

Jak používat doporučené hodnoty

Předpětí a utahovací momenty

Tento postup nenahrazuje ani výpočet definovaný v VDI 2230 a neodpovídá ani současným moderním trendům rozvoje techniky. Nicméně, může přibližně pomoci stanovit moment, který nebude příčinou zlomení šroubu při montáži. Hlavní příčinou takových lomů je skutečnost, že koeficient tření je nižší než předpokládaný.

Krok 1: Koeficient tření $\mu_K = \mu_G$

V případě nejistoty třecích podmínek v závitech a pod hlavou musí být z tabulky **F.049** zvolen nejnižší možný koeficient tření $\mu_K = \mu_G$ (např. při první montáži, údržbě a opravě).

Příklad:

Spojové díly jsou galvanicky pozinkovány
Koeficient tření $\mu_K = \mu_G = 0,14 - 0,24$, nejnižší koeficient tření $\mu_K = \mu_G = 0,14$

Krok 2: Utahovací moment $M_{A \max}$

Tento maximální povolený utahovací moment při 90 %-ním využití meze meze kluzu R_{el} , resp. smluvní meze kluzu $R_{p0,2}$ je uveden v tabulkách momentů a předpětí od str. **F.053**. Tyto hodnoty platí za předpokladu použití přesných momentových klíčů či přesných utahovacích nástrojů s maximální nepřesností 5 %.

Příklad:

Šroub se šestihrannou hlavou ISO 4017, M12, třída pevnosti 8.8, pozinkovaný.

Vyhledejte na str. **F.054** ve sloupci «Závit» M12 řádek $\mu_K = \mu_G = 0,14$. Najděte v tomto řádku v pravé polovině tabulky «Maximální utahovací momenty» ve sloupci «Třída pevnosti 8.8» maximální utahovací moment $M_{A \max} = 93 \text{ Nm}$

Krok 3: Maximální předpětí $F_{M \max}$

Maximální utahovací moment $M_{A \max}$ odvozený od předpětí $F_{M \max}$ najdete v téže tabulce.

Příklad:

V levé polovině tabulky najdete ve sloupci «Třída pevnosti 8.8» a na řádku «M12/0,14» výslednou maximální montážní sílu předpětí $F_{M \max} = 41,9 \text{ kN}$

Krok 4: Minimální předpětí $F_{M \min}$

Minimální sílu předpětí lze vypočítat podílem maximálního předpětí ku faktoru utažení α_A – viz tabulka na straně **F.051**.

Příklad:

Utahujeme-li běžným moderním momentovým klíčem s nepřerušovaným utahováním a s odhadnutým koeficientem tření, musíme počítat s faktorem utažení $\alpha_A = 1,6 - 2,0$ (viz tabulka na str. **F.051**). Jedná-li se, dle příkladu, o klíč se signalizací, platí vyšší hodnota $\alpha_A = 2,0$.

Protože však krátký šroub M12x40 lze dotahovat s malým úhlem otočení a spojení je poměrně tuhé, lze tuto hodnotu zvolit poněkud nižší.

Předpokládaný utahovací faktor $\alpha_A = 1,8$

Minimální očekávané předpětí (svěrná síla):

$$F_{M \min} = F_{M \max} / \alpha_A = 41,9 \text{ kN} / 1,8$$

$$F_{M \min} = 23,3 \text{ kN}$$

Krok 5: Dvojitá kontrola hodnot,

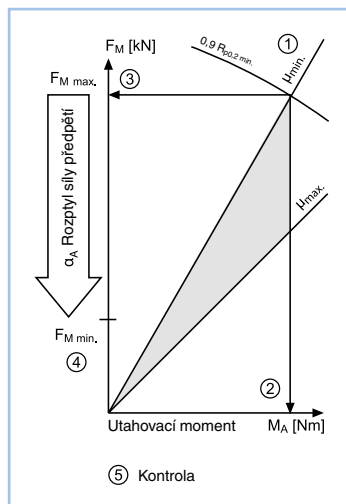
pro bezpečnost návrhu je doporučováno provedení dvojité kontroly hodnot použitím výpočtů uvedených v VDI 2230.

- Je minimální síla předpětí $F_{M \min}$ dostatečná pro zamýšlené použití?
- Není plošný tlak v dosedacích plochách příliš vysoký?
- Jak vysoká je zbytková síla předpětí za provozních podmínek?
- Není překračována mez únavy šroubu?

Je-li z nějakých důvodů použit nižší utahovací moment M_A než je tabulková hodnota, snižuje se také síla předpětí F_M . Tím bude ovlivněna i minimální síla předpětí $F_{M \min}$. Uživatel musí následně vyzkoušet, zda je sevření spoje ještě vyhovující.

Možné důvody rozdílného momentu:

- koeficient tření je nižší, než předpokládaný – může vést ke zlomení během montáže,
- momentové klíče nejsou tak přesné, jak by měly být – rovněž může vést ke zlomení během montáže nebo při použití
- spojované díly jsou neočekávaně deformovány (vtlačení hlavy do materiálu)
- nedostatečné znalosti montážních pracovníků



Orientační hodnoty pro normální metrický závit VDI 2230

Hodnoty momentů na základě VDI 2230, vydání 2015: Tabulka uvádí maximální povolené utahovací momenty a z nich plynoucí maximální síly předpětí pro šrouby se šestihlannou hlavou a pro šrouby s válcovou hlavou s vnitřním šestihlannem. Hodnoty momentu/předpětí jsou rovněž použitelné pro další typy spojovacích prvků s vnějším závitem s ekvivalentní pevností a s dosedacími plochami. Hodnoty jsou na základě **90 % využití meze kluzu**

R_{eL} /smluvní meze kluzu $R_{p0,2}$. Průměry otvorů pro svorníky a šrouby odpovídají ISO 273 – střední řada.

Tabulka uvádí pouze maximální povolené hodnoty bez uvažování koeficientu bezpečnosti. Při práci s tabulkou se předpokládá adekvátní znalost příslušných směrnic a kritérií pro dimenzování šroubových spojů.

! Obecné tabulky F.053 a F.054

Uvedené hodnoty jsou o něco vyšší než v VDI 2230, vydání 1986. Tato vyšší hodnota umožňuje lépe využít pevnost šroubu. Při montáži může být dosaženo vyšší předpětí.

Důrazně doporučujeme výpočet šroubového spoje! VDI 2230, vydání 2015

i Uťahovací momenty, tabulky F.053 a F.054

Při $M_A = F_M \cdot X$ lze vypočítat utahovací moment ke každé jiné síle předpětí (za předpokladu stejného koeficientu tření a stejného rozměru závitu).

Zavítý	Koeficient tření $\mu_K = \mu_G$	Maximální síla předpětí $F_{M \max}$ [N]							Maximální utahovací moment $M_{A \max}$ [Ncm]							Přepočítací faktor X
		Třída pevnosti dle ISO 898/1							Třída pevnosti dle 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

Závit	Koeficient tření $\mu_K = \mu_G$	Maximální síla předpětí $F_{M\max}$ [kN]							Maximální utahovací moment $M_{A\max}$ [Nm]							Přepočítací faktor X
		Třída pevnosti dle ISO 898/1							Třída pevnosti dle 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

Předpětí a utahovací momenty

Závity	Koeficient tření $\mu_K = \mu_G$	Maximální síla předpětí $F_{M \max}$ [kN]							Maximální utahovací moment $M_{A \max}$ [Nm]							Přepočítací faktor X
		Třída pevnosti dle ISO 898/1							Třída pevnosti dle 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
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
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
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
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
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
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
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
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
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
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
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
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

Doporučené hodnoty pro metrický jemný závit VDI 2230

Údaje jsou na základě VDI 2230, vydání 2015; síly předpětí a utahovací momenty pro šrouby bez hlavy třídy pevnosti 8.8 až 12.9 při 90 %-ním využití meze kluzu $R_{p0,2}$.

Tabulka uvádí pouze maximální povolené hodnoty bez uvažování koeficientu bezpečnosti. Při práci s tabulkou se předpokládá adekvátní znalost příslušných směrnic a kritérií pro dimenzování šroubových spojů.

Závit	Koeficient tření $\mu_k = \mu_G$	Maximální síla předpětí $F_{M \max}$ [kN]			Maximální utahovací moment $M_{A \max}$ [Nm]		
		Třída pevnosti dle ISO 898/1			Třída pevnosti dle 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

► Vysvětlivky ke koeficientu tření μ
Strana F.049

Závrtné šrouby se zeslabeným dříkem

Závrtné šrouby z oceli 21 CrMo V 5 7 (DIN 2510 L list 3)

Doporučené hodnoty pro montážní síly předpětí a utahovací momenty při 70 %-ní minimální mezi kluzu (smluvní mezi kluzu).

Normální závit	M12		M16		M20		M24	
Ø dříku	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

Utahovací momenty pro šrouby z plastu / Polyamid 6.6 a Polyamid 6.6-GF50

podle DIN 34810: 2018-04

Orientační hodnoty vhodných utahovacích momentů pro šrouby z polyamidu 6.6 (PA6.6 + PA6.6-GF50) při 20 °C po skladování v normálním klimatu (relativní vlhkost vzduchu podle DIN 50014) do dosažení rovnováhy vlhkosti.

Utahovací momenty pro šrouby z plastu / PA6.6						
Závity	M3	M4	M5	M6	M8	M10
M_A [Nm]	0,1	0,25	0,5	0,8	1,8	3,5

Aby nedošlo k nepřipustnému překročení tabulkového utahovacího momentu, doporučuje se používat maximální otáčky šroubováku 150 ot./min.

Utahovací momenty pro šrouby z plastu / PA6.6-GF50			
Závity	M5	M6	M8
M_A [Nm]	0,75	1,75	4,0

Utahovací momenty (orientační hodnoty) pro šrouby z mosazi (CU2)

Závity	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

Šrouby z austenitické nerezové ocele A1/A2/A4

Síly předpětí/utahovací momenty (normální metrický závit) pro šrouby s dělkem třídy pevnosti 50/70/80 při **90 %-ním využití meze kluzu $R_{p0,2}$** .

Tabulka uvádí pouze maximální povolené hodnoty bez uvažování koeficientu bezpečnosti. Při práci s tabulkou se předpokládá adekvátní znalost příslušných směrnic a kritérií pro dimenzování šroubových spojů.

Závity	$\mu_K = \mu_G$	Síla předpětí $F_{M \max}$ [kN] Třída pevnosti			Utahovací moment $M_{A \max}$ [Nm] Třída pevnosti		
		50	70	80	50	70	80
M1,6	0,1	0,21	0,45	0,6	0,05	0,11	0,15
	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
M2	0,1	0,35	0,74	1	0,11	0,23	0,30
	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
M2,5	0,1	0,58	1,23	1,64	0,22	0,46	0,62
	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
M3	0,1	0,86	1,84	2,5	0,37	0,8	1,1
	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
M4	0,1	1,5	3,2	4,2	0,86	1,85	2,4
	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
M5	0,1	2,4	5,2	6,9	1,6	3,6	4,8
	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
M6	0,1	3,4	7,3	9,7	2,9	6,3	8,4
	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
M8	0,1	6,2	13,4	17,9	7,1	15,2	20,3
	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
M10	0,1	9,9	21,3	28,4	14	30	39
	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
M12	0,1	14,4	31	41,4	24	51	68
	0,2	12,6	27	36	38	82	109
	0,3	10,7	23	30,8	47	102	136
M14	0,1	19,8	42,6	56,8	38	82	109
	0,2	17,3	37	49,5	61	131	175
	0,3	14,8	31,7	42,3	76	163	217
M16	0,1	27,2	58	77,7	58	126	168
	0,2	23,7	51	67,9	95	204	272
	0,3	20,3	43,5	58,2	119	255	340

Závity	$\mu_K = \mu_G$	Síla předpětí $F_{M \max}$ [kN] Třída pevnosti			Utahovací moment $M_{A \max}$ [Nm] Třída pevnosti		
		50	70	80	50	70	80
M18	0,1	33,2	71	94	82	176	235
	0,2	28,9	62	82	131	282	376
	0,3	24,7	53	70	164	352	469
M20	0,1	42,5	91	121	115	247	330
	0,2	37,1	79,6	106	187	401	534
	0,3	31,8	68	90	234	501	669
M22	0,1	52,9	113	151	157	337	450
	0,2	46,3	99,3	132	257	551	735
	0,3	39,7	85,2	114	323	692	923
M24	0,1	61,2	131	175	198	426	568
	0,2	53,5	115	153	322	690	920
	0,3	45,8	98	131	403	863	1151
M27	0,1	80,2	—	—	292	—	—
	0,2	70,3	—	—	478	—	—
	0,3	60,3	—	—	601	—	—
M30	0,1	97,6	—	—	397	—	—
	0,2	85,5	—	—	648	—	—
	0,3	73,3	—	—	831	—	—
M33	0,1	121	—	—	536	—	—
	0,2	106	—	—	880	—	—
	0,3	91	—	—	1108	—	—
M36	0,1	143	—	—	690	—	—
	0,2	125	—	—	1130	—	—
	0,3	107	—	—	1420	—	—
M39	0,1	171	—	—	890	—	—
	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 przeciwciernie Molykote (kolor czarny), niskie prędkości obrotowe wkrętarek, płynne dokręcanie bez przerw (niekorzystne są wkrętarce udarowe).

 Vysvětlivky ke koeficientu tření μ
Strana F.049

Bezpečnost v technologii spojování vyžaduje správnou specifikaci stavu mazání

Koeficient tření je především ovlivněn kombinací materiálů, kvalitou povrchů a podmínkami mazání. Znalost koeficientu tření spolu ve vztahu k «síle předpětí» je podmínkou bezpečné montáže. Korozního prostředí působící na závit nebo povrch dílů vzniká v důsledku dlouhodobého působení různých kombinací materiálů, vysokých provozních teplot i vlhkosti, a zhoršuje tak montážní podmínky.

Pro bezpečnou a jistou montáž jsou doporučeny povlaky ke snížení tření

Tribologický suchý povlak je řešení pro mechanicky zatížitelné spojovací díly a součásti (šrouby, matice, podložky). Tento povlak je ne-elektrolyticky nanášený tenkovrstvý film s integrovanými mazacími vlastnostmi a poskytující také ochranu

Povlaky pro snížení tření jsou na dotyk suché filmy, které, pokud jde o jejich složení, jsou podobné běžným průmyslovým lakům. Například **CresaCoat®** jako hospodárné řešení zajišťuje konstantní koeficienty tření a přispívá k dalšímu zjednodušení procesu montáže.

Spojovací prvky s vnitřním tvarem pro utažení a s nízkou hlavou

Doporučené hodnoty utahovacího momentu 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 šroubu										
Ocel	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	–	–	–	–	–	–	–
Nerezová ocel		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	–	–	–	–	–	–	–

➤ Snížená pevnost
Strana F.054

! Zkontrolujte okrajové podmínky!

Šrouby nejsou vhodné pro vysoké provozní síly. Vnitřní a vnější tvary pro utahování těchto šroubů povoluje použití jen snížených utahovacích momentů.

! Snížená zatížitelnost

Šrouby podle různých specifikací jsou z titulu geometrie hlavy a/nebo tvaru pro utahování předmětem snížené zatížitelnosti v souladu s ISO 898-1, což znamená, že je nutné vzít v úvahu sníženou hodnotu momentu.

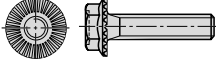
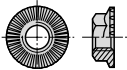
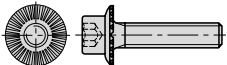
Udávané utahovací momenty nemusí být vždy spolehlivě aplikovány s ohledem na tvar pro utahování – v těchto případech mohou pomoci kuželové bity.

Hodnoty snížených utahovacích momentů 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 šroubu											     
Ocel	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⁾ Různé
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
Nerezová	A2 BN 2058		A2 BN 10649	BN 5952	BN 2845		A2/A4 BN 616 4719 2104 2105	BN 3803 20039	A2 BN 5951	A2/A4 Různé	
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	–	–

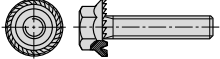
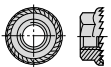
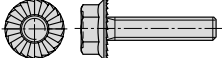
¹⁾ Třídy pevnosti a mechanické vlastnosti podle ISO 898 část 5 platí pro stavěcí šrouby, které nejsou namáhány tahem.

Přírubové šrouby a matice

Utahovací momenty M_A [Nm] a dosažitelné síly předpětí F_M [kN] pro šrouby/matice VERBUS RIPP® a pro šrouby INBUS RIPP® při 90%-ním využití meze kluzu $R_{p0,2}$

Zoubkovaná příruba	Materiál protikusu	Koeficient tření ~μ _{tot}	Utahovací momenty M _A [Nm]							
			M5	M6	M8	M10	M12	M14	M16	
Popis Třída pevnosti	Ocel R _m ≥ 800 N/mm ²	0,13 až 0,16	10	18	37	80	120	215	310	
VERBUS RIPP® BN 2797, BN 9727 třída pevnosti 100 	Ocel R _m < 800 N/mm ²	0,12 až 0,18	11	19	42	85	130	230	330	
	Šedá litina R _m ~150 až 450 N/mm ²	0,125 až 0,16	9	16	35	75	115	200	300	
	Hliníková slitina tepelně nezušlechtěná	0,14 až 0,2	16	28	65	120	190	320	450	
	Hliníková slitina tepelně zušlechtěná	0,13 až 0,18	14	25	55	100	160	275	400	
BN 2798, BN 14527 třída pevnosti 10 	~Síla předpětí F_M [kN]¹⁾									
	9 12,6 23,2 37 54 74 102									
INBUS RIPP® BN 3873 třída pevnosti 100 	Ocel R _m ≥ 800 N/mm ²	0,13 až 0,16	11	20	42	85	140			
	Ocel R _m < 800 N/mm ²	0,12 až 0,18	13	24	45	90	150			
	Šedá litina R _m ~150 až 450 N/mm ²	0,125 až 0,16	10	19	39	80	120			
	~Síla předpětí F_M [kN]¹⁾									
	9 12,6 23,2 37 54									

Utahovací momenty M_A [Nm] a dosažitelné síly předpětí F_M [kN] pro šrouby/matice VERBUS TENSILOCK® při 90%-ním využití meze kluzu $R_{p0,2}$

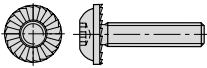
Zoubkovaná příruba jen na vnějším okraji	Materiál protikusu	Koeficient tření ~μ _{tot}	Utahovací momenty M _A [Nm]							
			M5	M6	M8	M10	M12	M14	M16	
Popis Třída pevnosti	Ocel R _m ~500 až 900 N/mm ²	0,14 až 0,18	9,5	16,5	40	79	137	218	338	
VERBUS TENSILOCK® BN 73 třída pevnosti 90 	Šedá litina R _m ~150 – 450 N/mm ²	0,12 až 0,18	7,6	13,2	31,8	63	108	172	264	
	Hliníková slitina tepelně nezušlechtěná	0,16 až 0,24	10,5	18,2	44	87	150	240	372	
	~Síla předpětí F_M [kN]¹⁾									
	6,35 9 16,5 26,6 38,3 52,5 73									
BN 190, BN 30312, BN 20230, BN 80014 třída pevnosti 8 										
Šrouby se šestihlannou hlavou s přírubou se zuby BN 20170, BN 20226, BN 80007 třída pevnosti 8.8 	Ocel R _m ~500 až 900 N/mm ²	0,12 až 0,18	6,5	11,3	27,3	54	93	148	230	
	Šedá litina R _m ~150 – 450 N/mm ²	0,12 až 0,16	5,9	10,1	24,6	48	84	133	206	
	Hliníková slitina tepelně nezušlechtěná	0,14 až 0,2	7,8	13,6	32,7	65	112	178	276	
	~Síla předpětí F_M [kN]¹⁾									
	7 9,9 18,1 28,8 41,9 57,5 78,8									

¹⁾ Referenční hodnoty pro spojovací díly a díly protikusu z ocele s pevností v tahu ≤ 800 N/mm²

Montáž

Doporučené hodnoty pro dosažitelné síly předpětí je třeba zkontrolovat v praxi.

Utahovací momenty M_A [Nm] a dosažitelné síly předpětí F_M [kN] pro ecosyn®-grip šrouby při 90%-ním využití meze kluzu $R_{p0,2}$

Plošné ozubení spodní strany hlavy	Materiál protikusu	Koeficient tření $\sim\mu_{tot}$	Utahovací momenty M_A [Nm]			
			M5	M6	M8	M10
Popis Třída pevnosti	Ocel $R_m \sim 500$ až 900 N/mm ²	0,15 až 0,20	8,5	15	29	67
 ecosyn®-grip BN 219 třída pevnosti 8.8	Šedá litina $R_m \sim 150$ až 450 N/mm ²	0,11 až 0,25	10	17	21	47
	Hliníková slitina tepelně nezušlechťená	0,22 až 0,40	17	29	36	87
	Hliníková slitina tepelně zušlechťená	0,19 až 0,35	14	25	33	76
	~Síla předpětí F_M [kN] ¹⁾					
			7	9,9	18,1	28,8

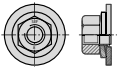
¹⁾ Referenční hodnoty pro spojovací díly a díly protikusu z ocele s pevností v tahu ≤ 800 N/mm²

! Montáž

Doporučené hodnoty pro dosažitelné síly předpětí je třeba zkontrolovat v praxi.

Utahovací momenty ecosyn®-SEF

Utahovací momenty M_A [Nm] a dosažitelná montážní síla předpětí F_M [kN] pro matice ecosyn®-SEF při 90% využití meze prodloužení $R_{p0,2}$

Description nut	Materiál šroubu	Koeficient tření $\sim\mu_{tot}$	Utahovací momenty M_A [Nm]					
			M4	M5	M6	M8	M10	M12
Třída pevnosti	Ocel třídy 8.8	0,14 až 0,24	3,3	6,5	11,3	27,3	54	93
 ecosyn®-SEF BN 33855 (Typ-L) Třída pevnosti 8			~Montážní síla předpětí F_M [kN] ¹⁾					
			4,3	7	9,9	18,1	28,8	41,9
 ecosyn®-SEF BN 33966 (Typ-M) Třída pevnosti 8								

¹⁾ Referenční hodnoty pro spojovací díly bez povrchové úpravy pro dosažitelnou montážní sílu předpětí F_M [kN]

! Montáž

Doporučené hodnoty pro dosažitelné síly předpětí je třeba zkontrolovat v praxi.

Doporučené hodnoty utahovacího momentu podložek NORD-LOCK®

! Doporučené utahovací momenty jsou stanoveny na základě laboratorních zkoušek a pro každé specifické použití musí být ověřeny předem.
Z určitých provozních podmínek může být dosaženo menšího koeficientu tření!

Referenční hodnota podle ISO 16047 na základě aplikované grafitové pastě Molykote® 1000 s podložkami NORD-LOCK® se zinkovými vložkami, spárovanými se šrouby/svorníky 8.8, 10.9, 12.9 a se šrouby z austenitické ocele

NORD-LOCK®							
Třída pevnosti	Typ mazání	Koeficienty tření					
	Plochy uvnitř závitu a pod hlavou	$\mu_{\text{Závity min}}$	$\mu_{\text{Závity max}}$	$\mu_{\text{Head min}}$	$\mu_{\text{Head max}}$	$\mu_{\text{tot min}}$	$\mu_{\text{tot max}}$
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®													
Třída pevnosti	Materiál styčných ploch	Typ mazání	Koeficienty tření μ_{tot}	M5x0,8	M6x1	M8x1,25	M10x1,5	M12x1,75	M16x2	M20x2,5	M24x3	M27x3	M30x3,5
		Plochy uvnitř závitu a pod hlavou											
8.8	Ocel $R_m < 800 \text{ N/mm}^2$	Molykote® 1000	0,12 až 0,20	Utahovací moment $M_{A \text{ max}}$ [Nm]									
				5,9	10,1	24,6	48	84	206	415	714	1050	1420
				Max. předpětí F_M [kN]									
10.9	Ocel $R_m \geq 800 \text{ N/mm}^2$	Molykote® 1000	0,11 až 0,18	7,2	10,2	18,6	29,6	43	81	130	188	246	300
				Utahovací moment $M_{A \text{ max}}$ [Nm]									
				8,1	14	33,9	66,8	115	283	554	953	1400	1900
12.9	Ocel $R_m \geq 800 \text{ N/mm}^2$	Molykote® 1000	0,11 až 0,17	Max. předpětí F_M [kN]									
				10,7	15,2	27,7	44	64,1	120	188	270	355	432
				Utahovací moment $M_{A \text{ max}}$ [Nm]									
A2-70 A4-70	Austenitická ocel 100 – 200 HV	Molykote® 1000	0,10 až 0,16	9,4	16,4	39,7	78,2	134,9	331	648	1120	1640	2230
				Max. předpětí F_M [kN]									
				12,5	17,7	32,4	51,5	75	141	220	317	416	506
A2-80 A4-80	Austenitická ocel 200 – 300 HV	Molykote® 1000	0,10 až 0,16	Utahovací moment $M_{A \text{ max}}$ [Nm]									
				3,6	6,3	15,2	29,9	51,6	126	247	425	623	848
				Max. předpětí F_M [kN]									
A2-80 A4-80	Austenitická ocel 200 – 300 HV	Molykote® 1000	0,10 až 0,16	5,2	7,3	13,4	21,3	31,1	58,3	91,1	131	172	209
				Utahovací moment $M_{A \text{ max}}$ [Nm]									
				4,8	8,4	20,2	39,9	68,7	169	330	567	831	1131
A2-80 A4-80	Austenitická ocel 200 – 300 HV	Molykote® 1000	0,10 až 0,16	Max. předpětí F_M [kN]									
				6,9	9,8	17,9	28,5	41,4	77,7	121	175	229	279

Montážní předpětí a utahovací moment je stanoven na základě následujících podmínek:

- Šrouby se šestihrannou hlavou podle normy ISO 4014 nebo ISO 4017
- Šrouby s válcovou hlavou podle normy ISO 4762
- Otvor podle normy ISO 273-m
- $v = 0,9$ pro stopkové šrouby s metrickým standardním závitem podle normy ISO 68 nebo ISO 724

Při rozhodování o velikosti použitého momentu je třeba vzít v úvahu rozptýl aplikovaného momentu, jenž se mění v závislosti na zvoleném způsobu utahování.

Uvedené údaje představují referenční hodnoty, které odpovídají počátečnímu stavu materiálu, určenému účelu způsobu použití a stavu mazání.

Podle typu mechanického a dynamického namáhání dochází ke změně stavu povrchu, a to v závislosti na teplotě, tlaku a času. Mohou být ovlivněny také podmínky tření součástí.

Hodnoty tření dle normy ISO16047 pro šrouby mazané mazivem MOLYKOTE® 1000 jsou uvedeny na základě hodnot při prvním utažení a podle zásad VDI 2230 za předpokladu, že povrch vnitřního závitu odpovídá povrchu šroubu. U všech ostatních kombinací povrchů je nutno hodnoty tření měřit.

V některých výjimečných případech u aplikací s vysokou tvrdostí a nízkou drsností povrchu upnutých částí může během konečného dotahování docházet k otáčení vzhledem k upnuté části a ke snížení koeficientu tření (μ hlava).

Odmítnutí odpovědnosti

Orientační hodnoty utahovacího momentu v tomto návodu byly ověřeny ve zkušebních laboratořích a představují příklady konfigurace. Tyto pokyny mají sloužit jako pomůcka a návod k výpočtu utahovacího momentu a měly by být jako takové použity. Jakékoliv výpočty provedené na základě těchto pokynů musí být před použitím ověřeny a testovány. Společnost Nord-Lock International AB a její dceřiné společnosti nenesou odpovědnost za žádné práce či konstrukce provedené na základě výpočtů uvedených v těchto pokynech.

Obsah této dokumentace nelze interpretovat jako povolení nebo doporučení k porušení jakýchkoliv patentů nebo registrované ochranné známky společnosti NORD-LOCK®, www.nord-lock.com

Torquelator (aplikace pro výpočet utahovacího momentu) od společnosti Nord-Lock

Vypočítá vstupní zatížení a odpovídající utahovací moment pro šroubové spoje, které jsou zajištěny podložkami Nord-Lock. Můžete si zvolit jednu ze dvou různých metod výpočtu (Kellermann&Klein a VDI 2230), vybrat velikost šroubu (metrické a imperiální jednotky), třídu šroubu a mazání a získat hodnotu utahovacího momentu.



Vysokopevnostní konstrukční svorníky (sestavy HV)

Na základě Nařízení o stavebních výrobcích (EU) č. 305/2011 (CPR) je u specifikovaných stavebních výrobků **označených CE** nově zapotřebí **prohlášení o vlastnostech** v souladu s CPR. Nařízení tak nahrazuje dosavadní směrnici o stavebních výrobcích (**směrnice 89/106/EHS**). Normu DIN 18800-7 o provádění nosných konstrukcí z oceli a pravidla pro kvalifikaci výrobců nahrazuje norma EN 1090. Norma EN 1090 stanovuje požadavky na prokazování shody ocelových konstrukcí, které se uvádějí do oběhu jako stavební výrobky.

Jednotlivé požadavky na spojovací prvky upravují harmonizované normy EN 15048 a EN 14399 a násl. pro **ocelové, resp. kovové konstrukce**.

Je nezbytné jednoznačně zdůraznit, že označení CE je povinné jen tehdy, pokud mají být spojovací prvky trvale použity v

pozemní stavbě, ve které budou rozhodující mírou ovlivňovat její základní konstrukční požadavky.

Spojovací prvky se specifickými požadavky na konstrukci musí již v případě poptávky a/nebo objednávky s odpovídající specifikací obsahovat odkaz na příslušnou **harmonizovanou normu** nebo na **prohlášení o vlastnostech**.

Spolu s veškerými povolenými volitelnými možnostmi dle výrobové normy musí být předepsány třídy pevností šroubů a matic a případné povrchové úpravy.

Ve vztahu na konstrukce budov a jiných inženýrských konstrukcí jsou s odkazem na Evropskou normu stanoveny Eurokódy. Pro dimenzování ocelových konstrukcí platí norma EN 1993.

Kategorie šroubových spojů dle EN 1993-1-8

Spoje namáhané na střih		
Kat. A	Spoje nosného typu	Podle normy není vyžadováno předpětí
Kat. B	Kluzu odolné spoje v mezním stavu využitelnosti	Je vyžadováno předpětí
Kat. C	Kluzu odolné spoje v mezním stavu využitelnosti	Je vyžadováno předpětí

Spoje namáhané na tah		
Kat. D	Bez předpětí	Podle normy není vyžadováno předpětí
Kat. E	S předpětím	Je vyžadováno předpětí

Přehled sestav vysokopevnostních šroubových spojů pro kovové konstrukce podle EN 14399

Druh sestavy šroubových spojů		Systém HR				Systém HV		Systém HRC	
Všeobecné požadavky		EN 14399-1							
Vhodnost pro předpinání		EN 14399-2 a v případě nutnosti další zkoušky stanovené v normě							
Šroub a matice		EN 14399-3		EN 14399-7		EN 14399-4	EN 14399-8	EN 14399-10	
Symboly značení	Šroub	HR8.8	HR10.9	HR8.8	HR10.9	HV10.9	HVP10.9	HRC10.9	
	Matice	HR8 nebo HR10	HR10	HR8 nebo HR10	HR10	HV10		HR10	HRD10
Podložka (podložky)		EN 14399-5 ¹⁾ nebo EN 14399-6		EN 14399-5 ¹⁾ nebo EN 14399-6		EN 14399-6		EN 14399-6	EN 14399-5 ¹⁾ nebo EN 14399-6
Symboly značení		H nebo HR ²⁾		H nebo HR ²⁾		H nebo HV ²⁾		H nebo HR ²⁾	H nebo HR ²⁾ nebo HD ³⁾

¹⁾ Podložky dle normy EN 14399-5 se mohou používat jen pod maticí.

²⁾ Podle volby výrobce.

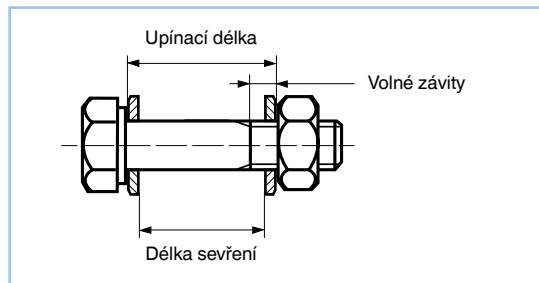
³⁾ Povinné označení jen u podložek se zvětšeným vnějším průměrem dle normy EN 14399-5.

Vztah mezi normami DIN/EN

Norma	Obsah	Rozměry	Pevnost	Nahrazeno
DIN 6914	Šrouby HV	M12–M36	10.9	EN 14399-4
DIN 6915	Matice HV	M12–M36	10	EN 14399-4
DIN 6916	Podložky HV kruhové	13–37	300–370 HV	EN 14399-6
DIN 6917	Podložky čtyřhranné, klínové (pro profily tvaru I)	13–37	295–350 HV	Zůstávají zachovány
DIN 6918	Podložky čtyřhranné, klínové (pro profily tvaru U)	13–37	295–350 HV	Zůstávají zachovány
DIN 7999	Lícované šrouby HV	M12–M30	10.9	EN 14399-8

Svěrná délka

Podle normy EN 14399-4 je upínací délka vzdálenost mezi kontaktními povrchy hlavy šroubu a matice. Vzdálenost mezi podložkami je délka sevření. Je třeba zohlednit dostatek volných závitů. Měly by se zohlednit dostatečné volné závitů. U předpjatých šroubů dle EN 14399-3, EN 14399-7 a EN 14399-10 musejí být mezi dosedací plochou matice a částí dířku šroubu bez závitů alespoň čtyři úplné závitů.



Způsoby utahování

Sestavy pro nepředpjaté šroubové spoje

Sestavy pro nepředpjaté šroubové spoje z nelegovaných, legovaných a z austenitických nerezových ocelí musí odpovídat normě EN 15048-1.

Sestavy dle normy EN 14399-1 se mohou používat také pro nepředpjaté šroubové spoje.

Sestavy pro předpjaté šroubové spoje

Sestavy vysokopevnostních šroubových spojů pro předpinání zahrnují systémy HR, HV a HRC. Sestavy musí odpovídat požadavkům normy EN 14399-1 a příslušné evropské normy. Není-li předepsáno jinak, nesmí se šrouby z nerezavějící oceli používat s předpnutím. Pokud se takovým způsobem použijí, musí se s nimi zacházet jako se zvláštními spojovacími prostředky.

Není-li předepsáno jinak, použije se jako jmenovitá hodnota minimální předpinací síly $F_{p,C}$:
 $F_{p,C} = 0,7 \times f_{ub} \times A_s$, přičemž « f_{ub} » je jmenovitá pevnost materiálu šroubu v tahu a « A_s » jmenovitý výpočtový průřez šroubu.

Způsoby utahování pro k-třídy

Způsob utahování	Předpětí	k-třídy
Metoda točivého momentu	$F_{p,C}$	K2
Kombinovaná metoda předpinání	$F_{p,C}$	K1 (nebo K2)
Modifikovaná metoda předpinání	$F_{p,C}$	K1

Pro dodávané sestavy HV se definují takzvané **k-třídy**, které představují nepřímé uvedení aktuálního stavu součinitele tření sestavy. **Třída K1** specifikuje stav mazání matice jako rozhodující prvek sady tak, aby bylo možno spolehlivě dosáhnout minimální předpinací síly.

K-třídy a případně také utahovací momenty pro modifikovanou metodu předpinání dle normy EN 1993-1-8/NA pro $F_{p,C}$ jsou uvedeny na obalu. Všechny prvky sestavy HV z libovolných výrobních dávek od jednoho výrobce tak lze bez omezení kombinovat a dodávají se v samostatných obalech. Příslušné utahovací momenty a předpinací síly jsou uvedeny v normě EN 1993-1-8/NA.

Předpínací síly a utahovací momenty pro šroubové spoje HV 10.9 dle EN 14399-4 / EN 14399-6 – k-třída K1 dle EN 14399-1

Platná norma	Způsoby utahování	Zvláštnosti
EN 1090-2	Metoda točivého momentu	V Evropě povoleno pouze se zkouškou K2 (kromě Německa)
EN 1090-2	Kombinovaná metoda točivého momentu a úhlu pootočení	Jen s K1 nebo K2
DIN EN 1993-1-8/NA	Modifikovaná metoda točivého momentu a modifikovaná kombinovaná metoda předpínání	Když se šrouby neutahují na plnou předpínací sílu

Metoda točivého momentu

Šrouby je nutné utahovat utahovacím nástrojem, který poskytuje vhodný pracovní rozsah. Lze použít ručně ovládané nebo automatické utahovací nástroje.

Kombinovaná metoda předpínání na točivý moment předběžného utažení a úhel pootočení pro třídu pevnosti 10.9 (EN 1090)

U kombinované metody předpínání pro sestavy HB 10.9 a k-třída K1 dle normy EN 1090-2 k dosažení minimální předpínací síly $F_{p,C}$ se v prvním kroku aplikuje moment předběžného utažení dle hodnot v tabulce. Tento první krok musí být před zahájením druhého pracovního kroku dle údajů stanovených pro utahování na úhel pootočení úplně proveden u všech šroubů v rámci spoje.

Potřebné předpínací síly a utahovací momenty (EN 1090)

EN 1090-2		Průměr šroubu v mm							
		12	16	20	22	24	27	30	36
Standardní předpínací síla $F_{p,C}$	[kN]	59	110	172	212	247	321	393	572
Referenční moment (k-třída K1) $M_{r,1}$	[Nm]	92	229	447	606	771	1127	1533	2677
Moment předběžného utažení = $0,75 M_{r,1}$	[Nm]	67	165	322	439	557	815	1107	1935

Potřebný úhel pootočení pro kombinovanou metodu předpínání na sestavách třídy pevnosti 10.9 (EN 1090)

Celková jmenovitá tloušťka «t» spojovaných dílů (včetně všech vymezovacích podložek a podložek) d = průměr šroubu	Úhel pootočení aplikovaný v druhém kroku utahování
< 2 d	60°
2 d ≤ t < 6 d	90°
6 d ≤ t ≤ 10 d	120°

Poznámka: Jestliže povrch pod hlavou šroubu nebo maticí (s přihlédnutím k případně použitým klínovým podložkám) není kolmý vůči ose šroubu, musí být potřebný úhel pootočení stanoven pokusně.

**Modifikovaná metoda točivého momentu
(DIN EN 1993-1-8/NA)**

Postup utahování modifikovanou metodou točivého momentu sestává zpravidla ze dvou kroků utahování. Určený moment předběžného utažení max. 0,75 x modifikovaný referenční utahovací moment se provede pro všechny šrouby v rámci spoje před zahájením druhého pracovního kroku. Modifikovaným referenčním utahovacím momentem z tabulky se dosáhne standardní předpínací síly $F_{p,C}$ v druhém kroku.

**Modifikovaná kombinovaná metoda předpínání
(DIN EN 1993-1-8/NA)**

U modifikované kombinované metody předpínání se pro aplikaci standardního předpětí $F_{p,C}$ metodou točivého momentu aplikuje moment předběžného utažení. Tento první krok musí být před zahájením druhého pracovního kroku dle údajů stanovených pro utahování na úhel pootočení úplně proveden u všech šroubů v rámci spoje.

Potřebné předpínací síly a utahovací momenty (DIN EN 1993-1-8/NA)

DIN EN 1993-1-8/NA	Průměr šroubu v mm							
	12	16	20	22	24	27	30	36
Modifikovaná předpínací síla $F_{p,C}$ [kN]	50	100	160	190	220	290	350	510
Modifikovaný referenční utahovací moment (k-třída K1) M_A [Nm]	100	250	450	650	800	1250	1650	2800
Moment předběžného utažení pro kombinované pootočení [Nm]	75	190	340	490	600	940	1240	2100

Potřebný úhel pootočení pro kombinovanou metodu předpínání na sestavách třídy pevnosti 10.9 (DIN EN 1993-1-8/NA)

Celková jmenovitá tloušťka «t» spojovaných dílů (včetně všech vymezovacích podložek a podložek) d = průměr šroubu	Úhel pootočení aplikovaný v druhém kroku utahování
< 2 d	45°
2 d ≤ t < 6 d	60°
6 d ≤ t ≤ 10 d	90°

Poznámka: Jestliže povrch pod hlavou šroubu nebo maticí (s přihlédnutím k případně použitým klínovým podložkám) není kolmý vůči ose šroubu, musí být potřebný úhel pootočení stanoven pokusně.