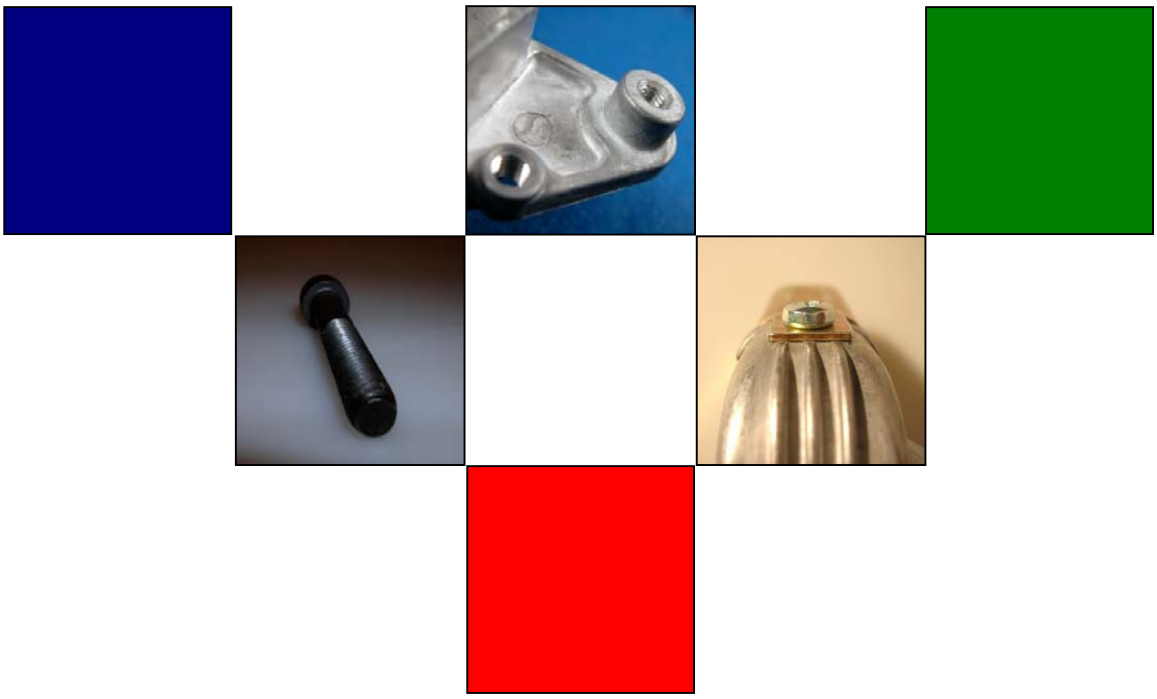
041124

REKOMMENDATIONER FÖR SKRUVFÖRBAND MED PRESSGJUTGODS

Markus Blomdahl



GJUTERI FÖRENINGEN
Swedish Foundry Association
Svenska Gjuteriföreningen
Box 2033, 550 02 Jönköping
Telefon 036 - 30 12 00
Telefax 036 - 16 68 66
info@gjuteriforeningen.se
http://www.gjuteriforeningen.se

©2004, Svenska Gjuteriföreningen

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

		Sida
	TILLKOMST	1
	SAMMANFATTNING	1
1	**BAKGRUND**	2
2	**VAL AV MONTERINGSMOMENT**	2
3	**UTFORMNING**	6
4	**TILLVERKNING AV GÄNGA**	9
5	**SJÄLVGÄNGANDE SKRUVAR**	10
6	**REFERENSER**	12

TILLKOMST

Den här Gjuteriföreningsskriften har tillkommit som en delaktivitet inom den utredningspott som teknikkommittén Press- och kokillgjutning förfogade över under 2004. Syftet med utredningspotten var att snabbt kunna tillsätta resurser för att kunna starta upp och genomföra mindre utredningar samt förstudier kring aktuella ämnen. Rapporten har utarbetats och sammanställts av Markus Blomdahl, Svenska Gjuteriföreningen.

SAMMANFATTNING

Att utifrån de vanligt förekommande rekommendationer bestämma rätt åtdragningsmoment för ett skruvförband bestående av en skruv som fästs i ett hål som är gängat i pressgjutet aluminium- och magnesiumgods kan ställa till problem. Få rekommendationer tar hänsyn till när skruven fästs i ett material med betydligt lägre hållfasthet. Oftast baseras de på att de invändiga gängorna håller för minst samma belastning som skruven.

Svenska Gjuteriföreningen har låtit göra en litteraturstudie för att samla in befintlig kunskap inom området samt sammanställa rekommendationer som är tillämpbara för ovanstående utformning av ett skruvförband.

Studien kan sammanfattas med följande punkter:

- Skruvförbandet skall dimensioneras efter material med lägst hållfasthet.
- Smörjning ökar skruvförbandets hållfasthet.
- Snedbelastning p g a ej plana ytor mellan skruv och underlag kan leda till gängbrott.
- Gängingreppslängden påverkar skruvförbandets hållfasthet.
- För stor kärnhålsdiameter leder till ett svagare förband p g a lägre täckningsgrad.
- Pressgängning kan förbättra hållfastheten för speciellt korta förband.
- Självgängande skruvar kan användas för pressgjutgods, vilka ger ett säkrare förband.

1 BAKGRUND

Vanligtvis tar rekommendationer för skruvförband upp fallen skruv och mutter samt gängning i samma material som skruv. Svårigheterna dyker upp när andra material skall gängas med lägre sträck- och brottgränser, som magnesium och aluminium. Detta är vanligt förekommande för pressgjutgods där en stålskruv oftast används för inskruvning i godset. Gjuteriföreningen har låtit göra en litteraturstudie kring hur ett hål belastas samt vilka rekommendationer litteraturen ger kring utformning av ett sådant skruvförband.

2 VAL AV MONTERINGSMOMENT

I ett optimalt skruvförband skall skruven vara den svagaste länken [1]. Skruven skall alltså vara mer elastisk än den klämda delen och de invändiga gängorna måste vara minst lika starka som skruvens.

Av det åtdragningsmoment som krävs för ett skruvförband åtgår 50 % till friktion mellan mutter/skruvhuvud och underlag, 40 % till friktion i gängan samt 10 % till förspänning. En analys av utmattningsbrott visar att de flesta brott sker vid den första lastbärande gängan [2].

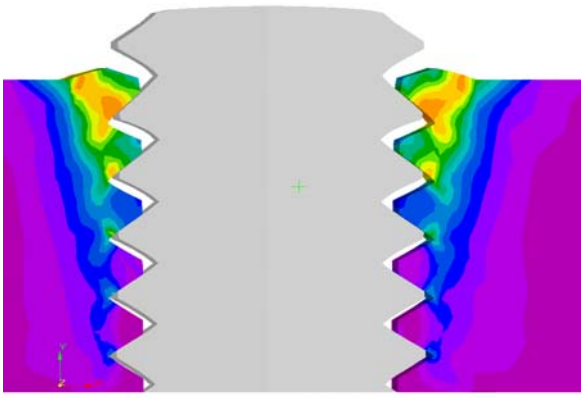


Bild 1 *Spänningssimulering av hur en skruv belastar de invändiga gängorna i ett skruvförband*

För jämnstarka skruvförband gäller alltså att de invändiga gängorna skall vara minst lika starka som skruvgängorna. Om en skruv av hållfasthet 10.9 sätts samman i ett förband med en mutter av hållfasthetsklass 8.8 skall förbandet dimensioneras efter den svagaste länken d v s muttern i det här fallet. För ett förband bestående av stålskruv som direktgängas i aluminiumgods skall således åtdragningsmoment dimensioneras efter aluminiumets hållfasthetsvärden. [1].

Nedanstående formel används för beräkning av åtdragningsmomentet för ett skruvförband. Genom att studera formeln fås kunskap om hur olika materialegenskaper och utformningar på gänga och skruv påverkar det

slutgiltiga åtdragningsmomentet. I momentekvationen tas hänsyn till de olika friktionsförhållandena som gäller för ett skruvförband. Den visar även att materialets sträckgräns påverkar val av lämpligt åtdragnings-moment. Ju högre sträckgräns desto högre åtdragningsmoment för en given utformning. För mer information om beräkning av åtdragnings-moment för ett skruvförband hänvisas till Bultens teknikhandbok "Ordning ur kaos" [7].

$$M_v = \frac{k}{\kappa\left(1+\frac{S_F}{F_{FM}}\right)}(d+P)\times A_S \times \sigma_s \times 10^{-3}$$

M_v =	Åtdragningsmoment, Nm	P =	Gängdelning, mm
k =	Faktor i momentekvation	A_S =	Spänningsarea, mm^2
κ =	Förhållande mellan effektiv- och dragspänning	σ_S =	Beteckning för $R_{P0,2}$ eller R_{eL}
S_F =	Förspänningskraftens spridning vid åtdragning	$R_{P0,2}$ =	Sträckgräns 0,2 %
F_{FM} =	Medelförspänningskraften, N	R_{El} =	Undre sträckgräns
d =	Skruvgängans ytterdiameter, mm		

Bild 2 *Beräkning av rekommenderat åtdragningsmoment [7]*

Genom att ha kännedom om aluminiumets sträckgräns kan ett givet åtdragningsmoment (baserat på en 8.8 skruv) minskas proportionerligt. I exemplet i bild 3 används en sträckgräns för aluminium på 140 MPa och 640 MPa för 8.8-skruven. Detta innebär att om skruvförbandet dimensio-neras efter skruven kommer det ej att hålla för de åtdragningsmoment, som förmodligen kommer att ställas i kravspecifikationen för kompo-nenten. Information om värden på rekommenderade åtdragningsmoment är hämtade ur "Formler och tabeller för teknologi och konstruktion M" [3].

Reducerat åtdragningsmoment = **Rekommenderat ådragningsmoment** • $\frac{\textbf{Sträckgräns för material i invändig gänga}}{\textbf{Sträckgräns för skruv}}$

För en M4 gänga i pressgjutet aluminiumgods gäller således:

$$M_v red = M_v rek \bullet \frac{R_{0,2}\ \mathrm{Al}}{R_{0,2}\ 8.8\,\mathrm{skruv}} = 3{,}3 \bullet \frac{140}{640} = 0{,}72$$

Bild 3 *Formel för beräkning av reducering av åtdragningsmomentet vid gängning i material svagare än skruven enligt [3]*

Tabell 1 *Reducerade åtdragningsmoment vid gängning direkt i aluminiumgods, baserat på givna värden för en 8.8 skruv [3]*

Skruv-gänga	Givet värde 8.8 Mv (Nm)	Gänga i Al-gods (beräknat) Mv (Nm)
M4	3,3	0,72
M5	6,5	1,42
M6	11,1	2,43
M8	26,6	5,82
M10	52,5	11,48

Friktionen i ett gängförband är beroende av gängans - och anliggningsytornas material, ytjämnhet, ytbehandling samt smörjtillstånd. Vanliga friktionsvärden ligger mellan $\mu = 0{,}10$ och 0,16.

Vid åtdragning av ett skruvförband utsätts skruven och muttern för drag- och skjuvspänningar. Enligt von Mises spänningsteori kommer de uppkomna skjuvspänningarna att reducera sträckgränsen [1].

Skjuvspänningens storlek ökar med ökad friktion, vilket i sin tur leder till minskad maximal belastning av skruvförbandet. Används en skruv av hållfasthetsklass 10.9 innebär detta att skruven har en sträckgräns på 940 MPa. Vid en gängfriktion på 0,10 blir den reducerade sträckgränsen 802 MPa. Ökas gängfriktionen till 0,16 fås en gängfriktion på 711 MPa.

Åtdragningsmomentet skall resultera i en förspänningskraft som ligger inom det elastiska området för skruven och muttern. Smörjning vid gängning leder till en ökad förspänningskraft vid samma åtdragnings-moment, då en mindre del av momentet övergår till friktionskraft. Slutsatsen från detta och ovanstående argument för den reducerade sträckgränsen är att smörjning vid gängning ökar hållfastheten på skruv-förbandet (se bild 4).

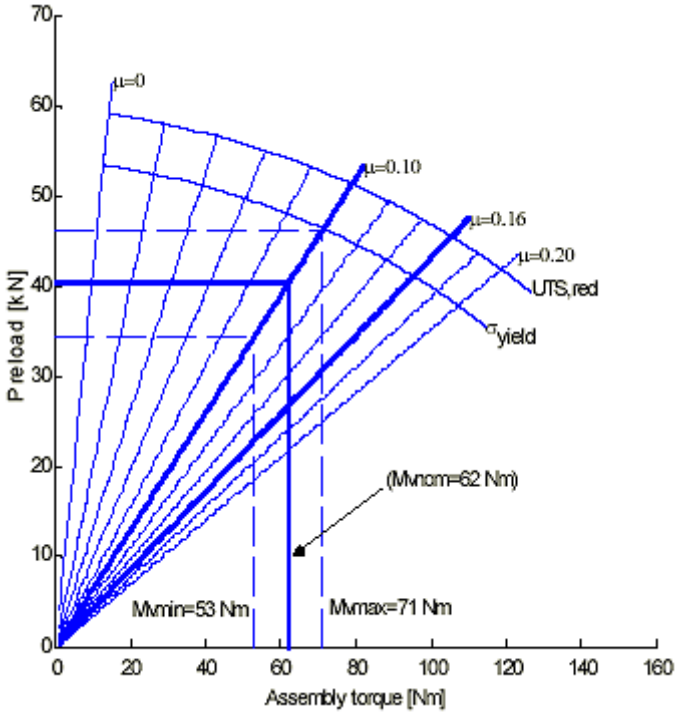


Bild 4 *Förspänningskraft i förhållande till monteringsmoment. σ_{yield} = den reducerade sträckgränsen. UTS_{red} = den reducerade brottgränsen [1].*

3 UTFORMNING

Gängtäckningen, d v s mängden material i ingrepp, skall vara minst 55 % [4] för att gängförbandets hållfasthet inte skall påverkas av kärnhålsdiametern vid för få varv. Kärnhålsdiametern är densamma som det borrade eller gjutna hålets diameter. Gängtäckningen beräknas ur nedanstående formel.

$$G_{th} = \frac{(D_s - D_m)}{2 \times h_m} \times 100$$

G_{th}= Gängtäckning
D_s= Skruvgängans ytterdiameter
D_m= Muttergängans innerdiameter
h_m= Muttergängans profilhöjd

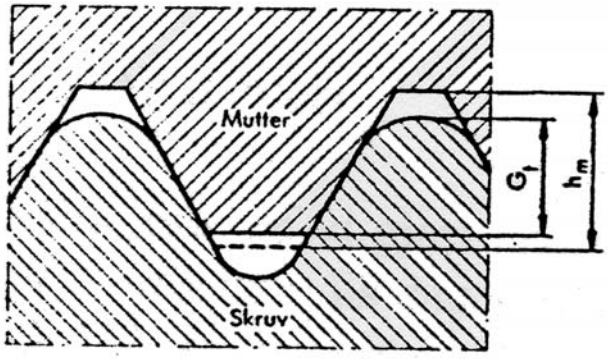


Bild 5 *Definitionen av h_m, som används i formeln för gängtäckning [4]*

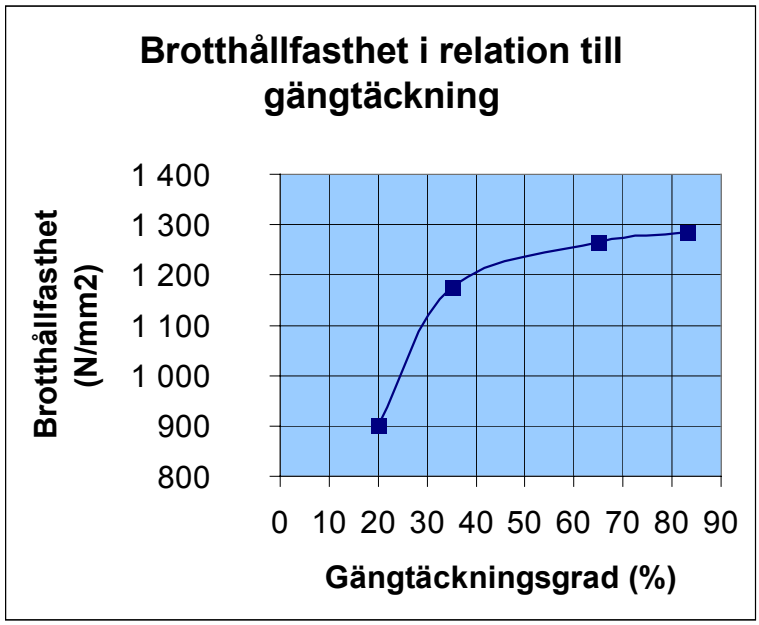


Bild 6 *Brotthållfastheten hos en mutter M6M 10 som funktion av gängtäckningsgraden [5]*

Kontaktytorna mellan skruvhuvud/mutter och plan skall vara så plana och ytfina som möjligt. Ojämnheter kan leda till snedbelastningar, som sänker hållfastheten och kan resultera i gängbrott [2].

Gängingreppslängden skall vara tillräcklig lång för att ta upp spänningar-na från skruven. För att få en fullgod gänga i hela längden av ett botten-hål, skall gängdjupet vara 3 - 4 mm längre än inskruvningslängden. Borrhålet bör göras 5 - 10 mm längre än gängan beroende hur gäng-tappens spetsvinkel är utformad [2].

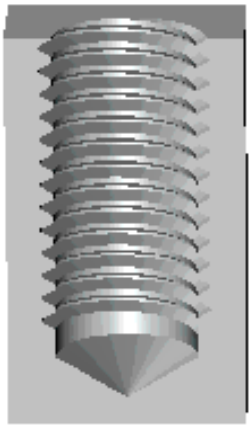


Bild 7 *Bottenhål [6]*

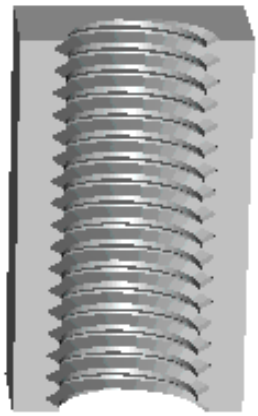


Bild 8 *Genomgående hål [6]*

Tabell 2 visar rekommenderade gängingreppslängder beroende av vilken hållfasthetsklass på skruven som används samt materialets brottgräns.

Tabell 2 *Rekommenderad inskruvningslängd baserat på skruvens hål1fasthetsklass samt gängans nominella ytterdiameter (D) [2]*

Materialets brottgräns	5.8	8.8
200-280 MPa	1,5 x D	-
280-350 MPa	1x D	1,5 x D

Vid test [5] på en svarvad mutter 5/8 UNF visade sig gängingrepps-längden ha stor betydelse för brotthållfastheten, se bild 9.

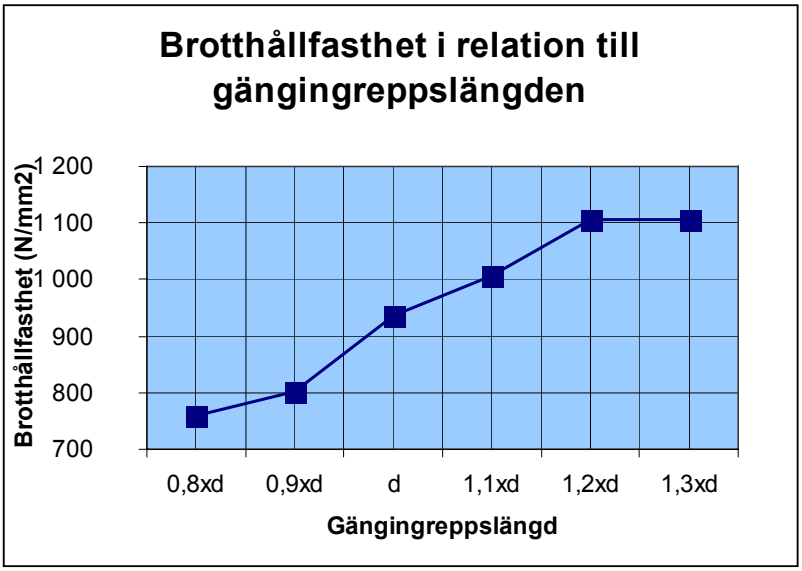


Bild 9 *Brotthållfastheten som funktion av gängingreppslängden [5]*

Gängingreppslängden definieras som det axiella måttet inom vilket den utvändiga och invändiga gängan teoretiskt har kontakt [7].

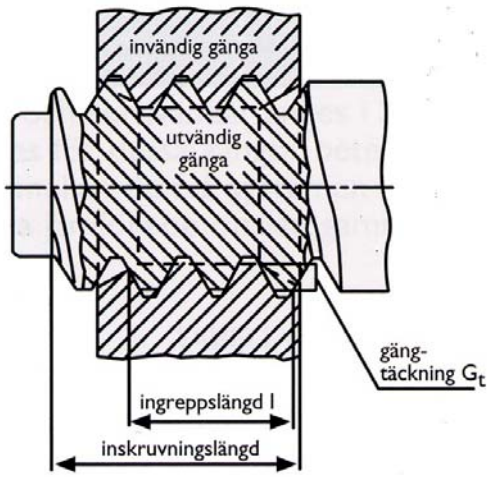


Bild 10 *Definitioner för gänga [7]*

4 TILLVERKNING AV GÄNGA

Vid stora belastningar av gängan bör denna rullas istället för vanligt skäras. Rullade gängor (pressgängning) görs genom kallformning där gängtappen formar en gänga genom plasticering av materialet. På så sätt skärs kraftlinjerna ej sönder, vilket ökar hållfastheten.

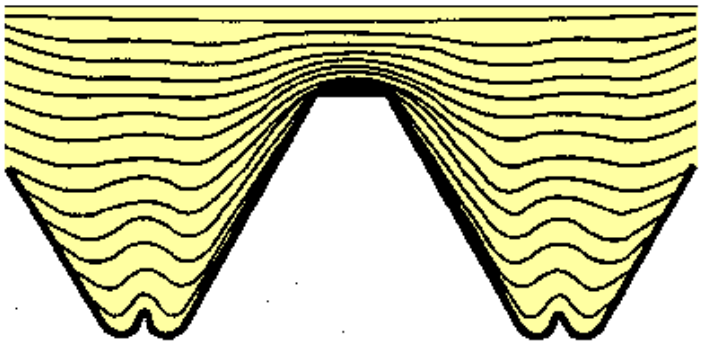


Bild 11 *Kraftlinjer hos en pressad gänga [6]*

Fördelarna med pressgängning skall enligt Dormer vara följande [6]

- Högre skärhastighet
- Starkare gängor på arbetsstycket
- Inga spånproblem
- Längre verktygslivslängd
- Hög precision
- Djupa bottenhål (inga spån)
- Bättre gängkvalitet

I en studie utförd av IVF [4] kunde man inte påvisa att gängan blev starkare för längre gängingreppslängder. Testet utfördes på kolstål och rostfritt stål med en M5 gänga. Den längre gängingreppslängden som användes i testet var 6,5 mm. Test utfördes även på en kortare ingreppslängd (3,2 mm), vilket däremot resulterade i att den pressade gängan var 15 - 20 % starkare än skuren gänga. Slutsatsen från detta är att pressgängning skall användas vid korta gängade hål vid krav på höghållfast skruvförband.

Följande krav ställs dock vid pressgängning [6]:

- Material med god bearbetbarhet
- Lägsta materialtöjning A^5>10 %

- Precist förborrat hål
- God smörjning är nödvändig

Då vanligt förekommande pressgjutlegeringar uppvisar en lägre materialtöjning än kravet vid pressgängning, kan detta medföra problem. Pressgängning kan inte göras i gjutet hål, utan hålet måste förborras.

5 SJÄLVGÄNGANDE SKRUVAR

En gängpressande skruv pressar sina egna gängor i ett ogängat hål, utan spånbildning. Genom att använda en självgängande skruv kan kostnadsbesparing på upp emot 40 % uppnås, p g a lägre produktionskostnader [8].

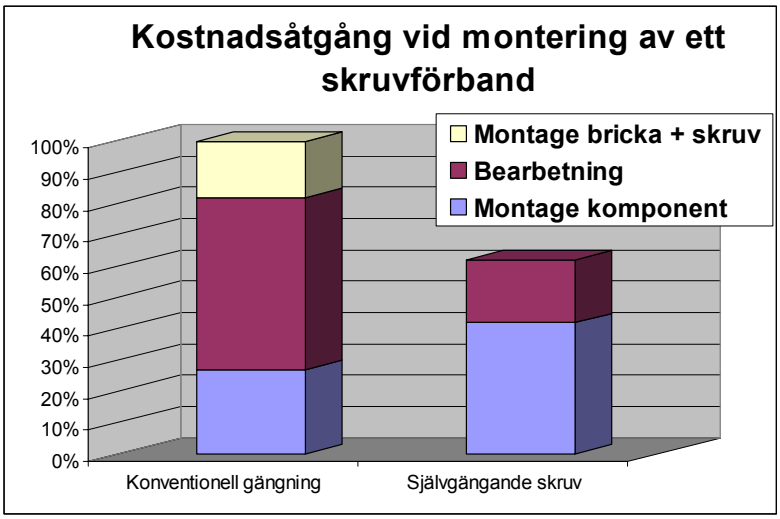


Bild 12 *Kostnadsjämförelse för ett skruvförband sammansatt med olika metoder. Diagram framtaget efter [8]*

Vanligtvis används tre typer för gängning i pressgjutna material [7]:

- Taptite II
- Duo-Taptite
- Coreflex

Vid inskruvning av en Taptite II formar och kalldeformerar varje gänglob materialet i hålväggen till en gänga med obruten tåga, precis som vid gängpressning med tapp. Bäst lämpar sig gängpressande skruvar för duktila gjutna metaller. Vid åtdragning återfjädrar materialet i godset bakom loberna, vilket leder till en större kontaktyta och bättre säkerhet mot lossning. Detta innebär även att skruvförbandet inte behöver något extra låselement som låsbricka.

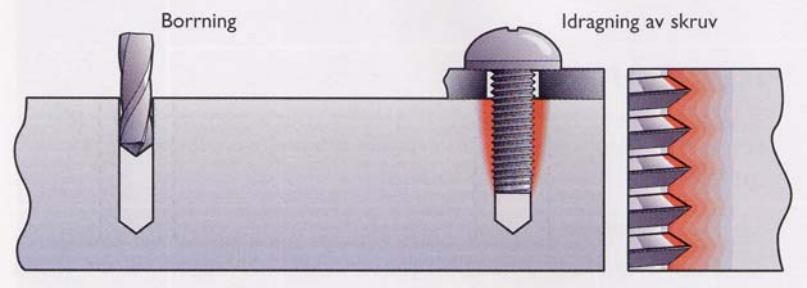


Bild 13 *Montering av en pressgängande skruv [7]*

Montering av gängpressande skruvar görs bäst med skruvdragare med god momentnoggrannhet. Vid gängning i material som är svagare än skruven skall lämpligt åtdragningsmoment bestämmas genom monteringsprov. Lämpligt åtdragningsmoment ligger mellan gängpressnings- och sönderdragningsmomentet. Vid montering i bottenhål skall hänsyn även tagas till både gängpressning och förspänning. Praktisk utprovning rekommenderas.

En självgängande skruv kan användas direkt i ett pressgjutet hål utan att förborrning krävs. Bild 14 visar hur ett sådant hål kan konstrueras.

Tabell 3 *Rekommenderade mått enligt bild 14 nedan*

Gänga	Håldiameter		d	K	L
	D2	D3	min	min	min
M2,5	2,38	2,24	4,2	8,3	7,5
M3	2,85	2,68	5	9,8	9
M4	3,80	3,58	7	12,8	12
M5	4,75	4,48	9	15,8	15
M6	5,70	5,37	10	18,8	18
M8	7,70	7,27	14	24,8	24
M10	9,60	9,06	17	30,8	30
M12	11,60	10,96	20	36,8	36

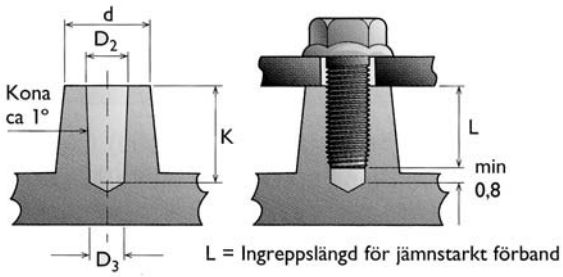


Bild 14 *Rekommendationer för konstruktion av pressgängande skruv i pressgjutet hål [7]*

6 REFERENSER

1 SAAB-standard STD 165.

2 Karlebo Handbok. Utgåva 15, Liber AB.

3 Karl Björk: Formler och tabeller för teknologi och konstruktion M, tredje upplagan.

4 Lars-Åke Karlsson: IVF-rapport (internrapport 93/98). Pressgängning med tapp.

5 Bultens Handbok BH 67 del 1 och 2, 1967. Bulten AB

6 Informationsmaterial om gängning; Dormer.

7 Ordning ur kaos (Bultens teknikhandbok), 1999. Bulten AB.

8 A. Mertz: Net-Shape Manufacturing von Aluminium Druckgussteilen. Konferensunderlag Deutsche Druckgusstag 2004, Nürnberg.

SYFTE

Syftet med rapporten är att beskriva tillvägagångssättet vid dimensionering och beräkning av ett skruvförband bestående av skruv-brickagjutgods. Rapporten tar även upp ämnet pressgängtappar samt självgängande skruvar.

INNEHÅLL

Rapporten är framtagen utifrån en litteraturstudier samt efter kontakt med leverantörsföretag. Återkoppling har även skett löpande mot pressgjuterier som arbetar med ovannämnda typ av skruvförband.

ÄMNESOMRÅDE

Gjutgodskonstruktion

NYCKELORD

Skruvförband
Skruv
Gänga
Åtdragningsmoment
Pressgjutgods