

Åtdragningsmoment

För att ett skruvförband ska fungera riktigt och kunna motstå stora statiska eller växlande krafter under lång tid måste skruvarna förspännas, t.ex. genom åtdragning med ett givet moment. Förspänningen ska normalt hållas på en sådan nivå, att den sammansatta spänningen i skruven ej överskrider skruvmaterialets sträckgräns.

Beräkning av åtdragningsmoment

För att ange ett åtdragningsmoment måste man veta fyra faktorer:

1. Skruvens gängdiameter
2. Skruvens hållfasthetsklass
3. Friktionsförhållandena
4. Åtdragningsmetod

Flera olika tabellverk finns. Tabellerna som följer, gäller ett vanligt förekommande förhållande - åtdragning av obehandlade anoljade skruvar/mutterar med momentnyckel eller skruv-/mutterdragare med momentkontroll (spridningen $\leq \pm 5\%$).

Tabell 18 = Metriska grovgångor M (obeh. anoljade).

Tabell 18.1 = Metriska grovgångor M (obeh. anoljade Holo-Krome® skruvar).

Tabell 19 = Metriska fingångor M (obeh. anoljade).

Tabell 20 = Unified grovgångor UNC (obeh. anoljade).

Tabell 20.1 = Unified fingångor UNF (obeh. anoljade).

Tabell 21 = Metriska grovgångor M (vaxade rostfria eller syrafasta).

Tabell 22 = Unified grovgångor UNC (vaxade rostfria eller syrafasta).

Tabell 23 = Beräkningsvärden och omräkningsfaktorer (C) för olika friktionsförhållanden.

För varje annan metod eller varje annat friktionsförhållande måste värdena korrigeras. I kolumnen längst till vänster finns gängdiameterarna angivna och i tabellhuvudet anges olika hållfasthetsklasser. Hur tabellerna ska användas beskrivs nedan.

Teori:

Åtdragningsmoment M_V i Nm är beräknat med ekvationen

$$M_V = \frac{k}{\kappa \left(1 + \frac{S_F}{F_{Fm}}\right)} (d + P) \cdot A_s \cdot \sigma_s \cdot 10^{-3}$$

De ingående faktorerna har följande betydelse:

M_V = åtdragningsmomentet, Nm

k = faktor i momentekvationen (se det följande)

κ = förhållandet mellan effektiv- och dragspänning (se det följande)

S_F = förspänningskraftens spridning vid åtdragning, N (se tabell 23)

F_{Fm} = $\sigma_F \cdot A_s$ = medelförspänningskraften, N

d = skruvgängans ytterdiameter, mm

P = gängdelningen, mm

A_s = spänningsarean hos gängan, mm²

σ_s = allmän beteckning för $R_{p0,2}$ eller R_{eL} i formler, N/mm²

$R_{p0,2}$ = förlängningsgränsen vid 0,2% förlängning, N/mm²

R_{eL} = undre sträckgränsen, N/mm²

Faktorn k tar hänsyn till delningens och friktionens inverkan på momentet och skrivs i sin grundform:

$$k = \frac{d_2 \cdot \tan(\varphi + \rho') + D_k \cdot \mu_U}{2(d + P)}$$

På grund av geometriska samband och då man mestadels har samma friktionskoefficient i gänga och anliggningsyta kan k i stället skrivas:

$$k = \frac{[0,161 \cdot P + \mu_{tot}(0,583 \cdot d_2 + 0,5 \cdot D_k)]}{d + P}$$

En analys av k -värdet vid olika gängdiameterar och friktionsförhållanden visar att felet inte blir större än omkring $\pm 5\%$ om uttrycket slutligen förenklas till:

$$k = 1,078 \cdot \mu_{tot} + 0,0168$$

De ingående faktorerna har följande betydelse:

d_2 = skruvgängans medeldiameter, mm

φ = gängans stigningsvinkel

ρ' = gängans friktionsvinkel (beror på friktionskoefficienten μ_g i gängan och erhålls ur $\tan \rho' = \mu_g$)

D_k = anliggningsytans friktionsdiameter, mm

μ_U = friktionskoefficient i anliggningsytan (se första kolumnen i tabell 23)

μ_{tot} = vid moment-kraft-utbyte verksam friktionskoefficient (se tabell 23)

Faktorn κ tar hänsyn till den vridspänning som uppstår i skruven till följd av gängfriktionen. Vridspänningen sänker möjligheten att belasta en skruv axiellt. Med hjälp av deviationsarbetshypotesen för beräkning av effektivspänningen (jämförelsespänningen), erhålls:

$$\kappa = \frac{\sigma_e}{\sigma_F} = \sqrt{1 + \frac{12}{d^2} \left(\frac{P}{\pi} + 1,155 \cdot \mu_g \cdot d_2 \right)^2 \frac{1}{A_s}}$$

De ingående faktorerna har följande betydelse:

σ_e = effektivspänningen, som kan bli högst = σ_s N/mm²

σ_F = skruvens förspänning, N/mm²

d_{As} = $\sqrt{4 A_s / \pi}$ = spänningsareans diameter, mm

P = gängdelningen, mm

μ_g = friktionskoefficienten i gängan (se tabell 23)

d_2 = skruvgängans medeldiameter, mm

De ur formlerna erhållna värdena på k och κ vid olika friktionskoefficienter (dvs olika material, ytbeskaffenhet och smörjnings-tillstånd) framgår av tabell 23. Värdet på κ beror huvudsakligen på friktionskoefficienten i gängan (μ_g) och har därför i tabellen angetts vara oberoende av gängstorleken, liksom värdet på k .

Förspänningsgrad

Förhållandet mellan förspänningen (σ_F) och skruvens sträckgräns eller förlängningsgräns (σ_s) benämns förspänningsgrad och beräknas ur formeln:

$$G_F = \frac{F_{Fm}}{F_s} = \frac{\sigma_F}{\sigma_s} \cdot \kappa \left(1 + \frac{S_F}{F_{Fm}} \right)$$

De ingående faktorerna har följande betydelse:

G_F = förspänningsgraden

F_{Fm} = $\sigma_F \cdot A_s$ = medelförspänningskraften, N

F_s = $\sigma_s \cdot A_s$ = skruvens sträckkraft, N

σ_F = skruvens förspänning, N/mm²

σ_s = allmän beteckning för $R_{p0,2}$ eller R_{eL} i formler, N/mm²

S_F = förspänningskraftens spridning vid åtdragning, N

Förspänningsgraden kan inte väljas fritt. Den möjliga förspänningen begränsas både av friktionsförhållandet och av åtdragningens osäkerhet. Ett visst friktionsförhållande och ett visst åtdragningsförfarande ger därför en bestämd förspänningsgrad eftersom effektivspänningen inte tillåts bli större än nominella sträckgränsen (σ_s).

Omräkning för olika friktionsförhållanden

Tabell 23 innehåller värden som kan användas i formlerna vid beräkning av åtdragningsmoment. Dessutom finns i tabellen en omräkningsfaktor (C) som används för omräkning av åtdragningsmoment hämtade ur övriga tabeller; så att de gäller andra friktionsförhållanden.

Omräkningsfaktor (C) är lika med 1,00 för skruv och mutter av stål som är obehandlade (inte ytbehandlade) före anoljning, eftersom de närmast följande två momenttabellerna för stål-skruvförband avser denna kombination. Vid effektivare smörjning, t ex med molybdendisulfid (MoS₂), minskar friktionen varvid omräkningsfaktor blir 0,86, dvs en sänkning av tabellvärdet för åtdragningsmomentet med 14%.

Av tabellen framgår också att förspänningsgraden (G_F) ökar från 0,71 till 0,75 vid smörjning med molybdendisulfid, tack vare lägre vridspänning (lägre κ) och lägre spridning hos förspänningskraften (S_F), trots att momentet sänks.

Väljer man skruv och mutter som är obehandlade och torra i stället för obehandlade och anoljade, medför det att friktionen ökar men trots det skall momentet minskas eftersom omräkningsfaktor minskar från 1,00 till 0,96. Skälet härtill är att den högre friktionen ökar vridspänningen samtidigt som förspänningskraftens spridning ökar. Därför måste förspänningsgraden (G_F) minskas så att effektivspänningen inte överskrider sträckgränsen (σ_s). Förspänningsgraden ger alltså värdefull information om hur väl förbanden utnyttjas.

Omräkningsfaktor (C) är lika med 1,00 även för skruv och mutter av rostfritt stål som är vaxade, eftersom den sista momenttabellen avser denna kombination. Smörjning med olja eller emulsion istället ökar friktionen och förspänningskraftens spridning vilket medför att momentet skall minskas även i detta fall (omräkningsfaktor minskar från 1,00 till 0,84). Annars skulle sträckgränsen (σ_s) kunna överskridas.

Åtdragningsmoment för stål-skruvförband

Ett skruvförband av stål i hållfasthetsklass 8.8 enligt ISO 898-1 och med gänga M10 kräver enligt momenttabellen för stål-skruvförband med metriska grovgångar ett åtdragningsmoment som är 47 Nm. En ökning av hållfastheten till klass 12.9 ökar momentkravet till 79 Nm. Ett skruvförband i den lägsta medtagna hållfasthetsklassen 4.6 kräver 17 Nm för M10, vilket är mindre än 1/4 av vad som krävs för hållfasthetsklass 12.9. Härav framgår hur viktigt det är att anpassa momentet efter hållfasthetsklassen och inte enbart efter skruvdiametern.

I de flesta fall anger tillverkarna av skruv- och mutterdragare att en maskin är lämplig för en viss skruvdiameter. Den uppgiften är emellertid helt utan värde för användaren. Vad han måste veta är vilket momentintervall en maskin är användbar för. Enligt exemplet var ett moment på 79 Nm lämpligt för hållfasthetsklass 12.9 och skruv M10. Ungefär samma moment, 81 Nm, krävs för en skruv i hållfasthetsklass 8.8 med gängdiametern M12. I de två fallen kan en maskin som ger 75-90 Nm väljas.

Följande exempel visar hur tabellerna kan utnyttjas:

Sexkantsskruv M10 i hållfasthetsklass 8.8 och mutter i hållfasthetsklass 8 samt brickor med hårdhet min. 200 HB. Samtliga fästelement är blankförzinkade och torra. För åtdragningen skall en skruvdragare användas, som har inställbar momentstyrning med spridning max $\pm 5\%$.

Ur momenttabellen erhålls åtdragningsmomentet $M_V = 47$ Nm för obehandlade, anoljade stål-skruvförband. Likaså erhålls $\sigma_s = 640$ N/mm² och $A_s = 58$ mm².

Detta ger sträckkraften $F_s = \sigma_s \cdot A_s = 640 \cdot 58$ N = 37 120 N = 37,1 kN.

I tabell 23 erhålls följande beräkningsvärden och omräkningsfaktor för friktionsförhållandet:

$$S_F/F_{Fm} = \pm 0,29 \quad G_F = 0,62 \quad C = 0,96$$

Ingen omräkning med hänsyn till skruvtypen krävs.

Detta ger:

$$\text{Åtdragningsmomentet} = M_V \cdot C = 47 \cdot 0,96 \text{ Nm} = 45 \text{ Nm}$$

$$\text{Medelförspänningskraften } F_{Fm} = F_s \cdot G_F = 37,1 \cdot 0,62 \text{ kN} = 23 \text{ kN}$$

$$\text{Förspänningskraftens spridning } S_F = \frac{S_F}{F_{Fm}} \cdot F_{Fm} = \pm 0,29 \cdot 23 \text{ kN} = \pm 6,7 \text{ kN}$$

Tabell 18

Åtdragningsmoment (M_v) i Nm för obehandlade anoljade stålskruvförband vid användning av momentnyckel eller skruv-/mutterdragare med momentstyrning (Momentspridningen max $\pm 5\%$).

Metrisk grovgångor M

Gänga M	d mm	P mm	A_s mm ²	Hållfasthetsklass enligt ISO 898-1				
				4.6	5.8	8.8	10.9	12.9
1,6	1,6	0,35	1,27	0,065	0,10	0,17	0,24	0,29
1,8	1,8	0,35	1,70	0,096	0,16	0,25	0,36	0,43
2	2	0,4	2,07	0,13	0,22	0,35	0,49	0,58
2,2	2,2	0,45	2,48	0,17	0,29	0,46	0,64	0,77
2,5	2,5	0,45	3,39	0,26	0,44	0,70	0,98	1,2
3	3	0,5	5,03	0,46	0,77	1,2	1,7	2,1
3,5	3,5	0,6	6,78	0,73	1,2	1,9	2,7	3,3
4	4	0,7	8,78	1,1	1,8	2,9	4,0	4,9
4,5	4,5	0,75	11,3	1,6	2,6	4,1	5,8	7,0
5	5	0,8	14,2	2,2	3,6	5,7	8,1	9,7
6	6	1	20,1	3,7	6,1	9,8	14	17
8	8	1,25	36,6	8,9	15	24	33	40
10	10	1,5	58	17	29	47	65	79
12	12	1,75	84,3	30	51	81	114	136
14	14	2	115	48	80	128	181	217
16	16	2	157	74	123	197	277	333
18	18	2,5	192	103	172	275	386	463
20	20	2,5	245	144	240	385	541	649
22	22	2,5	303	194	324	518	728	874
24	24	3	353	249	416	665	935	1 120
27	27	3	459	360	600	961	1 350	1 620
30	30	3,5	561	492	819	1 310	1 840	2 210
33	33	3,5	694	663	1 100	1 770	2 480	2 980
36	36	4	817	855	1 420	2 280	3 210	3 850
39	39	4	976	1 100	1 830	2 930	4 120	4 940
42	42	4,5	1 121	1 360	2 270	3 640	5 110	6 140
45	45	4,5	1 306	1 690	2 820	4 510	6 340	7 610
48	48	5	1 473	2 040	3 400	5 450	7 660	9 190
52	52	5	1 758	2 620	4 370	6 990	9 830	11 800
56	56	5,5	2 030	3 270	5 440	8 710	12 200	14 700
60	60	5,5	2 362	4 050	6 750	10 800	15 200	18 200
64	64	6	2 676	4 900	8 170	13 100	18 400	22 000
68	68	6	3 055	5 910	9 860	15 800	22 200	26 600
72	72	6	3 460	7 060	11 800	18 800	26 500	31 800
76	76	6	3 889	8 340	13 900	22 200	31 300	37 500
80	80	6	4 344	9 770	16 300	26 100	36 600	44 000
85	85	6	4 948	11 800	19 600	31 400	44 200	53 000
90	90	6	5 591	14 000	23 400	37 400	52 700	63 200
95	95	6	6 273	16 600	27 600	44 200	62 200	74 600
100	100	6	6 995	19 400	32 300	51 700	72 700	87 300
$\sigma_s = R_{eL}$ eller $R_{p0,2}$ N/mm ² nominellt				240	400	640	900	1 080
$\kappa \left(1 + \frac{S_F}{F_{Fm}} \right) \cdot \sigma_s$ N/mm ²				26,16	43,60	69,76	98,10	117,72

Tabell 19 Åtdragningsmoment (M_V) i Nm för obehandlade anoljade stålskruvförband vid användning av momentnyckel eller skruv-/mutterdragare med momentstyrning. (Momentspridningen max $\pm 5\%$). Metriska fingångor M

Gänga M	d mm	P mm	A_s mm ²	Hållfasthetsklass enligt ISO 898-1				
				4.6	5.8	8.8	10.9	12.9
2 × 0,25	2	0,25	2,45	0,14	0,24	0,38	0,54	0,65
2,2 × 0,25	2,2	0,25	3,03	0,19	0,32	0,52	0,73	0,87
2,5 × 0,25	2,5	0,25	3,70	0,28	0,46	0,74	1,0	1,2
3 × 0,35	3	0,35	5,60	0,49	0,82	1,3	1,8	2,2
3,5 × 0,35	3,5	0,35	7,90	0,80	1,3	2,1	3,0	3,6
4 × 0,5	4	0,5	9,79	1,2	1,9	3,1	4,3	5,2
4,5 × 0,5	4,5	0,5	12,8	1,7	2,8	4,5	6,3	7,5
5 × 0,5	5	0,5	16,1	2,3	3,9	6,2	8,7	10
6 × 0,75	6	0,75	22,0	3,9	6,5	10	15	17
8 × 1	8	1	39,2	9,2	15	25	35	42
10 × 1,25	10	1,25	61,2	18	30	48	68	81
10 × 1	10	1	64,5	19	31	49	70	84
12 × 1,5	12	1,5	88,1	31	52	83	117	140
12 × 1,25	12	1,25	92,1	32	53	85	120	144
14 × 1,5	14	1,5	125	51	84	135	190	228
16 × 1,5	16	1,5	167	76	127	204	287	344
18 × 1,5	18	1,5	216	110	184	294	413	496
20 × 1,5	20	1,5	272	153	255	408	574	688
22 × 1,5	22	1,5	333	205	341	546	768	921
24 × 2	24	2	384	261	435	696	979	1 170
27 × 2	27	2	496	376	627	1 000	1 410	1 690
30 × 2	30	2	621	520	866	1 390	1 950	2 340
33 × 2	33	2	761	697	1 160	1 860	2 610	3 130
36 × 3	36	3	865	883	1 470	2 350	3 310	3 970
$\sigma_s = R_{eL}$ eller $R_{p0,2}$ N/mm ² nominellt				240	400	640	900	1 080
$\frac{k}{\kappa \left(1 + \frac{S_F}{F_{Fm}}\right)} \cdot \sigma_s$ N/mm ²				26,16	43,60	69,76	98,10	117,72

Tabell 20 Åtdragningsmoment (M_V) i Nm för obehandlade anoljade stålskruvförband vid användning av momentnyckel eller skruv-/mutterdragare med momentstyrning. (Momentspridningen max $\pm 5\%$). Unified grovgångor UNC

Gänga UNC	d mm	P mm	A_s mm ²	Hållfasthetsklass				
				4.6	5.8	8.8	10.9	12.9
Nr 4	2,845	0,635	3,90	0,31	0,58	0,94	1,3	1,7
Nr 5	3,175	0,635	5,14	0,45	0,84	1,4	1,9	2,4
Nr 6	3,505	0,794	5,86	0,58	1,1	1,7	2,5	3,1
Nr 8	4,166	0,794	9,04	1,0	1,9	3,1	4,4	5,5
Nr 10	4,826	1,058	11,31	1,5	2,9	4,6	6,5	8,1
Nr 12	5,486	1,058	15,58	2,3	4,4	7,0	10	12
1/4	6,35	1,270	20,5	3,6	6,7	11	15	19
5/16	7,938	1,411	33,8	7,3	14	22	31	38
3/8	9,525	1,588	50,0	13	24	38	54	68
7/16	11,112	1,814	68,6	20	38	61	87	108
1/2	12,7	1,954	91,5	31	57	93	131	163
9/16	14,288	2,117	117	44	82	133	187	234
5/8	15,875	2,309	146	61	114	183	259	323
3/4	19,05	2,540	216	107	200	322	455	568
7/8	22,225	2,822	298	172	320	516	729	909
1	25,4	3,175	391	257	479	772	1 090	1 360
1 1/8	28,575	3,629	492	365	679	1 090	1 550	1 930
1 1/4	31,75	3,629	625	509	947	1 530	2 160	2 690
1 3/8	34,925	4,233	745	672	1 250	2 020	2 850	3 550
1 1/2	38,1	4,233	907	884	1 650	2 650	3 750	4 680
1 3/4	44,45	5,080	1 225	1 400	2 600	4 190	5 930	7 390
2	50,8	5,644	1 612	2 100	3 900	6 290	8 890	11 100
2 1/4	57,15	5,644	2 095	3 030	5 640	9 090	12 800	16 000
2 1/2	63,5	6,350	2 580	4 150	7 720	12 500	17 600	21 900
2 3/4	69,85	6,350	3 183	5 590	10 400	16 800	23 700	29 500
3	76,2	6,350	3 850	7 320	13 600	22 000	31 000	38 700
3 1/4	82,55	6,350	4 580	9 380	17 740	28 100	39 800	49 600
3 1/2	88,9	6,350	5 373	11 800	21 900	35 400	50 000	62 300
3 3/4	95,25	6,350	6 230	14 600	27 100	43 700	61 800	77 100
4	101,6	6,350	7 150	17 800	33 100	53 300	75 400	94 000
$\sigma_s = R_{eL}$ eller $R_{p0,2}$ N/mm ² nominellt				248	393	634	896	1 117
$\frac{k}{\kappa \left(1 + \frac{S_F}{F_{Fm}}\right)} \cdot \sigma_s$ N/mm ²				23,03	42,84	69,11	97,66	121,75

Tabell 20.1

Åtdragningsmoment (M_V) i Nm för obehandlade anoljade stålskruvförband vid användning av momentnyckel eller skruv-/mutterdragare med momentstyrning (Momentsspridningen max $\pm 5\%$).

Unified fingångor UNF

Gänga UNF	d mm	P mm	A_s mm ²	Hållfasthetsklass				
				4.6	5.8	8.8	10.9	12.9
Nr 4	2,845	0,529	4,26	0,33	0,62	0,99	1,4	1,8
Nr 5	3,175	0,577	5,36	0,46	0,86	1,4	2,0	2,4
Nr 6	3,505	0,635	6,55	0,62	1,2	1,9	2,6	3,3
Nr 8	4,166	0,706	9,50	1,1	2,0	3,2	4,5	5,6
Nr 10	4,826	0,794	12,90	1,7	3,1	5,0	7,1	8,8
Nr 12	5,486	0,907	16,64	2,5	4,6	7,4	10	13
1/4	6,35	0,907	23,5	3,9	7,3	12	17	21
5/16	7,938	1,058	37,5	7,8	14	23	33	41
3/8	9,525	1,058	56,7	14	26	41	59	73
7/16	11,112	1,27	76,6	22	41	66	93	115
1/2	12,7	1,27	103	33	62	99	141	175
9/16	14,288	1,411	131	47	88	142	201	250
5/8	15,875	1,411	165	66	122	197	279	347
3/4	19,05	1,588	241	115	213	344	486	606
7/8	22,225	1,814	329	182	339	547	772	963
1	25,4	2,117	428	271	505	814	1 150	1 430
1 1/8	28,575	2,117	552	390	726	1 170	1 660	2 060
1 1/4	31,75	2,117	692	540	1 000	1 620	2 290	2 850
1 3/8	34,925	2,117	848	723	1 350	2 170	3 070	3 820
1 1/2	38,1	2,117	1 020	945	1 760	2 840	4 000	5 000
$\sigma_s = R_{eL}$ eller $R_{p0,2}$ N/mm ² nominellt				248	393	634	896	1 117
$\frac{k}{\kappa \left(1 + \frac{S_F}{F_{Fm}} \right)} \cdot \sigma_s$ N/mm ²				27,03	42,84	69,11	97,66	121,75

Åtdragningsmoment för rostfria skruvförband

För att rostfria skruvar (inklusive s k syrafasta skruvar) skall kunna förspännas erfordras effektiv smörjning - annars skär gängorna ihop. Hållfasthetsvärdena enligt ISO 3506 för rostfria skruvar överensstämmer inte med dem för vanliga stålskruvar. En särskild momenttabell har därför tagits med för rostfria skruvförband. Momentvärdena är där uträknade för produkter som är vaxade, vilket anses vara ett normalt tillstånd. Förspänningsgraden vid detta tillstånd används vid jämförelse med andra friktionsförhållanden.

Smörjning med molybdendisulfid (MoS₂) ger liknande friktionsförhållande som vaxning.

Följande exempel visar hur tabellen kan utnyttjas:

En sexkantsskriv M10 i hållfasthetsklass A4 - 80 förspänns med vaxad mutter i samma hållfasthetsklass. Åtdragningen utförs med momentnyckel på muttern.

Ur momenttabellen erhålls åtdragningsmomentet $M_V = 44$ Nm, för vaxade rostfria skruvförband. Likaså erhålls $\sigma_s = 600$ N/mm² och $A_s = 58$ mm².

Detta ger sträckkraften $F_s = \sigma_s \cdot A_s = 600 \cdot 58$ N = 34800 N = 34,8 kN

I tabell 23 erhålls följande beräkningsvärden och omräkningsfaktor för friktionsförhållandet:

$$S_F/F_{Fm} = \pm 0,23 \quad G_F = 0,65 \quad C = 1,00$$

Ingen omräkning med hänsyn till skruvtypen krävs.

Detta ger:

$$\begin{aligned} \text{Åtdragningsmomentet} &= \\ M_V \cdot C &= 44 \cdot 1,00 \text{ Nm} = 44 \text{ Nm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Medelförspänningskraften } F_{Fm} &= \\ F_s \cdot G_F &= 34,8 \cdot 0,65 \text{ kN} = 22,6 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Förspänningskraftens spridning } S_F &= \\ \frac{S_F}{F_{Fm}} \cdot F_{Fm} &= \pm 0,23 \cdot 22,6 \text{ kN} = \pm 5,2 \text{ kN} \end{aligned}$$

Tabell 21
Åtdragningsmoment (M_V) i Nm för vaxade rostfria eller syrafasta skruvförband vid användning av momentnyckel eller skruv-/mutterdragare med momentstyrning.
(Momentspridningen max \pm 5%). Metrisk grovgångor M

Gänga M	d mm	P mm	A_s mm ²	Hållfasthetsklass enligt ISO 3506						
				Austenitiska (A)			Ferritiska (F) och martensitiska (C)			
				50	70	80	45	50	60	70
1,6	1,6	0,35	1,27	0,057	0,12	0,16	0,068	0,11	0,17	
2	2	0,4	2,07	0,11	0,25	0,33	0,14	0,22	0,35	
2,5	2,5	0,45	3,39	0,23	0,50	0,66	0,28	0,45	0,70	
3	3	0,5	5,03	0,41	0,87	1,2	0,48	0,79	1,2	
3,5	3,5	0,6	6,78	0,64	1,4	1,8	0,76	1,3	2,0	
4	4	0,7	8,78	1,0	2,0	2,7	1,1	1,9	2,9	
5	5	0,8	14,2	1,9	4,1	5,4	2,3	3,7	5,8	
6	6	1	20,1	3,3	7,0	9,3	3,9	6,3	9,9	
8	8	1,25	36,6	7,8	17	22	9,3	15	24	
10	10	1,5	58	15	33	44	18	30	47	
12	12	1,75	84,3	27	57	76	32	52	82	
14	14	2	115	43	91	121	51	83	130	
16	16	2	157	65	140	187	78	127	199	
18	18	2,5	192	91	195	260	108	178	277	
20	20	2,5	245	127	273	364	152	249	388	
22	22	2,5	303	171	367	490	204	335	523	
24	24	3	353	220	472	629	262	430	671	
27	27	3	459	318	682	909	379	621	969	
30	30	3,5	561	434	930	1 240	517	848	1 320	
33	33	3,5	694	585	1 250	1 670	697	1 140	1 780	
36	36	4	817	755	1 620	2 160	899	1 470	2 300	
39	39	4	976	969	2 080	2 770	1 150	1 890	2 950	
$\sigma_s = R_{eL}$ eller $R_{p0,2}$ N/mm ² nominellt				210	450	600	250	410	640	
$\frac{k}{\kappa \left(1 + \frac{S_F}{F_{Fm}}\right)} \cdot \sigma_s$ N/mm ²				23,10	49,50	66,00	27,50	45,10	70,40	

(Utdrag + komplettering ur SMS handbok 516:1990)

Tabell 22
Åtdragningsmoment (M_V) i Nm för vaxade rostfria eller syrafasta skruvförband vid användning av momentnyckel eller skruv-/mutterdragare med momentstyrning.
(Momentspridningen max \pm 5%). Unified grovgångor UNC

Gänga UNC	d mm	P mm	A_s mm ²	Hållfasthetsklass						
				Austenitiska (A)			Ferritiska (F) och martensitiska (C)			
				50	70	80	45	50	60	70
1/4	6,35	1,270	20,5	3,6	7,0	10	4,3	7,0	7,7	11
5/16	7,938	1,411	33,8	7,3	14	21	8,7	14	16	22
3/8	9,525	1,588	50,0	13	25	37	15	25	28	39
7/16	11,112	1,814	68,6	20	40	59	24	40	44	62
1/2	12,7	1,954	91,5	31	60	89	37	60	66	94
9/16	14,288	2,117	117	44	87	127	53	87	95	135
5/8	15,875	2,309	146	61	120	175	73	120	131	187
3/4	19,05	2,540	216	108	210	308	128	210	231	328
7/8	22,225	2,822	298	172	337	493	205	337	369	525
1	25,4	3,175	391	258	504	737	307	504	553	787
1 1/8	28,575	3,629	492	366	715	1 050	436	715	784	1 120
1 1/4	31,75	3,629	625	511	997	1 460	608	997	1 090	1 560
1 3/8	34,925	4,233	745	674	1 320	1 930	802	1 320	1 440	2 050
1 1/2	38,1	4,233	907	887	1 730	2 530	1 060	1 730	1 900	2 700
$\sigma_s = R_{eL}$ eller $R_{p0,2}$ N/mm ² nominellt				210	410	600	250	410	450	640
$\frac{k}{\kappa \left(1 + \frac{S_F}{F_{Fm}}\right)} \cdot \sigma_s$ N/mm ²				23,10	45,10	66,00	27,50	45,10	49,50	70,40

Tabell 18.1

Rekommenderade åtdragningsmoment (M_v) i Nm för obehandlade anoljade Holo-Krome® skruvar vid användning av momentnyckel eller skruv-/mutterdragare med momentstyrning. (Momentspridningen max $\pm 5\%$). Metriska grovgångor M

Gänga M	d mm	P mm	A_s mm ²	Holo- Krome®
1,6	1,6	0,35	1,27	0,29
2	2	0,4	2,07	0,66
2,5	2,5	0,45	3,39	1,32
3	3	0,5	5,03	2,4
4	4	0,7	8,78	5,6
5	5	0,8	14,2	11,4
6	6	1	20,1	19,3
8	8	1,25	36,6	46,3
10	10	1,5	58	88,3
12	12	1,75	84,3	161,8
14	14	2	115	257,4
16	16	2	157	397,3
18	18	2,5	192	551,6
20	20	2,5	245	772,3
24	24	3	353	1338,9
30	30	3,5	561	2684,5
36	36	4	817	4708,7
42	42	4,5	1 121	7538,8

Tabell 23

Beräkningsvärden och omräkningsfaktorer (C) för olika friktionsförhållanden (Åtdragning med momentnyckel eller skruv-/mutterdragare med momentstyrning, momentspridningen max $\pm 5\%$).

Material, ytbeskaffenhet 1)		Smörjnings- tillstånd	μ_{tot}	$\frac{S_F}{F_{Fm}}$ \pm	k	κ	G_F	C 3)	
Skruv	Mutter eller godsgänga	Stål, obeh	torr	0,14	0,29	0,168	1,24	0,62	0,96
			olja	0,125	0,16	0,152	1,21	0,71	1,00
			MoS ₂	0,10	0,16	0,125	1,15	0,75	0,86
			vax	0,06	0,11	0,082	1,08	0,83	0,63
Stål, fos	Stål, fos eller obeh	torr	0,125	0,29	0,152	1,21	0,64	0,90	
		olja	0,10	0,16	0,125	1,15	0,75	0,86	
		MoS ₂	0,08	0,11	0,103	1,11	0,81	0,77	
		vax	0,06	0,11	0,082	1,08	0,83	0,63	
Stål, fzb, fzy eller fzm	Stål, fzb, fzy, fzm eller obeh	torr	0,14	0,29	0,168	1,24	0,62	0,96	
		olja/emulsion	0,10	0,16	0,125	1,15	0,75	0,86	
		vax	0,06	0,11	0,082	1,08	0,83	0,63	
		Lättmetall	olja/emulsion	0,125	0,23	0,152	1,21	0,67	0,94
Zink-järn	Zink-järn	torr	0,16	–	–	–	–	1,05	
		vax	0,06	0,082	1,08	0,11	–	0,63	
Stål, fzv	Stål, fzv eller obeh	olja (leverans- tillstånd)	0,14	0,16	0,168	1,24	0,69	1,07	
		torr	0,20	0,29	0,232	1,41	0,55	1,17	
		olja/emulsion	0,14	0,16	0,168	1,24	0,69	1,07	
		vax	0,06	0,11	0,082	1,08	0,83	0,63	
	Lättmetall	olja/emulsion	0,16	0,29	0,189	1,29	0,60	1,04	
Stål, Polyseal	Stål, Polyseal eller obeh	torr	0,20	0,29	0,232	1,41	0,55	1,17	
		olja	0,14	0,16	0,168	1,24	0,69	1,07	
		emulsion	0,10	0,16	0,125	1,15	0,75	0,86	
		vax	0,06	0,11	0,082	1,08	0,83	0,63	
Rostfritt stål 2)	Rostfritt stål eller lättmetall 2)	vax	0,14	0,23	0,168	1,24	0,65	1,00	
		olja/emulsion	0,20	0,29	0,232	1,41	0,55	0,84	

1) Obeh = obehandlad, fos = fosfaterad, fzb = elförzinkad + blankkromaterad, fzy = elförzinkad + gulkromaterad, fzm = mekaniskt förzinkad, fzv = varmförzinkad, epoxi = beläggning baserad på epoxiharts.

2) Rostfritt stål omfattar liksom i ISO 3506 även s k syrafast stål.

3) Omräkningsfaktorn C vid omräkning av åtdragningsmomentet

till annat material, annan ytbehandling eller annat smörjningstillstånd har satts till 1,00 för obehandlad, anoljad skruv och mutter av stål samt för vaxad skruv och mutter av rostfritt stål. Momenten i tidigare tabeller avser dessa kombinationer. Man kan lätt räkna om dem till andra kombinationer genom att multiplicera med den faktor C som enligt tabellen då gäller.

Åtdragning av skruvar

För varje skruvförbands funktion är den vid monteringen uppnådda klämkraften avgörande. I princip skall skruven dras till dess sträckgräns. Då även friktion uppstår vid åtdragandet, något som ytterligare belastar skruven, måste den verksamma klämkraften förbli under sträckgränsen. Det tillåtna åtdragningsmomentet och den därigenom uppnådda klämkraften kan ses i de följande tabellerna.

Dessa värden beror dock mycket på den rådande friktionen.

Några friktionsvärden:

Obehandlat, lätt anoljat:	0,10-0,14
Dacromet 500:	0,12-0,18
Varmförzinkat:	0,16-0,30
Elförzinkat + vax Gleitmo 605 =	0,09-0,11

I normalfallet (svart, lätt oljat) kan man räkna med friktionsvärdet 0,12. För andra fall kan man hämta friktionsvärden från nedanstående tabell.

Skruv enligt ISO 4014, 4017, 4762, DIN 931, 933, 912.

Tabell 97 Åtdragningsmoment för friktionskoefficient = 0,08 och 0,10

Endast rekommenderade värden.

Diameter	Friktionskoefficient = 0,08						Friktionskoefficient = 0,10					
	Klämkraft N			Åtdragningsmoment Nm			Klämkraft N			Åtdragningsmoment Nm		
	8,8	10,9	12,9	8,8	10,9	12,9	8,8	10,9	12,9	8,8	10,9	12,9
M 4	4 350	6 150	7 400	2,1	2,9	3,5	4 200	5 900	7 100	2,4	3,3	4,0
M 5	7 150	10 100	12 100	4,2	6,0	7,1	6 900	9 700	11 600	4,9	7,0	8,0
M 6	10 100	14 200	17 000	7,0	10	12	9 750	13 700	16 400	8,0	12	14
(M 7)	14 800	20 700	24 900	12	16	20	14 400	20 200	24 200	13	19	23
M 8	18 500	26 100	31 300	17	24	29	17 900	25 100	30 200	20	28	34
(M 9)	24 700	34 700	41 600	25	35	43	23 800	33 400	40 100	29	41	49
M 10	29 500	41 400	49 700	34	48	58	28 400	40 000	48 000	40	56	67
M 12	43 000	60 500	72 500	60	84	100	41 500	58 500	70 000	69	98	115
M 14	59 000	82 500	99 000	95	135	160	56 500	80 000	96 000	110	155	185
M 16	81 000	114 000	137 000	145	205	245	78 500	110 000	132 000	170	240	285
M 18	98 500	138 000	166 000	200	285	340	95 000	134 000	160 000	235	330	395
M 20	127 000	178 000	214 000	285	400	480	122 000	172 000	206 000	330	465	560
M 22	158 000	222 000	266 000	380	530	640	152 000	214 000	257 000	445	620	750
M 24	183 000	257 000	308 000	490	690	830	176 000	248 000	298 000	570	800	960
M 27	239 000	337 000	404 000	720	1 000	1 200	232 000	326 000	391 000	840	1 200	1 400
M 30	292 000	410 000	493 000	980	1 400	1 650	282 000	397 000	476 000	1 150	1 600	1 950
M 8 x 1	20 200	28 400	34 100	18	26	31	19 500	27 000	33 000	22	30	36
M 10 x 1,25	31 600	44 400	53 300	36	51	61	30 500	42 900	51 500	42	59	71
M 12 x 1,25	48 200	68 000	81 500	64	91	110	46 600	65 500	78 500	76	105	130
M 12 x 1,5	45 400	64 000	76 500	62	87	105	43 900	62 000	74 000	72	100	120
M 14 x 1,5	65 000	91 500	110 000	100	140	170	63 000	88 500	106 000	120	165	200
M 16 x 1,5	88 000	124 000	148 000	150	215	255	85 000	120 000	144 000	180	250	300
M 18 x 1,5	114 000	161 000	193 000	220	310	370	111 000	156 000	187 000	260	365	435
M 20 x 1,5	144 000	203 000	244 000	305	430	510	140 000	197 000	236 000	380	510	610
M 22 x 1,5	178 000	250 000	300 000	405	570	680	172 000	242 000	291 000	480	680	810
M 24 x 2	203 000	286 000	343 000	520	730	880	197 000	277 000	332 000	610	860	1 050
M 27 x 2	264 000	371 000	445 000	760	1 050	1 300	256 000	359 000	431 000	900	1 250	1 500
M 30 x 2	331 000	466 000	559 000	1 050	1 500	1 800	321 000	452 000	542 000	1 250	1 750	2 100

Fästelement med insexgrepp, sextandshålsgrepp och låg skalle

Tabell 100

Skruv typ	Maximalt åtdragningsmoment (Nm)													ISO 4026/DIN 913	
	DIN 6912		DIN 7984		BN 1206	BN 9524	ISO 7379	DIN 7991	ISO 14581	DIN 7991	ISO 7380	BN 6404	ISO 7380	ISO 4027/DIN 914	ISO 4028/DIN 915
< Gänga	8.8	A2-70 A4-70	8.8	A2-70 A4-70	10.9	8.8	12.9	10.9	8.8	A2-70 A4-70	10.9	8.8	A2-70 A4-70	45 H ¹⁾	A2 A4
M 3			1	0,6				1	1	0,5	1	1	0,5	0,5	0,2
M 4	2	1	2	1,2	2	2		2	2	1	2	2	1	1	0,5
M 5	6	4	4	2,5	5	5	4	5	5	2,5	4	4	2	3	1,5
M 6	9	5	8	5	5	5	9	9	9	4,5	8	8	4	5	2,5
M 8	20	12	12	7	10	10	25	15	8	8	12	12	6	10	5
M10	40	24	35	21	18		40	40	20	20	30		15	20	10
M12	65	40	50	30			70	65	33	33	60		30	45	22
M14	110	66						100		50				45	22
M16	180	110	110	66			200	110		55				90	45
M18														140	70
M20	280	170	200	120			400	150		75				140	70
M22														220	110
M24			390	235				400		200				220	110

¹⁾ Hållfasthetsklass och mekaniska egenskaper enl. ISO 898-5, gäller för stoppskruvar utan dragpåkänning.

Friktion

Skruv DIN 912 elförzinkad 8 µm + blåkromaterad
 klass 8.8 M10x60.
 Test utfört hos Nylok Scandinavia. Maskin Schatz Analyse.

5 st tester gjordes i varje omgång.
 Den totala friktionens medelvärde redovisas.

Tabell 101

Typ av behandling:	Friktion:
Elförzinkning	0,11
Elförzinkning + vax Gleitmo 605	0,08
Elförzinkning + Tuflok 2 - 180 grader	0,12
Elförzinkning + Tuflok 2 - 180 grader + vax Gleitmo 605	0,07
Elförzinkning + Tuflok 2 - 360 grader	0,13
Elförzinkning + Tuflok 2 - 360 grader + vax Gleitmo 605	0,08

Korrektionsfaktorer för skruvar och muttrar

Skruvar med sänkhuvud: På grund av anliggningsytans storlek och sänkvinkeln får dessa skruvar större friktionskraft mot anliggningsytan och därför måste åtdragningsmomentet ökas med ca 30%.

Pinnskruvar: För montering av pinnskruvsförband krävs först att godsändan dras fast i det gängade hålet och sedan att förbandets mutter dras åt. För fastdragnings av godsändan behöver momentet inte övervinna friktion mot någon anliggningsyta. Enligt vad som sagts om åtdragningsmomentets fördelning, kan man då räkna med ungefär halva det moment som fordras vid förspänning av skruven genom åtdragning av muttern.

Flänsskruvar och flänsmuttrar: Även dessa har större anliggningsyta än vanliga skruvar och muttrar och därmed större friktionsradie, varför åtdragningsmomentet måste ökas med ca 10%.

Stoppskruvar: Vid montering av stoppskruvar behöver ingen friktion mot någon anliggningsyta övervinnas. Däremot måste underlagets motstånd mot skruvänden övervinnas. Skruvens ändutförande och underlagets form (plan eller cylindrisk yta, förborrat hål etc) inverkar, men det moment som krävs är 50% - 70% av det som krävs för vanliga skruvar. Stoppskruvar med spets kräver det lägre momentet, medan stoppskruvar med fasad, plan, eller skålad ände har större friktionsradie och kräver därför det högre momentet.

Tabell 102 Åtdragningsmoment i Nm för låsmuttrar

Åtdragningsmoment enligt DIN 267/15 för låsmuttrar enligt DIN 6925, ISO 7042. Klämdel enligt DIN 267/15.

	klass 8	klass 10 och 12		klass 8	klass 10 och 12
M3	0,43	0,6	M18	42,0	56,0
M4	0,9	1,2	M20	54,0	72,0
M5	1,6	2,1	M22	68,0	90,0
M6	3,0	4,0	M24	80,0	106,0
M8	6,0	8,0	M27	94,0	123,0
M10	10,5	14,0	M30	108,0	140,0
M12	15,5	21,0	M33	122,0	160,0
M14	24,0	31,0	M36	136,0	180,0
M16	32,0	42,0	M39	150,0	200,0

Tabell 103 Åtdragningsmoment för Mässing

Gänga <i>d</i>	M2	M2,5	M3	M3,5	M4	M5	M6	M8	M10
M_A max [Nm]	0,14	0,28	0,5	0,79	1,2	2,2	3,9	9	17

För ytterligare information ang. åtdragningsmoment för fästelement i mässing, koppar och aluminium, se min. vridbrottmoment sid 217 tabell 197.

Tabell 104 Åtdragningsmoment för Koppar

Gänga <i>d</i>	M4	M5	M6	M8	M10	M12
F_V (N)	3000	5550	7800	14300	22800	33400
M_A max [Nm]	2,4	4,7	8	19	39	67

För ytterligare information ang. åtdragningsmoment för fästelement i mässing, koppar och aluminium, se min. vridbrottmoment sid 217 tabell 197.

Tabell 105 Åtdragningsmoment för Nylon, Polyamid 6.6

Gänga <i>d</i>	M3	M4	M5	M6	M8	M10	M12	M14	M16
Skruvar M_A max [Nm]	0,1	0,2	0,5	1	2	3	4	6	7,5
Muttrar M_A max [Nm]	0,1	0,3	0,6	1,5	3	4	5	7,5	9