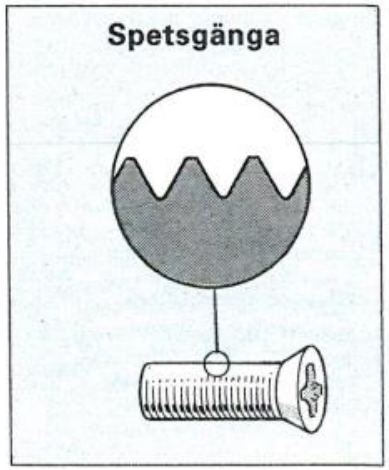
Skruvförband

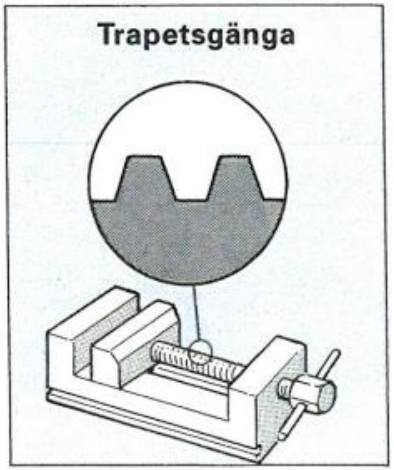
Skruvförband är tillsammans med nitförband, limförband och svetsförband ett av de vanligaste sätten att förbinda konstruktionsdelar med varandra. Till skillnad från de övriga medger skruvförbandet enkel demontering.

Skruvförband i en grövre balkkonstruktion.

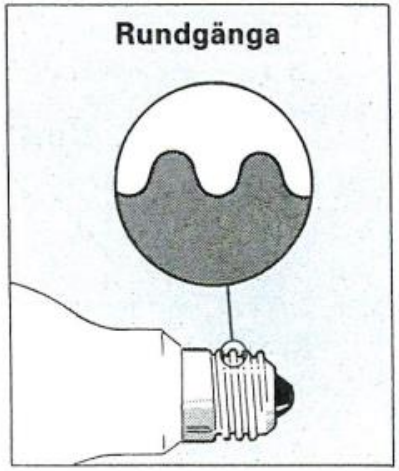
Olika typer av gängor



Hög friktion

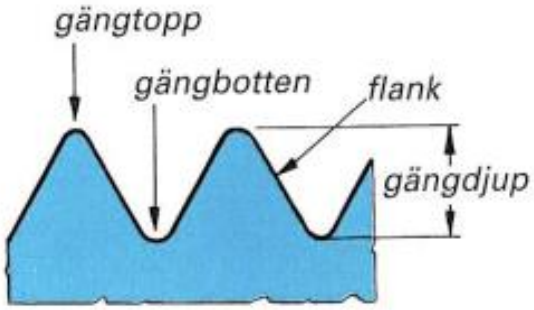


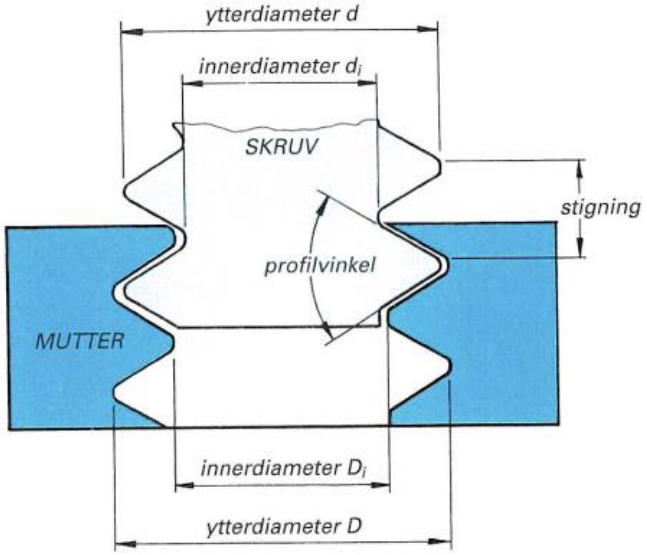
Låg friktion



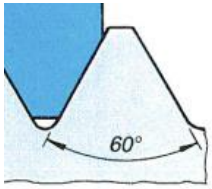
Mer okänslig för yttre påverkan

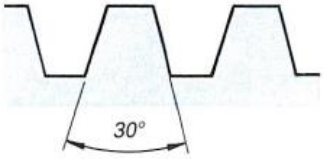
Gängans geometri





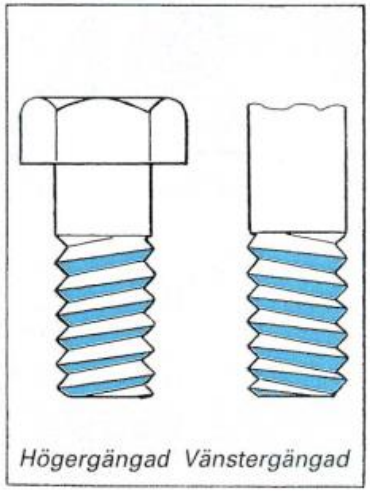
Profilvinkeln för spetsgängan är 60˚ och för trapetsgängan 30˚.

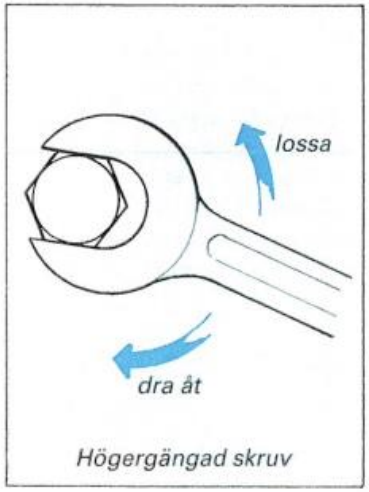


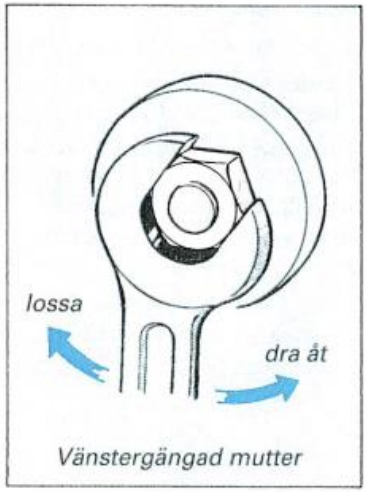


Trapetsgänga

Höger respektive vänstergänga



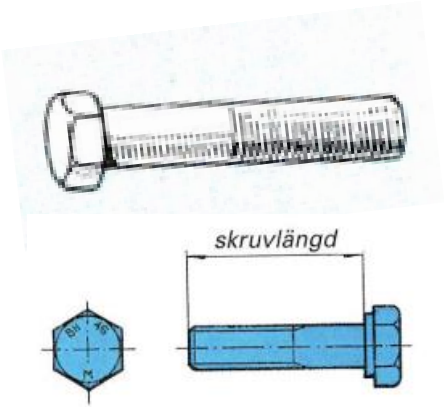




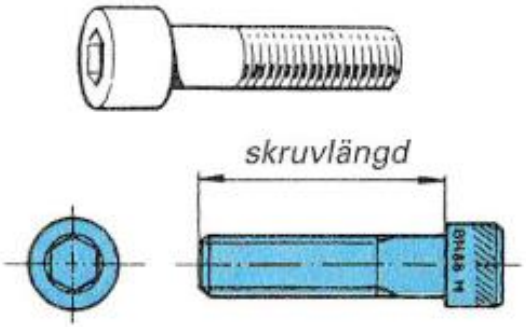
Högergänga är den i särklass vanligaste gängriktningen. Vänstergänga används dock i vissa fall på roterande delar där en högergänga skulle kunna gänga ur sig själv. Ett exempel är vänstra pedalen på en cykel.

Några vanliga typer av skruvskallar

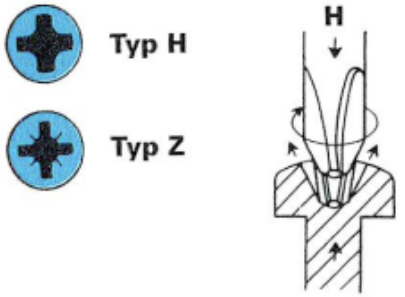
Sexkants-skruv



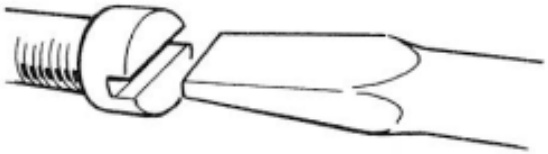
Insex-skruv



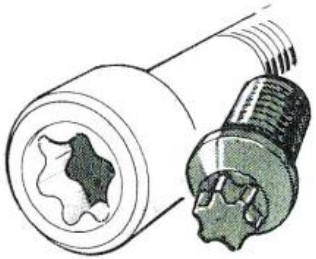
Krysskruv



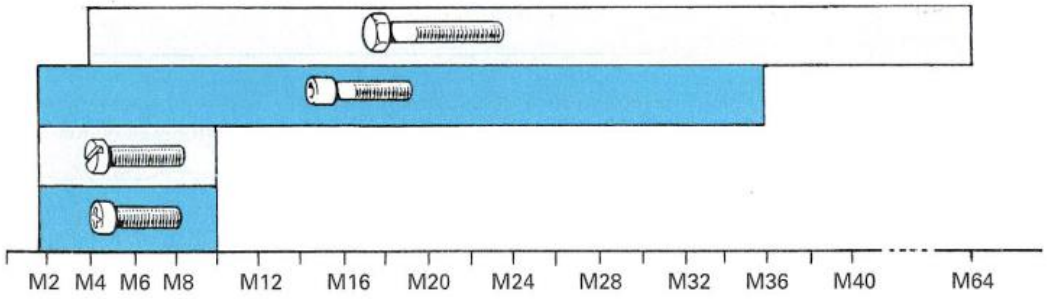
Spårskruv



Torx®-skruv



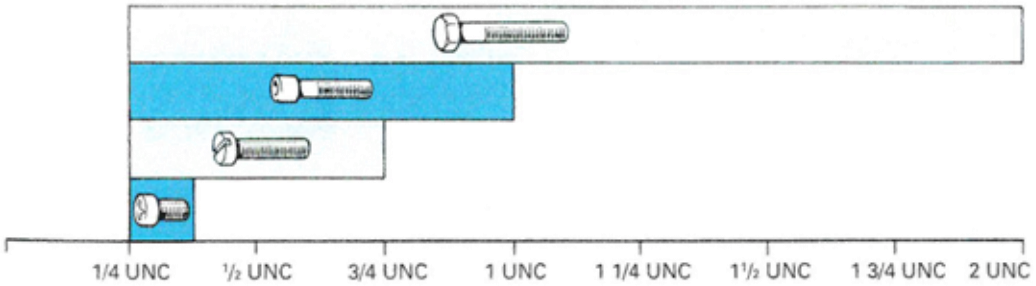
Standardiserade gängdimensioner



Sexkantsskruv

ISO 4014 M8 × 55

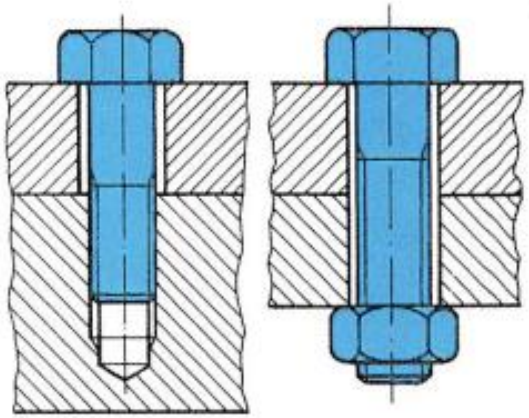
- ISO 4014 — *del- eller helgängad (här delg.)*
- M8 — *metrisk gänga, ytterdiam. 8 mm*
- 55 — *skruvlängd i mm*



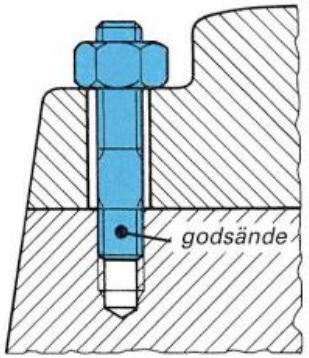
U6S ½UNC × 45

- U6S — *UN-gängad 6-kantskruv*
- ½UNC — *Unified grovgänga, ytterdiam. ½ tum*
- 45 — *skruvlängd i mm*

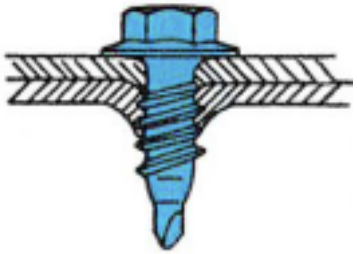
Några olika skruvgeometrier



Igängad respektive genomgående sexkantsskruv



Pinnskruv



Plåtskruv

Träskruv

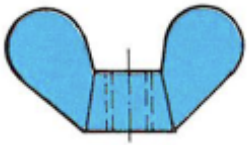
Några olika muttrar

Standard sexkantmutter

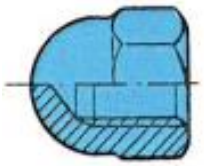
ISO 4032 (M6M)

Högre variant

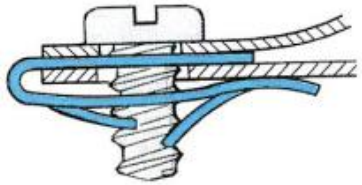
Lägre variant



Vingmutter



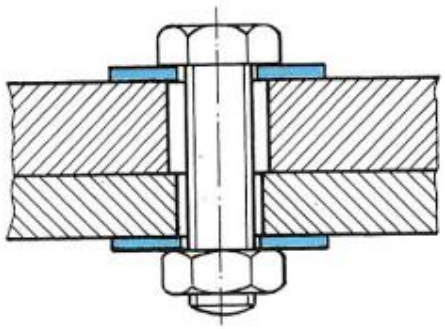
Kulmutter

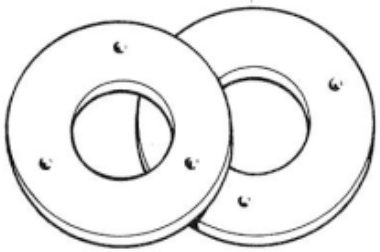


Fjädermutter

Mutterbricka

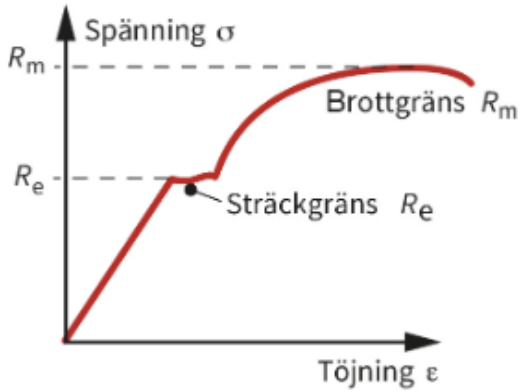
Ibland kan skruvhålet vara större än bultskallen och muttern vilket kan avhjälpas med brickor. Den vanligaste orsaken till användning av brickor är att förhindra sättning i grundmaterialet vilket i sin tur kan leda till lossning av förbandet.



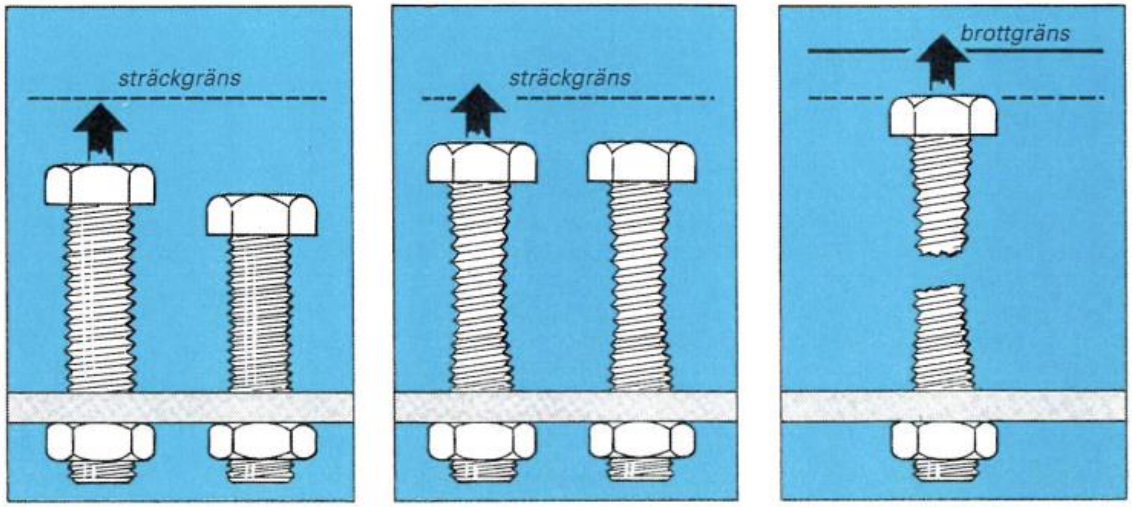


*) Om endast en bricka används ska den placeras på mutterns sida.

Skruvens hållfasthet



Sträck- och brottsgräns för stål.



Hållfasthetsklasser

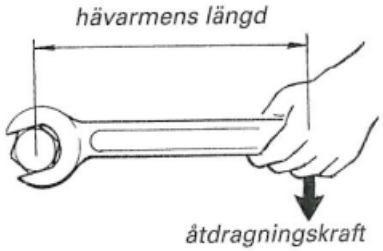
Skruvar finns i olika hållfashetsklasser. Exempelvis kan en vanlig 12mm skruv med längden 20mm och hållfasthetsklass 10.9 anges som M12 x 20 - 10.9.

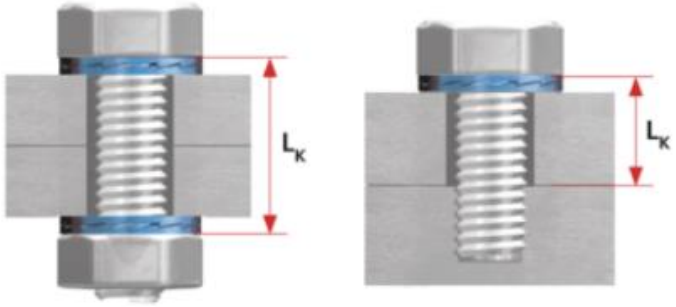
	Hållfasthetsklass				
	4.6	**6.8**	**8.8**	**10.9**	**12.9**
Minsta brottgräns N/mm²	400	600	800	1000	1200
Minsta sträckgräns N/mm²	240	480	640	900	1080
För att ge jämnstarkt förband ska muttern vara märkt med	4	6	8	10	12

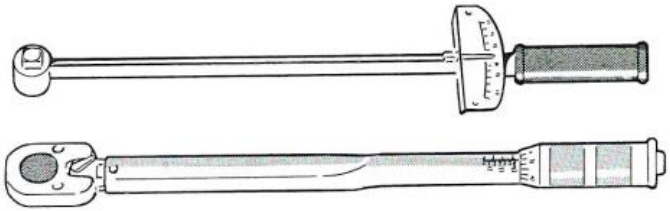
BUFO här till vänster är ett varumärke och M anger att det är metriska mått. Den första 8-an anger att brottgränsen är 800 MPa och den andra 8-an visar att förhållandet mellan sträck- och brottgräns är 0.8. Bultens sträckgräns är således 640 MPa.

Åtdragningsmoment

I syfte att förhindra att skruvförbandet lossnar och kan utnyttjas på ett korrekt sätt förspänner man förbandet med ett specificerat åtdragningsmoment. Åtdragningen resulterar i en klämkraft som verkar över en klämlängd. Klämlängden bör vara minst 3-5 ggr skruvens diameter. Den igängade delen bör vara minst dubbelt så lång som skruvens diameter.







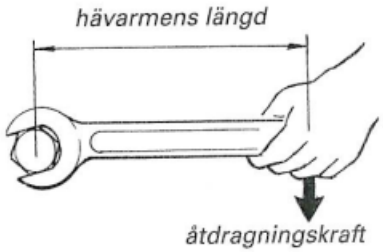
Åtdragningsmomentet kan kontrolleras med en momentnyckel.

Rekommenderade åtdragningsmoment

Ett vanligt åtdragningsmoment motsvarar en förspänningskraft som är 73% av skruvens sträckkraft (flytgränsen).

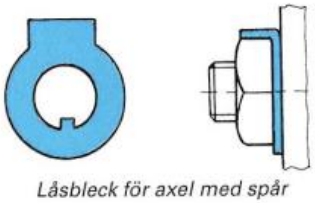
Skruvgänga metrisk ytterdiam. i mm d	Gängstigning grov i mm P	Spänningsarea i mm² A_s	Borrdiameter i mm före gängning D_b	Frigående håldiam. d_h	Sträckkraft $R_{p02} \cdot A_s$ i kN (klass 8.8) F_{st}	Förspänningskraft $=0{,}73 \cdot F_{st}$ i kN F_F	Åtdragningsmoment i Nm (klass 8.8) M_v	Skruvlängd i mm L
M3	0,5	5,03	2,5	3,4	3,2	2,3	1,35	6-30
M4	0,7	8,78	3,3	4,5	5,6	4,1	3,3	8-40
M5	0,8	14,2	4,2	5,5	9,1	6,6	6,5	10-50
M6	1,0	20,1	5,0	6,6	12,9	9,4	11,1	12-60
M8	1,25	36,6	6,8	9,0	23,4	17,1	26,6	16-80
M10	1,5	58	8,5	11	37,1	27,1	52,5	20-100
M12	1,75	84,3	10,2	14	53,9	39,4	91,2	25-100
M14	2,0	115	12,0	16	73,6	53,7	145	25-100
M16	2,0	157	14,0	18	100,5	73,4	222	30-100
M20	2,5	245	17,5	22	156,8	115	434	35-100
M24	3,0	353	21	26	226	165	750	40-100
M30	3,5	561	26,5	33	359	262	1455	50-100

Utdrag ur Karl Björks tabellsamling.

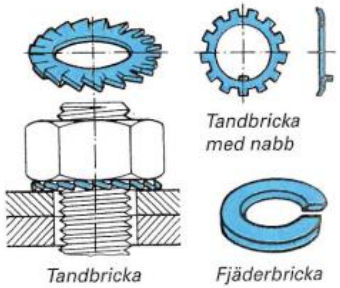


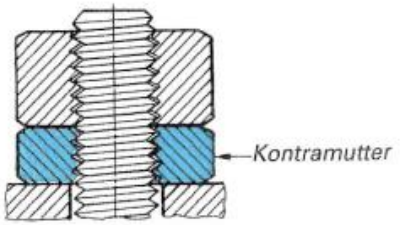
Några olika sätt att säkerställa låsning av förbandet

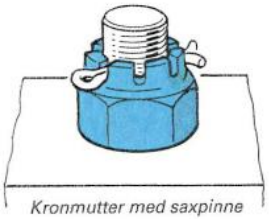
Vid skruvförband med styvt gods (som ex v stål) ska det i regel räcka med standardbrickor och förspänningskraft enligt tabell för att förhindra lossning. Används dessutom standard planbrickor behöver i regel ej heller kontakttrycket kontrolleras. För mjukare/klenare material kan det dock finnas anledning till en annan form av låsning.



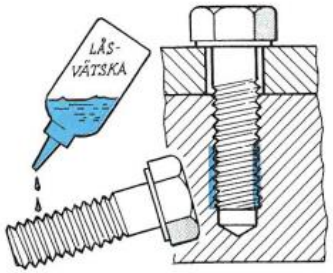
Låsbleck för axel med spår

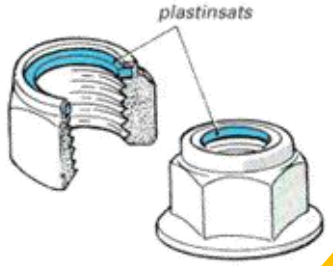






Kronmutter med saxpinne

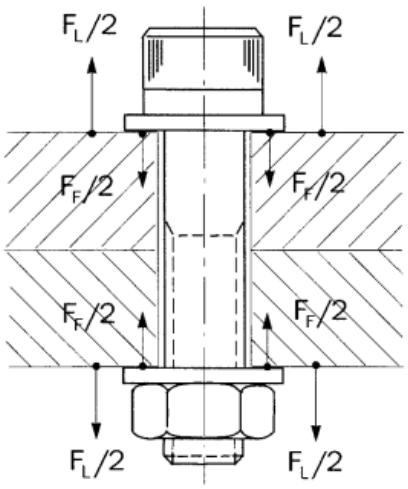


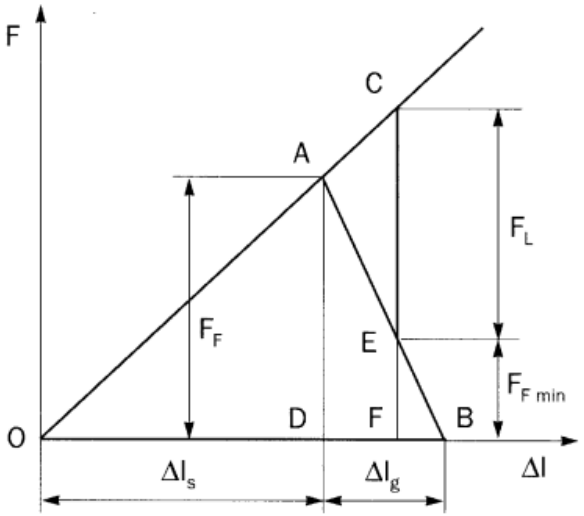


Nylonring – låsning i gänga

Skruvens mekanik

Vid förspänning i förbandet dras skruven ut längden Δl_s samtidigt som godset sammanpressas längden Δl_g. För ett normalt förband brukar F_F vara ca 70% av skruvens sträckkraft. När sedan den yttre lasten F_L läggs på kommer Δl_s att öka samtidigt som Δl_g minskar. Om F_L blir alltför stor kan förbandet släppa och skruven i värsta fall nå sin brottgräns och gå av.



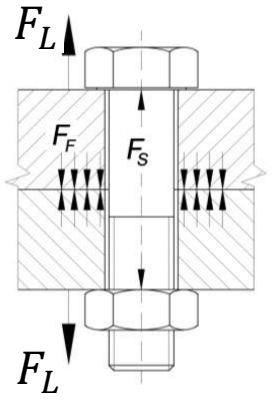


Dimensionering av skruvförband

Kraftspelet i ett skruvförband är ganska komplext och det finns ett antal olika dimensioneringsprinciper i litteraturen att välja på, den ena mer sofistikerad än den andra.

Väljer att i den här kursen endast presentera en förenklad ingenjörsmässig dimensioneringsmetod som fungerar i de allra flesta sammanhang förutsatt ett normalt förband konstruerat med tillräckligt lång klämlängd och ett någorlunda styvt gods. Metoden bygger helt enkelt på att välja en tillåten yttre kraft som andel av bultens förspänningskraft.

Lastfallsklassificering	Tillåten yttre dragbelastning, F_L
Normalt lastfall	0.6 x F_F
Exceptionellt lastfall	0.7 x F_F
Extremfall	0.8 x F_F



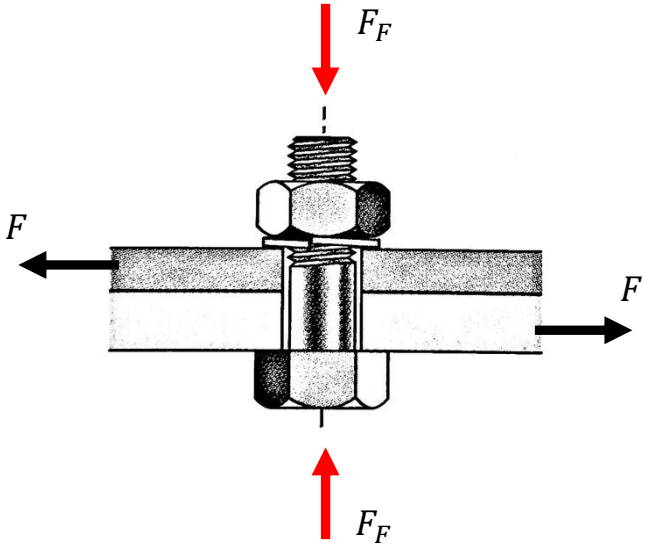
*) Om förbandet utsätts för varierande cyklisk last måste hänsyn även tas till utmattning, vilket ej behandlas i den här kursen.

**) I förband med flera skruvar kan man i vissa fall belasta ända upp till förspänningskraften.

Dimensionering av skruvförband, forts

Om själva skruven ska ta upp skjuvlast är den tillåtna skjuvkraften = skruvens brottgräns x 0.6.

I de allra flesta konstruktioner låter man dock istället friktionen mellan plåtarna ta upp friktionslasten i stället för skruvarna. Då blir den tillåtna skjuvkraften högst lika stor som $\mu \cdot F_F$. Man kan ju naturligtvis dessutom lägga på en säkerhetsfaktor om man känner behov av det.



$$F \leq \mu \cdot F_F$$

Skruvförband i Karl Björks tabellsamling, sid 16

Svensk skruvstandard

Innehåll:
Skruvar med M-gänga (grov stigning), gängpressande skruvar med ST-gänga, gängdiameter ***d*** för olika skruvhuvudtyper såsom; sexkant, sexkant med fläns, sexkanthål, spår- och kryss- skruvar , muttrar (normal höjd, låg höjd, låsmutter, flänsmutter), försänkningar ***D***, frigående hål d_h, nyckelvidd ***s***, torx nyckelvidd ***T***, borrdiameter före gängning D_b, skruvhuvudshöjd ***k***, sträckkraft F_{st}, förspänningskraft F_F, åtdragningsmoment M_v, skruvlängd ***L***.

Skruvgänga metrisk ytterdiam. i mm	*Gängstigning grov i mm*	*Spänningsarea i mm²*	*Borrdiameter i mm före gängning*	*Frigående håldiam.*	*Sträckkraft $R_{p0,2}$·A_s i kN (klass 8.8)*	*Förspänningskraft =0,73·F_{st} i kN*	*Åtdragningsmoment i Nm (klass 8.8)*	*Skruvlängd i mm*
d	*P*	A_s	D_b	d_h	F_{st}	F_F	M_v	*L*
M3	0,5	5,03	2,5	3,4	3,2	2,3	1,35	6-30
M4	0,7	8,78	3,3	4,5	5,6	4,1	3,3	8-40
M5	0,8	14,2	4,2	5,5	9,1	6,6	6,5	10-50
M6	1,0	20,1	5,0	6,6	12,9	9,4	11,1	12-60
M8	1,25	36,6	6,8	9,0	23,4	17,1	26,6	16-80
M10	1,5	58	8,5	11	37,1	27,1	52,5	20-100
M12	1,75	84,3	10,2	14	53,9	39,4	91,2	25-100
M14	2,0	115	12,0	16	73,6	53,7	145	25-100
M16	2,0	157	14,0	18	100,5	73,4	222	30-100
M20	2,5	245	17,5	22	156,8	115	434	35-100
M24	3,0	353	21	26	226	165	750	40-100
M30	3,5	561	26,5	33	359	262	1455	50-100

Åtdragningsmoment M_v

$M_v = F_F[r_m \cdot \tan(\varepsilon_1 + \varphi) + r_{mb} \cdot \mu]$

med antagandet $\mu = 0{,}14$ (torr),

$\tan\varepsilon_1 = \frac{\mu}{\cos 30°}$, $\tan\varphi = \frac{P}{\pi \cdot d_m}$

$r_{mb} = \frac{s + d_h}{4}$ = skruvhuvudets medelanliggn.radie, $r_m = \frac{d_m}{2}$

(d_m= medeldiam. Se d_2 sid. 13)

Sträckkraften F_{st} har beräknats för hållfasthetsklassen 8.8. Med kännedom om R_{p02} för andra hållf.klasser, kan F_{st}, F_F och M_v beräknas genom proportionering mot 640 för 8.8. Proportionering kan också tillgripas vid andra friktionsförhåll.

Förkortningar för ytbehandling på stål

obeh = obehandlad
fos = fosfaterad
fzb = elförzinkad+blankomaterad
fzy = elförzinkad+gulkromaterad
fzm = mekaniskt förzinkad
fzv = varmförzinkad
epoxi = beläggn. av epoxiharts

Skruvförspänning

För att rostfria och syrafasta skruvar skall kunna förspännas måste de smörjas annars skär gängorna ihop. Det kan ske med vax eller molybdendisulfid (MoS_2). För vanligt stål användas anoljning. Den lägre friktionen ger möjlighet till högre förspänning.

Material / Yta Skruv	Mutter	Smörjningstillstånd	μ
Stål, obeh.	Stål, obeh.	torr	0,14
		olja	0,125
		MoS_2	0,1
		vax	0,06
Stål, fos	Stål, fos eller obeh.	torr	0,125
		olja	0,1
		MoS_2	0,08
		vax	0,06
Stål fzb, fzm, fzy	Stål, fzb,fzy,fzm, obeh.	torr	0,14
		olja/emuls	0,10
		vax	0,06
	Lättmetall	olja/emuls.	0,125
Stål fzv	Stål fzv,obeh	olja	0,14
		torr	0,20
		olja/emuls	0,14
		vax	0,06
	Lättmetall	olja/emuls.	0,16
Stål epoxi	Stål, epoxi,eller obeh.	torr	0,20
		olja	0,14
		emulsion	0,10
		vax	0,06
Rostfr. stål	Rostfr.stål eller lättmet.	vax	0,14
		olja/emuls	0,20

Hållf. klass	R_{p02} N/mm²
4.6	240
5.8	400
8.8	640
10.9	900
12.9	1080

Beteckningsexempel:
M6S 12x50 4.6 fzv
I beteckningen ingår; skruvtyp, ytterdiameter, skruvlängd, hållfasthetsklass och ytbehandling.

Sexkantmutter. *Hex nut*

	d	m_3	m_4	m_5
M6M *normal*	M3	2,4	1,8	
	M4	3,2	2,2	5
	M5	4,7	2,7	6
	M6	5,2	3,2	7,5
	M8	6,8	4	9,5
ML6M *låg*	M10	8,4	5	12
	M12	10,8	6	15
	M14	12,8	7	16
LM6M *lås*	M16	14,8	8	19
	M20	18	10	22
	M24	21,5	12	27
	M30	25,6	15	33

Sexkantskruv M6S. *Hex head screw* DIN931/933

d	D_1	D_2	*s*	*e*	*k*
M3	8	10	5,5	6	2
M4	11	13	7	7,7	2,8
M5	11	15	8,0	8,8	3,5
M6	13	18	10	11,1	4,0
M8	18	20	13	14,4	5,3
M10	24	26	16	17,8	6,4
M12	26	28	18	20	7,5
M14	30	33	21	23,4	8,8
M16	33	36	24	26,8	10
M20	40	48	30	33,5	12,5
M24	48	53	36	40,0	15
M30	61	66	46	50,9	18,7

Cylinderhuvud MC6S DIN912. sexkanthålskruv. *Hex socket head*

d	D_3	d_k	*s*	*k*
M2,5	5	4,5	2	2,5
M3	6	5,5	2,5	3
M4	8	7	3	4
M5	10	8,5	4	5
M6	11	10	5	6
M8	15	13	6	8
M10	18	16	8	10
M12	20	18	10	12
M14	24	21	12	14
M16	26	24	14	16
M20	33	30	17	20
M24	40	36	19	24

Flänsmutter M6MF. DIN6923 *Flange nut*

Försänkning för hylsa

d	D_4	d_c	*m*
M5	18	11,8	5
M6	18	14,2	6
M8	22	18	8
M10	26	22,3	10
M12	30	26,6	12
M14	36	30,5	14
M16	40	35	16

Sexkantflänsskruv M6SF. *Hex head flange screw* DIN6921

d	D_5	d_c	*k*
M5	13	11,4	5,6
M6	15	13,6	6,8
M8	20	17	8,5
M10	24	20,8	9,7
M12	28	24,7	11,9
M14	33	28,6	12,9
M16	36	32,8	15,1

Cylinderhuvud MCS spårskruv *Cheese head, slotted,* DIN84

d	D_8	d_k	*k*
M2,5	5	4,5	1,6
M3	6	5,5	2
M4	8	7	2,6
M5	10	8,5	3,2
M6	11	10	3,9
M8	15	13	5,1
M10	18	16	6

Rundat huvud MRX-kryss MRT-torx. DIN7985 *Dome head philips/torx*

d	D_7	d_k	*k*	*T*
M2,5	6	5	2	8
M3	7	6	2,4	10
M4	9	8	3,1	20
M5	11	10	3,8	25
M6	13	12	4,6	30
M8	18	16	6	40
M10	22	20	7,5	50

Sänkhuvud MFS -spår DIN963 **MFX** -kryss DIN965 *Flat head/Countersunk, slotted/philips*

d	D_s	d_k	*k*
M2,5	5,7	4,7	1,5
M3	6,5	5,5	1,7
M4	9,7	8,4	2,7
M5	10,7	9,3	2,7
M6	12,9	11,3	3,2
M8	17,7	15,8	4,7
M10	20,4	18,2	6

Gängpressande skruvar med ST-gängor. *Sheet metal screws*

Sexkantskruv **HS** DIN7976C — *Rundat huvud* DIN7981 *RXS, RXK* -kryss *CSS, CSK* -spår — *Kullersänk huvud* — *FXS, KFXS, FSS, KFSS*

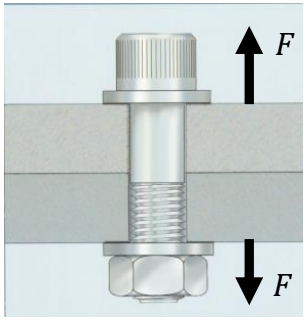
Hex head — *Pan/Dome head philips / slotted* — *Oval head/ Countersunk*

d	*s*	D_9	D_{10}	D_{11}	D_{12}
ST2,9 (B4)	5	8	10	7	6,5
ST3,5 (B6)	5,5	8	10	8	8,5
ST4,2 (B8)	7	11	13	9	9,7
ST4,8 (B10)	8	11	15	11	10,7
ST5,5 (B12)	8	11	15	13	11,8
ST6,3 (B14)	10	13	18	13	12,9
ST8	13	18	20	18	17,7

Skruvgänga metrisk ytterdiam. i mm	*Gängstigning grov i mm*	*Spänningsarea i mm²*	*Borrdiameter i mm före gängning*	*Frigående håldiam.*	*Sträckkraft R_{p02}·A_s i kN (klass 8.8)*	*Förspänningskraft =0,73·F_{st} i kN*	*Åtdragningsmoment i Nm (klass 8.8)*	*Skruvlängd i mm*
d	*P*	A_s	D_b	d_h	F_{st}	F_F	M_v	*L*
M3	0,5	5,03	2,5	3,4	3,2	2,3	1,35	6-30
M4	0,7	8,78	3,3	4,5	5,6	4,1	3,3	8-40
M5	0,8	14,2	4,2	5,5	9,1	6,6	6,5	10-50
M6	1,0	20,1	5,0	6,6	12,9	9,4	11,1	12-60
M8	1,25	36,6	6,8	9,0	23,4	17,1	26,6	16-80
M10	1,5	58	8,5	11	37,1	27,1	52,5	20-100
M12	1,75	84,3	10,2	14	53,9	39,4	91,2	25-100
M14	2,0	115	12,0	16	73,6	53,7	145	25-100
M16	2,0	157	14,0	18	100,5	73,4	222	30-100
M20	2,5	245	17,5	22	156,8	115	434	35-100
M24	3,0	353	21	26	226	165	750	40-100
M30	3,5	561	26,5	33	359	262	1455	50-100

Ett par dimensioneringsexempel ...

1. En skruvförband ska utsättas för en dragkraft F = 40 kN. Materialet i både skruv och plåt är stål. Välj en lämplig skruvdimension i hållfasthetsklass 8.8. Lastfallet betraktas som normalt.



Normalt lastfall ger en erforderlig förspänningskraft $F_F = \frac{40}{0.6} = 67kN$.
Tabell i KB sid 16 ger M16 som har en förspänningskraft på 73.4 kN.
Klämlängden bör vara minst 3 x 16 = 48 mm.

Välj:
M16 x 70 - 8.8
Planbricka M16 (30/17/3 mm)
Mutter M16 M6M (14.8 mm)

2. Två stålplåtar ska sammanfogas med fyra skruvar. Friktionskoefficienten mellan plåtarna är 0,2 och den yttre skjuvkraften 20 kN. Välj en lämplig skruvdimension i hållfasthetsklass 8.8.

Total erforderlig förspänningskraft $F_F = \frac{20}{0{,}2} = 100\ kN$. Varje skruv bör alltså ha en minsta förspänningskraft på 25 kN.

Tabell i KB sid 16 ger M10 – 8.8.