

**Brug af vejledende værdier**

**Forspændingskraft og tilspændingsmoment**

Denne fremgangsmåde kan ikke erstatte beregningen ifølge VDI 2230. Formålet med denne fremgangsmåde er at forhindre et boltebrud ved montage af ikke beregnede bolte. Hovedårsagen for sådanne brud er lavere friktionskoefficient end antaget.

**Trin 1: Friktionskoefficient  $\mu_K = \mu_G$**

Ved usikkerheden for den nøjagtige **overflade- og smøretilstand af gevindet og bæreflader** skal de **laveste** forekommende friktionskoefficienter  $\mu_K = \mu_G$  vælges i praksis (første montage, eftersyn, reparation) fra tabel **F.049**.

**Eksempel:**

Valg af bolte og møtrikker med overfladebehandling elforzinkning  
 Friktionskoefficient  $\mu_K = \mu_G = 0,14 - 0,24$ , mindste værdi  
 $\mu_K = \mu_G = 0,14$

**Trin 2: Montage-tilspændingsmoment  $M_{A \max}$**

Det maksimale tilladte tilspændingsmoment ved en 90 % udnyttelse af strækgrænsen ( $R_{eL}$ ) resp. 0,2%-flydespænding ( $R_{p0,2}$ ) findes i tabellen side **F.053**. Dette er tilspændingsmomentet ved montage når der anvendes moderne værktøjer med en maksimal drejemomentsspredning på 5 %.

**Eksempel:**

Sekskantbolt ISO 4017, M12x40, styrkeklasse 8.8, forzinket. På side **F.054** søges på linjen med «gevind» M12  $\mu_K = \mu_G = 0,14$ . På samme række i højre halvdel af tabellen findes «maksimalt tilspændingsmoment» i spalten «styrkeklasse 8.8» som tilspændingsmoment  $M_{A \max} = 93 \text{ Nm}$

**Trin 3: Maksimal Forspændingskraft  $F_{M \max}$**

Med tilspændingsmomentet  $M_{A \max}$  kan den resulterende maksimale forspændingskraft  $F_{M \max}$  aflæses i samme tabel.

**Eksempel:**

I venstre halvdel af tabellen i spalte «styrkeklasse 8.8» og i linjen «M12/0,14» findes den resulterende maksimale forspændingskraft  $F_{M \max} = 41,9 \text{ kN}$

**Trin 4: Minimal Forspændingskraft  $F_{M \min}$**

Den minimale forspændingskraft fås ud fra den maksimale forspændingskraft med hjælp fra tilspændingsfaktor  $\alpha_A$  – se **F.051**.

**Eksempel:**

Spændes der jævnt med en moderne komerciell momentnøgle og en anslået friktionskoefficient, skal der beregnes med en tilspændingsfaktor  $\alpha_A = 1,6$  til 2,0 se tabellen på side **F.051**. Er nøglen f.eks signalgivende, gælder den højere værdi 2,0.

Da den korte bolt M12x40 lader sig tilspænde med en lille drejevinkel og desuden resulterer i en relativ stiv forbindelse, kan der vælges lavere værdier.

Derfor antages  $\alpha_A = 1,8$

**Minimal forventet forspændingskraft:**

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

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

**Trin 5: Kontrol**

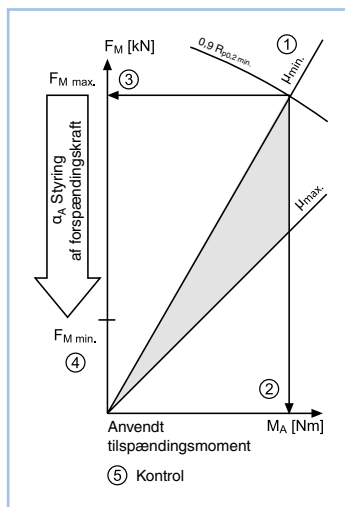
Kontrol med beregningen ifølge VDI 2230 giver den «korrekte tilstand»

- Er den minimale forspændingskraft  $F_{M \min}$  tilstrækkelig for de i praksis optrædende maksimale kræfter?
- Er fladetrykket i bærefladerne for høj?
- Hvor høj er restklemkraften under driftsbetingelserne?
- Bliver boltens udmattelsesstyrke ikke overskredet?

Bliver tilspændingsmomentet af en eller anden årsag lavere end tabelværdien, så bliver også forspændingskraften  $F_M$  og den deraf afledte minimale forspændingskraft  $F_{M \min}$  formindsket med disse procentsatser! Om samlingens egenskaber stadig er tilstrækkelige, må anvenderen eftervise.

**Mulige årsager:**

- lavere friktionskoefficient end antaget og dermed risiko for brud ved montage
- eventuel anvendelse af en mere unøjagtig momentnøgle end angivet og dermed en risiko for store udsving
- klemdele som uforventet kan være deformeret
- Utilstrækkelig viden hos montage personale



## Retningslinier for standardgevind VDI 2230

Angivelser iht. VDI 2230, udgave 2015, maksimalt tilladte tilspændingsmomenter og resulterende maksimale klemkræfter for sekskantskruer ISO 4014 – 4018, skruer med indvendig sekskant ISO 4762 og for skruer med analog hovedkvalitet og hovedanlægsflade i kvalitetsklasserne 3.6–12.9 ved en **90 % udnyttelse af flydespændingen  $R_{eL}/0,2$ -strækgrænse  $R_{p0,2}$** . Gennemgangshuller for skruer og bolte iht. ISO 273 – middel.

Tabellerne viser de tilladte max. værdier og indeholder ingen yderligere sikkerhedsfaktorer. Der forudsættes kendskab til de pågældende vejledende værdier og beregningskriterier.

**Vejledende værdier, tabel F.053 og F.054**

De vejledende værdier er højere end i den tidligere version VDI 2230, udgave 1986, hvorved skruekvaliteten bliver bedre udnyttet via en højere montageklemkraft.  
Nødvendig henvisning! VDI 2230, udgave 2015

**Tilspændingsmoment, tabel F.053 og F.054**

Med  $M_A = F_M \cdot X$  kan tilspændingsmomentet beregnes for enhver anden klemkraft.

Gevind	Friktions-tal $\mu_K = \mu_G$	Maksimal klemkraft $F_{M \max}$ [N]								Maksimalt tilspændingsmoment $M_{A \max}$ [Ncm]								Omrægnings-faktor X
		Styrkeklasser efter ISO 898/1								Styrkeklasser efter 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		

Gevind	Friktions-tal $\mu_K = \mu_G$	Maksimal klemkraft $F_{M \max}$ [kN]								Maksimalt tilspændingsmoment $M_{A \max}$ [Nm]								Omrægnings-faktor X
		Styrkeklasser efter ISO 898/1								Styrkeklasser efter 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		

Forspændingskraft og tilspændingsmoment

Gevind	Friktions-tal $\mu_k = \mu_g$	Maksimal klemkraft $F_{M, max}$ [kN]							Maksimalt tilspændingsmoment $M_{A, max}$ [Nm]							Omregnings-faktor X
		Styrkeklasser efter ISO 898/1							Styrkeklasser efter 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	41,0	48,1	16,7	22,1	27,5	42,9	57	83	97	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	15,0	18,8	30,3	40,9	60,3	71,0	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	26,4	41,6	56,1	82,8	97,5	45	59	74	113	152	224	264	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	28,7	35,9	57,1	77,1	113,6	131,5	71	93	117	186	256	376	444	3,32
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	34,9	43,7	69,6	96,9	138,6	162,5	97	127	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	44,9	56,1	89,6	124,9	176	207	134	176	221	339	471	671	793	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	56,1	70,1	111,6	154	219	258	183	242	303	474	663	943	1117	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	64,4	80,8	128,3	178	254	300	227	301	383	593	837	1197	1411	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	107,0	170,7	236	336	394	330	438	554	876	1224	1744	2064	5,50
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	77,6	103,5	129,1	206,7	286	409	479	463	617	771	1199	1663	2354	2766	6,16
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	129,6	162,0	258,0	357	510	598	630	834	1044	1644	2280	3216	3840	6,72
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	152,0	190,0	304,0	423	604	707	748	996	1249	1995	2766	3948	4620	6,48
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	183,0	229,0	367,0	509	726	850	971	1311	1641	2628	3637	5163	6045	7,16

## Vejledende værdier for metrisk fingevind VDI 2230

Angivelser i henhold til VDI 2230, udgave 2015 – tilspændingsmomenter og klemkræfter for bolte i styrkeklasse 8.8 til 12.9 ved en 90 % udnyttelse af flydegrænsen  $R_{p0,2}$ .

Tabellerne tager ikke højde for sikkerhedsfaktorer og forudsætter kendskab til beregningskriterier.

Gevind	Friktionstal $\mu_k = \mu_G$	Klemkraft $F_{M, \max}$ [kN]			Tilspændingsmoment $M_{A, \max}$ [Nm]		
		Styrkeklasse efter ISO 898/1			Styrkeklasse efter 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

► Forklaring til friktionstal  $\mu$   
Side F049

## Bolte med reduceret skaft

af stål 21 CrMo V 5 7 (DIN 2510 L blad 3)

Vejledende værdier for klemkræfter og tilspændingsmomenter ved 70 % af flydegrænsen  $R_{p0,2}$

Standardgevind	M12		M16		M20		M24	
Skaft-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]	21600	21600	43500	43500	67800	67800	97800	97800
$M_A$ [Nm]	38	44	98	115	190	220	320	370

### Tilspændingsmomenter for skruer af polyamid 6.6 og polyamid 6.6-GF50

i henhold til DIN 34810: 2018-04

Vejledende værdier for praktiske tilspændingsmomenter for skruer af polyamid 6.6 (PA6.6 + PA6.6-GF50) ved 20 °C efter lagring i normalt klima (relativ luftfugtighed efter DIN 50014) til indstilling af fugtighedsbalance.

For ikke at overskride tilspændingsmomenterne, der er specificeret i tabellerne, anbefales en maksimal hastighed på iskruningsværktøjet på 150 o/min.

Gevind	M3	M4	M5	M6	M8	M10
M <sub>A</sub> [Nm]	0,1	0,25	0,5	0,8	1,8	3,5

Gewinde	M5	M6	M8
M <sub>A</sub> [Nm]	0,75	1,75	4,0

### Tilspændingsmomenter (vejledende værdier) for skruer af messing (CU2)

Gevind	M2	M2,5	M3	M3,5	M4	M5	M6	M8	M10
M <sub>A</sub> [Nm]	0,13	0,27	0,48	0,8	1,1	2,2	3,7	9,1	18,3

### Bolte af austenitisk stål, INOX A1/A2/A4

Maksimalt tilladte klæmkrafter og tilspændingsmomenter for bolte i kvalitetsklasserne 50/70/80 ved en **90% udnyttelse af flydespændingen R<sub>p0,2</sub>**.

Tabellerne tager ikke højde for sikkerhedsfaktorer og forudsætter kendskab til beregningskriterier.

Gevind	μ <sub>k</sub> = μ <sub>G</sub>	Klæmkraft F <sub>M,max</sub> [kN] Styrkeklasse			Tilspændingsmomenter M <sub>A,max</sub> [Nm] Styrkeklasse		
		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

Gevind	μ <sub>k</sub> = μ <sub>G</sub>	Klæmkraft F <sub>M,max</sub> [kN] Styrkeklasse			Tilspændingsmomenter M <sub>A,max</sub> [Nm] Styrkeklasse		
		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	–	–

Befæstelselementer af disse ståltyper har tendens til at fastbrænde ved monteringen. Denne risiko formindskes ved hjælp af glatte, rene gevindoverflader (rullede gevind), smøremiddel, molykote glidebelægning, lavt omdrejningstal for bolten, tilspænding uden afbrydelse (slagskrætrækker derfor ugunstig).

Forklaring til friktionstal μ  
Side F.049

**Sikkerheden indenfor befæstelsesteknik kræver en korrekt specificering af smøring**

Friktionskoefficienten er først og fremmest påvirket af de kombinerede materialer, overfladerne i samlingen samt om disse er smurte eller ej. Kendskab til friktionskoefficienten sammen med forholdet «moment-forspænding» er en forudsætning for en sikker montage.

Et korrosivt angreb på gevindet eller på de sammenspændte dele vil efter en vis periode være svær at fjerne og vil sammen med forskellige materialekombinationer, høje driftstemperaturer samt fugtpåvirkninger forøge risikoen for at gevindet fastbrænder og herved ændre montageprocessen til det værre.

**For en pålidelig og sikker montage anbefales anti-friktions-belægninger**

En tribologisk tør overfladebehandling er en løsning til mekaniske belastede befæstelselementer og komponenter (skruer, møtrikker, skiver). Overfladebehandlingen er en ikke-elektrolytisk tynd film med integrerede smørende egenskaber samt giver en ekstra korrosionsbeskyttelse.

De såkaldte anti-friktions belægninger er berøringstørre smørremidler, som i sammensætning kan sammenlignes med almindelige typer af industriel lak.

For eksempel garanterer **CresaCoat®** som besparende løsning konstante friktionskoefficienter og bidrager yderligere til en forenkling af samlingsprocesserne.

**Befæstelselementer med indvendig kærvid og lavt hoved**

Værdier for reducerede tilspændingsmomenter $M_A$ [Nm]										
Standard	ISO 7379	DIN 6912	DIN 7984	Bossard	Bossard	ISO 14580	ISO 14583	~ISO 14583	ISO 7380-1	~ISO 7380-1
Skruetype										
<b>Stål</b>	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	-	-	-	-	-	-	-
<b>INOX</b>		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	-	-	-	-	-	-	-

➤ Reduceret belastbarhed Side F.058

**⚠ Kontroller grænsebetingelser!**

Skrueene er ikke egnede til overførsel af høje driftsbelastninger. Den indvendige kærvid tillader kun overførsel af et reduceret tilspændingsmoment.

**! Reduceret belastbarhed**

Disse skruer, som er produceret efter forskellige specifikationer, er i kraft af deres geometri og/eller kærnv underlagt en reduceret belastbarhed i henhold til ISO 898-1, dvs. et reduceret tilspændingsmoment skal anvendes.

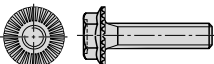
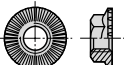
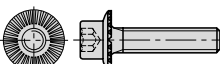
De angivne tilspændingsmomenter kan ikke altid anvendes pålideligt. Alt efter valget af den indvendige kærnv kan koniske bits i særdeleshed være en hjælp.

Værdier for reducerede tilspændingsmomenter $M_A$ [Nm]											
Norm	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
Skruetype											
<b>Stål</b>	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 <sup>1)</sup> Diverse
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
<b>INOX</b>	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 Diverse
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	-	-

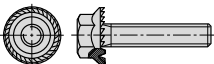
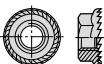
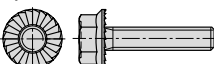
<sup>1)</sup> Styrkeklasse og mekaniske egenskaber i henhold til ISO 898, del 5 gælder ikke for pinolskruer med trækbelastning.

### Bolte og møtrikker med flange

Tilspændingsmomenter  $M_A$  [Nm] og opnåelige forspændingskræfter  $F_M$  [kN] for VERBUS RIPP® skruer/møtrikker og INBUS RIPP® skruer ved 90% udnyttelse af flydespændingen  $R_{p0,2}$

Fortandet flange	Underlagsmateriale	Friktionsværdi $\sim\mu_{tot}$	Tilspændingsmoment $M_A$ [Nm]							
			M5	M6	M8	M10	M12	M14	M16	
<b>Beskrivelse</b> <b>Styrkeklasse</b>	Stål $R_m \geq 800$ N/mm <sup>2</sup>	0,13 til 0,16	10	18	37	80	120	215	310	
<b>VERBUS RIPP®</b> <b>BN 2797, BN 9727</b> Styrkeklasse 100 	Stål $R_m < 800$ N/mm <sup>2</sup>	0,12 til 0,18	11	19	42	85	130	230	330	
	Gråt støbejern $R_m \sim 150$ til 450 N/mm <sup>2</sup>	0,125 til 0,16	9	16	35	75	115	200	300	
	Aluminiumslegering ikke-varmebehandlet	0,14 til 0,2	16	28	65	120	190	320	450	
	Aluminiumslegering varmebehandlet	0,13 til 0,18	14	25	55	100	160	275	400	
<b>BN 2798, BN 14527</b> Styrkeklasse 10 			<b>~Forspændingskraft <math>F_M</math> [kN]<sup>1)</sup></b>							
			9	12,6	23,2	37	54	74	102	
<b>INBUS RIPP®</b> <b>BN 3873</b> Styrkeklasse 100 	Stål $R_m \geq 800$ N/mm <sup>2</sup>	0,13 til 0,16	11	20	42	85	140			
	Stål $R_m < 800$ N/mm <sup>2</sup>	0,12 til 0,18	13	24	45	90	150			
	Gråt støbejern $R_m \sim 150$ til 450 N/mm <sup>2</sup>	0,125 til 0,16	10	19	39	80	120			
			<b>~Forspændingskraft <math>F_M</math> [kN]<sup>1)</sup></b>							
			9	12,6	23,2	37	54			

Tilspændingsmomenter  $M_A$  [Nm] og opnåelige forspændingskræfter  $F_M$  [kN] for VERBUS TENSILOCK® skruer og møtrikker ved 90% udnyttelse af flydespændingen  $R_{p0,2}$

Fortandet på yderste del af flangen	Underlagsmateriale	Friktionsværdi $\sim\mu_{tot}$	Tilspændingsmoment $M_A$ [Nm]							
			M5	M6	M8	M10	M12	M14	M16	
<b>Beskrivelse</b> <b>Styrkeklasse</b>	Stål $R_m \sim 500$ til 900 N/mm <sup>2</sup>	0,14 til 0,18	9,5	16,5	40	79	137	218	338	
<b>VERBUS TENSILOCK®</b> <b>BN 73</b> Styrkeklasse 90 	Gråt støbejern $R_m \sim 150$ til 450 N/mm <sup>2</sup>	0,12 til 0,18	7,6	13,2	31,8	63	108	172	264	
	Aluminiumslegering ikke-varmebehandlet	0,16 til 0,24	10,5	18,2	44	87	150	240	372	
			<b>~Forspændingskraft <math>F_M</math> [kN]<sup>1)</sup></b>							
			6,35	9	16,5	26,6	38,3	52,5	73	
<b>BN 190, BN 30312, BN 20230, BN 80014</b> Styrkeklasse 8 			<b>~Forspændingskraft <math>F_M</math> [kN]<sup>1)</sup></b>							
			7	9,9	18,1	28,8	41,9	57,5	78,8	
	<b>Sekskantskruer med flange og fortanding</b> <b>BN 20170, BN 20226, BN 80007</b> Styrkeklasse 8.8 	Stål $R_m \sim 500$ til 900 N/mm <sup>2</sup>	0,12 til 0,18	6,5	11,3	27,3	54	93	148	230
		Gråt støbejern $R_m \sim 150$ til 450 N/mm <sup>2</sup>	0,12 til 0,16	5,9	10,1	24,6	48	84	133	206
Aluminiumslegering ikke-varmebehandlet		0,14 til 0,2	7,8	13,6	32,7	65	112	178	276	
		<b>~Forspændingskraft <math>F_M</math> [kN]<sup>1)</sup></b>								
			7	9,9	18,1	28,8	41,9	57,5	78,8	

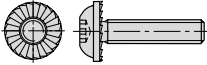
<sup>1)</sup> Referenceværdier for rå skruer og tilsvarende stålemner med trækbrudstyrke  $\leq 800$  N/mm<sup>2</sup>

### Montage

Vejledende værdier for forspændingskræfter skal kontrolleres i praksis.



**Tilspændingsmomenter  $M_A$  [Nm] og opnåelige forspændingskræfter  $F_M$  [kN] for ecosyn®-grip skruer møtrikker ved 90% udnyttelse af flydespændingen  $R_{p0,2}$**

Serrated flange surface	Underlagsmateriale	Friktionsværdi $\sim\mu_{tot}$	Tilspændingsmoment $M_A$ [Nm]			
			M5	M6	M8	M10
<b>Beskrivelse</b> <b>Styrkeklasse</b>	Stål $R_m \sim 500$ til $900$ N/mm <sup>2</sup>	0,15 til 0,20	8,5	15	29	67
<b>ecosyn®-grip</b> <b>BN 219</b> Styrkeklasse 8.8 	Gråt støbejern $R_m \sim 150$ til $450$ N/mm <sup>2</sup>	0,11 til 0,25	10	17	21	47
	Aluminiumslegering ikke-varmebehandlet	0,22 til 0,40	17	29	36	87
	Aluminiumslegering varmebehandlet	0,19 til 0,35	14	25	33	76
				<b>~Forspændingskraft <math>F_M</math> [kN]<sup>1)</sup></b>		
			7	9,9	18,1	28,8

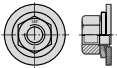

<sup>1)</sup> Referenceværdier for rå skruer og tilsvarende stålemner med trækbrudstyrke  $\leq 800$  N/mm<sup>2</sup>

**! Montage**

Vejledende værdier for forspændingskræfter skal kontrolleres i praksis.

**Tilspændingsmomenter ecosyn®-SEF**

**Tilspændingsmomenter  $M_A$  [Nm] og opnåelig forspændingskræfter  $F_M$  [kN] for ecosyn®-SEF møtrikker, ved 90% udnyttelse af flydespændingen  $R_{p0,2}$**

Beskrivelse møtrik	Skruemateriale	Friktionsværdi $\sim\mu_{tot}$	Tilspændingsmoment $M_A$ [Nm]					
			M4	M5	M6	M8	M10	M12
<b>Styrkeklasse</b>	Stål klasse 8.8	0,14 til 0,24	3,3	6,5	11,3	27,3	54	93
<b>ecosyn®-SEF</b> <b>BN 33855 (Type-L)</b> Styrkeklasse 8 			<b>~Forspændingskraft <math>F_M</math> [kN]<sup>1)</sup></b>					
			4,3	7	9,9	18,1	28,8	41,9
<b>ecosyn®-SEF</b> <b>BN 33966 (Type-M)</b> Styrkeklasse 8 								

<sup>1)</sup> Referenceværdier for rå befæstelselementer for opnåelig forspændingskraft  $F_M$  [kN]

**! Montage**

Vejledende værdier for forspændingskræfter skal kontrolleres i praksis.

**Referenceværdier for tilspændingsmomenter med NORD-LOCK® kile-låseskiver**

**!** De anbefalede tilspændingsmomenter er baserede på laboratorieforsøg og skal kontrolleres for hver specifik anvendelse før ibrugtagning. Under visse praktiske forhold kan der opnås mindre friktionskoefficienter!

Referenceværdi i henhold til ISO 16047 baseret på Molykote® 1000 grafitpasta med NORD-LOCK® zinkflage overfladebehandlede skiver i kombination med skruer/bolte 8.8, 10.9, 12.9 og rustfaste austenitiske skruer/bolte

NORD-LOCK®							
Kvalitetsklasse	Smøremiddeltpe	Friktionskoefficienter					
		I gevind og under hoved	μGevind min	μGevind max	μUnder hoved min	μUnder hoved 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®													
Styrkeklasse	Materiale	Smøremiddeltpe	Friktionskoefficienter μtot	M5x0,8	M6x1	M8x1,25	M10x1,5	M12x1,75	M16x2	M20x2,5	M24x3	M27x3	M30x3,5
				I gevind og under hoved									
8.8	Stål Rm < 800 N/mm²	Molykote® 1000	0,12 til 0,20	Tilspændingsmoment M <sub>A max</sub> [Nm]									
				5,9	10,1	24,6	48	84	206	415	714	1050	1420
				Maks. forspænding ved laveste friktionskoefficient									
				7,2	10,2	18,6	29,6	43	81	130	188	246	300
10.9	Stål Rm ≥ 800 N/mm²	Molykote® 1000	0,11 til 0,18	Tilspændingsmoment M <sub>A max</sub> [Nm]									
				8,1	14	33,9	66,8	115	283	554	953	1400	1900
				Maks. forspænding ved laveste friktionskoefficient									
				10,7	15,2	27,7	44	64,1	120	188	270	355	432
12.9	Stål Rm ≥ 800 N/mm²	Molykote® 1000	0,11 til 0,17	Tilspændingsmoment M <sub>A max</sub> [Nm]									
				9,4	16,4	39,7	78,2	134,9	331	648	1120	1640	2230
				Maks. forspænding ved laveste friktionskoefficient									
				12,5	17,7	32,4	51,5	75	141	220	317	416	506
A2-70 A4-70	Austenitisk stål 100 – 200 HV	Molykote® 1000	0,10 til 0,16	Tilspændingsmoment M <sub>A max</sub> [Nm]									
				3,6	6,3	15,2	29,9	51,6	126	247	425	623	848
				Maks. forspænding ved laveste friktionskoefficient									
				5,2	7,3	13,4	21,3	31,1	58,3	91,1	131	172	209
A2-80 A4-80	Austenitisk stål 200 – 300 HV	Molykote® 1000	0,10 til 0,16	Tilspændingsmoment M <sub>A max</sub> [Nm]									
				4,8	8,4	20,2	39,9	68,7	169	330	567	831	1131
				Maks. forspænding ved laveste friktionskoefficient									
				6,9	9,8	17,9	28,5	41,4	77,7	121	175	229	279

Forspænding og tilspændingsmoment under montage er baseret på følgende forhold:

- Sekskantbolte i henhold til EN ISO 4014 eller EN ISO 4017
- Cylindriske bolte i henhold til EN ISO 4762
- Gennemgangshul i henhold til ISO 273-m
- $v=0,9$  for bolte med metrisk standardgevind i henhold til ISO 68 eller ISO 724

Variationen i det anvendte tilspændingsmoment, afhænger af den valgte tilspændingsmetode og skal tages i betragtning, når tilspændingsmomentet bestemmes.

De angivne oplysninger er referenceværdier, som er i overensstemmelse med materialets oprindelige tilstand, det angivne formål og brug i smurt tilstand.

#### Ansvarsfraskrivelse

De vejledende momentværdier i disse retningslinjer er bekræftet i testlaboratorier og viser eksempler på konfigurationer. Retningslinjerne er beregnet som hjælp og vejledning til momentberegninger og derfor kun bruges som sådan. Alle beregninger, der er baseret på disse retningslinjer, skal bekræftes og testes før brug. Nord-Lock International AB og dets datterselskaber påtager

Afhængigt af typen af mekanisk og dynamisk belastning skifter overfladebetingelserne karakter i forhold til temperatur, tryk og montagehastighed, hvilket kan påvirke komponenternes friktionsbetingelser.

Friktionsværdierne i henhold til ISO 16047 for skruer, der er smurt med MOLYKOTE® 1000 er baseret på den første tilspænding og principperne i VDI 2230, forudsat at det indvendige gevinds overflade svarer til skruens overflade. For alle andre kombinationer af overflader bør friktionsværdierne kontrolleres.

I få exceptionelle tilfælde, hvor de sammenspændte dele har en høj hårdhed og en lav overfladeruhed, kan det forekomme at skiven glider under tilspænding i mod de sammenspændte dele og formindske friktionskoefficienten ( $\mu$ head).

sig intet ansvar for arbejde eller konstruktioner, som udføres på grundlag af beregninger, der er baseret på retningslinjerne.

Indholdet af denne dokumentation kan ikke fortolkes som tilfaldelse til eller anbefaling af at krænke patenter eller registrerede varemærker tilhørende NORD-LOCK®, [www.nord-lock.com](http://www.nord-lock.com).

#### Torquelator fra Nord-Lock

«Online-beregneren» beregner forspændingskraften og det respektive tilspændingsmoment for samlinger, der sikret med Nord-Lock skiver. Vælg mellem to forskellige beregningsmetoder (Kellermann og Klein og VDI 2230). Vælg boltstørrelse (metrisk eller tommer), styrkeklasse og smøremiddel for at få tilspændingsmomentet.



## Højstyrke stålkonstruktionsbolte (HV-sæt)

Med det nye byggevedirektiv 305/2011, der er trådt i kraft, kræves der nu for visse byggevarer en **ydelseserklæring** for **CE-mærkningen**. Bestemmelserne (BauPVO) erstatter dermed det hidtidige byggevedirektiv (**Direktiv 89/106/EØF**). DIN 18800-7 for udførelse af bærende bygningsdele af stål og regler vedrørende producentkvalifikation erstattes af EN 1090. EN 1090 fastlægger kravene til konformitetserklæringen for stålbygning-komponenter, der bringes i handelen som byggevarer.

De enkelte krav til forbindelselementer regulerer de harmoniserede standarder EN 15048 og EN 14399-ff for **hhv. stålbyggeri og metalbyggeri**.

Det skal udtrykkeligt fremhæves, at CE-mærkningen kun skal forpligtende overholdes, hvis forbindelselementerne anvendes

i et byggeri som varige komponenter og i afgørende grad påvirker de grundlæggende krav til byggeriet.

Forbindelselementer med konkrete krav på grundlag af byggeteknikken skal allerede ved forespørgsel/ bestilling med tilhørende specifikation indeholde henvisning til den aktuelle **harmoniserede standard** eller **ydelseserklæring**. Styrkeklasser for skruer og møtrikker og eventuelt overfladebehandlingstilstande skal fastlægges sammen med alle de nødvendige valgmuligheder, der er tilladt via produktstandarden.

Eurocodes er fastlagt som europæisk standardværk med hensyn til konstruktion af bygninger og andre ingeniørarbejder. For dimensionering af stålbyggerier gælder EN 1993.

### Kategorier af skrueforbindelser iht. EN 1993-1-8

Forskydningsforbindelser		
Kat. A	Bærende forbindelse	Forspænding ikke påkrævet i henhold til standard
Kat. B	Skridsikker forbindelse i anvendelsesegnedheds grænsetilstand	Forspænding påkrævet
Kat. C	Skridsikker forbindelse i bæreevnens grænsetilstand	Forspænding påkrævet

Trækforbindelser		
Kat. D	Ikke forspændt	Skridsikker forbindelse i bæreevnens grænsetilstand
Kat. E	Forspændt	Forspænding påkrævet

### Sammensætning af højstyrkesæt til skrueforbindelser i metalbyggeri i henhold til EN 14399

Typer af sæt til skrueforbindelser		System HR				System HV		System HRC	
Almene krav		EN 14399-1							
Egnet til forspænding		EN 14399-2 og, om nødvendigt, yderligere tests, der er fastlagt i produktstandarden							
Skruer og møtrik		EN 14399-3		EN 14399-7		EN 14399-4	EN 14399-8	EN 14399-10	
Kendetegn	Skruer	HR8.8	HR10.9	HR8.8	HR10.9	HV10.9	HVP10.9	HRC10.9	
	Møtrik	HR8 eller HR10	HR10	HR8 eller HR10	HR10	HV10		HR10	HRD10
Skive(r)		EN 14399-5 <sup>1)</sup> eller EN 14399-6		EN 14399-5 <sup>1)</sup> eller EN 14399-6		EN 14399-6		EN 14399-6	EN 14399-5 <sup>1)</sup> eller EN 14399-6
Kendetegn		H eller HR <sup>2)</sup>		H eller HR <sup>2)</sup>		H eller HV <sup>2)</sup>		H eller HR <sup>2)</sup>	H eller HR <sup>2)</sup> eller HD <sup>3)</sup>

<sup>1)</sup> Skiver i henhold til EN 14399-5 kan kun anvendes under møtrikken.

<sup>2)</sup> Efter producentens valg.

<sup>3)</sup> Forpligtende mærkning kun for skiver med forstørret udvendig diameter iht. EN 14399-5.

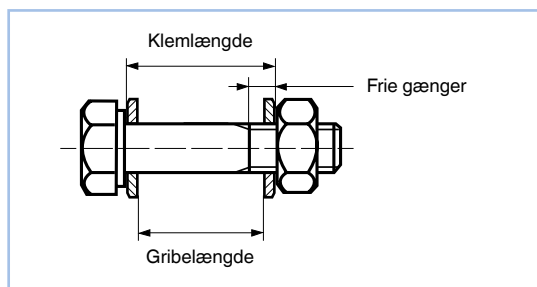
Standardforhold DIN/EN

Standard	Indhold	Dimensionering	Styrke	Erstattet med
DIN 6914	HV-forspændt skrue	M12–M36	10.9	EN 14399-4
DIN 6915	HV-forspændt møtrikker	M12–M36	10	EN 14399-4
DIN 6916	HV-forspændt skiver, runde	13–37	300–370 HV	EN 14399-6
DIN 6917	Skiver firkant, kildeformet (til I-profiler)	13–37	295–350 HV	forbliver
DIN 6918	Skiver firkant, kileformet (til U-profiler)	13–37	295–350 HV	forbliver
DIN 7999	HV-forspændt passskrue	M12–M30	10.9	EN 14399-8

Klemlængde

I EN 14399-4 måles klemlængden mellem skruehovedets og møtrikkens anlægsflade. Afstanden mellem skiver er betegnet som gribelængden. Det skal sikres, at der er tilstrækkeligt med frie gænger til rådighed.

Ved forspændte skrue iht. EN 14399-3, EN 14399-7 og EN 14399-10, skal der være mindst fire komplette gænger mellem møtrikkens anlægsflade og den gevindfrie del af skruens skaft.



Tilspændingsprocedure

Sæt til ikke forspændte skrueforbindelser

Sæt til ikke forspændte skrueforbindelser af ulegerede ståltyper, legeret stål og austenitisk rustfrit stål skal opfylde EN 15048-1. Sæt iht. EN 14399-1 kan også anvendes til ikke forspændte skrueforbindelser.

Sæt til forspændte skrueforbindelser

Højstyrke forspændte skrueforbindelser omfatter systemerne HR, HV og HRC. De skal opfylde kravene i EN 14399-1 og den relevante Europeanorm. Skrue af rustfrit stål må ikke anvendes i forspændte skruesamlinger, medmindre andet er foreskrevet. Hvis de anvendes, skal de behandles som specielt samledel.

Såfremt intet andet er fastlagt, ansættes minimumsforspændingsværdien  $F_{p,C}$  som nominal værdi:  
 $F_{p,C} = 0,7 \times f_{ub} \times A_s$ , hvor  $f_{ub}$  er skruens nominelle styrke, og  $A_s$  er skruens spændingsareal.

Tilspændingsmetode for k-klasser

Tilspændingsmetoder	Forspænding	k-klasser
Drejningsmomentmetode	$F_{p,C}$	K2
Kombineret forspændingsmetode	$F_{p,C}$	K1 (eller K2)
Modifieret forspændingsmetode	$F_{p,C}$	K1

For de leverede HV-sæt defineres såkaldte **k-klasser**, som er en indirekte angivelse af sættets foreliggende friktionsværditilstand. **Klasse K1** specificerer dermed møtrikkens smurte tilstand som afgørende element i et sæt, således at den minimale forspændingskraft opnås på en processikker måde. Derfor skal tilspænding altid udføres på møtrikkens side. K-Klasserne og evt. også tilspændingsmomenterne for den modificerede forspændingsmetode iht. EN 1993-1-8/NA for  $F_{p,C}$  er angivet på pakningen. Alle elementer i et H-sæt kan dermed uindskrænket kombineres ud fra en producents vilkårlige produktionsbatches og leveres pakket separat. De tilhørende tilspændingsmomenter og forspændingskræfter kan ses i EN 1993-1-8/NA.

**Forspændingskraft og tilspændingsmoment for HV-skrueforbindelser 10.9 i henhold til EN 14399-4 / EN 14399-6 – k-klasse K1 i henhold til EN 14399-1**

Gældende standard	Tilspændingsmetode	Særlige bemærkninger
EN 1090-2	Drejningsmomentmetode	Kun tilladt i Europa med K2-test (undtagen Tyskland)
EN 1090-2	Kombineret forspændings- / drejningsvinkelmetode	Kun med K1 eller K2
DIN EN 1993-1-8/NA	Modificeret drejningsmomentmetode og modificeret kombineret forspændingsmetode	Når skrueerne ikke strammes med den fulde forspændingskraft

**Drejningsmomentmetode**

Skrueerne skal tilspændes med et tilspændingsværktøj, der har et egnet arbejdsområde. Der kan anvendes manuelle eller automatiske skrutrækkere.

**Kombineret forspændingsmetode med forspændingsmomenter og videredrejningsvinkel for styrkeklasse 10.9 (EN 1090)**

Med den kombinerede forspændingsmetode til HV-sæt 10.9 og en k-klasse K1 i henhold til EN 1090-2 til opnåelse af den minimale forspændingskraft  $F_{p,C}$ , anvendes der i første trin et forspændingsmoment i henhold til værdierne i tabellen. Dette første trin skal udføres komplet for alle skrueer i en forbindelse, før der begyndes på det andet trin i tilspændingen efter specifikationerne for videredrejningsvinkel.

**Påkrævet forspændingskraft og tilspændingsmoment (EN 1090)**

EN 1090-2		Skruediameter i mm							
		12	16	20	22	24	27	30	36
Forspændingskraft $F_{p,C}$	[kN]	59	110	172	212	247	321	393	572
Referencedrejningsmoment (k-Klasse K1) $M_{r,1}$	[Nm]	92	229	447	606	771	1127	1533	2677
Tilspændingsmoment = $0,75 M_{r,1}$	[Nm]	67	165	322	439	557	815	1107	1935

**Påkrævet videredrejningsvinkel til den kombinerede forspændingsmetode for sæt af styrkeklasse 10.9 (EN 1090)**

Samlet tykkelse «t» for de dele, der skal forbindes (inklusive alle foringsplader og skiver) d = skruediameter	Videredrejningsvinkel, der skal anvendes under det andet tilspændingstrin
< 2 d	60°
2 d ≤ t < 6 d	90°
6 d ≤ t ≤ 10 d	120°

Bemærk: Hvis overfladen under skruehovedet eller møtrikken (under hensyntagen til eventuelle indsatte kileskiver) ikke er lodret i forhold til skruaksen, skal den påkrævede videredrejningsvinkel bestemmes ved forsøg.

**Modificeret drejningsmomentmetode (DIN EN 1993-1-8/NA)**

Tilspændingen med den modificerede drejningsmomentmetode består normalt af to tilspændingstrin. Et forspændingsmoment på maks. 0,75 x det modificerede referencedrejningsmoment, anvendes på alle skruer i en forbindelse, inden det andet tilspændingstrin påbegyndes. Med det modificerede referencedrejningsmoment fra tabellen opnås den ønskede forspændingskraft  $F_{p,C}$  i andet trin.

**Modificeret kombineret forspændingsmetode (DIN EN 1993-1-8/NA)**

Ved den modificerede kombinerede forspændingsmetode til opnåelse af den ønskede forspænding  $F_{p,C}$ , anvendes et forspændingsmoment ved brug af drejningsmomentmetoden. Dette første trin skal gennemføres helt for alle skruer i en forbindelse, inden det andet tilspændingstrin med videredrejningsvinklen påbegyndes i henhold til anvisningerne.

**Påkrævet forspændingskraft og tilspændingsmoment (DIN EN 1993-1-8/NA)**

DIN EN 1993-1-8/NA		Skruediameter i mm							
		12	16	20	22	24	27	30	36
Modificeret tilspændingskraft $F_{p,C}$	[kN]	50	100	160	190	220	290	350	510
Modificeret referencedrejningsmoment (k-Klasse K1) $M_A$	[Nm]	100	250	450	650	800	1250	1650	2800
Forspændingsmoment til kombineret videredrejning	[Nm]	75	190	340	490	600	940	1240	2100

**Påkrævet videredrejningsvinkel til den kombinerede forspændingsmetode for sæt af styrkeklasse 10.9 (DIN EN 1993-1-8/NA)**

Samlet tykkelse «t» for de dele, der skal forbindes (inklusive alle foringsplader og skiver) d = skruediameter	Videredrejningsvinkel, der skal anvendes under det andet tilspændingstrin
< 2 d	45°
2 d ≤ t < 6 d	60°
6 d ≤ t ≤ 10 d	90°

Bemærk: Hvis overfladen under skruet hovedet eller møtrikken (under hensyntagen til eventuelle indsatte kileskiver) ikke er lodret i forhold til skruaksen, skal den påkrævede videredrejningsvinkel bestemmes ved forsøg.