,302	18,431	14,764	12,358
250	32,736	26,228	22,208	25,461	20,399	17,273	18,186	14,571	12,338
300	37,133	29,558	24,285	28,881	22,989	18,889	20,630	16,421	13,492
350	36,080	28,521	23,446	28,062	22,183	18,236	20,044	15,845	13,025
400	38,000	29,493	26,489	29,556	22,939	20,603	21,111	16,385	14,716
450	38,180	33,292	29,690	29,696	25,894	23,093	21,211	18,496	16,495
500	43,222	37,341	29,241	33,617	29,043	22,743	24,012	20,745	16,245
600	45,016	33,729	27,584	35,012	26,234	21,454	25,009	18,738	15,324
700	50,986	38,141	-	39,656	29,665	-	28,326	21,189	-
800	57,345	42,586	-	44,602	33,123	-	31,858	23,659	-
900	63,242	46,990	-	49,189	36,548	-	35,135	26,106	-
1000	69,679	51,601	-	54,195	40,134	-	38,710	28,667	-

Straty ciepła isoplus – rura pojedyncza, CONTI

Średnica nominalna DN	Średnica płaszczka zewnętrznego D_a / Odstęp pomiędzy rurami przewodowymi M [mm]			Współczynnik przewodzenia ciepła U_{DRE} [W/(m•K)]		
	Grubość izolacji			Grubość izolacji		
	Standard	Pogrubiona 1x	Pogrubiona 2x*	Standard	Pogrubiona 1x	Pogrubiona 2x*
25	-	110 / 150	125 / 150	-	0,1178	0,1071
32	110 / 150	125 / 150	140 / 150	0,1435	0,1279	0,1161
40	110 / 150	125 / 150	140 / 150	0,1638	0,1438	0,1290
50	125 / 150	140 / 150	160 / 200	0,1824	0,1593	0,1403
65	140 / 150	160 / 200	180 / 200	0,2112	0,1790	0,1574
80	160 / 200	180 / 200	200 / 200	0,2196	0,1878	0,1667
100	200 / 200	225 / 200	250 / 200	0,2308	0,1943	0,1718
125	225 / 200	250 / 200	280 / 300	0,2620	0,2228	0,1930
150	250 / 200	280 / 300	315 / 300	0,3074	0,2534	0,2117
200	315 / 300	355 / 300	-	0,3361	0,2677	-

Wartości obliczone dla średniej pojemności cieplnej wody [c_m] 4.187J/(kg•K), przykrycia gruntem [Ü_H] 0,80m (górna krawędź płaszczka rury do górnej krawędzi terenu), przewodności cieplnej gruntu [λ_E] 1,0W/(m•K), temperatury gruntu [T_E] 10 °C, średniej odległości pomiędzy rurami.

Temperatura średnia: $T_M = (T_{VL} + T_{RL}) : 2$ [K]

Przykład: $T_M = (90^\circ + 70^\circ) : 2 = 80$ K

Straty ciepła [q] przy średniej temperaturze T_M [W/m]

Średnica nominalna DN	Straty ciepła q przy średniej temperaturze T_M = 100 K [W/m]			Straty ciepła q przy średniej temperaturze T_M = 80 K [W/m]			Straty ciepła q przy średniej temperaturze T_M = 60 K [W/m]		
	Grubość izolacji			Grubość izolacji			Grubość izolacji		
	Standard	Pogrubiona 1x	Pogrubiona 2x*	Standard	Pogrubiona 1x	Pogrubiona 2x*	Standard	Pogrubiona 1x	Pogrubiona 2x*
25	-	10,600	9,636	-	8,244	7,495	-	5,889	5,353
32	12,916	11,514	10,449	10,046	8,955	8,127	7,176	6,396	5,805
40	14,745	12,944	11,614	11,468	10,068	9,033	8,192	7,191	6,452
50	16,420	14,337	12,625	12,771	11,151	9,820	9,122	7,965	7,014
65	19,010	16,114	14,162	14,786	12,533	11,015	10,561	8,952	7,868
80	19,762	16,904	15,002	15,371	13,147	11,668	10,979	9,391	8,335
100	20,773	17,483	15,465	16,157	13,598	12,028	11,541	9,713	8,592
125	23,579	20,050	17,370	18,339	15,595	13,510	13,099	11,139	9,650
150	27,662	22,807	19,050	21,515	17,739	14,817	15,368	12,671	10,583
200	30,251	24,090	-	23,528	18,737	-	16,806	13,384	-

Straty ciepła isoplus – Doppelrohr

Średnica nominalna DN	Średnica płaszczka zewnętrznego D_a [mm]			Współczynnik przewodzenia ciepła u_{DRD} [W/(m•K)]			Straty ciepła q przy średniej temperaturze T_M = 100 K [W/m]			Straty ciepła q przy średniej temperaturze T_M = 80 K [W/m]			Straty ciepła q przy średniej temperaturze T_M = 60 K [W/m]		
	Grubość izolacji			Grubość izolacji			Grubość izolacji			Grubość izolacji			Grubość izolacji		
	S	1x	2x*	S	1x	2x*	S	1x	2x*	S	1x	2x*	S	1x	2x*
20	125	140	160	0,1830	0,1608	0,1423	16,472	14,474	12,808	12,812	11,257	9,961	9,151	8,041	7,115
25	140	160	180	0,1981	0,1700	0,1516	17,828	15,299	13,641	13,866	11,899	10,610	9,905	8,500	7,578
32	160	180	200	0,2154	0,1856	0,1661	19,387	16,708	14,949	15,079	12,995	11,627	10,771	9,282	8,305
40	160	180	200	0,2573	0,2144	0,1882	23,154	19,296	16,935	18,009	15,008	13,171	12,863	10,720	9,408
50	200	225	250	0,2495	0,2076	0,1833	22,454	18,686	16,494	17,464	14,534	12,829	12,475	10,381	9,163
65	225	250	280	0,2923	0,2430	0,2074	26,311	21,868	18,665	20,464	17,008	14,517	14,617	12,149	10,370
80	250	280	315	0,3343	0,2653	0,2199	30,087	23,874	19,792	23,401	18,569	15,394	16,715	13,264	10,995
100	315	355	400	0,3348	0,2635	0,2197	30,130	23,716	19,769	23,435	18,446	15,376	16,739	13,176	10,983
125	400	450	500	0,3100	0,2488	0,2126	27,899	22,388	19,135	21,699	17,413	14,883	15,499	12,438	10,631
150	450	500	560	0,3763	0,2914	0,2379	33,866	26,228	21,413	26,340	20,399	16,654	18,815	14,571	11,896
200	560	630	-	0,4115	0,3037	-	37,033	27,330	-	28,803	21,256	-	20,574	15,183	-

Porównanie strat ciepła Doppel - z rurami pojedynczymi, $T_M = 80\text{ K}$

Doppelrohr - Standard			2x rura poj. - Standardowa grubość izolacji				2x rura poj. - podrubiona 1x grubość izolacji			
DN / D _a	u _{DRE} [W/(m•K)]	q _{DRD} [W/m]	DN / D _a	u _{DRE} [W/(m•K)]	q _{DRE} [W/m]	Oszczędność [%]	DN / D _a	u _{DRE} [W/(m•K)]	q _{DRE} [W/m]	Oszczędność [%]
20 / 125	0,1830	12,812	20 / 90	0,2590	18,132	29,34	20 / 110	0,2228	15,599	17,87
25 / 140	0,1981	13,866	25 / 90	0,3128	21,899	36,68	25 / 110	0,2616	18,309	24,26
32 / 160	0,2154	15,079	32 / 110	0,3178	22,248	32,22	32 / 125	0,2839	19,875	24,13
40 / 160	0,2573	18,009	40 / 110	0,3620	25,341	28,93	40 / 125	0,3187	22,307	19,27
50 / 200	0,2495	17,464	50 / 125	0,4026	28,180	38,03	50 / 140	0,3526	24,679	29,23
65 / 225	0,2923	20,464	65 / 140	0,4650	32,550	37,13	65 / 160	0,3959	27,714	26,16
80 / 250	0,3343	23,401	80 / 160	0,4837	33,857	30,88	80 / 180	0,4152	29,065	19,49
100 / 315	0,3348	23,435	100 / 200	0,5085	35,597	34,17	100 / 225	0,4297	30,077	22,09
125 / 400	0,3100	21,699	125 / 225	0,5761	40,325	46,19	125 / 250	0,4918	34,428	36,97
150 / 450	0,3763	26,340	150 / 250	0,6737	47,161	44,15	150 / 280	0,5589	39,123	32,67
200 / 560	0,4115	28,803	200 / 315	0,7372	51,607	44,19	200 / 355	0,5906	41,339	30,32

Doppelrohr - podrubiona 1x grubość izolacji			2x rura poj. - podrubiona 1x grubość izolacji				2x rura poj. - podrubiona 2x grubość izolacji			
DN / D _a	u _{DRE} [W/(m•K)]	q _{DRD} [W/m]	DN / D _a	u _{DRE} [W/(m•K)]	q _{DRE} [W/m]	Oszczędność [%]	DN / D _a	u _{DRE} [W/(m•K)]	q _{DRE} [W/m]	Oszczędność [%]
20 / 140	0,1608	11,257	20 / 110	0,2228	15,599	27,83	20 / 125	0,2056	14,394	21,79
25 / 160	0,1700	11,899	25 / 110	0,2616	18,309	35,01	25 / 125	0,2382	16,671	28,62
32 / 180	0,1856	12,995	32 / 125	0,2839	19,875	34,61	32 / 140	0,2581	18,067	28,07
40 / 180	0,2144	15,008	40 / 125	0,3187	22,307	32,72	40 / 140	0,2865	20,054	25,16
50 / 225	0,2076	14,534	50 / 140	0,3526	24,679	41,11	50 / 160	0,3114	21,795	33,32
65 / 250	0,2430	17,008	65 / 160	0,3959	27,714	38,63	65 / 180	0,3488	24,419	30,35
80 / 280	0,2653	18,569	80 / 180	0,4152	29,065	36,11	80 / 200	0,3694	25,857	28,19
100 / 355	0,2635	18,446	100 / 225	0,4297	30,077	38,67	100 / 250	0,3810	26,670	30,84
125 / 450	0,2488	17,413	125 / 250	0,4918	34,428	49,42	125 / 280	0,4277	29,938	41,84
150 / 500	0,2914	20,399	150 / 280	0,5589	39,123	47,86	150 / 315	0,4686	32,805	37,82
200 / 630	0,3037	21,256	200 / 355	0,5906	41,339	48,58	200 / 400	0,4943	34,604	38,57

Doppelrohr - podrubiona 2x			2x rura poj. - podrubiona 2x grubość izolacji			
DN / D _a	u _{DRE} [W/(m•K)]	q _{DRE} [W/m]	DN / D _a	u _{DRE} [W/(m•K)]	q _{DRE} [W/m]	Oszczędność [%]
20 / 160	0,1423	9,961	20 / 125	0,2056	14,394	30,79
25 / 180	0,1516	10,610	25 / 125	0,2382	16,671	36,36
32 / 200	0,1661	11,627	32 / 140	0,2581	18,067	35,64
40 / 200	0,1882	13,171	40 / 140	0,2865	20,054	34,32
50 / 250	0,1833	12,829	50 / 160	0,3114	21,795	41,14
65 / 280	0,2074	14,517	65 / 180	0,3488	24,419	40,55
80 / 315	0,2199	15,394	80 / 200	0,3694	25,857	40,47
100 / 400	0,2197	15,376	100 / 250	0,3810	26,670	42,35
125 / 500	0,2126	14,883	125 / 280	0,4277	29,938	50,29
150 / 560	0,2379	16,654	150 / 315	0,4686	32,805	49,23

Wartości wyliczone przy przykryciu rur $[\ddot{U}_H]$ 0,80 m, przewodności gruntu $[\lambda_E]$ 1,0 W/(m•K), temperaturze gruntu $[T_E]$ 10 °C

$$T_M = (T_{VL} + T_{RL}) : 2$$

Wartości wyliczone dla przewodności cieplnej pianki PUR $\lambda_{50} = 0,027\text{ W/(m•K)}$

Straty ciepła isoplus - Doppelrohr Conti

Średnica nominalna DN	Średnica płaszcza zewnętrznego D_a [mm]		Wsp. przewodzenia ciepła u_{DRD} [W/(m•K)]		Straty ciepła q przy średniej temperaturze $T_M = 100$ K [W/m]		Straty ciepła q przy średniej temperaturze $T_M = 80$ K [W/m]		Straty ciepła q przy średniej temperaturze $T_M = 60$ K [W/m]	
	Grubość izolacji		Grubość izolacji		Grubość izolacji		Grubość izolacji		Grubość izolacji	
	Pogrubiona 1x	Pogrubiona 2x*	Pogrubiona 1x	Pogrubiona 2x*	Pogrubiona 1x	Pogrubiona 2x*	Pogrubiona 1x	Pogrubiona 2x*	Pogrubiona 1x	Pogrubiona 2x*
25	160	180	0,1526	0,1359	13,734	12,228	10,682	9,511	7,630	6,793
32	180	200	0,1667	0,1490	15,007	13,408	11,672	10,429	8,337	7,449
40	180	200	0,1929	0,1690	17,360	15,207	13,502	11,828	9,645	8,449
50	225	250	0,1866	0,1644	16,791	14,798	13,060	11,509	9,329	8,221
65	250	280	0,2187	0,1862	19,681	16,760	15,307	13,036	10,934	9,311
80	280	315	0,2389	0,1975	21,503	17,776	16,725	13,826	11,946	9,876
100	355	-	0,2371	-	21,338	-	16,596	-	11,854	-

Porównanie strat ciepła Doppel - z rurami pojedynczymi, $T_M = 80$ K, Conti

Doppelrohr - podrubiona 1x			2x rura poj. – podrubiona 1x grubość izolacji				2x rura poj. – podrubiona 2x grubość izolacji			
DN / D_a	u_{DRE} [W/(m•K)]	q_{DRD} [W/m]	DN / D_a	u_{DRE} [W/(m•K)]	q_{DRE} [W/m]	Oszczędność [%]	DN / D_a	u_{DRE} [W/(m•K)]	q_{DRE} [W/m]	Oszczędność [%]
25 / 160	0,1526	10,682	25 / 110	0,2355	16,488	35,21	25 / 125	0,2141	14,990	28,74
32 / 180	0,1667	11,672	32 / 125	0,2559	17,910	34,83	32 / 140	0,2322	16,254	28,19
40 / 180	0,1929	13,502	40 / 125	0,2877	20,136	32,94	40 / 140	0,2581	18,066	25,26
50 / 225	0,1866	13,060	50 / 140	0,3186	22,302	41,44	50 / 160	0,2806	19,640	33,50
65 / 250	0,2187	15,307	65 / 160	0,3581	25,067	38,93	65 / 180	0,3147	22,029	30,51
80 / 280	0,2389	16,725	80 / 180	0,3756	26,295	36,40	80 / 200	0,3334	23,337	28,33
100 / 355	0,2371	16,596	100 / 225	0,3885	27,196	38,98	100 / 250	0,3437	24,057	31,01

Doppelrohr - podrubiona 2x			2x rura poj. – podrubiona 2x grubość izolacji			
DN / D_a	u_{DRE} [W/(m•K)]	q_{DRD} [W/m]	DN / D_a	u_{DRE} [W/(m•K)]	q_{DRE} [W/m]	Oszczędność [%]
25 / 180	0,1359	9,511	25 / 125	0,2141	14,990	36,55
32 / 200	0,1490	10,429	32 / 140	0,2322	16,254	35,84
40 / 200	0,1690	11,828	40 / 140	0,2581	18,066	34,53
50 / 250	0,1644	11,509	50 / 160	0,2806	19,640	41,40
65 / 280	0,1862	13,036	65 / 180	0,3147	22,029	40,82
80 / 315	0,1975	13,826	80 / 200	0,3334	23,337	40,76

Wartości wyliczone przy przykryciu rur $[\ddot{U}_H]$ 0,80 m, przewodności gruntu $[\lambda_E]$ 1,0 W/(m•K), temperaturze gruntu $[T_E]$ 10 °C

$$T_M = (T_{VL} + T_{RL}) : 2$$

Przykład: $(100^\circ + 60^\circ) : 2 = 80$ K.

Wartości wyliczone dla przewodności cieplnej pianki PUR $\lambda_{50} = 0,024$ W/(m•K)

2. UKŁADANIE NA ZIMNO

Pod pojęciem „układania na zimno” kryje się wiele znaczeń. Przykładowo, możliwe jest układanie prosto biegnących tras KMR prawie bez żadnych ograniczeń. Jednak zastosowanie którejkolwiek z metod bez uprzedniego poznania jej właściwości może okazać się zbyt pochopne i szybko doprowadzić do sytuacji awaryjnej. Rozróżnia się trzy metody podrzędne, które przedstawione zostały w kolejności bezpieczeństwa pracy rurociągów.

2.0 Zimny montaż sieci niskoparametrowych – $T_B \leq 85^\circ\text{C}$

Zgodnie z prawem Hooke’a między odkształceniami ε a naprężeniami σ zachowana jest zależność, tzn:

$$\sigma = E \cdot \varepsilon \quad [\text{N/mm}^2] \quad (1)$$

E – moduł sprężystości $[\text{N/mm}^2]$,

ε – odkształcenie $\Delta L/L_x$ [1].

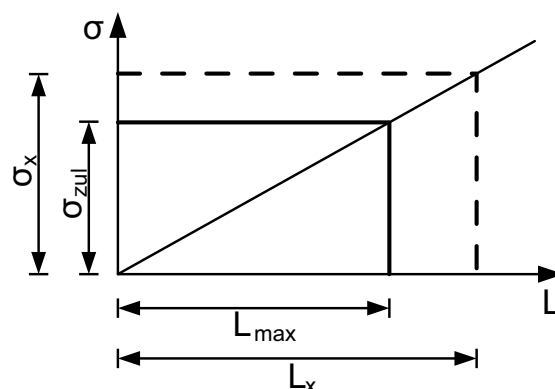
W przypadku systemów KMR odkształcenie ε osiąga się przez podgrzanie rury przewodowej o ΔT , z czego wynika:

$$\varepsilon = \alpha \cdot \Delta T \quad (2)$$

$$(1)(2) \Rightarrow \sigma = E \cdot \alpha \cdot \Delta T \quad [\text{N/mm}^2], \quad (3)$$

α – współczynnik rozszerzalności liniowej $[1/\text{K}]$,

ΔT – przyrost temperatury $[\text{K}]$.



Przez ograniczenie temperatury roboczej T_B do 85°C , ograniczona zostanie wartość naprężeń osiowych σ do wartości określonej w opracowaniu AGFW FW 401 przy zastosowaniu współczynnika bezpieczeństwa γ_M jako R_e : 1,1 (R_e – granica plastyczności stali w temperaturze roboczej). Z uwagi na to, że różnica temperatury ΔT między otoczeniem T_E , a temperaturą roboczą T_B wynosi jedynie 75°C – współczynnik bezpieczeństwa $\gamma_M = 1,1$. Wartości E , α oraz R_e dla rury przewodowej ze stali St 37.0 o temperaturze 85°C przedstawione zostały na następnej stronie.

$$\sigma_{zul} = R_e : \gamma_M \quad [\text{N/mm}^2], \quad (4)$$

$$\sigma_{zul} = 216,50 : 1,1$$

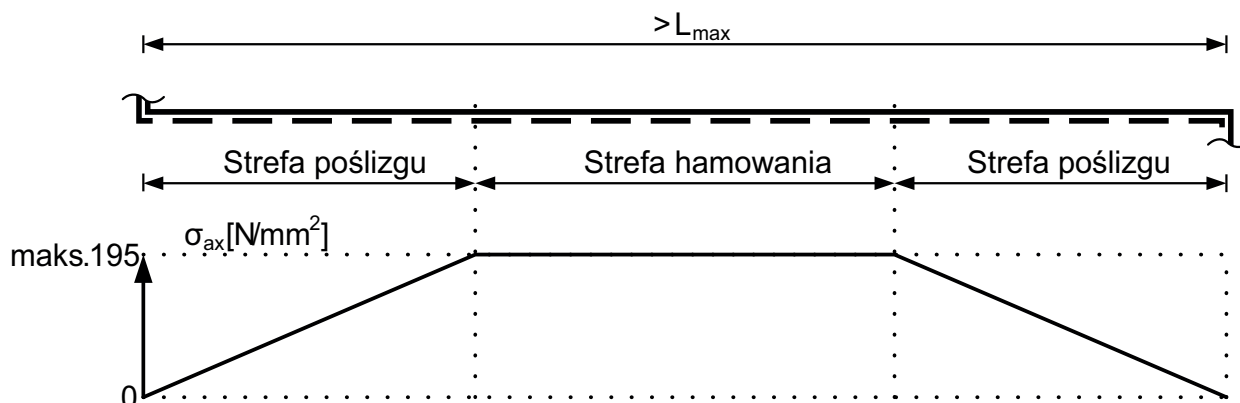
$$\text{Wynik: } \sigma_{zul} = 198,8 \text{ N/mm}^2$$

$$(3) \Rightarrow \sigma_{vorh} = E \cdot \alpha \cdot \Delta T$$

$$(\text{wg } 3) \Rightarrow \sigma_{vorh} = 2,0794 \cdot 10^5 \cdot 1,24 \cdot 10^{-5} \cdot 75$$

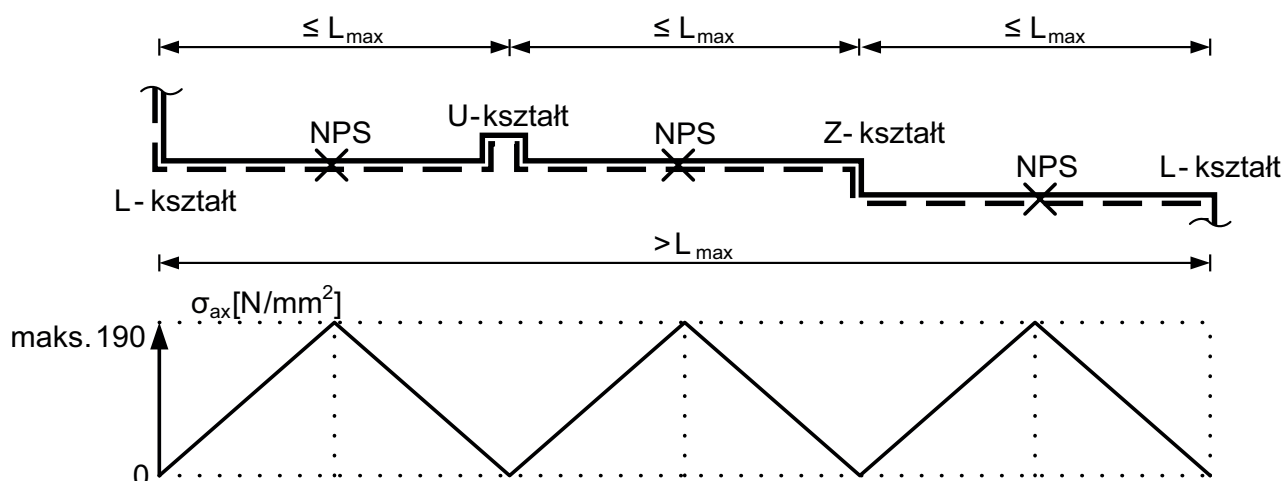
$$\text{Wynik: } \sigma_{vorh} = 193,4 \text{ N/mm}^2$$

Oznacza to, że w przypadku tras sieci ciepłych systemów KMR z temperaturą roboczą $T_B \leq 85^\circ\text{C}$, długość układania rurociągów projektowana może być bez ograniczeń. Należy jednak pamiętać o kompensowaniu wydłużeń osiowych przez ramiona kompensacyjne.



2.1 Układanie konwencjonalne

Ta metoda układania nadaje się zawsze tam, gdzie przebieg trasy ograniczony jest przez miejscowe przeszkody takie jak budowle, skrzyżowania dróg, drzewa itp. Warunkiem jej stosowania jest zachowanie dopuszczalnej odległości pomiędzy elementami kompensacyjnymi L_{max} . Zależność dopuszczalnej długości układania L_{max} od głębokości przykrycia rurociągu pokazano w tabeli w rozdziale P 2.3. Jeżeli odcinek trasy sieci musi być dłuższy od L_{max} , to należy go podzielić na kilka odcinków o długości $\leq L_{max}$ przez zastosowanie elementów kompensacyjnych „Z” lub „U” – kształtowych.



Wartość współczynnika bezpieczeństwa γ_M dla właściwości materiału przy $T_B = 120^\circ\text{C}$ wynosi wg AGFW FW 401 $\Rightarrow 1,10$. Oznacza to, że przy temperaturze roboczej do 140°C , maksymalne dopuszczalne naprężenia osiowe σ_{zul} w rurze przewodowej wynosi około 190 N/mm^2 .

Przy temperaturze $T_B > 140^\circ\text{C}$ maksymalne naprężenia osiowe należy zredukować do wartości $\leq 180 \text{ N/mm}^2$.

Dla stali St 37.0 wg DIN 1626/1629 $\Rightarrow$ wytrzymałość na rozciąganie $R_m = 350\text{--}480 \text{ N/mm}^2$.

85°C	A_T	155°C	140°C	130°C	120°C	110°C	90°C	50°C	20°C
207,94	E	202,60	203,80	204,60	205,40	206,20	207,63	210,13	212,00
1,24	α	1,28	1,27	1,26	1,26	1,25	1,24	1,21	1,19
216,50	R_e	197,50	201,00	204,00	207,00	210,00	215,00	227,00	235,00
1,10	γ_M	1,10	1,06	1,08	1,10	1,11	1,14	1,08	1,10
195,00	$\sigma_{zul} \approx$	180,00	190,00					210,00	

A_T – temperatura robocza w $^\circ\text{C}$;

α – współczynnik rozszerzalności $[10^{-5}]$ w $1/\text{K}$;

R_e – granica plastyczności stali w N/mm^2 ;

E – moduł elastyczności stali w N/mm^2 .

Pozostałe dane materiałowe na zapytanie.

2.2 Dopuszczalna długość układania L_{max}

Siła tarcia F'_R sumuje się wraz ze wzrastającą długością układania L_x . Dzięki zastosowanej konstrukcji KMR siła tarcia przeciwdziała rozszerzaniu rurociągu. Siłą przeciwdziałającą jest siła F_T od wydłużania rury przewodowej, która pozostaje stała na całej długości L_x . Dopóki zsumowana siła tarcia w rurze F_{Rohr} jest mniejsza od siły od odkształceń termicznych F_T tworzy się strefa poślizgu. W miejscu gdzie następuje równowaga tych sił powstaje punkt zerowy ruchu. Dla siły rozszerzania F_T zachodzi:

$$F_T = A \cdot \sigma_x \text{ [N]} \quad (5)$$

$$F_T = 2\,064,66 \cdot 101,562 \text{ [N]} \quad (\text{wg } 5)$$

$$\text{Wynik: } F_T = 209\,691,00 \text{ [N]} \quad (\text{wg } 5)$$

A – powierzchnia przekroju ścianki rury $[\text{mm}^2]$,
 σ_x – występujące naprężenia ściskające lub rozciągające w przekroju $[\text{N/mm}^2]$. $\Rightarrow (8)$

Powierzchnia przekroju ścianki rury A to:

$$A = (d_a - s) \cdot \pi \cdot s \text{ [mm}^2] \quad (6)$$

$$A = (168,3 - 4,0) \cdot 3,1416 \cdot 4,0 \text{ [mm}^2] \quad (\text{wg } 6)$$

$$\text{Wynik: } A = 2\,064,66 \text{ mm}^2 \quad (\text{wg } 6)$$

d_a – średnica zewnętrzna rury przewodowej $[\text{mm}]$,
 s – grubość ścianki rury przewodowej $[\text{mm}]$.

Jeśli przekrój rury przewodowej A oraz siła tarcia F'_R liczona według wzorów w rozdziale **P 3.0** przyjmują stałe wartości to naprężenie σ_x jest proporcjonalne do długości rurociągów L_x :

$$F_{Rohr} = F'_R \cdot L_x \text{ [N]} \quad (7)$$

$$F_{Rohr} = 4\,193,82 \cdot 50 \text{ [N]} \quad (\text{wg } 7)$$

$$\text{Wynik: } F_{Rohr} = 209\,691,00 \text{ N} \quad (\text{wg } 7)$$

F_{Rohr} – siła w przekroju rury w odległości L_x $[\text{N}]$,
 F'_R – jednostkowa siła od tarcia $[\text{N/m}]$, $\Rightarrow (18)$
 L_x – rozpatrywana długość rury $[\text{m}]$.

Sumująca się siła tarcia F_{Rohr} generuje w przekroju rury przewodowej naprężenia osiowe:

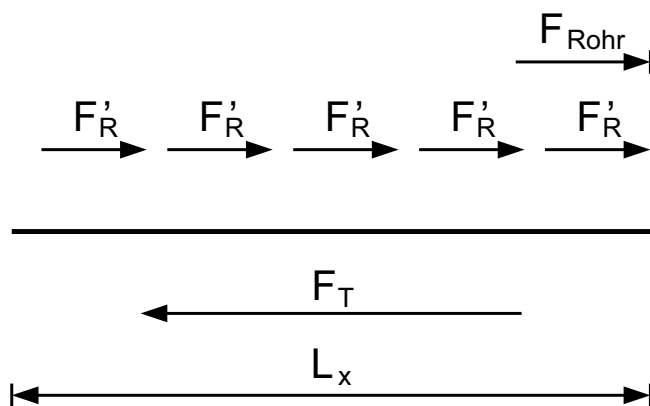
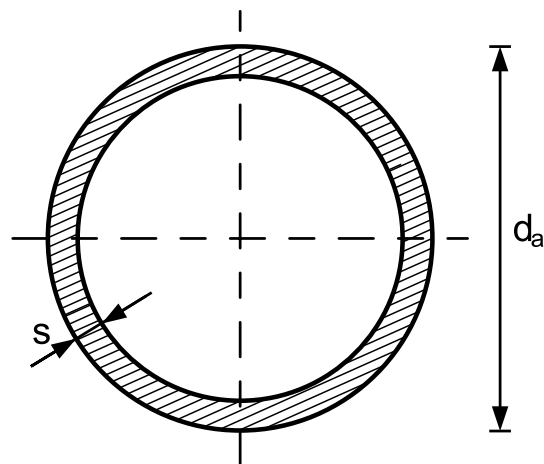
$$\sigma_a = \frac{F_{Rohr}}{A} \text{ [N/mm}^2] \quad (8)$$

$$\sigma_a = \frac{209\,691,0}{2\,064,6} \text{ [N/mm}^2] \quad (\text{wg } 8)$$

$$\text{Wynik: } \sigma_a = 101,562 \text{ N/mm}^2 \quad (\text{wg } 8)$$

σ_a – osiowe naprężenia rozciągające $[\text{N/mm}^2]$,

A – powierzchnia przekroju ścianki rury $[\text{mm}^2]$.



W sytuacji, kiedy naprężenie osiowe zostanie ograniczone do maksymalnej dopuszczalnej wartości równej $\sigma_{zul} = 190 \text{ N/mm}^2$, w odległości L_{zul} od elementu kompensacyjnego, nastąpi równowaga między sumą siły tarcia F_{Rohr} (7) i siłą od odkształceń termicznych F_T (5).

$$F'_R \cdot L_{zul} = F_T \text{ [N]} \quad (9)$$

$$4\,193,82 \cdot 93,53892 = F_T \text{ [N]} \quad (\text{wg } 9)$$

Wynik: $F_T = 392\,285,40 \text{ N}$ (wg 9)

$$F'_R \cdot L_{zul} = A \cdot \sigma_{zul} \text{ [N]} \quad (10)$$

$$4\,193,82 \cdot 93,53892 = 2\,064,66 \cdot 190 \text{ [N]} \quad (\text{wg } 10)$$

Wynik: $392\,285,40 \text{ N}$ (wg 10)

$$L_{zul} = \frac{F_T}{F'_R} = \frac{A \cdot \sigma_{zul}}{F'_R} \text{ [m]} \quad (11)$$

$$L_{zul} = \frac{392\,285,40}{4\,193,82} = \frac{2\,064,66 \cdot 190}{4\,193,82} \quad (\text{wg } 11)$$

Wynik: $L_{zul} = 93,53892 \approx 93,5 \text{ m}$ (wg 11)

L_{zul} – maksymalna odległość od miejsca unieruchomienia rurociągu do elementu kompensacji naturalnej (L, Z, U-kształt.)

$$L_{max} = L_{zul} \cdot 2 \text{ [m]} \quad (12)$$

$$L_{max} = 93,5 \cdot 2 \text{ [m]} \quad (\text{wg } 12)$$

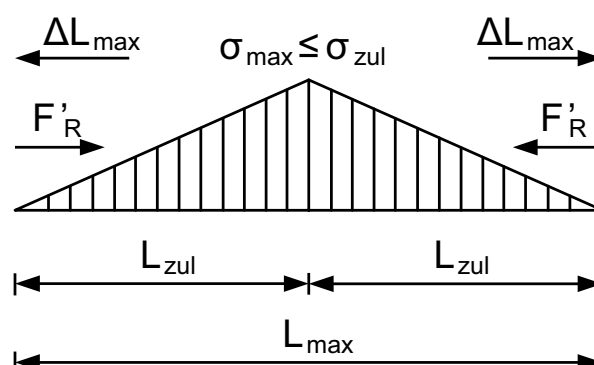
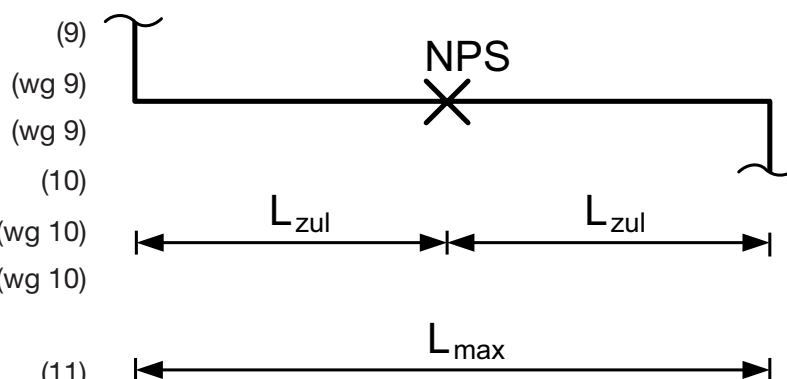
Wynik: $L_{max} = 187,00 \text{ m}$ (wg 12)

Dopuszczalna długość układania między elementami kompensacyjnymi L_{max} zależna jest od wielu parametrów m.in.:

- wysokości przykrycia rurociągu $\ddot{U}_H$;
- średnicy zewnętrznej rury przewodowej d_a ;
- średnicy zewnętrznej płaszczu osłonowego D_a ;
- maks. dopuszczalnych naprężeń osiowych σ_{zul} .

Przez równomierne sumowanie się siły tarcia F'_R od obu „wolnych końców” do środka odcinka w rurociągu powstaje równowaga sił. Ten punkt nieruchomy nazywany jest naturalnym punktem stałym *NPS*, od którego przewody rozszerzają się równomiernie w obie strony o ΔL .

W naturalnym punkcie stałym *NPS* powstaje największe naprężenie osiowe s_{max} , które należy ograniczyć do wartości σ_{zul} i które redukuje się liniowo w kierunku końców rury.



2.3 Dopuszczalna długość układania L_{max} w m

Rura pojedyncza

Wymiary rury przewodowej			Średnica płaszczka zewnętrznego D_a [mm]			L_{max} przy przykryciu $\ddot{U}_H$ od poziomu terenu do wierzchu płaszczka osłonowego PEHD								
Średnica nominalna DN	Średnica zewn. d_a [mm]	Grubość ścianki s [mm]				$\ddot{U}_H = 0,80m$			$\ddot{U}_H = 1,20m$			$\ddot{U}_H = 1,60m$		
						Grubość izolacji			Grubość izolacji			Grubość izolacji		
			S	1x	2x*	S	1x	2x*	S	1x	2x*	S	1x	2x*
20	26,9	2,6	90	110	125	56	45	40	38	31	27	29	23	20
25	33,7	3,2	90	110	125	87	70	61	59	48	42	45	36	32
32	42,4	3,2	110	125	140	90	79	70	61	54	48	47	41	36
40	48,3	3,2	110	125	140	104	90	80	71	62	55	54	47	42
50	60,3	3,2	125	140	160	114	101	88	78	69	60	59	53	46
65	76,1	3,2	140	160	180	129	111	98	89	77	68	67	59	52
80	88,9	3,2	160	180	200	131	115	102	90	80	71	69	61	54
100	114,3	3,6	200	225	250	148	130	115	103	91	81	79	70	62
125	139,7	3,6	225	250	280	159	141	124	111	99	88	86	76	68
150	168,3	4,0	250	280	315	187	165	145	132	117	103	102	91	80
175*	193,7	4,5	280	315	355	212	186	162	151	133	116	117	103	90
200	219,1	4,5	315	355	400	210	183	159	150	131	115	116	102	90
225*	244,5	5,0	355	400	450	225	196	171	161	142	124	126	111	97
250	273,0	5,0	400	450	500	218	190	167	158	138	123	124	109	97
300	323,9	5,6	450	500	560	249	220	192	182	162	142	144	128	112
350	355,6	5,6	500	560	630	240	210	181	177	155	135	140	123	108
400	406,4	6,3	560	630	670	266	231	214	198	173	160	157	138	128
450	457,2	6,3	630	670	710	257	238	222	193	179	168	154	144	135
500	508,0	6,3	670	710	800	262	244	210	198	185	160	159	149	130
550*	558,8	6,3	710	800	900	266	229	197	202	175	152	163	142	124
600	610,0	7,1	800	900	1000	278	240	209	214	185	163	173	151	133
650*	660,0	7,1	900	1000	1100	258	225	198	199	175	156	163	144	128
700	711,0	8,0	900	1000	—	309	270	—	240	211	—	196	173	—
750*	762,0	8,0	1000	1100	—	287	253	—	224	100	—	184	165	—
800	813,0	8,8	1000	1100	—	332	294	—	261	232	—	215	192	—
850*	864,0	8,8	1100	1200	—	310	277	—	245	220	—	203	183	—
900	914,0	10,0	1100	1200	—	368	329	—	292	262	—	242	218	—
1000	1016,0	10,0	1200	1300	—	359	324	—	287	260	—	239	217	—

S = standardowa grubość izolacji 1x = pogrubiona 2x = wykonanie specjalne*

Uwaga: W przypadku wymiarów oznaczonych (*) oraz średnic płaszczki osłonowych oznaczonych (*) i zapisanych kursywą chodzi o wyroby specjalne. Ich zastosowanie należy poprzedzić kontaktem z **isoplus** w celu sprawdzenia możliwości dostawy.

Podane w tabeli wartości bazują na wytycznych AGFW FW 401 – część 10 i obowiązują dla piasków o ciężarze nasypowym 19 kN/m³, kącie tarcia wewnętrznego $\varphi = 32,5^\circ$, maksymalnym dopuszczalnym naprężeniu ścinającemu dla pianki $\tau_{PUR} \leq 0,04$ N/mm² oraz dla rur przewodowych czarnych ze stali St 37.0, W-B lub S (ze szwem lub bez szwu). Grubości ścianek Nr 1.0254 wg rozdziału **R 2.0**. Dla innych wysokości przykrycia $\ddot{U}_H$ długość L_{max} należy interpolować, a następnie zmniejszyć o około 5%.

Maksymalne dopuszczalne naprężenie osiowe σ_{zul} w rurze prostej = 190 N/mm², przy maksymalnej temperaturze roboczej $T_B = 140^\circ C$ i ciśnieniu znamionowym PN 25. Przy $T_B > 140^\circ C$ długość L_{max} musi zostać skrócona o około 5 %, ponieważ $\sigma_{zul} = \max 180$ N/mm². W zależności od T_B i wielkości przykrycia $\ddot{U}_H$ długość układania ≥ 120 m może spowodować wydłużenie osiowe $\Delta L > 80$ mm. Takie wydłużenie ΔL wymaga grubości mat kompensacyjnych $DP_s > 120$ mm.

Temperaturę płaszczki osłonowego PEHD zgodnie z AGFW FW 401 należy ograniczyć do maksymalnie 60°C, co oznacza maksymalną grubość mat kompensacyjnych DP_s równą 120 mm. Jeżeli $\Delta L > 80$ mm, należy w kolejności najpierw wstępnie naprężyć ramiona a następnie dobrać maty kompensacyjne – patrz rozdziały **P 5.0** i **P 5.1**.

Rura podwójna Doppelrohr

Wymiary rury przewodowej				Średnica płaszczka zewnętrznego D_a [mm]			Średnia temp. T_M	L_{max} przy przykryciu Ü_H od poziomu terenu do wierzchu płaszczka osłonowego PEHD m								
Średnica nominalna		Średnica zewn. d_a [mm]	Grubość ścianki s [mm]					Grubość izolacji			Ü_H = 0,80 m			Ü_H = 1,20 m		
				Grubość izolacji				Grubość izolacji			Grubość izolacji			Grubość izolacji		
DN	cale			S	1x	2x*	20 K	S	1x	2x*	S	1x	2x*	S	1x	2x*
20	3/4"	26,9	2,6	125	140	160		63	57	50	43	39	35	33	30	26
25	1"	33,7	3,2	140	160	180		78	69	61	54	48	43	41	36	33
32	1¼"	42,4	3,2	160	180	200		86	77	69	60	54	49	46	41	37
40	1½"	48,3	3,2	160	180	200		97	87	78	68	61	55	52	47	42
50	2"	60,3	3,2	200	225	250		96	86	77	68	61	55	52	47	42
65	2½"	76,1	3,2	225	250	280		106	95	85	75	68	61	58	53	47
80	3"	88,9	3,2	250	280	315		108	97	86	77	69	62	60	54	48
100	4"	114,3	3,6	315	355	400		119	106	94	86	77	68	68	60	54
125	5"	139,7	3,6	400	450	500		108	96	87	80	71	65	63	56	51
150	6"	168,3	4,0	450	500	560		123	111	98	92	83	74	73	66	59
200	8"	219,1	4,5	560	630	-	134	119	-	102	91	-	82	73	-	

DN	Średnia temp. T _M	Ü _H = 0,80 m			Ü _H = 1,20 m			Ü _H = 1,60 m			DN	Średnia temp. T _M	Ü _H = 0,80 m			Ü _H = 1,20 m			Ü _H = 1,60 m		
		Grubość izolacji			Grubość izolacji			Grubość izolacji					Grubość izolacji			Grubość izolacji			Grubość izolacji		
		S	1x	2x*	S	1x	2x*	S	1x	2x*			S	1x	2x*	S	1x	2x*	S	1x	2x*
20	30 K	58	52	46	40	36	32	30	27	24	20	40 K	53	48	42	37	33	29	28	25	22
25		72	63	56	50	44	39	38	33	30	25		66	58	51	45	40	36	35	31	27
32		79	71	64	55	49	45	42	38	34	31		72	65	58	50	45	41	39	35	31
40		89	80	72	62	56	51	48	43	39	36		82	73	66	57	51	46	44	39	36
50		88	79	71	62	56	50	48	43	39	36		81	72	65	57	51	46	44	39	36
65		97	88	78	69	62	56	53	48	44	40		89	80	72	63	57	51	49	44	40
80		99	89	79	71	64	57	55	50	44	41		91	81	72	65	58	52	50	45	41
100		110	97	86	79	71	63	62	56	50	45		100	89	79	73	65	58	57	51	45
125		100	88	80	73	65	59	58	52	47	43		91	81	73	67	60	54	53	47	43
150		114	102	90	84	76	68	67	61	54	49		104	93	83	77	70	62	62	56	50
200		124	109	-	94	83	-	76	67	-		200	113	100	-	86	76	-	69	62	-

DN	Średnia temp. T _M	Ü _H = 0,80 m			Ü _H = 1,20 m			Ü _H = 1,60 m			DN	Średnia temp. T _M	Ü _H = 0,80 m			Ü _H = 1,20 m			Ü _H = 1,60 m		
		Grubość izolacji			Grubość izolacji			Grubość izolacji					Grubość izolacji			Grubość izolacji			Grubość izolacji		
		S	1x	2x*	S	1x	2x*	S	1x	2x*			S	1x	2x*	S	1x	2x*	S	1x	2x*
20	50 K	48	43	38	33	30	26	25	23	20	20	60 K	43	39	34	30	27	24	23	20	18
25		59	52	47	41	36	32	31	28	25	25		53	47	42	37	32	29	28	25	22
32		65	58	53	46	41	37	35	31	28	31		59	52	47	41	37	33	31	28	25
40		74	66	60	52	46	42	40	36	32	36		66	59	54	46	41	38	35	32	29
50		73	65	59	52	46	42	40	36	32	41		66	59	53	46	41	37	36	32	29
65		81	73	65	57	52	46	44	40	36	46		72	65	58	51	46	42	40	36	32
80		82	74	65	59	53	47	46	41	37	51		74	66	59	53	47	42	41	37	33
100		91	81	71	66	59	52	52	46	41	56		81	72	64	59	53	47	46	41	37
125		83	73	66	61	54	49	48	43	39	61		74	65	59	54	48	44	43	38	35
150		94	84	75	70	63	56	56	50	45	66		84	76	67	63	56	51	50	45	40
200		103	91	-	78	69	-	63	56	-		200	92	81	-	70	62	-	56	50	-

S = standardowa grubość izolacji 1 x = pogrubiona 2 x = wykonanie specjalne*

Uwaga: W przypadku wymiarów oznaczonych (*) oraz średnic płaszczek osłonowych oznaczonych (*) i zapisanych kursywą chodzi o wyroby specjalne. Ich zastosowanie należy poprzedzić kontaktem z **isoplus** w celu sprawdzenia możliwości dostawy.

Podane w tabeli wartości bazują na wytycznych AGFW FW 401 – część 10 i obowiązują dla piasków o ciężarze nasypowym 19 kN/m³, kącie tarcia wewnętrznego $\varphi = 32,5^\circ$, maksymalnym dopuszczalnym naprężeniu ścinającemu dla pianki $\tau_{PUR} \leq 0,04$ N/mm² oraz dla rur przewodowych czarnych ze stali St 37.0, W-B lub S (ze szwem lub bez szwu). Grubości ścianek Nr 1.0254 wg rozdziału **R 2.0**. Dla innych wysokości przykrycia $\ddot{U}_H$ długość L_{max} należy interpolować, a następnie zmniejszyć o około 5 %.

Maksymalne dopuszczalne naprężenie osiowe σ_{zul} w rurze prostej = 190 N/mm², przy maksymalnej temperaturze roboczej $T_B = 140^\circ\text{C}$ i ciśnieniu znamionowym PN 25. Przy $T_B > 140^\circ\text{C}$ długość L_{max} musi zostać skrócona o około 5 %, ponieważ $\sigma_{zul} = \max 180$ N/mm². W zależności od T_B i wielkości przykrycia $\ddot{U}_H$ długość układania ≥ 120 m może spowodować wydłużenie osiowe $\Delta L > 80$ mm. Takie wydłużenie ΔL wymaga grubości mat kompensacyjnych $DP_s > 120$ mm.

Temperaturę płaszczka osłonowego PEHD zgodnie z AGFW FW 401 należy ograniczyć do maksymalnie 60°C, co oznacza maksymalną grubość mat kompensacyjnych DP_s równą 120 mm. Jeżeli $\Delta L > 80$ mm, należy w kolejności najpierw wstępnie naprężyć ramiona a następnie dobrać maty kompensacyjne – patrz rozdział **P 5.0** i **P 5.1**.

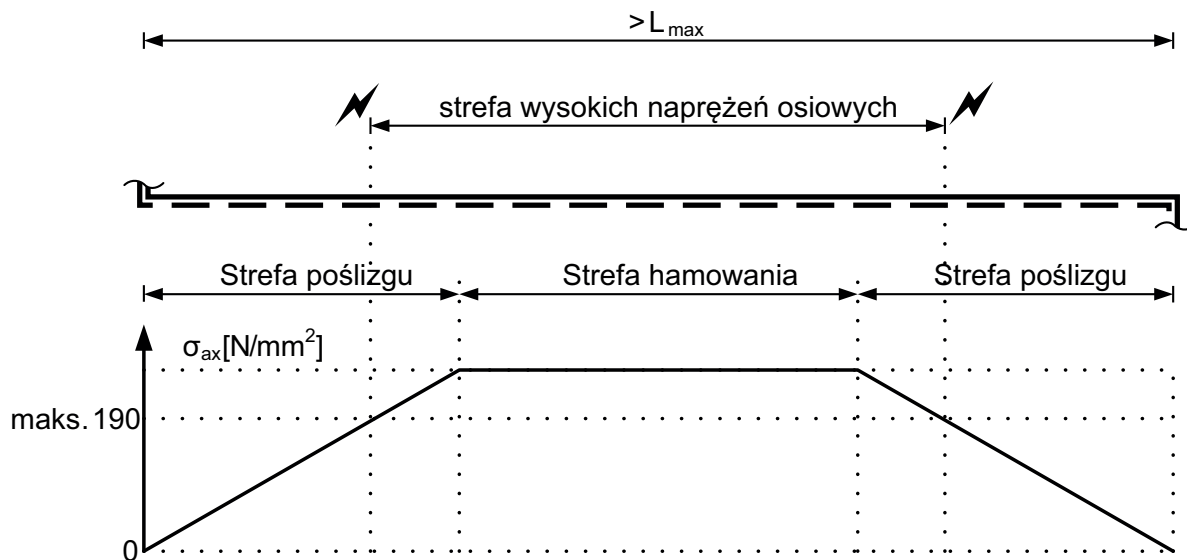
2.4 Zimny montaż

Przy zastosowaniu tej metody układania na zimno, przy temperaturach roboczych $> 85^{\circ}\text{C}$, występują strefy bardzo dużych obciążeń, które wcześniej w systemach zespolonych KMR uznawane były za niedopuszczalne. Projektując sieci ciepłne KMR, które mają być wykonywane tą metodą, można stosować proste odcinki układane prawie bez ograniczeń, tzn. również bez dobrze znanych elementów kompensacyjnych jak „U” czy „Z”-kształty.

Przy określaniu maksymalnych dopuszczalnych naprężeń nie ma zastosowania współczynnik bezpieczeństwa γ_M , a maksymalne naprężenia osiowe σ_{ax} dla rur przewodowych ze szwem lub bez szwu wykonanych ze stali St 37.0 wg warunków dostawy wg DIN 1626/1629 i średnicy nominalnej do DN 300, może wynieść około $300 \text{ N/mm}^2 \Rightarrow (R_e \cdot 1,5)$. Wartość tę można stosować przy maksymalnej temperaturze roboczej $T_B = 130^{\circ}\text{C}$. Zgodnie ze świadectwami materiałowymi rur przewodowych St 37.0 realna granica plastyczności R_e wynosi ok. 300 N/mm^2 i to właśnie tę okoliczność wykorzystuje się w przypadku metody zimnego montażu.

Od średnicy rurociągów DN 350 przy stosowaniu rur przewodowych ze stali St 37.0 należy zmniejszyć σ_{ax} poprzez zmniejszenie temperatury roboczej. Można także zastosować jako rurę przewodową rurę stalową z jakościowo lepszej stali np. St 52.0. Przy użyciu słabszego gatunku stali wystąpiłaby miejscowa niestabilność w formie wyboczeń lub ratcheting (tj. stałego pojawiania się miejscowych plastycznych zniekształceń przy powtarzalnych obciążeniach ponad granicę plastyczności R_e). Stąd ograniczenie średnicy nominalnej do DN 300 dla stali St 37.0.

W przypadku temperatur obliczeniowych i roboczych od 131°C do maks. 155°C jako rurę przewodową niezależnie od wymiarów, użyć należy wyłącznie materiał St 52.0.



Zimny montaż osiąga się przez jednorazowo zaplanowane przekroczenie granicy plastyczności, R_e St 37.0 = 204 N/mm^2 przy 130°C , w rurze przewodowej. W związku z ograniczeniami odkształceń termicznych podczas uruchomienia, materiał po osiągnięciu granicy plastyczności R_e zostanie jednorazowo spiętrzony. Materiał pozostanie elastyczny dla wszystkich dalszych obciążeń.

Właściwości specjalne „zimnego montażu” – patrz rozdział **P 2.4.1**.

2.4.1 13 cech szczególnych zimnego montażu

1. 3–, 4-krotnie większe wydłużenia w stosunku do termicznego naprężenia wstępnego, co wymaga elementów kompensacyjnych lub też budowli kompensacyjnych. Obliczenia statyczne wykazują, że nie jest możliwa rezygnacja z mat kompensacyjnych.
2. W takim wypadku wymagane jest dodatkowo termiczne lub mechaniczne naprężenie wstępne elementów lub ramion kompensacyjnych.
3. Wyższe naprężenia ściskające w piance PUR na wszystkich łukach trasy i ekstremalnie duże siły na układanej w ziemi armaturze odcinającej.
4. Fabrycznie izolowane trójniki powodują miejscowe osłabienie przekroju na rurze przelotowej trójnika, które rekompensować należy przez kołnierz wzmacniający lub użycie elementów T wg DIN 2615.
5. Redukcje rur przewodowych muszą być wymiarowane wg DIN 2616 – część 2.
6. Każde późniejsze przyłącze lub odgałęzienie nawiercane musi być dokładnie przeliczone i sprawdzone. Niezależnie od tego, czy odgałęzienie znajduje się w strefie poślizgu czy strefie hamowania, możliwe jest, że przyłącza nie da się wykonać.
7. Muszą zostać zachowane projektowane własności podłoża na całym odcinku. Prowadzący roboty ziemne muszą trzymać się dokładnie wymogów jakościowych dla podłoża piaskowego i zasypki. Parametry te należy na bieżąco kontrolować.
8. Zagłębienie rurociągów musi być dokładnie zdefiniowane przed wykonaniem, a każda zmiana musi być bezsprzecznie sprawdzona i dopuszczona.
9. Układane w ziemi rzeczywiste punkty stałe nie mają zastosowania ze względu na bardzo duże siły osiowe.
10. Ukosowania na połączeniach spawanych, zgodnie z AGFW FW 401, są niedopuszczalne, ponieważ naprężenie osiowe σ_{ax} nie może przekroczyć zadanych wielkości. Dopuszczony limit odchylenia na spoinie to $0,25^\circ$. Zespół układający rury musi być w tym zakresie bezwzględnie przeszkolony i odpowiednio nadzorowany.
11. Podwyższone obciążenia muf łączących wymagają stosowania jakościowo lepszych konstrukcji muf.
12. Należy unikać układania konstrukcji wzdłuż alei z drzewami, ponieważ działanie wiatru na ziemię poprzez korzenie drzew może mieć znaczący wpływ na statyczne podstawy parametrów gruntu zasypowego (niekontrolowana zmiana wartości współczynnika tarcia)!
13. Wszystkie pomiary konstrukcji prowadzonych równolegle do trasy KMR wymagające prac ziemnych, muszą być ponownie wyliczone w związku z niebezpieczeństwem pęknięcia lub wyprężenia rurociągów KMR i wymagają wówczas zezwolenia. Zezwolenie powinno być otrzymane od isoplus jako strony odpowiadającej za część statyczną rury. Musi to być wiadome wszystkim użytkownikom uzbrojenia lub musi tę informację posiadać jednostka koordynująca (np. ZUDP). Obliczenie możliwej maksymalnie długości wykopu wykonane powinno być również przez isoplus.

Wszyscy uczestniczący w budowie muszą działać z najwyższą starannością podczas wykonywania „budowy równoległej”. Musi to być niezależnie i na bieżąco kontrolowane. W tzw. obszarach wysokich naprężeń (patrz plan trasy **isoplus**) najbardziej krytyczne jest odkopywanie rurociągów, ponieważ zachwiana jest stabilność rurociągu. Możliwe jest nagłe pęknięcie lub wyboczenie rurociągów KMR.

isoplus żąda w przypadku technologii „zimnego montażu” pisemnego oświadczenia, ewentualnie potwierdzenia inwestora lub pełnomocnika, że wymienione ograniczenia, specyfika metody i ryzyko związane z jej stosowaniem są dokładnie znane i że są zaakceptowane na okres trwałości trasy ciepłowniczej.

3. WYDŁUŻENIA RUROCIĄGÓW

3.0 Wydłużenia osiowe

Podczas zmiany temperatury roboczej następuje odkształcanie materiałów – czyli zmiana ich objętości. W przypadku rur preizolowanych KMR ze względu na zmieniającą się temperaturę duże znaczenie ma wydłużenie – skrócenie osiowe. Przy zmianie długości działa siła tarcia między płaszczem osłonowym PEHD i łóżem piaskowym. W wyniku działania tych sił w systemie powstają najróżniejsze naprężenia. Zadaniem statyki jest określenie powstających naprężeń mając na uwadze bezpieczeństwo konstrukcji, tak aby dla zastosowanych materiałów uniknąć przekroczenia wartości granicznych i aby została optymalnie skompensowana zmiana długości przewodu.

3.0.1 Wydłużenie swobodne

Pod pojęciem „wydłużenie swobodne” ε_L rozumie się zmianę długości przewodu rurowego przy zmianie temperatury, w sytuacji, w której na przewód rurowy nie działają żadne siły hamujące. Charakterystyczną wielkością zmiany długości przewodu jest współczynnik rozszerzalności liniowej α rury przewodowej. Przy pominięciu działania siły tarcia, ułożony swobodnie przewód KMR o zadanej długości L_x podczas podwyższania temperatury zmienia swoją długość wg zależności:

$$\varepsilon_L = \alpha \cdot L_x \cdot \Delta T \text{ [mm]} \quad (13)$$

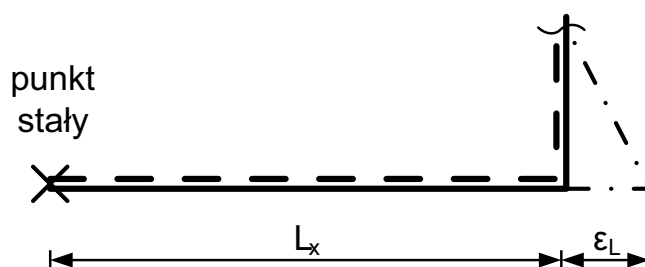
$$\varepsilon_L = 1,25 \cdot 10^{-5} \cdot 50\,000 \cdot 120 \text{ [mm]} \quad (\text{wg } 13)$$

$$\text{Wynik:} \quad \varepsilon_L = 75,6 \text{ mm} \quad (\text{wg } 13)$$

L_x – rozpatrywana długość rury [m];

α – współczynnik rozszerzalności liniowej [1/K]
patrz rozdział P 2.0;

ΔT – przyrost temperatury – różnica między temperaturą otoczenia, a maksymalną temperaturą roboczą T_B ; np.: $130 - 10 = 120^\circ\text{C}$.



3.0.2 Wydłużenie rzeczywiste

W warunkach rzeczywistych, w wypełnionym piaskiem wykopie, podczas zmiany temperatury, rurociąg systemu KMR zachowuje się odmiennie niż podczas „wydłużenia swobodnego”. W wykopie ruch rurociągu jest znacznie ograniczony, zwłaszcza podczas podwyższania temperatury. W czasie wydłużania osiowego pojawia się siła tarcia F'_R pomiędzy płaszczem osłonowym PEHD a otaczającym go łóżem piaskowym. Siła tarcia wynika z działających od zewnątrz na KMR sił normalnych ΣF a więc, z siły nacisku naziomu F'_N , ciężaru przewodu rurowego wypełnionego wodą F'_G oraz współczynnika tarcia μ między płaszczem osłonowym PEHD a gruntem, czyli:

$$F'_R = \mu \cdot (F'_N + F'_G) \text{ [N/m]} \quad (14)$$

$$F'_R = 0,40 (10\,076,46 + 408,10) \text{ [N/m]} \quad (\text{wg } 14)$$

$$\text{Wynik:} \quad F'_R = 4\,193,82 \text{ N/m}$$

$$\text{lub} \quad F'_R = 4,194 \text{ kN/m} \quad (\text{wg } 14)$$

$$\mu \quad \text{– współczynnik tarcia [1];} \quad \Rightarrow (15)$$

$$F'_N \quad \text{– obciążenie naziomem [N/m];} \quad \Rightarrow (18)$$

$$F'_G \quad \text{– ciężar rurociągu – patrz rozdział M 12.3, wzory od (88) do (92) $\Rightarrow$ w przykładzie = 408,10 N/m.}$$

WYDŁUŻENIA RUROCIĄGÓW

Współczynnik tarcia μ jest tangensem kąta tarcia δ między płaszczem osłonowym PEHD, a otaczającym go łóżem piaskowym.

$$\mu = \operatorname{tg}(\delta) [1] \quad (15)$$

$$\mu = \operatorname{tg}(21,67) [1] \quad \text{Wynik: } \mu = 0,397 \approx 0,40 \quad (\text{wg } 15)$$

Wielkość kąta tarcia między rurociągiem a gruntem δ zależna jest od kąta tarcia wewnętrznego φ materiału użytego na łożo piaskowe. W literaturze i znanych poradnikach dotyczących statyki rur, jako wartość przyjmowaną do obliczeń, dla piasku i odpowiedniego żwiru w warunkach uśrednionych, przyjmuje się kąt tarcia wewnętrznego $\varphi = 32,5^\circ$, natomiast ciężar właściwy zasypki $\rho = 19 \text{ kN/m}^3$.

$$\delta = \frac{2}{3} \cdot \varphi [^\circ] \quad (16)$$

$$\delta = \frac{2}{3} \cdot 32,5 [^\circ] \quad \text{Wynik: } \delta = 21,67^\circ \quad (\text{wg } 16)$$

Dodatkowo, aby określić oddziaływanie zasypki i siłę normalną F'_N , musi być znany współczynnik parcia spoczynkowego k_0 zależny od kąta tarcia wewnętrznego łoża piaskowego φ w sposób:

$$k_0 = 1 - \sin \varphi [1] \quad (17)$$

$$k_0 = 1 - \sin(32,5^\circ) [1] \quad \text{Wynik: } k_0 = 1 - 0,537 = 0,463 \approx 0,46 \quad (\text{wg } 17)$$

Dla siły od naziomu obowiązuje:

$$F'_N = \rho \cdot h_m \cdot \pi \cdot D_a \cdot \frac{1+k_0}{2} [\text{N/m}] \quad (18)$$

$$F'_N = 19\,000 \cdot 0,925 \cdot 3,1416 \cdot 0,25 \cdot \frac{1+0,46}{2}$$

$$\text{Wynik: } F'_N = 10\,076,46 \text{ N/m} \quad (\text{wg } 18)$$

ρ – gęstość zasypki [N/m^3];

h_m – zagłębienie osi rurociągu od poziomu terenu;

$$h_m = \ddot{U}_H + D_a / 2;$$

w przykładzie $h_m = 0,8 + 0,25 / 2 = 0,925$;

$\ddot{U}_H$ – przykrycie rurociągu [m];

D_a – średnica zewn. płaszcza osłonowego [m].

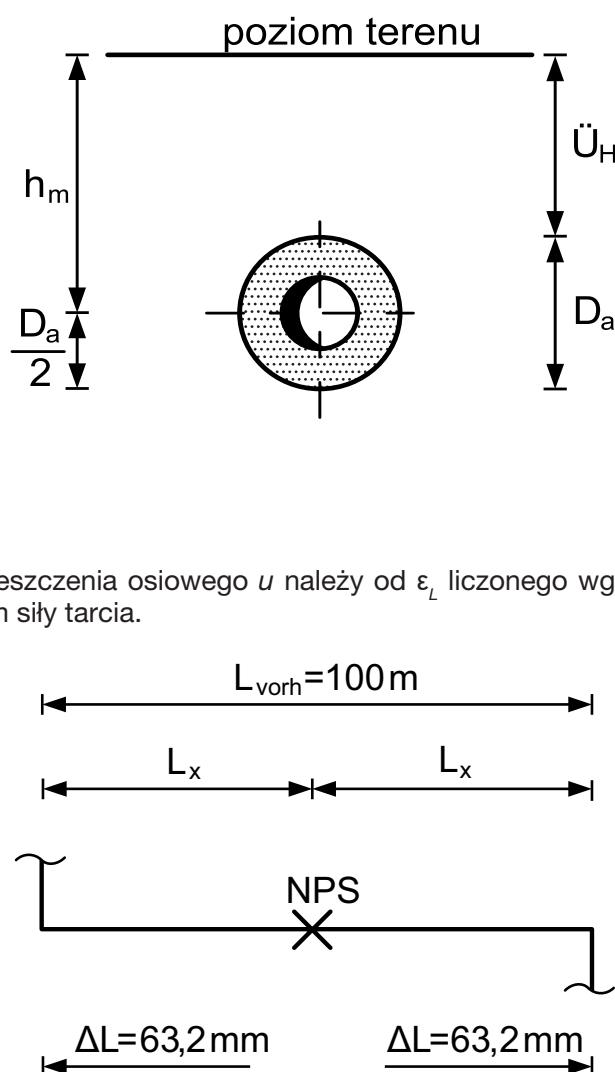
Dla określenia rzeczywistego wydłużenia ΔL lub przemieszczenia osiowego u należy od ε_L liczonego wg (13) odjąć redukcję wydłużenia spowodowaną działaniem siły tarcia.

$$\Delta L = \varepsilon_L - \frac{F'_R \cdot L_x^2}{2 \cdot E \cdot A} [\text{mm}] \quad (19)$$

$$\Delta L = 75,6 - \frac{4,194 \cdot 50\,000^2}{2 \cdot 204\,600 \cdot 2\,064,66} [\text{mm}]$$

$$\text{Wynik: } \Delta L = 63,2 \text{ mm} \quad (\text{wg } 19)$$

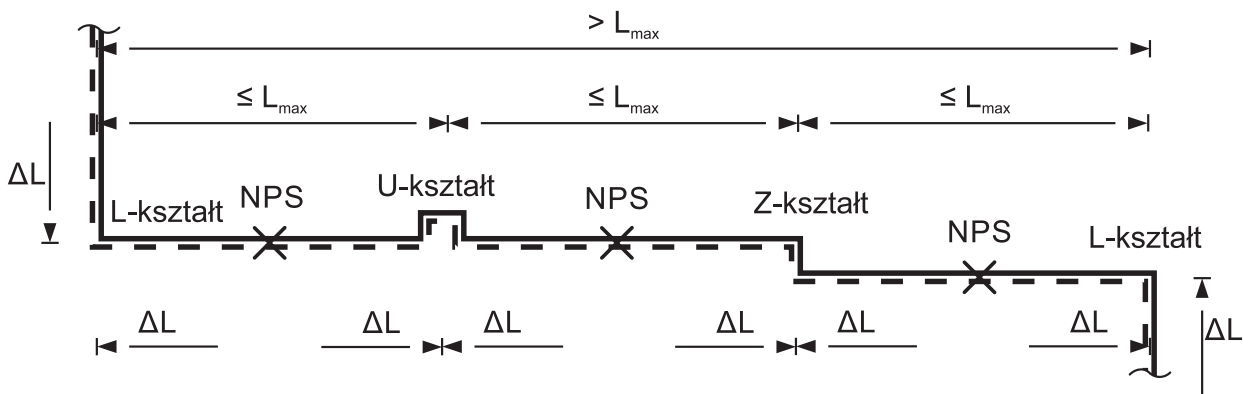
Oznacza to, że rurociąg o długości 100m (DN 150/250, $T_B=130^\circ\text{C}$, $\ddot{U}_H=0,80 \text{ m}$) wydłuży się równomiernie od swojego środka NPS w kierunku obydwu układów kompensacyjnych (L, Z, U) o około 63,2 mm.



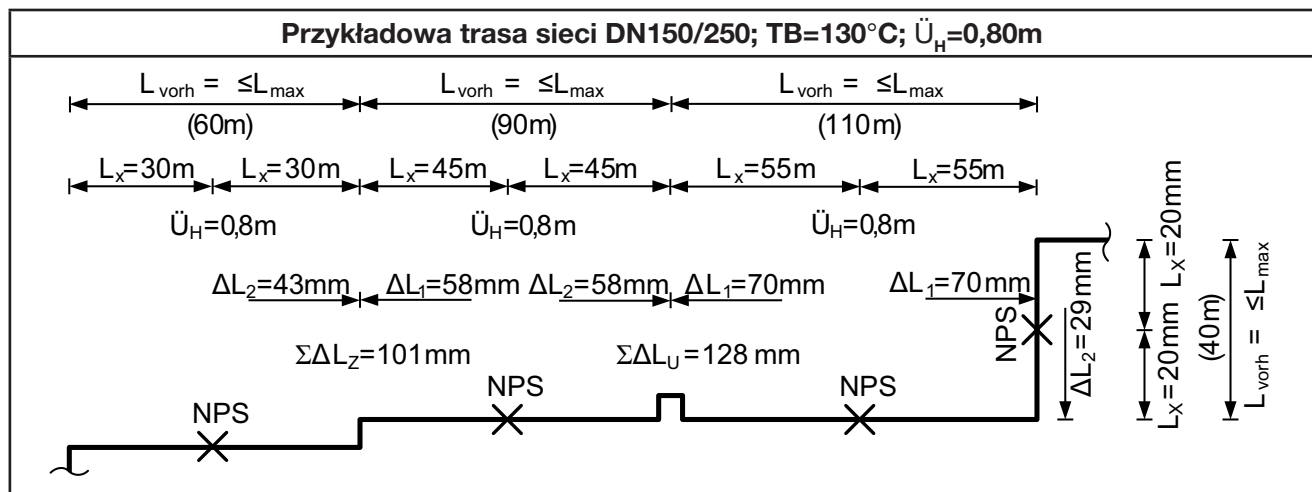
3.1 Kompensacja wydłużeń

W celu zaprojektowania odpowiedniej wielkości elementów kompensacyjnych „L”, „Z” i „U”-kształtowych oraz określenia niezbędnych grubości mat kompensacyjnych należy określić przewidywaną wielkość wydłużenia rurociągu ΔL . Ponieważ wydłużenie zależy od rzeczywistej długości trasy L_{vorh} , temperatury roboczej T_B oraz wielkości przykrycia ziemią rurociągu $\ddot{U}_H$, powinny zostać wykonane dokładne obliczenia wg zasad określonych w rozdziale P 3.0. W praktyce jednak wielkość wydłużenia ΔL ustalona może być z wystarczającą dokładnością za pomocą wykresów zamieszczonych w rozdziałach P 3.2.1 i P 3.2.2.

Wykresy te obowiązują dla rur przewodowych stalowych o średnicy do DN 500, wysokości naziemu 0,80 m oraz temperatury roboczej 130°C. Dla większych średnic rurociągów przedstawienie na wykresach nie jest możliwe ze względu na skomplikowany charakter obliczeń wykonywanych metodą kolejnych przybliżeń. W takich przypadkach obliczenia statyczne przeprowadzane będą wyłącznie przez **isoplus** przy użyciu aktualnego oprogramowania.



Na podstawie rzeczywistych odległości L_{vorh} między elementami kompensacyjnymi DS określone są odległości L_x dla określenia wydłużeń przejmowanych przez pojedynczy element kompensacyjny.



Wydłużenie ΔL od L_x dla DN 20 do DN 200 – rozdział P 3.2.1.

Wydłużenie ΔL od L_x dla DN 250 do DN 500 – rozdział P 3.2.2.

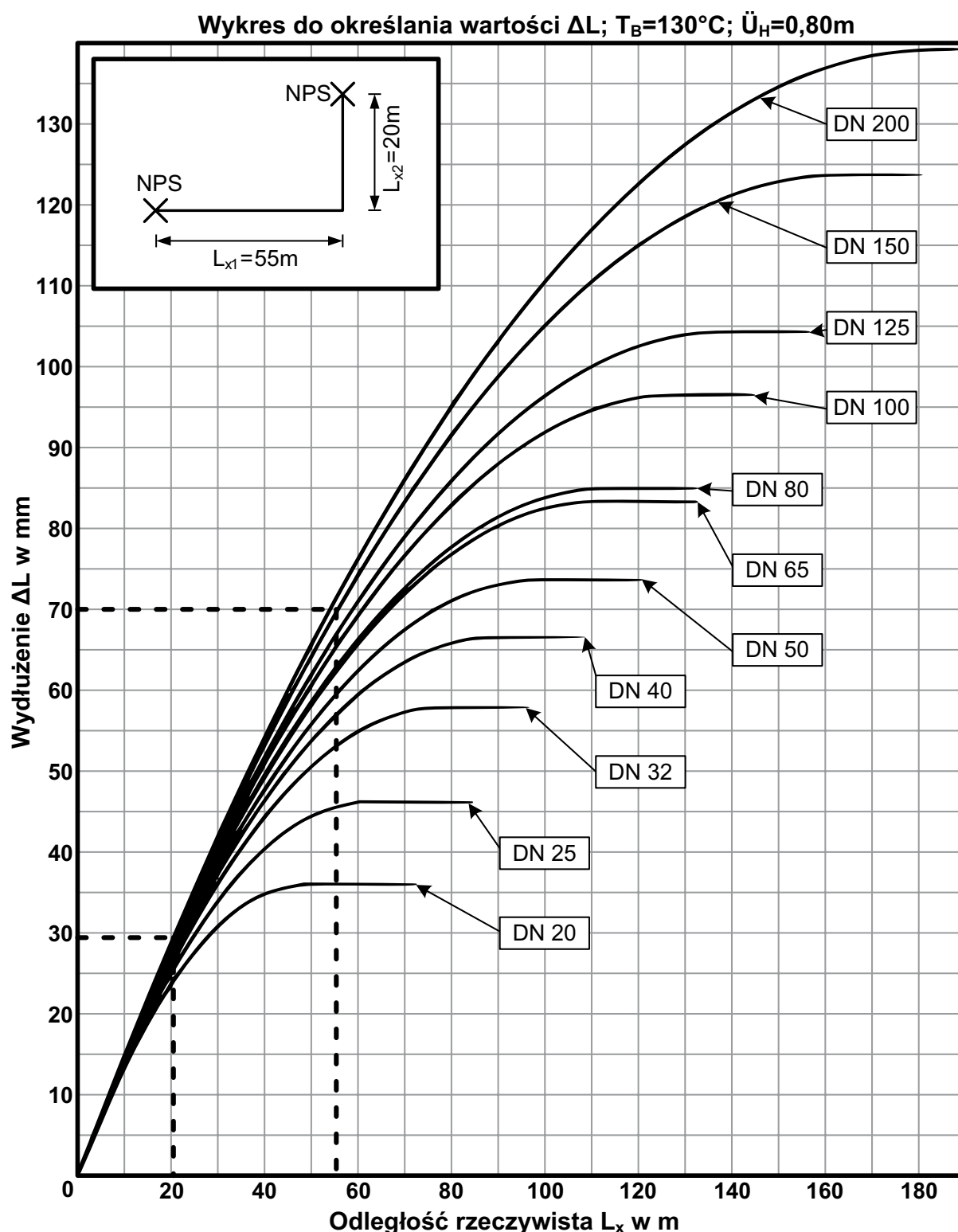
Współczynniki korekcyjne dla innego $\ddot{U}_H$, kąta zmiany trasy oraz temperatury T_B – P 0 + P 3.3.1.

Określenie wymaganej grubości mat kompensacyjnych DP_s – rozdział P 3.3.4.

Dobór wysięgów elementów kompensacyjnych „L”, „Z” i „U”-kształtowych – rozdziały P 3.4 do P 3.6.

3.2 Wydłużenie ΔL [mm]

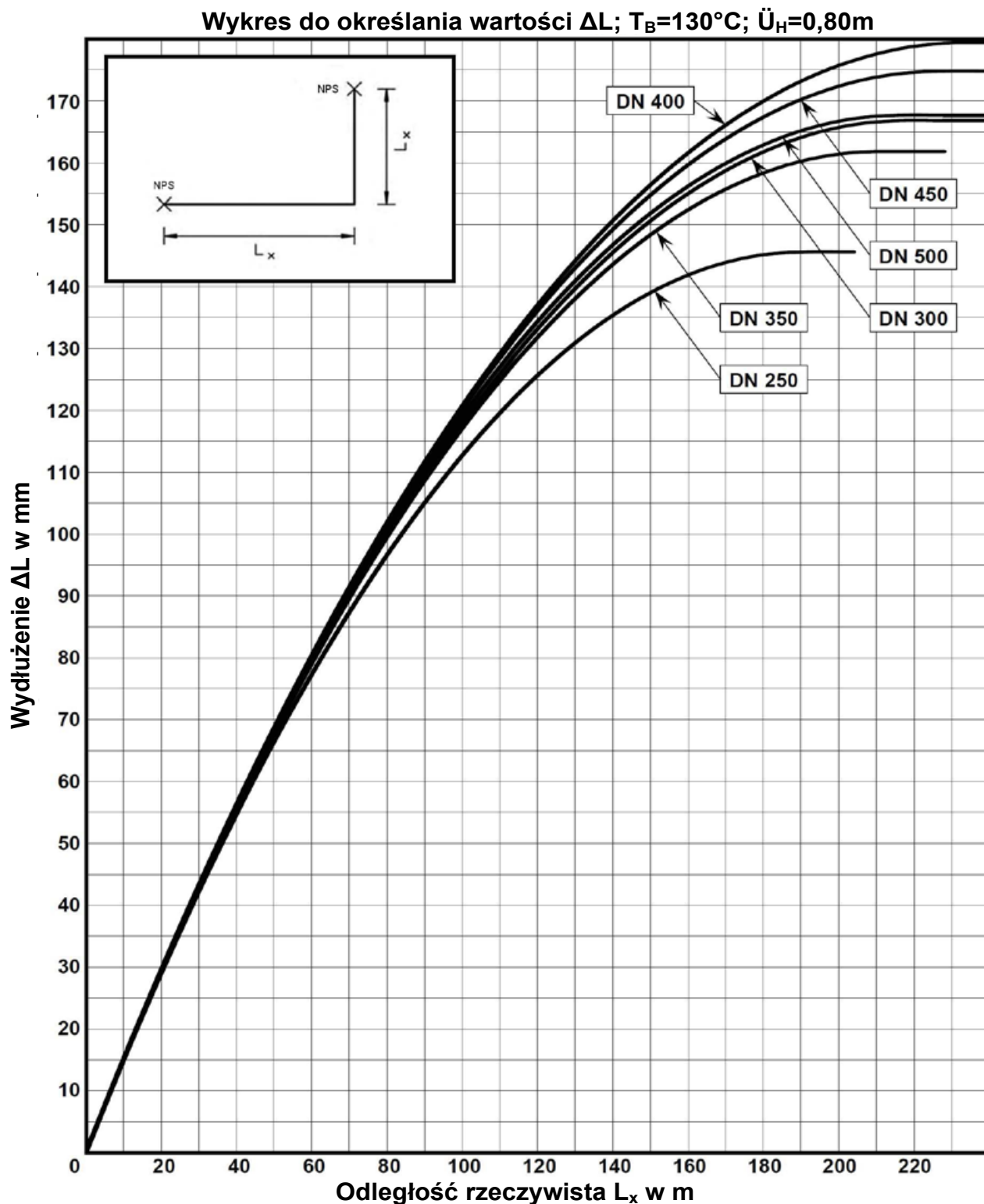
3.2.1 Wydłużenie ΔL [mm] dla średnic od DN 20 do DN 200



Współczynniki korekcyjne dla innego $\ddot{U}_H$, kąta oraz temperatury T_B – P 3.3.1 – P 3.3.3.

Określenie wymaganej grubości mat kompensacyjnych DP_s – rozdział P 3.3.4.

Dobór wysięgów elementów kompensacyjnych „L”, „Z” i „U”-kształtowych – rozdziały P 3.4 do P 3.6.

3.2.2 Wydłużenie ΔL [mm] dla średnic od DN 250 do DN 500

Współczynniki korekcyjne dla innego $\ddot{U}_H$, kąta oraz temperatury T_B – P 3.3.1 – P 3.3.3.

Określenie wymaganej grubości mat kompensacyjnych DP_S – rozdział P 3.3.4.

Dobór wysięgów elementów kompensacyjnych „L”, „Z” i „U”-kształtowych – rozdziały P 3.4 do P 3.6.

3.3 Współczynniki korekcyjne

3.3.1 Współczynnik korekcyjny dla innego naziomu $\ddot{U}_H$

Dla grubości przykrycia rurociągów $> 0,80$ m należy liczyć się ze zmniejszeniem wielkości ΔL . W zależności od stosunku rzeczywistej, istniejącej między dwoma elementami kompensacyjnymi DS , długości trasy L_{vorh} do maksymalnego dopuszczalnego rozstawu tych elementów L_{max} należy stosować inne wartości współczynnika korekcyjnego $\Delta f_{\ddot{U}_H}$. Aby dobrać odpowiednią wielkość współczynnika należy obliczyć wartość L_V wynikającą ze stosunku L_{vorh} do L_{max} przy $\ddot{U}_H = 0,80$ m.

$$L_V = \frac{L_{vorh}}{L_{max}} [1] \quad (20)$$

Dla współczynnika korekcyjnego $\Delta f_{\ddot{U}_H}$ obowiązuje:

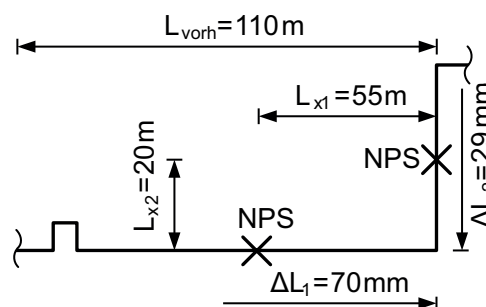
Współczynnik zmniejszający	Stosunek długości L_V dla $\ddot{U}_H=0,80$ m	$\ddot{U}_H = 0,80$ m	$\ddot{U}_H = 1,00$ m	$\ddot{U}_H = 1,20$ m	$\ddot{U}_H = 1,60$ m
$\Delta f_{\ddot{U}_H} A$	$<0,15$	1,00	1,00	1,00	1,00
$\Delta f_{\ddot{U}_H} B$	$0,15 - <0,30$	1,00	1,00	1,00	0,90
$\Delta f_{\ddot{U}_H} C$	$0,30 - >0,45$	1,00	1,00	0,90	0,80
$\Delta f_{\ddot{U}_H} D$	$>0,45$	1,00	0,90	0,85	0,70

Przykładowa długość dla DN 150/250, $L_{max} = 187,00$ (rozdział P 2.2)
$<28,05$ m
$28,05$ m – $<56,10$ m
$56,10$ m – $<84,15$ m
$>84,15$ m

Przykład: DN 150/250; $T_B = 130^\circ\text{C}$; $\ddot{U}_H = 1,20$ m; $L_{vorh1} = 100$ m; $L_{vorh2} = 40$ m

$L_{vorh1} = 110$ m; $L_V = 110 / 187 = 0,59$
 $L_{x1} = 55$ m; $\Delta L_1 = 70$ mm wg P 3.2.1
 $\Delta f_{\ddot{U}_H} D = \mathbf{0,85}$; $\Delta L_1 = 70 \cdot 10,85 = 59,5$ mm

$L_{vorh2} = 40$ m; $L_V = 40 / 187 = 0,21$
 $L_{x2} = 20$ m; $\Delta L_2 = 29$ mm wg P 3.2.1
 $\Delta f_{\ddot{U}_H} D = \mathbf{1,00}$; $\Delta L_2 = 29 \cdot 1,00 = 29,0$ mm



3.3.2 Współczynnik korekcyjny dla innego kąta uzupełniającego $\alpha < 90^\circ$

Dla kąta uzupełniającego $\alpha < 90^\circ$ przemieszczenie boczne ΔL_U wynikające z wydłużenia osiowego ΔL_V musi być określone z zastosowaniem współczynnika korekcyjnego Δf_α którego wielkość określić należy zgodnie z przedstawionym diagramem.

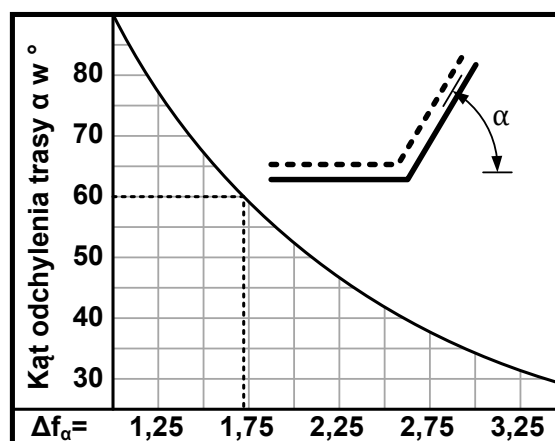
Przykład, ΔL_1 , $\alpha = 60^\circ$:

$$70 \cdot 0,85 \cdot \mathbf{1,73} = 103 \text{ mm}$$

$\Delta L_V \geq 80$ mm wymaga grubości obłożenia $DP_s > 120$ mm. Aby nie przekroczyć dopuszczalnej wg AGFW FW 401 temperatury płaszcza PEHD tj. 60°C , łuki na których następuje kompensacja wydłużeń termicznych z $DP_s > 120$ mm należy poddać wstępnym naprężeniom termicznie lub mechanicznie – patrz rozdziały P 5.0 i P 5.1.

Określenie wymaganej grubości mat kompensacyjnych DP_s – rozdział P 3.3.4.

Dobór wysięgów elementów kompensacyjnych „L”, „Z” i „U”-kształtowych – rozdziały P 3.4 do P 3.6.



3.3.3 Współczynnik korekcyjny – Inna temperatura robocza T_B

Maksymalna temperatura robocza T_B ma decydujący wpływ na wydłużenie rzeczywiste. Dlatego ustalone wg P 3.2.1 i P 3.2.2 wydłużenie musi zostać skorygowane współczynnikiem korekcyjnym Δf_{TB} .

Temperatura robocza T_B w °C	155	140	130	120	110
Współczynnik korekcyjny Δf_{TB}	1,29	1,10	1,00	0,92	0,84

Temperatura robocza T_B w °C	100	90	80	70	60
Współczynnik korekcyjny Δf_{TB}	0,75	0,67	0,59	0,50	0,42

Przykład, $T_B = 90^\circ$ ($\Delta L_1 \cdot \Delta f_{\dot{U}H} \cdot \Delta f_\alpha \cdot \Delta f_{TB}$):

$$\Rightarrow 70 \cdot 0,85 \cdot 1,73 \cdot \mathbf{0,67} = 69,00 \text{ mm} \quad (21) \quad \Rightarrow DP_S = 120 \text{ mm}$$

3.3.4 Minimalna grubość mat kompensacyjnych $DP_{S \min}$

Po określeniu przy zastosowaniu współczynników korekcyjnych $\Delta f_{\dot{U}H} + \Delta f_\alpha + \Delta f_{TB}$ wydłużenia efektywnego ΔL_{eff} , należy określić minimalną grubość mat kompensacyjnych $DP_{S \min}$ zgodnie z przedstawionym zaleceniem:

$$DP_{S \min} = \Delta L_{eff} \cdot 1,50 \text{ mm} \quad (21)$$

W zależności od wielkości efektywnego wydłużenia ΔL_{eff} grubość mat kompensacyjnych DP_S powinna zawierać się w przedstawionych zakresach:

$$\Delta L_{eff} = 00 \div < 27 \text{ mm} \quad \Rightarrow \quad DP_S = 40 \text{ mm}$$

$$\Delta L_{eff} = 27 \div < 53 \text{ mm} \quad \Rightarrow \quad DP_S = 80 \text{ mm}$$

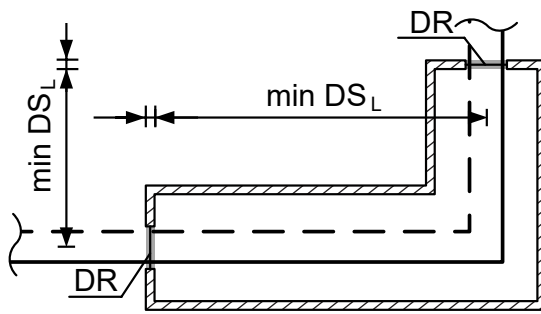
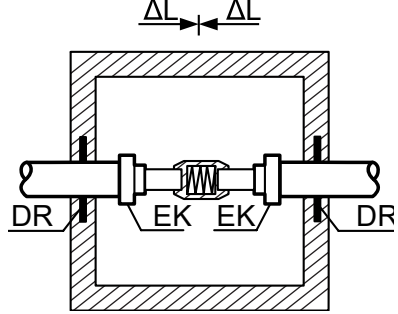
$$\Delta L_{eff} = 53 \div < 80 \text{ mm} \quad \Rightarrow \quad DP_S = 120 \text{ mm}$$

Przy $\Delta L > 80 \text{ mm}$ elementy kompensacyjne powinny zostać wstępnie naprężone termicznie lub mechanicznie o około 50% – patrz rozdziały P 5.0 i P 5.1. Oznacza to, że grubość mat DP_S wyniesie wtedy:

$$\Delta L_{eff} = 80 \div < 106 \text{ mm} \quad \Rightarrow \quad DP_S = \Delta L \cdot 0,75 \text{ mm} \quad (22) \quad \Rightarrow \quad DP_S = 80 \text{ mm}$$

$$\Delta L_{eff} = 106 \div < 160 \text{ mm} \quad \Rightarrow \quad DP_S = \Delta L \cdot 0,75 \text{ mm} \quad (22) \quad \Rightarrow \quad DP_S = 120 \text{ mm}$$

Wydłużenie efektywne $\Delta L_{eff} > 160 \text{ mm}$ nie może zostać przejęte przez maty kompensacyjne. Do tego celu przygotować należy nisze kompensacyjne lub zainstalować kompensatory osiowe w komorach.

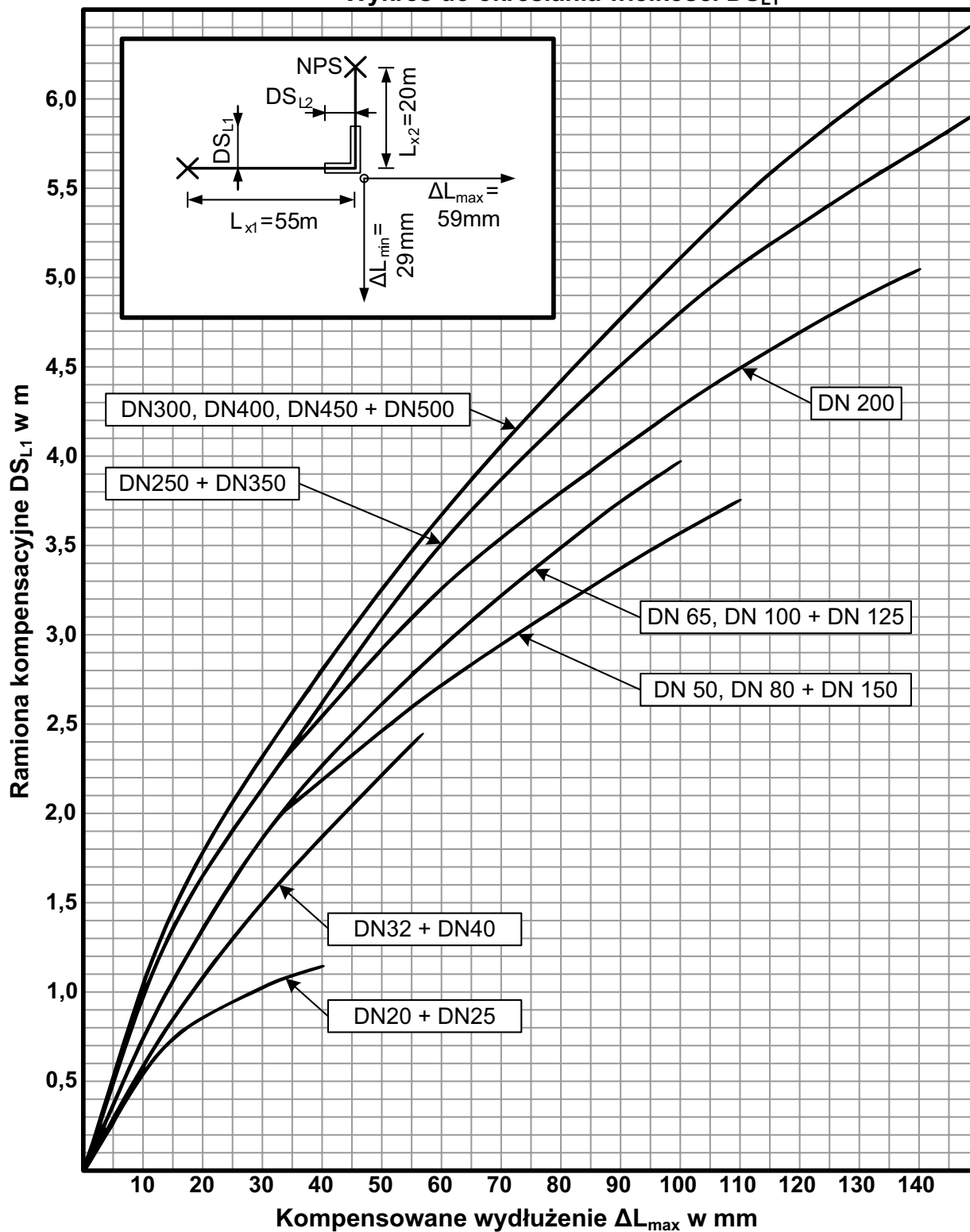
Przykładowa nisza kompensacyjna	Przykładowa komora kompensatora
 DR – pierścień gumowy (rozdział Z 6.0)	 EK – kaptur zakańczający (rozdział Z 5.0)

Przykłady użycia mat kompensacyjnych – rozdziały P 3.4.2 + P 3.7

Określenie wysięgów DS_L elementów kompensacyjnych „L” „Z” i „U”-kształtowych – rozdziały P 3.4–P 3.6

3.4 Ramiona kompensacyjne dla L-kształtów

3.4.1 Długość ramion kompensacyjnych DS_{L1} [m] dla L-kształtów z ΔL_{max}

Wykres do określania wielkości DS_{L1} 

Określenie wymaganej grubości mat kompensacyjnych DP_s – rozdział P 3.3.4.

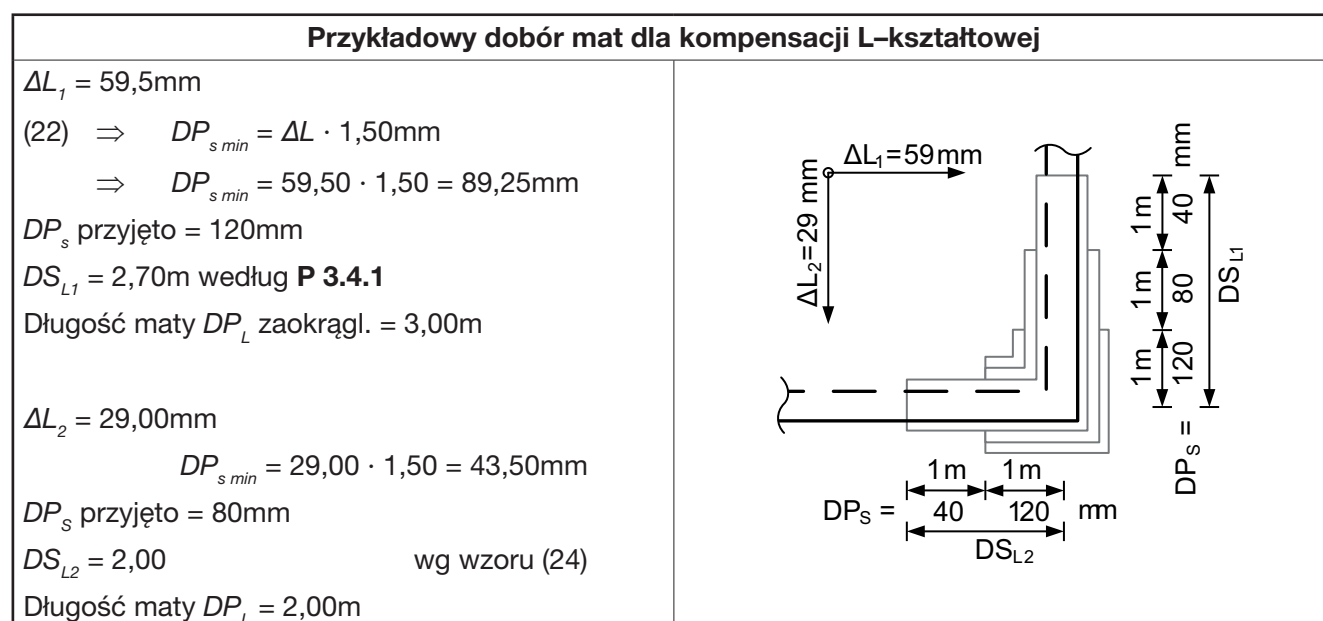
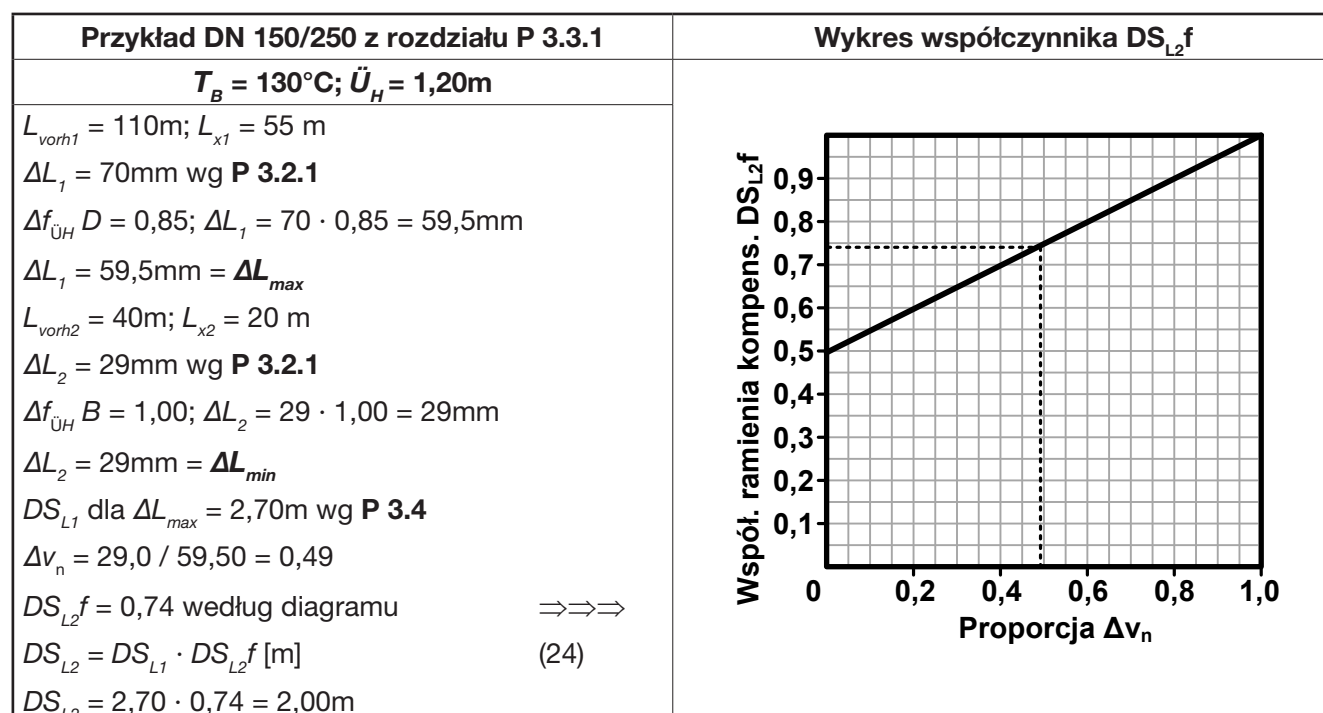
Dobór wysięgów elementów kompensacyjnych DS_{L2} dla „L”-kształtów z ΔL_{min} – wg rozdziału P 3.4.2.

3.4.2 Dobór ramion kompensacyjnych DS_{L2} [m] dla L-kształtów z ΔL_{min}

Przy zastosowaniu wykresu z rozdziału P 3.4 należy określić wielkość dłuższego ramienia DS_{L1} kompensacji „L”-kształtowej, wynikającą z maksymalnego wydłużenia ΔL_{max} . W celu określenia wielkości krótszego ramienia tej kompensacji DS_{L2} , należy wstępnie określić wartość Δv_n będącą stosunkiem wydłużeń ΔL_{min} do ΔL_{max} .

$$\Delta v_n = \frac{\Delta L_{min}}{\Delta L_{max}} [1] \quad (23)$$

Dzięki znajomości proporcji Δv_n na diagramie odczytać można współczynnik korekcyjny ramienia kompensacyjnego DS_{L2}^f .

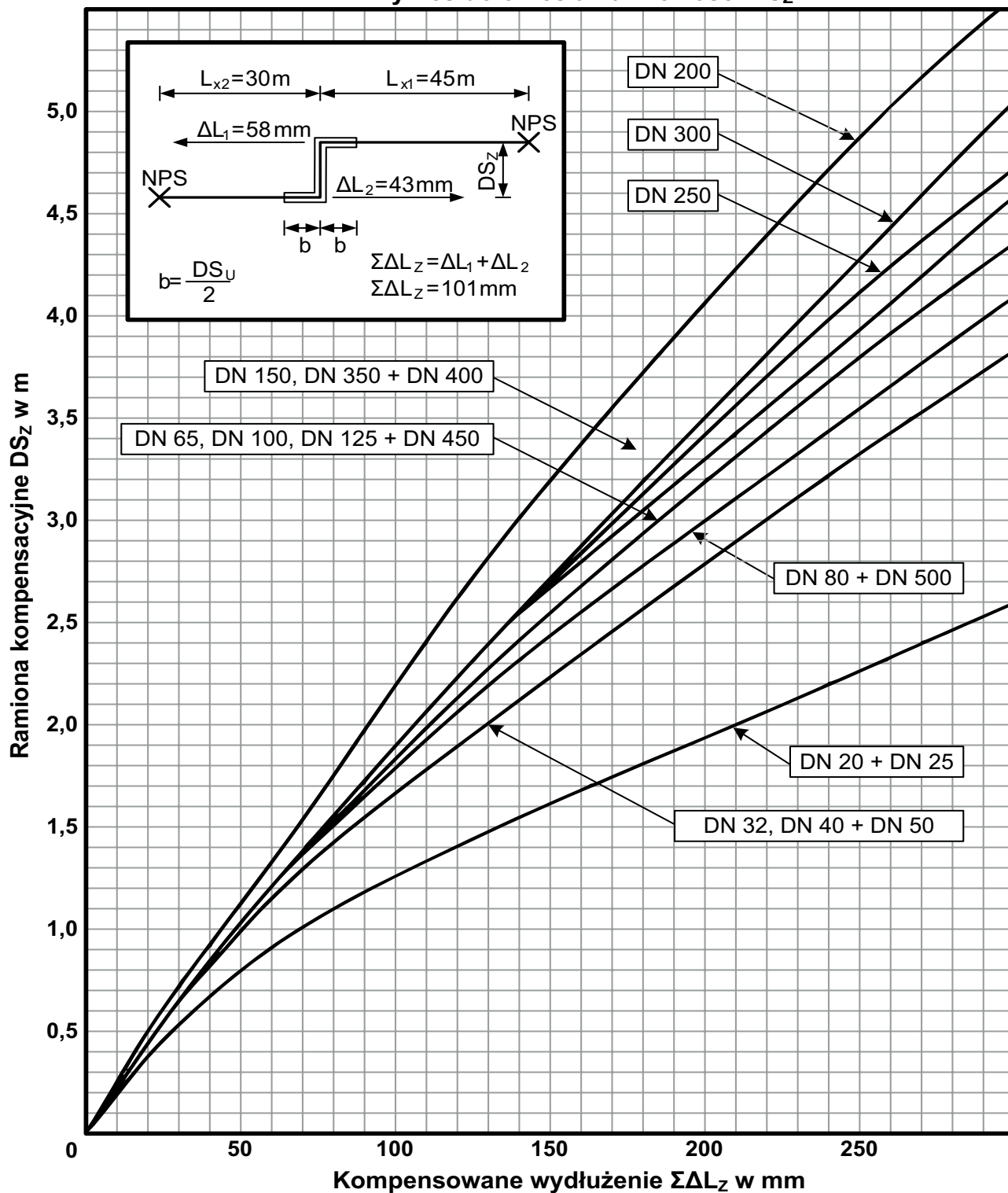


Określenie wymaganej grubości mat kompensacyjnych DP_s – rozdział P 3.3.4.

Dobór wysięgów elementów kompensacyjnych DS_{L1} dla „L”-kształtów z ΔL_{max} – wg rozdziału P 3.4.1.

3.5 Ramiona kompensacyjne dla Z-kształtów

3.5.1 Długość ramienia kompensacyjnego DS_z [m] dla Z-kształtów z $\Sigma\Delta L_{1+2}$

Wykres do określania wielkości DS_z 

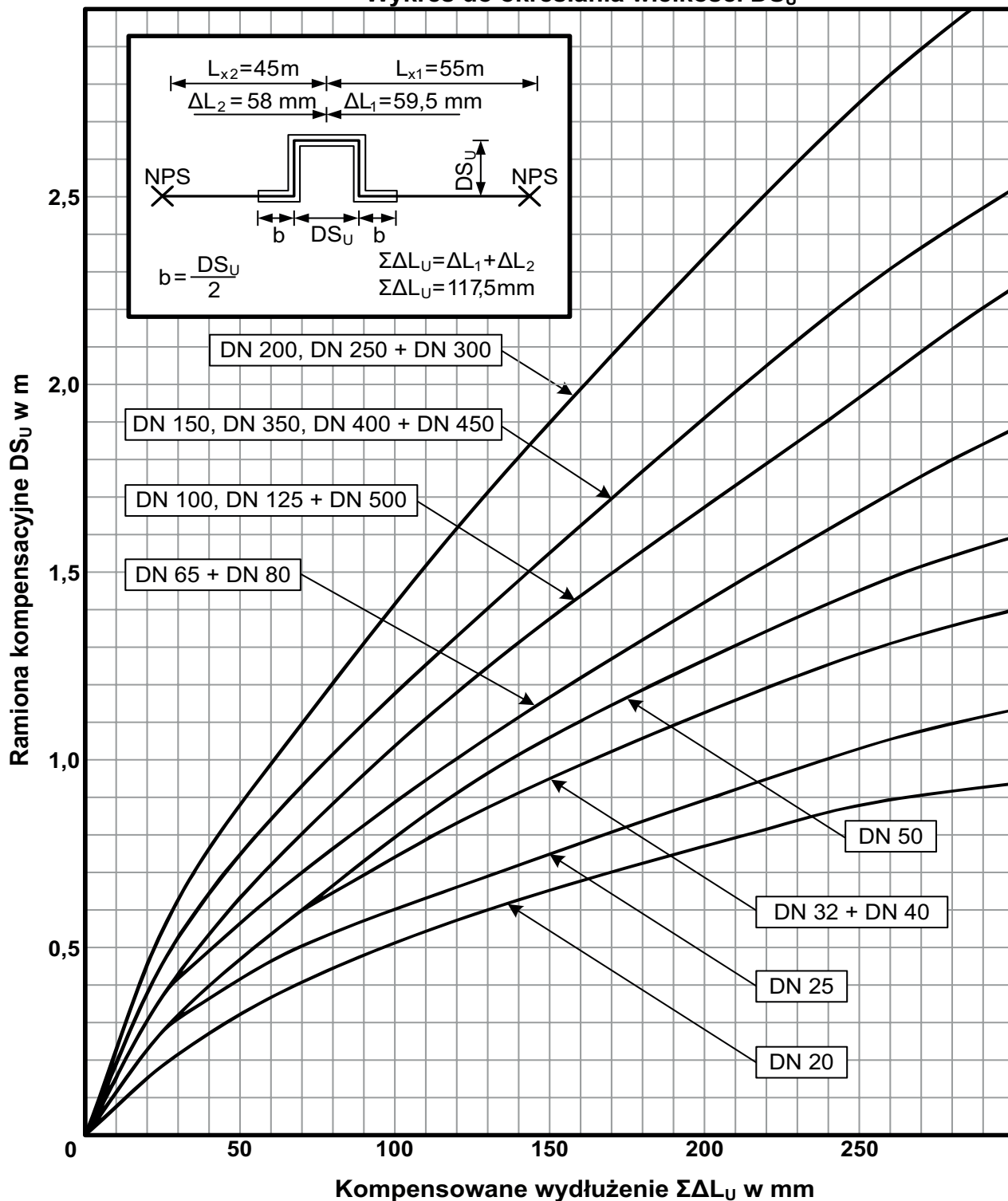
Określenie wymaganej grubości mat kompensacyjnych DP_s – rozdział P 3.3.4.

Przykład użycia mat kompensacyjnych dla „Z”-kształtu – rozdział P 3.7.

3.6 Ramiona kompensacyjne dla U-kształtów

3.6.1 Długość ramienia kompensacyjnego DS_U [m] dla U-kształtów z $\Sigma\Delta L_{1+2}$

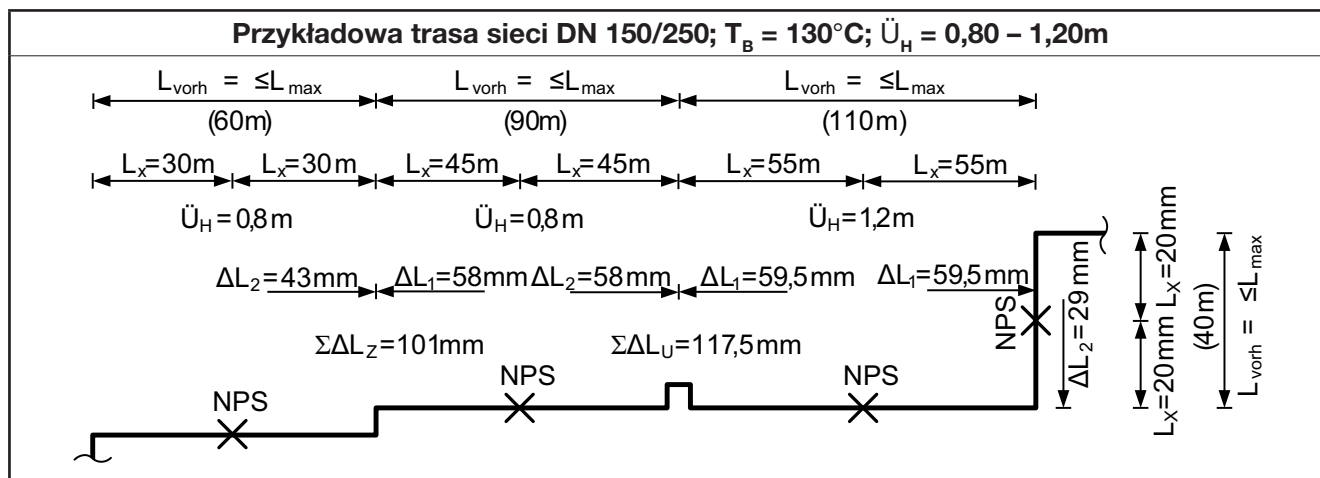
Wykres do określania wielkości DS_U



Określenie wymaganej grubości mat kompensacyjnych DP_s – rozdział P 3.3.4.

Przykład użycia mat kompensacyjnych dla „U”-kształtu – rozdział P 3.7

3.7 Przykłady

**Przykładowy dobór mat dla kompensacji Z-kształtowej**

$$\Delta L_1 = 58,00\text{mm}$$

$$(21) \Rightarrow DP_{s \min} = \Delta L \cdot 1,50\text{mm}$$

$$\Rightarrow DP_{s \min} = 58,00 \cdot 1,50 = 87,00\text{mm}$$

$$DP_s \text{ przyjęto} = 120\text{mm}$$

$$\Delta L_2 = 43,00\text{mm}$$

$$\Rightarrow DP_{s \min} = 43,00 \cdot 1,50 = 64,50\text{mm}$$

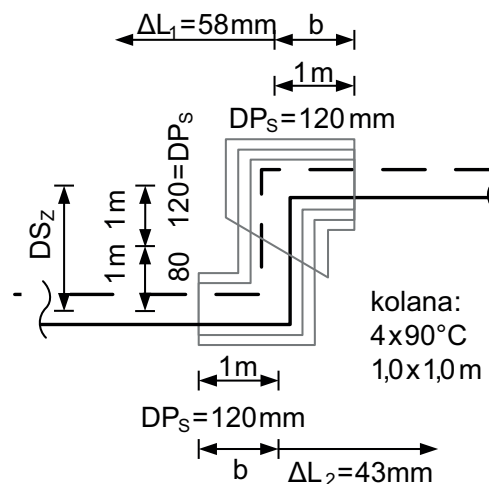
$$DP_s \text{ przyjęto} = 80\text{mm}$$

$$\Sigma \Delta L_Z = 101,00\text{mm}$$

$$DS_Z = 1,90\text{m} \text{ wg P 3.5}$$

$$DS_Z \text{ przyjęto} = 2,00\text{m} \Rightarrow 2 \text{ kolana } 1 \times 1\text{m}$$

$$b = DS_Z / 2 = 0,95\text{m}; DS_L \text{ przyjęto} = 1,00\text{m}$$

**Przykładowy dobór mat dla kompensacji U-kształtowej**

$$\Delta L_1 = 59,50\text{mm}$$

$$(21) \Rightarrow DP_{s \min} = \Delta L \cdot 1,50\text{mm}$$

$$\Rightarrow DP_{s \min} = 59,50 \cdot 1,50 = 89,25\text{mm}$$

$$DP_s \text{ przyjęto} = 120\text{mm}$$

$$\Delta L_2 = 58,00\text{mm}$$

$$\Rightarrow DP_{s \min} = 58,00 \cdot 1,50 = 87,00\text{mm}$$

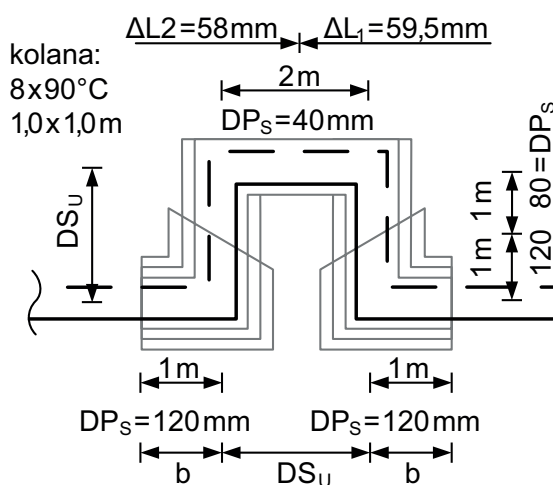
$$DP_s \text{ przyjęto} = 120\text{mm}$$

$$\Sigma \Delta L_U = 117,50\text{mm}$$

$$DS_U = 1,32\text{m} \text{ wg P 3.6}$$

$$DS_U \text{ przyjęto} = 2,00\text{m} \Rightarrow 2 \text{ kolana } 1 \times 1\text{m}$$

$$b = DS_U / 2 = 0,66\text{m}; DS_L \text{ przyjęto} = 1,00\text{m}$$



Określenie wymaganej grubości mat kompensacyjnych DP_s – rozdział P 3.3.4.

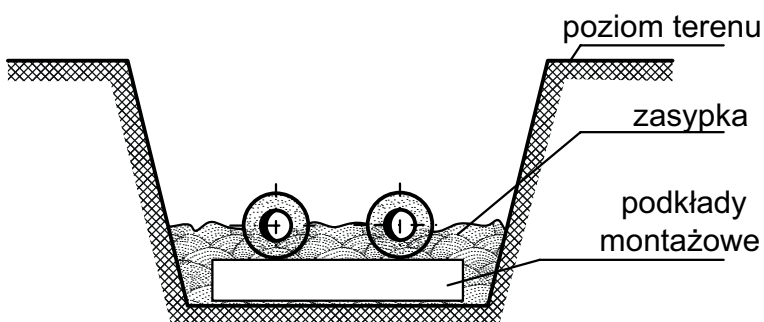
Dobór wysięgów elementów kompensacyjnych DS_L dla „L” „Z” „U”-kształtów – rozdziały P 3.4 do P 3.6.

4. UKŁADANIE NA CIEPŁO

Technika ta służy do wstępnego podgrzewania rurociągów KMR **isoplus** przed zasypaniem wykopu. W praktyce podgrzew wstępny czyli termiczne naprężanie wstępne wykonywane jest odpowiednio regulowanym czynnikiem roboczym. Może być także wykonane przy użyciu przewoźnego agregatu parowo-próżniowego lub elektrotermicznego.

Podgrzew jest odpowiedni w przypadkach, gdy z powodu braku miejsca nie mogą zostać zastosowane elementy kompensacyjne. Metoda ta jest stosowana zawsze wtedy gdy maksymalny rozstaw elementów kompensacyjnych L_{max} zaplanowanego odcinka trasy został przekroczony. Na początku i końcu podgrzewanego wstępnie odcinka powinien znajdować się element kompensacji naturalnej „L-”, „Z-” lub „U-” kształtowy lub powinien zostać zamontowany na jednym z końców rzeczywisty punkt stały.

Aby wykonać podgrzew wstępny na konkretnym odcinku sieci, rurociąg należy zasypać piaskiem do połowy wysokości płaszcza osłonowego oraz uszczelnić go. Podczas nagrzewania rurociągu w otwartym wykopie występuje zmiana długości rurociągów, która musi zostać szczegółowo zaprotokołowana.



Wynikające z późniejszego rozszerzania się rurociągu w strefach poślizgu wydłużenia resztkowe muszą zostać skompensowane przez elementy kompensacji naturalnej i przejęte przez maty kompensacyjne. Długość strefy hamowania nie ma wpływu na wydłużenia resztkowe na końcach stref poślizgu. Ta technika gwarantuje, że długie sieci mogą być układane bez przekraczania dopuszczalnych naprężeń osiowych.

W odcinkach trasy o długości mniejszej od dopuszczalnej długości układania podgrzew wstępny jest praktycznie mało skuteczny, ponieważ nie występuje tam strefa hamowania. Podgrzew wstępny takich odcinków przynosi jednak korzyści z uwagi na minimalizację ilości mat kompensacyjnych. Proces ten jest nazywany wtedy termicznym naciąganiem wstępnym ramion kompensacyjnych – patrz rozdział **P 5.1**. Metoda podgrzewu wstępnego i metoda termicznego naciągania wstępnego wymagają stosowania standardowych komponentów KMR firmy **isoplus**.

Jeżeli jest ono wykonywane agregatem parowo-próżniowym lub elektrotermicznym, należy spełnić także zalecenia dostawcy lub wytwórcy agregatu.

4.0 Sposoby wykonania

4.0.1 Podgrzew wstępny czynnikiem roboczym.

Metoda ta przydatna jest zawsze wtedy, gdy odcinek podgrzewany jest przyłączany bezpośrednio do istniejącej sieci i przed ostatecznym uruchomieniem trasy nie jest konieczne opróżnienie rurociągów. Dodatkowym warunkiem jaki należy spełnić, jest możliwość regulacji temperatury czynnika do temperatury potrzebnej dla naprężania wstępnego, zarówno dla rurociągu zasilającego, jak i powrotnego.

Przy zastosowaniu medium roboczego czasy naprężania wstępnego rurociągów o średnicach do DN 250 są stosunkowo niskie. Jeżeli po wykonaniu podgrzewu konieczne będzie opróżnienie odcinka podgrzewanego, należy przestrzegać dopuszczalnej temperatury odprowadzania wody do miejscowej kanalizacji.

4.0.2 Podgrzew wstępny parą wodną.

W warunkach normalnych przy ciśnieniu atmosferycznym woda wrze w temperaturze 100°C i powstaje para wodna o temperaturze 100°C. Do naprężenia wstępnego konieczna jest jednak temperatura od 60°C do 75°C. Jeżeli zmniejszy się ciśnienie powietrza za pomocą pompy próżniowej do 0,4 bar, woda wrze już w temperaturze 75°C i tworzy się para wodna o tej samej temperaturze. Transportuje ona 756 W/kg ciepła.

Pod względem użytecznego przesylu ciepła, para wodna oddaje 15 razy więcej ciepła niż woda. Dlatego dużą korzyścią tego sposobu podgrzewu wstępnego jest niskie zużycie wody oraz znacząco krótszy czas nagrzewania rurociągu w stosunku do sposobu (1). Należy pamiętać, że podczas wykonywania podgrzewu tym sposobem, należy przestrzegać zaleceń i warunków dostawcy agregatu.

4.0.3 Podgrzew wstępny prądem elektrycznym.

Dzięki tej metodzie istnieje możliwość wprowadzania naprężeń wstępnych w odcinkach częściowych w sposób dostosowany do postępu robót montażowych. Można uniknąć wielu dodatkowych elementów jak np. bypass'a łączącego rurociąg zasilający z powrotnym ze względu na zwarcie elektryczne. Wprowadzanie naprężeń prądem elektrycznym może być użyte tylko dla rurociągów o takich samych średnicach.

Naprężanie wstępne rurociągów o różnych średnicach nie jest możliwe, gdyż mniejsze średnice mogą znacznie podnieść swoją temperaturę ponad zakres projektowany. Podczas podgrzewu wstępnego należy się upewnić, czy powstające pola elektromagnetyczne nie są zagrożeniem dla ludzi i urządzeń. Dodatkową wadą może się okazać konieczność zapewnienia na budowie zasilenia 380 V. Należy pamiętać, że podczas wykonywania podgrzewu tym sposobem, należy przestrzegać zaleceń i warunków dostawcy agregatu.

Wskazówki dotyczące montażu i przebieg prac patrz rozdziały **M 10.0** do **M 10.3**

4.1 Przeznaczenie podgrzewu wstępnego

Jeżeli przekroczone zostaną dopuszczalne długości układania L_{max} , to podniosą się też proporcjonalnie wartości naprężeń ponad wartość maksymalną σ_{zul} . Aby pomimo długości trasy powyżej L_{max} nie zostały przekroczone dopuszczalne naprężenia osiowe, właściwe zastosowanie podgrzewu wstępnego w wykopie jest skutecznym sposobem ograniczenia tych naprężeń.

Jak już zostało powiedziane wcześniej, odkształcenia są proporcjonalne do naprężeń, zgodnie z prawem Hooke'a – zobacz rozdział **P 2.0**, wzory (1)–(3). Tak więc przez obniżenie o połowę różnicy temperatur między temperaturą zasypki a temperaturą roboczą naprężenie osiowe może zostać ograniczone do wielkości poniżej wartości dopuszczalnej σ_{zul} .

4.1.1 Przykład

Maksymalna temperatura robocza T_B sieci KMR wynosi 130°C, temperatura gruntu $T_E = 10^\circ\text{C}$, z tego wynika $\Delta T = 120\text{ K}$, długość odcinka jest $> L_{max}$. Dla rur przewodowych ze stali St 37.0 i temperatury 130°C wartości E , α przedstawione w rozdziale **P 2.1** wynoszą $E = 2,046 \cdot 10^5$ i $\alpha = 1,26 \cdot 10^{-5}$.

$$(3) \quad \Rightarrow \quad \sigma_{vorh} = E \cdot \alpha \cdot \Delta T \quad [\text{N/mm}^2]$$

$$(\text{wg } 3) \quad \Rightarrow \quad \sigma_{vorh} = 2,046 \cdot 10^5 \cdot 1,26 \cdot 10^{-5} \cdot 120 [\text{N/mm}^2] \quad \text{Wynik: } \sigma_{vorh} = 309,4 \text{ N/mm}^2$$

E – moduł sprężystości $[\text{N/mm}^2]$;

α – współczynnik rozszerzalności liniowej $[1/\text{K}]$;

ΔT – przyrost temperatury $[\text{K}]$.

Maksymalne dopuszczalne naprężenia osiowe $\sigma_{zul} = 190 \text{ N/mm}^2$ zostaną przekroczone (!). Jeżeli przewód zostanie teraz poddany podgrzewowi wstępnemu temperaturą 70°C , różnica temperatury i występujące naprężenia obniżą się o połowę:

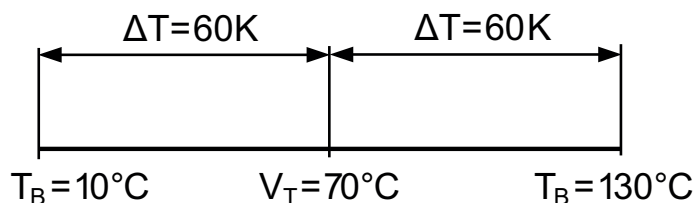
$$\Delta T = \frac{T_B - T_E}{2} \text{ [K]} \quad (25)$$

$$\Delta T = \frac{130 - 10}{2} = 60 \text{ K} \quad (\text{wg } 25)$$

$$(3) \Rightarrow \sigma_{vorh} = E \cdot \alpha \cdot \Delta T \quad [\text{N/mm}^2]$$

$$(\text{wg } 3) \Rightarrow \sigma_{vorh} = 2,046 \cdot 10^5 \cdot 1,26 \cdot 10^{-5} \cdot 60$$

$$\text{Wynik: } \sigma_{vorh} = 154,7 \text{ N/mm}^2$$



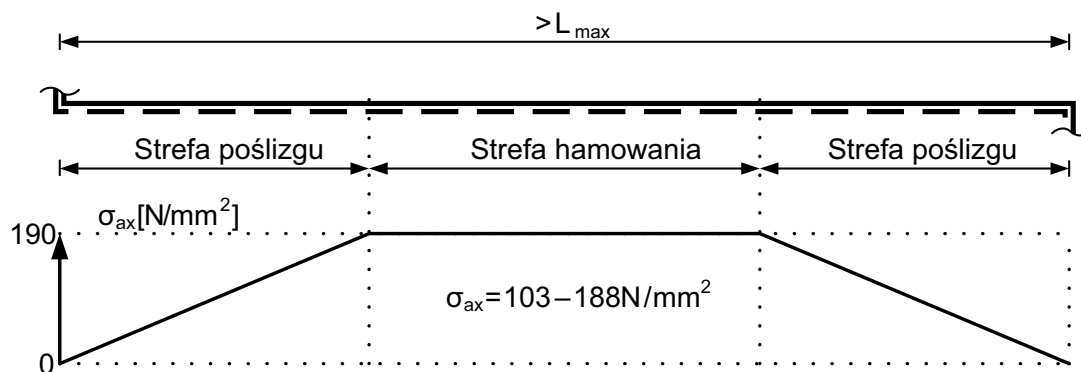
Jeżeli przełoży się to na praktykę i podgrzeje trasę przed wykonaniem łoża piaskowego i zasypianiem rurociągów KMR, temperatury podgrzewu wstępnego, ułożone mogą być dowolnie długie proste odcinki rurociągów. Ponieważ różnica temperatury ΔT między temperaturą podgrzewu V_T a temperaturą roboczą T_B oraz między temperaturą podgrzewu V_T a temperaturą gruntu T_E musi być tej samej wielkości, wynika z tego przy $T_B = 130^\circ\text{C}$ naprężenia osiowe osiągną wartość około $\approx 155 \text{ N/mm}^2$.

Niższe temperatury robocze T_B dają mniejsze, wyższe – większe naprężenia. Warunkiem tego jest wykonanie łoża piaskowego oraz zasypywanie wykopów przy stałej a przede wszystkim identycznej temperaturze podgrzewu wstępnego V_T w rurociągach zasilających i powrotnych.

$$V_T = \Delta T + T_E \quad [^\circ\text{C}] \quad (26)$$

$$\Delta T \Rightarrow (\text{wg } 25)$$

Środkowy odcinek naprężanego rurociągu nie rozszerza się ze względu na występowanie równowagi sił. Występuje w nim największe naprężenie osiowe. Ten fragment odcinka określany jest jako „strefa hamowania”, w której wszystkie ruchy zostają zatrzymane. Na obydwu końcach naprężanego odcinka spadają naprężenia osiowe natomiast powstaje wydłużenie osiowe. Dlatego te oba fragmenty określa się jako „strefy poślizgu”.



Przykłady maksymalnego napięcia osiowego σ_a w zależności od ΔT :

$$T_B = 155^\circ\text{C} \quad \Delta T \Rightarrow (\text{wg } 25) = 72,5 \text{ K} \quad V_T \approx 83^\circ\text{C}$$

$$(\text{wg } 3) \Rightarrow \sigma_{vorh} = 2,0260 \cdot 10^5 \cdot 1,28 \cdot 10^{-5} \cdot 72,5 = 188,0 \text{ N/mm}^2$$

$$T_B = 110^\circ\text{C} \quad \Delta T \Rightarrow (\text{wg } 25) = 50,0 \text{ K} \quad V_T = 60^\circ\text{C}$$

$$(\text{wg } 3) \Rightarrow \sigma_{vorh} = 2,0620 \cdot 10^5 \cdot 1,25 \cdot 10^{-5} \cdot 60,0 = 128,9 \text{ N/mm}^2$$

$$T_B = 110^\circ\text{C} \quad \Delta T \Rightarrow (\text{wg } 25) = 40,0 \text{ K} \quad V_T = 50^\circ\text{C}$$

$$(\text{wg } 3) \Rightarrow \sigma_{vorh} = 2,0763 \cdot 10^5 \cdot 1,24 \cdot 10^{-5} \cdot 50,0 = 103,0 \text{ N/mm}^2$$

4.2 Założenia wyjściowe do projektowania

- ⇒ Temperatura robocza T_B – maksymalnie **155°C**.
- ⇒ Temperatura podgrzewu wstępnego zasilania i powrotu – minimalnie **50°C** i maksymalnie **83°C**.
- ⇒ Temperatura podgrzewu V_T równa połowie różnicy temperatur roboczej T_B i zasyпки T_E .
- ⇒ Ciśnienie nominalne rurociągów – maksymalnie **PN 25**.
- ⇒ Maksymalnie dopuszczalne naprężenia osiowe w rurze prostej = **190 N/mm²**.
- ⇒ **Stała** wielkość naziomu na całym odcinku poddawany podgrzewowi wstępnemu.
- ⇒ **Stała** siła tarcia F'_R zapewniana przez równomierne zagęszczenie łoża piaskowego i podłoża na całym odcinku poddawany podgrzewowi wstępnemu.

Jeżeli wartości te zmieniają się w trakcie robót, mogą wystąpić naprężenia osiowe, które w sytuacji ekstremalnej osiągną rząd wielkości jak dla techniki „Zimnego montażu”. Skutkiem tego może być ewentualnie wygaśnięcie roszczeń gwarancyjnych.

Statyczne obliczenia rurociągów wykonywane są dla rzeczywistych parametrów – specyficznych dla danego projektu i niezbędnych do określenia. Długości „stref poślizgu” wykorzystywane będą do określenia wielkości ramion kompensacyjnych, a całkowita różnica temperatur do ustalenia grubości mat kompensacyjnych.

Odgałęzienia w strefie hamowania muszą być obliczone ze względu na osłabienie przekroju stali w rurze przelotowej. Redukcje średnicy o kilka dymensji są w strefie hamowania niedopuszczalne. Redukcja o jedną dymensję jest możliwa ze względu na dość szybkie wyrównanie szczytowego wzrostu naprężeń.

Awarii przełamania występującej zazwyczaj przy prowadzeniu wykopów równoległych obok wstępnie naprężonych rurociągów, można uniknąć, jeżeli temperatura w przewodzie zostanie obniżona do temperatury naprężania wstępnego. Przed rozkopaniem bezwzględnie należy zdobyć pozwolenie **isoplus** – porównaj rozdział **P 9.0**.

Dzięki przekazaniu planu trasy i koncepcji podgrzewu wstępnego **isoplus** podda kontroli pod względem statyki projektowaną trasę sieci cieplnej oraz podejmie decyzję dotyczącą dopuszczenia tej trasy KMR. **Firma isoplus zastrzega sobie prawo nieprzekazywania użytkownikowi wydruków obliczeń sprawdzających.**

4.3 Plan podgrzewu wstępnego

Aby zagwarantować bezproblemowy przebieg podgrzewu wstępnego, należy stworzyć dokładny plan działania – koncepcję i szczegółowy harmonogram prac. Następujące punkty muszą być wyznaczone i ustalone:

- ⇒ Metoda wykonania podgrzewu wstępnego.
- ⇒ Podział sieci na poszczególne odcinki oraz określenie ich długości.
- ⇒ Kierunki spadków odcinków rurociągów – przynajmniej 3 ‰.
- ⇒ Możliwość przyłączenia wody i prądu dla każdego odcinka.
- ⇒ Miejsce ustawienia agregatu lub miejsca jego podłączenia dla każdego odcinka.
- ⇒ Usytuowanie przyrm piasku, urządzeń pomiarowych i materiałów pomocniczych przy każdym odcinku.
- ⇒ Kolejność i czas podgrzewu wstępnego poszczególnych odcinków.
- ⇒ Czy trasy odgałęziające należy zasypać?
- ⇒ Które przejścia przez ścianę nie mogą zostać zamocowane na stałe lub zabetonowane?
- ⇒ **WAŻNE:** Wkalkulować czas zasypywania wykopu (!) i skonsultować go z innymi użytkownikami uzbrojenia podziemnego i naziemnego.

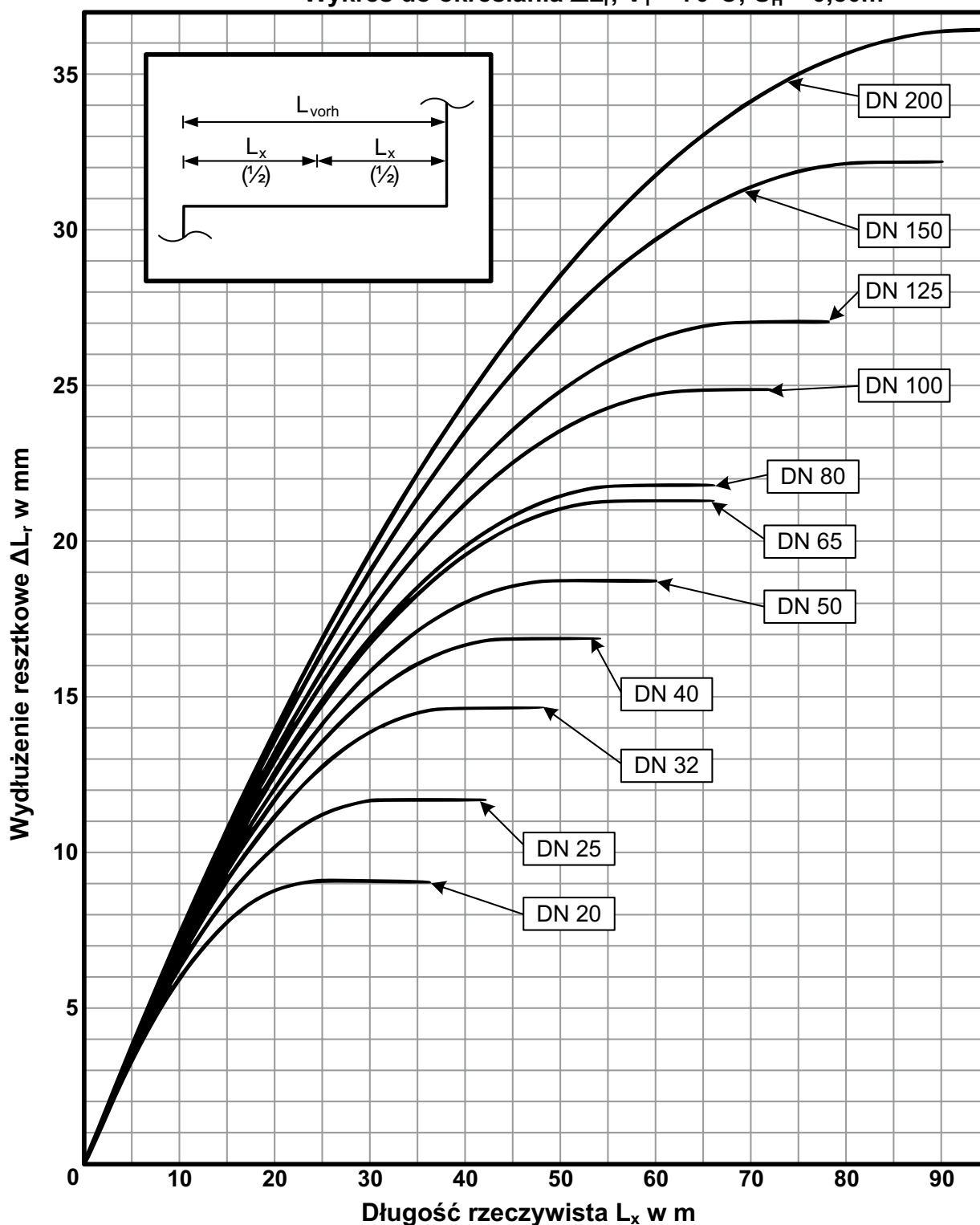
4.4 Kompensacja wydłużeń

Dla projektowania długości ramion kompensacyjnych DS_L wewnątrz podgrzewanego wstępnie odcinka trasy musi zostać określona oczekiwana wartość wydłużeń resztkowych ΔL_r . Jest ona zależna od następujących czynników:

- ⇒ Siły poprzecznej F_{el} ;
- ⇒ Ciśnienia roboczego p_B ;
- ⇒ Siły tarcia F'_R ;
- ⇒ Współczynnika Poissona ν ;
- ⇒ Temperatury podgrzewu wstępnego V_T ;
- ⇒ Wysokości naziomu $\ddot{U}_H$;
- ⇒ Siły osiowej od ciśnienia wewnętrznego F'_P ;
- ⇒ Długości „strefy poślizgu” $GB_L I_O$.

Ze względu na dużą ilość czynników oddziałujących, bezwzględnie należy dokonać szczegółowych obliczeń. W praktyce ΔL_r określone może być jednak za pomocą wykresów – patrz rozdziały **P 4.4.1** i **P 4.4.2**. Bazą wykresów są wytyczne AGFW FW 401, część 10, w których przedstawione są dokładne wzory i sposób dokonania obliczeń.

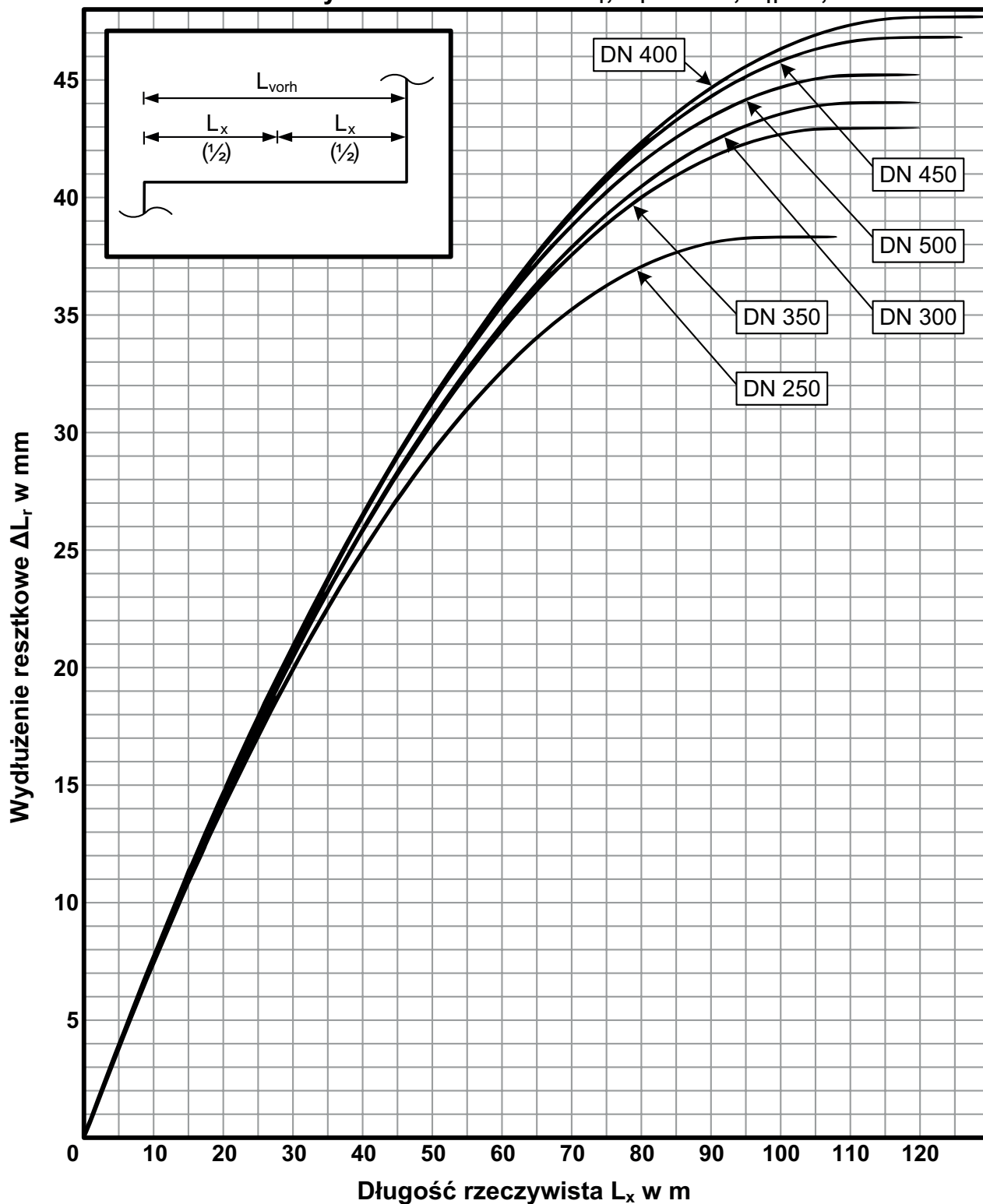
W systemach mieszanych, czyli takich gdzie fragmenty są poddane podgrzewowi wstępnemu a fragmenty są montowane na zimno, dla określenia DS_L odcinka montowanego na zimno, decydujące jest wydłużenie ΔL .

4.4.1 Wydłużenia resztkowe ΔL_r [mm] dla DN 20 do DN 200Wykres do określania ΔL_r ; $V_T = 70^\circ\text{C}$; $\ddot{U}_H = 0,80\text{m}$ 

Współczynniki korekcyjne dla innych naziomów $\ddot{U}_H$ i kątów α – patrz rozdział P 3.3.1.

Określenie koniecznej grubości mat kompensacyjnych DP_s – patrz rozdział P 3.3.4.

Określenie długości ramion DS_L kompensacji „L–”, „Z–” i „U–” kształtowej – patrz rozdział P 3.4 – P 3.6.

4.4.2 Wydłużenia resztkowe ΔL_r [mm] dla DN 250 do DN 500Wykres do określania ΔL_r ; $V_T = 70^\circ\text{C}$; $\ddot{U}_H = 0,80\text{m}$ Współczynniki korekcyjne dla innych naziomów $\ddot{U}_H$ i kątów α – patrz rozdział P 3.3.1.Określenie koniecznej grubości mat kompensacyjnych DP_s – patrz rozdział P 3.3.4.Określenie długości ramion DS_L kompensacji „L-”, „Z-” i „U-” kształtowej – patrz rozdział P 3.4 – P 3.6.

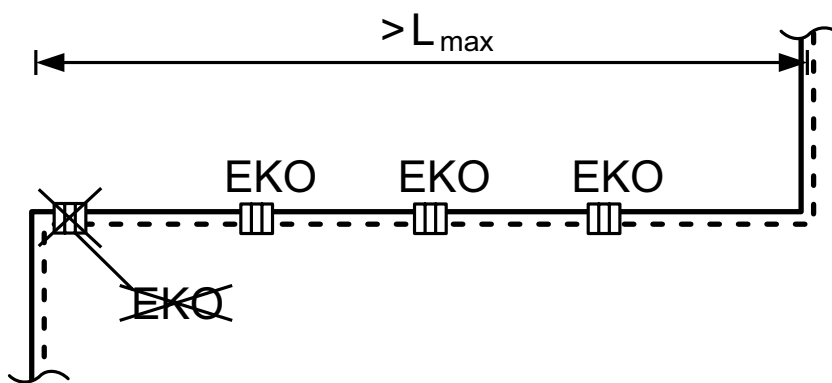
4.5 Kompensatory jednorazowe, system EKO

EKO – to przyjęta nazwa jednorazowego kompensatora osiowego. System EKO to system służący wprowadzeniu naprężeń wstępnych do rurociągów KMR **isoplus**, które uprzednio zostały zasypane. W systemie tym, w odróżnieniu od układania rurociągów z podgrzewem wstępnym, odcinki rurociągów między kompensatorami EKO zostają zasypane. Odkryte pozostają jedynie wykopy montażowe w miejscu zamontowania kompensatorów. Najczęściej, naprężenia wprowadza się przy zastosowaniu czynnika roboczego, jednak możliwe jest także używanie agregatów grzewczych.

EKO jest elementem konstrukcyjnym wspawywanym w rurociągi KMR. Podczas podgrzewania rury pojawiają się wydłużenia osiowe, które są przejmowane przez kompensatory osiowe. Naprężenia wstępne w rurociągach zostają osiągnięte po uzyskaniu przewidywanych wydłużeń osiowych oraz zaspawaniu kompensatora EKO.

Kompensatory jednorazowe stosowane są w prostoliniowych odcinkach sieci ciepłych, dla których maksymalne długości ułożenia zostały przekroczone, a brak miejsca w terenie uniemożliwia zastosowania naturalnych elementów kompensacyjnych. Na każdym końcu odcinka z kompensatorami EKO musi znajdować się ramię kompensacyjne lub rzeczywisty punkt stały.

Kompensatory EKO nie mogą być zamontowane w bezpośredniej bliskości elementu kompensacyjnego, gdyż zgodnie z zasadą ich stosowania winny one być montowane w strefie hamowania. W przypadku odcinków sieci ciepłych krótszych niż dopuszczalne długości układania L_{max} , system EKO jest nieskuteczny.



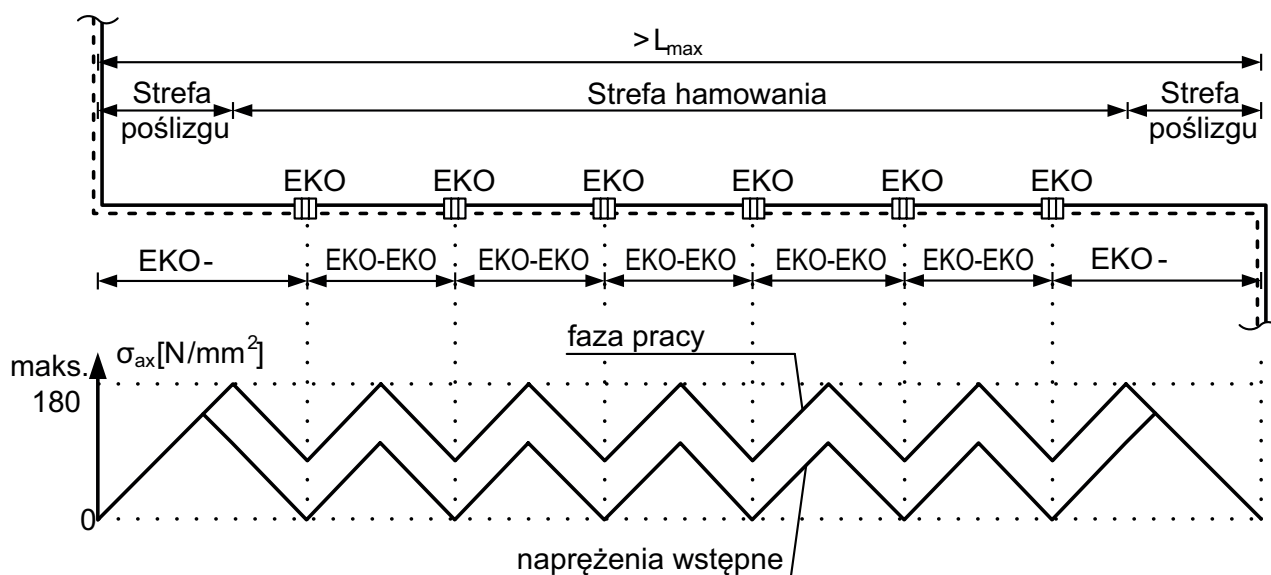
4.5.1 Przeznaczenie

W celu ograniczenia naprężeń osiowych w projektowanych prostoliniowych odcinkach sieci można stosować system EKO, jednak w odcinkach sieci z zastosowanymi kompensatorami jednorazowymi występują wyższe naprężenia osiowe niż w odcinkach, w których zastosowano podgrzew wstępny w otwartym wykopie.

System EKO osiąga swoją pozycję końcową, kiedy końcówki rur przewodowych wewnątrz kompensatora będą ściśle przylegać jedna do drugiej. Pozycję tą rozpoznaje się po oznaczeniach występujących na obudowie kompensatora. W tej pozycji następuje zespawanie ruchomych części obudowy kompensatora spoiną pachwinową.

Dzięki temu rurociągi są unieruchomione tak, że w strefie hamowania nie występują wydłużenia rur przewodowych. Dlatego odległości między kompensatorami EKO muszą zostać dokładnie określone na etapie projektowania.

Podczas pracy sieci przy wzroście temperatury następuje wzrost naprężeń ściskających, natomiast przy spadku temperatury pojawiają się naprężenia rozciągające. Po wielokrotnych zmianach obciążeń następuje wyrównanie naprężeń szczytowych.



4.5.2 Założenia wyjściowe do projektowania

- ⇒ Temperatura robocza T_B – maksymalnie **140°C**.
- ⇒ Temperatura naprężania wstępnego przewodu zasilającego i powrotnego – minimum **80°C**.
- ⇒ Ciśnienie nominalne rurociągów – maksymalnie **PN 25**.
- ⇒ Maksymalnie dopuszczalne naprężenia osiowe w rurze prostej = **180 N/mm²**.
- ⇒ **Stała** wielkość naziomu na całym odcinku systemu EKO.
- ⇒ **Stała** siła tarcia F'_R zapewniana przez równomierne zagęszczenie łoża piaskowego i podłoża na całym odcinku EKO.

Jeżeli wartości te zmieniają się w trakcie robót, mogą wystąpić naprężenia osiowe, które w sytuacji ekstremalnej osiągną wielkości jak dla techniki „Zimnego montażu”.

W tabeli w rozdziale **P 4.5.4** przedstawiono maksymalne dopuszczalne odcinki między kompensatorami jednorazowymi oraz między kompensatorami EKO, a elementami kompensacji „L-”, „Z-” i „U-” kształtowych przy temperaturze roboczej **130°C**.

Podane w tabeli wartość obowiązują dla piasków o ciężarze nasypowym 19 kN/m³, kącie tarcia wewnętrznego $\varphi = 32,5^\circ$ oraz dla rur przewodowych czarnych ze stali St 37.0, W-B lub S (ze szwem lub bez szwu), Nr 1.0254. Dla innych wysokości przykrycia należy interpolować odległości i skrócić o około 5 %.

4.5.3 Kompensacja wydłużeń

Dla zaprojektowania długości ramion kompensacyjnych DS_L wewnątrz odcinka EKO znane musi być oczekiwane wydłużenie ΔL długości „łuku EKO”. Ze względu na znaczną ilość rozpatrywanych czynników należy wykonać kompleksowe obliczenia – porównaj **P 4.4**.

Praktycznie ΔL_r może zostać określone za pomocą wykresów, patrz rozdziały **P 3.2.1** i **P 3.2.2**. Jako długości L_x używa się przy tym długości „łuku EKO”.

Informacje o montażu i procedurze wykonawczej – patrz rozdziały **M 5.0** do **M 5.2**.

4.5.4 Dopuszczalne odległości EKO w [m] dla $T_B = 130^\circ\text{C}$

Wymiary rury przewodowej			Średnica płaszczka zewnętrznego D_a [mm]			EKO do EKO w zależności od przykrycia rurociągów								
Średn. nomin.	Średnica zewn. d_a [mm]	Grubość ścianki [mm]				$\ddot{U}_H = 0,80\text{m}$			$\ddot{U}_H = 1,20\text{m}$			$\ddot{U}_H = 1,60\text{m}$		
DN		R2.0				Grubość izolacji			Grubość izolacji			Grubość izolacji		
			S	1x	2x*	S	1x	2x*	S	1x	2x*	S	1x	2x*
20	26,9	2,6	90	110	125	10	—	—	—	—	—	—	—	—
25	33,7	3,2	90	110	125	15	12	10	10	—	—	—	—	—
32	42,4	3,2	110	125	140	15	13	12	10	—	—	—	—	—
40	48,3	3,2	110	125	140	17	15	14	12	10	—	—	—	—
50	60,3	3,2	125	140	160	21	19	17	14	13	11	11	10	—
65	76,1	3,2	140	160	180	24	21	19	16	14	13	12	11	10
80	88,9	3,2	160	180	200	27	24	22	18	16	15	14	12	11
100	114,3	3,6	200	225	250	31	28	25	21	19	17	16	14	13
125	139,7	3,6	225	250	280	34	31	27	23	21	19	18	16	14
150	168,3	4,0	250	280	315	41	36	32	28	25	22	21	19	17
200	219,1	4,5	315	355	400	47	41	37	32	28	25	24	22	19
250	273,0	5,0	400	450	500	50	44	40	34	31	28	26	23	21
300	323,9	5,6	450	500	560	58	52	47	40	36	32	31	28	25
350	355,6	5,6	500	560	630	57	51	45	40	35	31	30	27	24
400	406,4	6,3	560	630	670	64	57	54	45	40	38	35	31	29
450	457,2	6,3	630	670	710	64	60	56	45	42	40	34	32	30
500	508,0	6,3	670	710	800	65	62	55	46	44	39	36	34	30
600	610,0	7,1	800	900	1000	72	64	58	51	46	41	40	35	32

Wymiary rury przewodowej			Średnica zewn. D_a płaszczka osłon. [mm]			Od EKO do kompensacji naturalnej w zależności od przykrycia rurociągów								
Średn. nomin.	Średnica zewn. d_a [mm]	Grubość ścianki [mm]				$\ddot{U}_H = 0,80\text{m}$			$\ddot{U}_H = 1,20\text{m}$			$\ddot{U}_H = 1,60\text{m}$		
DN		R2.0				Grubość izolacji			Grubość izolacji			Grubość izolacji		
			S	1x	2x*	S	1x	2x*	S	1x	2x*	S	1x	2x*
20	26,9	2,6	90	110	125	24	—	—	—	—	—	—	—	—
25	33,7	3,2	90	110	125	34	28	24	23	—	—	—	—	—
32	42,4	3,2	110	125	140	35	31	28	24	—	—	—	—	—
40	48,3	3,2	110	125	140	41	36	32	27	24	—	—	—	—
50	60,3	3,2	125	140	160	50	44	39	33	30	26	25	23	—
65	76,1	3,2	140	160	180	56	49	44	38	33	30	29	25	22
80	88,9	3,2	160	180	200	63	56	51	43	38	34	32	29	26
100	114,3	3,6	200	225	250	73	65	58	49	44	39	37	33	30
125	139,7	3,6	225	250	280	79	71	63	54	48	43	41	37	33
150	168,3	4,0	250	280	315	94	84	75	64	57	51	49	44	39
200	219,1	4,5	315	355	400	108	96	85	74	66	58	56	50	44
250	273,0	5,0	400	450	500	116	103	93	80	71	64	61	54	49
300	323,9	5,6	450	500	560	135	122	108	94	84	75	72	64	57
350	355,6	5,6	500	560	630	132	118	105	92	82	73	70	63	56
400	406,4	6,3	560	630	670	149	133	125	104	93	87	80	71	67
450	457,2	6,3	630	670	710	148	139	131	103	97	92	80	75	771
500	508,0	6,3	670	710	800	152	144	127	107	101	90	83	78	69
600	610,0	7,1	800	900	1000	167	149	134	119	106	95	92	82	74

Oznaczenia: **S** = standardowa grubość izolacji **1x** = pogrubiona **2x** = wykonanie specjalne*

Uwaga: W przypadku wymiarów średnic płaszczki osłonowych oznaczonych (*) i zapisanych kursywą chodzi o wyroby specjalne. W razie konieczności stosowania wcześniej należy sprawdzić możliwość dostawy.

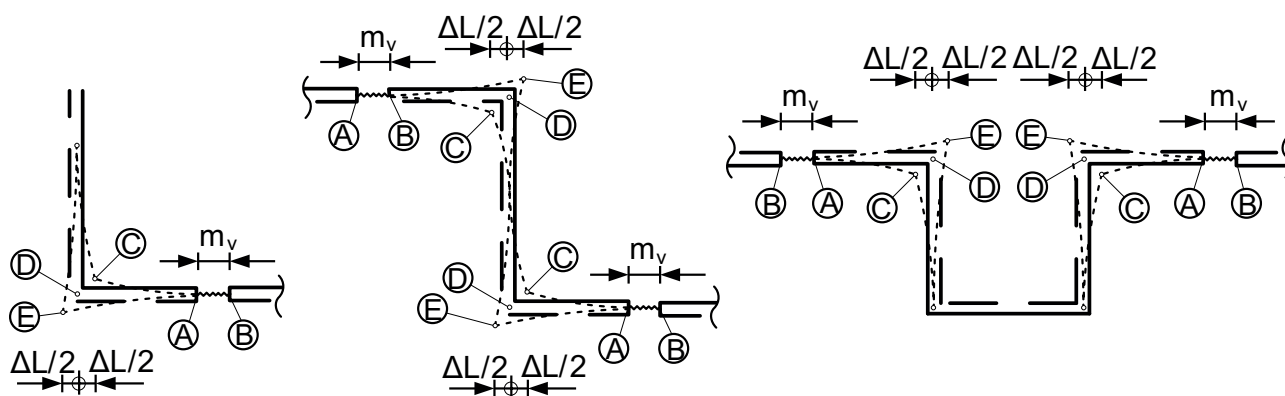
W przypadku zmieniających się parametrów otoczenia, odległości mogą zostać obliczone przez **isoplus**.

5. NACIĄG WSTĘPNY

Redukcja długości ramion kompensacji „L-”, „Z-” lub „U-”kształtowej oraz redukcja grubości mat kompensacyjnych przez naciąg wstępny jest znaną techniką przy budowie rurociągów sieci ciepłych. Sposób ten znajduje zastosowanie szczególnie tam, gdzie występują elementy kompensacyjne o znacznych wysięgach ramion (tj. w technologii zimnego montażu – patrz rozdział P 2.4), jak i również tam, gdzie muszą być przejęte wydłużenia osiowe, a ramiona kompensacyjne nie mogą osiągnąć obliczeniowej długości ze względu na ograniczenia terenowe. W praktyce minimalizacja wysięgów ramion może być przeprowadzona przy użyciu mechanicznego lub termicznego naciągu wstępnego. Pierwsze wydłużenie rurociągów nie jest przejmowane przez maty kompensacyjne. Maty przejmują tylko wydłużenia resztkowe.

5.0 Technika redukcyjna – mechaniczny naciąg wstępny

1. Maty kompensacyjne montowane są na rurociągach ułożonych bez naciągu wstępnego, na ramionach kompensacji naturalnych. Następnie strefa ta jest zasypana piaskiem i zagęszczona.
2. Wykop zostaje zasypany i zagęszczony, jedynie na długości około jednej sztangi rury od elementu kompensacyjnego pozostawiony zostaje wykop montażowy.

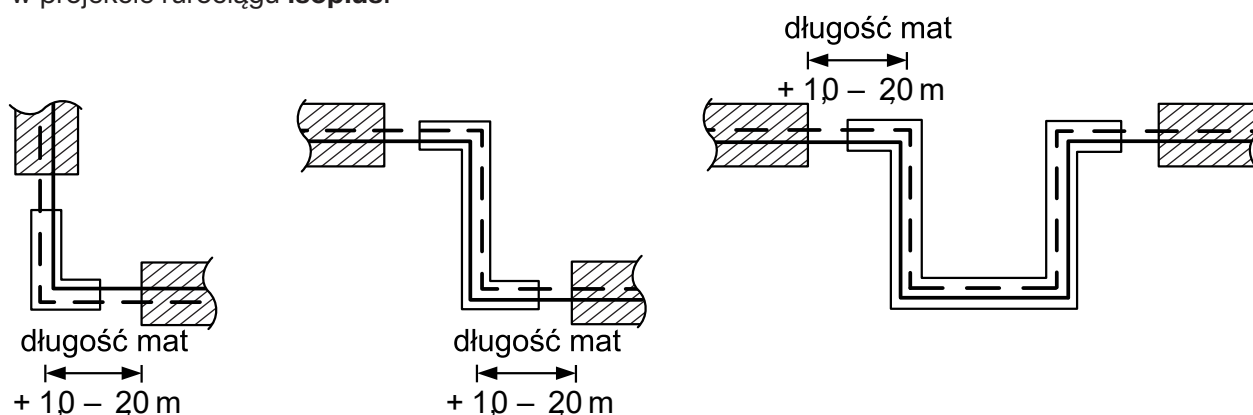


3. Na połączeniu spawanym należy przewidzieć szczelinę której długość m_v odpowiada połowie przejmowanych przez ramię kompensacyjne wydłużeń osiowych $\Delta L/2$. W przypadku braku takiej szczeliny można wyciąć pierścień stalowy o odpowiedniej długości. Wielkość m_v można odczytać z projektu trasy isoplus.
4. Za pomocą wyciągarki lub podnośnika punkt „A” zostaje przyciągnięty do punktu „B” a rurociąg zostaje zespawany. Następnie następuje założenie mufy na połączenie elementów preizolowanych. Po tym wykop montażowy zostaje zasypany i zagęszczony.
5. Dzięki tej operacji ramię kompensacyjne zostaje „naciągnięte” wstępnie o około 50% a maty piankowe znajdują się w położeniu skrajnym.
6. Przy podgrzaniu do temperatury średniej np. 70°C ($T_B = 130^{\circ}\text{C}$) punkt „C” przemieszcza się do punktu „D”. W tej pozycji ramię kompensacyjne znajduje się w stanie bez naprężeń ponieważ nastąpił powrót rurociągów do pozycji sprzed naciągu wstępnego – odpowiada to wydłużeniom o $\Delta L/2$.
7. Dalsze podwyższenie temperatury do maksymalnej temperatury roboczej T_B np. 130°C powoduje przemieszczenie punktu „D” do punktu „E”, co znowu odpowiada tylko $\Delta L/2$.

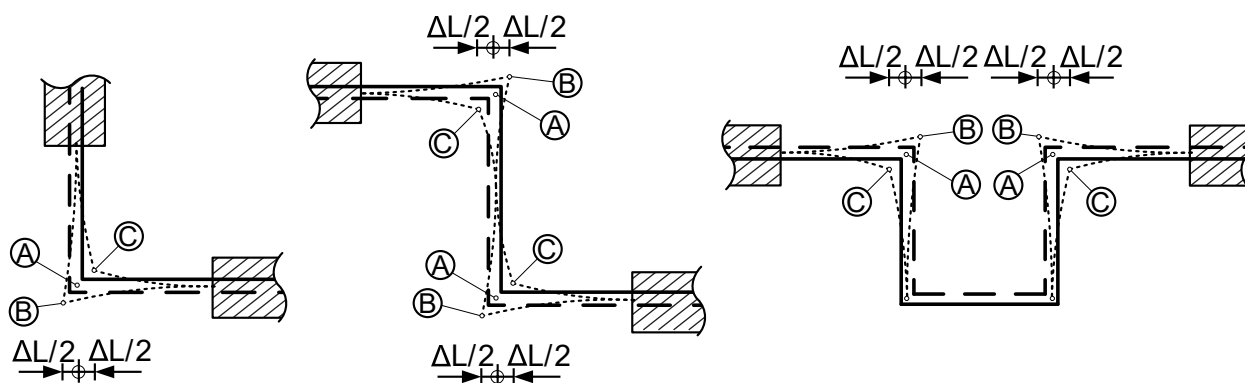
5.1 Technika redukcyjna – Termiczny naciąg wstępny

W przeciwieństwie do podgrzewu wstępnego w otwartym wykopie, przy termicznym naciągu wstępnym ramion kompensacyjnych nie ma potrzeby sporządzania specjalnego protokołu postępowania. Przebieg przygotowań został opisany w rozdziałach **M 10.0** do **M 10.3**, przy czym nie jest konieczne stosowanie elementów dopasowujących. Po wstępnych przygotowaniach należy zastosować poniższe zalecenia:

1. Maty kompensacyjne montowane są na ramionach elementów kompensacyjnych „L-”, „Z-” lub „U-”kształtowych w swobodnej pozycji elementu kompensacyjnego. Nie są zasypane piaskiem, w przeciwieństwie do techniki wykonywania mechanicznego naciągu wstępnego.
2. Poza odcinkiem około 2 m od kolana elementu kompensacyjnego, cała trasa sieci KMR musi zostać zasypana i zagęszczona zgodnie z rozdziałami **M 2.3** i **M 2.4**. Określenie stref otwartych należy wykonać w projekcie rurociągu **isoplus**.



3. Następnie należy włączyć sieć do eksploatacji, w celu podgrzania rurociągów do temperatury termicznego naciągu wstępnego V_T powyżej 75°C (dla $T_B = 140^\circ\text{C}$).
4. Po osiągnięciu temperatury naciągu wstępnego V_T należy przystąpić do wykonania łoża piaskowego na odkrytych jeszcze matach kompensacyjnych, aby następnie wykonać zasypkę i zagęszczenie wykopu. Temperatura naciągu wstępnego musi być bezwzględnie utrzymywana **na stałym poziomie**. Tak ułożone maty nie przejmują jeszcze odkształceń rurociągów.
5. Zgodnie z technologią wykonania, początkowe wydłużenia nie są przejmowane przez maty kompensacyjne, a ramię kompensacyjne jest napięte wstępnie w około 50%.
6. Przy podgrzaniu rurociągów do maksymalnej temperatury roboczej T_B np. 140°C , punkt „A” przemieszcza się do punktu „B” o $\Delta L/2$, ewentualnie, przy wychłodzeniu do temperatury otoczenia 10°C , do punktu „C” również tylko o $\Delta L/2$.

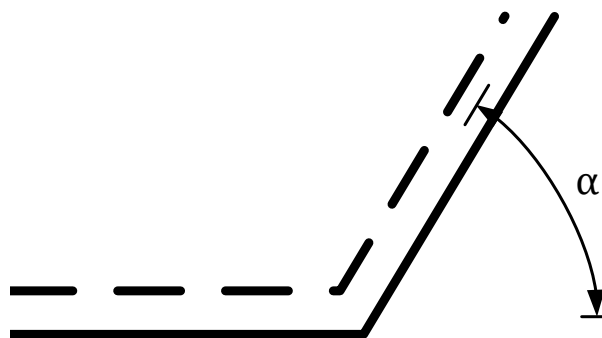


6. ZMIANA KIERUNKU TRASY

Pomimo starannego planowania, trasa rurociągu nie może być zrealizowana przy wykorzystaniu wyłącznie kolana o kącie gięcia 90° . Często podczas planowania i realizacji inwestycji liniowej występują przeszkody wymuszające zmianę kierunku trasy pod innym kątem i wymaga to specjalnych rozwiązań. Wynikające z małych kątów gięcia przesunięcia poprzeczne rurociągów tylko w bardzo ograniczonym zakresie mogą zostać przejęte przez maty kompensacyjne. W zależności od wielkości kąta α stosowanych jest kilka rozwiązań tego zagadnienia.

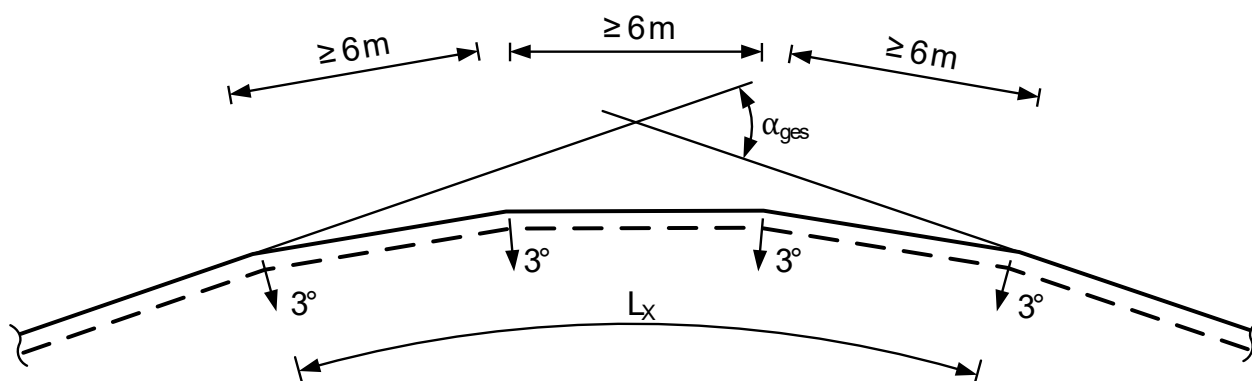
6.0 Kolana o kącie specjalnym

Takie kolana używane są tylko warunkowo, ponieważ kolano już przy kącie uzupełniającym $\alpha = 60^\circ$ odkształca się 1,73 a kolano o kącie $\alpha = 45^\circ$ aż 2,35 raza bardziej niż kolano o kącie 90° – porównaj rozdział **P 3.3.1**. Kąty $\leq 30^\circ$ nadają się do kompensacji tylko w bardzo ograniczony stopniu. Wszystkie kolana o kącie specjalnym powinny być sprawdzone statycznie i dopuszczone przez inżynierów **isoplus**. Kolana mogą być produkowane dla kąta uzupełniającego α od 5° do 100° .



6.1 Ukosowanie

Ukosowania na połączeniu spawanym są dopuszczone prawie w każdej metodzie układania, przy wielkości odchylenia 3° i odstępnie minimalnym 6 m. Odchylenia te nie są dopuszczone w technice zimnego montażu – patrz rozdział **P 2.4**. W strefie hamowania, jeżeli rurociąg został uprzednio poddany podgrzewowi wstępnemu w otwartym wykopie, dopuszczone jest wykonanie ukosowań o 5° . W ukosowaniach, naprężenia koncentrują się w spoinach, dlatego też są one ekstremalnie obciążonymi fragmentami rurociągów KMR.



Maksymalny dopuszczalny kąt ukosowania na połączeniu spawanym ograniczony jest dodatkowo przez zastosowaną technikę muf PEHD. Przy zastosowaniu rur standardowych nie można wykonać większego ukosowania niż 3° . Długość odcinka L_x złożonego z 6 m elementów preizolowanych zależy od kąta całkowitego odchylenia α_{ges} :

$$L_x = \frac{\alpha_{ges}}{3} \cdot 6 \text{ [m]} \quad (27)$$

6.2 Gięcie elastyczne

Technikę tę można stosować bez ograniczeń i bez kontroli statycznej. Elastycznie odkształcone fragmenty rurociągów zaleca się traktować tak, jakby to były odcinki rury prostej. W obszarze elastycznej zmiany kierunku elementy rurowe spawane są ze sobą poza wykopem. Następnie odcinek taki zostaje opuszczony lub wciągnięty do wykopu i jednocześnie elastycznie zdeformowany. Z powodu zróżnicowanego oporu na długości rurociągu, minimalne promienie gięcia elastycznego r zależne są do średnicy rury przewodzącej d_a . Podanych minimalnych promieni gięcia nie wolno przekraczać.

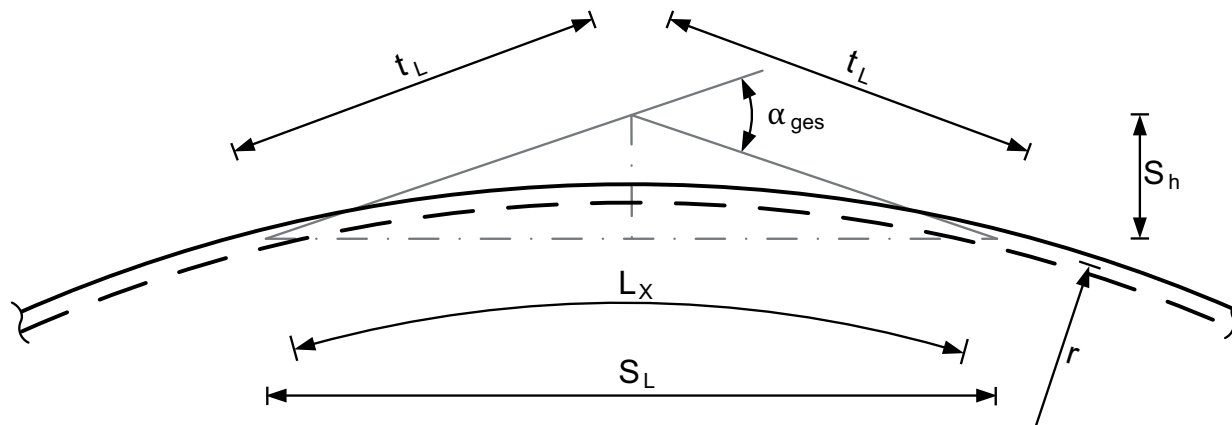


Tabela przedstawia dopuszczalne promienie gięcia elastycznego r i kąty gięcia elastycznego α w zależności od średnicy rury stalowej d_a :

Wymiary rury przewodowej		Maksymalny kąt gięcia		Minimalny promień gięcia	Segment kołowy dla r i sztangy 12 m		
Średn. nomin.	Średnica zewn. d_a [mm]	na odcinek 6,00 m α [°]	na odcinek 12,00 m α [°]		Cięciwa s_L [m]	Wysokość segmentu s_h [m]	Odcinek styczny t_L [m]
20	26,9	19	niedostępny	18,09	5,97 (6m)	0,25 (6m)	3,03 (6m)
25	33,7	15	niedostępny	22,92	5,98 (6m)	0,20 (6m)	3,02 (6m)
32	42,4	13	26	26,44	11,90	0,68	6,11
40	48,3	11	22	31,26	11,93	0,57	6,08
50	60,3	10	20	34,38	11,94	0,52	6,06
65	76,1	8	16	42,97	11,96	0,42	6,04
80	88,9	7	14	49,11	11,97	0,37	6,03
100	114,3	5	10	68,76	11,98	0,26	6,02
125	139,7	4	8	85,94	11,99	0,21	6,01
150	168,3	3	6	114,59	11,99	0,16	6,01
200	219,1	2,5	5	137,51	12,00	0,13	6,00
250	273,0	2,5	5	137,51	12,00	0,13	6,00
300	323,9	niedostępny	4	171,89	12,00	0,11	6,00
350	355,6	niedostępny	3	229,18	12,00	0,08	6,00
400	406,4	niedostępny	3	229,18	12,00	0,08	6,00
450	457,2	niedostępny	3	229,18	12,00	0,08	6,00
500	508,0	niedostępny	3	229,18	12,00	0,08	6,00

Obliczenie ilości elementów preizolowanych n , promienia gięcia elastycznego r , kąta gięcia α na sztangę rury oraz parametry segmentu kołowego L_x , s_L , s_h i t_L znajdują się w rozdziale P 6.4.

6.3 Rury gięte fabrycznie

Produkowane fabrycznie rury gięte nadają się dla wszystkich wariantów układania. Dzięki trwałości, zgodnemu z założeniami projektanta, wygięciu, rury te mogą być dopasowane indywidualnie do każdej trasy, niezależnie jak są kompensowane wydłużenia termiczne. Ponieważ w rurach giętych, z punktu widzenia statyki, nie występują podwyższone naprężenia w stosunku do występujących w prostych odcinkach rur, są one idealnym elementem do układania krzywizny trasy. Dzięki temu, że łożo piaskowe w obszarze rury giętej służy jako legar lub fundament, nie występują także istotne przemieszczenia boczne. Rurom tym należy poświęcić szczególną uwagę podczas prowadzenia wykopów równoległych – patrz rozdział **P 9.0**.

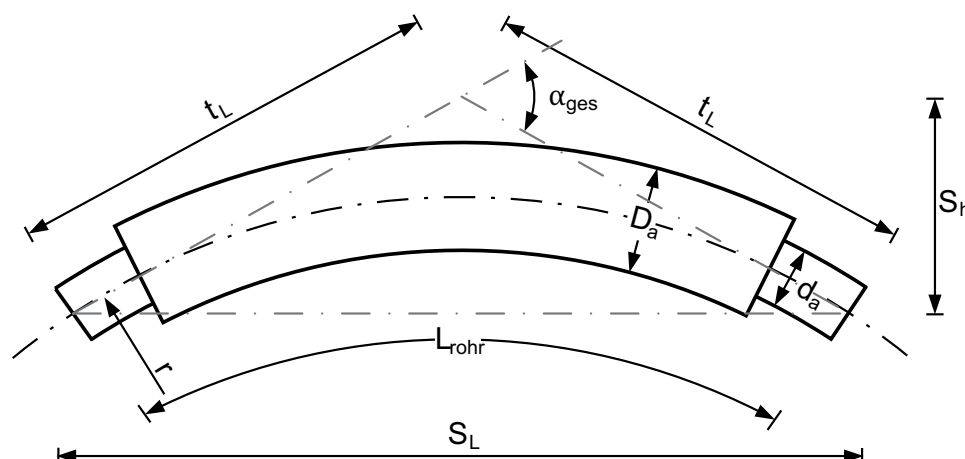


Tabela przedstawia dopuszczalne promienie fabrycznego gięcia r i kąty gięcia α rur w zależności od średnicy rury stalowej d_a :

Wymiary rury przewodowej		Maksymalny kąt gięcia		Minimalny promień gięcia r [m]	Segment kołowy dla r i sztangi 12 m		
Średn. nomin. DN	Średnica zewn. d_a [mm]	na odcinek 6,00 m α [°]	na odcinek 12,00 m α [°]		Cięciwa s_L [m]	Wysokość segmentu s_h [m]	Odcinek styyczny t_L [m]
20	26,9	41	niedostępny	8,39	5,87 (6m)	0,53 (6m)	3,14 (6m)
25	33,7	27	niedostępny	12,73	5,95 (6m)	0,35 (6m)	3,06 (6m)
32	42,4	26	52	13,22	11,59	1,34	6,45
40	48,3	22	44	15,63	11,71	1,14	6,31
50	60,3	20	40	17,19	11,76	1,04	6,26
65	76,1	18	36	19,10	11,80	0,94	6,21
80	88,9	17	34	20,22	11,83	0,88	6,18
100	114,3	16	32	21,49	11,85	0,83	6,16
125	139,7	13	26	26,44	11,90	0,68	6,11
150	168,3	11	22	31,25	11,93	0,57	6,08
200	219,1	9	18	38,20	11,95	0,47	6,05
250	273,0	9	18	38,20	11,95	0,47	6,05
300	323,9	niedostępny	15	45,84	11,97	0,39	6,04
350	355,6	niedostępny	15	45,84	11,97	0,39	6,04
400	406,4	niedostępny	8	85,95	11,99	0,21	6,01
450	457,2	niedostępny	8	85,95	11,99	0,21	6,01
500	508,0	niedostępny	8	85,95	11,99	0,21	6,01

Do zamówienia należy podać kąt α , promień r i kierunek wygięcia w prawo lub w lewo (jeżeli wymaga tego system sygnalizacji). Obliczenia ilości sztang n , promienia gięcia r , kąta gięcia α na sztangę oraz określenie parametrów segmentu kołowego L_x , s_L , s_h i t_L znajdują się w rozdziale **P 6.4**.

6.4 Obliczenia dla gięcia elastycznego i rur giętych

Parametrem wyjściowym do obliczeń jest kąt uzupełniający α_{ges} , dzięki któremu określić można długość wygięcia L_x . Kąt ten α_{ges} wynika z przyjętej przez projektanta trasy rurociągu. Ilość sztang n rur potrzebnych do wykonania łuku ustala się wg:

$$n = \frac{\alpha_{ges}}{\alpha_{max}} [1] \quad (28)$$

Długość łuku L_x

$$L_x = n \cdot L_{Rohr} [m] \quad (29)$$

lub

$$L_x = \frac{\alpha_{ges} \cdot \pi \cdot r}{180} [m] \quad (30)$$

Promień łuku r

$$r = \frac{L_x \cdot 180}{\pi \cdot \alpha_{ges}} [m] \quad (31)$$

Długość odcinka stycznego t_L

$$t_L = \frac{L_x \cdot 57,3}{\alpha_{ges}} \cdot \tan \frac{\alpha_{ges}}{2} [m] \quad (32)$$

Kąt gięcia α dla pojedynczej rury

$$\alpha_{Stange} = \frac{\alpha_{ges}}{n} [^\circ] \quad (33)$$

Długość cięciwy s_L

$$s_L = 2 \cdot r \cdot \sin \frac{\alpha_{ges}}{2} [m] \quad (34)$$

Wysokość s_h trójkąta

$$s_h = r - \sqrt{\left(r^2 - \frac{s_L^2}{4}\right)} [m] \quad (35)$$

Przykład: DN 125 / 12m:

$$L_x = 3 \cdot 12m = 36m$$

$$L_x = \frac{70 \cdot 3,1416 \cdot 29,48}{180} = 36m$$

$$r = \frac{36 \cdot 180}{3,1416 \cdot 70} = 29,47m$$

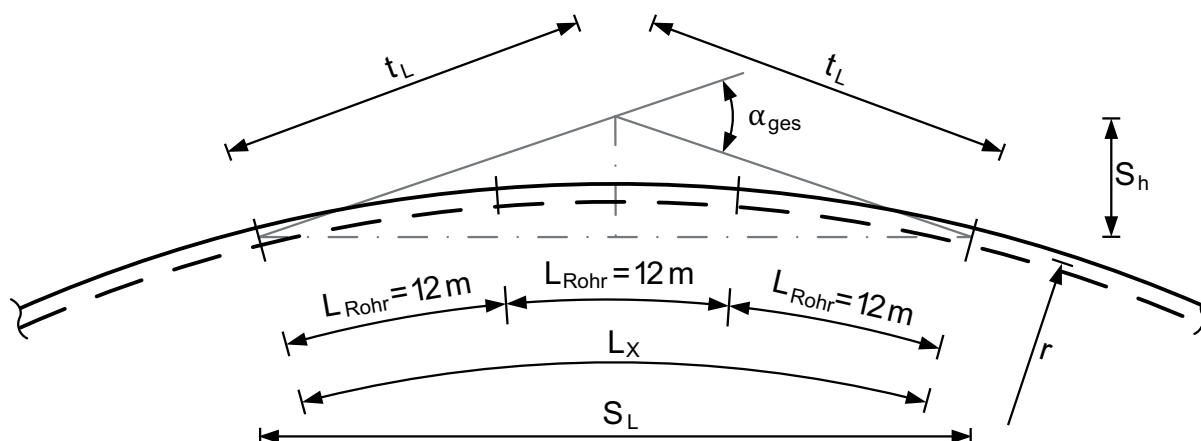
$$t_L = \frac{36 \cdot 57,3}{70} \cdot \tan \frac{70}{2} = 20,63m$$

$$57,3 = 180 / 3,1416 \text{ (wartość stała)}$$

$$\alpha_{Stange} = \frac{70}{3} = 23,33^\circ$$

$$s_L = 2 \cdot 29,47 \cdot \sin \frac{70}{2} = 33,80m$$

$$s_h = 29,47 - \sqrt{\left(29,47^2 - \frac{33,80^2}{4}\right)} = 5,33m$$

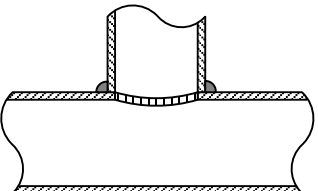
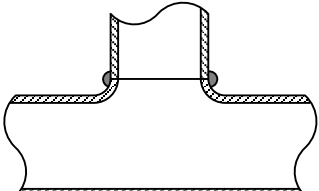
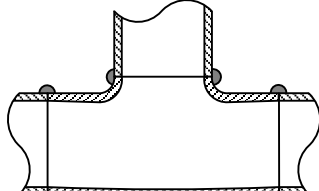


7. ODGAŁĘZIENIA

7.0 Trójniki

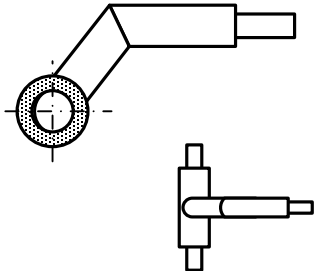
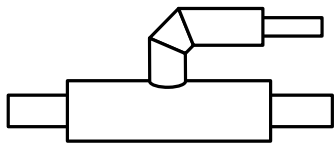
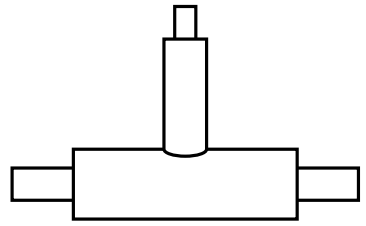
Do wykonania przyłączy do budynków oraz wykonania odgałęzień od głównej trasy sieci ciepłej stosowane są elementy „T” – trójniki. W zależności od ukształtowania terenu i konieczności odwadniania i odpowietrzania rurociągów odgałęzienia mogą być montowane w wykonaniu „do góry” lub „do dołu”. Należy przy tym pamiętać, że w miejscach montażu odgałęzień następuje zmiana głębokości wykopu, a więc też zmiana naziomu – patrz rozdział **M 2.1.1**.

Ponieważ odgałęzienia są elementami systemu połączeń KMR narażonymi na wysokie wartości obciążeń, należy dokonać dogłębnej analizy w celu określenia, który model odgałęzienia zostanie wybrany. Zazwyczaj każde odgałęzienie równoległe i 45° T powinno zostać obliczone za pomocą najnowocześniejszego oprogramowania i potwierdzone doświadczalnie. W przypadku odgałęzień o tej samej średnicy rury przelotowej i rury odgałęzienia lub o średnicy rury odgałęzienia o jedną dymensję mniejszą może okazać się konieczne zastosowanie w trójnikach kształtek „T” wg DIN-2615.

Wspawany	Z wyciągniętą szyjką	DIN 2615
		
Rura przelotowa i odgałęzienie połączone spoiną pachwinową	Wyciągnięta szyjka rury przelotowej połączona spoiną czołową z odgałęzieniem	Element kuty „T” wykonany zgodnie z DIN 2615 połączony z odgałęzieniem spoiną czołową

W przypadku produkowanych fabrycznie odgałęzień wyróżnia się następujące sposoby łączenia rury przelotowej z rurą odgałęzienia:

Jednocześnie rozróżnia się trzy sposoby wykonania odgałęzień od sieci głównej.

Odgałęzienie boczne 45° T	Odgałęzienie równoległe	Odgałęzienie pionowe
		
90° odejście w stosunku do rury przelotowej z wyniesionym kolankiem 45°	Równoległe odgałęzienie z odwróconym kolankiem 90° wyniesionym powyżej rury przelotowej	Odgałęzienie prostopadłe do rury przelotowej

W przypadku **isoplus** wszystkie odgałęzienia w wersji podstawowej wykonane są z zastosowaniem rury z wyciągniętą szyjką. Trójniki w których średnice przelotu i odgałęzienia są równe lub w których średnica odgałęzienia jest tylko jedną dymensję mniejsza od średnicy rury przelotowej, wykonywane są ze spawanym trójnikiem kutym „T” wg DIN 2615 T 1 wg serii 2 lub 3, w zależności od grubości ścianki odgałęzienia.

Odgałęzienia z wyciągniętą szyjką lub z trójnikami „T” wg DIN oferują zdecydowanie korzystniejsze parametry wytrzymałościowe w stosunku do trójników ze spoiną pachwinową. Wg AGFW FW 401, cz. 10, dla tych trzech rodzajów wykonania odgałęzienia podczas obliczeń należy uwzględnić następujące współczynniki koncentracji naprężenia i :

i	Wspawany		Z wyciągniętą szyjką		DIN 2615	
	Przelot	Odgałęzienie	Przelot	Odgałęzienie	Przelot	Odgałęzienie
i_N	$k \cdot 1,2$	$k \cdot 1,0$	$k \cdot 0,8$	$k \cdot 0,7$	$k \cdot 0,7$	$k \cdot 0,4$
i_M	$k \cdot 1,0$	$k \cdot 1,0$	$k \cdot 0,7$	$k \cdot 0,7$	$k \cdot 0,6$	$k \cdot 0,4$
i_{Mx}	$k \cdot 2,0$	$k \cdot 1,0$	$k \cdot 1,4$	$k \cdot 0,7$	$k \cdot 1,2$	$k \cdot 0,4$
i_Q	$k \cdot 1,0$	$k \cdot 1,0$	$k \cdot 0,7$	$k \cdot 0,7$	$k \cdot 0,6$	$k \cdot 0,4$
i_ϕ	$k \cdot 1,3$	$k \cdot 1,0$	$k \cdot 0,9$	$k \cdot 0,7$	$k \cdot 0,775$	$k \cdot 0,4$
$i_{\phi\Sigma}$	2,300		1,600		1,175	
%Diff.	100%		-30,5%		-49%	

N – siła normalna

ϕ – średnia

M – moment gięcia

$\phi\Sigma$ – suma współczynników koncentracji przelotu i odgałęzienia

M_x – moment skręcający

%Diff – procentowa poprawa parametrów wytrzymałościowych

Q – siła poprzeczna

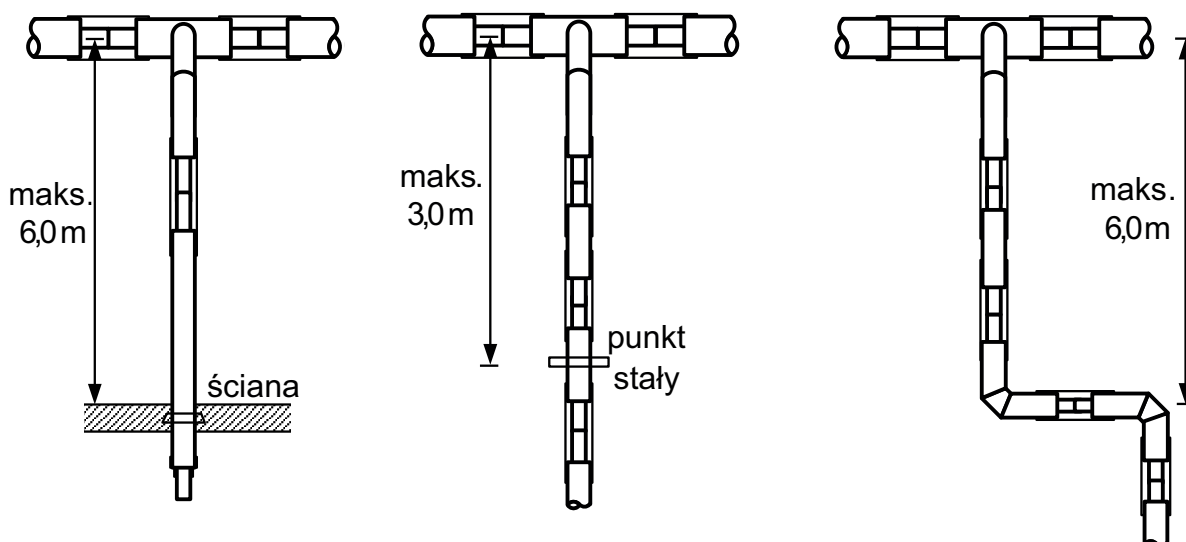
k – współczynnik szacunkowy wg AGFW

Upraszczając oznacza to, że trójnik z wyciągniętą szyjką, jeśli chodzi o parametry wytrzymałościowe, ocenić należy statycznie o 30% a trójnik „T” wg DIN 2615 – o 49 % lepiej w stosunku do trójnika dospawanego.

7.0.1 Odgałęzienia boczne T 45°

Przedstawiają one najprostszy i najtańszy wariant wykonania odejścia do podłączenia budynku. Bez dodatkowych przeliczeń maksymalna odległość do ściany budynku może wynosić do 6 m, w zależności od stosunku średnicy przelotu do średnicy odgałęzienia. Ze względu na brak kompensacji na elemencie kolanka 45°, niezależnie od temperatury roboczej, w przypadku większych odległości, po maks. 3 m musi zostać wykonany punkt stały lub po 6 m wykonana kompensacja „Z-” kształtowa. Wymiary montażowe odgałęzienia 45° – patrz rozdział B 3.1.

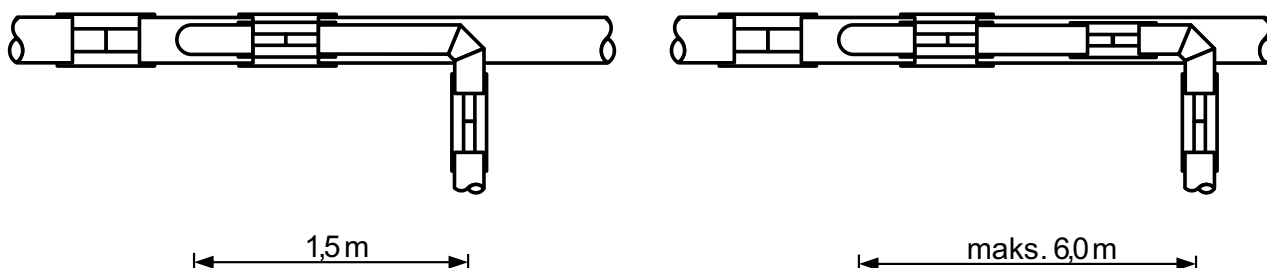
W przypadku konieczności zastosowania dłuższych odgałęzień, prosimy o kontakt z działem technicznym ISOPLUS.



7.0.2 Odgałęzienia równoległe

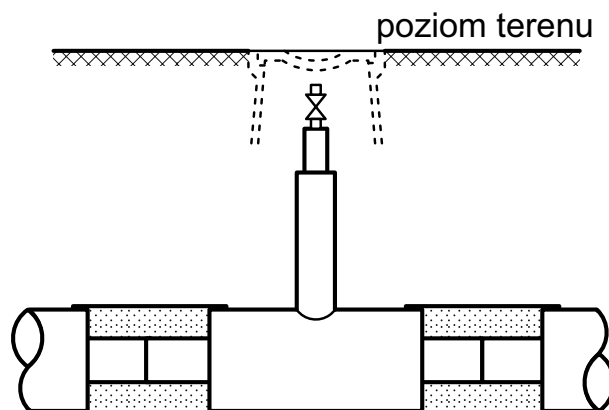
Jeżeli przyłącza domowe są większej długości lub rurociąg rozdzielczy odchodzi od trasy głównej należy wbudować odgałęzienie równoległe. Przy takim odgałęzieniu tworzy się automatycznie kompensacja „L”-kształtowa, która chroni trójnik „T” przed oddziaływaniem rurociągu odgałęzionego. Odcinek równoległy, w większości przypadków, nie musi być dłuższy niż ok. 1,60 m. Gdy długość odgałęzionego odcinka jest dłuższa lub gdy mamy do czynienia z instalacją wielorurkową, długość odcinka równoległego musi być większa, jednak należy ją ograniczyć do maksymalnie 6 m, w zależności od stosunku średnicy rury przelotowej do średnicy odgałęzienia.

W praktyce dla średnic odgałęzienia do DN80 sprawdzila się realizacja ramienia równoległego o długości 1,60 m w połączeniu z prefabrykowanym łukiem 90° 1,00 m x 1,00 m. Korzyścią tego rozwiązania jest to, że w odcinku równoległym występuje tylko jeden szew spawalniczy i jedna mufa łącząca. Mufa może zostać nasunięta bez problemów na miejsce z uwagi na długość ramienia łuku równą 1,00 m. Dla średnic większych od DN80 należy zastosować łuk 90° 1,00 m x 1,50 m aby można było swobodnie nasunąć mufę.



7.0.3 Odgałęzienia pionowe

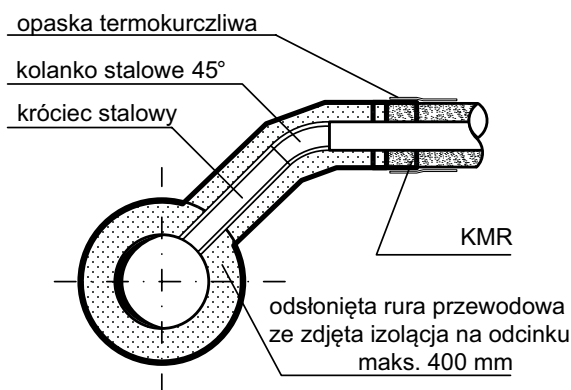
Odgałęzienia z odejściem pionowym stosowane są tylko jako trójniki odwadniające i odpowietrzające. Z punktu widzenia statyki mogą być one pominięte, ze względu na brak trasy odchodzącej. Niedopuszczalny natomiast jest montaż tych trójników w strefie kompensacji naturalnych „L-”, „Z-” i „U”-kształtowych ze względu na występujące naprężenia gnące.



7.0.4 Odgałęzienia nawiercane

Wiele przyłączy domowych podłączanych jest do istniejących, będących w eksploatacji rurociągów głównych. Technika nawiercania pozwala na wykonanie wpięcia bez przerywania dostawy ciepła. Forma rozgałęzienia jest analogiczna do trójnika T 45° lub odgałęzienia równoległego. Z punktu widzenia statyki nawiercenie traktowane musi być jak trójnik wspawany. Izolacja tych części montażowych następuje przez odgałęzienie montażowe PEHD.

Montaż muf łączących – patrz rozdział **M 6.0**.



8. PUNKTY STAŁE

8.0 Rzeczywiste punkty stałe

Ze względu na samoistne tworzenie się naturalnych punktów stałych (NPS) w systemie KMR – patrz rozdział **P 2.2** – rzeczywiste punkty stałe (RPS) są zazwyczaj zbędne. W przypadku poprawnego zaprojektowania trasy sieci cieplnej można uniknąć większości punktów stałych. Eliminacja rzeczywistych punktów stałych (RPS) służy zwiększeniu bezpieczeństwa systemu, ponieważ w punktach stałych następuje przerwa w ciągłości płaszcza osłonowego, a to zwiększa ich podatność na uszkodzenia w porównaniu do innych elementów systemu KMR.

Zastosowanie punktu stałego redukuje dopuszczalną długość ułożenia L_{max} do L_{zul} czyli $L_{max}/2$. Z uwagi na to, że punkty stałe poddawane są dużym obciążeniom, należy unikać ich stosowania. Rzeczywiste punkty stałe dla sieci o średnicach większych od DN 350, zwłaszcza w połączeniu z technologią „zimnego montażu” – patrz rozdział **P 2.4** – są w praktyce bardzo rzadko wykonywane, ze względu na nieproporcjonalnie duże siły i gabaryty bloków betonowych.

Rzeczywiste punkty stałe należy przewidzieć w zestawionych poniżej przypadkach:

- ⇒ Do nadania kontrolowanego kierunku wydłużenia, np. przed zbyt krótkimi elementami kompensacyjnymi lub w pobliżu kolan o kącie uzupełniającym $\alpha < 30^\circ$.
- ⇒ Do zabezpieczenia przejść przez ścianę, które byłyby poddane działaniu zbyt dużego wydłużania osiowego rurociągów. Ściany budowli lub domów nie nadają się jako konstrukcje punktów stałych. Między ścianą i blokiem betonowym należy zachować minimalny odstęp 2,00 m.
- ⇒ W przypadku trudnego terenu np. z ekstremalnym spadkiem, aby uniknąć osunięcia się trasy. Należy przy tym uwzględnić dodatkowo nacisk zbocza i ciężar własny przewodu rurowego, tzn. siły te muszą być dodane do F_{FP} .
- ⇒ Do umocowania rurociągów parowych przed wejściami do budynków, aby uniemożliwić wzajemne przemieszczanie się przewodów przy nagłych zmianach temperatury.
- ⇒ Przy zmianie technik układania np. z odcinka wstępnie podgrzanego w otwartym wykopie, do systemu EKO lub innych systemów, patrz rozdział **P 9.1**.

Jeżeli nie zostaną postawione żadne specjalne wymagania dotyczące powierzchni czołowej bloku betonowego, związane z występującymi siłami, należy zastosować obliczone wymiary minimalne. Szerokość minimalną B_{min} wylicza się wg:

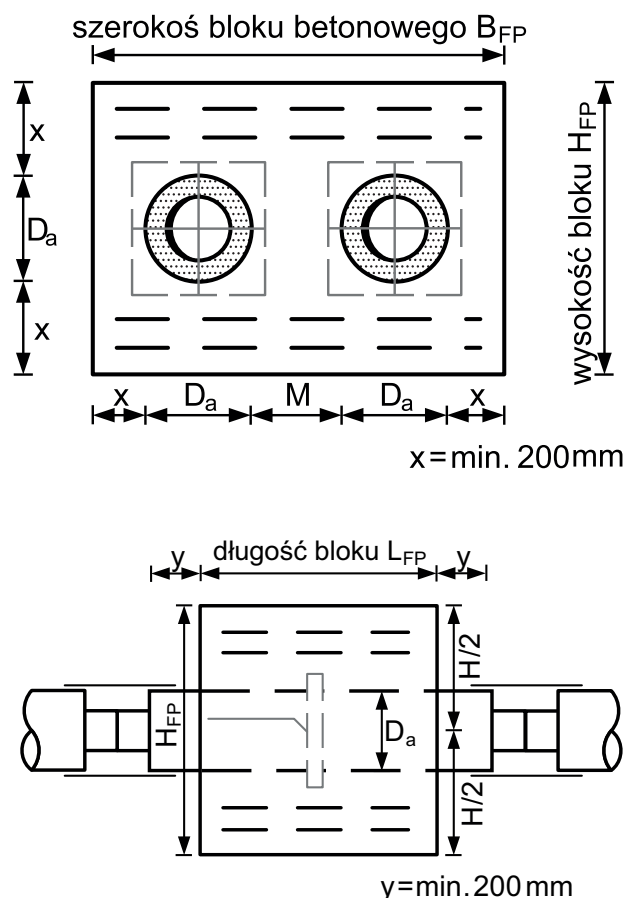
$$B_{min} = n_R \cdot D_a + 2 \cdot x + (n_R - 1) \cdot M \quad [m] \quad (36)$$

(wg 36) $\Rightarrow B_{min} = 2 \cdot 0,25 + 2 \cdot 0,20 + (2 - 1) \cdot 0,20 \text{ m}$ Wynik: $B_{min} = 1,10 \text{ m}$

D_a – Średnica zewnętrzna płaszcza osłonowego [m] x – minimalna grubość warstwy betonu [m]

n_R – liczba rurociągów [1] M – minimalny rozstaw między rurami [m]

np. zasilanie i powrót = 2 patrz rozdział **M 2.2**.



Dla określenia wysokości minimalnej H_{min} obowiązuje zależność (37), jednak należy pamiętać, że w przypadku różnych średnic płaszcza osłonowego D_a należy uwzględnić większą średnicę.

$$H_{min} = D_a + 2 \cdot x \text{ [m]} \quad (37)$$

(wg 37) $\Rightarrow H_{min} = 0,25 + 2 \cdot 0,20 \text{ [m]}$ Wynik: $H_{min} = 0,65 \text{ m}$

Konieczne jest ustalenie z wzorów (36) i (37) minimalnych wymiarów powierzchni czołowej bloku betonowego. Natomiast dla określenia długości bloku betonowego L_{min} obowiązują podane w tabeli wymiary minimalne. Tabela ta obowiązuje dla dwóch rurociągów KMR w standardowej grubości izolacji:

Wymiary rury przewodowej		Średnica płaszcza zewnętrznego D_a [mm]	Odległość między płaszczyzami osłonowymi M [mm]	Minimalne wymiary bloku betonowego RPS				Wymiary zbrojenia	
Średn. nomin. DN	Średnica zewn. d_a [mm]			Szerokość B_{min} [m]	Wysokość H_{min} [m]	Długość L_{min} [m]	Powierzchnia czołowa A_{FPmin} [m ²]	Ilość prętów n_{Fe} [szt]	Średnica pręta ϕ_{Fe} [mm]
20	26,9	90	150	0,73	0,49	0,80	0,36	2	8
25	33,7	90	150	0,73	0,49	0,80	0,36	2	8
32	42,4	110	150	0,77	0,51	0,80	0,40	2	8
40	48,3	110	150	0,77	0,51	0,80	0,40	2	8
50	60,3	125	150	0,80	0,53	0,80	0,43	2	8
65	76,1	140	150	0,88	0,54	0,80	0,48	2	8
80	88,9	160	200	0,92	0,56	0,80	0,52	2	8
100	114,3	200	200	1,00	0,60	0,80	0,60	2	8
125	139,7	225	200	1,05	0,63	0,80	0,67	4	8
150	168,3	250	200	1,10	0,65	0,80	0,72	4	8
200	219,1	315	300	1,33	0,72	1,00	0,96	6	10
250	273,0	400	400	1,50	0,80	1,00	1,20	6	10
300	323,9	450	400	1,70	0,85	1,00	1,45	6	10

Montaż elementu „Punkt stały” – patrz rozdział **M 3.6**.

8.1 Siła punktu stałego dla rurociągów układanych „na zimno”

Dla 3 technik układania na zimno (zimny montaż rurociągów niskoparametrowych, układanie konwencjonalne i zimny montaż) – porównaj rozdział **P 1.1** – skuteczna siła punktu stałego F_{FPKV} zależna jest od długości odcinka trasy L_x i siły tarcia F'_R – patrz wzór (14) w rozdziale **P 3.0.2**.

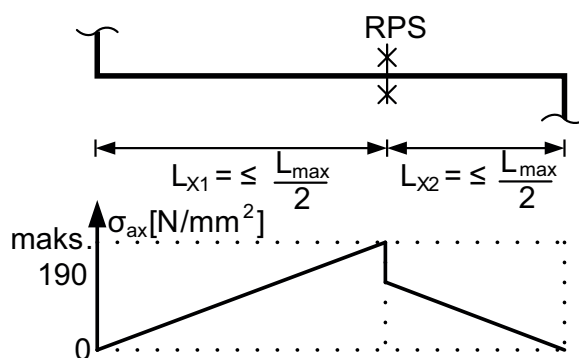
$$F_{FPKV} = L_x \cdot F'_R \cdot n_R \cdot f_\mu \text{ [kN]} \quad (38)$$

$$F_{FPKV} = 50 \cdot 4,194 \cdot 2 \cdot 0,85 \text{ [kN]} \quad (\text{wg } 38)$$

$$\text{Wynik: } F_{FPKV} = 356,49 \text{ kN} \quad (\text{wg } 38)$$

n_R – liczba rurociągów [1];

f_μ – współczynnik (0,85) zmniejszający
wartość współczynnika tarcia μ między gruntem,
a betonem, uwzględniający wagę bloku.



Przy punktach stałych montowanych między elementami kompensacyjnymi wyliczenie sił następuje z uwzględnieniem różnicy między L_{x1} i L_{x2} . Siła tarcia F'_R w zależności od $\dot{U}_H$ – patrz rozdział **P 8.2**.

8.1.1 Siła tarcia F'_R w kN/m

Wymiary rury przewodowej			Średnica płaszczka zewnętrznego			F' _R siła tarcia dla przykrycia $\ddot{U}_H$ od poziomu terenu do wierzchu płaszczka osłonowego											
Średn. nomin. DN	Średnica zewn. d _a [mm]	Grubość ścianki [mm] R2.0				D _a [mm]			$\ddot{U}_H = 0,80m$			$\ddot{U}_H = 1,20m$			$\ddot{U}_H = 1,60m$		
						Grubość izolacji			Grubość izolacji			Grubość izolacji			Grubość izolacji		
						S	1x	2x*	S	1x	2x*	S	1x	2x*	S	1x	2x*
20	26,9	2,6	90	110	125	1,33	1,64	1,88	1,95	2,41	2,75	2,58	3,17	3,62			
25	33,7	3,2	90	110	125	1,33	1,65	1,89	1,96	2,41	2,75	2,58	3,17	3,62			
32	42,4	3,2	110	125	140	1,65	1,89	2,14	2,41	2,76	3,11	3,18	3,63	4,08			
40	48,3	3,2	110	125	140	1,65	1,89	2,14	2,42	2,76	3,11	3,18	3,63	4,08			
50	60,3	3,2	125	140	160	1,90	2,15	2,48	2,77	3,12	3,59	3,64	4,09	4,70			
65	76,1	3,2	140	160	180	2,16	2,49	2,83	3,13	3,60	4,07	4,10	4,71	5,32			
80	88,9	3,2	160	180	200	2,50	2,84	3,19	3,61	4,09	4,57	4,72	5,33	5,96			
100	114,3	3,6	200	225	250	3,21	3,65	4,11	4,60	5,21	5,84	5,99	6,77	7,58			
125	139,7	3,6	225	250	280	3,68	4,13	4,69	5,24	5,87	6,64	6,80	7,60	8,58			
150	168,3	4,0	250	280	315	4,19	4,73	5,41	5,91	6,67	7,59	7,64	8,62	9,78			
200	219,1	4,5	315	355	400	5,49	6,29	7,22	7,67	8,75	9,99	9,86	11,21	12,77			
250	273,0	5,0	400	450	500	7,33	8,40	9,53	10,10	11,53	13,00	12,88	14,65	16,47			
300	323,9	5,6	450	500	560	8,53	9,65	11,06	11,65	12,12	14,95	14,77	16,59	18,83			

Oznaczenia: **S** = standardowa grubość izolacji **1 x** = pogrubiona **2 x** = wykonanie specjalne *

Uwaga: W przypadku średnic płaszczki osłonowych oznaczonych (*) i zapisanych kursywą chodzi o wyroby specjalne. W razie konieczności stosowania wcześniej należy sprawdzić możliwość dostaw.

Podane w tabeli wartości oparte są na wytycznych AGFW FW 410 część 10 i obowiązują dla piasków o ciężarze nasypowym 19 kN/m³, kącie tarcia wewnętrznego $\varphi = 32,5^\circ$ oraz dla rur przewodowych czarnych ze stali St 37.0, W-B lub S (ze szwem lub bez szwu), Nr 1.0254. Dla innych wysokości przykrycia odległości należy interpolować lub pozostawić do ustalenia przez **isoplus**.

8.2 Powierzchnia czołowa bloku betonowego

Siła punktu stałego F_{FPKV} powinna być przeniesiona przez powierzchnię czołową A_{FP} betonowego bloku oporowego do gruntu. W przypadku zagęszczonego, piasku o parametrach jak wyżej (klasa NS 0/2 do DIN 4226) dopuszczalne naprężenia ściskające σ_E wynoszą 150 kN/m². Dla takiej wartości minimalna powierzchnia czołowa A_{FP} powinna być określona po uwzględnieniu powierzchni przekroju płaszczka osłonowego, w następujący sposób:

$$A_{FP} = \frac{F_{FPKV}}{\sigma_E} + \frac{D_a}{2} \cdot \frac{D_a}{2} \cdot \pi \cdot n_R \text{ [m}^2\text{]} \quad (39)$$

$$A_{FP} = \frac{356,49}{150} + \frac{0,25}{2} \cdot \frac{0,25}{2} \cdot 3,1416 \cdot 2 \text{ [m}^2\text{]} \quad (\text{wg } 39)$$

$$\text{Wynik: } A_{FP} = 2,38 + 0,10 = 2,48 \text{ m}^2 \quad (\text{wg } 39)$$

D_a – średnica zewnętrzna płaszczka osłonowego [m];

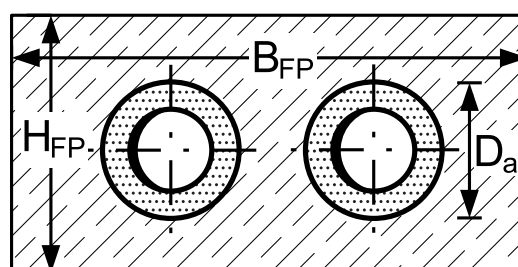
n_R – liczba rurociągów [1].

Szerokość B i wysokość H bloku betonowego określić należy uwzględniając wymiary minimalne, wg rozdziału **P 8.0**.

$$B_{FP} = \frac{A_P}{H_{\min}} \text{ [m]} \quad (40)$$

$$(\text{wg } 40) \Rightarrow B_{FP} = 2,48 / 0,65 \text{ [m]} \quad \text{Wynik: } B_{FP} = 3,82 \text{ m}$$

$$\text{lub } \Rightarrow B \cdot H = (\text{w przykładzie}) 2,5 \cdot 1,0$$



8.3 Siła punktu stałego – układanie na ciepło

Dla punktów stałych stosowanych w sieciach układanych na ciepło (podgrzew wstępny oraz system EKO), patrz rozdział **P 1.1**, siłę punktu stałego F_{FPWV} oblicza się wg:

$$F_{FPWV} = A \cdot \sigma_{vorh} \cdot n_R \cdot f_\mu \text{ [N]} \quad (41)$$

$$F_{FPWV} = 2\,064,66 \cdot 154,7 \cdot 2 \cdot 0,85 \text{ [N]} \quad (\text{wg } 41)$$

$$\text{Wynik: } F_{FPWV} = 542\,985 \text{ N} \quad (\text{wg } 41)$$

A – powierzchnia przekroju ścianki rury [mm²]

⇒ (6), patrz strona **P 2.2**.

σ_{vorh} – występujące naprężenia osiowe [N/mm²]

⇒ (3), patrz strona **P 4.1.1**.

w przykładzie dla $T_B = 130^\circ\text{C} + V_T = 70^\circ\text{C}$

n_R – liczba rurociągów [1];

f_μ – współczynnik (0,85) zmniejszający

wartość współczynnika tarcia μ między

gruntem a betonem, uwzględniający wagę bloku.

Powierzchnia czołowa bloku betonowego A_{FP} jest obliczana na podstawie (39):

$$A_{FP} = \frac{542,99}{150} + \frac{0,25}{2} \cdot \frac{0,25}{2} \cdot 3,1416 \cdot 2 \text{ [m}^2\text{]} \quad (\text{wg } 39)$$

$$\text{Wynik: } A_{FP} = 3,62 + 0,10 = 2,48 \text{ m}^2 \quad \Rightarrow \quad B_{FP} \cdot H_{FP} = (\text{w przykładzie}) 3,72 \cdot 1,0 \text{ m}$$

8.4 Długość bloku betonowego

W celu ustalenia wymaganej długości L_{FP} bloku betonowego należy wyznaczyć jednostkową siłę tarcia fundamentu i gruntu S'_R . Wylicza się ją z jednostkowej masy G_{FP} bloku betonowego i leżącej nad nim ziemi.

$$G_{FP} = B \cdot H \cdot \rho_B + B \cdot h_E \cdot \rho_E \text{ [kN/m]} \quad (42)$$

$$G_{FP} = 3,72 \cdot 1,00 \cdot 24 + 3,72 \cdot 0,425 \cdot 19 \text{ [kN/m]} \quad (\text{wg } 42)$$

$$\text{Wynik: } 89,29 + 30,04 = 119,32 \text{ kN/m} \quad (\text{wg } 42)$$

ρ_B – gęstość betonu [kN/m³];

ρ_E – gęstość zasypki [kN/m³];

h_E – przykrycie bloku betonowego [m]

$(\ddot{U}_H + D_a / 2) - (H_{FP} / 2)$; w przykładzie

$(0,8 + 0,25 / 2) - (1,00 / 2) = 0,425$;

$\ddot{U}_H$ – przykrycie rurociągu [m];

D_a – średnica zewnętrzna pł. osłonowego [m].

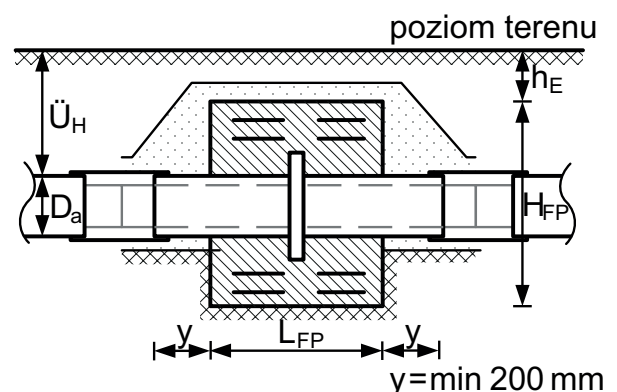
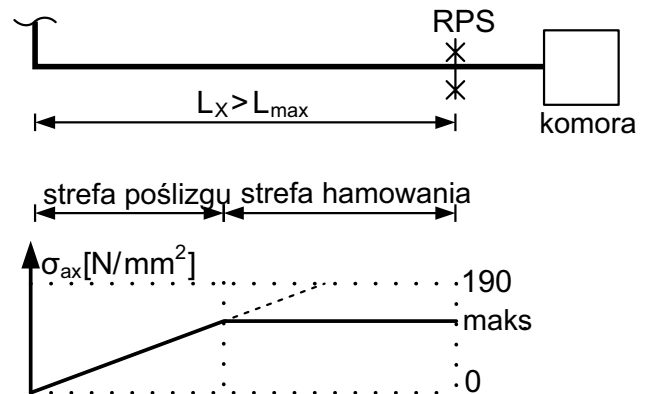
$$S'_R = G_{FP} \cdot \tan(\varphi) \text{ [kN/m]} \quad (43)$$

$$S'_R = 119,32 \cdot \tan(40) \text{ [kN/m]} \quad (\text{wg } 43)$$

φ – wartość kąta tarcia wewnętrznego gruntu [°].

$$L_{FP} = \frac{F_{FP} / f_\mu - F_{FP}}{S'_R} \text{ [m]} \quad (44)$$

$$\text{Wynik: } L_{FP} = 0,96 \text{ m}$$



$$\text{Wynik: } S'_R = 100,11 \text{ kN/m}$$

$$L_{FP} = \frac{542,99 / 0,85 - 542,99}{100,11} \text{ [m]} \quad (\text{wg } 44)$$

9. PRZYPADKI SZCZEGÓLNE

9.0 Odkopywanie rurociągów KMR

W przypadku rurociągów KMR sieci ciepłych, ziemia pełni podobną funkcję jak betonowy fundament budynku. Dlatego, w przypadku niekontrolowanego odkopywania takich rurociągów (np. podczas prowadzenia wykopów równoległych), istnieje duże ryzyko ich pęknięcia lub wyboczenia w obrębie wykonanego wykopu. W zależności od parametrów roboczych sieci ciepłych, może się okazać, że długość wykopu musi zostać ograniczona i nie może przekraczać 5 m!

Aby mimo wszystko można było w takich warunkach odkopać dłuższe odcinki sieci, może okazać się konieczna praca w etapach „5 metrowych” lub metodą „tempa pielgrzymów”. Najbezpieczniejszą metodą odkopywania częściowo, czy też w całości, rurociągów preizolowanych, jest przede wszystkim zredukowanie temperatury roboczej systemu do temperatury $T \leq 70^{\circ}\text{C}$. Wszystkie osoby zaangażowane w tę operację muszą zapoznać się z poniższymi regułami:

- ⇒ Przed każdym odkopaniem rurociągów lub wykonaniem wykopu przebiegającego równolegle do KMR, **isoplus** jako firma udzielająca gwarancji na rurociągi musi wydać zezwolenie. Ponadto **isoplus** dokonuje określenia maksymalnie możliwych długości wykonywania wykopów.
- ⇒ Wszyscy uczestniczący w pracach podczas wykonywania „robót równoległych” muszą działać z najwyższą starannością, a całość prac musi być na bieżąco kontrolowana przez jednostki zewnętrzne.
- ⇒ Ewentualne uszkodzenia płaszczy osłonowych PEHD muszą być natychmiast oznakowane, zgłoszone i fachowo usunięte.
- ⇒ Przy trasowaniu konstrukcji równoległych w wykopach umocnionych, odstęp w świetle, od zewnętrznego brzegu płaszcza osłonowego PEHD do brzegu zewnętrznego ścianki umocnienia wykopu musi wynosić przynajmniej 500 mm. Wymagany jest projekt umocnienia wykopu dla lokalnych warunków.
- ⇒ W przypadku wykopów bez umocnienia odstęp od KMR do nowego wykopu musi wynosić przynajmniej podwójną wysokość pokrywy ziemi nad rurą **isoplus**.
- ⇒ W przypadku działań mających na celu częściowe zmniejszenie przykrycia rurociągów należy liczyć się z redukcją siły tarcia F'_R , czego następstwem będzie zwiększenie wydłużeń osiowych na ramionach elementów kompensacyjnych. Oznacza to, że elementy kompensacyjne powinny zostać ponownie przeliczone przed przystąpieniem do prac ziemnych. Istniejące maty kompensacyjne muszą zostać wtedy ewentualnie wzmocnione i pogrubione oraz zabezpieczone przed uszkodzeniami przy wykonywaniu robót ziemnych.
- ⇒ W przypadku rurociągów ułożonych z „podgrzewem wstępnym” w otwartym wykopie lub z kompensatorami „systemu EKO” odkopywać należy je z najwyższą ostrożnością, ponieważ w strefie hamowania występują największe naprężenia osiowe mogące doprowadzić do awarii.
- ⇒ W przypadku rurociągów ułożonych zgodnie z metodą „zimnego montażu” odkopywanie jest najbardziej niebezpieczne, ponieważ w strefie zwiększonych naprężeń (patrz rozdział **P 2.4**) przekroczona jest granica plastyczności stali. Możliwe jest pęknięcie lub wyboczenie rurociągu bez wcześniejszych oznak!
- ⇒ Powinno unikać się odkopywania rur giętych oraz odcinków elastycznie giętych rurociągów, ponieważ w tych strefach ziemia pełni dodatkową funkcję podpory bocznej.

W celu obliczenia maksymalnej dopuszczalnej długości odkopania rurociągów należy poinformować **isoplus** podając miejsce oraz planowaną długość całkowitą wykopów. Dodatkowo należy podać parametry pracy sieci oraz:

- ➔ temperaturę gruntu podczas pierwszego montażu rur;
- ➔ rzeczywistą temperaturę roboczą T_B podczas odkopywania.

9.1 Połączenia z innymi systemami rurowymi

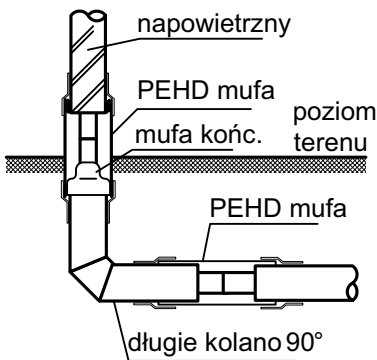
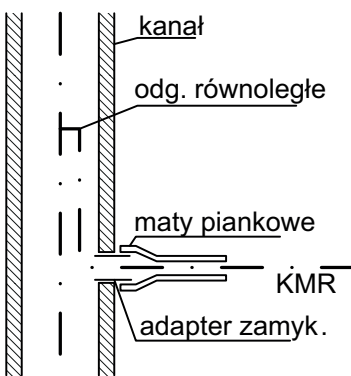
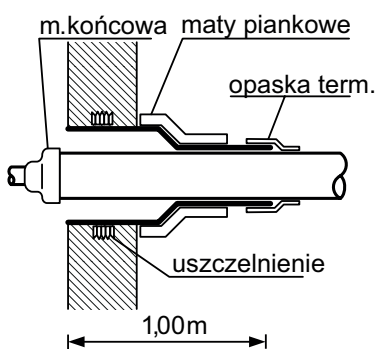
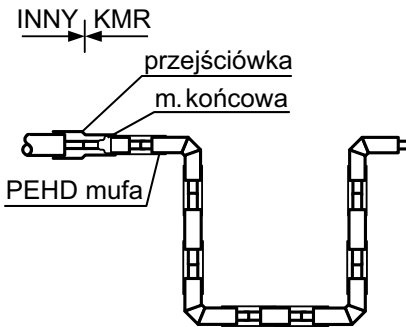
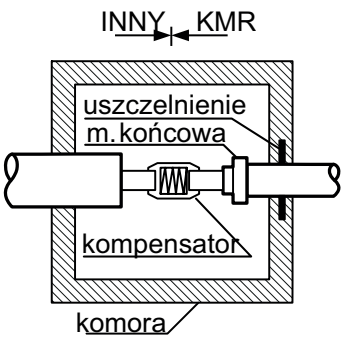
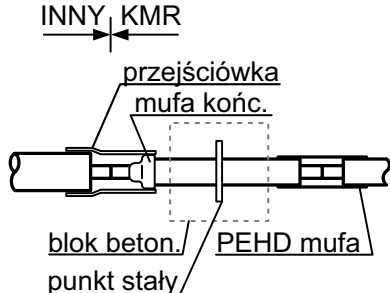
Na obszarach z istniejącym miejskim systemem ciepłowniczym bardzo często łączy się nowe rurociągi z rurociągami ułożonymi w innych technologiach lub rurociągami innych producentów. Wszystkie podane poniżej systemy różnią się zasadniczo od sposobu łączenia preizolowanych rurociągów KMR **isoplus**. Dlatego miejsca połączenia muszą zostać poddane obliczeniom sprawdzającym:

- ⇒ system kanałów łupinowych;
- ⇒ dwuwarstwowe rury izolowane – system ślizgowy;
- ⇒ rurociągi wysokotemperaturowe;
- ⇒ rurociągi napowietrzne;
- ⇒ rury izolowane masami bitumicznymi lub pianobetonem.

Charakterystycznym parametrem wyjściowym do projektowania połączeń jest przewidywane wydłużanie istniejącego systemu. W tym celu niezbędne jest posiadanie dokumentacji inwentaryzacyjnej – powykonawczej istniejącej trasy. Praktyka pokazuje jednak, że wielokrotnie nie jest możliwe otrzymanie żądanych informacji. Prowadzi to do tego, że w połączeniach statycznie niezdefiniowanych, nową trasę **isoplus** rozpoczynamy od ramienia elementu kompensacyjnego.

Często jednak umiejscowienie elementu kompensacyjnego „U” lub „Z” jest niemożliwe, ponieważ z uwagi na lokalne warunki nie ma dla niego miejsca. W takich wymuszonych sytuacjach można zapewnić przejściową budowlę kanałową z kompensatorem osiowym lub oddzielić obydwie trasy za pomocą rzeczywistego punktu stałego.

Poniżej przedstawione są najczęściej stosowane konstrukcje przejściowe.

Napowietrzny ⇒ KMR	Kanał ⇒ KMR	Szczegół: Kanał ⇒ KMR
		
INNY ⇒ KMR z U-kształtem	INNY ⇒ KMR z komorą	INNY ⇒ KMR z pkt. stałym
		

10. WYMIAROWANIE RUROCIĄGÓW

10.0 Pojemność rurociągów

Decydujące znaczenie przy wymiarowaniu średnic rurociągów ma ilość przesyłanej mocy cieplnej [kW]. Liniowa strata ciśnienia Δp , suma charakterystycznych współczynników oporu ζ elementów wbudowanych jak np. odgałęzienia i kolana, temperatura robocza T_B , lub w przypadku sieci rurowych z zasilaniem i powrotem, różnica temperatur ΔT , są dodatkowymi parametrami wpływającymi na dobór średnic. Tabele poniższe pokazują jednostkową pojemność rurociągu v dla różnych rodzajów rur przewodowych będących w ofercie **isoplus**.

Typ szeregu	Średnica nominalna		Wymiary rury przewodowej		Pojemność rury v [L/min]
	DN	cale	d_a [mm]	s [mm]	
rury ze stali czarnej	20	¾"	26,9	2,6	0,391
	25	1"	33,7	3,2	0,638
	32	1¼"	42,4	3,2	1,087
	40	1½"	48,3	3,2	1,459
	50	2"	60,3	3,2	2,333
	65	2½"	76,1	3,2	3,882
	80	3"	88,9	3,2	5,346
	100	4"	114,3	3,6	9,009
	125	5"	139,7	3,6	13,789
	150	6"	168,3	4,0	20,182
	200	8"	219,1	4,5	34,669
	250	10"	273,0	5,0	54,325
	300	12"	323,9	5,6	76,797
	350	14"	355,6	5,6	93,157
	400	16"	406,4	6,3	121,798
	450	18"	457,2	6,3	155,249
	500	20"	508,0	6,3	192,753
	550	22"	558,8	6,3	234,311
	600	24"	610,0	7,1	278,799
	650	26"	660,0	7,1	327,556
St 33.2 wg DIN 2440	700	28"	711,0	8,0	379,367
	800	32"	813,0	8,8	496,891
	900	36"	914,0	10,0	627,718
	1000	40"	1016,0	11,0	779,128
	20	¾"	26,9	2,65	0,366
	25	1"	33,7	3,25	0,581
	32	1¼"	42,4	3,25	1,012
	40	1½"	48,3	3,25	1,372
	50	2"	60,3	3,65	2,206
	65	2½"	76,1	3,65	3,718
St 33.2 wg DIN 2440	80	3"	88,9	4,05	5,128
	100	4"	114,3	4,50	8,709
	125	5"	139,7	4,85	13,273
	150	6"	165,1	4,85	18,967

Typ szeregu	Średnica nominalna		Wymiary rury przewodowej		Pojemność rury v [L/min]
	DN	cale	d_a [mm]	s [mm]	
Miedziane lub ze st. szl. DIN 1754 / 2462 / .2463	10	⅜"	15,0	1,0	0,133
	15	½"	18,0	1,0	0,201
	20	¾"	22,0	1,0	0,314
	20	¾"	22,0	1,2	0,302
	25	1"	28,0	1,2	0,515
	25	1"	28,0	1,5	0,491
	25	1"	28,0	2,0	0,452
	32	1¼"	35,0	1,5	0,804
	40	1½"	42,0	1,5	1,195
	50	2"	54,0	1,5	2,043
	50	2"	54,0	2,0	1,963
	65	2½"	70,0	2,0	3,421
	65	2½"	76,1	2,0	4,083
	80	3"	88,9	2,0	5,661
	100	4"	108,0	2,0	8,495
	100	4"	108,0	2,5	8,332
	125	5"	133,0	3,0	12,668
	150	6"	159,0	3,0	18,385
PE-X wg DIN 16893	15	½"	20,0	2,0	0,201
	15	½"	20,0	2,8	0,163
	20	¾"	25,0	2,3	0,327
	20	¾"	25,0	3,5	0,254
	25	1"	32,0	2,9	0,539
	25	1"	32,0	4,4	0,423
	32	1¼"	40,0	3,7	0,835
	32	1¼"	40,0	5,5	0,661
	40	1½"	50,0	4,6	1,307
	40	1½"	50,0	6,9	1,029
	50	2"	63,0	5,8	2,075
	50	2"	63,0	8,7	1,633
	65	2½"	75,0	6,8	2,961
	80	3"	90,0	8,2	4,254
	100	4"	110,0	10,0	6,362

Dla innych wymiarów pojemność v wylicza się w następujący sposób:

$$v = \left(\frac{d_a - 2 \cdot s}{2} \right)^2 \cdot \pi / 1000 \text{ [dm}^3/\text{min]} \quad (45) \Rightarrow v = \left(\frac{168 - 2 \cdot 4,0}{2} \right)^2 \cdot 3,1416 / 1000 \text{ [dm}^3/\text{min]}$$

Wynik przykładu (45): $v = 20,182 \text{ dm}^3/\text{min}$ lub: $v = 20,182 : 1000 = 0,020182 \text{ m}^3/\text{min}$

10.1 Przepustowość rurociągów

Dzięki pojemności rurociągu v [m³/min], ustalonej prędkości przepływu w [m/s] i czasowi t [sek/h] łatwo da się obliczyć strumień przepływu V' :

$$V' = v \cdot W \cdot t \text{ [m³/h]} \quad (46)$$

$$V' = 0,020182 \cdot 1,7 \cdot 3600 \text{ [m³/h]} \quad (\text{wg } 46)$$

$$\text{Wynik: } V' = 123,514 \text{ m³/h} \quad (\text{wg } 46)$$

Również dzięki pojemności rurociągu v [m³/min] i ustalonej prędkości przepływu w [m/s] może zostać określona przenoszona moc cieplna $P_{\dot{Q}}$.

$$P_{\dot{Q}} = v \cdot w \cdot c_m \cdot \Delta T \text{ [kW]} \quad (47)$$

$$P_{\dot{Q}} = 0,020182 \cdot 1,7 \cdot 4187 \cdot 40 \text{ [kW]} \quad (\text{wg } 47)$$

$$\text{Wynik: } P_{\dot{Q}} = 5\,746,14 \text{ kW} \quad (\text{wg } 47)$$

c_m – ciepło właściwe medium [J/(kg · K)],

w przykładzie: woda = 4 187 J/(kg · K)

ΔT – schłodzenie czynnika [K]

Przykładowo $\Rightarrow$	Temperatura zasilania	$T_{VL} = 110^\circ\text{C};$
	Temperatura powrotu	$T_{RL} = 70^\circ\text{C};$
	schłodzenie	$\Delta T = 40^\circ\text{C}.$

Poza przenoszoną mocą cieplną $P_{\dot{Q}}$ należy określić całkowite zapotrzebowanie na moc P_b . Wymagana moc P_b składa się z następujących wartości składowych:

$$P_b = q + (A_w \cdot S_D) \text{ [kW]} \quad (48)$$

q – straty ciepła [kW], patrz strona **P 11.3**.

A_w – moc przyłączeniowa obiektów [kW], wielkość zadana.

S_D – współczynnik bezpieczeństwa [1], wielkość zadana.

Współczynnik bezpieczeństwa S_D powinien uwzględniać zapotrzebowanie mocy tłoczenia czynnika wynikającą ze strat ciśnienia oraz różnicy wysokości. Należy również doliczyć straty ciśnienia związane z wbudowanymi elementami trasy, jak kolana, odgałęzienia, armatura itp. uwzględniając współczynniki oporów miejscowych ζ tych elementów. Ponadto, należy wziąć pod uwagę, że może nastąpić zarówno późniejsze podłączanie nowych odbiorców, jak i to, że w istniejących przyłączach może następować zmiana zapotrzebowania mocy.

Dla wstępnego, przybliżonego oszacowania wymiar rury może być określony według wzorów od (45) do (48), jednak będą to obliczenia niezbyt dokładne. Dokładne określenie nominalnej średnicy rury przewodowej powinno zostać wykonane metodą kolejnych przybliżeń, z uwzględnieniem wszystkich wymaganych parametrów. Obliczenia te zazwyczaj wykonywane są przez projektanta, właściciela projektu lub użytkownika sieci.

11. STRATY ENERGII

11.0 Przewodzenie ciepła

Pod pojęciem przewodzenie ciepła rozumie się przepływ energii poprzez warstwy jednego lub kilku materiałów z ośrodka ciepłego do zimnego. Każdemu z tych materiałów przyporządkowany jest indywidualny współczynnik przewodzenia ciepła λ , zależny od jego właściwości fizyko – chemicznych. W przypadku stosowanych przez isoplus podstawowych materiałów współczynnik λ został ustalony doświadczalnie.

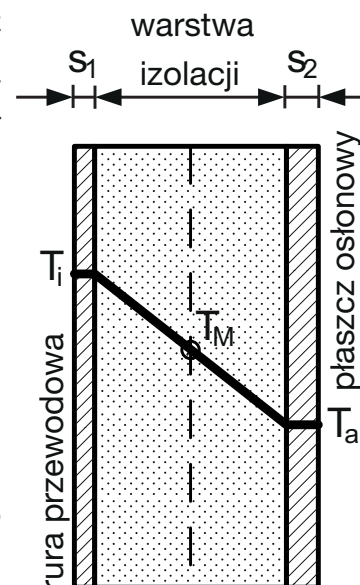
T_M – średnia temperatura [°C];

T_a – temperatura zewnętrzna [°C];

T_i – temperatura wewnętrzna [°C];

s_1 – grubość ścianki rury przewodowej [mm];

s_2 – grubość ścianki płaszcza osłonowego [mm].



UWAGA: W celu lepszej interpretacji zagadnienia w rozdziałach **P 11.1** do **P 11.4.1** przedstawione zostały wzory (49) do (68) wraz z przykładowymi rozwiązaniami od rozdziału **P 1.0**. W przykładach, tak jak we wcześniejszych rozdziałach, przyjęto założenia wstępne dotyczące rury przewodowej DN 150 w izolacji standardowej. Jako wysokość przykrycia rurociągów $\ddot{U}_H$ przyjęto 800 mm, a średni odstęp między płaszczami osłonowymi $M = 200$ mm. Dla obliczeń przewodzenia ciepła gruntu oznacza to głębokość ułożenia osi rur h_m wynoszącą 925 mm oraz rozstaw osi rurociągów a wynoszący 450 mm.

11.1 Przewodzenie ciepła – rura

W przypadku przepływu ciepła w rurach preizolowanych strumień ciepła pokonuje różne materiały przewodzące tj, rurę przewodową, materiał izolacyjny i płaszcz osłonowy. Ze względu na duże przewodnictwo cieplne λ oraz małe grubości ścianek rury przewodowej i płaszcza osłonowego dla przewodzenia ciepła najistotniejsza jest warstwa izolacji. Obliczając straty energii należy podczas obliczeń uwzględnić wszystkie materiały wchodzące w skład rury KMR. Do obliczeń należy przyjmować przedstawione poniżej współczynniki przewodzenia ciepła λ :

⇒ Rura przewodowa St 37.0: $\lambda_{ST} = 52,3300 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$

⇒ Izolacja poliuretanowa PUR: $\lambda_{PUR} = 0,0275 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$

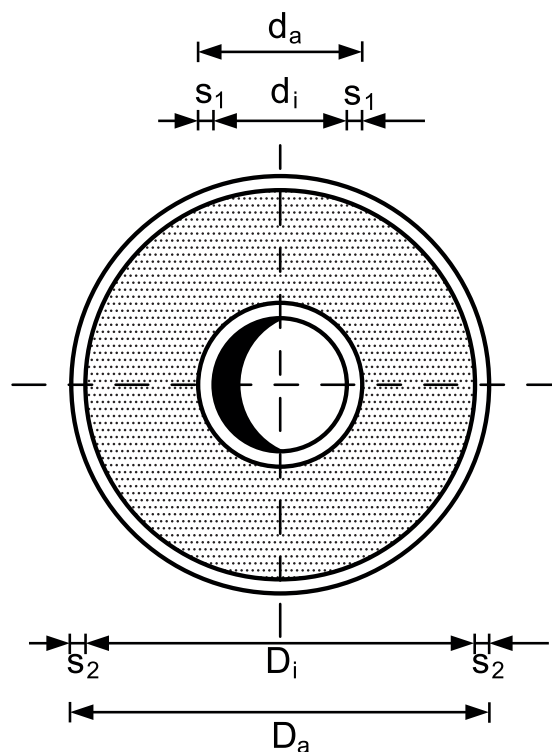
⇒ Płaszcz osłonowy PEHD: $\lambda_{HDPE} = 0,400 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$

D_a – Średnica zewnętrzna PEHD [mm];

D_i – Średnica wewnętrzna PEHD [mm];

d_a – Średnica zewnętrzna rury przewodowej [mm];

d_i – Średnica wewnętrzna rury przewodowej [mm].



Opór przewodzenia ciepła $1/\Lambda_R$ dla pojedynczej rury wylicza się jak dla rur wielowarstwowych, wg równania (49) w następujący sposób:

$$\frac{1}{\Lambda_R} = \frac{1}{\lambda_{ST}} \cdot \ln \frac{d_a}{d_i} \cdot \frac{1}{\lambda_{PUR}} \cdot \ln \frac{D_i}{d_a} \cdot \frac{1}{\lambda_{PE80}} \cdot \ln \frac{D_a}{D_i} \quad [\text{m} \cdot \text{K/W}] \quad (49)$$

$$\frac{1}{\Lambda_R} = \frac{1}{52,330} \cdot \ln \frac{168,3}{160,3} \cdot \frac{1}{0,0275} \cdot \ln \frac{241,6}{168,3} \cdot \frac{1}{0,400} \cdot \ln \frac{250,0}{241,6} \quad [\text{m} \cdot \text{K/W}] \quad (\text{wg } 49)$$

$$\text{Wynik: } 1/\Lambda_R = 13,2331 \text{ m} \cdot \text{K/W} \quad (\text{wg } 49)$$

D_a – średnica zewnętrzna płaszczka osłonowego [mm];

D_i – średnica wewnętrzna płaszczka osłonowego [mm];

d_a – średnica zewnętrzna rury przewodowej [mm];

d_i – średnica wewnętrzna rury przewodowej [mm].

Do obliczenia **oporu cieplnego** rury R_Λ stosuje się:

$$R_\Lambda = \frac{1}{2 \cdot \pi} \cdot \frac{1}{\Lambda_R} \quad [\text{m} \cdot \text{K/W}] \quad (50)$$

$$R_\Lambda = \frac{1}{2 \cdot 3,1416} \cdot 13,2331 \quad [\text{m} \cdot \text{K/W}] \quad (\text{wg } 50)$$

$$\text{Wynik: } R_\Lambda = 2,1061 \text{ m} \cdot \text{K/W} \quad (\text{wg } 50)$$

Natomiast **współczynnik przenikania ciepła k_R** rury jest odwrotnością R_Λ (50):

$$k_R = \frac{1}{R_\Lambda} \quad [\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})] \quad (51)$$

$$k_R = \frac{1}{2,1061} \quad [\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})] \quad (\text{wg } 51)$$

lub odpowiednio

$$k_R = \frac{2 \cdot \pi}{1/\Lambda_R} \quad [\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})] \quad (52)$$

$$k_R = \frac{2 \cdot 3,1416}{13,2331} \quad [\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})] \quad (\text{wg } 52)$$

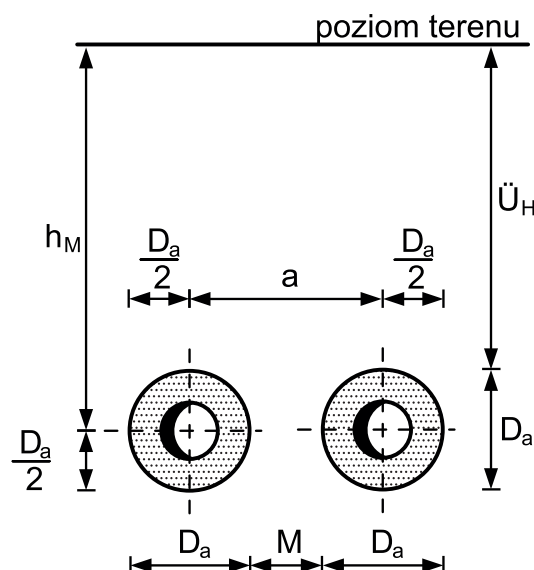
$$\text{Wynik: } k_R = 0,4748 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K}) \quad (\text{wg } 52)$$

11.2 Przewodzenie ciepła w gruncie

Aby można było przeprowadzić dokładne wyliczenie strat ciepła, należy dodatkowo uwzględnić przewodnictwo cieplne i „grubość izolacyjną” gruntu oraz ogrzanie ziemi między rurociągiem zasilającym i powrotnym.

Przy ułożeniu rurociągów preizolowanych KMR w piasku, należy uwzględnić 8 % wilgotność czystego piasku oraz współczynnik przewodzenia ciepła w gruncie λ_E wynoszący 1,20 W/(m·K). Przy układaniu rur na terenach gdzie występuje wysoki poziom wód gruntowych przewodnictwo gruntu odpowiednio się zmienia.

Jeżeli rurociągi KMR zostaną ułożone w innych warunkach, to współczynnik przewodzenia ciepła dla gruntu λ_E należy dobrać zgodnie z przedstawioną poniżej tabelą.



Rodzaj gruntu	zakres gęstości ρ [kg/m ³]	stopień zawilgocenia [%]	typowe zawilgocenie [%]	Wsp. przewodzenia ciepła gruntu λ_E [W/(m·K)]
czysty piasek	1500	4		1,04
	↓	↓	8	1,20
	1800	14		1,70
grunt gliniasty	1500	23		1,50
	↓	↓	28	↓
	2000	28		2,60

Opór przewodzenia ciepła $[1/\Lambda_R]$ dla gruntu ustala się w następujący sposób:

$$\frac{1}{\Lambda_E} = \frac{1}{\lambda_E} \cdot \ln \frac{4 \cdot h_m}{D_a} \quad [\text{m} \cdot \text{K/W}] \quad (53)$$

$$\frac{1}{\Lambda_E} = \frac{1}{1,20} \cdot \ln \frac{4 \cdot 925}{250} \quad [\text{m} \cdot \text{K/W}] \quad (\text{wg } 53)$$

$$\text{Wynik: } 1/\Lambda_E = 2,2455 \text{ m} \cdot \text{K/W} \quad (\text{wg } 53)$$

D_a – średnica zewnętrzna płaszczki osłonowego [mm];

$\ddot{U}_H$ – wysokość przykrycia rurociągu [mm];

M – odstęp montażowy [mm], patrz rozdział **M 2.2**;

a – rozstaw osi rurociągów zasilającego i powrotnego = $M + D_a$ [mm];

h_m – zagłębienie osi rurociągów KMR = $\ddot{U}_H + D_a / 2$ [mm].

Dwie rury ułożone obok siebie w gruncie oddziałują na siebie a ich **wzajemny wpływ** $1/\Lambda_{RR}$ można określić wg poniższego równania:

$$\frac{1}{\Lambda_{RR}} = \frac{1}{\lambda_E \cdot 2} \cdot \ln \left[1 + \frac{(2 \cdot h_m)^2}{a^2} \right] \quad [\text{m} \cdot \text{K/W}] \quad (53)$$

$$\frac{1}{\Lambda_{RR}} = \frac{1}{1,2 \cdot 2} \cdot \ln \left[1 + \frac{(2 \cdot 925)^2}{450^2} \right] \quad [\text{m} \cdot \text{K/W}] \quad (\text{wg } 53)$$

$$\text{Wynik: } 1/\Lambda_{RR} = 1,2020 \text{ m} \cdot \text{K/W} \quad (\text{wg } 53)$$

D_a – średnica zewnętrzna płaszczka osłonowego [mm];

$\ddot{U}_H$ – wysokość przykrycia rurociągu [mm];

M – odstęp montażowy [mm];

a – rozstaw osi rurociągów zasilającego i powrotnego $= M + D_a$ [mm];

h_m – zagłębienie osi rurociągów KMR $= \ddot{U}_H + D_a / 2$ [mm].

Całkowity **opór przewodzenia ciepła** $1/\Lambda_\Sigma$ otrzymujemy przez proste zsumowanie:

$$\frac{1}{\Lambda_\Sigma} = \frac{1}{\Lambda_R} + \frac{1}{\Lambda_E} + \frac{1}{\Lambda_{RR}} \quad [\text{m} \cdot \text{K/W}] \quad (49) + (53) + (54) = (55)$$

$$\frac{1}{\Lambda_\Sigma} = 13,2331 + 2,2455 + 1,2020 \quad [\text{m} \cdot \text{K/W}] \quad (\text{wg } 55)$$

$$\text{Wynik: } 1/\Lambda_\Sigma = 16,6806 \text{ m} \cdot \text{K/W} \quad (\text{wg } 55)$$

Natomiast **całkowity opór cieplny** rury ułożonej w w gruncie $R\Sigma_{ER}$ (całkowitą zdolność izolacyjną) obliczamy według:

$$R\Sigma_{ER} = \frac{1}{2 \cdot \pi} \cdot \frac{1}{\Lambda_\Sigma} \quad [\text{m} \cdot \text{K/W}] \quad (56)$$

$$R\Sigma_{ER} = \frac{1}{2 \cdot 3,1416} \cdot \frac{1}{16,6806} \quad [\text{m} \cdot \text{K/W}] \quad (\text{wg } 56)$$

$$\text{Wynik: } R\Sigma_{ER} = 2,6548 \text{ m} \cdot \text{K/W} \quad (\text{wg } 56)$$

Współczynnik przenikania ciepła k_{ER} (wg normy ISO 7345 oznaczenie $\Rightarrow U$) rurociągu preizolowanego ułożonego w ziemi jest odwrotnością zależności (56):

$$k_{ER} = \frac{1}{R\Sigma_{ER}} [W/(m \cdot K)] \quad (57) \quad \text{lub odpowiednio} \quad k_{ER} = \frac{2 \cdot \pi}{1/\Lambda_{\Sigma}} \quad (58)$$

$$k_{ER} = \frac{1}{2,6548} [W/(m \cdot K)] \quad (\text{wg 57}) \quad \text{lub odpowiednio} \quad k_{ER} = \frac{2 \cdot 3,1416}{16,6806} \quad (\text{wg 58})$$

Wynik: $k_{ER} = 0,3767 \text{ m W}/(m \cdot K)$

11.3 Strata ciepła

W celu rzeczywistego określenia straty ciepła q znana musi być **temperatura średnia T_M** , rozumiana jako średnia temperatur roboczych zasilania i powrotu $T_{VL} + T_{RL}$, obniżona o temperaturę gruntu T_E , czyli:

$$T_M = \frac{T_{VL} + T_{RL}}{2} - T_E [K] \quad (59) \quad \text{na przykład} \quad T_M = \frac{130 + 90}{2} - 10 = 100 \text{ K.}$$

Obliczenie **straty ciepła q** na **metr rury** przeprowadza się następująco:

$$q = \frac{T_M}{R\Sigma_{ER}} [W/m] \quad (60) \quad \text{na przykład} \quad q = \frac{100}{2,6548} = 37,6676 \text{ W/m.}$$

W celu otrzymania całkowitej **straty energii cieplnej Q'** dla trasy rurociągu, trzeba uwzględnić zarówno długość rury, jak i rozpatrywany okres czasu:

$$Q' = \frac{q \cdot L \cdot t}{1000} [kW \cdot h] \quad (61) \quad \text{lub odpowiednio} \quad Q' = \frac{k_{ER} \cdot T_M \cdot L \cdot t}{1000} [kW \cdot h] \quad (62).$$

Przykładowo:

$$Q' = \frac{37,6676 \cdot 500 \cdot 720}{1000} [kW \cdot h] \quad (\text{wg 61})$$

lub

$$Q' = \frac{0,3767 \cdot 100 \cdot 500 \cdot 720}{1000} [kW \cdot h] \quad (\text{wg 62})$$

Wynik: $Q' = 13\,561 \text{ kW} \cdot h$ lub $13\,561 / 720 = 18,83 \text{ kW}$.

t – okres ustaleń [h], np. 720 godzin odpowiada 30 dniom lub 1 miesiącowi,

L – suma długości rurociągów zasilania i powrotu [m], np. 500 m odpowiada 250 m sieci.

Współczynnik przenikalności cieplnej k_{ER} i straty ciepłe q rur **isoplus** znajdują się w rozdziałach: rury, rury elastyczne i rury podwójne.

11.4 Rurociągi napowietrzne

Dla rur **isoplus** w płaszczu osłonowym SPIROFALZ, układanych na wolnym powietrzu (dotyczy to także rur w kanałach i w pomieszczeniach), straty ciepła mogą zostać określone na podstawie znajomości współczynnika przejmowania ciepła od izolacji do otoczenia α . Ponieważ wartość ta jest zależna od bardzo wielu czynników takich jak np. kierunek i prędkość wiatru, dla potrzeb inżynierii, przez wytyczne VDI 2055 zostały określone następujące wartości współczynnika α :

- | | |
|---|---|
| ⇒ średnia wartość na wolnym powietrzu | ⇒ $\alpha = 25 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$; |
| ⇒ dolna wartość na wolnym powietrzu przy braku wiatru | ⇒ $\alpha = 15 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$; |
| ⇒ średnia wartość w pomieszczeniu zamkniętym | ⇒ $\alpha = 8 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$; |
| ⇒ dolna wartość w pomieszczeniu zamkniętym | ⇒ $\alpha = 25 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$. |

Przy zastosowaniu współczynnika α można określić wielkość strumienia ciepła Q_R oddawanego przez powierzchnię płaszcza osłonowego:

$$Q_R = \pi \cdot D_a \cdot \alpha \text{ [W}/(\text{m} \cdot \text{K})] \quad (63) \quad \text{Przykład: } Q_R = 3,1416 \cdot 0,25 \cdot 25 = 19,6350 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K}).$$

D_a – średnica zewnętrzna płaszcza osłonowego z rury spiro [m].

Opór przejmowania ciepła R_α powierzchni płaszcza osłonowego jest odwrotnością (63):

$$R_\alpha = \frac{1}{Q_R} \text{ [m} \cdot \text{K}/\text{W}] \quad (64) \quad \text{Przykład: } R_\alpha = \frac{1}{19,6350} = 0,0509 \text{ m} \cdot \text{K}/\text{W}.$$

Opór przewodzenia ciepła $1/\Lambda_R$ dla pojedynczej rury oraz **opór cieplny** tej rury R_Λ wylicza się wg znanych już wzorów (49) i (50) – patrz rozdział **P 11.1**. Należy przy tym uwzględnić zmianę średnic płaszczy osłonowych i zmianę wielkości współczynnika przewodzenia ciepła λ dla SPIROFALZ'u:

$$\frac{1}{\Lambda_R} = \frac{1}{52,33} \cdot \ln \frac{168,3}{160,3} \cdot \frac{1}{0,0275} \cdot \ln \frac{248,8}{168,3} \cdot \frac{1}{52,33} \cdot \ln \frac{250,0}{248,8} \text{ [m} \cdot \text{K}/\text{W}] \quad (\text{wg } 49)$$

$$\text{Wynik: } 1/\Lambda_R = 14,2145 \text{ m} \cdot \text{K}/\text{W} \quad (\text{wg } 49)$$

$$R_\Lambda = \frac{1}{2 \cdot 3,1416} \cdot 14,2145 \text{ [m} \cdot \text{K}/\text{W}] \quad (\text{wg } 50)$$

$$\text{Wynik: } R_\Lambda = 2,2625 \text{ m} \cdot \text{K}/\text{W} \quad (\text{wg } 50)$$

Poprzez zwykłe sumowanie oblicza się całkowity opór cieplny $R\Sigma_{ER}$ (całkowitą zdolność izolacyjną):

$$R\Sigma_{ER} = R_\alpha + R_\Lambda \text{ [m} \cdot \text{K}/\text{W}] \quad (65) \quad \text{Przykład: } R\Sigma_{ER} = 0,0509 + 2,2625 = 2,3134 \text{ m} \cdot \text{K}/\text{W}.$$

Współczynnik przenikania ciepła k_R , oznaczenie wg normy ISO 7345 = U , rurociągu napowietrznego jest wg (57), patrz rozdział **P 11.2**, odwrotnością (65):

$$k_{FR} = \frac{1}{R\Sigma_{FR}} \text{ [W}/(\text{m} \cdot \text{K})] \quad (66) \quad \text{Przykład: } k_{FR} = \frac{1}{2,3134} = 0,4323 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$$

Do ustalenia **straty ciepła q na metr rury** i **straty energii cieplnej Q' całej trasy rurociągu**, obowiązują znane wzory (59) do (62) wg rozdziału **P 11.3**.

11.4.1 Rurociągi napowietrzne wg HeizAn IV i EnE V

Wymagane rozporządzeniem HeizAnIV i EnEV wartości minimalne dotyczące grubości izolacji s_D odnoszą się do umownego materiału izolacyjnego, o współczynniku przewodzenia ciepła λ dla w temperaturze 20°C $\lambda_{DA20} = 0,035 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$.

Minimalna grubość izolacji wg HeizAn IV i EnE V								
Rura przewodowa		Izolacja		wymiary rurociągów isoplus	Rura przewodowa		Izolacja	
Średn. nomin. DN	Średnica zewn. d _a [mm]	Grubość izolacji s _D [mm]	Średnica zewnętrzna D _{ax} [mm]		Średn. nomin. DN	Średnica zewn. d _a [mm]	Grubość izolacji s _D [mm]	Średnica zewnętrzna D _{ax} [mm]
20	26,9	20	67		125	139,7	100	340
25	33,7	30	94		150	168,3	100	369
32	42,4	30	103		200	219,1	100	420
40	48,3	40	129		250	273,0	100	473
50	60,3	50	161		300	323,9	100	524
65	76,1	65	207		350	355,6	100	556
80	88,9	80	249		400	406,4	100	607
100	114,3	100	315		450	457,2	100	658

Stosowana przez **isoplus** sztywna pianka PUR wykazuje w temperaturze 50°C wartość współczynnika przewodzenia ciepła $\lambda_{PUR} = 0,0275 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$. W temperaturze 50°C porównywalny współczynnik przewodzenia ciepła materiału izolacyjnego wg HeizAnIV i EnEV wynosi:

$$\Rightarrow \Rightarrow \lambda_{DA50} = 0,037 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$$

Biorąc powyższe pod uwagę, w związku ze zmianą wartości współczynnika przewodzenia ciepła należy dokonać korekty średnic płaszczy osłonowych D_a rur **isoplus** w następujący sposób:

$$D_a = d_a \cdot e^x \text{ [mm]} \quad (67) \quad \text{Przykład: } D_a = 168,3 \cdot e^{0,5835} = 301,64 \text{ mm.}$$

e – liczba Eulera [1];

d_a – średnica zewnętrzna rury przewodowej [mm].

Średnica następnej – większej i będącej w typoszeregu rury wynosi 315 mm. Dlatego w tym przykładzie jako rurę **isoplus** należy wybrać DN 150/315.

Dla obliczenia wartości x do wzoru (67) obowiązuje:

$$x = \frac{\lambda_{PUR}}{\lambda_{DA50}} \cdot \ln \frac{D_{ax}}{d_a} [1] \quad (68)$$

$$x = \frac{0,0275}{0,0370} \cdot \ln \frac{369,0}{168,3} [1] \quad (\text{wg } 68)$$

$$\text{Wynik: } x = 0,5835 \quad (\text{wg } 68)$$

D_{ax} – średnica zewnętrzna płaszczy osłonowego wg HeizAnIV i EnEV [mm];

λ_{PUR} – współczynnik przewodzenia ciepła izolacji PUR **isoplus** [W/(m·K)];

λ_{DA50} – współczynnik przewodzenia ciepła izolacji wg HeizAnIV i EnEV [W/(m·K)].

12. ZAGADNIENIA EKONOMICZNE

12.0 Ekonomiczna grubość izolacji

Czy zostaną zastosowane rurociągi KMR **isoplus** z izolacją standardową (S), pogrubioną (1x) czy w wykonaniu specjalnym (2x) w dużym stopniu zadecydują względy ekonomiczne. Aby mieć właściwe przesłanki do podjęcia decyzji najlepiej zastosować metodę kapitałową. Suma kosztów inwestycyjnych Σ_k i wartości strat energii Q_{BW} przy uwzględnieniu okresu amortyzacji, względnie okresu użytkowania n zostanie zdyskontowana za pomocą współczynnika łącznego dyskonta A_F – patrz rozdział **P 12.1** – do dzisiejszej wartości.

Oznacza to, że np. przy stopie dyskonta i_z wynoszącej 0,10 i okresie użytkowania n wynoszącym 5 lat, wartość bieżących strat energii Q_{BW} na następne 5 lat z np. 1 000 €/rok wynosi nie 5 000 € lecz, ze względu na współczynnik łącznego dyskonta A_F na dzień dzisiejszy, jedynie 3 791 €.

Wykonując obliczenia, należy do kosztów inwestycyjnych poniesionych na zakup materiałów KMR oraz na wszystkie roboty związane z budową sieci ciepłej, doliczyć wydatki, które będą poniesione w związku ze stratami ciepła. Obliczenie **strat ciepła q** na 1 metr rury przeprowadza się wg wzorów od (49) do (66) – patrz rozdziały **P 11.1** do **P 11.4.1**.

Porównajmy 3 możliwe warianty dobranej grubości izolacji. Dla obliczeń porównawczych założmy średnicę nominalną rury przewodowej DN 150 w płaszczach osłonowych PEHD 250, 280 i 315 mm oraz zgodnie z (59) – strona **P 11.3** – średnia temperatura T_M wynosi 100 K. Wyniki strat ciepła dla poszczególnych wariantów wynoszą:

- ⇒ DN 150/250: $q = 37,6676 \text{ W/m}$;
- ⇒ DN 150/280: $q = 30,2678 \text{ W/m}$;
- ⇒ DN 150/315: $q = 25,2039 \text{ W/m}$,

natomiast parametry wykopu muszą zostać przyjęte zgodnie z założeniami zawartymi w „uwadze” w rozdziale **P 11.0**.

Do ustalenia opłacalności porównuje się wartość kapitałową wariantów wykonawczych. W tym celu w pierwszej kolejności ustalić należy **stopę dyskonta i_z** :

$$i_z = \frac{Z_k - R_i - P_e}{100} \left[\frac{\%}{100} \right] \quad (69) \quad \text{Przykład: } i_z = \frac{10 - 2,5 - 4,0}{100} = 0,035 \left[\frac{\%}{100} \right].$$

Z_k – oprocentowanie kredytu [% /rok];

R_i – stopa inflacji [% /rok];

P_e – wzrost kosztów energii [% /rok].

Po ustaleniu okresu amortyzacji względnie okresu użytkowania n i stopy dyskonta i_z określa się **współczynnik łącznego dyskonta A_F** za pomocą wzoru przedstawionego poniżej lub można go odczytać z tabeli na stronie **P 12.1**.

$$A_F = \frac{(1 + i_z)^n - 1}{i_z \cdot (1 + i_z)^n} [1] \quad (70) \quad \text{Przykład: } A_F = \frac{(1 + 0,035)^{30} - 1}{0,035 \cdot (1 + 0,035)^{30}}.$$

n – okres utraty wartości a – wg EN 253 przynajmniej 30 lat okresu użytkowania.

12.1 Współczynnik łącznego dyskonta A_F

i_z [%/ 100]	Okres amortyzacji lub użytkowania [n]					
	5a	10a	15 a	20 a	25 a	30 a
0,015	4,783	9,222	13,343	17,169	20,720	24,016
0,020	4,713	8,983	12,849	16,351	19,523	22,396
0,025	4,646	8,752	12,381	15,589	18,424	20,930
0,030	4,580	8,530	11,938	14,877	17,413	19,600
0,035	4,515	8,317	11,517	14,212	16,482	18,392
0,040	4,452	8,111	11,118	13,590	15,622	17,292
0,045	4,390	7,913	10,740	13,008	14,828	16,289
0,050	4,329	7,722	10,380	12,462	14,094	15,372
0,055	4,270	7,538	10,038	11,950	13,414	14,534
0,060	4,212	7,360	9,712	11,470	12,783	13,765
0,065	4,156	7,189	9,403	11,019	12,198	13,059
0,070	4,100	7,024	9,108	10,594	11,654	12,409
0,075	4,046	6,864	8,827	10,194	11,147	11,810
0,080	3,993	6,710	8,559	9,818	10,675	11,258

i_z [%/ 100]	Okres amortyzacji lub użytkowania [n]					
	5a	10 a	15a	20 a	25 a	30 a
0,085	3,941	6,561	8,304	9,463	10,234	10,747
0,090	3,890	6,418	8,061	9,129	9,823	10,274
0,095	3,840	6,279	7,828	8,812	9,438	9,835
0,100	3,791	6,145	7,606	8,514	9,077	9,427
0,105	3,743	6,015	7,394	8,231	8,739	9,047
0,110	3,696	5,889	7,191	7,963	8,422	8,694
0,115	3,650	5,768	6,997	7,710	8,124	8,364
0,120	3,605	5,650	6,811	7,469	7,843	8,055
0,125	3,561	5,536	6,633	7,241	7,579	7,766
0,130	3,517	5,426	6,462	7,025	7,330	7,496
0,135	3,475	5,320	6,299	6,819	7,095	7,242
0,140	3,433	5,216	6,142	6,623	6,873	7,003
0,145	3,392	5,116	5,992	6,437	6,663	6,778
0,150	3,352	5,019	5,847	6,259	6,464	6,566

Przy zastosowaniu określonego współczynnika łącznego dyskonta A_F i jednostkowych strat ciepła $[q]$ oblicza się absolutną wartość **strat energii** $[Q_{BW}]$ i porównuje się do obliczonych wartości dla innych wariantów.

$$Q_{BW} = \frac{q \cdot Q_{PK} \cdot t}{1000} \cdot A_F \cdot L \text{ [€]} \quad (71)$$

$$Q_{BW} = \frac{37,6676 \cdot 0,04 \cdot 8760}{1000} \cdot 18,392 \cdot 500 = 121\,375,49 \text{ €} \quad (\text{wg 71 – DN 150/250})$$

$$Q_{BW} = \frac{30,2678 \cdot 0,04 \cdot 8760}{1000} \cdot 18,392 \cdot 500 = 97\,531,28 \text{ €} \quad (\text{wg 71 – DN 150/280})$$

różnica wartości kosztów strat energii w stosunku do DN 150/250 = 23 844,21 € lub 19,64 %;

$$Q_{BW} = \frac{25,2039 \cdot 0,04 \cdot 8760}{1000} \cdot 18,392 \cdot 500 = 81\,213,98 \text{ €} \quad (\text{wg 71 – DN 150/315})$$

różnica wartości kosztów strat energii w stosunku do DN 150/280 = 16 317,30 € lub 16,73 %.

Q_{PK} – koszty produkcji ciepła [€/kW · h] np. ≈ 0,04 €/kW · h;

t – współczynnik czasu [h/a] = 8760 h;

L – długość rurociągów [m] np. 500 m.

Inaczej mówiąc sama wartość oszczędności, wynikających z różnicy strat energii w przedstawionym przykładzie, dla okresu użytkowania 30 lat oraz długości rurociągów 500 m, przy zastosowaniu izolacji pogrubionej w stosunku do izolacji standardowej wynosi »**19,64 %**.

Wartość kapitału K otrzymuje się przez proste zsumowanie:

$$K = Q_{BW} + \Sigma_{ik} \text{ [€]} \quad (72)$$

Σ_{ik} – suma kosztów inwestycyjnych [€/m] zawierająca wszystkie koszty związane z budową sieci.

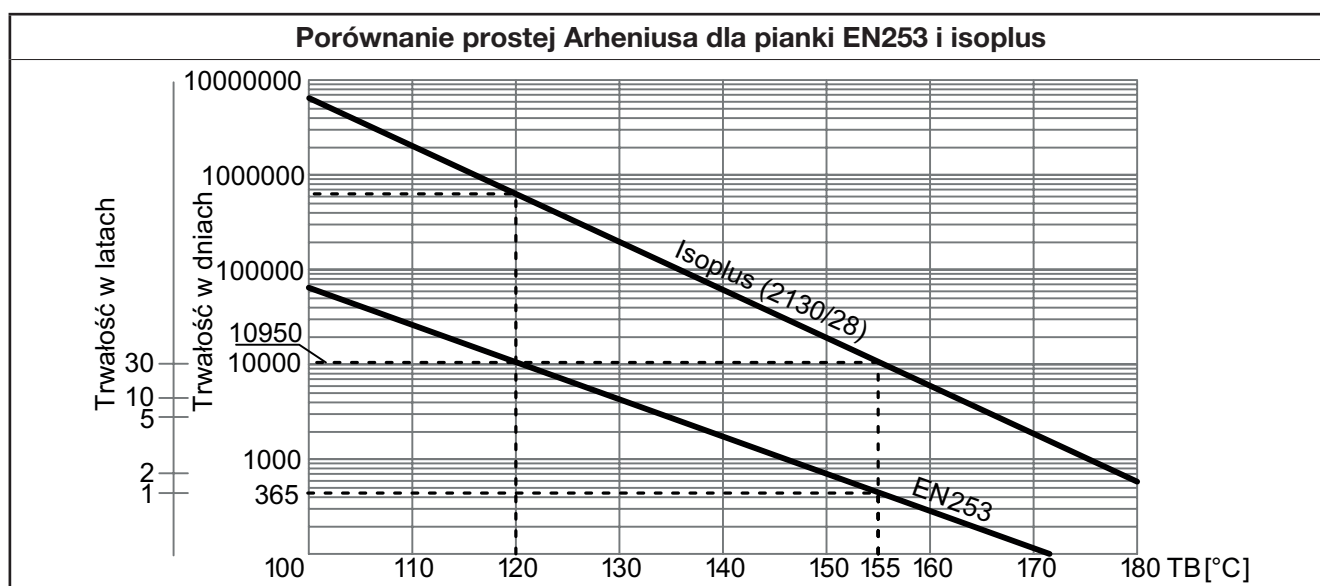
13. WYMAGANIA JAKOŚCIOWE

13.0 Trwałość systemu

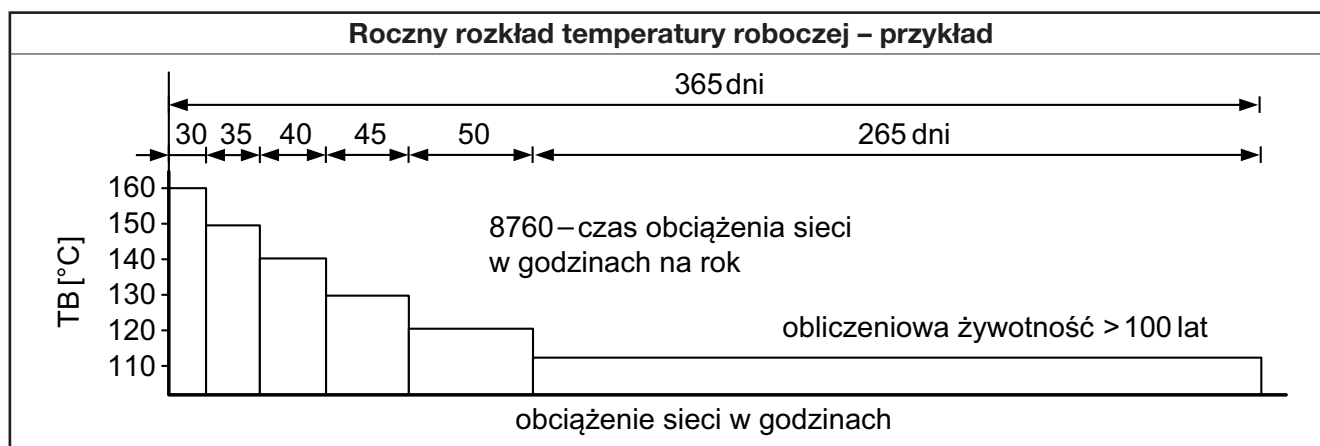
Oszacowanie oczekiwanej trwałości systemu KMR, przy ciągłej eksploatacji i zmianach temperatury roboczej, zależy głównie od odporności pianki PUR na obciążenie termiczne. Podczas zmian temperatury mogłoby nastąpić przeciążenie, którego skutkiem byłoby zerwanie połączenia pomiędzy rurą przewodową, a pianką PUR lub między pianką PUR, a płaszczem osłonowym PEHD. Z tego powodu każda pianka PUR, która ma zostać użyta do produkcji systemu KMR musi zostać poddana próbie starzeniowej zgodnie z normą EN 253.

Wynik badania przedstawiany jest zgodnie z równaniem Arrheniusa na wykresie. Jest to zależność pomiędzy logarytmem przewidywanej trwałości zespołu rurowego i odwrotnością temperatury ciągłej, przy czym każdy rodzaj pianki posiada swoją właściwą żywotność i krytyczną energię aktywizacji [$\text{kJ} / (\text{mol} \cdot \text{K})$] procesu starzenia. Z wykresu odczytać można żywotność pianki dla dowolnej temperatury roboczej T_B .

Żywotność całego systemu KMR nie może być krótsza od 30 lat. Może zostać to osiągnięte przez ograniczenie temperatury roboczej do wartości maksymalnej równej 155°C z możliwym krótkotrwałym przekroczeniem tej wartości pod warunkiem przeprowadzenia obliczeń sprawdzających. Wysokie przeciążenia czasowo – temperaturowe prowadzą do nieproporcjonalnie dużego spadku żywotności.



W celu uzyskania oczekiwanej żywotności dla elementów zastosowanych do budowy projektowanej sieci ciepłej, należy dostarczyć do **isoplus**, przewidywany roczny rozkład temperatury roboczej.



14. NAPRĘŻENIA

14.0 Rura prosta

Na skutek działania sił odkształcających i ciśnienia wewnętrznego w rurze prostej powstają naprężenia.

14.0.1 Naprężenia osiowe σ_{FTX}

$$\sigma_{FTX} = \frac{F_T}{A} = \sigma_a \text{ [N/mm}^2\text{]} \quad (73)$$

$$\sigma_{FTX} = \frac{209\,691,00}{2\,064,66} \text{ [N/mm}^2\text{]} \quad (\text{wg } 73)$$

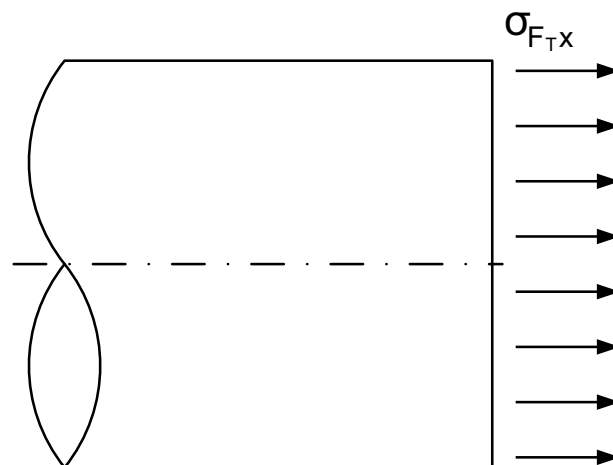
$$\text{Wynik: } \sigma_{FTX} = 101,562 \text{ N/mm}^2 \quad (\text{wg } 73)$$

F_T – siła od odkształceń termicznych [N] $\Rightarrow (5)$

A – pow. przekroju ścianki rury [mm²] $\Rightarrow (6)$

σ_a – naprężenia osiowe [N/mm²] $\Rightarrow (8)$

Wzory (5), (6) i (8) – patrz rozdział P 2.2.



14.0.2 Naprężenia obwodowe σ_{PY}

$$\sigma_{py} = \frac{p_i \cdot d_i}{2 \cdot s} \text{ [N/mm}^2\text{]} \quad (74)$$

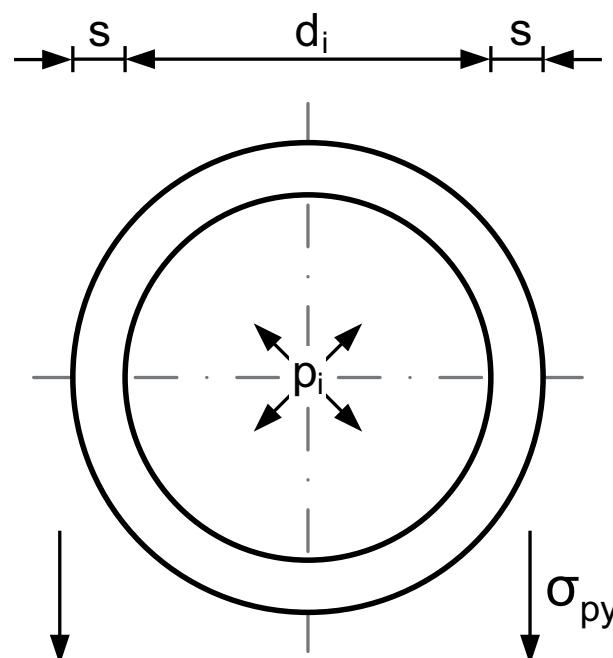
$$\sigma_{py} = \frac{1,631 \cdot 160,3}{2 \cdot 4,0} \text{ [N/mm}^2\text{]} \quad (\text{wg } 74)$$

$$\text{Wynik: } \sigma_{py} = 32,68 \text{ N/mm}^2 \quad (\text{wg } 74)$$

s – grubość ścianki rury przewodowej [mm]

d_i – średnica wewnętrzna rury przew. [mm]

p_i – ciśnienie wewnętrzne [N/mm²],
np. 16 bar (1,6 MPa); 1 N/mm² = 9,81 bara



14.1 Sztywna pianka PUR oraz płaszcz osłonowy PEHD

Jak pokazuje doświadczenie zmiana długości trzech komponentów systemu KMR $\Rightarrow$ rura przewodowa – sztywna pianka PUR – płaszcz osłonowy $\Leftarrow$ jest niemalże taka sama. W wyniku wzrostu temperatury, w systemie KMR powstaje naprężenie osiowe, w każdym komponentcie, w związku z hamowaniem przez grunt ruchu rurociągów.

$$(3) \quad \Rightarrow \quad \sigma = E \cdot \alpha \cdot \Delta T \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

α – współczynnik rozszerzalności liniowej [1/K];

ΔT – przyrost temperatury [K].

Wielkość naprężeń σ wynika z modułu E każdego z komponentów systemu KMR. Naprężenia i moduły E są do siebie proporcjonalne.

$$\frac{\sigma_{stahl}}{E_{stahl}} : \frac{\sigma_{PUR}}{E_{PUR}} : \frac{\sigma_{PE}}{E_{PE}} \quad (75)$$

Jeśli naprężenia dopuszczalne dla stalowej rury przewodowej ograniczone zostaną do wartości 190 N/mm² i zastosowane zostaną moduły E dla poszczególnych komponentów o wartościach:

$E_{stahl} = 204\,600 \text{ N/mm}^2$ w temperaturze $T_B = 130^\circ\text{C}$;

$E_{PUR} = 15 \text{ N/mm}^2$;

$E_{PEHD} = 940 \text{ N/mm}^2$ według **isoplus**;

800 N/mm² według **AGFW**,

to w poszczególnych komponentach KMR naprężenia wyniosą:

$$\sigma_{PUR} = 190 \cdot \frac{15}{204\,600} \approx 0,014 \text{ N/mm}^2;$$

$$\sigma_{PEHD} = 190 \cdot \frac{940}{204\,600} \approx 0,873 \text{ N/mm}^2 \quad \text{według isoplus};$$

$$\sigma_{PEHD} = 190 \cdot \frac{800}{204\,600} \approx 0,743 \text{ N/mm}^2 \quad \text{według AGFW}.$$

Jeżeli ponadto porównamy te wartości do wartości granicznych wg rozdziału **P 14.3**, uzyskamy poniżej przedstawione współczynniki bezpieczeństwa S_D :

obciążenia krótkotrwałe
$\sigma_{PUR} = \frac{0,30}{0,014} \approx 21,4$
$\sigma_{PEHD} = \frac{12,0}{0,873} \approx 13,7$
$\sigma_{PEHD} = \frac{12,0}{0,743} \approx 16,1$

$\Leftarrow$ wg isoplus $\Rightarrow$

$\Leftarrow$ wg AGFW $\Rightarrow$

obciążenia długotrwałe
$\sigma_{PUR} = \frac{0,15}{0,014} \approx 10,7$
$\sigma_{PEHD} = \frac{5,0}{0,873} \approx 5,7$
$\sigma_{PEHD} = \frac{5,0}{0,743} \approx 6,7$

Stosowane procedury wymagają zastosowania współczynników bezpieczeństwa S_D do wartości ≤ 4 !

14.1.1 Naprężenia ścinające

Na pograniczu rury stalowej i pianki oraz pianki i płaszcz osłonowego występują naprężenia ścinające τ , wynikające z pojawiającej się siły tarcia F'_R podczas zmian długości rurociągu. Ze względu na mniejszy obwód, na styku rury przewodowej i pianki PUR występują większe naprężenia ścinające. Maksymalna dopuszczalna wartość naprężeń ścinających, zarówno na styku rury przewodowej i pianki, jak i na styku płaszcz osłonowego i pianki, wynosi $\tau \leq 0,04 \text{ N/mm}^2$.

Naprężenia obliczamy z poniższych zależności:

Płaszcz osłonowy i sztywna pianka PUR

$$\tau_\alpha = \frac{F'_R}{D_i \cdot \pi} [\text{N/mm}^2] \quad (76)$$

$$\tau_\alpha = \frac{4,1938}{241,6 \cdot 3,1416} [\text{N/mm}^2] \quad (\text{wg } 76)$$

$$\text{Wynik: } \tau_\alpha = 0,0055 \text{ N/mm}^2 \quad (\text{wg } 76)$$

Rura przewodowa i sztywna pianka PUR

$$\tau_\alpha = \frac{F'_R}{d_a \cdot \pi} [\text{N/mm}^2] \quad (77)$$

$$\tau_\alpha = \frac{4,1938}{168,3 \cdot 3,1416} [\text{N/mm}^2] \quad (\text{wg } 77)$$

$$\text{Wynik: } \tau_\alpha = 0,0079 \text{ N/mm}^2 \quad (\text{wg } 77)$$

s_2 – grubość ścianki rury okładzinowej [mm];

D_a – średnica zewnętrzna rury okładzinowej [mm];

d_a – średnica zewnętrzna rury przewodzącej [mm];

D_i – średnica wewnętrzna rury okładzinowej [mm] = $D_a - 2 \cdot s_2$;

F'_R – (14), patrz rozdział **P 3.0** = 4.193,82 N/m = 4,1938 N/mm.

14.2 Parametry charakterystyczne komponentów KMR

Dane dotyczące twardej pianki PUR, płaszcz osłonowego PEHD i rury zespolonej KMR wg AGFW FW 401 – część 10 i normy europejskiej EN 253.

Parametry charakterystyczne	oznacz.	jednostki	PUR	PEHD
dopuszczalne naprężenie ścinające – trwałe	σ_{zul}	N/mm ²	0,15	5
dopuszczalne naprężenie ścinające – krótkotrwałe	σ_{zul}	N/mm ²	0,30	12
współczynnik rozszerzalności liniowej	α	1/K	$\approx 5-8 \cdot 10^{-5}$	$1,8 \cdot 10^{-4}$
moduł elastyczności – długotrwałe	E	N/mm ²	15	150
moduł elastyczności – krótkotrwałe	E	N/mm ²	15	800
gęstość minimalna	ρ	kg/m ³	60	935
granica plastyczności dla 10% wydłużenia – krótkotrwałe	R_e	N/mm ²	—	30
naprężenie ścinające w rurze prostej KMR	τ	N/mm ²	$\leq 0,04$	
wytrzymałość na ścinanie – osiowa w 23°C	τ_{ax}	N/mm ²	$\geq 0,12$	
wytrzymałość na ścinanie – osiowa w 140°C	τ_{ax}	N/mm ²	$\geq 0,08$	
wytrzymałość na ścinanie – styczna w 23°C	τ_{tan}	N/mm ²	$\geq 0,20$	
wytrzymałość na ścinanie – styczna w 140°C	τ_{tan}	N/mm ²	$\leq 0,13$	

4.3 Pęknięcie zmęczeniowe

Ten zakres obliczeń sprawdzających gwarantuje, że podczas całego okresu użytkowania sieci ciepłej KMR nie wystąpią szkody spowodowane zmęczeniem materiałów na skutek cyklicznej zmiany obciążeń. Odpowiednie, z punktu widzenia wytrzymałości zmęczeniowej, zaprojektowanie ramion kompensacyjnych i właściwy dobór mat kompensacyjnych redukuje amplitudę cyklicznych naprężeń do tego stopnia, że interakcja z łóżem gruntowym nie doprowadzi do pęknięcia zmęczeniowego materiału.

Podczas eksploatacji sieć przewodów poddawana jest zmieniającym się obciążeniom, które mają wpływ na naprężenia pierwotne i wtórne.

Naprężenia pierwotne wynikają z:

- ⇒ ciśnienia wewnętrznego – brak zagrożenia zmęczeniowego, gdyż amplituda naprężeń wynikających z wahań ciśnienia jest mniejsza od granicy plastyczności R_e .
- ⇒ masy własnej rurociągu KMR;
- ⇒ masy czynnika grzejącego;
- ⇒ obciążenia gruntem lub ruchem drogowym.

Wynikiem działania tych obciążeń są naprężenia powłokowe i gnące.

Naprężenia wtórne wynikają z:

- ⇒ zmian temperatury;
- ⇒ wprowadzania naprężeń wstępnych.

Tabela przedstawia graniczne liczby pełnych cykli oraz współczynniki bezpieczeństwa dla poszczególnych rodzajów sieci określonych przez wytyczne AGFW.

Liczba pełnych cykli według AGFW FW 401 – rozdział 10			
Rodzaj sieci	N	Y_{fat}	NS_D
magistrale	100	10	1000
sieci rozdzielcze	250	6,67	≈ 1670
przyłącza	1000	5	5000

Y_{fat} – współczynnik bezpieczeństwa dla zmęczenia niskocyklowego;

N_{SD} – rzeczywista liczba przenoszonych cykli.

Koncentracja naprężeń

W czasie użytkowania rurociągów sieci ciepłych KMR występuje nakładanie się, „sumowanie” naprężeń pierwotnych i wtórnych. Powstają miejsca o znacznej koncentracji naprężeń (szczyty naprężeń) a ich rozkład i amplituda ma duże znaczenie dla wytrzymałości zmęczeniowej rurociągów. Przy prawidłowo zaprojektowanej trasie sieci KMR, pomimo występowania takich miejsc, nie powstają w nich szkodliwe deformacje.

Zmęczenie rury stalowej, pianka twarda PUR i rura okładzinowa PEHD

Wg instrukcji TÜV AD S2 „Obliczenia obciążeń wywołanych drganiami” uwzględniony jest obszar LCF (obciążeń niskocyklowych) ze zmianą obciążeń na poziomie 10^4 – pełnych cykli. Dlatego dla krzywych zmęczeniowych obowiązuje AGFW FW 401 – część 10, punkt 3.2.3.

15. PLANOWANIE ROBÓT

Podczas projektowania sieci ciepłowniczej z rur wykonanych w dowolnym systemie **isoplus** ➤ pojedyncze rury KMR, rury podwójne, rury elastyczne < należy wykonać plan działań, w którym zostaną zawarte najważniejsze parametry sieci. Do tego celu można wykorzystać listę przedstawioną poniżej. W razie potrzeby, zaleca się jej skopiowanie, wypełnienie i przesłanie faksem do **isoplus**.

Projekt: _____		Data: _____	
Ulica: _____		Kraj: _____	
Miasto: _____		Województwo: _____	
Firma: _____			
Ulica: _____		Miasto: _____	
Pracownik: _____		Telefon: _____	
e-mail: _____		Telefax: _____	
Typ rur	pojedyncza ☐	podwójna ☐	elastyczna – poj. ☐ elastyczna – podw. ☐
Rura przewodowa	stal czarna ☐	stal ocynk. ☐	miedź ☐ PEX ☐
Płaszcz osłonowy	polietylen ☐	SPIRO ☐	ALU ☐ w ziemi ☐
Grubość izolacji	standard ☐	pogrubiona ☐	specjalna ☐ naziemna ☐
Długości dostarczane	5m / 6m ☐	12 m DN32 ☐	16m DN200 ☐ w budynku ☐
System alarmowy	bez ☐	IPS-Cu® ☐	IPS-NiCr® ☐ ☐
Technika urządzeń	mobilne ☐	stacjonarne ☐	analogowe ☐ IPS-Digital® ☐
Maty kompensacyjne	standard ☐	częściowo osłonięte ☐	pełne osłonięcie ☐
Pierścień uszczelniający	TAK ☐ NIE ☐	bez wód gruntowych ☐	wody gruntowe ☐
Mufa końcowa	TAK ☐ NIE ☐	Podparcia PU	TAK ☐ NIE ☐
Taśma ostrzegawcza	TAK ☐ NIE ☐	Armatura	TAK ☐ NIE ☐
Odwodnienia	TAK ☐ NIE ☐	Odpowietrzenia	TAK ☐ NIE ☐
Izolacja połączeń	Radiacyjnie sieciowana–termokurczliwa ☐		isojoint II® – obkurczana ☐
Elektrogrzewana ☐	isocompact® – mufa ☐		
Nasuwka ☐	Alu– lub SPIRO ☐		
Temp. montażu: _____	Temp. zasilania: _____	Temp. powrotu: _____	
Wysokość przykrycia: _____	Ciśnienie robocze: _____	Ciśnienie nominalne: _____	
Budowle podziemne	TAK ☐ NIE ☐	Możliwość przejęcia wydłużeń	TAK ☐ NIE ☐
Zestawienie zadań	statyczny przegląd trasy ☐	obliczenie objętości mas ziemnych ☐	
oferta ☐	Termin dostawy: _____		
zamówienie ☐	Pożądana data dostawy: _____		
Uwagi – zalecenia – wytyczne: _____			

1. TRANSPORT / ROZŁADUNEK	139
1.0 Transport	139
1.1 Rozładunek	139
1.2 Składowanie	140
2. ROBOTY ZIEMNE	142
2.0 Informacje ogólne	142
2.1 Głębokość ułożenia – rurociąg główny	143
2.2 Głębokość ułożenia – odgałęzienie	144
2.3 Szerokość wykopu – standard	145
2.4 Szerokość wykopu – strefa mat kompensacyjnych	146
2.5 Łoże piaskowe	147
2.5.1 Właściwości piasku w strefie łoża piaskowego	148
2.5.1.1 Graniczna linia przesiewu wg normy europejskiej EN 489	148
2.5.1.2 Podział na frakcje ziarna wg EN 489 – piasek średni	148
2.6 Zasyпка	149
2.7 Minimalne przykrycie rurociągów	150
2.7.1 Przykrycie rurociągów w metrach	150
2.7.2 Klasa nawierzchni wg DIN 1072	150
2.8 Maksymalne przykrycie rurociągów	151
2.9 Płyty odciążające	152
2.9.2 Płyty tłumiące	152
3. ROBOTY MONTAŻOWE	153
3.0 Podkłady montażowe / gniazda monterskie	153
3.0.1 Występujące uzbrojenie terenu	153
3.1 Wykonanie połączeń	154
3.1.1 Kontrola spoin	154
3.2 Cięcie elementów preizolowanych	155
3.3 Z-kształt z prostką „na domiar”	156
3.4 Z-kształt bez prostki „na domiar”	156
3.5 U-kształt z prostką „na domiar”	156
3.6 U-kształt bez prostki „na domiar”	156
3.7 Kolanka przyłącza domowego	157
3.8 Kolana montażowe	157
3.9 Odgałęzienie montażowe	157
3.10 Armatūra odcinająca	158
3.11 Odwodnienia / Odpowietrzenia	159
3.12 Punkty stałe – bloki betonowe	160
4. MUFY	161
4.0 Informacje ogólne	161
5. KOMPENSATORY JEDNORAZOWE	162
5.0 Prace przygotowawcze	162
5.1 Montaż 165	162
5.2 Kontrola spoin w sieciach z kompensatorami EKO	163
5.3 Roboty izolacyjne i ziemne	164
5.4 Rozruch lub termiczne naprężenie wstępne trasy	164
5.5 Roboty końcowe	164
6. ODGAŁĘZIENIE NAWIERCANE	165
7. POKRYWA KOŃCOWA END-CAP	166
7.0.1 Minimalna długość części wystającej A:	166

8. PRZEJŚCIA PRZEZ ŚCIANĘ	167
8.0 Przejście standardowe – tuleja ścienna	167
8.0.1 Minimalna długość części wystającej A	167
8.1 Wkład uszczelniający C-40	168
9. WYKRYWANIE NIESZCZELNOŚCI	169
9.0 IPS-Cu® & IPS-NiCr	169
10. PODGRZEW WSTĘPNY	170
10.0 Układanie i kontrola spoin spawalniczych	170
10.1 Prace izolacyjne i uszczelniające	170
10.2 Roboty przygotowawcze	171
10.3 Wykonanie i protokołowanie	172
10.4 Roboty końcowe	173
11. TERMICZNY NACIĄG WSTĘPNY	175
11.0 Naciąg wstępny mat i elementów kompensacyjnych	175
12. RUROCIĄGI NAPOWIETRZNE	177
12.0 Informacje ogólne	177
12.1 Sposoby układania	177
12.2 Połączenie: KMR + SPIRO	177
12.3 Rozstaw podparć ruchomych	178
12.4 Mocowania rurociągów	181
12.5 Konstrukcja	182
13. LISTA KONTROLNA	183
13.0 Dla zapewnienia jakości na budowie	183
14. WARUNKI MONTAŻU	186

1. TRANSPORT / ROZŁADUNEK

1.0 Transport

Elementy preizolowane **isoplus**, komponenty oraz dodatki, dostarczane są na miejsce budowy lub do magazynu odbiorcy samochodami ciężarowymi. Należy pamiętać, że drogi dojazdowe muszą być dostosowane dla transportu ciężarowego oraz ciągników siodłowych o długości ładunkowej 12 lub 16 m, w zależności od długości zamawianych rur.

W celu ochrony oba końce rury przewodowej zabezpieczone są fabrycznie żółtymi nasadkami, które mogą być zdjęte dopiero tuż przed montażem elementu. Nasadek tych nie wolno zdejmować również podczas transportu wewnętrznego na placu budowy.

Powierzchnia ładunkowa samochodu ciężarowego musi zostać sprawdzona czy nie znajdują się na niej przedmioty o ostrych krawędziach. W przypadku wystąpienia takich przedmiotów należy je usunąć, aby zapobiec uszkodzeniu elementów preizolowanych, a szczególnie ich płaszcza osłonowego PEHD. Dodatkowo należy pamiętać o tym, by rury na naczepach układane były równolegle.

Wszelkie mufy i materiały termokurczliwe oraz wszystkie akcesoria takie jak nasady końcowe, pierścienie uszczelniające itp. dostarczane są w foliach ochronnych lub kartonach. Opakowania te mogą zostać usunięte dopiero bezpośrednio przed montażem.

1.1 Rozładunek

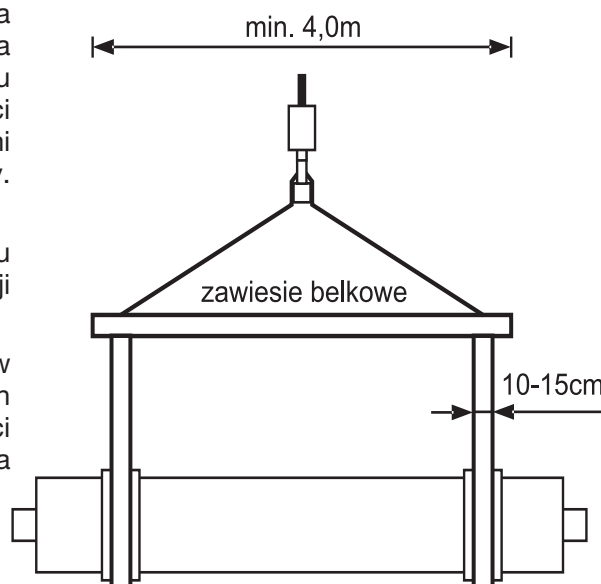
Rozładowywanie rur **isoplus**, komponentów i akcesoriów musi się odbywać fachowo i ostrożnie. Nie wolno rzucać ich na ziemię. Rozładunek samochodu ciężarowego dokonywany jest przez odbiorcę dostawy lub inną firmę specjalistyczną działającą na rzecz odbiorcy. Podczas rozładunku należy zagwarantować przestrzeganie przepisów BHP.

Podczas rozładowywania materiałów należy je sprawdzać pod względem uszkodzeń zewnętrznych. Należy także sprawdzić kompletność dostawy i sporządzić odpowiedni protokół. Ewentualne braki należy zaznaczyć wyraźnie w dokumentach dostawy.

Materiały o mniejszych rozmiarach oraz akcesoria należy rozładowywać ręcznie. Podczas rozładowywania większych ładunków należy użyć do tego celu odpowiedniego dźwigu. W przypadku rur o długości 12 i 16 m należy używać zawiesi belkowych z pasami tekstylnymi lub nylonowymi o szerokości 10–15 cm każdy. Belka zawiesia powinna mieć minimum 4 m długości.

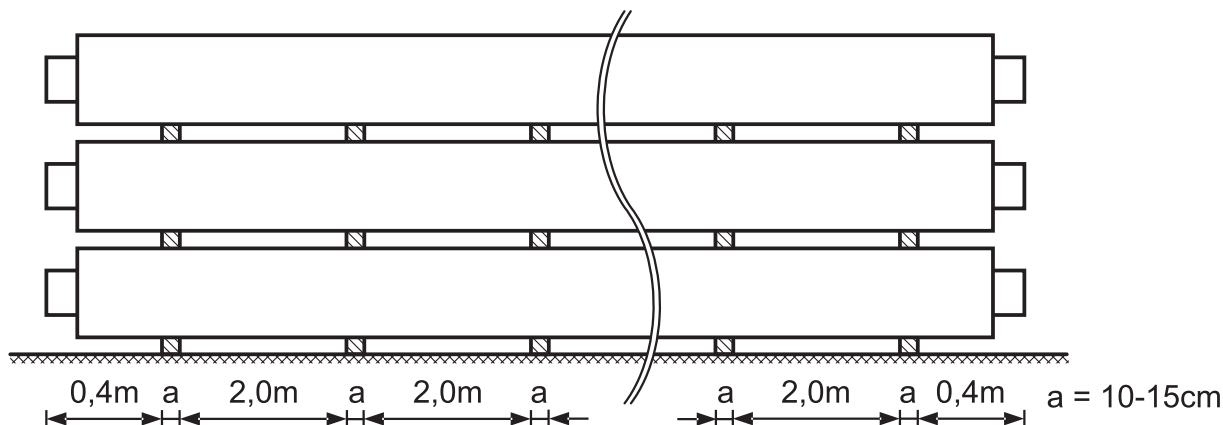
Używanie właściwego sprzętu pozwoli zapobiec wygięciu i uszkodzeniu rur oraz zerwaniu przewodów sygnalizacji alarmowej.

Niedopuszczalne jest ciągnięcie i toczenie rur i elementów preizolowanych po ziemi oraz stosowanie do ich przenoszenia lin lub łańcuchów stalowych. Nierówności podłoża lub zawiesi powodują odgniecenia i zadrapania płaszcza osłonowego.

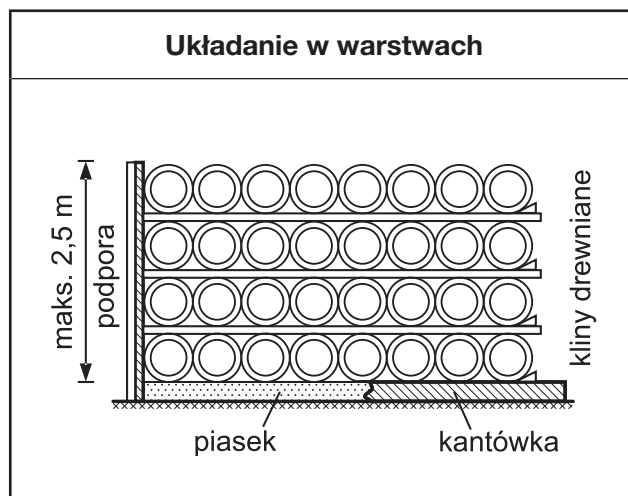
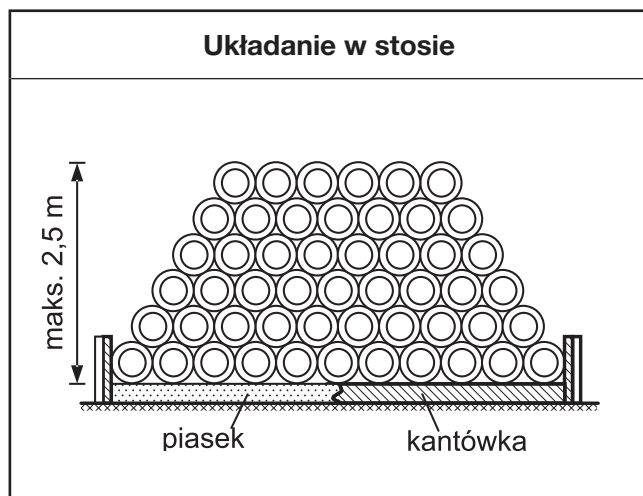


1.2 Składowanie

Rury preizolowane należy składować w stosach – na równych, suchych i wolnych od kamieni powierzchniach. Należy unikać miejsc podmokłych lub zagrożonych gromadzeniem się wód opadowych. Pod rury stosuje się podkłady z piasku lub odpowiednio przygotowane kantówki. W zależności od wymiarów rur kantówki o szerokości 10 do 15 cm powinny być ułożone w równych odstępach co ~2 m. Nacisk na płaszczyznę osłonową nie może przekraczać 40 N/cm² lub 4 kg/cm².

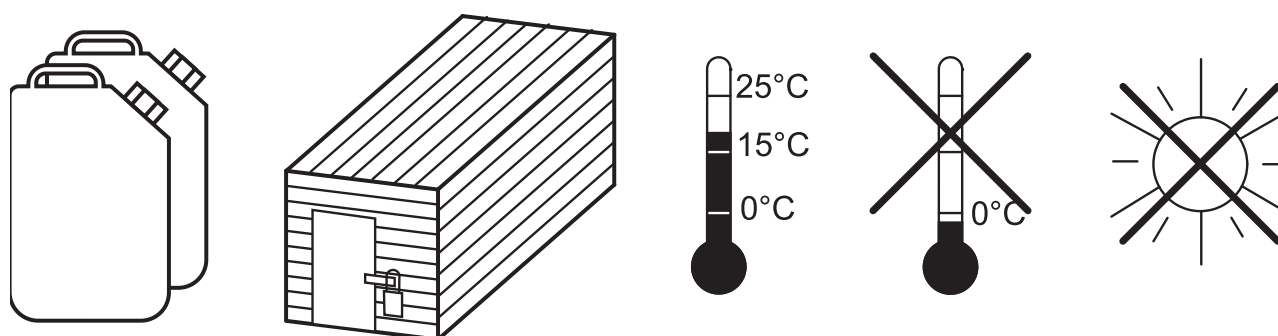


Ze względów bezpieczeństwa wysokość składowania powinna być ograniczona do maksimum 2,5 m. Składowanie rur powinno się odbywać w formie stożka lub prostopadłościanu. W każdym przypadku konieczne jest zabezpieczenie rur przed bocznym osunięciem przy użyciu kołków, wsporników lub klinów.



Jeżeli składowanie rur i elementów preizolowanych przewidziane jest na dłuższy okres, należy zabezpieczyć składowane materiały przed oddziaływaniem warunków atmosferycznych. Podczas występowania ujemnych temperatur rury, komponenty i dodatkowe akcesoria **isoplus** muszą być chronione przed uderzeniami, wstrząsami lub wyginaniem.

Akcesoria i materiały drobne takie jak mufy, rękawy termokurczliwe, rękawy kończące czy elementy kompensacyjne należy posortować i składować w suchym, chronionym przed mrozem i bezpośrednim promieniowaniem słonecznym pomieszczeniu. Ponadto zaleca się, aby w pomieszczeniu tym, w którym zostaną złożone wszystkie te materiały, razem z komponentami PUR, istniała możliwość utrzymania temperatury wewnętrznej między $+15^{\circ}\text{C}$ a $+25^{\circ}\text{C}$.



Pianka PUR dostarczana jest oddzielnie w postaci dwóch składników. Składnik A, polioliol – jasny, i składnik B, izocyjanian – ciemny, pakowane są w kanistrach o pojemności 1 dm^3 , 5 dm^3 lub 10 dm^3 . Otwarcie kanistrów może nastąpić w odpowiednich warunkach na krótko przed użyciem. W temperaturze poniżej 0°C następuje krystalizacja pianki PUR. Zmrożona lub skryształizowana pianka nie nadaje się do użytku.

Za prawidłowe składowanie komponentów systemowych **isoplus** odpowiedzialny jest wyłącznie zamawiający lub jego autoryzowany przedstawiciel. Podlegają mu też pokwitowania kompletności oraz nadzór nad wydawaniem materiałów w trakcie budowy. Materiał montażowy potrzebny do izolacji musi być przekazany wyłącznie osobom właściwie przygotowanym do wykonywania robót.

2. ROBOTY ZIEMNE

2.0 Informacje ogólne

Prace ziemne wykonywane muszą być zgodnie z obowiązującymi wytycznymi i normami dla robót ziemnych. Jednocześnie przestrzegać należy innych lokalnych przepisów oraz wytycznych AGFW arkusza roboczego FW 401 – część 12.

Wykopy wykonane powinny być przez przedsiębiorstwo specjalistyczne zgodnie z DIN 18300 i DIN 19630. Ponowne zasypywanie nastąpić powinno wg ustępu 3.09 i 3.11 standardu DIN 18300. Dla szerokości rowu miarodajny jest ustęp 5.2 normy DIN 4124.

Sposób wykonania skarp wykopów jak też ich głębokość omówione zostały w normie DIN 4124, w ustępach 4.1 do 4.3. W tym samym standardzie omówiono kąty nachylenia skarp w zależności od rodzaju gruntu.

Bardzo ważne jest, aby zachować będące podstawą do projektowania i statyki rurociągów głębokości ułożenia rur oraz wysokości pokrywy ziemi nad wierzchem rury. Parametry wykopu określone są w ustępie 4.1 do 4.3 normy DIN 4033. Konieczne jest, żeby wykop na całej długości wykonany został solidnie i stabilnie oraz aby usunięto z niego kamienie.

Wg ustępu 5.3 normy DIN 4033 wykonawca sieci, aż do momentu zakończenia wszystkich prac izolacyjnych i spawalniczych musi zadbać o odwadnianie i utrzymanie wykopu w stanie odkrytym. Ma to na celu zabezpieczenie jakości całego systemu.

Obsypane skarpy wykopów muszą zostać usunięte ręcznie.

Od przygotowania wykopu według odpowiednich standardów zależy w znacznym stopniu tempo i jakość wykonania robót montażowych, a co za tym idzie także żywotność sieci cieplnej.

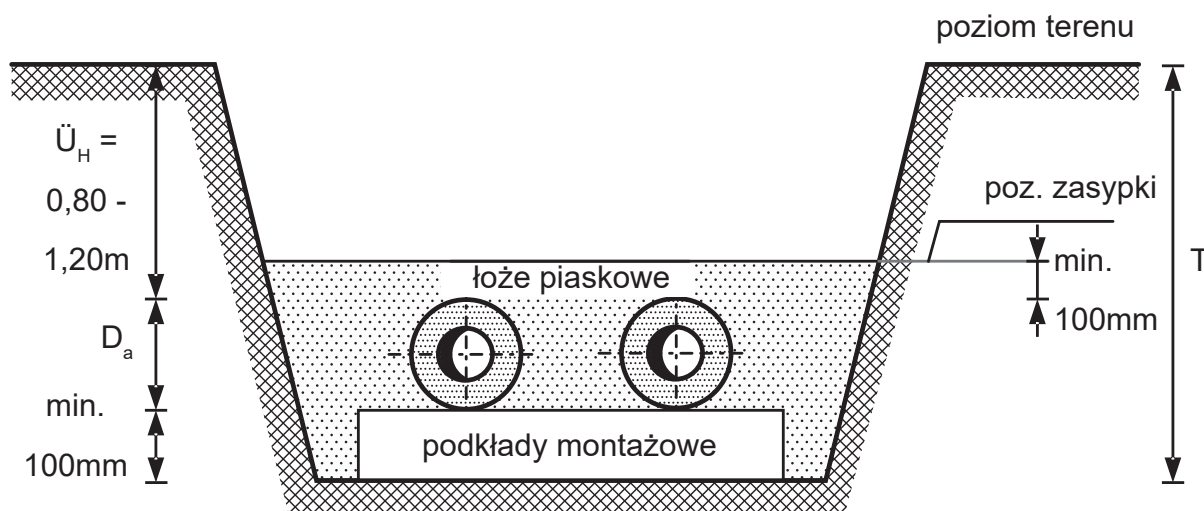
Dopuszcza się stosowanie lokalnych standardów, jeśli mogą one zapewnić wymaganą jakość wykonywanych robót.

Wymiary podane w projektach sieci cieplnych wykonanych z rurociągów **isoplus** określają wymiar osiowy dla potrzeb wykonania wykopu. Przedstawiony w dalszej części sposób przeprowadzania prac ziemnych okazał się w praktyce szczególnie korzystny dla późniejszego funkcjonowania sieci.

W sytuacjach szczególnych należy zwrócić się do inżynierów **isoplus** lub do projektantów, którzy opracują specjalne rozwiązania dla napotkanych problemów.

2.1 Głębokość ułożenia – rurociąg główny

Głębokość wykopu T wylicza się z podanej wysokości przykrycia rurociągów $\ddot{U}_H$, średnicy płaszcza osłonowego D_a i grubości podsypki piaskowej lub wsporników rur. Standardowa wysokość pokryw ziemni wynosi od 0,80 m (= głębokość przemarzania) do 1,20 m.



Płaszcz PEHD D_a [mm]	65	75	90	110	125	140	160	180	200	225	250	280	315	355
Przykrycie $\ddot{U}_H$ [m]	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
Głębokość wykopu T [m]	0,97	0,98	0,99	1,01	1,03	1,04	1,06	1,08	1,10	1,13	1,15	1,18	1,22	1,26

Płaszcz PEHD D_a [mm]	400	450	500	560	630	670	710	800	900	1000	1100	1200	1300	isoplus
Przykrycie $\ddot{U}_H$ [m]	0,80	0,80	0,80	0,80	0,90	0,90	1,00	1,00	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	
Głębokość wykopu T [m]	1,30	1,35	1,40	1,46	1,63	1,67	1,81	1,90	2,20	2,30	2,40	2,50	2,60	

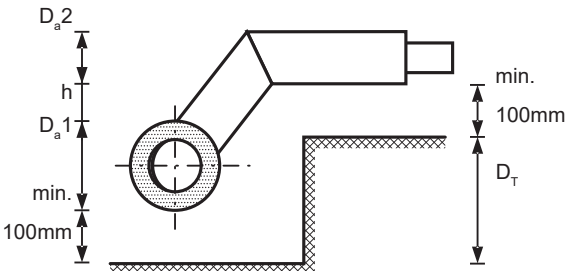
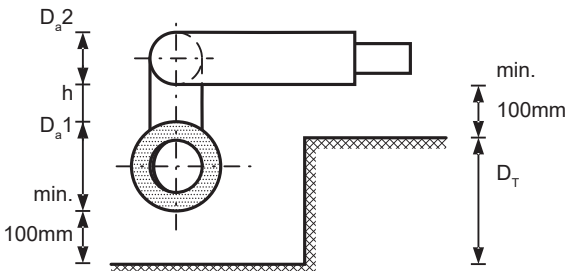
Podane w tabeli wartości obowiązują dla przedstawionych wysokości przykrycia rurociągów i grubości podsypki równej 0,10 m. W przypadku innego przykrycia rurociągów głębokości T określa się, dodając i odejmując odpowiednie wartości $\ddot{U}_H$.

2.2 Głębokość ułożenia – odgałęzienie

Głębokość wykopu T dla rurociągów odgałęziających się jest zmienna i zależy od różnicy głębokości D_T . W zależności od położenia odgałęzienia, do góry lub na dół, wymiar D_T musi zostać dodany lub odjęty od głębokości rurociągu głównego T .

Wysokość h na odgałęzieniach ze względu na uwarunkowania techniczne i produkcyjne jest zależna od wielkości i rodzaju odgałęzienia. Zazwyczaj dla odgałęzień 45° wynosi 70 mm a dla odgałęzień równoległych zazwyczaj 120 mm.

Dokładna wielkość wymiaru h dla każdego trójnika została przedstawiona w katalogu w rozdziałach **R 7** do **R 12**.

Odgałęzienie boczne $45^\circ T$	Odgałęzienie równoległe
	

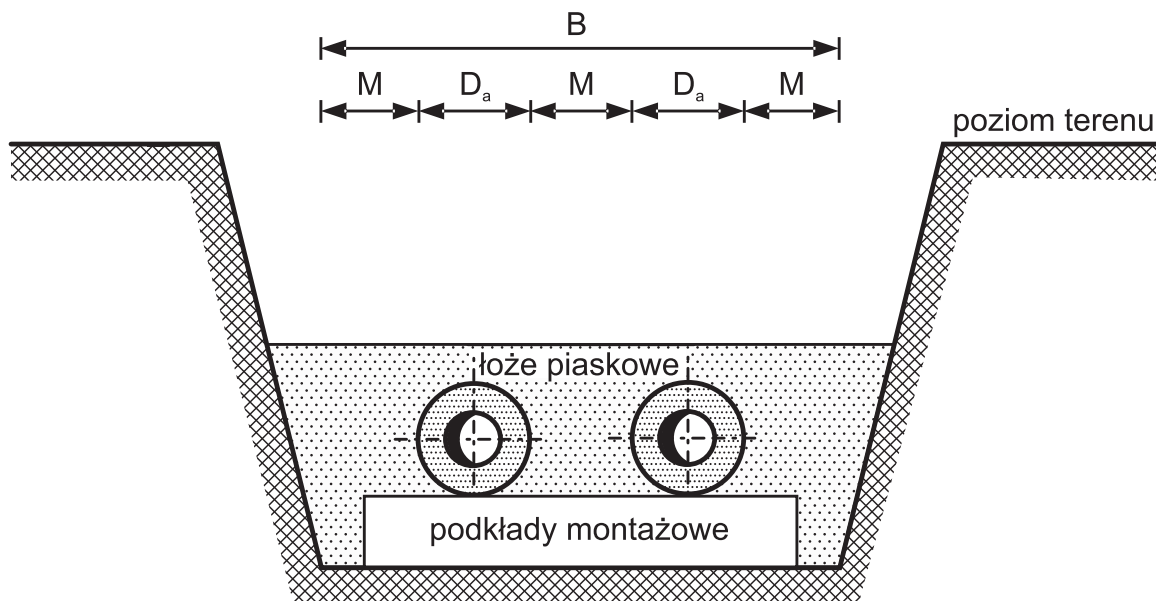
Różnicę głębokości oblicza się, korzystając ze wzorów:

$$\text{Odgałęzienie do góry} \Rightarrow D_T = D_a1 + h \text{ [m]} \quad (78)$$

$$\text{Odgałęzienie do góry} \Rightarrow D_T = D_a2 + h \text{ [m]} \quad (79)$$

2.3 Szerokość wykopu – standard

Szerokość wykopu B na odcinkach, gdzie nie są stosowane maty kompensacyjne lub inne instalacje (na przykład drenaż), wylicza się w zależności od średnicy płaszcza osłonowego PEHD stosowanych rur preizolowanych **isoplus** D_a i wymaganego dla danej średnicy D_a minimalnego odstępu montażowego M .



Płaszcz PEHD D_a [mm]	65	75	90	110	125	140	160	180	200	225	250	280	315	355
Odstępy M [mm]	100	100	150	150	150	150	200	200	200	200	200	300	300	300
Szerokość wykopu B [m]	0,43	0,45	0,63	0,67	0,70	0,73	0,92	0,96	1,00	1,05	1,10	1,46	1,53	1,61

Płaszcz PEHD D_a [mm]	400	450	500	560	630	670	710	800	900	1000	1100	1200	1300	isoplus
Odstępy M [mm]	400	400	4400	500	500	600	600	700	700	800	800	900	900	
Szerokość wykopu B [m]	2,00	2,10	2,20	2,62	2,76	3,14	3,22	3,70	3,90	4,40	4,60	5,10	5,30	

Podana w tabeli szerokość B obowiązuje dla dwóch rur o tej samej średnicy płaszcza osłonowego PEHD. Dzięki temu zagwarantowana zostaje wystarczająca szerokość montażowa do zaizolowania muf łączących i przygotowania łoża piaskowego. W strefie występowania mat kompensacyjnych obowiązują wymiary podane w rozdziale **M 2.4**.

Jeżeli mają zostać wykonane połączenia mufowe z zastosowaniem innej technologii, spoza systemu **isoplus**, należy dostosować się do instrukcji danego dostawcy.

Dla innych sytuacji, jak np. w przypadku stosowania kilku rur preizolowanych x , szerokość wykopu B oblicza się ze wzoru:

$$B = x \cdot D_a + (x + 1) \cdot M \text{ [m]} \quad (80)$$

2.4 Szerokość wykopu – strefa mat kompensacyjnych

W strefie mat kompensacyjnych przy kompensacjach L, Z lub U – kształtowych oraz przy odgałęzieniach z trójnikami T 45° i trójnikami równoległymi minimalny odstęp montażowy M , a co za tym idzie także szerokość wykopu B muszą zostać poszerzone. Poszerzenie odstępu montażowego jest zależne od podawanej w projekcie sieci cieplnej **isoplus** grubości mat kompensacyjnych DP_s . Długość poszerzenia uzależniona jest od zastosowanej lokalnie długości mat kompensacyjnych DP_L .

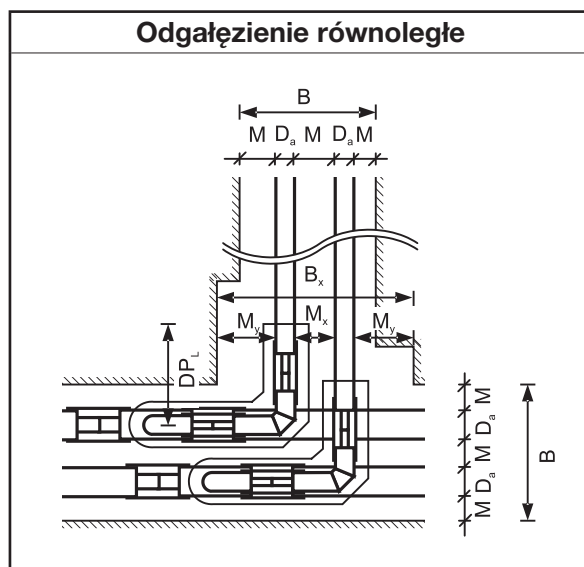
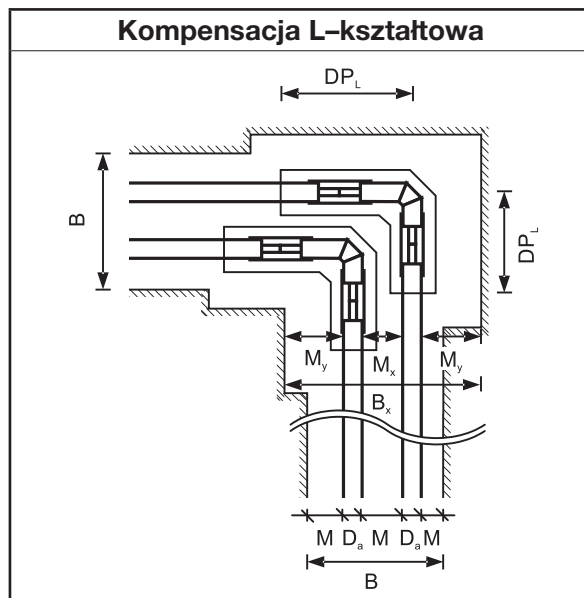
DP_L – zastosowana długość mat kompensacyjnych wg projektu sieci cieplnej [m];

M_x – minimalny odstęp montażowy $M + 2 \times$ grubość zastosowanych mat kompensacyjnych DP_s zgodnie z projektem sieci cieplnej [mm];

M_y – minimalny odstęp montażowy $M + 1 \times$ grubość zastosowanych mat kompensacyjnych DP_s zgodnie z projektem sieci cieplnej [mm];

B_x – szerokość całkowita dna wykopu [mm].

$$B_x = 2 \cdot (D_a + M_y) + M_x \text{ [mm]} \quad (81)$$

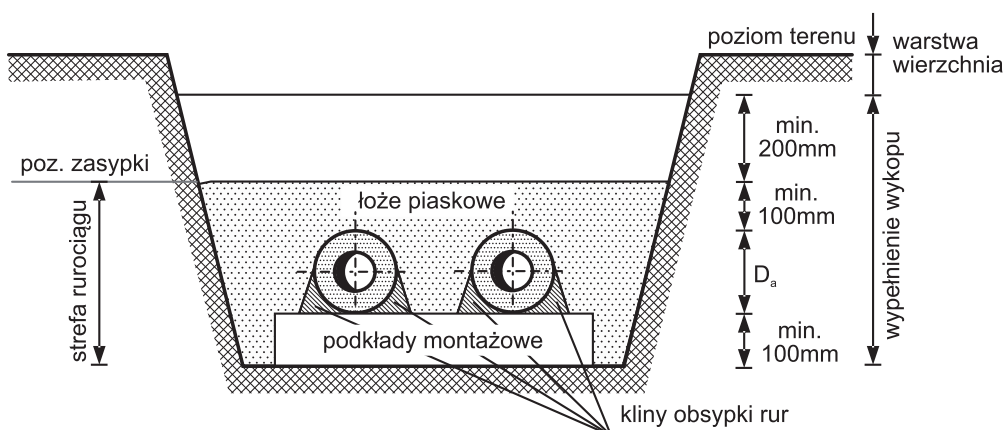


2.5 Łoże piaskowe

Po zakończeniu wszystkich prac izolacyjnych i uszczelniających oraz po zakończeniu montażu mat kompensacyjnych należy przeprowadzić wszelkie będące w zakresie wykonania kontrole. Szczególnie należy zwrócić uwagę:

- ⇒ czy trasa wykonanego rurociągu jest zgodna z projektowaną trasą sieci cieplnej **isoplus**,
- ⇒ czy zostało zachowane przyjęte w obliczeniach statycznych przykrycie rurociągów,
- ⇒ czy oberwane skarpy, kamienie i przedmioty obce zostały usunięte z obszaru łoża piaskowego i obszaru rurociągów,
- ⇒ czy maty kompensacyjne zostały zamontowane wg określonych w projekcie długości i grubości oraz czy zostały zabezpieczone przed naciskiem zasypki,
- ⇒ czy wszystkie mufy zostały zapiankowane i czy zostało to odpowiednio zaprotokołowane
- ⇒ czy przejścia przez ściany budynków zostały zabetonowane,
- ⇒ w przypadku naprężeń wstępnych czy zostały osiągnięte i odpowiednio zaprotokołowane zostały określone w projekcie długości, wielkości naprężeń i poszczególne temperatury,
- ⇒ czy system sygnalizacji alarmowej sieci został sprawdzony pod względem funkcjonowania i czy sporządzony został stosowny protokół.

Przed wykonaniem łoża piaskowego trasa musi zostać odebrana przez odpowiedzialnego inspektora nadzoru po przeprowadzeniu kontroli zgodnie z powyższymi punktami.



Następnie rury preizolowane KMR w płaszczu osłonowym PEHD należy zasypać bardzo starannie ze wszystkich stron, piaskiem o ziarnistości 0–4 mm (klasa NS 0/2) (patrz rozdział **M 2.5.1**) na wysokość przynajmniej 10 cm ponad wierzch płaszcza osłonowego. Następnie piasek należy ręcznie zagęścić. Szczególną uwagę należy poświęcić przestrzeniom i klinom pomiędzy rurami. Miejsca te muszą zostać starannie zabezpieczone i zagęszczone, dzięki czemu uniknie się późniejszego niedopuszczalnego zapadania zasypki wykopu oraz niekontrolowanych przesunięć rurociągów. Podczas tych prac należy usunąć ewentualne podkłady montażowe, o ile nie są nimi worki z piaskiem (które należy ponacinać) lub podkłady z pianki.

Jeżeli ze względu na niedogodne warunki gruntowe bądź pogodowe istnieje zagrożenie, że podczas prac ziemnych piasek łoża zostanie wypłukany np. przez deszcz, to strefa łoża powinna zostać owinięta geowłókninami. W sieciach prowadzonych z dużym spadkiem lub położonych na stokach zboczy należy uważać na drenażowe działanie profilu wykopu. Takie działanie zwiększa wilgotność piasku, która przyjmuje wartości powyżej optymalnej wartości krzywej Procto, i takie łożo piaskowe nie spełni wymagań stopnia zagęszczenia, $D_{pr} \geq 97\%$.

Dodatkowo następuje przy tym rozdzielanie ziaren piasku różnych frakcji tak, że przestają być osiągane założone wartości współczynnika tarcia dla rurociągów KMR, co skutkuje powstaniem tak zwanego „efektu tunelowego”. Z tego to między innymi powodu, płukanie piasku nie jest uznane za standard techniczny, zgodnie z AGFW – FW 401, część 12.

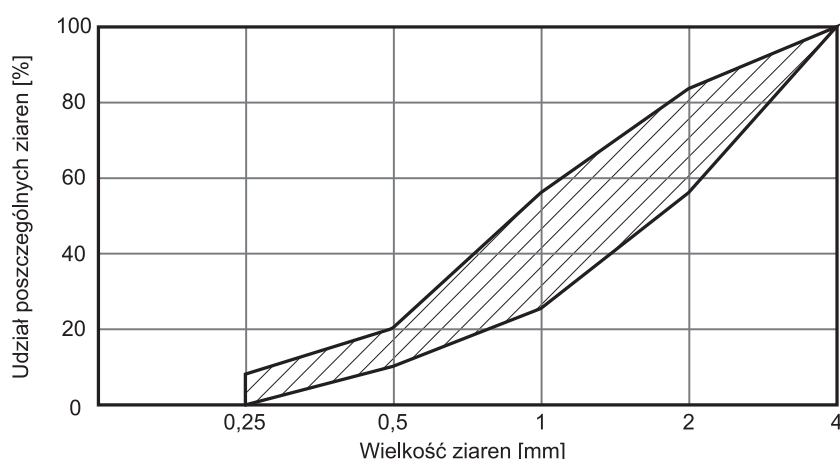
W strefie rurociągu stawiane są szczególne wymagania dla tarcia między płaszczem osłonowym PEHD a materiałem łoża piaskowego oraz szczególne wymagania co do jakości używanego piasku. Wynikające z tych założeń ujednolicone i stałe warunki osiągane w wykopie tworzą decydującą podstawę udokumentowanej odporności rurociągów na statyczne i dynamiczne obciążenie sieci KMR.

Jeżeli do wykonania łoża piaskowego zostaną zastosowane materiały o zmiennych właściwościach np. samostabilizujące mieszanki piasku, SSM lub zaprawy do podłoża, należy pamiętać, że nie ma jeszcze pozytywnych doświadczeń w ich stosowaniu. Natomiast w odniesieniu do mechanicznych właściwości tych materiałów takich jak na przykład długotrwałe zachowywanie określonej wartości współczynnika tarcia, nie ma wyników badań potwierdzających bezpieczeństwo ich stosowania. Reasumując, nie nastąpiło jeszcze dopuszczenie tych materiałów jako wypełniających do budowy dróg przez Instytut Badań Ruchu Drogowego i Ulicznego, FGSV. Nie są one także uwzględnione w podstawach statyki rurociągów AGFW FW 401 – cz. 10 i 11.

2.5.1 Właściwości piasku w strefie łoża piaskowego

Wysokość łoża	⇒ z każdej strony min. 100 mm;	Rodzaj piasku	⇒ niespoisty średni do grubego;
Ziarnistość	⇒ 0 – 4 mm;	Rodzaj ziarna	⇒ o okrągłej krawędzi;
Klasyfikacja	⇒ piaski naturalne NS 0/2;	Norma	⇒ DIN 4226 ew. TL Min-StB94.
TL Min-StB94	⇒ Techniczne warunki dostaw dla materiałów w budownictwie drogowym.		

2.5.1.1 Graniczna linia przesiewu wg normy europejskiej EN 489



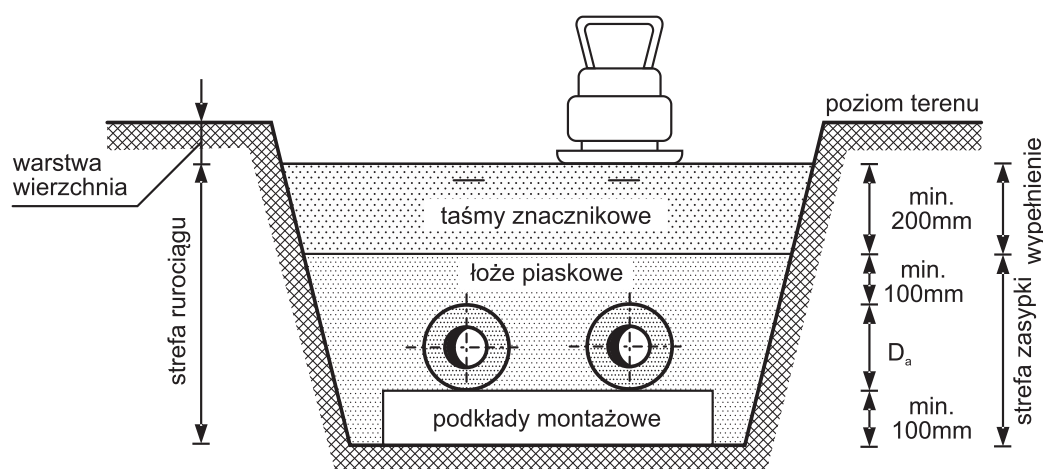
2.5.1.2 Podział na frakcje ziarna wg EN 489 – piasek średni

Ziarno miążkie	<0,06 mm	⇒ (< 15%)	Ziarno średnie	0,50 – 1,00 mm	⇒ 25%
Najmniejsze	0,00 – 0,25 mm	⇒ 2,5%	Ziarno duże	1,00 – 2,00 mm	⇒ 30%
Ziarno małe	0,25 – 0,50 mm	⇒ 15%	Ziarno duże	2,00 – 4,00 mm	⇒ 30%

2.6 Zasyпка

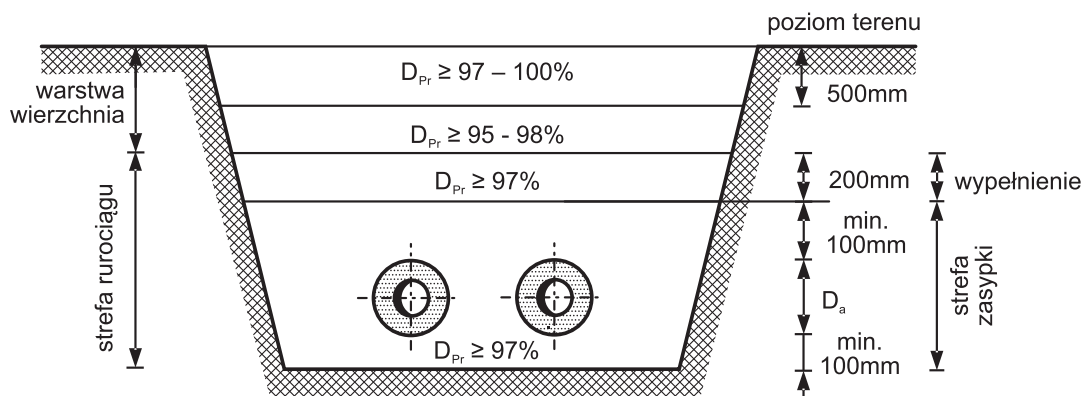
Po wykonaniu łoża piaskowego wykop można zasypać gruntem rodzimym, pamiętając jednak o tym, że konieczne jest zagęszczenie warstwami. Należy usunąć duże, grube i ostre kamienie. Według ZTV E – StB 94 jako grunt wypełniający wykop poza strefą rurociągu należy stosować grunty gruboziarniste o dopuszczalnej wielkości ziarna 20 mm. Zgodnie z DIN 18196 jako materiału wypełniającego należy używać gruntów o klasie zagęszczenia V 1.

Wg ZTV A – StB 97 do zasypania wykopu w strefie wypełnienia należy użyć gruntów niewrażliwych na wodę i warunki atmosferyczne. W połączeniu z tym ZTV E – StB 94 dopuszcza również odpady przemysłowe i materiały pochodzące z recyklingu, jeżeli zostaną spełnione stawiane im wymagania, takie jak na przykład obojętność dla środowiska w odniesieniu do wody, obojętność w stosunku do innych materiałów itp. oraz zostaną spełnione wymagania dotyczące osiągnięcia odpowiedniego stopnia zagęszczenia.



Zapełnianie i zagęszczanie musi następować jednocześnie po obydwu stronach rury, aby zapobiec przesuwaniu lub unoszeniu się rurociągów. Po nałożeniu 20 cm warstwy wypełniającej rozpocząć można pracę z maszyną zagęszczającą, przy czym dopuszczalne obciążenie powierzchniowe wynosi 40 N/cm² lub 4 kg/cm² przy zimnym rurociągu. Jeżeli rurociąg został wcześniej podgrzany lub jest już eksploatowany, obciążenie powierzchniowe nie może być większe od 20 N/cm².

Na pierwszą warstwę nanosi się kolejne warstwy o wysokości 20 – 30 cm i zamyka się warstwą pokrywającą zgodnie z przyjętą procedurą. Należy także spełnić wymagania „Dodatkowych warunków i wytycznych dotyczących wykopów i prac ziemnych w budownictwie drogowym”, ZTV A i ZTV E. Bazując na ZTV E – StB 94 osiągnąć należy następujące stopnie zagęszczenia D_{pr} :



2.7 Minimalne przykrycie rurociągów

Wpływ obciążeń drogowych na płaszcz osłonowy zwiększa się wraz ze zmniejszaniem się przykrycia rurociągów. Dlatego przez Instytucje Kontroli Materiałów zostały zbadane i zdefiniowane minimalne przykrycia rurociągów w zależności od klas nawierzchni drogowych i wymiarów nominalnych. W przypadku przekraczania zalecanych wartości należy wykonać obliczenia sprawdzające.

W przypadku utwardzonej nawierzchni w obrębie drogi obciążenie od koła rozkłada się na całą powierzchnię. Ponieważ obciążenie od koła nie działa bezpośrednio na zasypkę wypełniającą wykop rurociąg KMR jest mniej obciążany niż w przypadku nawierzchni nieutwardzonych.

Ze względu na niebezpieczeństwo pęknięcia lub wygięcia płaszcza osłonowego PEHD, na skutek uszkodzenia podczas wykopów, zapadnięcia się pojazdu w przypadku nawierzchni nieutwardzonej, a także możliwości przekroczenia dopuszczalnego nacisku itp. należy przestrzegać wartości podanych w tabeli.

2.7.1 Przykrycie rurociągów w metrach

Klasa nawierzchni	Średnica nominalna DN [mm]										
	20 – 125	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600-1000
SLW 12	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,50	0,50	0,50	0,60	0,80	1,00
SLW 30	0,40	0,40	0,40	0,40	0,50	0,50	0,50	0,60	0,70	0,90	1,10
SLW 60	0,40	0,50	0,50	0,60	0,60	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00	1,20

Dla dużych średnic nominalnych konieczne są dodatkowe obliczenia sprawdzające lub wytyczne prowadzenia robót ziemnych podczas wykonywania nawierzchni utwardzonej. Do tego zalicza się ustalenie naprężenia obwodowego dla rur o średnicach > DN 500 przy ruchu ciężarowym SLW 60, dla rur o średnicach > DN 350 przy ruchu kolejowym i przy robotach drogowych z wielkością przykrycia < 0,80 m. Obliczenie należy przeprowadzić wg arkusza roboczego ATV A 127.

2.7.2 Klasa nawierzchni wg DIN 1072

klasa obciążeń	szerokość koła	obciążenie jednego koła		promień pow. obciążeń	wynikowa powierzchnia obciążenia	nacisk obliczeniowy		wynikowe obciążenie zastępcze	
		[kN]	[T]			[N/cm ²]	[kg/cm ²]	[kN/m ²]	[T/m ²]
SLW 12	30	40	4,08	18	1 017,88	39,30	4,01	6,70	0,68
SLW 30	40	50	5,10	20	1 256,64	39,79	4,06	16,70	1,70
SLW 60	60	100	10,19	30	2 827,43	35,37	3,61	33,30	3,39

2.8 Maksymalne przykrycie rurociągów

Wraz ze wzrastającą głębokością ułożenia zwiększa się nacisk naziemu działający na płaszczy osłonowy. Ze względu na dopuszczalne naprężenie ścinające τ_{PUR} między płaszczem osłonowym PEHD a pianką PUR oraz między rurą przewodową a pianką, należy ograniczyć maksymalne przykrycie rurociągów, niezależnie od temperatury roboczej.

Wymiary rury przewodowej			Średnica płaszcza zewnętrznego D_a [mm]			Maksymalne dopuszczalne przykrycie rurociągu $\ddot{U}_H$ [m]		
Średnica nominalna	Średnica zewnętrzna d_a [mm]	Grubość ścianki s [mm]	Grubość izolacji			Grubość izolacji		
DN			S	1x	2x*	S	1x	2x*
20	26,9	2,6	90	110	125	2,10	1,70	1,45
25	33,7	3,2	90	110	125	2,65	2,15	1,85
32	42,4	3,2	110	125	140	2,70	2,35	2,10
40	48,3	3,2	110	125	140	3,10	2,70	2,40
50	60,3	3,2	125	140	160	3,40	3,00	2,60
65	76,1	3,2	140	160	180	3,80	3,30	2,95
80	88,9	3,2	160	180	200	3,90	3,45	3,05
100	114,3	3,6	200	225	250	4,00	3,50	3,15
125	139,7	3,6	225	250	280	4,35	3,85	3,40
150	168,3	4	250	280	315	4,70	4,15	3,65
200	219,1	4,5	315	355	400	4,80	4,20	3,70
250	273,0	4,5	400	450	500	4,65	4,10	3,65
300	323,9	5	450	500	560	4,90	4,35	3,80
350	355,6	5	500	560	630	4,80	4,20	3,70
400	406,4	5,6	560	630	670	4,85	4,25	3,95
450	457,2	5,6	630	670	710	4,80	4,50	4,20
500	508,0	6,3	670	710	800	5,05	4,70	4,10
600	610,0	6,3	800	900	1000	4,95	4,30	3,80
700	711,0	6,3	900	1000	—	5,10	4,50	—
800	813,0	6,3	1000	1100	—	5,20	4,50	—
900	914,0	7,1	1100	1200	—	5,25	4,70	—
1000	1016,0	7,1	1200	1300	—	5,30	4,80	—

UWAGA: Podane w tabeli wartości obowiązują dla zasypki o ciężarze właściwym 19 kN/m³, kącie tarcia wewnętrznego $\phi = 32,5^\circ$ i dla grubości ścianek rur przewodowych stalowych wg typoszeregu **isoplus**. Patrz katalog – rozdział **R 3**. Poza strefą ramion kompensacyjnych, wg AGFW FW 401, część 10 oraz EN 253, dopuszczalne naprężenia $\tau_{PUR} = \leq 0,04 \text{ N/mm}^2$.

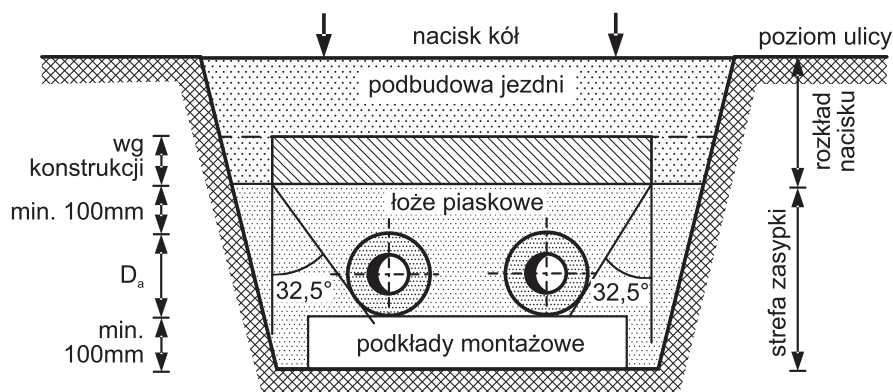
2.9 Płyty odciążające

W przypadku przekroczenia minimalnego czy też maksymalnego przykrycia rurociągów należy podjąć działania mające na celu zapewnienie bezpieczeństwa pracującym rurociągom. Należy bezwzględnie zabezpieczyć płaszcz osłonowy PEHD przed niedopuszczalnym wzrostem nacisku osiągającym wartości powyżej 20 N/cm² lub inaczej 2 kg/cm².

Jako elementy zabezpieczające mogą zostać użyte płyty stalowe, zabezpieczone przed korozją, lub płyty żelbetonowe wykonane z betonu B 25. W obu przypadkach płyty muszą być przynajmniej 100 cm dłuższe niż przewidziany do zabezpieczenia obszar rurociągów KMR. Ustalenia grubości płyt i wielkości koniecznych fundamentów dokonać musi konstruktor. Przed przystąpieniem do wykonania zabezpieczeń należy uzyskać pozytywną opinię inżynierów **isoplus**.

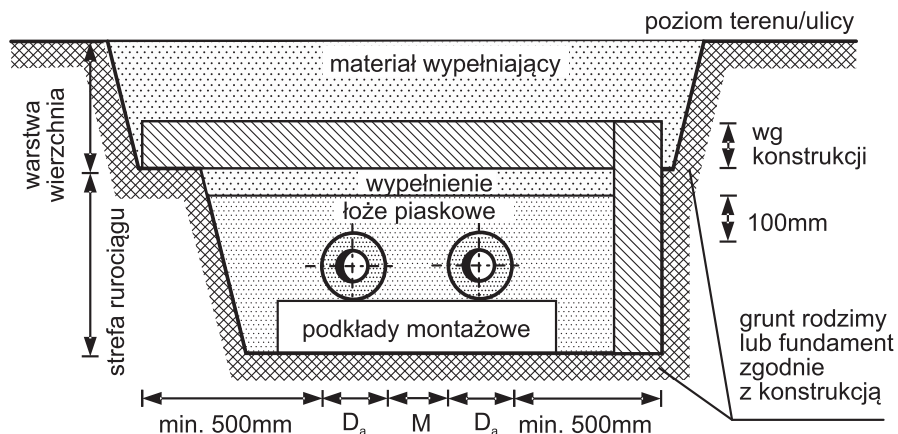
2.9.1 Płyty rozdzielające

Płyty rozdzielające służą do redukcji obciążeń punktowych w przypadku układania rurociągu z przykryciem mniejszym od dopuszczalnego minimalnego. Płyta rozdzielająca musi być na tyle szeroka, aby sięgała kątem tarcia wewnętrznego 32,5° poza obszar płaszcz osłonowego PEHD – patrz rysunek.



2.9.2 Płyty tłumiące

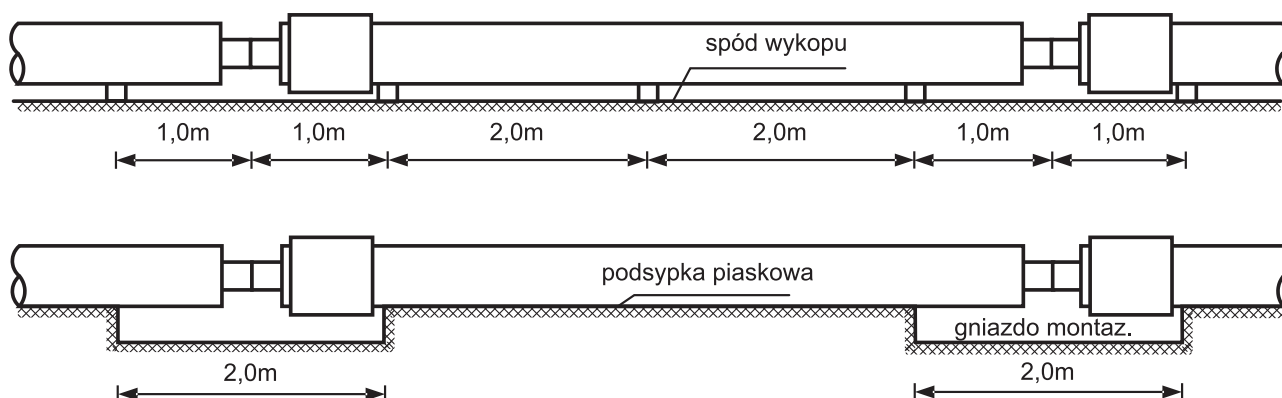
Płyty tłumiące przeznaczone są do redukcji wysokich obciążeń przy układaniu rurociągów KMR z przykryciem większym od dopuszczalnego. Muszą one zostać ułożone na gruncie nienaruszonym po obu stronach wykopu. Jeżeli nie można tego zagwarantować należy wykonać dodatkowe fundamenty liniowe lub punktowe. Płyty muszą wystawać co najmniej 50 cm poza zabezpieczaną strefę.



3. ROBOTY MONTAŻOWE

3.0 Podkłady montażowe / gniazda monterskie

Montaż elementów preizolowanych następuje na kantówkach, belkach z pianki, workach z piasku lub bezpośrednio na 10 cm podsypce z piasku. Przy układaniu bezpośrednim na podsypce piaskowej w miejscach połączeń konieczne jest wykonanie gniazd montażowych. Podkłady montażowe należy układać w odstępach 2 m, tzn. w przypadku rur 6 m konieczne są 3 a w przypadku rur 12m – 6 punktów podparcia. Aby umożliwić bezproblemowy montaż muf, pierwszy podkład ułożony powinien być przynajmniej 1 m od końca rury przewodowej, ewentualnie od miejsca połączenia spawanego.



Jeżeli stosowane są kantówki, przed przystąpieniem do zasypywania rurociągów należy je konieczne usunąć. Dzięki temu uniknie się niedopuszczalnych obciążeń i uszkodzeń płaszcza osłonowego PEHD. Worki z piaskiem przed zasypaniem rowu należy porozcinać.

3.0.1 Występujące uzbrojenie terenu

Podczas układania rurociągów sieci ciepłych w terenach zurbanizowanych należy liczyć się ze znacznymi utrudnieniami w określeniu profilu sieci, spowodowanymi przez istniejące już przewody i instalacje obcego uzbrojenia, jak np. gaz, woda, kanalizacja, prąd itp. Usytuowanie tych przeszkód ustalone musi być przed rozpoczęciem budowy na podstawie planów, inwentaryzacji, map sytuacyjno wysokościowych czy też robót odkrywkowych. Wg AGFW, jeżeli nie obowiązują inne miejscowe przepisy, zachować należy następujące odstępki:

Rodzaj przewodu uzbrojenia	Odstępy minimalne	
	skrzyżowania lub układanie równoległe do 5m	układanie równoległe powyżej 5m
rurociągi gazu i wody	20 – 30cm	40cm
kable 1kV i kable sygnalizacyjne	30cm	30cm
kable 10kV i kable 30kV	60cm	70cm
kilka kabli 30kV lub kabel powyżej 60kV	100cm	150cm

3.1 Wykonanie połączeń

Przed zespawaniem rur i elementów preizolowanych należy pamiętać, aby właściwe mufy połączeniowe i rękawy termokurczliwe zostały nasunięte na płaszcze osłonowe PEHD obok miejsca spawania. Jeżeli panują niekorzystne warunki pogodowe, to miejsce prowadzenia prac spawalniczych czy mufowania należy zabezpieczyć namiotem ochronnym. Podczas spawania elementów preizolowanych, piankę PUR oraz płaszczy osłonowy PEHD od strony wykonywania spoiny należy zakryć mokrymi szmatami lub specjalnymi zaślepkami chroniącymi przed ich przegrzaniem.

Połączenia czarnych rur stalowych o średnicach do DN 80 mm mogą być przeprowadzane przy zastosowaniu spawania acetylenowego, jednak korzystniejsze jest spawanie elektryczne. Od średnicy DN 100 mm zalecane jest spawanie elektryczne. Prace spawalnicze wykonywane mogą być tylko przez spawaczy posiadających ważne uprawnienia.

Zastosowana metoda spawania musi się nadawać do spawania budowlanego i być zgodna z DIN EN 288–1, rozdział 5 oraz uznana wg rozdziału 6.1.1. Dla przygotowania spawu, formy spoiny oraz odstępu między końcami rur, miarodajne są DIN 2559, DIN 8551 oraz ISO 6761 z uwzględnieniem DIN EN 448.

Dodatkowe materiały spawalnicze muszą być zatwierdzone i zgodne z materiałami podstawowymi. Wybrać je należy wg DIN 8554–1, DIN 8559 i DIN 1913 oraz wyraźnie oznaczyć. Stworzone gotowe spawy muszą spełniać warunki wg AGFW–FW 401 dla klasy B wg DIN EN 25817.

Łączenie rur miedzianych odbywa się lutowanymi złączkami kapilarnymi wg DIN 2856 o tej samej grubości ścianki co rury. Rozszerzanie lub wywijanie rur miedzianych jest niedopuszczalne. Należy zastosować się do zaleceń i warunków producenta złączek, dotyczących rodzaju i sposobu przeprowadzania lutowania. Przy łączeniu przewodów solarnych stosować należy wyłącznie specjalne złączki zaciskowe.

Dla połączeń rur specjalnych i przemysłowych jak np. stal szlachetna, PP, PVC, PEHD itp. należy przestrzegać odpowiednich procedur określonych przez producenta rury przewodowej.

3.1.1 Kontrola spoin

Po wykonaniu prac spawalniczych spoiny muszą zostać sprawdzone w ustalonym przez zleceniodawcę zakresie. Widoczne wady sklasyfikowane są w ISO 6520. Cała trasa sieci, ewentualnie podzielona na odcinki musi zostać poddana próbie ciśnieniowej – wodnej.

Ciśnienie próbne utrzymane musi być przynajmniej przez okres 8 godzin. Próbę należy wykonać ciśnieniem o wartości 1,3 razy większej od ciśnienia roboczego, jednak nie większym niż 32,5 bar, i nie mniejszym od ciśnienia nominalnego odpowiadającemu odpowiedniej klasie sieci cieplnej.

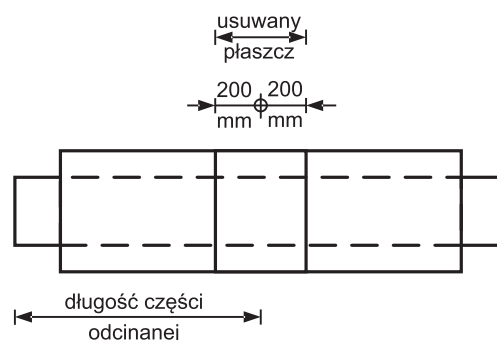
Próby ciśnieniowe wykonywać należy odpowiednio do Vd TÜV 1051 lub DVGW–469, metody kontrolne B1 jak również DIN 4279. Przed próbą ciśnieniową celowe jest sprawdzenie szczelności spoin przy użyciu sprężonego powietrza o ciśnieniu 0,2 bar. Nieszczelności rozpoznane mogą zostać przez namydlenie spoin.

W przypadku wykonywania badań defektoskopowych konieczne jest sprawdzenie min. 10% spoin (min. 20% spoin dla projektów klasy C wg EN 13941). Wyniki należy zaprotokołować i ocenić wg EN 25817.

3.2 Cięcie elementów preizolowanych

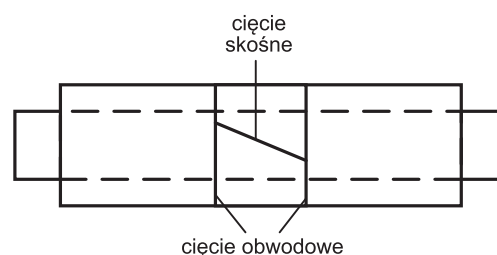
Ze względu na indywidualne przebiegi trasy konieczne jest zazwyczaj wykonanie z dostarczonych odcinków rur krótszych elementów. Dzięki temu sieć cieplna może zostać ukształtowana w dowolny sposób. Aby wykonać na budowie elementy „na domiar”, prace należy przeprowadzić wg następującego toku postępowania:

Na sztandze rury przeznaczonej do cięcia należy odmierzyć i zaznaczyć długość odcinanego elementu. Po lewej i po prawej stronie tego oznaczenia należy zaznaczyć szeroką na (2 x 200 mm) strefę demontażu płaszcza osłonowego.

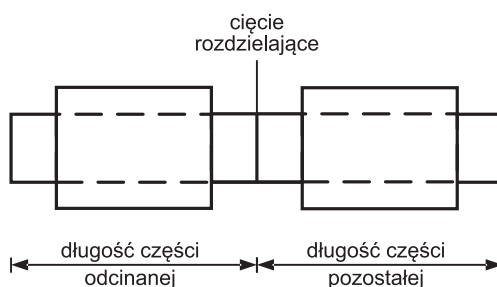


Płaszcz osłonowy PEHD należy przeciąć na oznaczeniach i obydwa cięcia obwodowe połączyć cięciem poprzecznym.

UWAGA: W temperaturze $< 10^{\circ}\text{C}$ płaszcz osłonowy przed rozcięciem musi zostać ogrzany ze względu na niebezpieczeństwo niekontrolowanego pęknięcia. **UWAGA:** Podczas wykonywania cięć obwodowych nie wolno przeciąć przewodów sygnalizacji alarmowej. Następnie płaszcz osłonowy należy odspoić od pianki (podnieść) przy użyciu odpowiedniego narzędzia np. dłuta płaskiego.

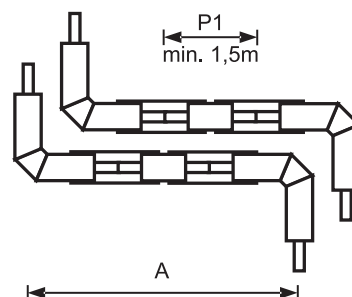


Piankę PUR usunąć przy użyciu młotka i dłuta, a następnie przeciąć współosiowo przewody alarmowe. Resztki pianki należy dokładnie usunąć z rury stalowej przy użyciu papieru ściernego. Następnie należy przeciąć samą rurę przewodową w środku strefy demontażu.



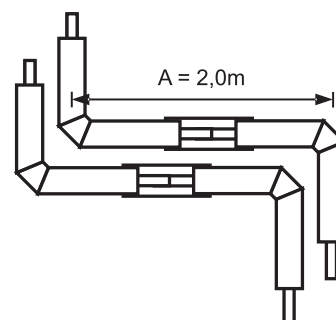
3.3 Z-kształt z prostką „na domiar”

W przypadku Z-kształtów długość elementu „na domiar” $P1$ ustala się na podstawie obliczeń wytrzymałościowych. Ramię poprzeczne A jest elementem trasy sieci ciepłej **isoplus**. Uskoki takie montowane są zazwyczaj z dwóch prefabrykowanych kolanek, z reguły 90° , i z jednej prostki „na domiar”. Element „na domiar” $P1$ musi mieć długość przynajmniej $1,50\text{ m}$, aby można było nasunąć mufy łączące.



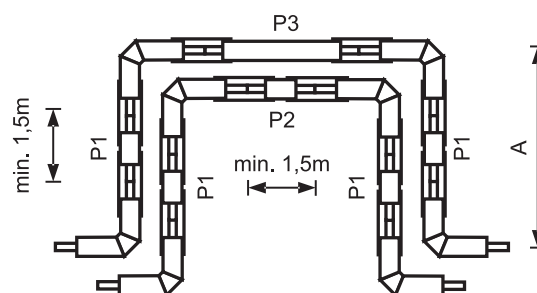
3.4 Z-kształt bez prostki „na domiar”

W mniejszym zakresie średnic nominalnych do ok. DN 200 mm z punktu widzenia statyki rurociągu wystarczające jest zazwyczaj ramię poprzeczne $A = 2,00\text{ m}$. Przy zastosowaniu 4 kolanek o długości ramion $1,0 \times 1,0\text{ m}$, nie jest konieczne stosowanie elementów „na domiar”. Jest wtedy możliwe nasunięcie muf łączących na ramiona kolan.



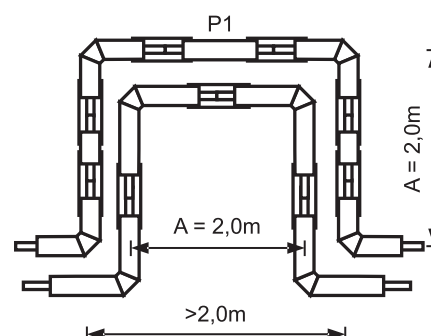
3.5 U-kształt z prostką „na domiar”

W przypadku U-kształtów długość prostki $P1$ także ustala się na podstawie obliczeń wytrzymałościowych. Wysięg kompensatora A jest elementem trasy sieci ciepłej **isoplus**. Prostki $P2$ i $P3$ wykonane „na domiar” mają różne długości, przy czym leżący wewnątrz element $P2$ musi mieć długość przynajmniej $1,50\text{ m}$. Dzięki temu możliwe będzie nasunięcie obydwu muf.



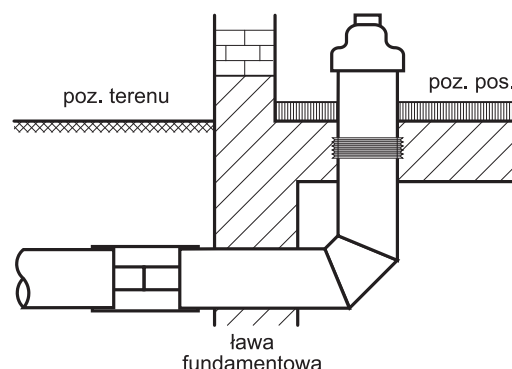
3.6 U-kształt bez prostki „na domiar”

W mniejszym zakresie średnic nominalnych do ok. DN 200 mm z punktu widzenia statyki rurociągu wystarczające jest zazwyczaj ramię poprzeczne $A = 2,00\text{ m}$. Przy zastosowaniu 8 kolanek o długości ramion $1,0 \times 1,0\text{ m}$ nie jest konieczne stosowanie prostek „na domiar” stosowanych na ramionach poprzecznych. Wystarczającym jest zastosowanie jednego takiego elementu (oznaczenie na rys. P1), którego długość zależy od przyjętego rozstawu rur. Nasunięcie muf łączących możliwe jest wtedy na ramiona kolan.



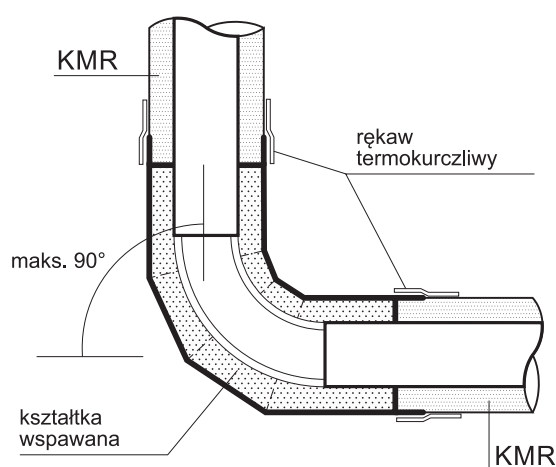
3.7 Kolanka przyłącza domowego

Kolana długie o długości ramion 1,0 x 1,0 m stosuje się także w niepodpiwniczonych budynkach jako kolanka przyłącza domowego. Dopuszcza się możliwość wykonania tych kolan w długościach nietypowych. Takie rozwiązanie pozwala uniknąć muf połączeniowych w obszarze fundamentu bądź pod posadzką pomieszczenia.



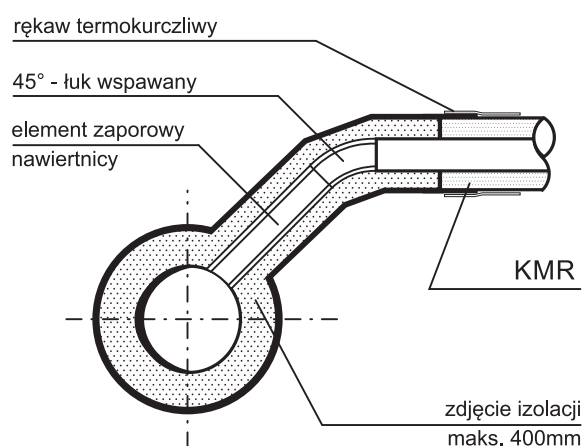
3.8 Kolana montażowe

Jeżeli podczas projektowania nie da się dokładnie określić kątów trasy, w specyficznych warunkach można zastosować kolanka montażowe. W tym celu między dwie rury należy spawać odpowiednią kształtkę stalową o zadanym kącie gięcia. Miejsce to zostanie następnie zaizolowane i uszczelnione za pomocą kolanka montażowego PEHD. Informacja o dokładnym kącie uzupełniającym oraz promieniu gięcia rury stalowej musi zostać przekazana do **isoplus**.



3.9 Odgałęzienie montażowe

W przypadku wykonywania nowych przyłączy po wybudowaniu i uruchomieniu sieci ciepłej, można je wykonać przy zastosowaniu odgałęzień montażowych bez konieczności przecinania rurociągu głównego. W tym celu należy spawać odgałęzienie rury przewodowej (T 45°, równoległe lub prostopadłe). Następnie miejsce to zostanie zaizolowane i uszczelnione za pomocą odgałęzienia montażowego PEHD. Dopuszczalność wykonania odgałęzienia musi zostać potwierdzona obliczeniami. Dokładne wymiary wraz ze szkicem muszą zostać przekazane do **isoplus**.



3.10 Armatura odcinająca

Armaturę odcinającą należy spawać w trasę sieci cieplnej tak jak fragment prostej rury. Aby uniknąć uszkodzenia uszczelnień, prace spawalnicze powinny zostać wykonywane przy otwartym zaworze. Z uwagi na występowanie silnych naprężeń zginających niedopuszczalne jest umieszczanie armatury odcinającej w obrębie kompensacji L-, Z- czy U-kształtowej.

Objęta dostawą rura ochronna PEHD, ze znajdującym się wewnątrz elementem centrującym z laminatu PE, powinna zostać skrócona zależnie od poziomu pokrywy. Osłonięte wrzeciono zaworu należy usytuować w obrębie skrzynki ulicznej bądź kręgu betonowego, zależnie od zastosowanego sposobu obudowy. Obsługa zaworu następuje przy zastosowaniu klucza T. Dla średnic nominalnych od DN 150 mm zaleca się stosowanie przekładni przenośnych.

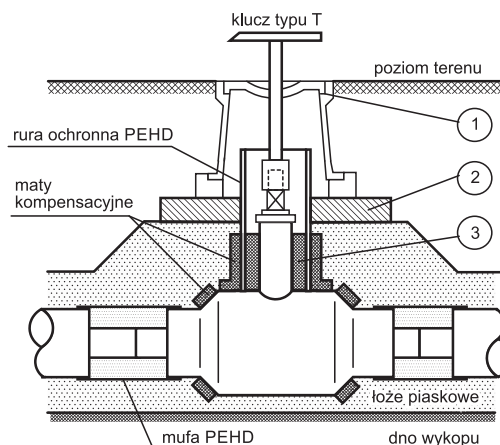
Przy montażu przedłużenia wrzeciona należy zwrócić uwagę na swobodę ruchu ze względu na występujące naprężenia osiowe. Przedłużenie nakładane jest prostopadłe na stożkowy czworokąt wrzeciona zaworu. Przedłużenie wrzeciona również kończy się czworokątem stożkowym, na który założyć można klucz T przekładnię przenośną.

Pierwsze zamknięcie armatury powinno nastąpić dopiero po zakończeniu montażu rurociągów oraz płukaniu sieci, tak aby nastąpiło usunięcie twardych pozostałości mogących uszkodzić uszczelnienia. Zamknięcie zaworu następuje przez obrót wrzeciona o 90° w prawo, natomiast otwarcie w kierunku przeciwnym tj. o 90° w lewo.

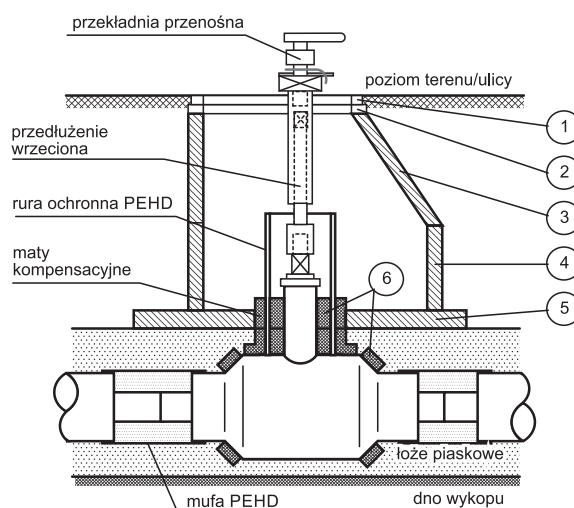
Przy obracaniu kuli zaworu nie wolno pokonywać występujących oporów przy użyciu zbyt dużej siły. Otwieranie i zamykanie musi następować powoli, aby uniknąć uderzeń hydraulicznych w rurociągach.

Ze względu na możliwość uszkodzenia uszczelnień należy wykluczyć ustawianie kuli zaworu w pozycjach pośrednich.

Niedopuszczalne jest stosowanie niewłaściwego typu przekładni, niewłaściwego przedłużacza lub niewłaściwego klucza T. Działania takie powodują utratę gwarancji.



- ① skrzynka uliczna typ DIN 3580
- ② pierścień odciążający z chudego betonu
- ③ 2m maty kompensacyjne gr. 40mm (nie wchodzi w skład dostawy zaworu)



- ① wąż żeliwny wg DIN 4271
- ② pierścień wyrównujący wg DIN 4034
- ③ zwężka studni wg DIN 4034
- ④ krąg żelbetowy wg DIN 4034
- ⑤ płyta odciążająca z chudego betonu
- ⑥ 2m maty kompensacyjne gr. 40mm (nie wchodzi w skład dostawy zaworu)

3.11 Odwodnienia / Odpowietrzenia

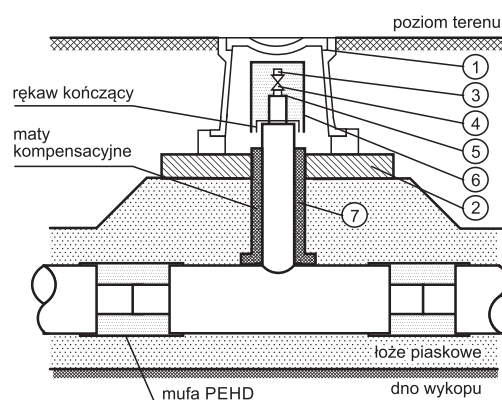
W najwyższych i najniższych punktach sieci, występujących zwłaszcza przy prowadzeniu jej po terenach płaskich, zgodnie z dyspozycjami kierownictwa budowy wymagane jest stosowanie odwodnień (ELE) czy odpowietrzeń (ELÜ). Jako elementy odwodnień i odpowietrzeń ELE/ELÜ stosuje się preizolowane elementy wspawywane w rurociąg tak jak element rurowy. Patrz rozdziały katalogu **R 7 – R 12**. Z uwagi na występowanie silnych naprężeń zginających oraz znacznych przemieszczeń niedopuszczalne jest umieszczanie armatury odcinającej w obrębie kompensacji L-, Z- czy U-kształtowej.

Po dopasowaniu wysokości odwodnienia – odpowietrzenia na końcu należy zamontować rękaw kończący, patrz rozdział **M 7**, oraz zawór odwadniający – odpowietrzający. Będący na wyposażeniu zawór kulowy posiada z jednej strony gwint zewnętrzny, do którego można przymocować wąż odsysający.

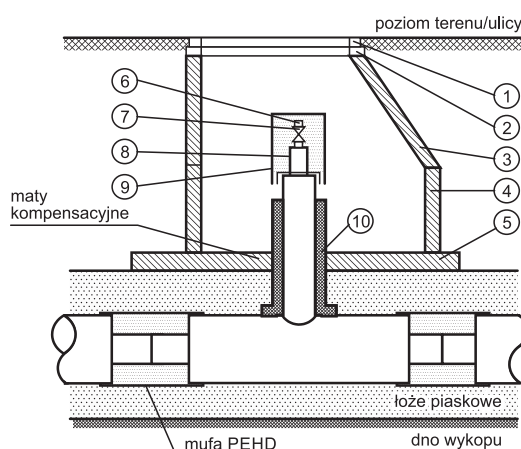
Pozostała, wystająca spod rękawa kończącego nieizolowana rura stalowa musi zostać owinięta masą bitumiczną w celu zabezpieczenia jej przed agresywnym środowiskiem. Należy przy tym zwrócić uwagę na to, żeby zachować kierunek izolowania **z góry na dół**. Następnie na tak przygotowaną końcówkę ELE/ELÜ, jako osłonę przed wodami opadowymi należy nałożyć pokrywę zaślepiającą PEHD. Pokrywa ta powinna być wyłożona odpowiednim materiałem izolacyjnym.

Jako ochronę przed pojawiającymi się naprężeniami osiowymi przy odejściu odwodnienia i odpowietrzenia należy zastosować matę kompensacyjną dostosowaną do lokalizacji ELE/ELÜ na trasie sieci. Wymienione powyżej: rękaw kończący, pokrywa zaślepiająca i mata kompensacyjna nie wchodzi w skład dostawy odwodnienia / odpowietrzenia.

Alternatywnie do odgałęzień pionowych można użyć fabrycznie konfekcjonowanych odwodnień – odpowietrzeń, wg katalogu – rozdziały **R 15 i R 16**.



- ① skrzynka uliczna typ DIN 3580
- ② pierścień odciążający z chudego betonu
- ③ zaślepka
- ④ zawór kulowy ze złączką do węża
- ⑤ wolny koniec rury owinięty opaską bitumiczną
- ⑥ pokrywa zaślepiająca PEHD wypełniona materiałem izolacyjnym
- ⑦ 1m maty kompensacyjne gr. 40mm (nie wchodzi w skład dostawy)



- ① właz żeliwny wg DIN 4271
- ② pierścień wyrównujący wg DIN 4034
- ③ zwężka studni wg DIN 4034
- ④ krąg żelbetowy wg DIN 4034
- ⑤ płyta odciążająca z chudego betonu
- ⑥ zaślepka
- ⑦ zawór kulowy ze złączką do węża
- ⑧ wolny koniec rury owinięty opaską bitumiczną
- ⑨ pokrywa zaślepiająca PEHD wypełniona materiałem izolacyjnym
- ⑩ 1m maty kompensacyjne gr. 40mm (nie wchodzi w skład dostawy)

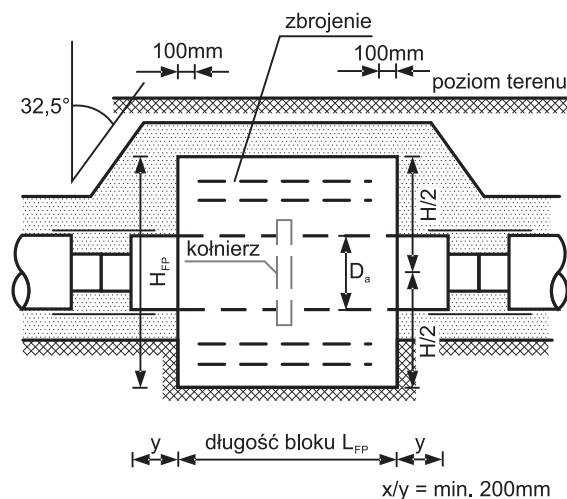
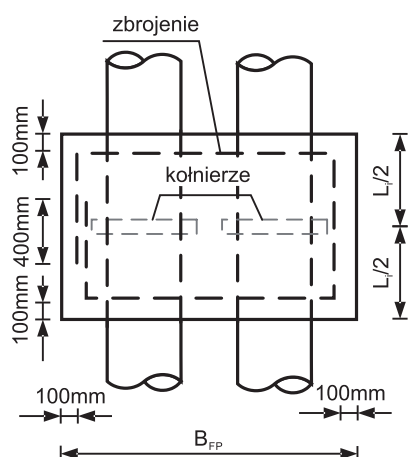
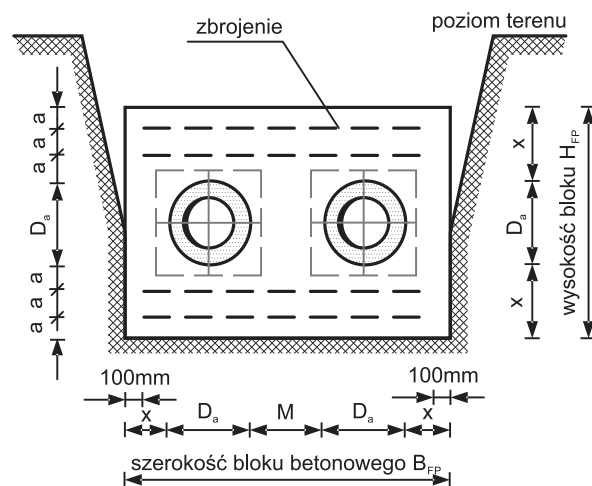
3.12 Punkty stałe – bloki betonowe

Betonowe bloki punktów stałych budować należy w nienaruszonym gruncie rodzimym. Wymagany wykop należy wykonać przed układaniem rurociągów. Jeżeli punkt stały musi być wykonany przed budynkiem, to między ścianą budynku i blokiem betonowym należy zachować odstęp minimum 2,0 m. Jeżeli może wystąpić gromadzenie się wód gruntowych w okolicy bloku punktu stałego, należy przewidzieć odpowiedni drenaż.

Wykonanie wodoszczelnego bloku musi nastąpić z betonu B 25 KII wg DIN 1045 z odpowiednim zbrojeniem ze stali BSt 4 RK wg DIN 488. Elementy zbrojenia wygiąć należy wg normy. Elementy te mogą być zespawane „na zakład”. Przed uruchomieniem sieci cieplnej wykop i blok betonowy muszą zostać całkowicie zasypane. Beton musi w pełni związać. Zadaną wytrzymałość osiąga dopiero po 28 dniach.

Informacje o wymaganej wielkości bloku betonowego oraz wymaganym zbrojeniu powinny zostać zawarte w dokumentacji projektowej. Patrz też Projektowanie – rozdział **P 8.0** oraz katalog – rozdział **R 18**.

Wymiary rury stalowej		Zbrojenie	
Średnica nominalna DN	Średnica zewnętrzna d_a [mm]	Ilość pierścieni [szt]	Średnica zbrojenia $\varnothing$ [mm]
20	26,9	2	8
25	33,7	2	8
32	42,4	2	8
40	48,3	2	8
50	60,3	2	8
65	76,1	2	8
80	88,9	2	8
100	114,3	4	8
125	139,7	4	8
150	168,3	4	8
200	219,1	6	10
250	273,0	6	10
300	323,9	6	10



4. MUFY

4.0 Informacje ogólne

W technologii isoplus do różnych zastosowań przystosowane są różne konstrukcje muf. Wszelkie mufy łączące PEHD służą do stworzenia trwałych, wodo- i gazoszczelnych połączeń płaszczy osłonowych.

Przed zespawaniem rur przewodowych, na płaszcze osłonowe łączonych elementów należy nasunąć odpowiednie mufy oraz rękawy. Za realizację procedury odpowiedzialna jest osoba układająca elementy preizolowane bądź osoba wyznaczona specjalnie do tego zadania przez kierownictwo budowy.

Po przeprowadzeniu i zaprotokołowaniu określonej kontroli spawów zostają one zaizolowane pianką PUR i uszczelnione mufami. Ze względów gwarancyjnych izolowanie i uszczelnianie wszystkich rodzajów muf, poza isocompact®, mogą wykonywać tylko osoby przeszkolone przez **isoplus** oraz posiadające certyfikat AGFW – BFW (dotyczy rynku niemieckiego).

Na wszystkich wykonywanych przez techników **isoplus** połączeniach mufowych umieszczone zostają znaki pozwalające na identyfikację osoby wykonującej połączenie. Podnosi to dodatkowo jakość wykonywanych prac.

Jeżeli izolowanie wykonywane jest przez osoby trzecie, przed rozpoczęciem robót powinny one przedłożyć certyfikaty AGFW–BFW (dotyczy rynku niemieckiego). Informacje o tym należy przekazać do **isoplus** przed rozpoczęciem robót.

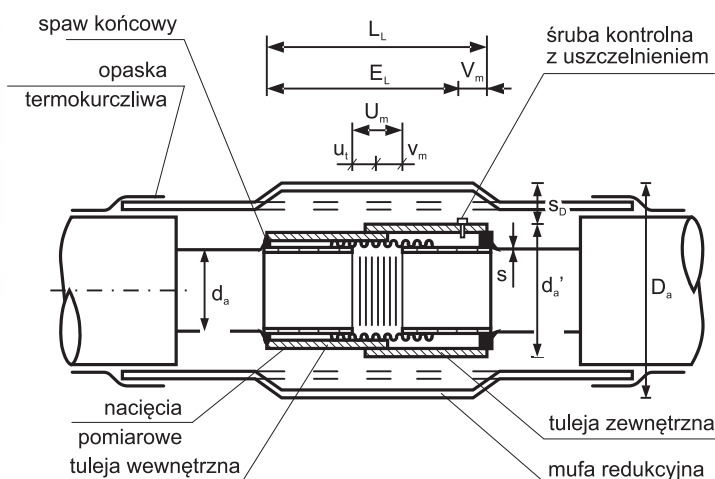
Podczas prac należy ściśle przestrzegać obowiązujących warunków montażu **isoplus**, patrz rozdział **M 14**.



5. KOMPENSATORY JEDNORAZOWE

5.0 Prace przygotowawcze

Dane dotyczące opisanych w tym punkcie długości i wymiarów takich jak L_L , u_m itd. znajdują się w arkuszu danych i w dokumentacji projektowej sieci ciepłej. Kompensator jednorazowy (EKO) dostarczony jest z maksymalnie rozciągniętym mieszkem, to znaczy w stanie mogącym przejść maksymalne wydłużenia u_m . Wymiar u_m odpowiada odstępowi między krawędzią zewnętrzną tulei prowadzącej i karbu obwodowego na wewnętrznej tulei prowadzącej.



UWAGA: Fabrycznie wykonane zgrzewy punktowe służą jedynie jako zabezpieczenie na czas transportu i dlatego przed dalszymi pracami należy je usunąć.

Dostarczona długość L_L przed montażem elementów EKO musi zostać skrócona o wymiar V_m . Dzięki temu kompensator dostosowany zostanie do przejścia oczekiwanego wydłużenia rurociągów u_t . Jest to decydujące dla przeprowadzenia prawidłowego termicznego naciągu wstępnego rurociągów z systemem kompensatorów EKO.

W celu dostosowania mieszek kompensatora jednorazowego EKO musi zostać ściśnięty mechanicznie o wymiar V_m za pomocą odpowiedniego narzędzia. Dane dotyczące odpowiedniej wartości siły ściskającej F znajdują się w arkuszu danych.

Na życzenie odbiorcy kompensatory EKO mogą być dostarczone z fabryczną nastawą wstępną. W przypadku kompensatorów o średnicy nominalnej od DN 350 mm ze względu na wymagane duże siły ściskające wszystkie kompensatory dostarczane są z fabrycznymi nastawami wstępnymi.

Po dostosowaniu kompensatora, wykonaniu nastawy wstępnej, odstęp między krawędzią zewnętrzną tulei prowadzącej a karbem na wewnętrznej tulei prowadzącej odpowiada oczekiwanemu wydłużeniu rurociągów u_t . Długość kompensatora EKO odpowiada rzeczywistej długości montażowej E_L . W tym stanie obie rury prowadzące spięte muszą zostać 2–3 spoinami szczepnymi. Dzięki temu ustalona zostanie zdolność kompensacyjna dla montażu i nie nastąpią zmiany długości w EKO przy późniejszej próbie ciśnieniowej.

Wymiar u_t musi być nastawiony identycznie dla rurociągów zasilającego i powrotnego ze względu na potrzebę utrzymania stałej temperatury podgrzewu w obu rurociągach.

5.1 Montaż

Przed spawaniem EKO, na rurociągi preizolowane przylegające do kompensatora należy nasunąć długie mufy połączeniowe względnie długie – podwójne mufy redukcyjne. Ze względu na zabezpieczenie jakości całego systemu, w odniesieniu do wymaganej grubości izolacji oraz nadzoru sieci, dla EKO o średnicy nominalnej do DN 200 mm konieczne jest zastosowanie tzw. podłużnych podwójnych muf redukcyjnych.

Kompensator EKO musi zostać spawany w sieć tak jak prosty odcinek rurociągu, dokładnie w miejscach podanych w dokumentacji projektowej sieci cieplnej, z wykonaną uprzednio nastawą wstępną. Nie wolno dopuścić, aby do mieszka kompensatora dostały się większe zanieczyszczenia. Śruba kontrolna do sprawdzania szczelności EKO musi znajdować się w górnym obszarze, między „godziną” 11:00 a 13:00. Jakość wykonania obydwu spawów obwodowych na końcówkach EKO podlega takim samym wymogom, jakie stawiane są w stosunku do innych połączeń spawanych w całym systemie.

Musi być zagwarantowane dotrzymanie założonych odstępów między ramionami kompensacyjnymi a kompensatorami EKO, ewentualnie między dwoma EKO. Podstawowym wymogiem jest to, aby kompensator EKO wbudowany był między dwa proste odcinki rurociągów o minimalnej długości 6 m. Niedopuszczalne jest obciążenie kompensatorów EKO momentami zginającymi, czyli montaż między kolanami, w odcinkach rur giętych elastycznie czy w strefach odkształcania rurociągów w pobliżu kompensacji naturalnych.

Niedopuszczalne jest również skracanie EKO, stosowanie go do zmian kierunków czy jako kompensacji różnic długości oraz wykonywanie ukosowania na którymkolwiek ze spawów przy kompensatorze. **UWAGA:** Po spawaniu EKO nie należy usuwać punktów szepnych.

5.2 Kontrola spoin w sieciach z kompensatorami EKO

Po zakończeniu prac spawalniczych należy przeprowadzić kontrolę połączeń spawanych. Należy pamiętać, że podczas próby ciśnieniowej w kompensatorach występuje osiowo działająca siła od ciśnienia wewnętrznego dążąca do rozciągnięcia mieszka. Może to wpłynąć na zerwanie spoin szepnych i zmianę zdolności przejmowania wydłużenia rurociągów u_t , co w efekcie może doprowadzić do uszkodzenia EKO. W celu uniknięcia zniszczenia kompensatorów należy je zabezpieczyć przed rozciąganiem.

Zabezpieczenie takie nie może zostać zamontowane bezpośrednio na kompensatorze EKO. Jeżeli EKO jest fabrycznie naprężony wstępnie, spoiny szepne służą jedynie do zabezpieczenia ustawień mieszka na czas transportu i montażu. Mocowanie to nie nadaje się do przenoszenia sił rozciągających kompensator. Wartość siły rozciągającej F oblicza się w następujący sposób:

$$F = A \cdot p_p \text{ [N]} \quad (82)$$

A – skuteczny przekrój mieszka w $[\text{cm}^2]$;

p_p – ciśnienie próbne [bar].

5.3 Roboty izolacyjne i ziemne

Po zakończonej i zaprotokołowanej kontroli rurociągów należy przystąpić do zaizolowania połączeń spawanych za pomocą nasuniętych wcześniej muf połączeniowych jednak bez izolowania muf kompensatorów EKO. Prace winni wykonać monterzy z uprawnieniami AGFW/BFG i przeszkoleni przez **isoplus**. Następnie należy zamontować maty kompensacyjne na ramionach kompensacyjnych oraz w miejscach do tego wyznaczonych, zgodnie z informacjami dotyczącymi długości i grubości mat zawartymi w projekcie sieci **isoplus**.

Po zamontowaniu mat kompensacyjnych na całej długości trasy, z wyjątkiem stref lokalizacji EKO, przygotować należy łożę piaskowe o wysokości 10 cm ponad wierzch płaszcza osłonowego rury, z piasku o ziarnistości 0 – 4 mm (Klasa NS 0/2 wg DIN 4226). Po ręcznym zagęszczeniu łoża piaskowego wykop należy zasypać np. gruntem rodzimym i zagęścić zgodnie z DIN 18196, również bez zasypywania stref montażu kompensatorów – patrz rozdziały **M 2.5** i **M 2.6**.

Wykop montażowy przy kompensatorze musi być tak duży, aby możliwe było wykonywanie robót spawalniczych i izolacyjnych. Należy jednak dążyć do tego, aby jego długość została ograniczona do niezbędnego minimum. Pozwala to uniknąć wyboczeń rurociągów podczas prowadzenia procesu podgrzewu wstępnego.

5.4 Rozruch lub termiczne naprężenie wstępne trasy

Przed podgrzaniem trasy **muszą** zostać zlikwidowane spoiny szczepne na spoinach pachwinowych tulei prowadzących kompensatorów EKO, tak aby umożliwić kompensację wydłużających się rurociągów. Podczas podgrzewania rur należy zadbać też o to, żeby odbywało się ono równomiernie i powoli, tak aby nie występowały nagłe skoki temperatury.

W trakcie procesu naprężania oraz po osiągnięciu temperatury naprężania wstępnego 80°C, konieczne jest sprawdzenie nastawionego i osiągniętego przejęcia wydłużenia rurociągów u_r . Jeżeli nie zostanie osiągnięta pozycja końcowa EKO, rozpoznawana po tym, że krawędź zewnętrznej tulei prowadzącej znajduje się przy karbie na wewnętrznej tulei prowadzącej, to należy podwyższyć temperaturę naprężania.

UWAGA: Podczas naprężania wstępnego musi zostać osiągnięta pozycja końcowa EKO!

5.5 Roboty końcowe

Jeżeli osiągnięta zostanie pozycja końcowa EKO, temperatura rurociągów musi być utrzymana tak długo, aż obydwie tuleje prowadzące zostaną zespawane spoiną pachwinową. Dzięki temu stworzone zostanie trwałe i odporne połączenie, a kompensator EKO można traktować jako sztywny kawałek rury. Rurociągi są wstępnie naprężone.

Spoinę pachwinową tulei EKO należy poddać powietrznej próbie ciśnieniowej. W tym celu do otworu kontrolnego w górnej części EKO wkręcić należy zawór. Jako ciśnienie próbne wystarczy 0,2 do 0,5 bar. Po kontroli zawór należy usunąć a otwór kontrolny zamknąć i zaspawać wykorzystując dostarczoną śrubę.

Po skontrolowaniu spoiny pachwinowej kompensatory EKO powinny zostać zaizolowane przy pomocy nasuniętych na rury muf podłużnych. Na koniec należy wykonać i zagęścić łożę piaskowe w wykopie montażowym EKO, a następnie wykop ten musi zostać zasypany i również zagęszczony.

6. ODGAŁĘZIENIE NAWIERCANE

Przygotowanie rurociągu do wcinki oraz nawiercenie musi zostać wykonane wg wytycznych AGFW, co oznacza, że różnica średnic nominalnych między rurociągiem przelotowym a odgałęźnym musi wynosić co najmniej 2 rozmiary. Przykładowo w rurze o średnicy nominalnej DN 150 mm można wykonać otwór wcinki na gorąco o średnicy nominalnej DN 100 mm.

Niedopuszczalne jest nawiercanie połączenia mufowego i spoiny rur stalowych. Zawory zamykające do nawierceń składowane muszą być w temperaturze od -5 do 30 stopni przy wilgotności poniżej 70%. Nie wolno uszkodzić gwintu ani powierzchni uszczelniających.

Końcówka zaworu (ta bez gwintu) musi zostać dopasowana do średnicy zewnętrznej rury przelotowej. Nie wolno skracać końców zaworu przed jego zamontowaniem. Zawór do nawiercania musi zostać przyspawany elektrycznie do rury głównej pod kątem 45° lub, przy odgałęzieniu równoległym, 90°.

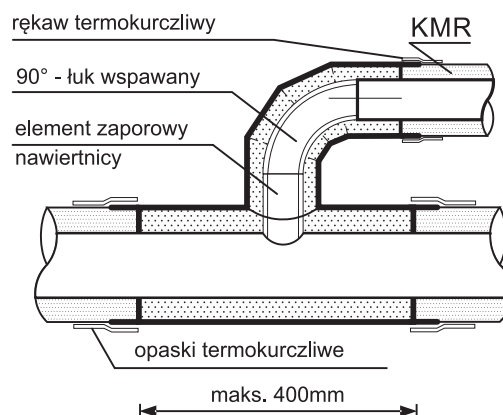
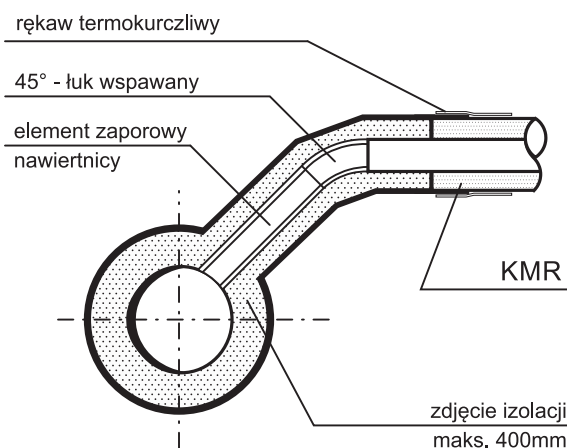
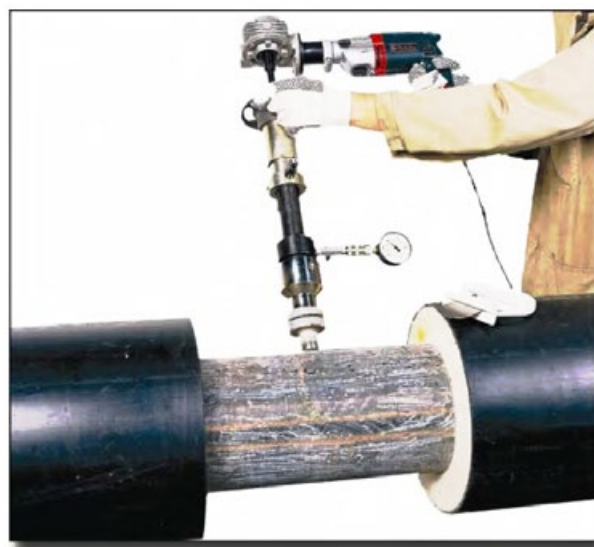
Przed przystąpieniem do nawiercania możliwe jest wykonanie sprawdzenia połączenia spawanego. Odpowiedniej wielkości wykrojnik należy zamontować na urządzeniu nawiercącym, a urządzenie przymocować do zaworu. Wrzeczono wiertnicze należy opuścić do momentu zetknięcia wiertła z rurą nawiercaną. Następnie na urządzenie nawiercające należy zamontować przekładnię i rozpocząć nawiercanie przy zależnym od wymiaru rury momencie obrotowym.

Po wywierceniu otworu i demontażu przekładni oraz urządzenia nawiercającego należy przyspawać do zaworu rurę odgałęźną i pozostałe elementy stalowe odgałęzienia.

Na koniec następuje zaizolowanie odejścia za pomocą odgałęzienia montażowego PEHD. Prace winni wykonać monterzy z uprawnieniami AGFW/BFG i przeszkoleni przez **isoplus**.

Z uwagi na warunki gwarancyjne zaleca się, aby wykonanie odgałęzienia montażowego wykonane zostało przez autoryzowany serwis **isoplus**.

UWAGA: Na specjalne zapytanie można otrzymać szczegółowe wskazówki dotyczące montażu.



7. POKRYWA KOŃCOWA END-CAP

Za nałożenie end-cap na rury w budynkach, kanałach czy komorach odpowiedzialna jest osoba układająca rury.

Pozostawienie końców KMR bez end-cap jest niedopuszczalne. Wystające z pianki PUR przewody systemu alarmowego nie mogą być zerwane i muszą być łatwo dostępne przy montażu końcowym.

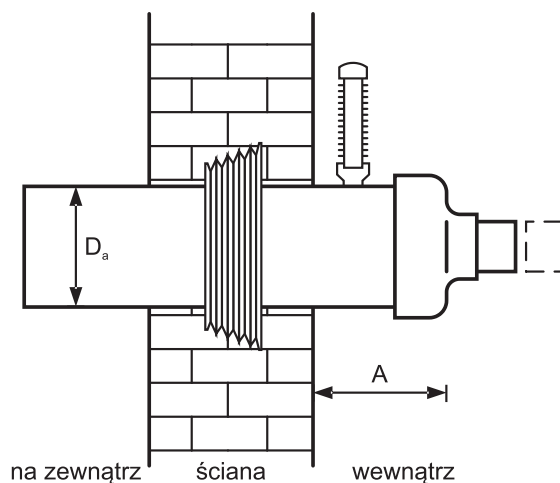
End-cap nie wolno nacinać. Należy je chronić podczas prac spawalniczych przed wysokimi temperaturami i przepaleniem. Nacięte lub uszkodzone rękawy należy bezwzględnie wymienić na nowe.

Przed obkurczeniem end-cap, końcówkę płaszczu osłonowego PEHD trzeba odtłuścić, a następnie zarówno płaszcz osłonowy, jak i rurę stalową należy przetrzeć materiałem ściernym na szerokość ok. 100 mm. Usunąć pozostałości PE i stali.

End-cap obkurczyć „miękkim” płomieniem podgrzewając go do temperatury 60° C ruchami w kierunku obwodowym. W pierwszej kolejności obkurczyć należy rękaw na płaszczu osłonowym i pozostawić do wystudzenia. Następnie obkurczanie kontynuowane musi być na przestrzeni między rurami oraz na rurze stalowej. Jeżeli masa uszczelniająca wychodzi poza brzegi rękawa, obkurczanie jest zakończone.

Z uwagi na warunki gwarancyjne obkurczanie rękawów kończących powinno być przeprowadzane przez osoby wyszkolone przez **isoplus** z uprawnieniami AGFW/BFW (dotyczy rynku niemieckiego).

Przy temperaturach czynnika grzewczego >120°C rękawy kończące muszą być przymocowane dodatkowo szerokimi obejmami zaciskowymi przytrzymującymi je do rury przewodowej i płaszczu osłonowego.



7.0.1 Minimalna długość części wystającej A:

Średnica płaszczu osłonowego PEHD D_a [mm]	od	65	250	450	710	1000
	do	225	400	670	900	1300
Długość części wystającej A [mm]		100	125	150	200	250

8. PRZEJŚCIA PRZEZ ŚCIANĘ

Wymiary otworu przejścia przez ścianę zależne są od średnicy płaszcza osłonowego PEHD oraz od ilości rur i rodzaju stosowanego uszczelnienia.

8.0 Przejście standardowe – tuleja ścienna

Pierścień neoprenowy nasunięty na płaszczyk osłonowy PEHD i dokładnie do niego przylegający musi być wsunięty w środek muru. Podana wielkość otworu umożliwia dogodne wypełnienie go betonem. Przy wymiarach płaszcza osłonowego $\geq DN 400$ mm, zaleca się zaizolowanie na rur dwóch pierścieni uszczelniających i owinięcie przestrzeni między nimi taśmą smarną. Kąt odchylenia od prostokątności, między osią rury przewodowej a płaszczyzną ściany, nie może przekroczyć 30° .

Należy bezwzględnie przestrzegać podanych wymiarów minimalnych. Wielkość całkowitą wylicza się wg wzorów:

$$B = x \cdot D_a + M \cdot (x - 1) + 200 \text{ [mm]} \quad (83)$$

$$H = D_a + 200 \text{ [mm]} \quad (84)$$

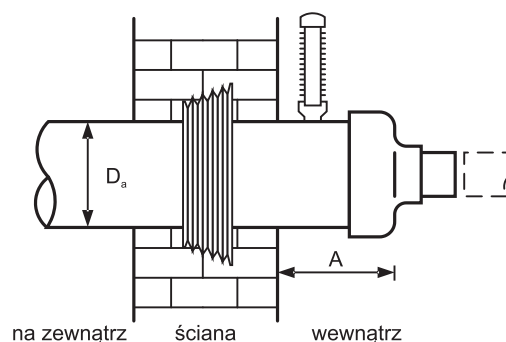
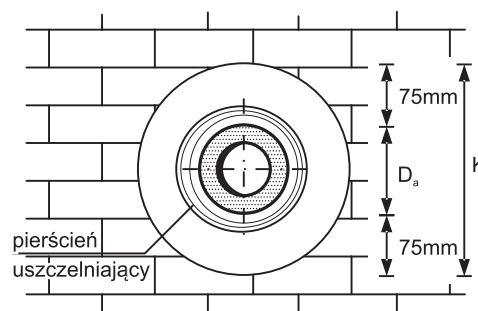
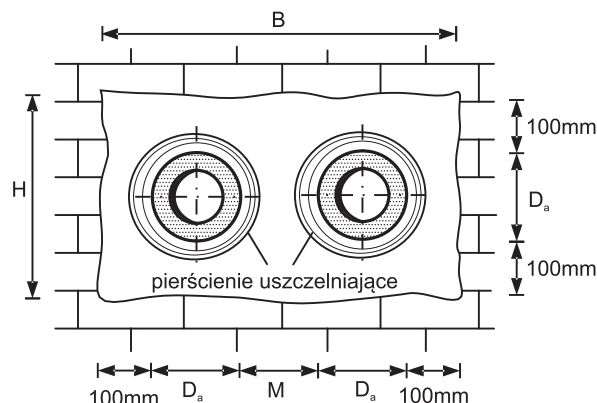
x – liczba przewodów rurowych;

D_a – średnica zewn. rury okładzinowej w mm;

M – odstęp między rurami okładzinowymi, wg tabeli z rozdziału **M 2.3**.

Przy przejściach rurociągów przez ścianę betonową otwór należy wykonać wiertnicą, zapewniając minimalną średnicę otworu $\varnothing_K$. Przy montażu standardowego pierścienia uszczelniającego otwór powinien być przynajmniej 150 mm większy niż średnica płaszcza osłonowego PEHD.

$$\varnothing_K = D_a + 150 \text{ [mm]} \quad (85)$$



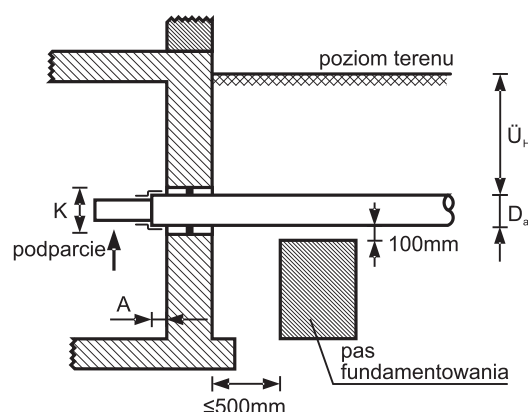
8.0.1 Minimalna długość części wystającej A

Średnica płaszcza osłonowego PEHD D_a [mm]	od	65	250	450	710	1000
	do	225	400	670	900	1300
Długość części wystającej A [mm]		100	125	150	200	250

8.1 Wkład uszczelniający C-40

Odporne na działanie wody pod ciśnieniem przejście szczelne montowane jest w rurze okładzinowej (dla murów z cegieł) lub w nawierconym wiertnicą otworze o średnicy $\varnothing_K$. Należy przestrzegać podanych średnic otworów, gdyż szerokość wkładu C 40 dopasowana jest do wielkości szczeliny. Uszczelnienie kończy się po stronie zewnętrznej ściany i może zostać naprężone od strony budynku, kanału lub komory. Kąt odchylenia od prostokątności, między osią rury przewodowej a płaszczyzną ściany, nie może przekroczyć 8° . Nadmiar płaszcza osłonowego A zgodnie z tabelą w rozdziale **M 8.0**. Podane, wywiercone rdzenie otworów obowiązują wyłącznie dla przejścia szczelnego typu C 40. Przy zastosowaniu przejścia innego typu **isoplus** nie przejmuje gwarancji za prawidłowość wykonania uszczelnienia i doboru średnicy otworu!

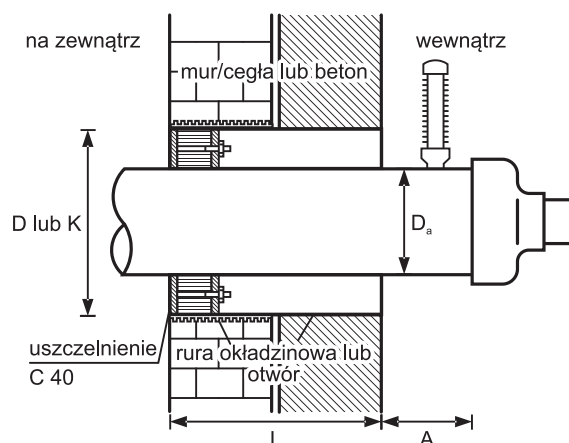
Przy wykonywaniu przejścia przez ścianę z wkładami uszczelniającymi przewód rurowy na wejściu do budynku należy starannie przytrzymać, aby zapobiec osiadaniu. Dodatkowo przewód rurowy w budynku należy podeprzeć. Uszczelniacze specjalne mogą przejąć tylko niewielkie ruchy osiowe do 20mm. **UWAGA:** Obciążenia radialne przez osiadanie ziemi w budynku, kanale lub komorze prowadzą do nieszczelności. Trzeba tego unikać poprzez wystarczające zagęszczenie ziemi i konstrukcje wsporcze rurociągów tradycyjnych. Przed budynkiem można wykonać fundament liniowy.



Płaszcz PEHD D_a [mm]	65	75	90	110	125	140	160	180	200	225	250	280	315	355
Średnica otworu K [mm]	125	125	150	200	200	200	250	250	300	300	350	350	400	450

Płaszcz PEHD D_a [mm]	400	450	500	560	630	670	710	800	900	1000	1100	1200	1300	isoplus
Średnica otworu K [mm]	500	600	700	700	800	800	800	900	1000	1100	1200	1300	1400	

Rura okładzinowa ze specjalnego cementu z włóknem sztucznym (KFZ) wg DIN 19800 składa się z rury ciśnieniowej PN6, na zewnątrz rowkowanej, odpornej na korozję i nieprzewodzącej prądu. Podczas robót budowlanych musi być ona już umiejscowiona i utwierdzona. Średnica wewnętrzna D odpowiada średnicy rdzeniowania – wiercenia $\varnothing_K$. Długość rury okładzinowej L zależy od grubości ściany. Rura okładzinowa dostarczana jest w długościach standardowych 200, 240, 250, 300, 365, 400, 500, 650 i 1000 mm.



9. WYKRYWANIE NIESZCZELNOŚCI

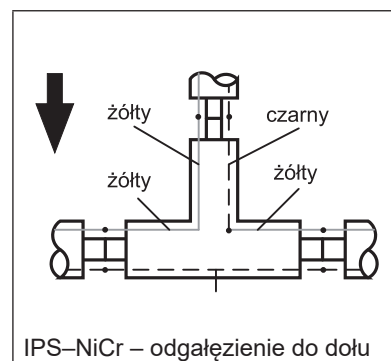
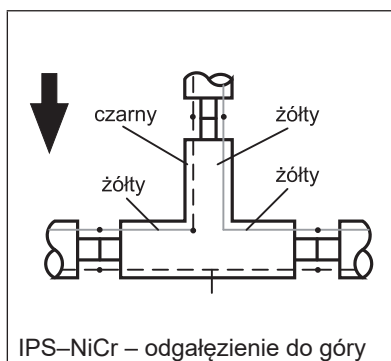
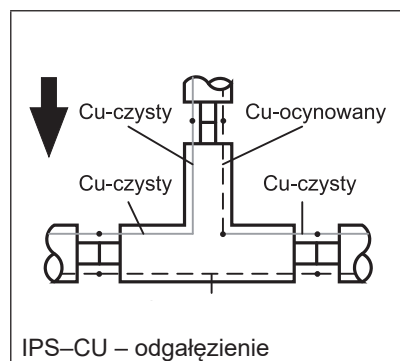
9.0 IPS-Cu® & IPS-NiCr

Wykonane fabrycznie rury i elementy preizolowane KMR wyposażone są w przewody sygnalizacji alarmowej służące do wykrywania i lokalizacji miejsc zawilgocenia izolacji. Przewody te łączone są ze sobą przez monterów podczas prac izolacyjnych. W celu wykluczenia błędów okablowania, przewody sygnalizacyjne posiadają inne kolory dla ułatwienia ich optycznego rozróżnienia.

Podczas montażu rur przewody sygnalizacyjne wyrównane powinny być do pozycji godziny 11:00 lub 13:00. Nie powinno się zamieniać przewodów stronami. Łączenie przewodów rur prostych powinno następować zgodnie z zasadą łączenia ze sobą przewodów tego samego koloru. Z uwagi na warunki gwarancji okablowanie końcowe, tzn. montaż wszystkich akcesoriów i urządzeń systemów **IPS-Cu** czy **IPS-NiCr** powinno być wykonane wyłącznie przez przeszkolonych monterów **isoplus**. Po zakończeniu tych prac sporządzić należy protokół pomiarowo-odbiorczy.



IPS-Cu®	IPS-NiCr
Połączenie przewodów: Rozwinąć wolne końcówki drutu miedzianego, skrócić na styk, odfłuścić i oczyścić papierem ściernym. Ostrożnie wetknąć w tulejkę łączącą a następnie zacisnąć tulejki szczypcami zaciskowymi zgodnie z zasadą jednego koloru i dodatkowo złutować. Dzięki temu uniknie się wysokich oporów przepływu prądu. W każdej mufie zamontować dwie podkładki dystansowe i przymocować do nich przewody. UWAGA: Przeprowadzić pomiary kontrolne w obu kierunkach na każdej mufie Wykonanie odgałęzienia: Patrząc od trasy odchodzącej, z kierunkiem strzałki, goły przewód miedziany włączony musi być na prawo do gołego przewodu miedzianego rurociągu głównego. Miedziany drut ocynkowany łączymy zawsze na lewo z gołym przewodem miedzianym, obojętnie czy odnoga zamontowana została w pozycji „do góry” czy „do dołu”. Ocynkowany przewód miedziany rurociągu głównego musi być połączony na wprost przez odgałęzienie. Podczas montażu należy sprawdzić za pomocą omomierza przebieg przewodów w odgałęzieniu wykonanym fabrycznie.	Połączenie przewodów: Końcówki przewodów rozwinąć. Przewody żółte NiCr wyciągnąć z 10 mm zapasem, czarne skrócić na styk. Z końców usunąć izolację. Na obydwie żyły nasunąć rurkę termokurczliwą długości ok. 70 mm. Czarne przewody połączyć na styk, żółte na zakładkę przy zastosowaniu tulejek do zaciskania. Zacisnąć w dwóch miejscach. Nad tulejkami obkurczyć rurkę termokurczliwą. W każdej mufie zamontować dwie podkładki dystansowe i przymocować do nich przewody. UWAGA: Przeprowadzić pomiary kontrolne w obu kierunkach na każdej mufie. Wykonanie odgałęzienia: Czarny przewód powinien przechodzić prosto przez odgałęzienie. Podczas montażu należy sprawdzić za pomocą omomierza przebieg przewodów NiCr w odgałęzieniu wykonanym fabrycznie. Odgałęzienie „do góry”: Patrząc od trasy odgałęzienia, w kierunku strzałki, żółty przewód połączyć z biegnącym po lewej stronie żółtym przewodem trasy głównej. Przewód czarny połączyć z usytuowanym po prawej żółtym przewodem trasy głównej. Odgałęzienie „do dołu”: Patrząc od trasy odgałęzienia, Kierunek strzałki, żółty przewód połączyć z biegnącym po prawej stronie żółtym przewodem trasy głównej. Przewód czarny połączyć z usytuowanym po lewej żółtym przewodem trasy głównej.



10. PODGRZEW WSTĘPNY

10.0 Układanie i kontrola spoin spawalniczych

Trasa KMR musi być montowana wg wytycznych **isoplus** na podkładach montażowych lub bezpośrednio na podsypce piaskowej. Należy pamiętać, aby przed zespawaniem rur i elementów preizolowanych na końce rur zostały nasunięte odpowiednie mufy połączeniowe z rękawami termokurczliwymi.

Po wykonaniu prac spawalniczych połączenia spawane muszą zostać sprawdzone w zakresie ustalonym przez zleciennodawcę i zleciennobiorcę. Widoczne uszkodzenia należy sklasyfikować zgodnie z ISO 6520.

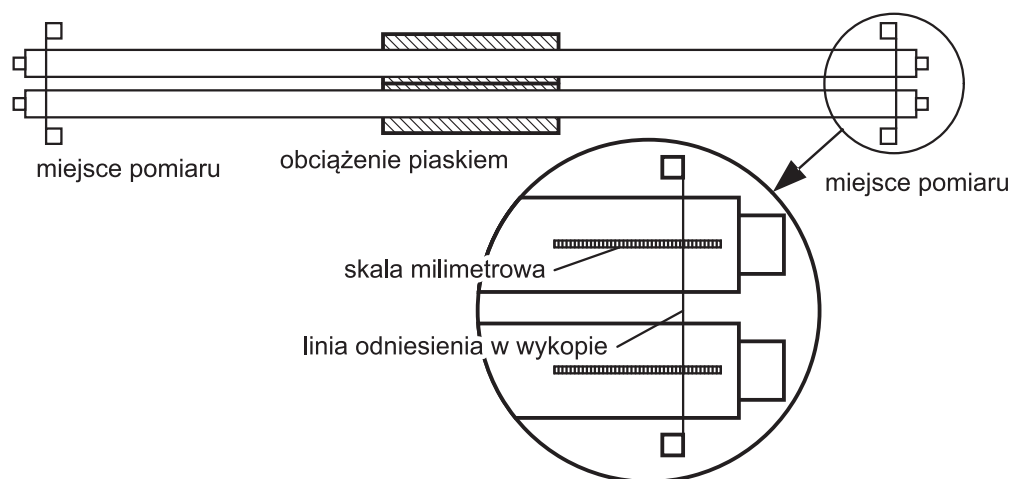
Jeżeli zarządzone zostaną próby ciśnieniowe, to ciśnienie próbne utrzymane musi być przynajmniej przez 8 godzin. Próby ciśnieniowe wykonywać należy odpowiednio do Vd TÜV 1051 lub DVGW-469, metody kontrolne B1 jak również DIN 4279. Przed próbą ciśnieniową celowe jest sprawdzenie szczelności spoin przy użyciu sprężonego powietrza o ciśnieniu 0,2 bar. Nieszczelności rozpoznane mogą zostać przez namydlenie spoin.

W przypadku wykonywania badań defektoskopowych konieczne jest sprawdzenie min. 10% spoin (min. 20% spoin dla projektów klasy C wg EN 13941). Wyniki należy zaprotokołować i ocenić wg EN 25817.

10.1 Prace izolacyjne i uszczelniające

Po zakończonej i zaprotokołowanej kontroli rurociągów należy przystąpić do zaizolowania połączeń spawanych za pomocą nasuniętych wcześniej muf połączeniowych. Na tym etapie nie należy wykonywać muf w miejscach wstawiania uzupełniających odcinków rur stalowych i w miejscach prowadzenia pomiarów. Prace izolacyjne winni wykonać monterzy z uprawnieniami AGFW/BFG (dotyczy rynku niemieckiego) i przeszkoleni przez **isoplus**.

Następnie należy zamontować maty kompensacyjne na ramionach kompensacyjnych kompensacji L-, Z- i U- kształtowych oraz w miejscach do tego wyznaczonych, zgodnie z informacjami dotyczącymi długości i grubości mat zawartymi w projekcie sieci **isoplus**.



10.2 Roboty przygotowawcze

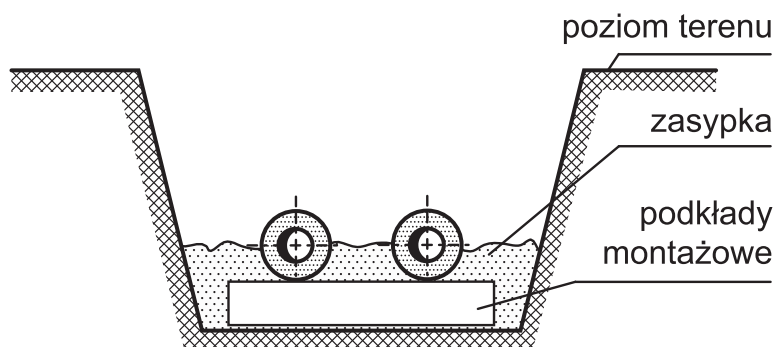
Przed rozpoczęciem podgrzewu wstępnego należy dokonać kontroli wykopu w celu usunięcia potencjalnych przeszkód (np. korzeni drzew) utrudniających swobodne wydłużanie się rurociągów.

Jeżeli na trasie podgrzewanego wstępnie odcinka sieci znajdują się rurociągi odgałęziające się od rurociągu głównego, to nie powinny one być włączane w trakcie podgrzewu. Odgałęzienia te mogą być użyte jako pośrednie miejsca pomiarowe. Jeżeli jednak przewody odgałęziające muszą być włączone, to należy pamiętać o tym, że mogą one zablokować swobodne wydłużanie przewodu głównego.

Jeżeli odcinek podlegający podgrzewowi wstępnemu przebiega równolegle do frontu budynku i w odległości ≤ 5 m, należy zwrócić uwagę na to, żeby występujące na rurociągu przejścia przez ściany przymocowane i zabetonowane zostały dopiero po zakończeniu podgrzewu wstępnego. Jeżeli nie zostanie to wzięte pod uwagę, możliwe jest uszkodzenie pierścienia uszczelniającego oraz płaszcza osłonowego przez działanie mocowania w ścianie jako punktu stałego. Postępowanie takie prowadzi do utraty gwarancji.

W celu dokładnego zaprotokołowania podgrzewu wstępnego należy zainstalować w miejscach wskazanych w dokumentacji sieci **isoplus** miejsce pomiarowe – wykonane jako rozpięty między dwoma łatami drut stanowiący linię odniesienia. Korzystne jest przy tym, w celu otrzymania dokładnych wyników, naklejenie na płaszczyznę osłonową odpornej na warunki pogodowe skali milimetrowej.

Następnie podgrzewany odcinek należy starannie zasypać, do wysokości osi rury, tzn. do pozycji „godziny” 3:00 lub 9:00, piaskiem o ziarnistości 0 do 4 mm (klasa NS 0/2), który należy następnie ręcznie zagęścić. Należy przy tym zwrócić szczególną uwagę na obszar montażowy między rurami. **Nie** zasypuje się jednak miejsc wstawiania uzupełniających odcinków rur stalowych i miejsc pomiarowych.



W celu kontrolowanego przemieszczania rurociągów należy je odpowiednio obciążyć piaskiem lub punktem stałym. Miejsca te **trzeba** wypełnić i zagęścić do wierzchniej warstwy ziemi lub drogi. Obciążenia piaskiem należy przewidzieć między innymi na skrzyżowaniach z drogami lub w miejscach występowania rur giętych.

Jeżeli z jakiegoś powodu na występujących rurach giętych nie można wykonać obciążenia piaskiem to łuk tych rur musi być podparty z boku. Dodatkowo **tylko** na długości łuku rur giętych należy wykonać łożo piaskowe do 10 cm ponad wierzch płaszcza osłonowego. Dzięki tym działaniom można zapewnić poziomą i pionową stabilność rurociągów podczas podgrzewu wstępnego oraz kontrolowany kierunek wydłużania rurociągów. Po wykonaniu podgrzewu i przeprowadzeniu zasyпки wykopów podparcia łuku rur giętych należy zdemonstrować.

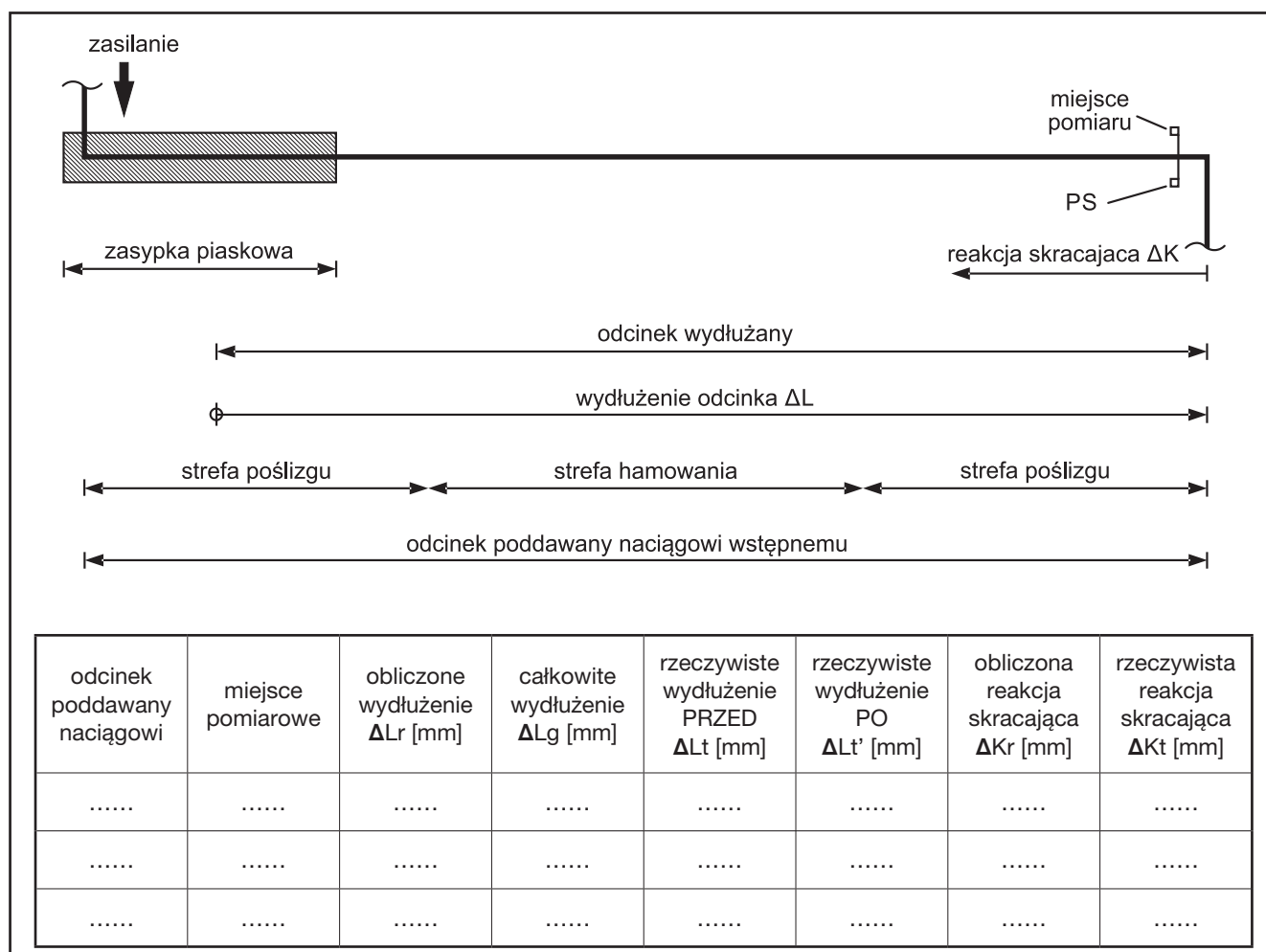
Jeżeli przewidziano, że rurociągi będą wydłużały się swobodnie tylko w jedną stronę, np. przy podgrzewie wstępnym czynnikiem roboczym z pracującej sieci ciepłej, to obciążenie piaskiem musi zostać usypane na kolanie poprzedzającym miejsce pomiarowe. Aby zagwarantować jednostronny ruch rozszerzający, koniec przy obciążeniu piaskiem musi być dodatkowo wsparty. Dodatkowo w takiej sytuacji obciążenie piaskiem może być wykonane tylko na jednym końcu odcinka podgrzewanego.

10.3 Wykonanie i protokołowanie

Dane dotyczące opisanych w tym punkcie długości odcinków, wartości wielkości charakterystycznych jak np. ΔL_r , M_L itp. powinny zostać zawarte w dokumentacji projektowej sieci **isoplus** i w informacjach dotyczących podgrzewu wstępnego. Podczas rozgrzewania rur należy zadbać o to, żeby odbywało się to równomiernie i powoli, żeby nie wystąpiły gwałtowne skoki temperatury.

Po osiągnięciu temperatury podgrzewu wstępnego V_T , **musi** być ona utrzymana na stałym poziomie. Wyliczona zmiana długości rurociągów ΔL_r musi być kontrolowana i zapisywana w trakcie trwania pomiarów. Odczytana rzeczywista wartość ΔL_t także musi zostać zaprotokołowana.

UWAGA: W czasie utrzymywania temperatury podgrzewu wstępnego V_T , rzeczywisty ruch rozszerzający ΔL_t może odbiegać nieznacznie od wartości obliczonej ΔL_r . Jeżeli jednak stwierdzone zostaną większe różnice, należy zawiadomić o tym kierownika budowy.



Następnie na całym odcinku podgrzewu wstępnego, z wyjątkiem miejsc lokalizacji przyrządów pomiarowych, należy wykonać łożo piaskowe do 10 cm ponad wierzch płaszcza osłonowego, piaskiem o ziarnistości 0 – 4 mm (klasa piasku NS 0/2) i zagęścić je ręcznie. Po wykonaniu łoża piaskowego i skontrolowaniu stopnia jego zagęszczenia wykop, poza miejscami wcześniej wspomnianymi, **musi** zostać zasypany (np. gruntem rodzimym) i zagęszczony zgodnie z DIN 18196, ZTV E – StB oraz ZTV A – StB.

UWAGA: Temperatura podgrzewu wstępnego musi być dalej utrzymywana na stałym poziomie.

Jeżeli zasypanie całego podgrzewanego wstępnie odcinka nie może zostać przeprowadzone jednorazowo, to po jego obydwu stronach przestrzegać należy **bezwzględnie** długości zasypania minimalnego M_L . Długość pozostała R_L może zostać zasypana w następnej kolejności.

Zmiana długości ΔL_r sprawdzona zostanie jeszcze raz przez wykonanie pomiaru. Odczytany wynik ΔL_r również musi być umieszczony w protokole. Na tym można zakończyć podgrzew wstępny i odłączyć agregat używany do podgrzewu rurociągów. Przyrządy pomiarowe należy pozostawić, aby po wystudzeniu odcinka możliwe było dokonanie odczytu sprawdzającego wyliczonej wielkości kontrakcji Δk_r i zaprotokołować odczytany wynik ΔK_r .

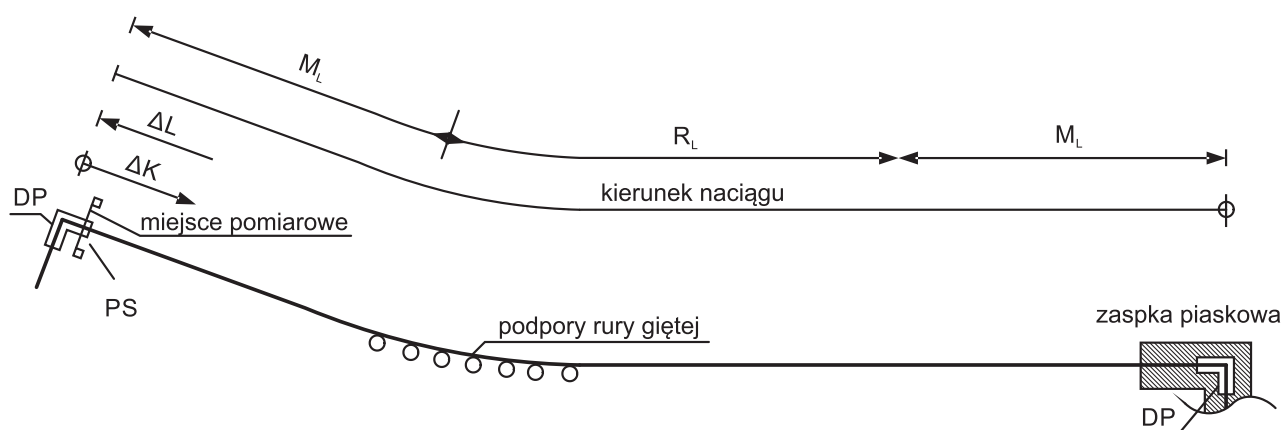
Przy podgrzewie wstępnym kilku następujących kolejno po sobie odcinków częściowych, w celu otrzymania całej zmiany długości ΔL_g do rozszerzenia ΔL dodać należy kontrakcję ΔK . Dodatkowo należy pamiętać, że w przypadku etapowania podgrzewu wstępnego przed podgrzaniem kolejnego odcinka należy na nowo zdefiniować wielkości stref poślizgu.

W celu właściwego zaprotokołowania wszystkich zmiennych wartości, konieczne jest, żeby inwestor wytypował osobę, która nadzorować będzie przebieg podgrzewu wstępnego i potwierdzi ona swoim podpisem prawdziwość danych zapisanych w protokole.

10.4 Roboty końcowe

Na zakończenie zaprotokołowanego w koncepcie i raporcie podgrzewu wstępnego usunąć należy przyrządy pomiarowe, podparcia i spawać elementy uzupełniające w postaci krótkich odcinków rury stalowej wykonanych na domiar (PS). Elementy te powinny być możliwie jak najkrótsze. Można to osiągnąć, jeśli przy układaniu rur preizolowanych zwróci się uwagę na to, żeby pozostawiona luka montażowa dla elementu uzupełniającego odpowiadała 1,5 x przewidywanego wydłużenia rurociągów ΔL_g .

Po wykonaniu i kontroli spawów element pasowany zaizolowany zostanie przy użyciu nasuniętej mufy podłużnej. Na koniec należy rurociąg obłożyć matami kompensacyjnymi (DP) w tej strefie i wykonać łóżko piaskowe do 10 cm ponad wierzch płaszcza osłonowego, piaskiem o ziarnistości 0 – 4 mm (klasa piasku NS 0/2) i zagęścić je ręcznie. Po wykonaniu łóżka piaskowego i skontrolowaniu stopnia jego zagęszczenia wykop **musi** zostać zasypany (np. gruntem rodzimym) i zagęszczony.



SPRAWOZDANIE Z PRZEBIEGU PODGRZEWU WSTĘPNEGO	
Etapy	Zleceniodawca: _____
	Inwestycja: _____
	Ulica: _____ Kod/miejscowość: _____
	Nr odcinka: _____ Nr projektu: _____
1	Personel prowadzący/odpowiedzialny: _____ Załadowano w: _____ dnia: _____ ☉: _____ st. licznika: _____ km Odebrano w: _____ dnia: _____ ☉: _____ st. licznika: _____ km
2	Czy istnieje sieć ciepła TAK ☐ NIE ☐ Występują elementy pasowane TAK ☐ NIE ☐ Odcinek planowany TAK ☐ NIE ☐ Zamontowano przyrządy pomiar. TAK ☐ NIE ☐
3	Montaż agregatu do podgrzewu: _____ dnia: _____ ☉: _____ st. licznika: _____ km
4	Obciążenie paskiem wg planu TAK ☐ NIE ☐ Istniejące łożo piaskowe TAK ☐ NIE ☐ Odgałęzienia zasypane TAK ☐ NIE ☐ Kolana wsparte TAK ☐ NIE ☐
5	Temperatura rury stalowej przed: _____ °C Temperatura otoczenia: _____ °C Warunki pogodowe: _____
6	Podłączenie agregatu: _____ dnia: _____ ☉: _____ Faza podwyższania temperatury: od dnia: _____ ☉: _____ do ☉: _____ Temperatura podgrzewu osiągnięta: w dniu: _____ ☉: _____ Temperatura rury stalowej przy protokolowaniu ΔL_r : _____ °C
7	Łoże piaskowe w porządku TAK ☐ NIE ☐ Min. długości zasypiania zachowane TAK ☐ NIE ☐
8	Odłączenie agregatu: _____ dnia: _____ ☉: _____ Faza zmniejszania temperatury: od dnia: _____ ☉: _____ do ☉: _____ Koniec podgrzewu wstępnego: w dniu: _____ ☉: _____ Temperatura rury stalowej przy protokolowaniu ΔK_r : _____ °C
9	Demontaż agregatu: _____ w dniu: _____ ☉: _____ do ☉: _____
10	Całkowita liczba nadgodzin: _____ godz. Praca w nocy: _____ godz. Praca w niedzielę: _____ godz. Praca w święta: _____ godz.
11	Odjazd: _____ w dniu: _____ ☉: _____ st. licznika: _____ km Dojazd na nast. stanowisko robocze: dnia: _____ ☉: _____ st. licznika: _____ km Liczba przejechanych kilometrów: _____
12	Uwagi i objaśnienia: _____ _____ _____ _____ _____
13	_____ _____ _____

11. TERMICZNY NACIĄG WSTĘPNY

11.0 Naciąg wstępny mat i elementów kompensacyjnych

Redukcja długości elementów kompensacyjnych L-, Z- czy U-kształtowych oraz redukcja grubości obłożenia rurociągów matami kompensacyjnymi przez termiczny naciąg wstępny jest znaną i uznaną techniką w budowie rurociągów sieci ciepłych, która znajduje zastosowanie szczególnie w przypadku większych zakresów średnic. Stosowana jest ona zawsze tam, gdzie przejść trzeba znaczne wydłużenia rurociągów lub gdy ze względu na miejscowe przepisy i uzbrojenie terenu element kompensacyjny nie może osiągnąć standardowo wymaganego wysięgu.

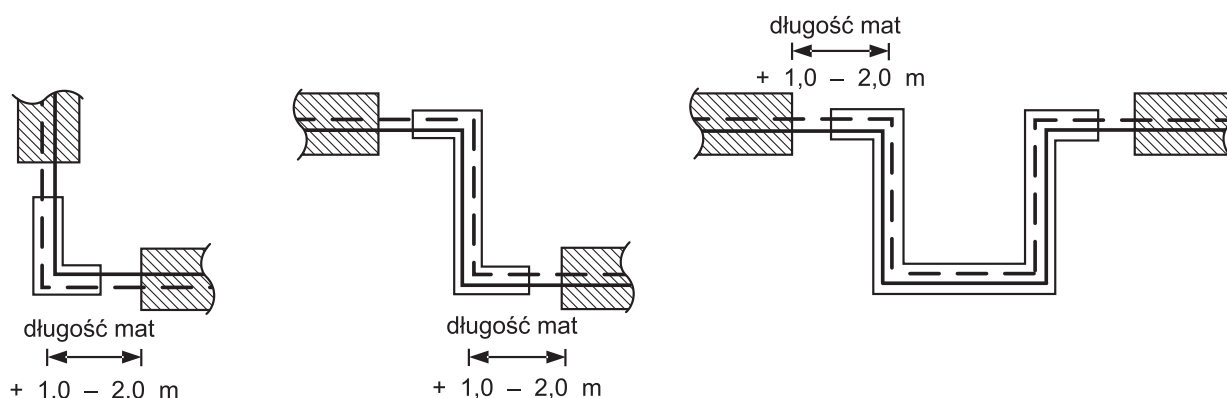
W praktyce minimalizacja ta osiągnięta może być dzięki metodzie termicznego naciągu wstępnego. Dzieje się tak przez późniejsze niż na odcinkach prostych wykonanie łoża piaskowego i zasypanie elementów kompensacyjnych. Idea działania jest taka, że pierwsze wydłużenie rurociągów nie jest przejmowane przez maty. Dopiero późniejsze ruchy zostaną przez te maty przejęte. Przeprowadzane obliczenia statyczne wykonywane są w celu dokonania symulacji występujących sił tarcia F'_R , nie z uwzględnieniem rzeczywistej temperatury naciągu wstępnego V_T , lecz z przyjętą fikcyjną temperaturą podgrzewu V_{Tf} .

$$V_{Tf} = T_E + \frac{T_B - T_E}{3} [^{\circ}\text{C}] \quad (86) \quad \text{np. } V_{Tf} = 10 + \frac{130 - 10}{3} = 50^{\circ}\text{C}$$

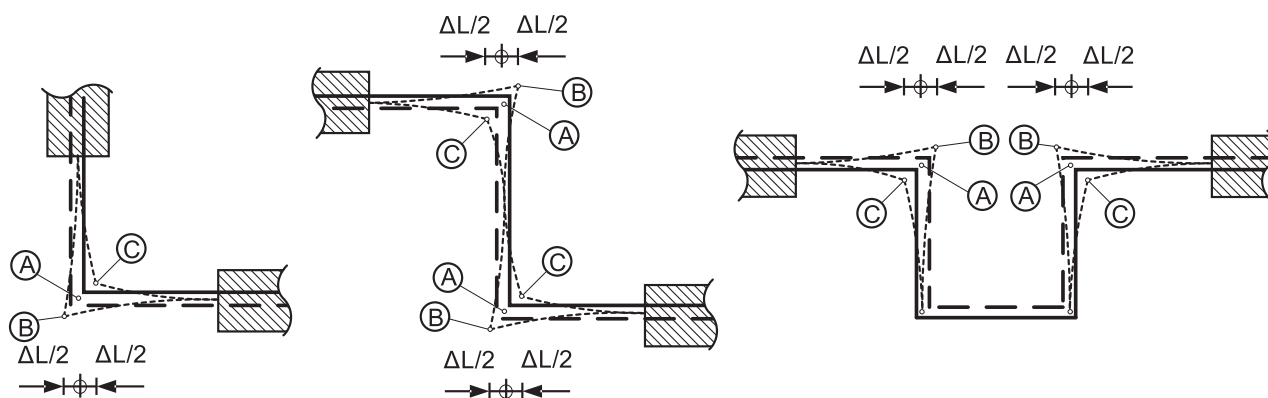
Dzięki temu przy obliczeniach statycznych nie jest brane pod uwagę wydłużenie pierwotne rurociągów.

W przeciwieństwie do podgrzewu wstępnego podczas wykonywania termicznego „naciągu” wstępnego elementów i mat kompensacyjnych nie jest wymagany protokół powykonawczy. Nie są także wykorzystywane uzupełniające odcinki rur stalowych – „na domiar”. Wykonanie tej procedury odbywa się analogicznie do punktów **1** i **2** opisanego wcześniej podgrzewu wstępnego – patrz rozdział **M 10**. W dalszej kolejności należy wykonywać następujące kroki robocze:

1. Maty kompensacyjne montowane są przy kompensacjach L-, Z- czy U-kształtowych w pozycji swobodnej przy zimnych rurociągach. Obszary te w przeciwieństwie do naciągu mechanicznego nie są piaskowane, zasypany ani zagęszczane.
2. Do odległości ok. 1 – 2 m przed kolanami elementów kompensacyjnych cała trasa KMR musi zostać zasypana i zagęszczona, zgodnie z przytaczanymi na wcześniejszych stronach normami i wytycznymi. Dane dotyczące stref wolnych od zasyпки znajdują się w dokumentacji projektowej sieci **isoplus** lub w planie naciągu wstępnego.



3. Następnie należy sieć uruchomić lub podgrzać przy użyciu agregatu do podgrzewu wstępnego do rzeczywistej temperatury „naciągu” wstępnego V_T wynoszącej np. 70°C ($T_B = 130^\circ\text{C}$).
4. Po osiągnięciu temperatury naciągu wstępnego V_T rozpoczyna się przygotowanie łoża piaskowego na odkrytych jeszcze obszarach z matami kompensacyjnymi, aby następnie miejsca te zasypać i zagęścić. Temperatura napięcia wstępnego **musi** być bezwzględnie utrzymana na stałym poziomie. Maty kompensacyjne znajdują się teraz w stanie wolnym od odkształceń. Nie przejmują jeszcze odkształceń samych rurociągów.
5. Zgodnie z technologią wykonania, pierwotne wydłużenia rurociągów nie są przejmowane przez maty kompensacyjne, a samo ramię kompensacji jest napięte wstępnie w około 50%.
6. Przy podgrzaniu rurociągów do maksymalnej temperatury roboczej T_B np. 130°C punkt **A** przemieszcza się do punktu **B** o $\Delta L/2$, ewentualnie, przy wychłodzeniu do temperatury otoczenia 10°C , do punktu **C** również tylko o $\Delta L/2$.



12. RUROCIĄGI NAPOWIETRZNE

12.0 Informacje ogólne

Rurociągi w płaszczu osłonowym SPIRO można układać wewnątrz, jak i na zewnątrz budynków, natomiast w przypadku rurociągów w płaszczu osłonowym z tworzywa sztucznego dopuszcza się układanie ich tylko wewnątrz budynków. Podczas robót montażowych wykonawca sieci musi postawić rusztowania montażowe i zachować je do momentu zakończenia prac związanych z układaniem i izolowaniem rurociągów. Także wykonawca sieci odpowiedzialny jest za przygotowanie konstrukcji wsporczych rurociągów (podparć ruchomych, punktów stałych, słupów itp).

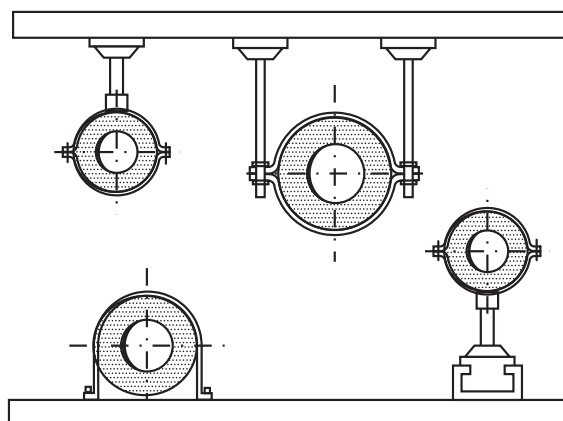
Podczas robót należy przestrzegać stosownych przepisów BHP oraz wymaganych przepisów z zakresu ochrony przed pożarem, zimnem, wysokimi temperaturami i obrony cywilnej. Podpory i obejmy muszą być przymocowane bezpośrednio do płaszcza osłonowego. Zapobiega to tworzeniu się mostków termicznych i mostków wilgoci.



12.1 Sposoby układania

Rurociągi mogą być układane na podporach wysokich, niskich, na cokołach, w kanałach czy na ścianach budynków. Mogą być podparte lub podwieszone. Wszystkie sposoby układania muszą zagwarantować możliwość kontrolowanego przemieszczania się rurociągów na podparciach ślizgowych czy wahadłowych. Ważne jest także właściwe rozróżnienie i zrozumienie systemów układania rurociągów: zespolonego i ślizgowego.

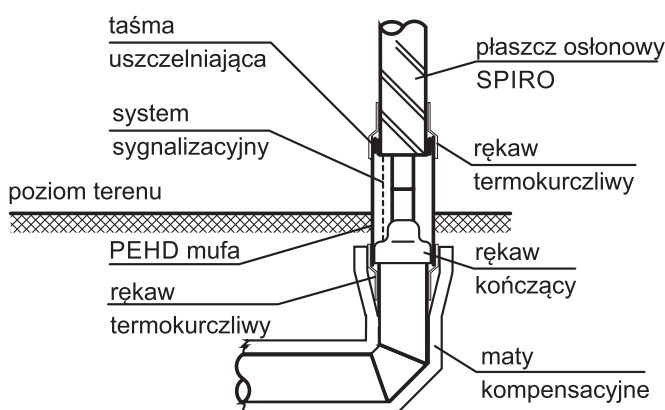
W przypadku systemu zespolonego, w którym na etapie produkcji elementów, występuje podobnie tak jak w systemie rur do układania podziemnego KMR zespolenie » rury stalowej + pianki PUR + płaszcz osłonowy SPIRO «, następuje równoczesne wydłużanie się tych trzech komponentów. W systemie ślizgowym, wysokotemperaturowym, na skutek użycia między rurą stalową a pianką PUR dodatkowego materiału izolacyjnego chroniącego piankę PUR przed przegrzaniem, wydłuża się tylko rura przewodowa wewnątrz izolacji termicznej i płaszcza osłonowego.



12.2 Połączenie: KMR + SPIRO

Łączenie ułożonych w ziemi rurociągów KMR w płaszczu osłonowym PEHD z systemami układanymi napowietrznie może być wykonywane bez ograniczeń pod warunkiem dokonania sprawdzenia poprawności geometrii sieci pod względem wytrzymałościowym. Należy także pamiętać, aby ostatnia mufa blaszana zamontowana została w 100% ponad ziemią.

Natomiast wewnątrz mufy przejściowej wykonanej z PEHD należy dodatkowo zamontować na rurociągu podziemnym nasadkę końcową jako rozdzielnik systemów, wg zaleceń z rozdziału **M 7**. Wznoszące się kolanko sieci podziemnej należy obłożyć matami kompensacyjnymi zgodnie projektem sieci **isoplus**.



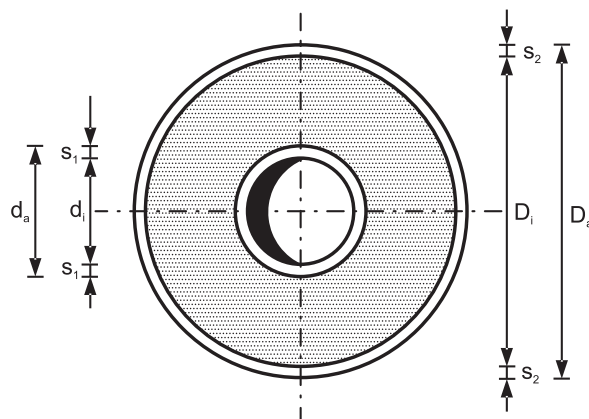
12.3 Rozstaw podparć ruchomych

Aby można było określić maksymalny rozstaw podparć ruchomych L_S rurociągu napowietrznego (np w rurach SPIRO), muszą zostać określone następujące wielkości:

- dopuszczalna strzałka ugięcia rury f w mm;
- moment bezwładności rury stalowej I w cm^4 ;
- ciężar własny przewodu rurowego F'_G w kg/cm .

Strzałka ugięcia f w środku między podporami powinna wynosić od 2 do maksymalnie 4 mm.

W celu lepszego interpretacji w rozdziałach od **M 12.3** do **M 12.5** przedstawione zostały wzory o numerach od (87) do (96) wraz z przykładowymi obliczeniami. Dane wyjściowe do obliczeń to: DN 150 ($d_a = 168,3 \text{ mm}$; $s_1 = 4,0 \text{ mm}$; $d_i = 160,3 \text{ mm}$) z izolacją PUR i rurą okładzinową PEHD ($D_a = 250,0 \text{ mm}$; $s_2 = 4,2 \text{ mm}$; $D_i = 241,6 \text{ mm}$). Jako rurę przewodową przyjęto rurę stalową czarną ze stali St 37.0 wypełnioną wodą.



Moment bezwładności rury stalowej I wylicza się w następujący sposób:

$$I = \frac{\pi}{64} \cdot (d_a^4 - d_i^4) [\text{cm}^4] \quad (87) \quad \Rightarrow \quad I = \frac{3,1416}{64} \cdot (16,83^4 - 16,03^4) [\text{cm}^4] \quad (\text{wg } 87)$$

$$\text{Wynik: } I = 697,09 \text{ cm}^4 \quad (\text{wg } 87)$$

d_a – średnica zewnętrzna płaszczka osłonowego [cm];

d_i – średnica wewnętrzna rury przewodzącej [cm].

Dla ciężaru rurociągu F'_G obowiązuje:

$$F'_G = G_{IR} + G_{D\ddot{A}} + G_{AR} + G_{MF} [\text{kg/m}] \quad (88) \quad \Rightarrow \quad F'_G = 16,25 + 1,87 + 3,30 + 20,18 [\text{kg/m}] \quad (\text{wg } 88)$$

$$\text{Wynik: } F'_G = 41,60 \text{ kg/m lub: } F'_G = 0,416 \text{ kg/cm} \quad \text{lub } F'_G = 41,60 \cdot 9,81 = 408,10 \text{ N/m} \quad (\text{wg } 88)$$

Ciężar poszczególnych komponentów G_{XY} ustalany jest w następujący sposób:

G_{IR} – ciężar rury stalowej (89) $G_{IR} = (d_a - s_1) \cdot \pi \cdot s_1 \cdot l \cdot \rho_{IR} [\text{kg/m}]$ $G_{IR} = (1,683 - 0,04) \cdot 3,1416 \cdot 0,04 \cdot 10 \cdot 7,87$ Wynik: $G_{IR} = 16,25 \text{ kg/m}$ (wg 89)	$G_{D\ddot{A}}$ – ciężar izolacji (90) $G_{D\ddot{A}} = [(D_i / 2)^2 - (d_a / 2)^2] \cdot \pi \cdot l \cdot \rho_{D\ddot{A}} [\text{kg/m}]$ $G_{D\ddot{A}} = [(2,41 / 2)^2 - (1,683 / 2)^2] \cdot 3,1416 \cdot 10 \cdot 0,08$ Wynik: $G_{D\ddot{A}} = 1,87 \text{ kg/m}$ (wg 90)
G_{AR} – ciężar płaszczka osłonowego (89) $G_{AR} = (D_a - s_2) \cdot \pi \cdot s_2 \cdot l \cdot \rho_{AR} [\text{kg/m}]$ $G_{AR} = (2,5 - 0,045) \cdot 3,1416 \cdot 0,045 \cdot 10 \cdot 0,95$ Wynik: $G_{AR} = 3,30 \text{ kg/m}$ (wg 91)	G_{MF} – ciężar medium wypełniającego rurę (92) $G_{MF} = (d_i / 2)^2 \cdot \pi \cdot l \cdot \rho_{MF} [\text{kg/m}]$ $G_{MF} = (1,603 / 2)^2 \cdot 3,1416 \cdot 10 \cdot 1,0$ Wynik: $G_{MF} = 20,18 \text{ kg/m}$ (wg 92)

ρ_{XY} – gęstość materiału;

ρ_{IR} – 7,87 kg/dm^3 (dla stali);

ρ_{AR} – 0,95 kg/dm^3 (dla PEHD);

d_a – średnica zewnętrzna rury przewodowej [dm];

d_i – średnica wewnętrzna rury przewodowej [dm];

s_1 – grubość ścianki rury przewodowej [dm];

l – 10 dm;

$\rho_{D\ddot{A}}$ – 0,08 kg/dm^3 (dla PUR);

ρ_{MF} – 1,00 kg/dm^3 (dla wody);

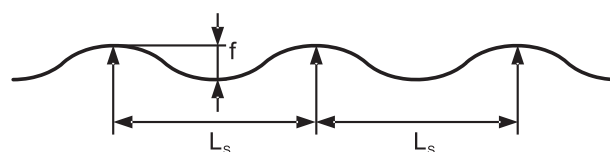
D_a – średnica zewnętrzna płaszczka [dm];

D_i – średnica wewnętrzna płaszczka [dm];

s_2 – grubość ścianki płaszczka [dm].

RUROCIĄGI NAPOWIETRZNE

W celu ustalenia rozstawu podpór ruchomych L_s należy rozpatrywać układ rurociągu ułożonego na trzech wspornikach:



$$L_s = \sqrt[4]{\frac{f \cdot I}{F'_G \cdot 2,48}} \text{ [m]} \quad (93)$$

$$L_s = \sqrt[4]{\frac{4 \cdot 697,09}{0,416 \cdot 2,48}} \text{ [m]} \quad (\text{wg } 93)$$

Wynik (PEHD-MR): $L_s = 7,21 \text{ m}$ (wg 93)

f – dopuszczalna strzałka ugięcia [mm];

I – moment bezwładności [cm⁴]; $\Rightarrow$ (87)

F'_G – jedn. ciężar rury [kg/cm]. $\Rightarrow$ (88)

d_a – średnica zewnętrzna rury stalowej;

s – grubość ścianki rury wg isoplus;

D_a – średnica zewnętrzna rury osłonowej;

G – ciężar rury z wodą;

f – strzałka ugięcia;

L_s – rozstaw podpór;

B_{Sch} – długość łoża podpory.

Wszystkie dane dotyczą ciężaru rurociągów wg **isoplus** z rurą okładzinową SPIRO, wypełnionych wodą

Rura stalowa				Rura osłonowa (MR) standard					
Średnica		Ø d_a [mm]	s [mm]	Ø D_a [mm]	Ciężar F'_G [kN/m]	$f = 2 \text{ mm}$		$f = 4 \text{ mm}$	
DN	cale					L_s [m]	B_{Sch} [mm]	L_s [m]	B_{Sch} [mm]
20	¾"	26,9	2,6	90	0,036	2,35	10	2,80	10
25	1"	33,7	3,2	90	0,044	2,75	20	3,27	20
32	1¼"	42,4	3,2	110	0,059	3,07	20	3,65	20
40	1½"	48,3	3,2	110	0,066	3,30	20	3,93	20
50	2"	60,3	3,2	125	0,090	3,73	30	4,43	30
65	2½"	76,1	3,2	140	0,120	4,16	30	4,95	40
80	3"	88,9	3,2	160	0,156	4,50	40	5,35	40
100	4"	114,3	3,6	200	0,235	5,07	50	6,03	60
125	5"	139,7	3,6	225	0,312	5,51	60	6,56	70
150	6"	168,3	4,0	250	0,422	6,04	80	7,18	100
200	8"	219,1	4,5	315	0,679	6,75	110	8,03	130
250	10"	273,0	5,0	400	1,006	7,42	140	8,82	170
300	12"	323,9	5,6	450	1,358	8,06	190	9,58	220
350	14"	355,6	5,6	500	1,592	8,31	200	9,89	240
400	16"	406,4	6,3	560	2,044	8,89	250	10,58	290
450	18"	457,2	6,3	630	2,527	9,22	280	10,97	330

Śr. rury stalowej DN	Rura osłonowa (MR) pogrubiona						Rura osłonowa (MR) wykonanie specjalne					
	Ø D _a [mm]	Ciężar F' _G [kN/m]	f = 2 mm		f = 4 mm		Ø D _a [mm]	Ciężar F' _G [kN/m]	f = 2 mm		f = 4 mm	
			L _s [m]	B _{Sch} [mm]	L _s [m]	B _{Sch} [mm]			L _s [m]	B _{Sch} [mm]	L _s [m]	B _{Sch} [mm]
20	110	0,041	2,27	10	2,70	10	125	0,046	2,21	10	2,63	10
25	110	0,049	2,67	10	3,17	20	125	0,054	2,61	10	3,10	20
32	125	0,063	3,01	20	3,58	20	140	0,068	2,96	20	3,52	20
40	125	0,071	3,25	20	3,87	20	140	0,075	3,20	20	3,80	20
50	140	0,095	3,68	20	4,38	30	160	0,102	3,62	20	4,30	30
65	160	0,127	4,10	30	4,88	30	180	0,134	4,05	30	4,81	30
80	180	0,163	4,45	40	5,29	40	200	0,171	4,40	30	5,23	40
100	225	0,245	5,01	50	5,96	50	250	0,256	4,96	40	5,90	50
125	250	0,323	5,46	60	6,50	70	280	0,337	5,40	50	6,43	60
150	280	0,437	5,99	80	7,12	90	315	0,470	5,88	70	6,99	80
200	355	0,704	6,69	100	7,95	120	400	0,734	6,62	100	7,87	110
250	450	1,043	7,35	130	8,74	160	500	1,083	7,28	120	8,66	150
300	500	1,398	8,00	170	9,51	200	560	1,449	7,93	160	9,43	190
350	560	1,643	8,25	190	9,81	220	630	1,740	8,13	170	9,67	210
400	630	2,131	8,79	230	10,45	270	670	2,183	8,75	220	10,40	260
450	670	2,569	9,19	270	10,92	320	710	2,614	9,15	260	10,88	310

12.4 Mocowania rurociągów

Miedzy systemami, zespolonym i ślizgowym, występują istotne różnice w konstrukcji mocowań. Na rurach systemu zespolonego mocowania nie mogą utrudniać swobodnego wydłużania rurociągów. Oznacza to, że muszą one otrzymać podparcie w postaci ślizgu lub swobodnego wahadła. Podparcie musi uwzględniać przemieszczanie się boczne rurociągów w elementach kompensacyjnych.

W systemie ślizgowym mocowania mogą być przyłączone bezpośrednio do płaszcza osłonowego. Wydłużenie rury przewodowej powoduje tylko nieznaczny ruch płaszcza osłonowego. Jednak w przypadku zastosowania płaszczy osłonowych z materiałów plastycznych może nastąpić, w wyniku zmieniających się warunków otoczenia, zmiana ich długości. Dlatego w takim przypadku zaleca się również stosowanie mocowań, umożliwiających ruch płaszcza osłonowego tak, jak jest to w przypadku systemu zespolonego.

Obejmy mocowania rur muszą być na tyle szerokie, aby nie zostało przekroczone maksymalne dopuszczalne naprężenie ściskające σ_p rury zespolonej. Dla rurociągów z płaszczami osłonowymi z tworzywa sztucznego i z rur typu SPIRO w systemie zespolonym naprężenia ściskające muszą spełniać warunek $\Rightarrow \sigma_p \leq 0,15 \text{ N/mm}^2$.

W kierunku obwodowym płaszcza osłonowego obejmy mocowania działa jak legar jedynie w 1/3 części obwodu rury. Z tego wynika, że skuteczna szerokość obejmy w kierunku obwodowym U_L wyniesie:

$$U_L = D_a \cdot \pi / 3 \text{ [mm]} \quad (94)$$

$$U_L = 250 \cdot 3,1416 / 3 \text{ [mm]} \quad (\text{wg } 94)$$

$$\text{Wynik: } U_L = 261,8 \text{ mm} \quad (\text{wg } 94)$$

Z obliczonego wg (93) rozstawu podpór ruchomych L_S w m, wg (88) ciężaru jednostkowego rury zespolonej F'_G w N/m i wg (94) szerokości obejmy w kierunku obwodowym U_L w mm, uwzględniając dopuszczalną wartość σ_p , otrzymujemy wymaganą długość obejmy w kierunku osiowym B_{Sch} :

$$B_{Sch} = L_S \cdot F'_G / \sigma_p / U_L \cdot S_D \text{ [mm]} \quad (95)$$

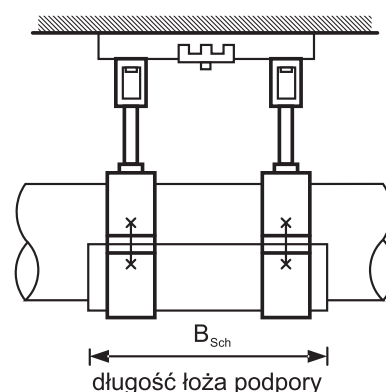
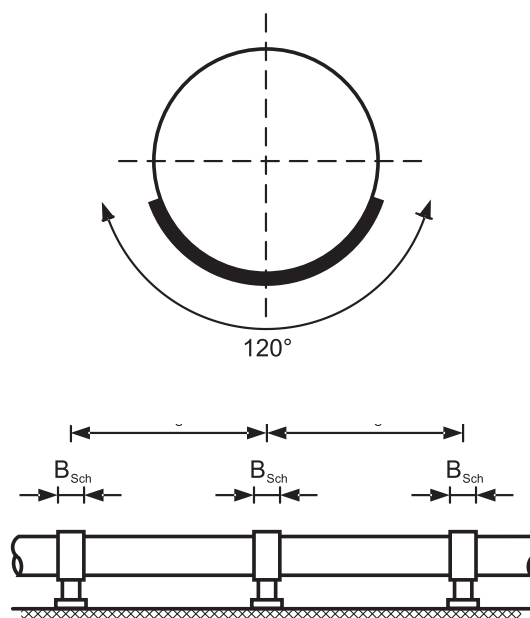
$$B_{Sch} = 7,21 \cdot 408,1 / 0,15 / 261,8 \cdot 1,2 \text{ [mm]}$$

$$\text{Wynik: } B_{Sch} = \sim 90 \text{ mm} \quad (\text{wg } 95)$$

S_D – współczynnik bezp. [1].

W przypadku rur o większych średnicach nominalnych długość B_{Sch} może wynieść $>200 \text{ mm}$. Ponieważ z reguły na rynku brak jest obejm o takiej szerokości, wymaganą obliczeniami szerokość można uzyskać stosując obejmę podwójną. W przypadku obejm podwójnej, w celu równomiernego rozłożenia ciężaru, należy dodatkowo zastosować wykładzinę łoża podpory.

Jeżeli zamiast obejm podwójnej rurociąg zaczepiony jest w dwóch punktach za pomocą ocynkowanych taśm mocujących, to montaż wykładziny łoża podpory jest bezwzględnie konieczny. Taśmy mocujące bez zastosowania wykładziny, mogą poważnie uszkodzić płaszcza osłonowy.



12.5 Konstrukcja

Podpory ruchome mogą być wykonane jako ruchome zawiesia lub mocowania wsparte na ślizgach. W celu prawidłowego i odpowiedniego doboru typu podpór należy brać pod uwagę obciążenie ciężarem rurociągu, przemieszczenia osiowe i przemieszczenia poprzeczne, a w przypadku rurociągów montowanych na zewnątrz pomieszczeń także zaleganie śniegu oraz prędkość wiatru. Wskazane jest także uwzględnienie możliwości nierównomiernego osiadania podpór. Rurociągi mogą być układane pionowo jeden nad drugim, co również ma znaczenie przy doborze podpór.

Przy mocowaniu rurociągów do elementów budowlanych (betonowy sufit, blacha trapezowa, trawersy stalowe itp.), wykorzystywane są zazwyczaj sanki ślizgowe, poruszające się w szynach ślizgowych. Konstrukcja ta umożliwia przejęcie osiowego wydłużania się rurociągów. W strefie elementów kompensacyjnych, gdzie należy zwrócić również uwagę na przemieszczenia boczne, stosuje się komplety elementów ślizgowych, które montuje się na sankach ślizgowych przekręcone o 90° w stosunku do szyny.

Jeżeli wg projektu konieczne są podpory ruchome lub punkty stałe, w przypadku systemów zespolonych wystarczy przymocowanie ich na trwałe do płaszcza osłonowego. Punkty stałe w systemie ślizgowym „wysokotemperaturowym” muszą być przymocowane do rury przewodowej. Jako punkty stałe stosuje się też gotowe kształtki, patrz katalog – rozdział R 18. Wynikającą z odcinka prostego i przejmowaną przez punkt stały siłę osiową F_{FL} oblicza się dla każdego rurociągu w następujący sposób:

$$F_{FL} = F'_G \cdot \mu \cdot L_x \text{ [N]} \quad (96)$$

$$F_{FL} = 408,1 \cdot 0,1 \cdot 20,0 \text{ [N]} \quad (\text{wg } 96)$$

$$\text{Wynik: } F_{FL} = 816,2 \text{ N} \quad (\text{wg } 96)$$

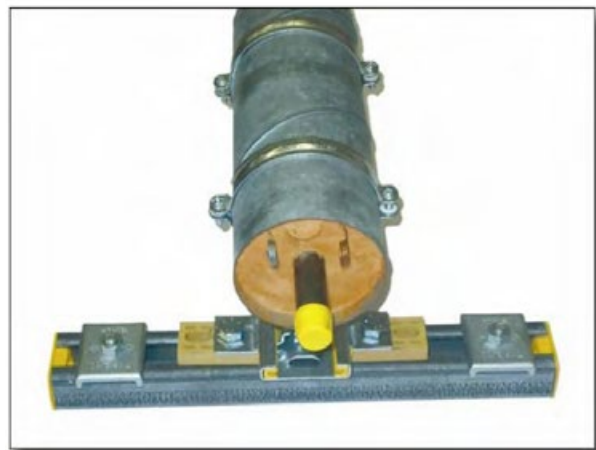
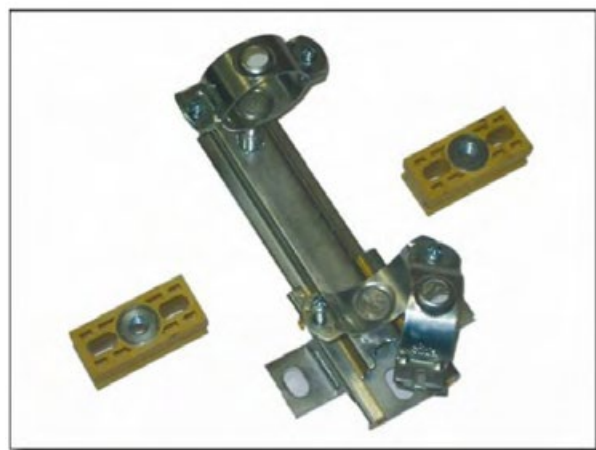
$$F'_G \text{ – jedn. ciężar rury [kg/cm];} \quad \Rightarrow \quad (88)$$

μ – współczynnik tarcia na podporach:

$$>> \text{ Stal / Stal} = 0,5 \text{ [1];}$$

$$>> \text{ Polietylen / Stal} = 0,1 \text{ [1];}$$

L_x – długość rurociągu od punktu stałego następnego miejsca kompensacji [m].



13. LISTA KONTROLNA

13.0 Dla zapewnienia jakości na budowie

Do realizacji budowy konieczne jest przygotowanie zespołu wytycznych dotyczących jakościowej oceny poszczególnych etapów w celu osiągnięcia optymalizacji montażu rur preizolowanych. Wytyczne takie obowiązują zarówno dla robót montażowych, wykonawcy sieci, jak i producenta rur. Poniżej przedstawione są najważniejsze parametry kontrolne wg kolejności występowania poszczególnych etapów budowy.

Etap budowy	Krok roboczy	Wykonanie i wynik
Skladowanie rur, elementów preizolowanych i wyposażenia. Rozdział M 1.	Skladowanie prostych odcinków rur poza wykopem.	Skladowanie prostych odcinków rur na podsypce piaskowej lub kantówkach o szerokości zapobiegającej wciskaniu izolacji. Boczne zabezpieczenie wg wysokości.
	Skladowanie kształtek.	Posortowane wg rozmiarów, poziomo na podłożu bez kamieni.
	Przechowywanie akcesoriów – uszczelki, muf, mat kompensacyjnych itp.	Skladowanie w pomieszczeniach lub miejscach chronionych przed warunkami atmosferycznymi.
	Skladowanie komponentów PUR i materiałów termokurczliwych.	Skladowanie w temp. pokojowej chronione przed bezpośrednim działaniem promieni słonecznych.
Roboty ziemne. Rozdział M 2.	Kontrola wymiarów wykopu.	Szerokość i głębokość wykopu wg rozmiaru rur Stworzenie optymalnych warunków roboczych dla układającego i monterów muf; wolne miejsce w obrębie kolanek, elementów kompensacyjnych i połączeń mufowych.
	Kontrola wykonania wykopu.	Stworzenie wolnego od kamieni, równego podłoża z bocznym zabezpieczeniem wykopu z wolnymi od wody i szlamu strefami montażowymi podczas trwania budowy.
	Przygotowanie narzędzi.	Sprawdzenie przygotowania i funkcjonowania narzędzi przeznaczonych do poszczególnych prac.
Stosowane narzędzia do wszystkich etapów budowy	Sprawdzenie przygotowania i funkcjonowania narzędzi przeznaczonych do użycia.	Profesjonalna praca może być wykonana tylko przy użyciu odpowiednich narzędzi.
Montaż rurociągów. Rozdział M 3.	Transport rur i elementów KMR.	Fachowy transport do wykopu za pomocą pasów tekstylnych.
	Układanie rur i kształtek w wykopie.	Skladowanie na kantówkach, workach z piaskiem, belkach z pianki PUR; pozostawienie przynajmniej 10 cm wolnego miejsca między rurą a spodem wykopu lub łóżem piaskowym z gniazdami montażowymi. Położenie przewodów sygnalizacyjnych wykonać wg danych producenta. Nałożyć mufę w obszarze miejsca spawania.
	Spawanie rur i kształtek.	Przestrzeganie zaleceń szacowań i wymogów technicznych dla późniejszych warunków eksploatacji. Cięcie skośne maks. 3° w strefie ślizgowej i 5° w strefie mocowania. Skontrolować spawy.

Etap budowy	Krok roboczy	Wykonanie i wynik
Montaż rurociągów. Rozdział M 3 .	Stworzenie gniazda montażowego do montażu muf.	Podkłady montażowe muszą się znajdować przynajmniej 1,0 m od spoiny spawalniczej. Gniazda monterskie muszą być wykonane tak żeby roboty montażowe przebiegały bez przeszkód wg zaleceń producenta KMR.
	Przygotowanie elementów „na domiar”.	Prawidłowe odizolowanie końcówek rur na przynajmniej 150 mm bez uszkodzenia przewodów sygnalizacyjnych.
	Kontrola całej trasy przed montażem muf.	W rurze przewodowej nie pozostawiać zimnej wody. Temperatura rury przewodowej maks. 45°C, minimalnie ponad +15°C. Kształtki i elementy wykonywane na domiar muszą być przycinane dokładnie. Sprawdzić wymagania przestrzenne co do lokalizacji muf.
Montaż muf	Przestrzegać wskazówek przygotowawczych producenta systemu.	Funkcjonowanie całej instalacji zależy od przestrzegania wszystkich wskazówek dotyczących wykonania prac.
Nadzór sieciowy. Rozdział M 9 .	Przestrzegać zasad łączenia przewodów sygnalizacyjnych.	Zasady łączenia przewodów jak też realizacja tego w praktyce muszą się pokrywać, aby była możliwa jednoznaczna lokalizacja awarii.
	Pomiar systemu sygnalizacyjnego w trakcie postępowania robót montażowych.	Sukcesywne protokolowanie pomierzonych wartości na poszczególnych odcinkach. Uzyskanie indywidualnego parametru dla całej sieci, aby można było jednoznacznie interpretować późniejsze odczyty. Prawidłowy stan izolacji na zakończenie budowy.
Montaż muf. Pianka PUR M 1 .	Wycięcie znajdującej się z przodu pianki PUR w wykonanych fabrycznie rurach i kształtkach.	Uniknięcie wilgoci pochodzącej z okresu składowania rur i kształtek.
	Kontrola daty ważności i kontrola reakcji komponentów pianki PUR.	Sprawdzić wymaganą reakcję i jakość pianki przez wykonanie i zbadanie próbki przed właściwym piankowaniem. Maksymalny czas składowania komponentów PUR wynosi 3 miesiące.
	Zachowanie optymalnych warunków temperaturowych dla piankowania.	Temp. zewn. przynajmniej +15°C, rura stalowa nie cieplejsza niż +45°C, przy odchyleniach wprowadzić środki zaradcze. Prace z pianką nie mogą być wykonywane w temperaturach poniżej +5°C i przy wilgotności powietrza ponad 90%. Nie pracować w deszczu. Jeżeli nie mogą zostać spełnione te wymagania, klient musi zastosować m.in. ochronę przed deszczem, wstępne podgrzanie rury itd.

LISTA KONTROLNA

Etap budowy	Krok roboczy	Wykonanie i wynik
Montaż muf. Pianka PUR M 1 .	Kontrola zniszczeniowa pojedynczych muf przez wycięcie stożka o średnicy 30 mm lub kontrola całej pianki mufy.	Przestrzeganie wytycznych jakościowych EN 253 i EN 489 dla gęstości rury, wielkości komórkowej, przyjmowania wody, odporności ciśnieniowej wykonanej na budowie pianki.
Rękawy termokurczliwe w mufach nasuwanych i termokurczliwych.	Stworzenie wolnej od tłuszczu i chropowatej powierzchni płaszcza osłonowego i nasuwki w obrębie rękawów termokurczliwych.	Stworzenie optymalnych warunków przymocowania rękawów na podłożu PEHD.
	Podgrzanie nasuwki i płaszcza osłonowego w celu poprawy warunków przylegania rękawa termokurczliwego.	Prawidłowe stopienie kleju i wypływ z boku jako oznaka prawidłowego wykonania obkurczania.
	Próba „kciuka”.	Tworzenie się fałd przy przesuwaniu rękawa kciukiem powinno się natychmiast cofnąć z powodu konsystencji kleju pod rękawem.
	Wytrzymałość obwodowa.	Unieruchomienie i prawidłowe uszczelnienie na brzegach rękawów.
	Proporcjonalne nałożenie na nasuwkę i płaszcz osłonowy.	Rękaw powinien być jednakowo osadzony na nasuwkę i płaszcz osłonowy.
	Kontrola zniszczeniowa.	Kontrola przyczepności na podłożu przez odrywanie rękawa w stanie zimnym. Rękaw może odrywać się tylko małymi kawałkami, nie jako całość.
Mufy termokurczliwe, mufy zgrzewane.	Próba szczelności ciśnieniem 0,3 bar ze środkiem tworzącym piankę.	Udokumentowanie szczelności wszystkich powierzchni uszczelniających i spoin.
Spoiny spawalnicze PEHD przy kształtkach montażowych i spawanych mufach.	Kontrola wzrokowa i kontrola ciśnieniowa wymienionych spoin.	Zachowanie równomiernie przegrzanej i dobrze wypełnionej spoiny spawalniczej.
Maty kompensacyjne.	Ułożenie mat kompensacyjnych bocznych w pasach.	Mocne przyklejenie pasów elementów kompensacji do rury okładzinowej PEHD. Zasypywanie wykopu nie może poluzować tych elementów.
	Ułożenie mat kompensacji pasowej z otuliną laminatową lub otuliną pełną.	Elementy kompensacyjne muszą być zamknięte kompletnie wokół rury i uszczelnione czołowo, żeby nie mógł dostać się piasek; konieczne jest wykonanie właściwej zakładki.
Zasypywanie wykopu. Rozdział M 2 .	Zasypywanie piaskiem.	Niezawierające kamieni łóżce z piasku, o grubości przynajmniej 10 cm wokół płaszcza osłonowego z tworzywa sztucznego.
		Kantówki muszą być usunięte przed zasypaniem rurociągów. Ziarnistość piasku 0 – 4 mm (klasa NS 0/2). Przestrzegać krzywej przesiewu.
	Materiał do zasypiania.	Wolny od kamieni, nie zbity, nadający się do zagęszczenia.
Nadzór sieciowy Rozdział M 9 .	Kontrola całej instalacji po zasypaniu wykopu.	Ostateczny pomiar trasy w stanie eksploatacji daje ostateczny obraz, który może być brany pod uwagę przy późniejszych pomiarach.

14. WARUNKI MONTAŻU

dotyczące wykonania prac izolacyjnych i uszczelniających w zespolonych systemach ciepłowniczych przez monterów certyfikowanych przez AGFW–/BFW i przeszkolonych przez isoplus.

1. Aby zapewnić optymalne jakościowo i terminowe zaizolowanie połączeń, należy przestrzegać zalecanego terminu zgłoszenia robót wynoszącego przynajmniej **pięć dni roboczych**. W miesiącach: lipiec, sierpień, wrzesień i październik **osiem dni roboczych**. Dla wykonania wszystkich prac izolacyjnych i uszczelniających przewidzieć należy taki sam okres jak dla układania rurociągów i prac spawalniczych.
2. Terminowe wykonanie prac w dużej mierze zależy od dokładnego podania zakresu robót. Nie przejmujemy odpowiedzialności za przekroczenie terminów wynikające z uzyskania niewystarczających danych na temat zakresu.
3. Za przygotowanie potrzebnych do zaizolowania akcesoriów systemowych (pianka PUR, rękawy obkurczające, maty kompensacyjne itd.) oraz za ich składowanie w suchym, chronionym przed mrozem i bezpośrednim działaniem promieni słonecznych miejscu, w zamkniętym pomieszczeniu lub kontenerze, odpowiedzialny jest wyłącznie wykonawca sieci. Pianka PUR przechowywana musi być w temp. między + 15°C i + 25°C. Maksymalny czas składowania wynosi 3 miesiące dla komponentu A i 6 miesięcy dla komponentu B.
4. Na rurociągach układanych przez budynki dostarczone rękawy kończące powinny być założone bez uszkodzeń, przed pracami spawalniczymi i muszą być chronione podczas tych prac przed wysoką temperaturą i przepaleniem. Jeżeli nie można tego zagwarantować, powinny zostać zamówione i zamontowane rękawy kończące z zamkiem. Standardowe rękawy nie mogą być przycinane.
5. Kompletność wszystkich dostarczonych akcesoriów musi być sprawdzona i pokwitowana przez układającego przy dostawie. Reklamacje uznawane są tylko w ciągu 3 dni. Za zaginione w trakcie budowy materiały, odpowiedzialny jest wyłącznie wykonawca sieci.
6. Do zakończenia prac izolacyjnych, wg DIN 4033, rozdział 5.3, za odwadnianie i utrzymanie wykopu odpowiedzialny jest wykonawca sieci. Wykopy muszą być wykonane zgodnie z normami i przepisami BHP. Należy brać też pod uwagę zalecenia **isoplus**. Przebieg robót montażowych, ich jakość, a także przewidywany okres żywotności sieci ciepłej zależy w dużej mierze od przygotowania wykopu, spełniającego wszystkie wymagania i stosowne zalecenia.
7. Wykonywanie kształtek montażowych PEHD (wykonywanych na budowie) należy ograniczyć, ze względów techniczno – montażowych do minimum, a przed ich zastosowaniem muszą być one sprawdzone statycznie przez dział techniczny **isoplus**. W przypadku średnic płaszcza osłonowego od 280 mm w górę, wykonanie takich kształtek następuje tylko na pisemne żądanie zamawiającego. W celu prawidłowego wykonania kształtek montażowych powinna być przygotowana w wykopie wystarczająca przestrzeń oraz pomoc ze strony wykonawcy sieci.
8. W przypadku układaniu rurociągów napowietrznych wykonawca sieci musi bezpłatnie udostępnić i zachować do końca robót potrzebne rusztowania montażowe wg DIN 4420. Należy przestrzegać ściśle przepisów BHP.
9. Prace izolacyjne w kanałach, komorach i budynkach wykonywane mogą być tylko wtedy, gdy zagwarantowana jest wystarczająca wentylacja tych miejsc. W przeciwnym wypadku nie można wykonywać prac obkurczających z materiałami termokurczliwymi.
10. Prace związane z piankowaniem połączeń nie mogą być wykonywane przy temperaturach poniżej + 5°C, przy relatywnej wilgotności powietrza powyżej 90% oraz podczas deszczu. Jeżeli nie mogą zostać spełnione te wymagania, wykonawca musi zastosować ochronę przed deszczem czy też wstępne podgrzanie rury. Temperatura łączonych elementów preizolowanych, płaszcza osłonowego PEHD i rury przewodowej wynosić musi przynajmniej + 15°C, jednak nie może przekraczać + 45°C. Jako wykonawca izolacji i uszczelnień, **isoplus** może wstrzymać lub przełożyć prace izolacyjne w przypadku niesprzyjających warunków pogodowych.

11. Utylizacja wszelkich odpadów powstających podczas prac uszczelniających i izolacyjnych odbywa się na rachunek wykonawcy sieci. Odpadki są pakowane przez monterów isoplus do worków na odpadki i odstawiane w ustalone miejsce zbiórki. Postępowanie z odpadami należy dostosować do przepisów obowiązujących w kraju, w którym montowana jest sieć.
12. Podczas instalacji części składowych systemu sygnalizacji i lokalizacji zawilgocenia wykonawca musi zadbać o to, by wszystkie budynki, kanały czy komory były otwarte i dostępne.
13. Za dodatkowe nakłady pracy niewynikające z winy **isoplus**, wystawiony zostanie rachunek.
Do robót tych zalicza się:
 - ➔ Dodatkowe dojazdy i przejazdy oraz konieczne noclegi wynikające z błędnego określenia zakresu robót.
 - ➔ Przestoje wynikające ze złej organizacji robót.
 - ➔ Przestoje lub zwiększone nakłady prac wynikające z nieprzestrzegania wytycznych **isoplus** dotyczących układania rurociągów, szczególnie w odniesieniu do przygotowania przestrzeni w obrębie muf, kształtek montażowych i mat kompensacyjnych.
 - ➔ Dodatkowe prace spowodowane niewłaściwym składowaniem elementów preizolowanych i niezgodnym z DIN utrzymaniem wykopów.
 - ➔ Usuwanie szkód powstałych na elementach systemowych, spowodowanych przez osoby trzecie.
 - ➔ Opłaty za obciążającą **isoplus** utylizację odpadków.
 - ➔ Dojazd na budowę w przypadku izolowania niewielkiej liczby muf (poniżej 8 sztuk).
14. Zleceniodawca zobowiązany jest do parafowania raportów montażowych po zakończeniu prac izolacyjnych i uszczelniających.
15. Za wymagane w ramach montażu, ale nieustalone lub niezawarte w ofercie wszelkiego rodzaju dokumentacje wyliczony zostanie nakład pracy wg obowiązujących stawek godzinowych **isoplus**. Dotyczy to również dokumentacji technicznej jak np. schematów montażowych, obliczeń statycznych, schematów sygnalizacji itp.



www.isoplus.pl