

Wartości orientacyjne dla metrycznych gwintów zwykłych VDI 2230

Wartości momentu obrotowego są oparte na VDI 2230, wydanie 2015: Tabela wyszczególnia maksymalne dopuszczalne wartości obrotowych momentów dociągających oraz wynikową maksymalną wartość siły naprężenia wstępnego dla śrub z łbem walcowym sześciokątnym oraz śrub z łbem walcowym z gniazdem. Wartości momentu obrotowego/siły naprężenia wstępnego mają także zastosowanie dla innych typów zewnętrznie gwintowanych elementów złącznych, o ile wytrzymałość t_{ba} i pola porowe są równoważne. Wartości opierają się na 90%-wym

! Wartości orientacyjne: tabele F.053 i F.054

Wartości orientacyjne w tej tabeli są trochę wyższe niż we wcześniejszej wersji VDI 2230, wydanie 1986, gdyż dzięki uwzględnieniu niewykorzystywanych dotychczas rezerw udało się lepiej wykorzystać wytrzymałość śruby poprzez wyższe wartości montażowej siły naprężenia wstępnego.

Konieczne jest obliczenie sprawdzające! VDI 2230, wydanie 2015

wykorzystaniu granicy plastyczności $R_{eL}/0.2\%$ umownej granicy plastyczności $R_{p0.2}$. Otwory przelotowe dla śrub i wkrętów według ISO 273-średnie.

Tabela pokazuje dopuszczalne wartości maksymalne i nie zawiera żadnych dodatkowych współczynników bezpieczeństwa. Zakłada się tutaj znajomość odnośnych wytycznych oraz kryteriów obliczeniowych.

i Moment dociągający, tabele F.053 i F.054

Zgodnie ze wzorem $M_A = F_M \cdot X$, obliczenie momentu dociągającego może dotyczyć innych wartości siły naprężenia wstępnego (przy założeniu, że współczynnik tarcia oraz rozmiar gwintu są takie same).

Gwint	Współczynnik tarcia $\mu_k = \mu_d$	Maksymalna siła naprężenia wstępnego $F_{M \max}$ [N]							Maksymalny obrotowy moment dociągający $M_{A \max}$ [Ncm]							Współczynnik przeliczeniowy X
		Klasy własności według ISO 898/1							Klasy własności według ISO 898/1							
		3.6	4.6	5.6/4.8	6.8	8.8	10.9	12.9	3.6	4.6	5.6/4.8	6.8	8.8	10.9	12.9	
M1,6	0,10	176	235	294	470	627	882	1058	4,2	5,7	7,1	11,3	15,1	21,2	25,5	0,024
	0,12	171	228	285	455	607	854	1025	4,7	6,3	7,9	12,6	16,9	23,7	28,5	0,028
	0,14	165	220	275	441	588	826	992	5,2	6,9	8,7	13,9	18,5	26	31,2	0,032
M2	0,10	292	390	487	779	1039	1461	1754	9	11,9	14,9	23,8	31,7	44,5	53,5	0,031
	0,12	283	378	472	756	1008	1417	1701	10	13,3	16,7	26,7	35,6	50	60	0,035
	0,14	274	366	457	732	976	1373	1647	11	14,7	18,4	29,4	39,2	55	66	0,040
M2,5	0,10	485	647	809	1294	1725	2426	2911	18	24	30	49	65	91	109	0,037
	0,12	471	628	785	1257	1676	2356	2828	21	27	34	55	73	103	123	0,044
	0,14	457	609	762	1219	1625	2285	2742	23	30	38	60	81	113	136	0,050
M3	0,10	726	968	1210	1936	2582	3631	4357	32	42	53	84	112	158	190	0,044
	0,12	706	941	1177	1883	2510	3530	4236	36	48	60	95	127	179	214	0,051
	0,14	685	914	1142	1827	2436	3426	4111	40	53	66	105	141	198	237	0,058

Gwint	Współczynnik tarcia $\mu_k = \mu_d$	Maksymalna siła naprężenia wstępnego $F_{M \max}$ [kN]							Maksymalny obrotowy moment dociągający $M_{A \max}$ [Nm]							Współczynnik przeliczeniowy X
		Klasy własności według ISO 898/1							Klasy własności według ISO 898/1							
		3.6	4.6	5.6/4.8	6.8	8.8	10.9	12.9	3.6	4.6	5.6/4.8	6.8	8.8	10.9	12.9	
M4	0,08	1,3	1,74	2,17	3,48	4,6	6,8	8,0	0,63	0,84	1,05	1,68	2,3	3,3	3,9	0,50
	0,10	1,26	1,68	2,10	3,36	4,5	6,7	7,8	0,73	0,97	1,21	1,94	2,6	3,9	4,5	0,58
	0,12	1,22	1,63	2,04	3,26	4,4	6,5	7,6	0,82	1,09	1,37	2,19	3,0	4,6	5,1	0,67
	0,14	1,19	1,58	1,98	3,17	4,3	6,3	7,4	0,91	1,21	1,51	2,42	3,3	4,8	5,6	0,76
M5	0,08	2,12	2,83	3,54	5,67	7,6	11,1	13,0	1,2	1,65	2,06	3,3	4,4	6,5	7,6	0,58
	0,10	2,06	2,74	3,43	5,48	7,4	10,8	12,7	1,4	1,9	2,4	3,8	5,2	7,6	8,9	0,70
	0,12	2,00	2,67	3,33	5,33	7,2	10,6	12,4	1,6	2,2	2,7	4,3	5,9	8,6	10,0	0,81
	0,14	1,94	2,59	3,23	5,18	7,0	10,3	12,0	1,8	2,4	3,0	4,8	6,5	9,5	11,2	0,93
M6	0,08	3,00	4,01	5,01	8,02	10,7	15,7	18,4	2,1	2,8	3,6	5,7	7,7	11,3	13,2	0,72
	0,10	2,90	3,87	4,84	7,74	10,4	15,3	17,9	2,5	3,3	4,1	6,6	9,0	13,2	15,4	0,86
	0,12	2,82	3,76	4,71	7,53	10,2	14,9	17,5	2,8	3,7	4,7	7,5	10,1	14,9	17,4	0,99
	0,14	2,74	3,65	4,57	7,31	9,9	14,5	17,0	3,1	4,1	5,2	8,3	11,3	16,5	19,3	1,14
M8	0,08	5,4	7,3	9,1	14,6	19,5	28,7	33,6	5,2	6,9	8,6	13,8	18,5	27,2	31,8	0,95
	0,10	5,3	7,1	8,8	14,2	19,1	28,0	32,8	6,0	8,0	10,0	16,1	21,6	31,8	37,2	1,13
	0,12	5,15	6,9	8,6	13,8	18,6	27,3	32,0	6,8	9,1	11,3	18,2	24,6	36,1	42,2	1,32
	0,14	5,0	6,7	8,3	13,4	18,1	26,6	31,1	7,5	10,1	12,6	20,1	27,3	40,1	46,9	1,51

Siła naprężenia wstępnego i obrotowy moment dociągający

Gwinty	Współczynnik tarcia $\mu_k = \mu_o$	Maksymalna siła naprężenia wstępnego $F_{M \max}$ [kN]								Maksymalny obrotowy moment dociągający $M_{A \max}$ [Nm]								Współczynnik przeliczeniowy X
		Klasy własności według ISO 898/1								Klasy własności według ISO 898/1								
		3.6	4.6	5.6/4.8	6.8	8.8	10.9	12.9	3.6	4.6	5.6/4.8	6.8	8.8	10.9	12.9			
M10	0,08	8,7	11,6	14,5	23,2	31,0	45,6	53,3	10,2	13,6	17,0	27,2	36	53	62	1,16		
	0,10	8,4	11,3	14,1	22,5	30,3	44,5	52,1	12	16,1	20,1	32,3	43	63	73	1,42		
	0,12	8,2	11,0	13,7	21,9	29,6	43,4	50,8	13,7	18,3	22,9	36,5	48	71	83	1,65		
	0,14	8,0	10,7	13,3	21,3	28,8	42,2	49,4	15,2	20,3	25,3	40,6	54	79	93	1,89		
	0,16	7,8	10,4	12,9	20,7	28,1	41,1	48,2	16,7	21,4	26,4	39,7	53	77	91	2,16		
M12	0,08	12,7	16,9	21,1	33,8	45,2	66,3	77,6	17	23	29	47	63	92	108	1,39		
	0,10	12,3	16,4	20,5	32,8	44,1	64,8	75,9	20	27	34	55	73	108	126	1,65		
	0,12	12,0	16,0	20,0	32,0	43,0	63,2	74,0	23	31	39	62	84	123	144	1,94		
	0,14	11,6	15,5	19,4	31,1	41,9	61,5	72,0	26	34	43	69	93	137	160	2,22		
	0,16	11,2	15,1	19,0	30,6	41,4	61,0	71,9	29	37	46	74	100	146	171	2,50		
M14	0,08	17,4	23,2	29,0	46,4	62,0	91,0	106,5	28	37	46	74	100	146	171	1,60		
	0,10	16,9	22,5	28,2	45,1	60,6	88,9	104,1	33	44	55	88	117	172	201	1,94		
	0,12	16,5	21,9	27,4	43,9	59,1	86,7	101,5	37	50	62	100	133	195	229	2,26		
	0,14	16,0	21,3	26,7	42,7	57,5	84,4	98,9	41	55	69	111	148	218	255	2,58		
	0,16	15,6	20,8	26,1	41,6	56,4	83,3	97,8	45	60	75	122	161	234	281	2,92		
M16	0,08	23,8	31,7	39,7	63,5	84,7	124,4	145,5	42	57	71	114	153	224	262	1,80		
	0,10	23,2	30,9	38,6	61,8	82,9	121,7	142,4	50	67	84	134	180	264	309	2,17		
	0,12	22,6	30,1	37,6	60,2	80,9	118,8	139,0	57	76	96	153	206	302	354	2,54		
	0,14	22,0	29,3	36,6	58,6	78,8	115,7	135,4	64	85	107	171	230	338	395	2,92		
	0,16	21,6	28,9	36,2	57,1	77,3	113,6	133,3	71	94	118	186	256	376	446	3,30		
M18	0,08	29,1	38,8	48,5	77,6	107	152	178	60	80	100	160	220	314	367	2,06		
	0,10	28,2	37,7	47,1	75,3	104	149	174	70	93	117	187	259	369	432	2,48		
	0,12	27,5	36,7	45,8	73,4	102	145	170	80	106	133	212	295	421	492	2,90		
	0,14	26,7	35,7	44,6	71,3	99	141	165	89	118	148	236	329	469	549	3,32		
	0,16	26,0	35,0	43,9	69,2	97	137	161	98	129	160	250	345	495	585	3,70		
M20	0,08	37,2	49,6	62,0	99,2	136	194	227	83	111	139	223	308	438	513	2,26		
	0,10	36,2	48,3	60,3	96,5	134	190	223	98	131	164	262	363	517	605	2,71		
	0,12	35,3	47,0	58,8	94,1	130	186	217	112	150	187	300	415	592	692	3,18		
	0,14	34,3	45,8	57,2	91,6	127	181	212	125	167	209	334	464	661	773	3,65		
	0,16	33,6	45,1	56,4	89,1	124	176	207	139	184	229	359	499	719	849	4,03		
M22	0,08	46,3	61,7	77,2	123,5	170	242	283	113	151	189	303	417	595	696	2,46		
	0,10	45,1	60,1	75,2	120,3	166	237	277	132	176	220	353	495	704	824	2,95		
	0,12	44,0	58,7	73,4	117,4	162	231	271	151	202	252	403	567	807	945	3,46		
	0,14	42,9	57,1	71,4	114,3	158	225	264	172	225	284	454	634	904	1057	3,97		
	0,16	42,0	56,2	70,5	111,8	154	219	258	194	251	311	485	675	965	1135	4,48		
M24	0,08	53,6	71,4	89,3	142,9	196	280	327	144	192	240	385	529	754	882	2,70		
	0,10	52,1	69,5	86,9	139,0	192	274	320	170	222	280	450	625	890	1041	3,25		
	0,12	50,8	67,7	84,7	135,5	188	267	313	193	257	322	515	714	1017	1190	3,80		
	0,14	49,4	65,9	82,4	131,8	183	260	305	215	287	359	574	798	1136	1329	4,36		
	0,16	48,0	64,5	80,9	128,3	179	254	300	237	314	396	595	839	1199	1418	4,87		
M27	0,08	70,2	93,6	117,0	187,2	257	367	429	210	280	351	561	772	1100	1287	3,00		
	0,10	68,4	91,2	114,0	182,4	252	359	420	248	331	414	662	915	1304	1526	3,63		
	0,12	66,7	89,0	111,2	178,0	246	351	410	284	379	474	759	1050	1496	1750	4,26		
	0,14	65,0	86,7	108,3	173,3	240	342	400	318	424	530	848	1176	1674	1959	4,89		
	0,16	64,0	85,6	107,2	171,6	237	339	397	347	464	584	917	1287	1824	2163	5,42		
M30	0,08	85,5	114,0	142,5	228,0	313	446	522	287	383	478	766	1053	1500	1755	3,36		
	0,10	83,2	111,0	138,7	222,0	307	437	511	338	450	563	901	1246	1775	2077	4,06		
	0,12	81,2	108,3	135,3	216,5	300	427	499	386	515	644	1031	1428	2033	2380	4,76		
	0,14	79,0	105,3	131,7	210,8	292	416	487	431	575	719	1151	1597	2274	2662	5,46		
	0,16	78,0	104,3	130,7	209,2	289	413	484	459	607	759	1181	1627	2304	2714	5,76		
M33	0,08	106,1	141,5	176,9	283,1	389	554	649	385	514	643	1029	1415	2015	2358	3,64		
	0,10	103,5	138,0	172,5	276,0	381	543	635	456	608	760	1216	1679	2392	2799	4,41		
	0,12	101,0	134,7	168,4	269,4	373	531	621	523	697	871	1395	1928	2747	3214	5,17		
	0,14	98,4	131,2	164,0	262,5	363	517	605	585	780	975	1560	2161	3078	3601	5,95		
	0,16	97,0	130,2	163,0	260,9	360	514	602	582	777	972	1555	2156	3063	3591	5,91		
M36	0,08	124,8	166,4	208,0	332,8	458	652	763	497	663	829	1327	1825	2600	3042	3,99		
	0,10	121,6	162,1	202,7	324,3	448	638	747	587	783	979	1566	2164	3082	3607	4,83		
	0,12	118,7	158,2	197,8	316,4	438	623	729	672	897	1121	1793	2482	3535	4136	5,67		
	0,14	115,6	154,1	192,6	308,1	427	608	711	752	1002	1253	2005	2778	3957	4631	6,51		
	0,16	114,0	152,4	190,5	304,8	423	603	705	746	993	1244	1990	2763	3942	4622	6,47		
M39	0,08	149,5	199,4	249,2	398,8	548	781	914	640	854	1067	1708	2348	3345	3914	4,28		
	0,10	145,9	194,5	243,1	389,0	537	765	895	758	1011	1264	2022	2791	3975	4652	5,20		
	0,12	142,4	189,9	237,4	379,8	525	748	875	870	1160	1450	2321	3208	4569	5346	6,11		
	0,14	138,8	185,0	231,3	370,0	512	729	853	974	1299	1624	2598	3597	5123	5994	7,02		
	0,16	137,0	183,4	229,1	367,0	509	726	849	969	1290	1615	2589	3588	5114	5985	6,98		

Wartości orientacyjne dla metrycznych gwintów drobnoszwojnych VDI 2230

Wartości w tabeli w oparciu o VDI 2230, wydanie 2015: obrotowy moment dociągający oraz siła naprężenia wstępnego dla śrub bez łba w klasach własności 8.8–12.9 przy 90%-wym wykorzystaniu umownej granicy plastyczności $R_{p0,2}$.

Tabela nie zawiera żadnych dodatkowych współczynników bezpieczeństwa. Zakłada się tutaj znajomość odnośnych wytycznych oraz kryteriów obliczeniowych.

Gwinty	Współczynnik tarcia $\mu_k = \mu_G$	Siła naprężenia wstępnego $F_{M \max}$ [kN]			Obrotowy moment dociągający $M_{A \max}$ [Nm]		
		Klasy własności według ISO 898/1			Klasy własności według ISO 898/1		
		8.8	10.9	12.9	8.8	10.9	12.9
M8x1	0,08	21,2	31,1	36,4	19,3	28,4	33,2
	0,10	20,7	30,4	35,6	22,8	33,5	39,2
	0,12	20,2	29,7	34,7	26,1	38,3	44,9
	0,14	19,7	28,9	33,9	29,2	42,8	50,1
M10x1,25	0,08	33,1	48,6	56,8	38	55	65
	0,10	32,4	47,5	55,6	44	65	76
	0,12	31,6	46,4	54,3	51	75	87
	0,14	30,8	45,2	52,9	57	83	98
M12x1,25	0,08	50,1	73,6	86,2	66	97	114
	0,10	49,1	72,1	84,4	79	116	135
	0,12	48,0	70,5	82,5	90	133	155
	0,14	46,8	68,7	80,4	101	149	174
M14x1,5	0,08	67,8	99,5	116,5	104	153	179
	0,10	66,4	97,5	114,1	124	182	213
	0,12	64,8	95,2	111,4	142	209	244
	0,14	63,2	92,9	108,7	159	234	274
M16x1,5	0,08	91,4	134,2	157,1	159	233	273
	0,10	89,6	131,6	154,0	189	278	325
	0,12	87,6	128,7	150,6	218	320	374
	0,14	85,5	125,5	146,9	244	359	420
M18x1,5	0,08	122	174	204	237	337	394
	0,10	120	171	200	283	403	472
	0,12	117	167	196	327	465	544
	0,14	115	163	191	368	523	613
M20x1,5	0,08	154	219	257	327	466	545
	0,10	151	215	252	392	558	653
	0,12	148	211	246	454	646	756
	0,14	144	206	241	511	728	852
M22x1,5	0,08	189	269	315	440	627	734
	0,10	186	264	309	529	754	882
	0,12	182	259	303	613	873	1022
	0,14	178	253	296	692	985	1153
M24x2	0,08	217	310	362	557	793	928
	0,10	213	304	355	666	949	1110
	0,12	209	297	348	769	1095	1282
	0,14	204	290	339	865	1232	1442

Objaśnienia dotyczące współczynnika tarcia μ
Strona F.049

Śruby dwustronne z trzpieniem przewężonym

Śruby dwustronne ze stali 21 CrMo V 5 7 (DIN 2510 L arkusz 3).

Wartości orientacyjne montażowej siły naprężenia wstępnego i obrotowego momentu dociągającego przy 70%-wym wykorzystaniu minimalnej granicy plastyczności (umownej granicy plastyczności $R_{p0,2}$).

Gwint zwykły	M12		M16		M20		M24	
Średnica trzpienia-Ø	8,5	8,5	12	12	15	15	18	18
$\mu_k = \mu_G$	0,10	0,12	0,10	0,12	0,10	0,12	0,10	0,12
F_M [N]	21 600	21 600	43 500	43 500	67 800	67 800	97 800	97 800
M_A [Nm]	38	44	98	115	190	220	320	370

Siła naprężenia wstępnego i obrotowy moment dociągający

Moment dociągający dla śrub z tworzyw sztucznych/Poliamid 6.6 i Poliamid 6.6-GF50

według DIN 34810: 2018-04

Wartości orientacyjne obrotowego momentu dociągającego dla śrub z poliamidu 6.6 (PA6.6 + PA6.6-GF50) przy 20°C po składowaniu w klimacie normalnym (względna wilgotność powietrza według DIN 50014) aż do osiągnięcia wilgotności równowagowej.

Moment dociągający dla śrub z tworzyw sztucznych/PA6.6						
Gwinty	M3	M4	M5	M6	M8	M10
M _A [Nm]	0,1	0,25	0,5	0,8	1,8	3,5

Aby nie przekroczyć w niedopuszczalny sposób podanych w tabelach momentów dokręcania, zaleca się maksymalną prędkość obrotową narzędzia do wkręcania wynoszącą 150 obr./min.

Moment dociągający dla śrub z tworzyw sztucznych/PA6.6-GF50			
Gewinde	M5	M6	M8
M _A [Nm]	0,75	1,75	4,0

Momenty dokręcania (wartości orientacyjne) dla śrub z mosiądzu (CU2)

Gwinty	M2	M2,5	M3	M3,5	M4	M5	M6	M8	M10
M _A [Nm]	0,13	0,27	0,48	0,8	1,1	2,2	3,7	9,1	18,3

Wartości orientacyjne dla stali nierdzewnych austenitycznych A1/A2/A4

Siła naprężenia wstępnego i obrotowy moment dociągający (gwint zwykły metryczny) dla śrub bez łba w klasach własności 50/70/80 przy 90%-wym wykorzystaniu umownej granicy plastyczności R_{p0,2}.

Tabela nie zawiera żadnych dodatkowych współczynników bezpieczeństwa. Zakłada się tutaj znajomość odnośnych wytycznych oraz kryteriów obliczeniowych.

Gwinty	μ _k = μ _G	Siła naprężenia wstępnego F _{M max} [kN] Klasa własności			Obrotowy moment dociągający M _{A max} [Nm] Klasa własności		
		50	70	80	50	70	80
		M1,6	0,1	0,21	0,45	0,6	0,05
	0,2	0,18	0,39	0,5	0,08	0,17	0,22
	0,3	0,15	0,33	0,44	0,09	0,2	0,27
	0,1	0,35	0,74	1	0,11	0,23	0,30
M2	0,2	0,3	0,64	0,85	0,16	0,35	0,46
	0,3	0,25	0,55	0,7	0,2	0,43	0,57
	0,1	0,58	1,23	1,64	0,22	0,46	0,62
M2,5	0,2	0,5	1,06	1,42	0,34	0,72	0,97
	0,3	0,42	0,9	1,21	0,42	0,89	1,19
	0,1	0,86	1,84	2,5	0,37	0,8	1,1
M3	0,2	0,75	1,6	2,12	0,59	1,26	1,7
	0,3	0,64	1,36	1,81	0,73	1,56	2,1
	0,1	1,5	3,2	4,2	0,86	1,85	2,4
M4	0,2	1,3	2,76	3,6	1,35	2,9	3,8
	0,3	1,1	2,35	3,1	1,66	3,6	4,7
	0,1	2,4	5,2	6,9	1,6	3,6	4,8
M5	0,2	2,1	4,51	6	2,6	5,7	7,6
	0,3	1,8	3,85	5,1	3,3	7	9,4
	0,1	3,4	7,3	9,7	2,9	6,3	8,4
M6	0,2	3	6,4	8,4	4,6	10	13,2
	0,3	2,5	5,5	7,2	5,7	12,2	16,3
	0,1	6,2	13,4	17,9	7,1	15,2	20,3
M8	0,2	5,4	11,6	15,5	11,2	24,1	32,1
	0,3	4,6	9,9	13,3	13,9	30	40
	0,1	9,9	21,3	28,4	14	30	39
M10	0,2	8,6	18,5	24,7	22,2	47,7	63
	0,3	7,4	15,8	21,1	27,6	59,3	79
	0,1	14,4	31	41,4	24	51	68
M12	0,2	12,6	27	36	38	82	109
	0,3	10,7	23	30,8	47	102	136
	0,1	19,8	42,6	56,8	38	82	109
M14	0,2	17,3	37	49,5	61	131	175
	0,3	14,8	31,7	42,3	76	163	217
	0,1	27,2	58	77,7	58	126	168
M16	0,2	23,7	51	67,9	95	204	272
	0,3	20,3	43,5	58,2	119	255	340

Threads	μ _k = μ _G	Siła naprężenia wstępnego F _{M max} [kN] Klasa własności			Obrotowy moment dociągający M _{A max} [Nm] Klasa własności		
		50	70	80	50	70	80
		M18	0,1	33,2	71	94	82
	0,2	28,9	62	82	131	282	376
	0,3	24,7	53	70	164	352	469
	0,1	42,5	91	121	115	247	330
M20	0,2	37,1	79,6	106	187	401	534
	0,3	31,8	68	90	234	501	669
	0,1	52,9	113	151	157	337	450
M22	0,2	46,3	99,3	132	257	551	735
	0,3	39,7	85,2	114	323	692	923
	0,1	61,2	131	175	198	426	568
M24	0,2	53,5	115	153	322	690	920
	0,3	45,8	98	131	403	863	1151
	0,1	80,2	—	—	292	—	—
M27	0,2	70,3	—	—	478	—	—
	0,3	60,3	—	—	601	—	—
	0,1	97,6	—	—	397	—	—
M30	0,2	85,5	—	—	648	—	—
	0,3	73,3	—	—	831	—	—
	0,1	121	—	—	536	—	—
M33	0,2	106	—	—	880	—	—
	0,3	91	—	—	1108	—	—
	0,1	143	—	—	690	—	—
M36	0,2	125	—	—	1130	—	—
	0,3	107	—	—	1420	—	—
	0,1	171	—	—	890	—	—
M39	0,2	150	—	—	1467	—	—
	0,3	129	—	—	1848	—	—

Elementy złączne z tych stali nierdzewnych mają podczas montażu skłonność do zacierania się. Ryzyko zatarcia można zmniejszyć poprzez: gładkie i czyste powierzchnie gwintów (gwinty walcowane), środki smarowe, powłoki przeciwcierne Molykote (kolor czarny), niskie prędkości obrotowe wkrętarci, płynne dokręcanie bez przerw (niekorzystne są wkrętarci udarowe).

Objaśnienia dotyczące współczynnika tarcia μ
Strona F.049

Bezpieczeństwo technologii złączy wymaga prawidłowej specyfikacji statusu smarowania

Na współczynnik tarcia wpływają przede wszystkim połączenia materiałów roboczych, powierzchnie stosowania i ich warunki smarowania. Wiedza dotycząca współczynnika tarcia oraz związku z «siłą momentu obrotowego – naprężenia wstępnego» jest warunkiem wstępnym dla bezpieczeństwa montażu.

Działania korodujące na gwint lub powierzchnię stosowania osłabiają zachowanie rozpuszczalności po pewnym okresie pracy połączeń różnych materiałów, wysokich temperatur roboczych i wilgoci, wzmacniają korozję cierną i pogarszają pracę instalacji.











Dla bezpiecznego i pewnego montażu zaleca się powłoki poślizgowe

Sucha powłoka tribotechniczna jest rozwiązaniem dla mechanicznie obciążonych elementów złącznych oraz elementów konstrukcyjnych (śrub, nakrętek, podkładek). Powłoka jest nanoszonym nieelektrolitycznie, cienkowarstwowym filmem o zintegrowanych własnościach smarnych i dodatkowej ochronie antykorozyjnej.

Tak zwane powłoki poślizgowe są suchymi w dotyku stałymi cienkowarstwowymi smarami, w kategoriach ich opracowania, są podobne do konwencjonalnych lakierów przemysłowych.

Na przykład **CresaCoat**® jest ekonomicznym rozwiązaniem zapewniającym stałe współczynniki tarcia i pozwala dodatkowo uprościć procesy montażowe.

Elementy złączne z elementem przenoszącym moment obrotowy oraz niskim łbem

Orientacyjne wartości obrotowego momentu dociągającego M_A [Nm]										
Norma	ISO 7379	DIN 6912	DIN 7984	Bossard	Bossard	ISO 14580	ISO 14583	~ISO 14583	ISO 7380-1	~ISO 7380-1
Typ śrub										
Stal	012.9 BN 1359	08.8 BN 15 BN 20737	08.8 BN 16 BN 17	010.9 BN 1206 BN 20697 BN 20698	08.8 BN 9524	08.8 BN 4850	08.8 BN 20005	08.8 BN 20228 BN 84405	010.9 BN 19 BN 13255 BN 30102	08.8 BN 6404
M2	–	–	–	0,22	0,19	0,25	0,25	–	0,27	0,25
M2,5	–	–	–	0,45	0,4	0,5	0,5	–	0,6	0,5
M3	–	1	0,9	0,8	0,7	0,9	0,9	0,9	0,95	0,9
M3,5	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
M4	–	2,3	2,1	1,95	1,6	2	2	2	2,3	2
M5	5,2	4,6	4	3,8	3,2	4	4	4	4,6	4
M6	9	8,1	7,2	6,6	5,4	7,2	7,2	7,2	8	7,2
M8	21,6	19,4	17,3	16	13	17	17	–	19	17,3
M10	43	38,7	34,4	32	23	34	34	–	38	34,5
M12	73	65	58	–	–	–	–	–	65	58
M14	–	105	–	–	–	–	–	–	–	–
M16	180	162	144	–	–	–	–	–	–	–
M20	363	330	290	–	–	–	–	–	–	–
M22	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
M24	–	560	500	–	–	–	–	–	–	–
Stal nierdzewna		A2/A4 BN 33001 BN 1350	A2 BN 2844		A2 BN 20146	A2 BN 15857	A2/A4 BN 5687 BN 20038		A2/A4 BN 1593 BN 6971 BN 8699	
M2	–	–	–	–	0,14	0,19	0,19	–	0,19	–
M2,5	–	–	–	–	0,28	0,37	0,37	–	0,37	–
M3	–	–	0,6	–	0,5	0,64	0,64	–	0,64	–
M3,5	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
M4	–	1,5	1,3	–	1,1	1,5	1,5	–	1,5	–
M5	–	2,9	2,6	–	2,2	3	3	–	3	–
M6	–	5	4,5	–	3,8	5	5	–	5	–
M8	–	12	10	–	9,1	12	12	–	12	–
M10	–	24	21	–	18	24	24	–	24	–
M12	–	40	36	–	–	–	–	–	40	–
M14	–	65	–	–	–	–	–	–	–	–
M16	–	100	90	–	–	–	–	–	–	–
M20	–	200	180	–	–	–	–	–	–	–
M22	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
M24	–	340	310	–	–	–	–	–	–	–

➤ Zmniejszona siła obciążenia
Strona F.058

! Należy sprawdzić warunki brzegowe!

Te śruby nie są przeznaczone do przenoszenia dużych sił roboczych. Wewnętrzne i zewnętrzne elementy przenoszące moment obrotowy tych śrub są przystosowane do przenoszenia tylko zredukowanego obrotowego momentu dociągającego.

! Obniżona obciążalność

Śruby stosownie do różnych specyfikacji, z racji ich geometrii łba i/lub formy wewnętrznego elementu przenoszącego moment obrotowy, podlegają obniżonej obciążalności według ISO 898-1, tj. należy uwzględnić obniżone wartości momentu obrotowego.

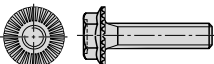
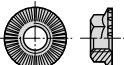
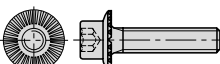
Podane obrotowe momenty dociągające nie zawsze można pewnie stosować w zależności od wyboru wewnętrznego elementu przenoszącego moment obrotowy – w szczególności mogą być przydatne stożkowe końcówki robocze wiertła.

Orientacyjne wartości obrotowego momentu dociągającego M _A [Nm]											
Norma	Bossard ~ISO7380-2	Bossard ~ISO7380-2	ecosyn®-fix	ecosyn®-fix	SN 213307	ISO 14583	DIN 7991 ISO 10642	DIN 7991 ISO 10642	ISO 14581	ecosyn®-fix	DIN/ISO
Typ śrub											
Stal	08.8 BN 20367	010.9 BN 11252 30104	4.8 BN 5128	4.8 BN 4825	4.8 BN 380 381	4.8 BN 30503	08.8 BN 30105 2100	010.9 BN 20 21 1422 2101 2102 2103	08.8 BN 4851	4.8 BN 5950	45 H ¹⁾ Różnorodny
M2,5	-	-	0,4	0,3	0,3	-	0,5	0,55	0,5	-	-
M3	1	1	0,7	0,5	0,5	0,7	0,9	0,95	0,9	0,5	0,5
M4	2,5	2,5	1,6	1,2	1,2	1,6	2	2,3	2	1,2	1,5
M5	5	5	3,2	2,4	2,4	3,2	4	4,6	4	2,4	3
M6	8	8	5,4	4	4	5,4	7,2	7,9	7,2	4,1	5
M8	20	20	-	-	-	-	17	19	17	10	12
M10	40	40	-	-	-	-	35	38	35	20	24
M12	66	66	-	-	-	-	58	65	58	34	40
M14	-	-	-	-	-	-	93	100	93	-	60
M16	-	-	-	-	-	-	144	158	144	-	100
M18	-	-	-	-	-	-	-	220	205	-	120
M20	-	-	-	-	-	-	-	310	290	-	180
M22	-	-	-	-	-	-	-	420	400	-	210
M24	-	-	-	-	-	-	-	530	500	-	310
Stal nierdzewna	A2 BN 2058		A2 BN 10649	BN 5952	BN 2845			A2/A4 BN 616 4719 2104 2105	BN 3803 20039	BN 5951	Różnorodny
M2,5	-	-	0,5	0,4	0,4	-	-	0,23	0,23	-	-
M3	0,64	-	0,8	0,8	0,8	-	-	0,4	0,4	0,8	0,2
M4	1,5	-	1,8	1,6	1,6	-	-	0,9	0,9	1,8	0,7
M5	3,0	-	3,6	3,2	3,2	-	-	1,8	1,8	3,6	1,5
M6	5,0	-	6,3	6	6	-	-	3,1	3,1	6,3	2,5
M8	12,0	-	-	-	-	-	-	7,6	7,6	15,2	6
M10	-	-	-	-	-	-	-	15	15	30	12
M12	-	-	-	-	-	-	-	25	25	51	20
M14	-	-	-	-	-	-	-	40	40	-	30
M16	-	-	-	-	-	-	-	63	63	-	50
M18	-	-	-	-	-	-	-	85	85	-	90
M20	-	-	-	-	-	-	-	120	120	-	105
M22	-	-	-	-	-	-	-	160	160	-	150
M24	-	-	-	-	-	-	-	200	200	-	-

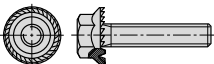
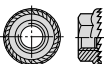
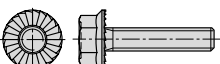
¹⁾ Klasy własności oraz właściwości mechaniczne według ISO 898 część 5, obowiązują tylko dla śrub bez łba niebędących pod wpływem obciążeń rozciągających.

Śruby kołnierzowe i nakrętki kołnierzowe

Obrotowe momenty dociągające M_A [Nm] i wyników siły naprężenia wstępnego F_M [kN] dla śrub i nakrętek VERBUS RIPP® oraz dla śrub INBUS RIPP® przy 90%-wym wykorzystaniu umownej granicy plastyczności $R_{p0,2}$.

Kołnierz ząbkowany	Kontrmaterial	Współczynnik tarcia $\sim\mu_{tot}$	Obrotowy moment dociągający M_A [Nm]							
			M5	M6	M8	M10	M12	M14	M16	
Opis Klasa własności	Stal $R_m \geq 800$ N/mm ²	0,13 – 0,16	10	18	37	80	120	215	310	
VERBUS RIPP® BN 2797, BN 9727 Klasa własności 100 	Stal $R_m < 800$ N/mm ²	0,12 – 0,18	11	19	42	85	130	230	330	
	Żeliwo szare $R_m \sim 150 - 450$ N/mm ²	0,125 – 0,16	9	16	35	75	115	200	300	
	Stopy aluminium niepoddane obróbce cieplnej	0,14 – 0,2	16	28	65	120	190	320	450	
	Stopy aluminium poddane obróbce cieplnej	0,13 – 0,18	14	25	55	100	160	275	400	
			~Siła naprężenia wstępnego F_M [kN]¹⁾							
			9	12,6	23,2	37	54	74	102	
BN 2798, BN 14527 Klasa własności 10 	Stal $R_m \geq 800$ N/mm ²	0,13 – 0,16	11	20	42	85	140			
	Stal $R_m < 800$ N/mm ²	0,12 – 0,18	13	24	45	90	150			
	Żeliwo szare $R_m \sim 150 - 450$ N/mm ²	0,125 – 0,16	10	19	39	80	120			
				~Siła naprężenia wstępnego F_M [kN]¹⁾						
			9	12,6	23,2	37	54			
INBUS RIPP® BN 3873 Klasa własności 100 	Stal $R_m \geq 800$ N/mm ²	0,13 – 0,16	11	20	42	85	140			
	Stal $R_m < 800$ N/mm ²	0,12 – 0,18	13	24	45	90	150			
	Żeliwo szare $R_m \sim 150 - 450$ N/mm ²	0,125 – 0,16	10	19	39	80	120			
				~Siła naprężenia wstępnego F_M [kN]¹⁾						
			9	12,6	23,2	37	54			

Momenty dokręcające M_A [Nm] i osiągalne naprężenie wstępne F_M [kN] dla śrub i nakrętek VERBUS TENSILOCK® przy wykorzystaniu 90% maksymalnego wydłużenia $R_{p0,2}$

Kołnierz ząbkowany tylko na zewnętrznych krawędziach	Kontrmaterial	Współczynnik tarcia $\sim\mu_{tot}$	Obrotowy moment dociągający M_A [Nm]							
			M5	M6	M8	M10	M12	M14	M16	
Opis Klasa własności	Stal $R_m \sim 500 - 900$ N/mm ²	0,14 – 0,18	9,5	16,5	40	79	137	218	338	
VERBUS TENSILOCK® BN 73 Klasa własności 90 	Żeliwo szare $R_m \sim 150 - 450$ N/mm ²	0,12 – 0,18	7,6	13,2	31,8	63	108	172	264	
	Stopy aluminium niepoddane obróbce cieplnej	0,16 – 0,24	10,5	18,2	44	87	150	240	372	
				~Siła naprężenia wstępnego F_M [kN]¹⁾						
			6,35	9	16,5	26,6	38,3	52,5	73	
BN 190, BN 30312, BN 20230, BN 80014 Klasa własności 8 	Stal $R_m \sim 500 - 900$ N/mm ²	0,12 – 0,18	6,5	11,3	27,3	54	93	148	230	
	Żeliwo szare $R_m \sim 150 - 450$ N/mm ²	0,12 – 0,16	5,9	10,1	24,6	48	84	133	206	
	Stopy aluminium niepoddane obróbce cieplnej	0,14 – 0,2	7,8	13,6	32,7	65	112	178	276	
				~Siła naprężenia wstępnego F_M [kN]¹⁾						
			7	9,9	18,1	28,8	41,9	57,5	78,8	
Śruby z łbem sześciokątnym z kołnierzem stożkowym ząbkowanym BN 20170, BN 20226, BN 80007 Klasa własności 8,8 	Stal $R_m \sim 500 - 900$ N/mm ²	0,12 – 0,18	6,5	11,3	27,3	54	93	148	230	
	Żeliwo szare $R_m \sim 150 - 450$ N/mm ²	0,12 – 0,16	5,9	10,1	24,6	48	84	133	206	
	Stopy aluminium niepoddane obróbce cieplnej	0,14 – 0,2	7,8	13,6	32,7	65	112	178	276	
				~Siła naprężenia wstępnego F_M [kN]¹⁾						
			7	9,9	18,1	28,8	41,9	57,5	78,8	

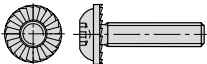
¹⁾Wartości odniesienia dla elementów złącznych bez powłoki i części stalowych współpracujących o wytrzymałości ≤ 800 N/mm²

Prace montażowe

Wartości orientacyjne dla osiągalnej wartości siły naprężenia wstępnego należy sprawdzić w próbach polowych

Siła naprężenia wstępnego i obrotowy moment dociągający

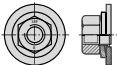
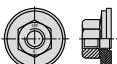
Momenty dokręcające M_A [Nm] i osiągalne naprężenie wstępne F_M [kN] dla śrub ecosyn®-grip przy wykorzystaniu 90 % granicy plastyczności $R_{p0,2}$

Ząbkowana powierzchnia kołnierza	Kontromateriał	Współczynnik tarcia $\sim\mu_{tot}$	Obrotowy moment dociągający M_A [Nm]			
			M5	M6	M8	M10
Opis Klasa własności	Stal $R_m \sim 500 - 900 \text{ N/mm}^2$	0,15 - 0,20	8,5	15	29	67
ecosyn®-grip BN 219 Klasa własności 8.8 	Żeliwo szare $R_m \sim 150 - 450 \text{ N/mm}^2$	0,11 - 0,25	10	17	21	47
	Stopy aluminium niepoddane obróbce cieplnej	0,22 - 0,40	17	29	36	87
	Stopy aluminium poddane obróbce cieplnej	0,19 - 0,35	14	25	33	76
	~Siła naprężenia wstępnego F_M [kN]¹⁾			7	9,9	18,1

¹⁾Wartości odniesienia dla elementów złącznych bez powłoki i części stalowych współpracujących o wytrzymałości $\leq 800 \text{ N/mm}^2$ **! Prace montażowe**

Wartości orientacyjne dla osiągalnej wartości siły naprężenia wstępnego należy sprawdzić w próbach połowych.

Moment dokręcający ecosyn®-SEF**Momenty dokręcające M_A [Nm] i osiągalne siły napięcia wstępnego montażu F_M [kN] dla nakrętek ecosyn®-SEF, przy 90 % wykorzystaniu granicy plastyczności $R_{p0,2}$**

Description nut	Materiał wykonania śruba	Współczynnik tarcia $\sim\mu_{tot}$	Obrotowy moment dociągający M_A [Nm]					
			M4	M5	M6	M8	M10	M12
Klasa własności	Steel class 8.8	0,14 - 0,24	3,3	6,5	11,3	27,3	54	93
ecosyn®-SEF BN 33855 (Typ-L) Klasa własności 8 	~Siły napięcia wstępnego montażu F_M [kN]¹⁾							
				4,3	7	9,9	18,1	28,8
ecosyn®-SEF BN 33966 (Typ-M) Klasa własności 8 								

¹⁾Wartości odniesienia dla elementów złącznych bez powłoki dla osiągalnej siły napięcia wstępnego montażu F_M [kN]**! Prace montażowe**

Wartości orientacyjne dla osiągalnej wartości siły naprężenia wstępnego należy sprawdzić w próbach połowych.

Orientacyjne wartości dla obrotowego momentu dociągającego systemu podkładek klinujących NORD-LOCK®

I Zalecane obrotowe momenty dociągające opierają się na badaniach laboratoryjnych i powinny zostać sprawdzone dla każdego określonego zastosowania przed użyciem. W pewnych warunkach mogą być osiągnięte mniejsze współczynniki tarcia!

Wartości referencyjne wg ISO 16047 po zastosowaniu pasty grafitowej Molykote® 1000 z podkładkami NORD-LOCK® z powłoką z płytków cynku i w połączeniu ze śrubami/trzpieniami gwintowanymi w klasach 8,8, 10,9, 12,9 i stalą austenityczną

NORD-LOCK®							
Klasa własności mechanicznych	Rodzaj smaru	Współczynniki tarcia					
		Na gwinciu i pod łbem śruby	μGwinty min	μGwinty max	μPod łbem śruby min	μPod łbem śruby max	μtot min
8.8	Molykote® 1000	0,10	–	0,13	–	0,12	0,20
10.9	Molykote® 1000	0,10	–	0,11	–	0,11	0,18
12.9	Molykote® 1000	0,10	–	0,10	–	0,11	0,17
A2-70, A4-70 A2-80, A4-80	Molykote® 1000	0,10	–	0,08	–	0,10	0,16

NORD-LOCK®													
Klasa własności mechanicznych	Materiał powierzchni współpracującej	Rodzaj smaru	Współczynniki tarcia μtot	M5x0,8	M6x1	M8x1,25	M10x1,5	M12x1,75	M16x2	M20x2,5	M24x3	M27x3	M30x3,5
				Na gwinciu i pod łbem śruby									
8.8	Stal Rm < 800 N/mm²	Molykote® 1000	0,12 – 0,20	Moment dokręcania M _{A,max} [Nm]									
				5,9	10,1	24,6	48	84	206	415	714	1050	1420
				Maks. napięcie wstępne przy najniższym współczynniku tarcia									
10.9	Stal Rm ≥ 800 N/mm²	Molykote® 1000	0,11 – 0,18	Moment dokręcania M _{A,max} [Nm]									
				7,2	10,2	18,6	29,6	43	81	130	188	246	300
				Maks. napięcie wstępne przy najniższym współczynniku tarcia									
12.9	Stal Rm ≥ 800 N/mm²	Molykote® 1000	0,11 – 0,17	Moment dokręcania M _{A,max} [Nm]									
				9,4	16,4	39,7	78,2	134,9	331	648	1120	1640	2230
				Maks. napięcie wstępne przy najniższym współczynniku tarcia									
A2-70 A4-70	Stal austenityczną 100 – 200 HV	Molykote® 1000	0,10 – 0,16	Moment dokręcania M _{A,max} [Nm]									
				3,6	6,3	15,2	29,9	51,6	126	247	425	623	848
				Maks. napięcie wstępne przy najniższym współczynniku tarcia									
A2-80 A4-80	Stal austenityczną 200 – 300 HV	Molykote® 1000	0,10 – 0,16	Moment dokręcania M _{A,max} [Nm]									
				4,8	8,4	20,2	39,9	68,7	169	330	567	831	1131
				Maks. napięcie wstępne przy najniższym współczynniku tarcia									

Siła naprężenia wstępnego i obrotowy moment dociągający

Napięcie wstępne i moment dociskowy przy założeniu następujących warunków:

- Śruby z łbem sześciokątnym spełniające wymagania ISO 4014 lub ISO 4017
- Śruby z łbem cylindrycznym spełniające wymagania ISO 4762
- Otwór spełniający wymagania ISO 273-m
- $v = 0,9$ dla śrub z niepełnym gwintem, z gwintem metrycznym spełniającym wymagania ISO 68 lub ISO 724

Wybierając moment dokręcania należy wziąć pod uwagę rozrzut wartości momentu, uzależniony od wybranej metody dociągania.

Podane liczby to wartości odniesienia, ustalone na podstawie początkowego stanu materiału, określonego celu oraz użytkowania po nasmarowaniu.

W zależności od naprężeń mechanicznych i dynamicznych, stan powierzchni ulega zmianom wraz ze zmianami temperatury

Wyłączenie odpowiedzialności

Wartości momentu dokręcania wskazane w tym przewodniku zostały przetestowane w laboratoriach badawczych i reprezentują przykładowe konfiguracje. Przewodnik ma stanowić pomoc i wytyczne do obliczania momentu dociskowego, i należy go w ten sposób używać. Wszelkie obliczenia dokonane na podstawie tego przewodnika należy sprawdzić i przetestować przed użyciem. Spółka Nord-Lock International AB i jej jednostki zależne nie biorą odpowiedzialności za żadne prace lub konstrukcje

Torquelator firmy Nord-Lock

Torquelator pomaga w obliczaniu napięcia wstępnego i odpowiadającego mu momentu obrotowego dla połączeń śrubowych zabezpieczanych podkładkami Nord-Lock. Żeby otrzymać wartość momentu obrotowego, trzeba wybrać jedną z dwóch metod obliczeniowych (Kellermann&Klein albo VDI 2230), rozmiar śruby (w systemie metrycznym albo brytyjskim), klasę śruby i środek smarny.

i ciśnienia oraz upływem czasu. Może to wpływać na wartość tarcia występującego pomiędzy elementami.

Wartość tarcia według ISO 16047 dla śrub smarowanych środkiem MOLYKOTE® 1000 podane są w oparciu o pierwsze dociągnięcie i zasady VDI 2230, przy założeniu, że powierzchnia gwintu wewnętrznego odpowiada powierzchni śruby. Dla wszystkich innych połączeń powierzchni wartość tarcia należy zmierzyć.

W niektórych wyjątkowych zastosowaniach, kiedy łączone części cechują się wysoką twardością i niską chropowatością powierzchni, ostatni obrót podczas dokręcania może nastąpić w kontakcie z częścią łączoną, co zmniejsza współczynnik tarcia (μ_{Leb}).

wykonywane z wykorzystaniem obliczeń dokonanych na podstawie tego przewodnika.

Treści niniejszego dokumentu nie można interpretować jako zgody na naruszenie ani rekomendację naruszenia jakichkolwiek patentów lub zarejestrowanych znaków towarowych NORD-LOCK®, www.nord-lock.com.



Śruby o wysokiej wytrzymałości do konstrukcji stalowych (zestawy HV)

Nowo wdrożone rozporządzenie o produktach budowlanych 305/2011 wymaga nowej **deklaracji właściwości użytkowych** dla określonych produktów budowlanych w celu uzyskania **oznakowania CE**. To rozporządzenie (w Niemczech: BauPVO) zastępuje dotychczasową dyrektywę o wyrobach budowlanych (**89/106/EWG**). Norma DIN 18800-7, dotycząca wykonywania nośnych elementów konstrukcyjnych ze stali oraz zasad kwalifikacji producentów, zostaje zastąpiona przez EN 1090. EN 1090 określa wymagania dotyczące wykonania konstrukcji stalowych, które są następnie wprowadzane na rynek jako wyroby budowlane.

Wymagania szczegółowe wobec części złącznych regulują normy zharmonizowane EN 15048, EN 14399 i następne w zakresie **konstrukcji stalowych lub metalowych**.

Należy wyraźnie podkreślić, że oznakowanie CE musi być wiążąco uwzględniane tylko w przypadku, gdy części złączne

są używane do wykonywania budowli, pozostając w niej na stałe i w sposób decydujący wpływając na podstawowe wymagania wobec tej budowli.

Części złączne z konkretnymi wymaganiami z zakresu technologii budowlanych muszą mieć odniesienie do odpowiedniej **normy zharmonizowanej lub deklaracji właściwości użytkowych** już w chwili składania zapytania lub zamówienia.

Klasy wytrzymałości śrub i nakrętek oraz ewentualnie stany obróbki powierzchniowej muszą być określone razem ze wszystkich niezbędnymi możliwościami wyboru, dopuszczonymi przez normę produktową.

Kody europejskie zostały określone jako standardy europejskie w odniesieniu do konstrukcji budynków i obiektów inżynierskich. W zakresie wymiarowania elementów konstrukcji stalowych obowiązuje norma EN 1993.

Kategorie połączeń śrubowych zgodnie z EN 1993-1-8

Połączenia ścinane		
Kat. A	Połączenia ścinane / dwustronnie ścinane	Naprężenie wstępne nie jest wymagane zgodnie z normą
Kat. B	Połączenie odporne na przesuwanie w strefie granicznej przydatności do użytkowania	Naprężenie wstępne jest wymagane
Kat. C	Połączenie odporne na przesuwanie w strefie granicznej nośności	Naprężenie wstępne jest wymagane

Połączenia rozciąganie		
Kat. D	Bez naprężenia wstępnego	Naprężenie wstępne nie jest wymagane zgodnie z normą
Kat. E	Naprężone wstępnie	Naprężenie wstępne jest wymagane

Zestawienie wysokowytrzymałych zestawów połączeń śrubowych w konstrukcjach metalowych według EN 14399

Rodzaj zestawu połączeń śrubowych		System HR				System HV		System HRC	
Wymagania ogólne		EN 14399-1							
Przydatność do naprężania wstępnego		EN 14399-2 oraz w razie potrzeby dodatkowe badania, określone przez normę produktową							
Śruba i nakrętka		EN 14399-3		EN 14399-7		EN 14399-4	EN 14399-8	EN 14399-10	
Znak cechy	Śruba	HR8.8	HR10.9	HR8.8	HR10.9	HV10.9	HVP10.9	HRC10.9	
	Nakrętka	HR8 lub HR10	HR10	HR8 lub HR10	HR10			HR10	HRD10
Podkładka (podkładki)		EN 14399-5 ¹⁾ lub EN 14399-6		EN 14399-5 ¹⁾ lub EN 14399-6		EN 14399-6		EN 14399-6	EN 14399-5 ¹⁾ lub EN 14399-6
Znak cechy		H lub HR ²⁾		H lub HR ²⁾		H lub HV ²⁾		H lub HR ²⁾	H lub HR ²⁾ lub HD ³⁾

¹⁾ Podkładki zgodnie z EN 14399-5 mogą być stosowane tylko pod nakrętkami.

²⁾ Zgodnie z wyborem producenta.

³⁾ Wymagane znakowanie tylko w przypadku podkładek o powiększonej średnicy zewnętrznej zgodnie z EN 14399-5.

Siła naprężenia wstępnego i obrotowy moment dociągający

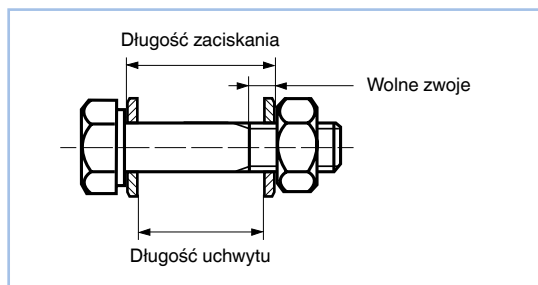
Oznaczenie normy DIN/EN

Norma	Zawartość	Wymiary	Wytrzymałość	Zastąpiony przez
DIN 6914	Śruby HV	M12–M36	10.9	EN 14399-4
DIN 6915	Nakrętki HV	M12–M36	10	EN 14399-4
DIN 6916	Podkładki HV okrągłe	13–37	300–370 HV	EN 14399-6
DIN 6917	Podkładki kwadratowe, klinowe (do płaskowników)	13–37	295–350 HV	pozostają w mocy
DIN 6918	Podkładki kwadratowe, klinowe (do ceowników)	13–37	295–350 HV	pozostają w mocy
DIN 7999	Wkręty pasowane HV	M12–M30	10.9	EN 14399-8

Długość zaciskania

Norma EN 14399-4 mierzy długość zaciskania pomiędzy powierzchnią przylegania tła śruby a nakrętką. Należy uwzględnić odpowiednią ilość wolnych zwojów.

W przypadku śrub ze ściśle określonym naprężeniem wstępnym, zgodnie z EN 14399-3, EN 14399-7 i EN 14399-10 pomiędzy powierzchnią przylegania nakrętki a wolną od gwintu częścią trzonu śruby muszą pozostawać co najmniej cztery pełne zwoje gwintu



Procedury dokręcania

Zestawy do połączeń śrubowych bez ściśle określonego naprężenia wstępnego

Zestawy do połączeń śrubowych bez ściśle określonego naprężenia wstępnego, wykonane ze stali nierostowych, stopowych i austenitycznych stali nierdzewnych, muszą spełniać wymagania EN 15048-1.

Zestawy zgodne z EN 14399-1 mogą być stosowane również do połączeń śrubowych bez określonego naprężenia wstępnego.

Zestawy do połączeń śrubowych ze ściśle określonym naprężeniem wstępnym

Wysokowytrzymałe połączenia śrubowe ze ściśle określonym naprężeniem wstępnym obejmują systemy HR, HV i HRC. Muszą one spełniać wymagania normy EN 14399-1 oraz odpowiednich norm europejskich.

Śruby ze stali nierdzewnej nie mogą być stosowane w połączeniach z określonym naprężeniem wstępnym, o ile nie podano inaczej. Jeżeli są jednak stosowane, to należy je traktować jako szczególne elementy złączne.

O ile nie określono inaczej, jako wartość nominalną minimalnej siły naprężenia wstępnego $F_{p,C}$ należy przyjąć:

$F_{p,C} = 0,7 \times f_{ub} \times A_s$, przy czym f_{ub} to nominalna wytrzymałość materiału śruby, a A_s to powierzchnia naprężania śruby.

Procedury dokręcania dla klas k

Metoda dociągania	Naprężenie wstępne	Klasy k
Metody momentu dokręcania	$F_{p,C}$	K2
Kombinowane procedury naprężania wstępnego	$F_{p,C}$	K1 (lub K2)
Zmodyfikowana procedura naprężania wstępnego	$F_{p,C}$	K1

W przypadku dostarczonych zestawów HV definiowane są tak zwane **klasy k**, stanowiące pośrednią informację o występującym stanie współczynnika tarcia zestawu. **Klasa K1** podaje stan nasmarowania nakrętki jako decydującego elementu zestawu, aby możliwe było niezawodne osiągnięcie wymaganych minimalnych sił naprężenia wstępnego w procesie. Dlatego co do zasady dokręcanie musi odbywać się przy zastosowaniu nakrętki. Klasy k oraz ewentualnie momenty dokręcania dla zmodyfikowanej procedury naprężania wstępnego zgodnie z EN 1993-1-8/NA dla $F_{p,C}$ są podane na opakowaniu. Wszystkie elementy zestawu HV mogą być tym samym bez ograniczeń dobierane z dowolnych partii produkcyjnych jednego producenta i są dostarczane oddzielnie. Odpowiednie momenty dokręcania oraz siły naprężenia wstępnego są podane w normie EN 1993-1-8/NA.

Siły naprężenia wstępnego i obrotowe momenty dociągające do wysokowytrzymałych połączeń śrubowych 10.9 według EN 14399-4 / EN 14399-6 – klasa k równa K1 według EN 14399-1

Obowiązująca norma	Metoda dociągania	Uwagi szczególne
EN 1090-2	Metoda momentu dokręcania	Dopuszczony w Europie tylko z badaniem K2 (oprócz Niemiec)
EN 1090-2	Kombinowana procedura naprężania wstępnego/z kątem obrotu	Tylko z K1 lub K2
DIN EN 1993-1-8/NA	Zmodyfikowana metoda momentu dokręcania i zmodyfikowana kombinowana procedura naprężania wstępnego	Gdy śruby nie są dokręcone maksymalną siłą naprężania wstępnego

Metoda momentu dokręcania

Śruby muszą zostać dokręcone narzędziem, zapewniającym odpowiedni zakres roboczy. Można stosować zarówno wkrętarki ręczne, jak i automatyczne.

Kombinowana procedura naprężania wstępnego z momentem dokręcania wstępnego oraz kątem obrotu dla klasy wytrzymałości 10.9 (EN 1090)

W przypadku kombinowanej procedury naprężania wstępnego dla zestawów HV 10.9 oraz klasy k równej K1 zgodnie z

EN 1090-2, w celu osiągnięcia wymaganej siły naprężenia wstępnego $F_{p,C}$ w pierwszym etapie wprowadzany jest wstępny moment dokręcania zgodnie z wartościami w tabeli. Pierwszy etap dokręcania musi zostać kompletnie wykonany dla wszystkich śrub jednego połączenia, zanim można będzie rozpocząć drugi etap dokręcania, korzystający z wymaganego kąta dalszego dokręcania.

Wymagane siły naprężania wstępnego i momenty dokręcania (EN 1090)

EN 1090-2	Średnica śruby w mm							
	12	16	20	22	24	27	30	36
Wymagana siła naprężenia wstępnego $F_{p,C}$ [kN]	59	110	172	212	247	321	393	572
Moment obrotowy odniesienia (klasa K1) $M_{t,1}$ [Nm]	92	229	447	606	771	1127	1533	2677
Moment dokręcania wstępnego = $0,75 M_{t,1}$ [Nm]	67	165	322	439	557	815	1107	1935

Wymagany kąt dalszego dokręcania dla kombinowanej procedury naprężania wstępnego w przypadku zestawów klasy wytrzymałości 10.9 (EN 1090)

Łączna grubość nominalna «t» łączonych elementów (włącznie ze wszystkimi blachami podkładowymi i podkładkami) d = średnica śruby	Kąt dalszego obrotu, który należy uzyskać w drugim etapie dokręcania
$< 2 d$	60°
$2 d \leq t < 6 d$	90°
$6 d \leq t \leq 10 d$	120°

Uwaga: Jeżeli powierzchnia pod łbem śruby lub nakrętką (przy uwzględnieniu ewentualnie użytych podkładek klinowych) nie jest prostopadła do osi śruby, wymagany kąt dalszego obrotu należy oznaczyć metodą empiryczną.

Siła naprężenia wstępnego i obrotowy moment dociągający

Zmodyfikowana metoda momentu dokręcania i zmodyfikowana kombinowana procedura naprężania wstępnego (DIN EN 1993-1-8/NA)

1. Proces dokręcania przy użyciu zmodyfikowanej metody momentu dokręcania obejmuje zasadniczo dwa etapy dokręcania. Określany wstępny moment dokręcania, wynoszący maks. $0,75 \times$ zmodyfikowanego momentu obrotowego odniesienia jest stosowany dla wszystkich śrub w połączeniu przed rozpoczęciem drugiego etapu dokręcania. Przy użyciu zmodyfikowanego momentu obrotowego odniesienia z tabeli osiąga się zasadniczą siłę naprężania wstępnego F_{p,C^*} na drugim etapie dokręcania.

2. W przypadku zmodyfikowanej, kombinowanej procedury naprężania wstępnego, w celu uzyskania zasadniczego naprężenia wstępnego F_{p,C^*} , wprowadzany jest moment dokręcania wstępnego metodą momentu obrotowego. Pierwszy etap dokręcania musi zostać kompletnie wykonany dla wszystkich śrub jednego połączenia, zanim można będzie rozpocząć drugi etap dokręcania, korzystający z wymaganego kąta dalszego dokręcania.

Wymagane siły naprężania wstępnego i momenty dokręcania (DIN EN 1993-1-8/NA)

DIN EN 1993-1-8/NA	Średnica śruby w mm							
	12	16	20	22	24	27	30	36
Zmodyfikowana siła naprężania wstępnego F_{p,C^*} [kN]	50	100	160	190	220	290	350	510
Zmodyfikowany moment obrotowy odniesienia (klasa K1) M_A [Nm]	100	250	450	650	800	1250	1650	2800
Wstępny moment dokręcania dla kombinowanego dalszego dokręcania [Nm]	75	190	340	490	600	940	1240	2100

Wymagany kąt dalszego dokręcania dla kombinowanej procedury naprężania wstępnego w przypadku zestawów klasy wytrzymałości 10.9 (DIN EN 1993-1-8/NA)

Łączna grubość nominalna «t» łączonych elementów (włącznie ze wszystkimi blachami podkładowymi i podkładkami) d = średnica śruby	Kąt dalszego obrotu, który należy uzyskać w drugim etapie dokręcania
< 2 d	45°
2 d ≤ t < 6 d	60°
6 d ≤ t ≤ 10 d	90°

Uwaga: Jeżeli powierzchnia pod łbem śruby lub nakrętką (przy uwzględnieniu ewentualnie użytych podkładek klinowych) nie jest prostopadła do osi śruby, wymagany kąt dalszego obrotu należy oznaczyć metodą empiryczną.