



## Metoda kombinowana

Dokręcanie metodą kombinowaną obejmuje dwa etapy:

- a. etap pierwszy: dokręcanie kluczem dynamometrycznym o odpowiednim zakresie operacyjnym, ustawionym na moment o wartości około  $0,75 M_{r,i}$ , gdzie  $M_{r,i} = M_{r,2}$  lub  $M_{r,1}$  albo  $M_{r,test}$ .

Po dokręceniu wszystkich śrub w danym połączeniu można przystąpić do drugiego etapu dokręcania. Jeśli stosuje się  $M_{r,1}$ , to dla uproszczenia można przyjąć, że  $0,75 M_{r,1} = 0,094 d F_{p,C}$ , i korzystać z Tablicy 1, chyba że w specyfikacji ustalono inaczej.

**Tablica 1 – Momenty dokręcenia  $0,75 M_{r,1}$  [Nm] w pierwszym etapie metody kombinowanej**

Klasa śruby	Średnica śruby w mm									
	12	14	16	18	20	22	24	27	30	36
8.8	53	85	132	182	258	351	446	652	886	1548
10.9	67	106	165	227	322	439	557	815	1107	1935

- b. etap drugi: dokręcanie polegające na wykonaniu określonego częściowego obrotu obracanej części zestawu. Położenie nakrętki w stosunku do gwintu trzpienia śruby należy oznaczyć po pierwszym etapie – kredką lub farbą znakującą – tak, aby obrót nakrętki w drugim etapie można było łatwo wyznaczyć. Drugi etap realizuje się zgodnie z Tablicą 2, chyba że w specyfikacji ustalono inaczej.

**Tablica 2 – Dodatkowe obroty w drugim etapie metody kombinowanej (śruby klas 8.8 i 10.9)**

Całkowita grubość nominalna „t” części łączonych (łącznie ze wszystkimi przekładkami i podkładkami)  $d = \text{średnica śruby}$	Dodatkowy częściowy obrót w drugim etapie dokręcania	
	Kąt obrotu w stopniach	Część kąta pełnego
$t < 2d$	60	1/6
$2d \leq t < 6d$	90	1/4
$6d \leq t \leq 10d$	120	1/3

**UWAGA:** Jeśli powierzchnia pod łbem śruby lub pod nakrętką (uwzględniając ewentualną podkładkę klinową) nie jest prostopadła do osi śruby, wymagany kąt obrotu zaleca się wyznaczyć na podstawie badań.



## Metoda kontrolowanego momentu dokręcenia według PN-EN 1090-2:2018

Sprężanie metodą kontrolowanego momentu dokręcenia odbywa się w dwóch etapach:

- etap I dokręcenie śrub momentem  $0,75 M_{r,i}$ .
- etap II dokręcenie śrub momentem  $1,10 M_{r,i}$ .

gdzie,

$M_{r,i} = M_{r,2}$  – moment dokręcania

$$M_{r,2}[\text{Nm}] = k_m d F_{p,C}$$

$$1,10 M_{r,2}[\text{Nm}] = 1/(1-1,65V_k) M_{r,2}$$

(gdzie d- średnica nominalna śruby)

Tabela 3. Siły sprężania oraz momenty dokręcania śrub klasy K2 zależnie od współczynnika  $k_m$  i  $V_k$ .  
Przykładowe wartości dla  $k_m = 0,130$  i  $V_k = 0,060$

Metoda kontrolowanego momentu K2 dla śrub HV i HR (pkt 8.5.3 EN1090-2:2018)								
d	$A_s$ [mm <sup>2</sup> ]	$F_{p,C}$ [kN]	$M_{r,2}$ [Nm]	Pierwszy etap dokręcania	Drugi etap dokręcania	Klasa wł.mech	$f_{ub}$	
				0,75 $M_{r,2}$ Zalecany moment [Nm]	1,10 $M_{r,2}$ Zalecany moment [Nm]			
M 12	84,3	47	73	55	81	8.8	800MPa	
M 16	157,0	88	183	137	203			
M 20	245,0	137	356	267	395			
M 22	303,0	170	486	365	540			
M 24	353,0	198	618	463	686			
M 27	459,0	257	902	677	1001			
M 30	561,0	314	1225	918	1359			
M 36	817,0	458	2143	1608	2379			
M 12	84,3	59	92	69	102	10.9	1000MPa	
M 16	157,0	110	229	172	254			
M 20	245,0	172	447	335	496			
M 22	303,0	212	606	455	673			
M 24	353,0	247	771	578	855			
M 27	459,0	321	1127	845	1251			
M 30	561,0	393	1533	1150	1701			
M 36	817,0	572	2677	2008	2971			
						ZMIEN		
						0,130 $k_m$		
						0,060 $V_k$		

$$M_{r,2}[\text{Nm}] = k_m * d * F_{p,C}$$

$$1,10 M_{r,2}[\text{Nm}] = 1/(1-1,65*V_k) * M_{r,2}$$



Kontroli połączeń sprężanych dokonuje się zgodnie z wytycznymi zawartymi w normie PN-EN 1090-2 punkt 12.5.2 w zależności od zastosowanej metody dokręcania zestawu.

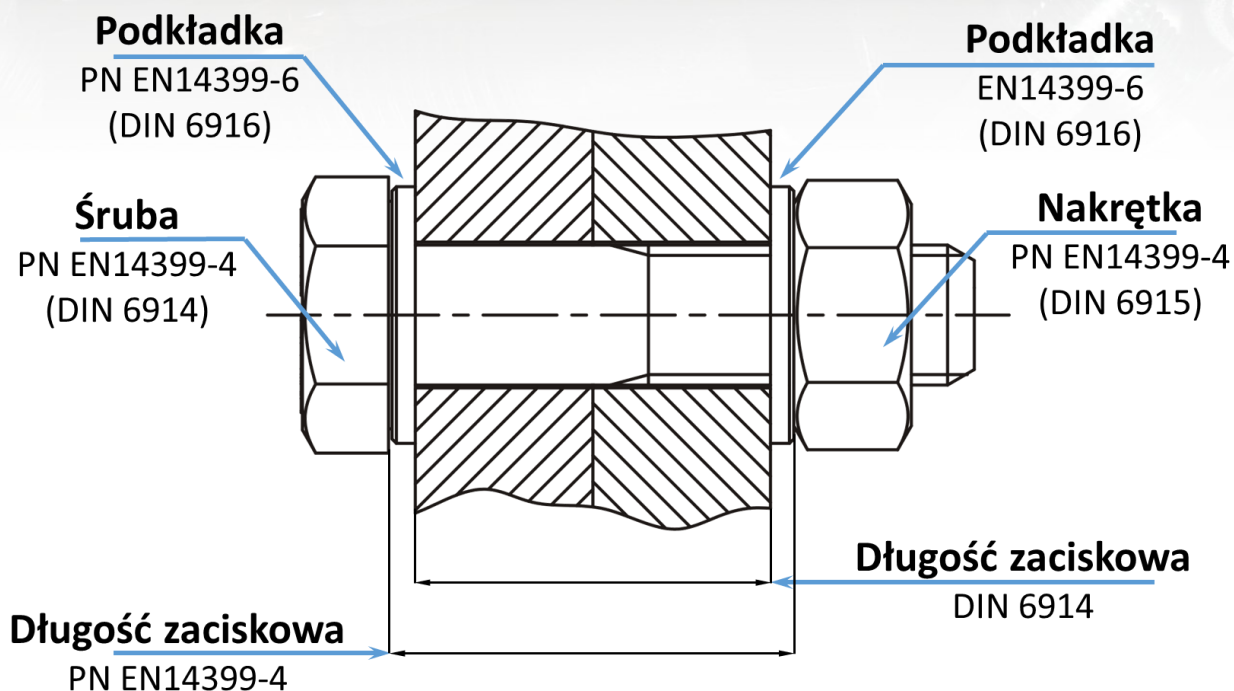


**SRUBENA UNIA**

1832 r.



## Długość zaciskowa

*Tabela 4. Długości zaciskowe według EN 14399-4.*

L/d	M12	M16	M20	M22	M24	M27	M30	M36
	Długość zaciskowa $t_{min} - t_{max}$							
<b>35</b>	16 - 21							
<b>40</b>	21 - 26	17 - 22						
<b>45</b>	26 - 31	22 - 27	18 - 23					
<b>50</b>	31 - 36	27 - 32	23 - 28	22 - 27				
<b>55</b>	36 - 41	32 - 37	28 - 33	27 - 32				
<b>60</b>	41 - 46	37 - 42	33 - 38	32 - 37	29 - 34			
<b>65</b>	46 - 51	42 - 47	38 - 43	37 - 42	34 - 39			
<b>70</b>	51 - 56	47 - 52	43 - 48	42 - 47	39 - 44	36 - 41		
<b>75</b>	56 - 61	52 - 57	48 - 53	47 - 52	44 - 49	41 - 46	39 - 44	
<b>80</b>	61 - 66	57 - 62	53 - 58	52 - 57	49 - 54	46 - 51	44 - 49	
<b>85</b>	66 - 71	62 - 67	58 - 63	57 - 62	54 - 59	51 - 56	49 - 54	43 - 48
<b>90</b>	71 - 76	67 - 72	63 - 68	62 - 67	59 - 64	56 - 61	54 - 59	48 - 53
<b>95</b>	76 - 81	72 - 77	68 - 73	67 - 72	64 - 69	61 - 66	59 - 64	53 - 58
<b>100</b>		77 - 82	73 - 78	72 - 77	69 - 74	66 - 71	64 - 69	58 - 63
<b>105</b>		82 - 87	78 - 83	77 - 82	74 - 79	71 - 76	69 - 74	63 - 68
<b>110</b>		87 - 92	83 - 88	82 - 87	79 - 84	76 - 81	74 - 79	68 - 73
<b>115</b>		92 - 97	88 - 93	87 - 92	84 - 89	81 - 86	79 - 84	73 - 78



**SRUBENA UNIA**

1832 r.



<b>120</b>		97 - 102	93 - 98	92 - 97	89 - 94	86 - 91	84 - 89	78 - 83
<b>125</b>		102 - 107	98 - 103	97 - 102	94 - 99	91 - 96	89 - 94	83 - 88
<b>130</b>		107 - 112	103 - 108	102 - 107	99 - 104	96 - 101	94 - 99	88 - 93
<b>135</b>			108 - 113	107 - 112	104 - 109	101 - 106	99 - 104	93 - 98
<b>140</b>			113 - 118	112 - 117	109 - 114	106 - 111	104 - 109	98 - 103
<b>145</b>			118 - 123	117 - 122	114 - 119	111 - 116	109 - 114	103 - 108
<b>150</b>			123 - 128	122 - 127	119 - 124	116 - 121	114 - 119	108 - 113
<b>155</b>			128 - 133	127 - 132	124 - 129	121 - 126	119 - 124	113 - 118
<b>160</b>				132 - 137	129 - 134	126 - 131	124 - 129	118 - 123
<b>165</b>				137 - 142	134 - 139	131 - 136	129 - 134	123 - 128
<b>170</b>					139 - 144	136 - 141	134 - 139	128 - 133
<b>175</b>					144 - 149	141 - 146	139 - 144	133 - 138
<b>180</b>					149 - 154	146 - 151	144 - 149	138 - 143
<b>185</b>					154 - 159	151 - 156	149 - 154	143 - 148
<b>190</b>					159 - 164	156 - 161	154 - 159	148 - 153
<b>195</b>					164 - 169	161 - 166	159 - 164	153 - 158