

Ordning ur kaos

BULTENS TEKNIKHANDBOK

© 1999 BULTEN AB
TEXTER OCH BEARBETNING Magnus Carlunger
Carl-Gösta Dock
Torsten Friedler
Ingvar Isaksson
PRODUKTION IDÉ bild

INNEHÅLLS- FÖRTECKNING

1. Förord sid 8

- 1.1 Allmänt
- 1.2 Definitioner
 - 1.2.1 Definition av skruv
 - 1.2.2 Definition av bult
- 1.3 SI-systemet

2. Ordning ur kaos sid 10

Något om standardiseringsarbetet inom fästelementsområdet

- 2.1 Allmänt
- 2.2 Svensk och internationell standardisering
- 2.3 SMS – SS – ISO – EN
- 2.4 Två problem
 - 2.4.1 Nyckelviddsproblemet
 - 2.4.2 Hållfasthetsproblemet
- 2.5 Sexkantsskruvar- och sexkantsmuttrar
- 2.6 Viktiga förändringar
- 2.7 Övrig fästelementsstandard
- 2.8 Lästips för mervetaren

3. Linjen som naturen gav sid 14

En redovisning av gällande gängstandard och hur den används

- 3.1 Allmänt
- 3.2 Gängtoleranssystem och rekommenderade toleransklasser för metriska ISO-gängor
 - 3.2.1 Basprofil
 - 3.2.2 Stigning blir delning
 - 3.2.3 Toleranssystem
- 3.3 Ytbelagda gängor
 - 3.3.1 Toleranser för ytbelagda gängor
- 3.4 Gängbeteckningar
 - 3.4.1 Utvändiga gängor
 - 3.4.2 Invändiga gängor
 - 3.4.3 Gängpassning
- 3.5 Ingreppslängder
- 3.6 Rekommenderade toleransklasser
- 3.7 Val av gängtoleransklasser
 - 3.7.1 Hållfasthet
 - 3.7.2 Tillverkning
 - 3.7.3 Montering
- 3.8 Gängpressande skruv med ST-gänga
- 3.9 Lästips för mervetaren

4. Om skruvars hållfasthet sid 24

Hållfasthetsfordringar och provningsbestämmelser för skruvar

- 4.1 Allmänt
- 4.2 Hållfasthetsfordringar på skruvar med metrisk ISO-gänga
 - 4.2.1 Omfattning och tillämpning
 - 4.2.2 Beteckningssystem
 - 4.2.3 Material
 - 4.2.4 Hållfasthetsfordringar
 - 4.2.5 Provningsmetoder
 - 4.2.5.1 Dragprovning av provstavar
 - 4.2.5.2 Dragprovning av fullgrova skruvar och pinnskruvar
 - 4.2.5.3 Hårdhetsprovning
 - 4.2.5.4 Sneddragningsprovning av fullgrova skruvar (ej pinnskruvar)
 - 4.2.5.5 Snedslagningsprovning av fullgrova skruvar med $d \leq 16$ mm och med så korta längder att sneddragningsprovning ej kan utföras
 - 4.2.6 Avkolningsprovning
- 4.3 Hållfasthetsfordringar på skruvar med ST-gängor tillverkade av sätthärdsstål
 - 4.3.1 Omfattning
 - 4.3.2 Material
 - 4.3.3 Metallurgiska krav
 - 4.3.3.1 Ythårdhet
 - 4.3.3.2 Sätthärtningsdjup
 - 4.3.3.3 Kärnhårdhet
 - 4.3.4 Provning av vridhållfasthet
- 4.4 Hållfasthet för stoppskruvar
- 4.5 Lästips för mervetaren

5. Om muttrars hållfasthet sid 36

Hållfasthetsfordringar och provningsbestämmelser för muttrar

- 5.1 Allmänt
- 5.2 Hållfasthetsfordringar på muttrar med metrisk ISO-gänga, grov delning
 - 5.2.1 Omfattning och tillämpning
 - 5.2.2 Beteckningssystem
 - 5.2.2.1 Muttrar med nominell höjd $\geq 0,8D$
 - 5.2.2.2 Muttrar med nominell höjd $\geq 0,5D$ men $< 0,8D$
 - 5.2.3 Material
 - 5.2.4 Hållfasthetsegenskaper
 - 5.2.5 Provningsmetoder
 - 5.2.5.1 Provbekastning
 - 5.2.5.2 Provkrafter
 - 5.2.5.3 Hårdhetsprovning
- 5.3 Lästips för mervetaren

6. Märkningssystem sid 43

En redovisning av det internationella märkningssystemet för skruvar och muttrar

- 6.1 Allmänt
- 6.2 Varför?
- 6.3 Krav på märkning
- 6.4 Idén med märkningssystemet
 - 6.4.1 Skruv
 - 6.4.2 Mutter

- 6.5 UN-gänga
- 6.6 Märkningsexempel
- 6.7 Lästips för mervetaren

7. Varför rostar det? sid 45

Något om korrosion och korrosionsskydd

- 7.1 Allmänt
- 7.2 Vad är korrosion?
- 7.3 Fukt och syre
- 7.4 När stålet rostar
- 7.5 Elektrolytens ledningsförmåga
- 7.6 Syrets inverkan
- 7.7 Anod- och katodyornas storlek
- 7.8 Elförzinkning
 - 7.8.1 Elförzinkning plus kromatering
 - 7.8.1.1 Var används blankförzinkning?
 - 7.8.1.2 Var används färgkromaterad zink?
 - 7.8.2 Zinkjärn-metoden
 - 7.8.2.1 Var används svart zink/järn?
- 7.9 Förnickling
- 7.10 Förtenning
- 7.11 Vätesprödhet och väteutdrivning
- 7.12 Varmförzinkning
 - 7.12.1 Var används varmförzinkning?
- 7.13 Mekanisk metallbeläggning
 - 7.13.1 Var används mekanisk metallbeläggning?
- 7.14 Fosfatering
 - 7.14.1 Var används fosfatering?
- 7.15 Andra icke rena metallbeläggningar
 - 7.15.1 POLYSEAL®
 - 7.15.1.1 Var används POLYSEAL?
 - 7.15.2 DACROMET®
 - 7.15.2.1 Var används DACROMET?
 - 7.15.3 DELTA-Tone/DELTA-Seal
 - 7.15.3.1 Var används DELTA-Tone/DELTA-Seal?
- 7.16 Smörjning av fästelement

8. Rostfritt och syrafast sid 54

En fristående del som beskriver allt som är värt att veta om rostfria och syrafasta fästelement

- 8.1 Vad är rostfritt stål?
- 8.2 Rostfritt eller syrafast?
- 8.3 Vanliga stålsorter
- 8.4 Specialmaterial
- 8.5 Val av material
 - 8.5.1 Val av material med avseende på livslängd
- 8.6 Korrosion hos rostfria och syrafasta fästelement
 - 8.6.1 Passivitet
 - 8.6.2 Punktkorrosion
 - 8.6.3 Spaltkorrosion
 - 8.6.4 Allmän korrosion
- 8.7 Permeabilitet
- 8.8 Hållfasthetsdata för rostfria och syrafasta fästelement
- 8.9 Val av hållfasthetsklass
- 8.10 Slagseghet
- 8.11 Märkning

- 8.12 Åtdragningsmoment och krafter
- 8.13 Varmsträckgränser
- 8.14 Längdutvidgningskoefficienter
- 8.15 Hållfasthetsklasser för mutter
- 8.16 Hårda brickor

9. Hur hårt skall man dra åt? sid 65

En översikt över förspänning och åtdragningsmoment med tillhörande tabeller

- 9.1 Förspänning och åtdragningsmoment
- 9.2 Förspänningsmetoder och förspänningsförfarande
- 9.3 Fördelning av åtdragningsmoment
- 9.4 Faktorer som bestämmer åtdragningsmoment
- 9.5 Beräkning av åtdragningsmoment
- 9.6 Förspänningsgrad
- 9.7 Tabellernas användning
 - 9.7.1 Omräkning för olika friktionsförhållanden
 - 9.7.2 Omräkning för vissa skruvtyper/muttertyper
 - 9.7.2.1 Skruvar med sänkhuvud
 - 9.7.2.2 Flänsskruvar och flänsmuttrar
 - 9.7.2.3 Stoppsskruvar
 - 9.7.2.4 Pinnskruvar
- 9.8 Åtdragningsmoment för stålskruvförband
- 9.9 Åtdragningsmoment för rostfria skruvförband
- 9.10 Tabeller

10. Varför brister det? sid 76

Några bilder över olika brottyper, deras orsaker och botemedel

- 10.1 Statiskt brott
- 10.2 Brott vid för hög axialkraft
- 10.3 Brott vid för hög förspänning
- 10.4 Torsionsbrott
- 10.5 Utmattningsbrott
 - 10.5.1 Pulserande axialkraft vid hög förspänning
 - 10.5.2 Pulserande axialkraft vid låg förspänning
 - 10.5.3 Pulserande drag- och böjpåkänning
 - 10.5.4 Ensidig böjpåkänning
 - 10.5.5 Växlande böjpåkänning
- 10.6 Väteförsprödningsbrott

11 Vad finns och när använda? sid 79

I detta avsnitt finns fylliga redogörelser över alla de kostnadsbesparande produkter som framställs och försäljs av BULTEN

- 11.1 BULTEN, teknikens spegel
- 11.2 PPK – Historien bakom en akronym
- 11.3 Envägssystemet
- 11.4 BULTENs stansmutter, BUFO® Pierce Nut
 - 11.4.1 Egenskaper
 - 11.4.2 Dimensioner
 - 11.4.3 Installation
- 11.5 Trilobulära gängpressande skruvar
 - 11.5.1 Två sätt att göra godsgängor och montera skruv
 - 11.5.2 Huvudformer
 - 11.5.3 Gängor
 - 11.5.4 Olika hårdningar
 - 11.5.5 Hållrekommendationer

- 11.5.6 Montering och hållfasthet
- 11.5.7 Kvalitet
- 11.5.8 Användningsområden
- 11.5.9 Egenskaper
- 11.5.10 EXTRUDE-TITE®
- 11.6 PLASTITE® för gängformning i plast
 - 11.6.1 Gångor
 - 11.6.2 Härdning
 - 11.6.3 Hållrekommendationer
 - 11.6.4 Montering
 - 11.6.5 Kvalitet
 - 11.6.6 Fördelar
 - 11.6.7 Resultat från prov med PLASTITE skruvar
- 11.7 REMFORM® för gängning i plast
 - 11.7.1 Gångor
 - 11.7.2 Hållfasthet
 - 11.7.3 Rekommenderade hål
 - 11.7.4 Montering
 - 11.7.5 Kvalitet
 - 11.7.6 REMFORM erbjuder
 - 11.7.7 Resultat från prov med REMFORM skruvar
 - 11.7.8 Användningsområde
- 11.8 REMFORM® F för skruvning i metaller
- 11.9 Säkring av skruvförband
 - 11.9.1 FS låsmutter
 - 11.9.1.1 Funktionen hos FS låsmutter
 - 11.9.1.2 Mekaniska egenskaper
 - 11.9.1.3 Viktiga fördelar
 - 11.9.1.4 Specialsortiment
 - 11.9.2 BUFO® LOC
 - 11.9.2.1 Funktion
 - 11.9.2.2 Mekaniska egenskaper
 - 11.9.2.3 Fördelar med BUFO LOC
 - 11.9.3 POWERLOK®
 - 11.9.3.1 Funktion
 - 11.9.3.2 Gångor
 - 11.9.3.3 Härdning
 - 11.9.3.4 Montering
 - 11.9.3.5 Användningsområden
 - 11.9.4 KLEERLOK® (variant av POWERLOK)
 - 11.9.5 ESLOK® Skruv med plastbeläggning
 - 11.9.5.1 Funktion
 - 11.9.5.2 Mekaniska egenskaper
 - 11.9.5.3 Monteringsexempel
- 11.10 TORX®
 - 11.10.1 Egenskaper i jämförelse
 - 11.10.2 Vridhållfasthet hos TORX mejselspetsar
 - 11.10.3 Livslängd
 - 11.10.4 Ergonomi
 - 11.10.5 Låg PPK

- 11.10.6 Huvudformer
- 11.10.7 TORX på specialskruvar
- 11.11 TORX PLUS®
 - 11.11.1 Geometri
 - 11.11.2 Vridhållfasthet hos TORX PLUS mejselspetsar
 - 11.11.3 Utmattningshållfasthet
 - 11.11.4 TORX PLUS fördelar
 - 11.11.5 AUTOSERT®
 - 11.11.5.1 Geometri
 - 11.11.5.2 Ingreppsprov
 - 11.11.5.3 Fördelar med AUTOSERT utförandet
 - 11.11.6 Jämförelse mellan TORX och TORX PLUS
 - 11.11.7 Tillverkare och verktygsdistributörer

12. Behöver du hjälp? sid 104

Här finns en förteckning över de viktigaste standarderna inom fäst-elementområdet, utöver de som tidigare nämnts i avsnitten

- 12.1 Nomenklatur
- 12.2 Gångor
- 12.3 Allmänt
- 12.4 Toleranser
- 12.5 Mekaniska egenskaper
- 12.6 Ytbehandling
- 12.7 Produkter
- 12.8 Utdrag ur några produktstandarder
 - 12.8.1 Delgångade sexkantsskruvar (SS-ISO 4014)
 - 12.8.2 Sexkantsmutter, utförande 1 (SS-ISO 4032)
 - 12.8.3 Flänsskruvar med sexkantshuvud (SS-EN 1662)
 - 12.8.4 Flänsmuttrar med sexkant (SS-EN 1661)
 - 12.8.5 Sexkanthållsskruvar (SS-EN ISO 4762)
 - 12.8.6 Krysspår för krysskruvar (SS-EN ISO 4757)
 - 12.8.7 Krysskruvar med rundat huvud och krysspår typ H eller Z (SS-EN ISO 7045)
- 12.9 Inbyggnadsmått för skruvförband
 - 12.9.1 Huvudmått för skruvar
 - 12.9.2 Brickor
 - 12.9.3 Muttrar
 - 12.9.4 Klämlängder
 - 12.9.5 Planings- och försäkningsdiametrar
- 12.10 Skruvar i gängade bottenhål
- 12.11 ISO metriska gängor - basmått och borrhåldiametrar före gängning
- 12.12 Toleranser och lägesavmätt

13. Vilka finns i BULTEN och vad gör de?..... sid 135

I detta avslutande avsnitt presenteras BULTENs olika företag, deras inriktning och produktprogram

FÖRORD

- 1.1 Allmänt
- 1.2 Definitioner
 - 1.2.1 Definition av skruv
 - 1.2.2 Definition av bult
- 1.3 Sl-systemet

1.1 ALLMÄNT

”Long time – no see” är en välbekant hälsning mellan två personer som inte sett varandra på länge.

Detsamma kan gälla för trycksaker.

BULTENs Handbok har blivit en antikvarisk raritet, eftersökt av många, kopierad av desto fler.



bild 1.1

Vår nya handbok är tänkt att tjäna som en praktisk ”upplysare” för alla dem som söker kunskap vad gäller mekaniska fästelements rätta användning.

För att skruvförband skall bli riktigt utförda måste man välja rätt beträffande:

- Skruvtyp
- Hållfasthet
- Ytbehandling
- Förspänning
- PPK (På-Platsen-Kostnad)

Vi kommer att behandla dessa faktorer jämte närliggande viktiga data. Innehållet är tänkt att täcka det mesta man behöver veta för att kunna välja rätt produkt för ett givet ändamål. Skulle inte det räcka finns det specialister inom BULTEN som mer än gärna hjälper till att att lösa något knepigt specialfall.

De olika kapitlen är färgmärkta för att underlätta sökningen.

Det är vår förhoppning att läsaren, efter att ha tagit del av all denna visdom, inte behöver instämma i det yttrande som en känd inköpschef en gång gav, sedan han gått igenom en skruvfabrik: "Inte visste jag mycket om skruvar och muttrar när jag kom hit i dag. Och inte vet jag så mycket mer nu heller, men min okunnighet ligger i alla fall på ett högre plan!"

1.2 DEFINITIONER

Använder vi ej rätta benämningar på föremål och företeelser i vår omgivning kan vi lätt bli missförstådda. Bult är ett sådant begrepp som än idag kan leda till långa diskussioner. Är det en pinne, en grov skruv med mutter, en delgångad skruv, eller ... ?

Sedan 1950-talet har vi tack vare medverkan från TNC (Tekniska Nomenklatur Centralen) följande entydiga definitioner av skruv och bult, så att vi alla vet vad vi talar om.

1.2.1 DEFINITION AV SKRUV

Utvändigt gängad cylindrisk eller konisk kropp, avsedd för fastsättning, hopfogning, kraftöverföring eller överföring av rörelse i sin längdriktning.

1.2.2 DEFINITION AV BULT

Ogångad cylindrisk kropp med ansats(er) i form av huvud e d, avsedd att användas utan att undergå plastisk formändring.

1.3 SI-SYSTEMET

I hela världen gjordes i början av 70-talet en allmän övergång till SI-systemet. SI är en förkortning av *Système International d'Unités*, dvs internationella måttenhetssystemet – ett internationellt fastställt system av måttenheter som bygger på äldre metriska system.

Övergången genomfördes i Sverige den 1 januari 1976.

Vid noggrann omräkning mellan SI-systemet och det gamla tekniska systemet gäller:

$$1 \text{ N} = 0,10197 \text{ kp}$$

$$1 \text{ Nm} = 0,101972 \text{ kpm}$$

$$1 \text{ N/mm}^2 = 0,101972 \text{ kp/mm}^2$$

När hållfasthetsfordringarna för skruvar och muttrar omarbetades valde man för att få jämna tal, sambandet $1 \text{ N} = 0,1 \text{ kp}$ och $1 \text{ N/mm}^2 = 0,1 \text{ kp/mm}^2$, vilket betyder att hållfasthetsvärdena ökat med ca 2% jämfört med tidigare krav. Därför är det också enkelt att tillämpa äldre tabeller för åtdragningsmoment och att använda momentnycklar graderade i kpm. Sambandet är $1 \text{ kpm} = 10 \text{ Nm}$.

Skruv och mutter

En liten skolflicka åstadkom en gång följande definitioner för vad hon ansåg vara en skruv och en mutter:

"En skruv är en slags pinne av hård metall, som t ex järn, med en kantig klump i ena änden, och en lång repa lindad omkring den andra. En mutter är likadan som en skruv, bara tvärtom, för den är ett hål i en kantig klump, som är avsågad så den blir kort, och med rynkor inne i hålet."

ORDNING UR KAOS

2

- 2.1 Allmänt
- 2.2 Svensk och internationell standardisering
- 2.3 SMS - SS - ISO - EN
- 2.4 Två problem
 - 2.4.1 Nyckelviddsproblemet
 - 2.4.2 Hållfasthetsproblemet
- 2.5 Sexkantsskruvar och sexkantsmuttrar
- 2.6 Viktiga förändringar
- 2.7 Övrig fästelementsstandard
- 2.8 Lästips för mervetaren

2.1 ALLMÄNT

Termodynamikens ena huvudsats säger att i öppna system strävar allting mot maximal entropi, dvs mot en högsta grad av oordning.

Standardisering får därmed uppfattas som ett slutet system, eftersom man inom detta verksamhetsområde eftersträvar en maximal grad av ordning och reda.

En tidigare VD inom GM yttrade en gång: "För varje dollar jag lägger ner på standardisering får jag tillbaka minst det dubbla". Något att tänka på för alla dem som försöker hitta på sina egna varianter av någon produkt.

2.2 SVENSK OCH INTERNATIONELL STANDARDISERING

I vårt land började strävan efter ordning tidigt. Redan på 1920-talet fick vi flera nationella standarder, bl a på gängor, skruvar, muttrar och liknande maskinelement.

Sveriges Maskinindustriförenings Standardcentral – SMS, vars förkortning fortfarande lever kvar men som nu betyder Sveriges Mekan- och Materialstandardisering, var det första nationella organ som uteslutande var inriktat på ordningsamhet. Organisationen har spelat och spelar alltjämt en betydande roll inom den internationella standardiseringen så som den numera kommer till uttryck i ISO (International Organization for Standardization) och CEN (Comité Européen de Normalisation).

"En sak som nationernas samliv förbuttrar är olika gängor på skruvar och muttrar. Men en sak som nationernas möte förljuvar är standardisering av muttrar och skruvar."

Alf Henriksson

2.3 SMS - SS - ISO - EN

Beteckningarna speglar den fortgående globaliseringen av standardiseringsarbetet. Så länge vi utarbetade och fastställde standarden på nationell nivå blev beteckningarna nationella. Inom det mekaniska området använde vi beteckningen SMS plus ett nummer. Senare ändrades det till SS = Svensk Standard.

Den västeuropeiska standardiseringen sker inom CEN – Comité Européen de Normalisation – som grundades 1961. Arbetet intensifierades 1985 genom arbetsprogrammet The New Approach.

Kommittén för fästelement med beteckningen CEN/TC 185 började arbeta 1989 vid ett sammanträde i Berlin. Sverige är fullvärdig medlem alltsedan grundandet av CEN. EN-standarder är tvingande för medlemsländerna.

På det internationella planet sker arbetet inom ISO – International Organization for Standardization – som grundades efter andra världskrigets slut och ersatte den gamla organisationen ISA – International Standards Association, grundat 1926.

Många gånger har de svenska delegationerna och sekretariatsgrupperna fått agera mentala bryggor mellan ofta stridiga och prestigefyllda stormakter. Inte minst kom detta till uttryck under den s k OMFS-striden (Optimum Metric Fastener System) under 70-talet, då risken var överhängande att vi skulle få två globala men oförenliga metriska gäng- och skruvsystem. Canada och USA ville nämligen införa stora ändringar hos det metriska gängsystemet och fästelement i allmänhet.

Ett av de företag som aktivt deltog i grundandet av SMS under 20-talet var dåvarande Bultfabriksaktiebolaget. Alltsedan dess har BULTEN fortsatt med sitt engagemang att bringa reda ur kaos genom att ställa expertis och tid till SMS förfogande.

Standard inom EN blir i de flesta fall identisk med motsvarande ISO-standard. Den betecknas då EN-ISO och ges i Sverige ut som SS-EN ISO. Betecknas standarden SS-EN överensstämmer den bara med EN, betecknas den SS-ISO överensstämmer den bara med ISO och betecknas den bara med SS och numret, är det en rent svensk standard utan någon internationell motsvarighet, vilket är sällsynt nu för tiden.

När ett enskilt företag skall se över och revidera sin fästelementstandard bör man följa ISO eller EN-standarder. Saknas dessa bör man följa tysk DIN-standard eftersom det landet

är sekretariatsland för CEN/TC 185 och därmed har ett stort inflytande på de förslag som utarbetas. Standardiseringsarbetet inom vårt produktområde fortgår ständigt. Ökad förståelse för de krafter och påfrestningar som uppträder vid användningen av gängade maskinelement samt nya eller förändrade materialtyper kräver en fortlöpande övervakning och modifiering av standarder och bestämmelser. Detta är speciellt viktigt genom handelns internationalisering och utvecklingen inom CEN och ISO. I det följande kommer ofta hänvisning att göras till dylik standard och genom en enkel kontakt med personalen inom SMS kan man få fullständiga upplysningar om aktuell standard och aktuella handböcker i olika ämnen.

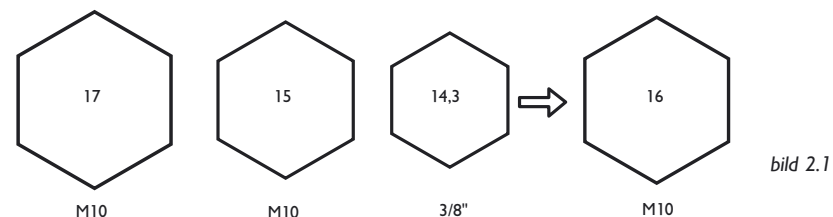
2.4 TVÅ PROBLEM

Inom ISO var det speciellt två problem som sysselsatte länderna under lång tid, nämligen:

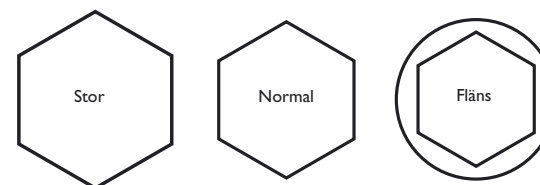
- vilka nyckelvidder skulle man ha på sexkantsskruv och sexkantsmutter?
- hur skulle hållfasthetsbestämmelserna utformas?

2.4.1 NYCKELVIDDSPROBLEMET

Under den tidigare omtalade OMFS-striden ville USA och Canada ha mindre nyckelvidder på en del skruvstorlekar. De föreslagna nyckelvidderna skulle bättre harmonisera med vad man använt för tumgängade skruvar och spara en hel del material och utrymme. Som exempel kan nämnas att man för M10 på den europeiska kontinenten använt 17 mm, i Sverige 15 och i USA 14,3 mm för 3/8 tumgängad skruv.

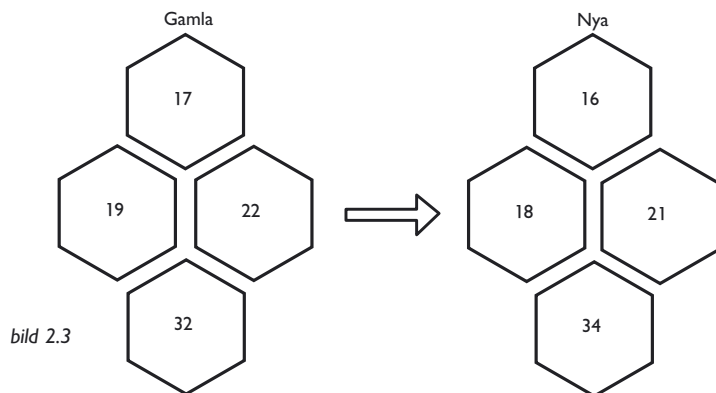


Efter i det närmaste oändliga diskussioner och undersökningar enades man om tre serier, en "stor", en "normal" och en serie för flänsskruvar och flänsmuttrar.



Ändring av nyckelvidder för sexkantsskruvar och sexkantsmuttrar:

Gänga d	Nyckelvidd i mm	
	Gammal	Ny
M10	17	16
M12	19	18
M14	22	21
M22	32	34



2.4.2 HÅLLFASTHETSPROBLEMET

Utredningsarbetet utfördes inom en speciell arbetsgrupp, ISO/TC2/SC1 – Mechanical properties, med deltagande från de flesta tongivande industriländerna. Man kom så småningom fram till internationella bestämmelser för hållfasthetsklasser, märkning och provning. De omfattande undersökningar som gjordes gav en förbättrad kännedom om spänningsförhållandena i ett skruv/mutterförband då man utnyttjade nya och mer effektiva åtdragningsmetoder. Detta ledde till en genomgripande revidering av mutterhöjderna, då det visade sig att den gamla regeln att mutterhöjden skulle vara 0,8 ggr gängdiametern, inte längre var tillräcklig för att garantera att muttern var starkare än skruven. De nya undersökningsresultaten ledde till en ändring av muttrarnas hållfasthet och höjder, vilket framgår av avsnitt 5.

Tyvärr förekommer det att vissa leverantörer återoppar gammal mutterstandard t ex DIN 934, som både är inaktuell, felaktig och dessutom indragen. Samma marknadsfenomen uppträder då man får en beställning på skruv enligt DIN 931 eller DIN 933, då även dessa är indragna och förlegade.

Ett gott råd är därför att alltid återopa internationell standard enligt EN eller ISO vid beställningar och också kontrollera att man fått vad man begärt vid leveransen.

Det kan påpekas att skruvens förmåga att motstå axiell dragkraft minskar med ca 15% under åtdragningen, beroende på den vridning som orsakas av gängfriktionen. När man började utnyttja förbandet till skruvmaterialets sträckgräns visade det sig att gängskjuvning kunde uppträda såväl i skruven som i muttern. Då man av praktiska skäl hellre vill ha skruvbrott än avskjuvade muttergängor som man inte ser lika lätt, krävde detta att mutterhöjderna ökades. De hållfasthets-, provnings- och märkningsbestämmelser som nu gäller i svensk standard är i full överensstämmelse med standard enligt EN eller ISO. Jämfört med gammal standard kan man konstatera att hållfasthetsklasserna 6.6, 6.9 och 14.9 har försvunnit, medan en klass 9.8 tillkommit för gängstorlekar t o m M16, men denna klass används normalt inte i Europa. Den är en eftergift åt USA.

När det gäller den nya mutterstandarden har man också internationell överensstämmelse. Man har infört två utförandeformer där utförande 1 har höjden ungefär $0,9 \times d$ och utförande 2 har ca 10% högre mutterhöjd än utförande 1. Den förra är avsedd för mutterhållfasthetsklasserna 4, 5, 6, 8, 10 och 12 (upp till M16) i kombinationer med bestämda mekaniska egenskaper. Utförande 2 används för klasserna 8, 9 (som är ny) och 12, men då i kombination med andra mekaniska egenskaper. Klass 9 används normalt inte i Europa och klass 14 har utgått. För låga muttrar har två nya klasser, 04 och 05, tillkommit. I likhet med skruvarna gäller bestämmelserna t o m M39, men rekommenderas även för grövre dimensioner.

För normal sexkantsskruv och mutter gäller hållfasthetsfordringar enligt standarderna:

SS-EN 20898-1 respektive
SS-EN 20898-2

2.5 SEXKANTSSKRUVAR OCH SEXKANTSMUTTRAR

När man blivit färdig med den grundläggande standarden började man utarbeta själva produktstandarderna.

Tre produktklasser infördes, betecknade A, B och C.

A = tolerans "fin" (toleransklass 1)

B = tolerans "medel" (toleransklass 1G)

C = tolerans "grov" (toleransklass 2)

Fem internationella standarder för sexkantsskruvar med metrisk grovgång har getts ut: ISO 4014 t o m ISO 4018.

Även för sexkantsmuttrar med metrisk grovgång har fem internationella standarder getts ut: ISO 4032 t o m ISO 4036.

2.6 **VIKTIGA FÖRÄNDRINGAR**

Några av de viktigaste förändringarna i förhållande till tidigare standarder är:

- ändrade gränsvärden och material för skruvars hållfasthetsklasser, se avsnitt 4.2
- nya nyckelvidder för gängstorlekarna M10, M12, M14 och M22, se avsnitt 2.4.1
- uppdelningen av sexkantsmuttrarna i två utföranden med nya mutterhöjder och reviderade hållfasthetsfordringar. Se avsnitt 5.2
- ändring av försänkingsvinkeln för skruvar med sänkhuvud från 82 grader till 90 grader
- ny standard för krysspår, se avsnitt 12.8.6
- reviderad standard för gängpressande skruv med ST-gänga, se avsnitt 3.8 och 4.3.

2.7 **ÖVRIG FÄSTELEMENTS-STANDARD**

Till dags dato har över 200 ISO-standarder utarbetats för gängade fästelement. I de flesta fall har de överförts till EN ISO-standard eller svensk SS ISO-standard. Närmare upplysningar kan erhållas från SMS i Stockholm. Vad gäller gängpressande skruv med sänkhuvud och ST-gänga har sänkvinkeln 90 grader gällt fr o m den 1 januari 1989.



bild 2.4

2.8 **LÄSTIPS FÖR MERVETAREN**

75 år med SMS,
en kavalkad 1919-1994.

Standardiseringen i Sverige 1922-1992.
En krönika till SIS 70-årsjubileum.

SMS handbok 520: 1988, Gängor och gängtoleranser.

SMS handbok 516: 1990, Fästelement M,
Terminologi, allmänna data, toleranser och hållfasthet för
skruvar och muttrar.

SMS handbok 524: 1991, Fästelement M,
Sextantsskruvar, Flänsskruvar, Sexkanthållsskruvar,
Sextantsmuttrar, Flänsmuttrar, Kronmuttrar, Hattmuttrar,
Rundbrickor.

SMS handbok 517: 1992, Fästelement M och ST,
Spårskruvar, Krysskruvar, Stoppskruvar, Gängande skruvar.

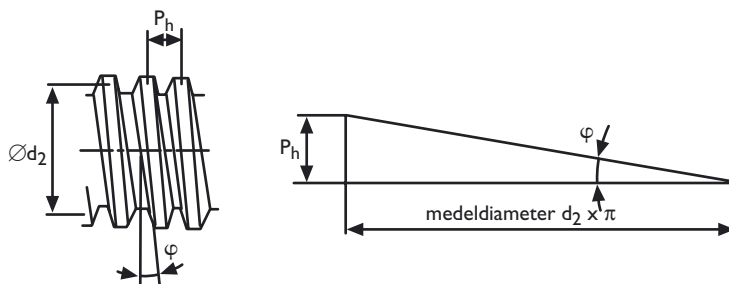
LINJEN SOM NATUREN GAV

3

- 3.1 Allmänt
- 3.2 Gängtoleranssystem och rekommenderade toleransklasser för metriska ISO-gängor
 - 3.2.1 Basprofil
 - 3.2.2 Stigning blir delning
 - 3.2.3 Toleranssystem
- 3.3 Ytbelagda gängor
 - 3.3.1 Toleranser för ytbelagda gängor
- 3.4 Gängbeteckningar
 - 3.4.1 Utvändiga gängor
 - 3.4.2 Invändiga gängor
 - 3.4.3 Gängpassning
- 3.5 Ingreppslängder
- 3.6 Rekommenderade toleransklasser
- 3.7 Val av gängtoleransklasser
 - 3.7.1 Hållfasthet
 - 3.7.2 Tillverkning
 - 3.7.3 Montering
- 3.8 Gängpressande skruv med ST-gänga
- 3.9 Lästips för mervetaren

3.1 ALLMÄNT

Virar man en rätvinklig kilformad triangel runt en cylinder med en omkrets motsvarande triangelns långsida får man en bild av gängspiralen och dess stigning.



Stigningsvinkeln φ beräknas med hjälp av trigonometri genom att avsätta stigningen P_h som ena kateten och gängans omkrets som den andra kateten i en rätvinklig triangel.

bild 3.1

Det var denna spiralform som lade grunden till en kraftöverföringsmetod genom ”uppfinningen” av gängade maskinelement.

Gängans historiska utveckling från ca 4:e århundradet före vår tidräkning skall inte återges här, det finns åtskilligt med litteratur i detta ämne. Det räcker med att nämna, att vi numera lyckats ena många motstridiga viljor om ett enda internationellt system av metriska gängor och gängtoleranser, inklusive hur de skall kontrolleras. Det blev den ISO-standard, som av samtiden betecknats som den mest betydelsefulla standarden i vår tid.

För att kunna garantera rätt gängpassning mellan in- och utvändiga gängor måste deras mått hållas inom vissa fastställda gränser. Man måste komma överens om ett system av toleranser och passningar, vilket beskrivs i det följande.

Det bör särskilt framhållas att vid uppbyggandet av detta internationella gängtoleranssystem hade Sverige alltsedan begynnelsen ett avgörande inflytande på utvecklingen och lyckades förena de tyska, ryska och amerikanska särintressena till ett helt nytt system, som kunde accepteras utan prestigeförlust.

Tabell 3.1 återger ISO:s generalplan över diametrar och delningar (tidigare kallade stigningar), både grov och fin. Kombinationer enligt preferens 1 skall väljas i första hand, preferens 2 kan användas med tvekan och preferens 3 skall undvikas helt.

TABELL 3.1
METRISKA ISO-GÄNGOR – ISO GENERALPLAN

Gångans ytterdiameter			Delning (P)										
Preferens			grov	fin									
1	2	3		3	2	1,5	1,25	1	0,75	0,5	0,35	0,25	0,2
1			0,25										0,2
	1,1		0,25										0,2
1,2			0,25										0,2
	1,4		0,3										0,2
1,6			0,35										0,2
	1,8		0,35										0,2
2			0,4									0,25	
	2,2		0,45									0,25	
2,5			0,45								0,35		
3			0,5								0,35		
	3,5		0,6								0,35		
4			0,7							0,5			
	4,5		0,75							0,5			
5		5,5	0,8							0,5			
			–							0,5			
6			1						0,75				
		7	1						0,75				
8			1,25					1	0,75				
		9	1,25					1	0,75				
10			1,5				1,25	1	0,75				
		11	1,5				–	1	0,75				
12			1,75			1,5	1,25	1					
	14		2			1,5	1,25 ¹⁾	1					
		15	–			1,5		1					
16			2			1,5		1					
		17	–			1,5		1					
	18		2,5		2	1,5		1					
20			2,5		2	1,5		1					
	22		2,5		2	1,5		1					
24			3		2	1,5		1					
		25	–		2	1,5		1					
		26	–		–	1,5		–					
	27		3		2	1,5		1					
		28	–		2	1,5		1					
30			3,5	(3)	2	1,5		1					
		32	–	–	2	1,5							
	33		3,5	(3)	2	1,5							
		35 ²⁾	–	–	–	1,5							
36			4	3	2	1,5							
		38	–	–	–	1,5							
	39		4	3	2	1,5							

¹⁾ Endast för tändstift.

²⁾ Endast för rullningslagerinbyggnad.

Delning 3 för diameter 30 och 33 bör undvikas.

FORTSÄTTNING PÅ TABELL 3.1

Gångans ytterdiam.			Delning (P)					
Preferens			grov	fin				
1	2	3		6	4	3	2	1,5
42	45	40	–		–	3	2	1,5
			4,5		4	3	2	1,5
			4,5		4	3	2	1,5
48	52	50	5		4	3	2	1,5
			–		–	3	2	1,5
			5		4	3	2	1,5
56		55	–		4	3	2	1,5
		58	5,5		4	3	2	1,5
			–		4	3	2	1,5
64	60	62	5,5		4	3	2	1,5
			–		4	3	2	1,5
			6		4	3	2	1,5
	68	65	–		4	3	2	1,5
		70	6		4	3	2	1,5
			6		4	3	2	1,5
72	76	75		6	4	3	2	1,5
			–	4	3	2	1,5	
			6	4	3	2	1,5	
80		78		–	–	–	2	–
		82	6	4	3	2	1,5	
			–	–	–	2		
90	85			6	4	3	2	
	95			6	4	3	2	
				6	4	3	2	
100	105			6	4	3	2	
110				6	4	3	2	
				6	4	3	2	
125	115			6	4	3	2	
	120			6	4	3	2	
				6	4	3	2	
140	130	135		6	4	3	2	
				6	4	3	2	
				6	4	3	2	
	150	145		6	4	3	2	
		155		6	4	3	2	
				6	4	3		
160	170	165		6	4	3		
				6	4	3		
				6	4	3		
180		175		6	4	3		
		185		6	4	3		
				6	4	3		

© BULTEN

Gångans ytterdiam.			Delning (P)					
Preferens			grov	fin				
1	2	3		6	4	3	2	1,5
200	190	195		6	4	3		
				6	4	3		
				6	4	3		
	210	205		6	4	3		
		215		6	4	3		
				6	4	3		
220		225		6	4	3		
				6	4	3		
				6	4	3		
	240	235		6	4	3		
		245		6	4	3		
				6	4	3		
250		255		6	4	3		
				6	4			
				6	4			
		265		6	4			
		270		6	4			
		275		6	4			
280		285		6	4			
				6	4			
				6	4			
	300	295		6	4			
				6	4			
				6	4			

3.2 GÄNGTOLERANSSYSTEM OCH REKOMMENDERADE TOLERANSKLASSE R FÖR METRISKA ISO-GÄNGOR

3.2.1 BASPROFIL

Basprofil är en – för utvändig och invändig gänga – gemensam teoretisk profil till vilken toleranser hänförs.

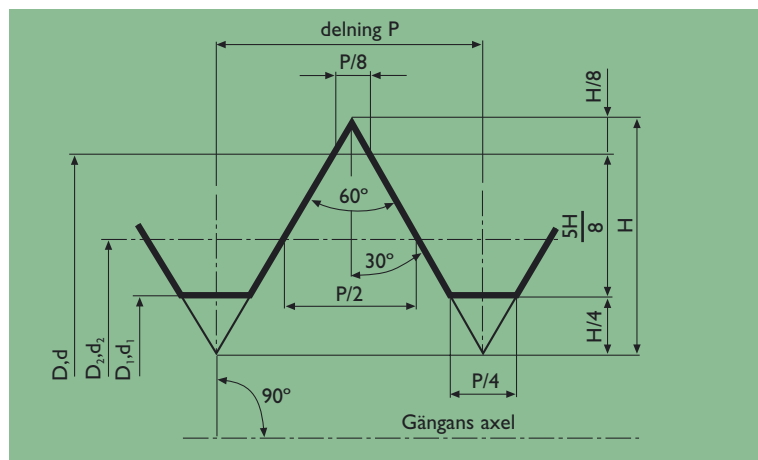


bild 3.2

$$\begin{aligned} D_1 &= D - 1,0825 P & H &= 0,86603 P \\ d_1 &= d - 1,0825 P & H/4 &= 0,21651 P \\ D_2 &= D - 0,6495 P & H/8 &= 0,10825 P \\ d_2 &= d - 0,6495 P & \frac{5H}{8} &= 0,54127 P \end{aligned}$$

D = invändig gängas ytterdiameter, basmått.
D₁ = invändig gängas innerdiameter, basmått.
D₂ = invändig gängas medeldiameter, basmått.
P = delning (stigning).
d = utvändig gängas ytterdiameter, basmått.
d₁ = utvändig gängas innerdiameter, basmått.
d₂ = utvändig gängas medeldiameter, basmått.
H = grundtriangelhöjd.

3.2.2 STIGNING BLIR DELNING

Tidigare har man alltid i Sverige kallat avståndet mellan två gängtoppar tillhörande samma gängspår stigning och betecknat det med s. Benämningen delning användes då för avståndet mellan två närliggande toppar för gängor med flera ingångar.

I samband med den internationella standardiseringen fick man ändra på detta och kalla stigning för delning samt införa beteckning P (eng. pitch) i stället för s. Standarderna SS 1702 eller ISO 5408 definierar de flesta begrepp som rör gängor. Här följer definitionerna för delning P, stigning P_h och stigningsvinkel φ.

Delning P

Avstånd längs delningslinjen mellan två på varandra följande lika riktade flanker, bild 3.3.

Stigning P_h

Avstånd längs delningslinjen mellan två på varandra följande lika flanker tillhörande samma gängspår, bild 3.4.

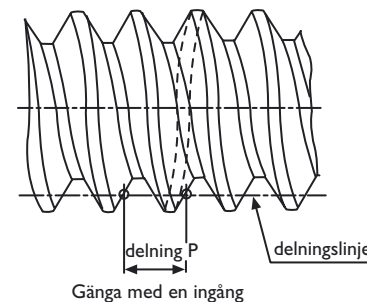


bild 3.3

Stigningen är en multipel av delningen, dvs P_h = z x P där z = antalet ingångar.

Vid gängor med endast en ingång är z = 1 och då sammanfaller stigning och delning. I svensk standard används ordet stigning oftast i detta fall och betecknas då P.

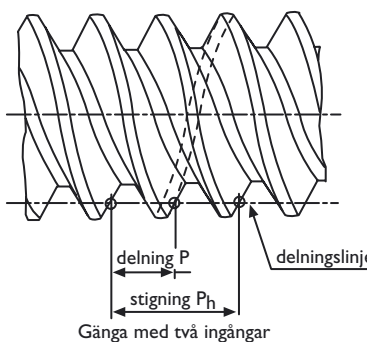


bild 3.4

Stigningsvinkel φ

Vinkel mellan en skruvlinjes tangent och ett mot skruvlinjens axel vinkelrätt plan, bild 3.1

Stigningsvinkeln för en utvändig gänga växer från gängtoppen mot gängbotten. Är stigningsvinkelns läge ej preciserat avses stigningsvinkeln vid delningslinjen.

3.2.3 TOLERANSSYSTEM

Systemet som beskrivs i SS-ISO 965 1-5 utgörs av en kombination av toleransgrader, som anger toleransviddens storlek (stapelns längd som ökar med högre siffra i bild 3.5) och toleranslägen, som anger toleransområdets placering i förhållande till den nominella gängprofilen (kortaste avståndet mellan en stapel och basmått i bild 3.5).

a) **Toleransgrader:**

Diametrar	Toleransgrader
Innerdiameter (toppdiameter) invändiga gängor (D_1)	4, 5, 6, 7, 8
Ytterdiameter (toppdiameter) utvändiga gängor (d)	4, 6, 8
Medeldiameter invändiga gängor (D_2)	4, 5, 6, 7, 8
Medeldiameter utvändiga gängor (d_2)	3, 4, 5, 6, 7, 8, 9

b) **Toleranslägen:**

G och H för invändiga gängor; e, f, g och h för utvändiga gängor. Toleranslägena är anpassade till gängse ytbeläggningstjocklekar och till vad som krävs för enkel montering.

- c) Ett urval kombinationer av grader och lägen (toleransklasser) som ger de vanligen använda toleranskvaliteterna Fin, Medel och Grov för ingreppslängderna Kort, Normal och Lång. Något samband mellan gängtoleranssystemets toleransklasser och ISO:s toleranssystem för släta axlar och hål existerar inte.

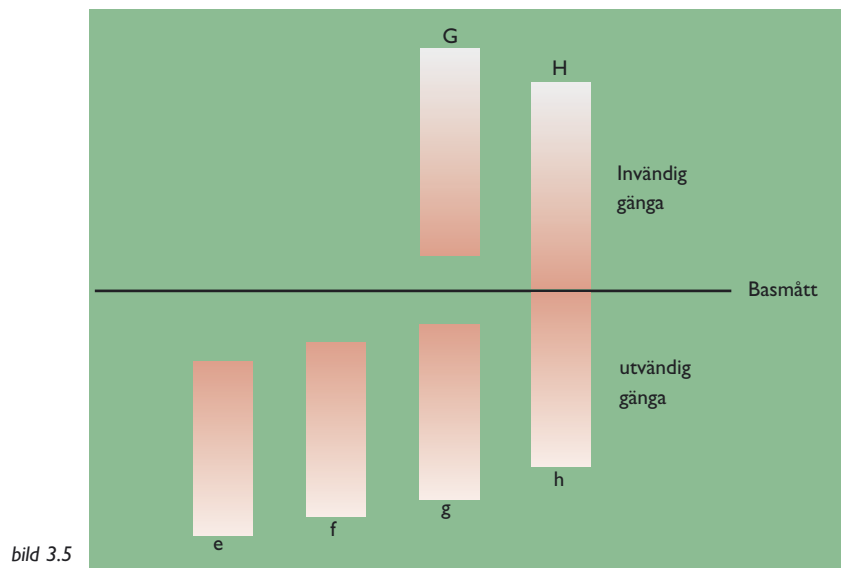


bild 3.5

3.3 YTBELAGDA GÄNGOR

För ytbelagda gängor gäller toleranserna före ytbeläggning om inte annat angetts. Efter ytbeläggning får den verkliga gängprofilen inte i någon punkt underskrida respektive överskrida max materialgräns för H respektive h.

Toleranslägena är anpassade till gängse ytbeläggningstjocklekar och till vad som krävs för enkel montering.

3.3.1 TOLERANSER FÖR YTBELAGDA GÄNGOR

Vi ser här ett snitt genom en gängtopp på en skruv.

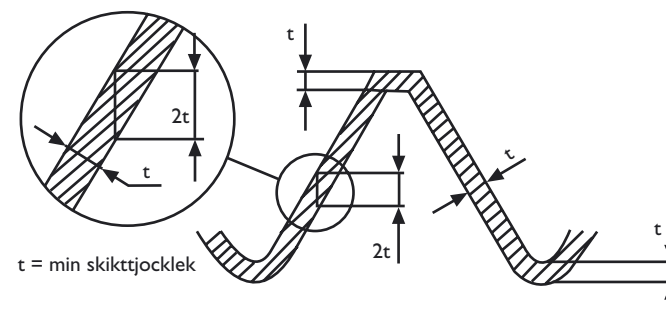
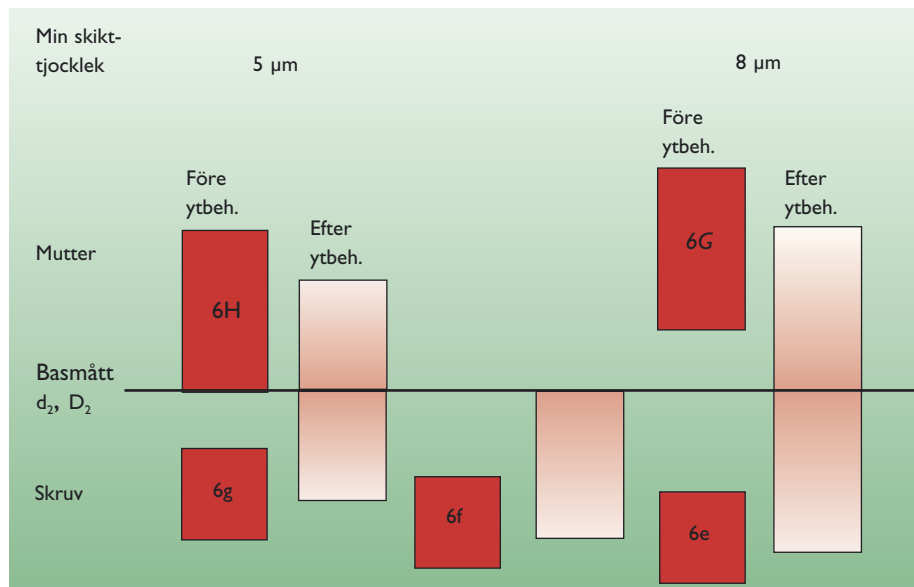


bild 3.6

Det snedstreckade bandet är ytbeläggningen. Vid ytbeläggning av gängor måste utrymme för beläggningen skapas. Detta sker genom att gängans grundprofil förskjuts. Vid elförzinkning blir zinksiktet ej riktigt jämnt fördelat på detaljerna i ett parti. Gängans grundprofil måste förskjutas så att även det mest ogynnsamma fallet klaras. Om min. skiktjocklek är t och max skiktjocklek är 2t blir erforderlig diameterförskjutning för ytter- och innerdiameterarna 4t och för medeldiameteren 8t.

Lämpliga gängtoleransklasser för skiktjocklekar 5 μm och 8 μm framgår av bild 3.7. Vilken toleransklass som fordras för en viss skiktjocklek är beroende av gängdiametern på så sätt, att grövre diametrar automatiskt ger större grundspel. ISO 4042 ger mer information om gängor och elektrolytisk ytbeläggning.



Lämpliga gängtoleransklasser för skiktjocklek 5 µm och 8 µm.

För tjockare beläggningar, t ex varmförzinkning, krävs mycket större gängspel, vilket skapas genom underdimensionering av den utvändiga gängen.

Enligt SS 3192 finns för varmförzinkning minimiskikten:

25 µm för M6 – M8

45 µm för M10 – M22

65 µm för M24 – M68

Mått på gänger före varmförzinkning framgår av SS 3193.

Underdimensioneringen är 220 µm, 300 µm och 380 µm för respektive tjocklek enligt ovan.

Trots att vi har standarderna SS 3192 och SS 3193 tillämpas vanligen DIN 267 T10, som ger ungefär samma underdimensionering.

Under början av 1999 beräknas ISO 965-4, som är en ny standard, utkomma och i framtiden ersätta de ovan nämnda.

3.4 GÄNGBETECKNINGAR

Den fullständiga gängbeteckningen består av en beteckning för gängsystemet och storleken samt beteckningar för gängans toleransklass vid medeldiameter och toppdiameter.

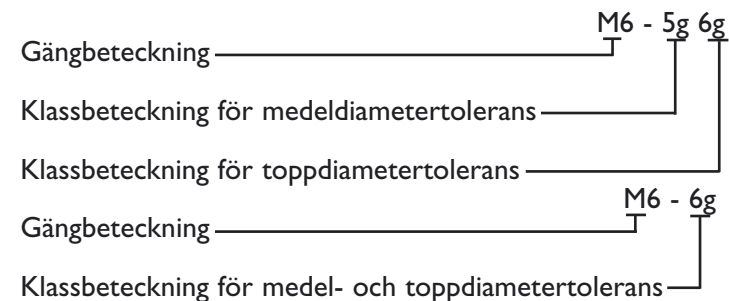
Varje klassbeteckning består av:

- en siffra som anger toleransgraden.
- en bokstav som anger toleransläget, versal (stor) för invändiga gänger, gemen (liten) för utvändiga gänger.

Om de två klassbeteckningarna för en gänga är lika, är det inte nödvändigt att upprepa beteckningen.

3.4.1 **UTVÄNDIGA GÄNGOR**

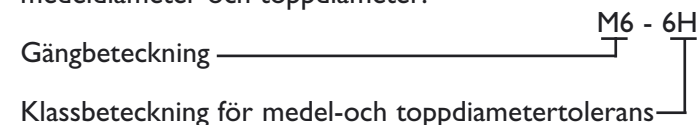
Exempel på beteckning för utvändiga gänger



3.4.2 **INVÄNDIGA GÄNGOR**

Exempel på beteckning för invändiga gänger

För invändiga gänger används i regel samma toleransklass för medeldiameter och toppdiameter.



3.4.3 **GÄNGPASSNING**

Exempel på beteckning för passning

En passning mellan gängade delar anges med den invändiga gängans toleransklass följt av den utvändiga gängans toleransklass, åtskilda med ett snedstreck.

M6 - 6H/6g

M20x2 - 6H/5g6g

3.5 INGREPPSLÄNGDER

Ingreppslängden är det axiella måttet inom vilket den utvändiga och invändiga gängan teoretiskt har kontakt.

Ingreppslängderna klassas i tre grupper: S (Kort), N (Normal) och L (Lång). Grupp N rekommenderas när den verkliga ingreppslängden är obekant.

För grupp N gäller följande empiriska formler:

$$N_{\min} = 2,24P \times d^{0.2} \quad N_{\max} = 6,7P \times d^{0.2}$$

P är delningen och d minsta standardiserade gängdiameter för denna delning enligt SS-ISO 965/1.

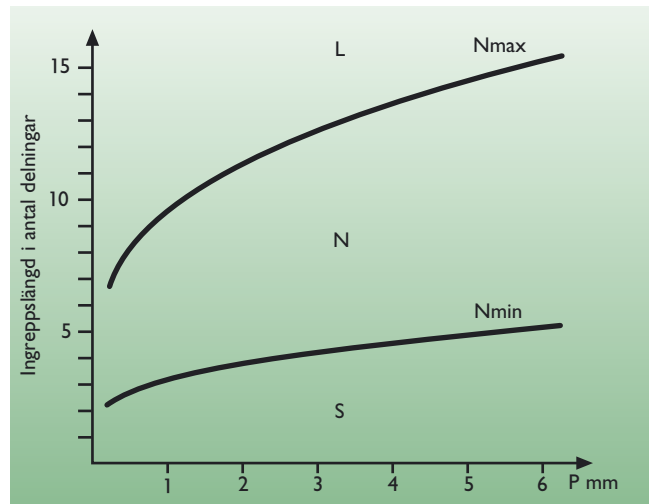


bild 3.8

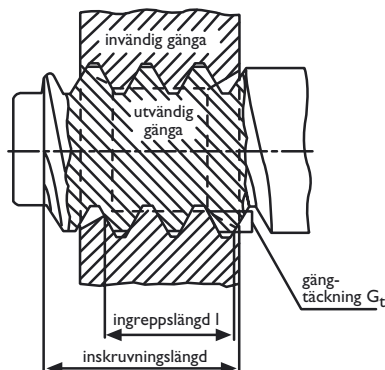


bild 3.9

3.6 REKOMMENDERADE TOLERANSKLASSER

Toleransklass bör helst väljas från tabell 3.2 och 3.3.

I första hand väljs toleransklasser angivna med fet stil.

- I andra hand väljs toleransklasser angivna med vanlig stil.
- I tredje hand väljs toleransklasser angivna med vanlig stil inom parentes; de bör undvikas.

Inramade toleransklasser har valts för gängor för kommersiella skruvar och muttrar. Följande allmänna regler gäller för val av toleransklasser:

- **Fin:** för precisionsgängor när liten variation i passningskaraktären krävs.
- **Medel:** för allmänt bruk.
- **Grov:** för fall då tillverkningssvårigheter kan uppstå, t ex vid gängning av varmvalsade stänger och långa hål.

Vilken som helst av toleransklasserna för invändiga gängor kan kombineras med vilken som helst av toleransklasserna för utvändiga gängor. För att garantera tillräcklig gängtäckning, bör den invändiga och utvändiga gängan bilda passningarna H/g, H/h eller G/h.

TABELL 3.2

REKOMMENDERADE TOLERANSKLASSER FÖR INVÄNDIGA GÄNGOR

Tolerans-kvalitet	Toleransläge G			Toleransläge H		
	S	N	L	S	N	L
Fin				4H	5H	6H
Medel	(5G)	6G	(7G)	5H	6H	7H
Grov		(7G)	(8G)		7H	8H

TABELL 3.3
REKOMMENDERADE TOLERANSKLASSER FÖR UTVÄNDIGA GÄNGOR

Tolerans- kvalitet	Tolerans- läge e			Tolerans- läge f			Tolerans- läge g			Tolerans- läge h		
	S	N	L	S	N	L	S	N	L	S	N	L
Fin								(4g)	(5g4g)	(3h4h)	4h	(5h4h)
Medel		6e	(7e6e)		6f		(5g6g)	6g	(7g6g)	(5h6h)	6h	(7h6h)
Grov		(8e)	(9e8e)					8g	(9g8g)			

3.7 VAL AV GÄNGTOLERANS- KVALITET

3.7.1 HÅLLFASTHET

Någon avsevärd skillnad i hållfasthet mellan gängor utförda i de olika förekommande gängtoleransklasserna har genom hittills utförda undersökningar ej kunnat påvisas. För utmattningspå-
kända gängor torde formnoggrannhet och ytjämnhet ha större betydelse för hållfastheten än de rena diametervariationerna. Gängor framställda i den grövsta gängtoleransklassen, t ex för varmförzinkning, får en minskad gängtäckning, vilket man bör ta hänsyn till. Det har man gjort i DIN 267 T10 genom att minska brottlasterna med 8% jämfört med SS-EN 20898-1.

3.7.2 TILLVERKNING

Tillverkningskostnader växer med minskat toleransområde, vilket framgår av tabell 3.4

TABELL 3.4 GÄNGTOLERANSKVALITET GROV, MEDEL OCH FIN
TILLVERKNINGSNOGGRANNHET OCH NÖDVÄNDIGHET

	Gängtoleransklass		
	grov	medel	fin
Erforderlig tillverkningsnoggrannhet.	God. Kontrollerad tillverkning erforderlig.	Stor. Väl kontrollerad tillverkning erforderlig.	Mycket stor. Speciellt noggranna tillverknings- och kontrollmetoder nödvändiga.
Toleransklassens nödvändighet.	Detaljer med lång ingreppslängd. Detaljer framställda av ämnen med stor måttvariation.	Spelet i toleransklass 6g anses fördelaktigt.	Tekniskt välmotiverade skäl för denna toleransklass saknas i de flesta fall. Toleransklassen bör undvikas.
Anm.	Vanlig toleransklass för kommersiella element framställda av varmvalsat utgångsmaterial. Svårigheter kan uppstå att innehålla skruvgängans ytterdiameter-tolerans.	Vanligaste toleransklass för kommersiella element.	Toleransklassen tillämpas endast i begränsad omfattning för kommersiella element.

3.7.3 MONTERING

Skruv- och muttergänger tillverkade i olika toleranskvaliteter kan monteras tillsammans, enligt tabell 3.5

TABELL 3.5 GÄNGTOLERANSKVALITET GROV, MEDEL OCH FIN SPEL- OCH PASSNINGSKARAKTÄR

	Gängtoleranskvalitet		
	grov	medel	fin
Nominellt spel.	Finns	Finns	Saknas
Variation i passningskaraktär.	Stor (1,6)	Normal (1)	Mycket liten (0,63)
Anm.	Grader, hanteringsskador (slagmärken) o d kan upptas av spelet. Snabb seriemontering möjlig. Det nominella spelet är fördelaktigt då man använder speciella smörjmedel vid monteringen, t ex för högtrycksbehållare, stålrohrsflänsar, armaturdelar och ventiler för högtemperatur och högtryck.		Kan försvåra seriemontering.

Siffrorna inom parentes anger det relativa förhållandet i passningskaraktären. Den grova toleransklassen har 60% större gängglapp än den normala medan den fina klassen är 37% "tätare" än den normala som satts lika med 1.

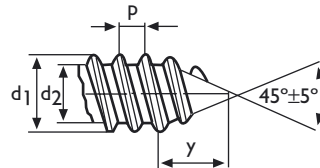
3.8 GÄNGPRESSANDE SKRUV MED ST-GÄNGA

Mått för gängor och skruvänder anges i SS-EN ISO 1478. Tidigare användes för dessa gängor beteckningen B-gängor. Översättningen mellan de två systemen framgår av tabell 3.6, för att underlätta jämförelse mellan gammalt och nytt.

TABELL 3.6 ÖVERSÄTTNING MELLAN SYSTEM ST OCH B

ST2,2	ST2,9	ST3,5	ST4,2	ST4,8	ST5,5	ST6,3
B2	B4	B6	B8	B10	B12	B14

Typ C spets
(tidigare typ AB)



Typ F fasad plan ände
(tidigare typ B)

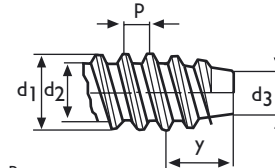


bild 3.10

Typ R rundad ände

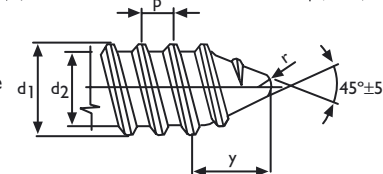


bild 3.11

TABELL 3.7 MÅTT FÖR ST-GÄNGA MM

Gänga	ST 2,2	ST 2,9	ST 3,5	ST 4,2	ST 4,8	ST 5,5	ST 6,3
P ≈	0,8	1,1	1,3	1,4	1,6	1,8	1,8
d ₁ max	2,24	2,9	3,53	4,22	4,8	5,46	6,25
d ₁ min	2,1	2,76	3,35	4,04	4,62	5,28	6,03
d ₂ max	1,63	2,18	2,64	3,10	3,58	4,17	4,88
d ₂ min	1,52	2,08	2,51	2,95	3,43	3,99	4,70
d ₃ max	1,47	2,01	2,41	2,84	3,30	3,86	4,55
d ₃ min	1,37	1,88	2,26	2,69	3,12	3,68	4,34
y ref ¹⁾	2	2,6	3,2	3,7	4,3	5	6
typ C	2	2,6	3,2	3,7	4,3	5	6
typ F	1,6	2,1	2,5	2,8	3,2	3,6	3,6
typ R	–	–	2,7	3,2	3,6	4,3	5

1) Längd av ofullständig gänga.

En viss skruvdimension med gänga ST 3,5 och längd 19 mm betecknas: ST 3,5 x 19.

3.9 LÄSTIPS FÖR MERVETAREN

Kulturgeschichte der Schraube, av Wilhelm Treue.
SMS handbok 520, den senaste utgåvan.
Svensk standard SS-ISO 724
SS-ISO 965-1 tom -5
SS-EN ISO 1478

- 4.1 Allmänt
- 4.2 Hållfasthetsfordringar på skruvar med metrisk ISO-gänga
 - 4.2.1 Omfattning och tillämpning
 - 4.2.2 Beteckningssystem
 - 4.2.3 Material
 - 4.2.4 Hållfasthetsfordringar
 - 4.2.5 Provningsmetoder
 - 4.2.6 Avkolningsprovning
- 4.3 Hållfasthetsfordringar på skruvar med ST-gängor tillverkade av sätthärdningsstål
 - 4.3.1 Omfattning
 - 4.3.2 Material
 - 4.3.3 Metallurgiska krav
 - 4.3.4 Provning av vridhållfasthet
- 4.4 Hållfasthet för stoppskruvar
- 4.5 Lästips för mervetaren

4.1 ALLMÄNT

Att veta ett fästelements hållfasthet och vilka krafter det kan överföra är avgörande för valet av rätt produkt. Förr hade varje land sina egna bestämmelser vad gäller materialval, hållfasthetskrav, märknings- och provningsmetoder. Man kunde alltså inte veta om en skruv tillverkad i England var lika stark som en tysk motsvarighet.

Det började för längesedan under den s k agronomskruvens tid. Den tid då skruvarna gjordes av "bonnjärn", då de blev sega som tuggummi och fick en så låg styrka att man kunde dra av dem med handkraft, åtminstone upp till M10, men på den tiden användes gänga W 3/8". Det var den tiden, då man kallade skruvarna för D40, D60, D80 osv. Där D:et stod för dragkraft och siffran stod för brottkraften, uttryckt i kp/mm^2 , beräknad på gängans s k kärnarea då gängans inner- eller kärndiameter användes vid uträkningen. Det var den tiden, då kallstukningsförfarandet infördes och man genom deformationshårdnande kunde få det enkla kolstålet St 37 att ge ifrån sig skruvar med brotthållfastheten 60 kp/mm^2 till priset av en otroligt liten förlängning men desto större sprödbrottsbenägenhet. Det var den tiden, då alla länder hade sina egna hållfasthets- och provningsbestämmelser, alla mer eller mindre olika varandra. Då måste man veta vad som gällde när man köpte skruv från olika håll. En 8G-skruv från Tyskland var inte detsamma som en D80 i Sverige eller en grade 5 från USA.

Så småningom begrep man att det skulle vara praktiskt att ena sig om gemensamma hållfasthetsbestämmelser, gemensam klas-

sificering och identifiering av fästelement som skulle standardiseras och säljas mellan länderna. Man började med att komma överens om vilken area man skulle beräkna spänningarna på. Efter åtskilliga utredningar och desto fler sammanträden kom man fram till begreppet spänningsarea och en formel för dess beräkning.

$$A_s = \frac{\pi}{4} \left(\frac{d_2 + d_3}{2} \right)$$

där d_2 * är basmått för utvändig gängas medeldiameter;
 d_3 är utvändig gängas innerdiameter

$$d_3 = d_1 - \frac{H}{6}$$

där d_1 * är basmått för utvändig gängas innerdiameter;
 H är gängans grundtriangelhöjd.

* Se ISO 724.

Nästa steg var att bestämma vad hållfasthetsklasserna skulle heta och vilka data som skulle gälla för dem. Då måste man också diskutera vilka materialtyper som var lämpliga för de olika klasserna och gängstorlekarna. Den internationella kommitté som fick ansvaret att reda ut alla dess synnerligen intrikata och ofta infekterade problem hette och heter fortfarande ISO/TC 2-Fasteners. Vi skall inte här gå in på vilka polska riksdagar som tid efter annan uppstod under dessa internationella sammankomster, utan nöjer oss med att konstatera att det 1967 gick att få fram ett internationellt accepterat system. Efter regelbundet genomförda revideringar finns nu systemet med fästelement med metrisk gängor förankrat i ISO:s standarder, stadfast inom CEN och infört i de flesta europeiska länder.

4.2 HÅLLFASTHETSFORDRINGAR PÅ SKRUVAR MED METRISK ISO-GÄNGA

Utdrag ur det internationella förslaget till standard prEN ISO 898-1 som gäller hållfasthetsfordringar för skruvar och pinnskruvar. Den färdiga standarden beräknas vara utgiven som svensk standard under hösten 1999. Beteckningen blir SS-EN ISO 898-1 och den kommer att ersätta SS-EN 20898-1 eller ISO 898-1.

4.2.1 OMFATTNING OCH TILLÄMPNING

Standarden prEN ISO 898-1 anger hållfasthetsegenskaper för skruvar och pinnskruvar vid provning i temperaturområdet 10°C–35°C. Egenskaperna varierar vid högre och lägre temperatur.

Standarden prEN ISO 898-1 gäller för skruvar och pinnskruvar:

- med gängor med grov delning M1,6 tom M39 och gängor med fin delning M8x1 tom M39x3
- med triangulära ISO-gängor enligt ISO 68
- med diameter/delningskombinationer enligt ISO 261 och ISO 262
- med gängtoleranser enligt ISO 965-1 och 965-2
- tillverkade av olegerat eller legerat stål.

Den gäller ej för stoppskruvar och liknande fästelement (se SS-ISO 898-5).

Den specificerar ej krav för sådana egenskaper som

- svetsbarhet
- korrosionsbeständighet (se ISO 3506)
- förmåga att motstå temperatur över +300°C (+250°C för 10.9) eller under -50°C.
- hållfasthet mot skjuvspänning
- utmattningshållfasthet.

4.2.2 BETECKNINGSSYSTEM

Beteckningssystemet för hållfasthetsklasser för skruvar och pinnskruvar framgår av tabell 4.1.

x-axeln ger värden för nominell brottgräns R_m i N/mm², under det att y-axeln ger värden för brottförlängning A_{min} i procent.

Hållfasthetsbeteckningen består av två tal:

- det första anger 1/100 av den nominella brottgränsen i N/mm² (se R_m i tabell 4.3).
- det andra talet anger i tiondelar förhållandet mellan undre sträckgränsen R_{eL} (eller förlängningsgränsen $R_{p0.2}$) och nominell brottgräns R_m (sträckgränsförhållande).

Multiplikering av de två talen ger sträckgränsen i N/mm².

Undre sträckgräns R_{eL} (eller förlängningsgräns $R_{p0.2}$) och min. brottgräns R_m är lika med eller större än de nominella värdena (se tabell 4.3).

Rekommendation:

Åberopa alltid gällande internationell ISO- eller EN-standard vid upphandling och kontrollera själv att dessa bestämmelser har följts av leverantören. Det finns tyvärr många exempel på att det fuskas med provningsintyg och kvalitetscertifikat. Se därför till att skruvarna håller vad man lovat!

TABELL 4.1
KOORDINATSYSTEM FÖR HÅLLFASTHETSKLASSER

Nominell brottgräns, R_m , N/mm ²		300	400	500	600	700	800	900	1000	1200	1400
Min brottförlängning, $A_{\min}$ %	7										
	8				6.8					12.9	
	9								10.9		
	10			5.8				9.8 ¹⁾			
	12						8.8				
	14		4.8								
	16										
	18										
	20			5.6							
	22		4.6								
	25	3.6									
	30										
Förhållande mellan sträckgräns och brottgräns											
Beteckningens andra siffra										.6	.8
Undre sträckgräns $R_{eL}^{(2)}$ eller förlängningsgräns $R_{p0.2}$											
Nominell brottgräns R_m										60	80
										90	

1) Gäller endast $d \leq 16$ mm gängdiameter.

2) Nominella värden enligt Tabell 4.3 gäller.

Anm. Trots att ett stort antal hållfasthetsklasser är specificerade i prEN ISO 898-1 betyder det inte att alla klasser är lämpliga för alla produkter. Ytterligare upplysningar beträffande tillämpning av de specifika hållfasthetsklasserna ges i respektive produktstandard. För ej standardiserade produkter är det tillrådligt att så nära som möjligt följa det val som redan gjorts för liknande standardiserade produkter.

4.2.3 MATERIAL

Tabellen 4.2 specificerar stål och anlöpningstemperaturer för de olika hållfasthetsklasserna för skruvar och pinnskruvar. Den kemiska sammansättningen skall fastställas i överensstämmelse med tillämpliga ISO standarder.

TABELL 4.2 STÅL

Hållfasthetsklass	Material och värmebehandling	Kemisk sammansättning (kontrollanalys) %					Anlöpnings-temperatur °C min
		C		P	S	B ¹⁾	
		min	max	max	max	max	
3.6 ²⁾	Kolstål	–	0,20	0,05	0,06	0,003	–
4.6 ²⁾		–	0,55	0,05	0,06	0,003	–
4.8 ²⁾							
5.6		0,13	0,55	0,05	0,06	0,003	–
5.8 ⁴⁾		–	0,55	0,05	0,06		
6.8 ⁴⁾							
8.8 ³⁾	Kolstål med tillsatser (t ex B eller Mn eller Cr), härdat och anlöpt	0,15 ⁴⁾	0,40	0,035	0,035	0,003	425
	Kolstål, härdat och anlöpt	0,25	0,55	0,035	0,035		
9.8	Kolstål med tillsatser (t ex B eller Mn eller Cr), härdat och anlöpt	0,15 ⁴⁾	0,35	0,035	0,035	0,003	425
	Kolstål, härdat och anlöpt	0,25	0,55	0,035	0,035		
10.9 ^{5),6)}	Kolstål med tillsatser (t ex B eller Mn eller Cr), härdat och anlöpt	0,15 ⁴⁾	0,35	0,035	0,035	0,003	340
10.9 ⁶⁾	Kolstål, härdat och anlöpt	0,25	0,55	0,035	0,035	0,003	425
	Kolstål med tillsatser (t ex B eller Mn eller Cr), härdat och anlöpt	0,20 ⁴⁾	0,55	0,035	0,035	0,003	
	Legerat stål härdat och anlöpt ⁷⁾	0,20	0,55	0,035	0,035		
12.9 ^{8),9)}	Legerat stål härdat och anlöpt ⁷⁾	0,28	0,50	0,035	0,035	0,003	380

- 1) Borinnehållet får vara 0,005% förutsatt att det aktiva boret kontrolleras genom tillsats av titan och/eller aluminium
- 2) Skruvar i dessa hållfasthetsklasser får tillverkas av automatstål med följande maxhalter av svavel, fosfor och bly: svavel 0,34%, fosfor 0,11%, bly 0,35%.
- 3) För nominella diametrar över 20 mm kan det vara nödvändigt att använda stål föreskrivna för klass 10.9 för att uppnå tillräcklig hårdbarhet.
- 4) För borlegerade kolstål med en kolhalt under 0,25% (chargeanalys), ska min manganhalt vara 0,6% för hållfasthetsklass 8.8 och 0,7% för 9.8 och 10.9.
- 5) Produkter skall ytterligare märkas genom att symbolen för hållfasthetsklass stryks under. Alla egenskaper för 10.9 som anges i tabell 4.3 skall innehållas av 10.9 men den lägre anlöpningstemperaturen ger andra krypningsegenskaper vid förhöjda temperaturer.

BULTEN

- 6) Materialen i dessa klasser skall ha tillräcklig hårdbarhet för att garantera förekomsten av ca 90% martensit i den gängade delens kärna efter härdning, men före anlöpning.
- 7) Denna legering skall innehålla minst ett av följande ämnen med angiven minimimängd: krom 0,3%, nickel 0,3%, molybden 0,2%, vanadin 0,1%. När ämnen anges i kombinationer av två, tre eller fyra och har legeringsmängder som är lägre än ovanstående angivna, är tillämpligt gränsvärde för bestämning av klass 70% av summan för de individuella gränsvärdena enligt ovan för tillämpliga kombinationer av två, tre eller fyra element.
- 8) Ett metallografiskt spårbart vitt fosfatberikat ytskikt tillåts inte för hållfasthetsklass 12.9 på ytor utsatta för dragspänningar.
- 9) Undersökningar pågår beträffande sammansättning och anlöpningstemperatur.

4.2.4 HÅLLFASTHETSFORDRINGAR

Vid provning enligt avsnitt "Provningmetoder" 4.2.5 ska skruvarna vid rumstemperatur uppfylla hållfasthetsfordringarna i tabell 4.3.

TABELL 4.3
HÅLLFASTHETSFORDRINGAR FÖR SKRUVAR OCH PINNSKRUVAR

Hållfasthetsfordringar		Hållfasthetsklass											
		3.6	4.6	4.8	5.6	5.8	6.8	8.8 ¹⁾		9.8 ²⁾	10.9	12.9	
								d ≤ 16 mm	d > 16 mm ³⁾				
Brottgräns	nom	300	400		500		600	800	800	900	1000	1200	
R _m ^{4),5)} N/mm ²	min	330	400	420	500	520	600	800	830	900	1040	1220	
Vickershårdhet,	min	95	120	130	155	160	190	250	255	290	320	385	
HV, F ≥ 98 N	max	220 ⁶⁾						320	335	360	380	435	
Brinellhårdhet,	min	90	114	124	147	152	181	238	242	276	304	366	
HB, F = 30 D ²	max	209 ⁶⁾						304	318	342	361	414	
Rockwellhårdhet, HR	min	HRB	52	67	71	79	82	89	–	–	–	–	–
		HRC	–	–	–	–	–	–	22	23	28	32	39
	max	HRB	95 ⁶⁾					99,5	–	–	–	–	–
		HRC	–					–	32	34	37	39	44
Ythårdhet, HV 0,3	max	–						7)					
Undre sträckgräns	nom	180	240	320	300	400	480	–	–	–	–	–	
R _{eL} ⁸⁾ , N/mm ²	min	190	240	340	300	420	480	–	–	–	–	–	
Förlängningsgräns,	nom	–						640	640	720	900	1080	
R _{p0,2} ⁹⁾ , N/mm ²	min	–						640	660	720	940	1100	
Spänning vid S _p /R _{eL} eller S _p /R _{p0,2}		0,94	0,94	0,91	0,93	0,90	0,92	0,91	0,91	0,90	0,88	0,88	
provbelastning, S _p	N/mm ²	180	225	310	280	380	440	580	600	650	830	970	
Brottförlängning, A%	min	25	22		20			12	12	10	9	8	
Spänning vid sneddragning ⁵⁾ Värdena för skruvar med fullstam (ej pinnskrugar) skall inte vara mindre än minvärdena för brottgräns enligt ovan.													
Slagseghet, KU	J min	–			25	–		30	30	25	20	15	
Snedslagning av huvud		Inget brott											
Min höjd av ej avkolad zon på gängan, E		–						1/2H ₁			2/3H ₁	3/4H ₁	
Max djup av fullständig avkolning, G, mm		–						0,015					

1) För skruvar av hållfasthetsklass 8.8 med diameter ≤ 16 mm föreligger en ökad risk att mutterns gängor skjivas av i händelse av oavsiktlig överförspänning som ger en last större än provbelastningen. Referens till ISO 898-2 rekommenderas.

2) Gäller endast för nominella gängdiametrar d ≤ 16 mm.

3) För stålbyggnadsskriv är gränsen 12 mm.

4) Min brottgräns gäller produkter med nominell längd l ≥ 2,5d. Min hårdhet gäller för produkter med längd l < 2,5d och övriga produkter som ej kan dragprovas (t ex beroende av huvudformen).

5) Vid provning av fullgrova skruvar och pinnskrivar gäller de brottlasten som anges i tabell 4.4 t o m 4.7 för beräkning av R_m.

6) Vid bestämning av hårdhet på ände av skriv eller pinnskriv skall respektive värde vara max 250 HV, 238 HB eller 99,5 HRB

7) Ythårdheten får ej vara mer än 30 Vickersenheter högre än den uppmätta kärnhårdheten på produkten när både yt- och kärnhårdhet bestäms med HV 0,3. För hållfasthetsklass 10.9 godtas ingen hårdhetsökning vid ytan som indikerar att ythårdheten överskrider 390 HV.

8) Om undre sträckgränsen, R_{eL}, ej kan bestämmas är det tillåtet att mäta förlängningsgränsen, R_{p0,2}. För hållfasthetsklasserna 4.8, 5.8 och 6.8 anges R_{eL, nom} endast som en del av beteckningssystemet och R_{eL, min} endast som grund för S_p.

9) Sträckgränsförhållandet enligt beteckningen av hållfasthetsklass och minvärdet för förlängningsgränsen 0,2%. R_{p0,2} gäller för svarvade provkroppar. Dessa värden kan vara olika när de kommer från provskruvar med fullstam eller provskruvar som är helgängade beroende på tillverkningsmetod och inflytande av storlek.

TABELL 4.4
MIN BROTTKRAFTER, METRISK ISO-GÄNGA MED GROV DELNING

Gänga	Delning mm	Nominell spännings- area A _s nom mm ²	Hållfasthetsklass									
			3.6	4.6	4.8	5.6	5.8	6.8	8.8	9.8	10.9	12.9
			Min brottkraft (A _s x R _{m min}), N									
M3	0,5	5,03	1 660	2 010	2 110	2 510	2 620	3 020	4 020	4 530	5 230	6 140
M3,5	0,6	6,78	2 240	2 710	2 850	3 390	3 530	4 070	5 420	6 100	7 050	8 270
M4	0,7	8,78	2 900	3 510	3 690	4 390	4 570	5 270	7 020	7 900	9 130	10 700
M5	0,8	14,2	4 690	5 680	5 960	7 100	7 380	8 520	11 350	12 800	14 800	17 300
M6	1	20,1	6 630	8 040	8 440	10 000	10 400	12 100	16 100	18 100	20 900	24 500
M7	1	28,9	9 540	11 600	12 100	14 400	15 000	17 300	23 100	26 000	30 100	35 300
M8	1,25	36,6	12 100	14 600	15 400	18 300	19 000	22 000	29 200	32 900	38 100	44 600
M10	1,5	58,0	19 100	23 200	24 400	29 000	30 200	34 800	46 400	52 200	60 300	70 800
M12	1,75	84,3	27 800	33 700	35 400	42 200	43 800	50 600	67 400 ¹⁾	75 900	87 700	103 000
M14	2	115	38 000	46 000	48 300	57 500	59 800	69 000	92 000 ¹⁾	104 000	120 000	140 000
M16	2	157	51 800	62 800	65 900	78 500	81 600	94 000	125 000 ¹⁾	141 000	163 000	192 000
M18	2,5	192	63 400	76 800	80 600	96 000	99 800	115 000	159 000	–	200 000	234 000
M20	2,5	245	80 800	98 000	103 000	122 000	127 000	147 000	203 000	–	255 000	299 000
M22	2,5	303	100 000	121 000	127 000	152 000	158 000	182 000	252 000	–	315 000	370 000
M24	3	353	116 000	141 000	148 000	176 000	184 000	212 000	293 000	–	367 000	431 000
M27	3	459	152 000	184 000	193 000	230 000	239 000	275 000	381 000	–	477 000	560 000
M30	3,5	561	185 000	224 000	236 000	280 000	292 000	337 000	466 000	–	583 000	684 000
M33	3,5	694	229 000	278 000	292 000	347 000	361 000	416 000	576 000	–	722 000	847 000
M36	4	817	270 000	327 000	343 000	408 000	425 000	490 000	678 000	–	850 000	997 000
M39	4	976	322 000	390 000	410 000	488 000	508 000	586 000	810 000	–	1 020 000	1 200 000

1) För stålbyggnadsskruv gäller värdena 70 000, 95 500 resp. 130 000 N.

TABELL 4.5
NOM STRÄCKKRAFT I kN, METRISK ISO-GÄNGA MED GROV DELNING

Gänga	Delning	Nominell spännings- area	Sträckgräns R_{eL} N/mm ²						$R_{p0.2}$ N/mm ²		
			180	240	320	300	400	480	640	900	1080
			Hållfasthetsklass								
	mm	mm ²	3.6	4.6	4.8	5.6	5.8	6.8	8.8	10.9	12.9
M3	0,5	5,03	0,905	1,21	1,61	1,51	2,01	2,41	3,22	4,53	5,43
M3,5	0,6	6,78	1,22	1,63	2,17	2,03	2,71	3,25	4,34	6,10	7,32
M4	0,7	8,78	1,58	2,11	2,81	2,63	3,51	4,21	5,62	7,90	9,48
M5	0,8	14,2	2,56	3,41	4,54	4,26	5,68	6,82	9,09	12,8	15,3
M6	1	20,1	3,62	4,82	6,43	6,03	8,04	9,65	12,9	18,1	21,7
M7	1	28,9	5,20	6,94	9,25	8,67	11,6	13,9	18,5	26,0	31,2
M8	1,25	36,6	6,59	8,78	11,7	11,0	14,6	17,6	23,4	32,9	39,5
M10	1,5	58	10,4	13,9	18,6	17,4	23,2	27,8	37,1	52,2	62,6
M12	1,75	84,3	15,2	20,2	27,0	25,3	33,7	40,5	54,0	75,9	91,0
M14	2	115	20,7	27,6	36,8	34,5	46,0	55,2	73,6	104	124
M16	2	157	28,3	37,7	50,2	47,1	62,8	75,4	100	141	170
M18	2,5	192	34,6	46,1	61,4	57,6	76,8	92,2	123	173	207
M20	2,5	245	44,1	58,8	78,4	73,5	98,0	118	157	220	265
M22	2,5	303	54,5	72,7	97,0	90,9	121	145	194	273	327
M24	3	353	63,5	84,7	113	106	141	169	226	318	381
M27	3	459	82,6	110	147	138	184	220	294	413	496
M30	3,5	561	101	135	180	168	224	269	359	505	606
M33	3,5	694	125	167	222	208	278	333	444	625	750
M36	4	817	147	196	261	245	327	392	523	735	882
M39	4	976	176	234	312	293	390	468	625	878	1050

TABELL 4.6
MIN BROTTKRAFT, METRISK ISO-GÄNGA MED FIN DELNING

Gänga	Nominell spännings- area A_s nom mm ²	Hållfasthetsklass									
		3.6	4.6	4.8	5.6	5.8	6.8	8.8	9.8	10.9	12.9
		Min brottkraft ($A_s \times R_{m \min}$), N									
M8 x 1	39,2	12 900	15 700	16 500	19 600	20 400	23 500	31 360	35 300	40 800	47 800
M10 x 1	64,5	21 300	25 800	27 100	32 300	33 500	38 700	51 600	58 100	67 100	78 700
M10 x 1,25	61,2	20 200	24 500	25 700	30 600	31 800	36 700	49 000	55 100	63 600	74 700
M12 x 1,25	92,1	30 400	36 800	38 700	46 100	47 900	55 300	73 700	82 900	95 800	112 400
M12 x 1,5	88,1	29 100	35 200	37 000	44 100	45 800	52 900	70 500	79 300	91 600	107 500
M14 x 1,5	125	41 200	50 000	52 500	62 500	65 000	75 000	100 000	112 000	130 000	152 000
M16 x 1,5	167	55 100	66 800	70 100	83 500	86 800	100 000	134 000	150 000	174 000	204 000
M18 x 1,5	216	71 300	86 400	90 700	108 000	112 000	130 000	179 000	–	225 000	264 000
M20 x 1,5	272	89 800	109 000	114 000	136 000	141 000	163 000	226 000	–	283 000	332 000
M22 x 1,5	333	110 000	133 000	140 000	166 000	173 000	200 000	276 000	–	346 000	406 000
M24 x 2	384	127 000	154 000	161 000	192 000	200 000	230 000	319 000	–	399 000	469 000
M27 x 2	496	164 000	198 000	208 000	248 000	258 000	298 000	412 000	–	516 000	605 000
M30 x 2	621	205 000	248 000	261 000	310 000	323 000	373 000	515 000	–	646 000	758 000
M33 x 2	761	251 000	304 000	320 000	380 000	396 000	457 000	632 000	–	791 000	928 000
M36 x 3	865	285 000	346 000	363 000	432 000	450 000	519 000	718 000	–	900 000	1055 000
M39 x 3	1030	340 000	412 000	433 000	515 000	536 000	618 000	855 000	–	1070 000	1260 000

TABELL 4.7
NOM STRÄCKKRAFT I kN, METRISK ISO-GÄNGA MED FIN DELNING

Gänga	Nominell spännings- area mm ²	Sträckgräns R_{eL} N/mm ²						$R_{p0,2}$ N/mm ²		
		180	240	320	300	400	480	640	900	1080
		Hållfasthetsklass								
		3.6	4.6	4.8	5.6	5.8	6.8	8.8	10.9	12.9
M8 x 1	39,2	7,06	9,41	12,5	11,8	15,7	18,8	25,1	35,3	42,3
M10 x 1	64,5	11,6	15,5	20,6	19,3	25,8	31,0	41,3	58,0	69,7
M10 x 1,25	61,2	11,0	14,7	19,6	18,4	24,5	29,4	39,2	55,1	66,1
M12 x 1,25	92,1	16,6	22,1	29,5	27,6	36,8	44,2	58,9	82,9	99,5
M12 x 1,5	88,1	15,9	21,1	28,2	26,4	35,2	42,3	56,4	79,3	95,1
M14 x 1,5	125	22,5	30,0	40,0	37,5	50,0	60,0	80,0	113	135
M16 x 1,5	167	30,1	40,1	53,4	50,1	66,8	80,2	107	150	180
M18 x 1,5	216	38,9	51,8	69,1	64,8	86,4	104	138	194	233
M20 x 1,5	272	49,0	65,3	87,0	81,6	109	131	174	245	294
M22 x 1,5	333	59,9	79,9	107	100	133	160	213	300	360
M24 x 2	384	69,1	92,2	123	115	154	184	246	346	415
M27 x 2	496	89,3	119	159	149	198	238	317	446	536
M30 x 2	621	112	149	199	186	248	298	397	559	671
M33 x 2	761	137	183	244	228	304	365	487	685	822
M36 x 3	865	156	208	277	260	346	415	554	779	934
M39 x 3	1030	185	247	330	309	412	494	659	927	1112

4.2.5 PROVNINGSMETODER

4.2.5.1 Dragprovning av provstavar

Följande egenskaper skall kontrolleras på provstavar genom dragprovning enligt ISO 6892:

- a) brottgräns, R_m
- b) undre sträckgräns, R_{eL} , eller förlängningsgräns 0,2%, $R_{p0.2}$
- c) procentuell brottförlängning

$$A = \frac{L_u - L_o}{L_o} \times 100\%$$

- d) procentuell areareduktion efter brott

$$Z = \frac{S_o - S_u}{S_o} \times 100\%$$

Svarvad provstav enligt bild 4.1 skall användas vid dragprovningen. Om det ej är möjligt att bestämma förlängningen efter brott beroende på skruvens längd skall areareduktionen efter brott mätas förutsatt att L_o är minst $3d_o$.

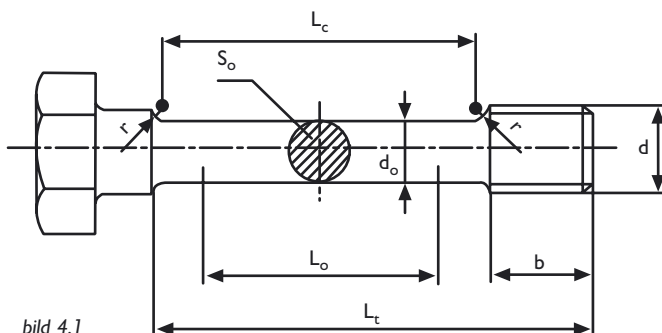


bild 4.1

- d = nominell gängdiameter
- d_o = provstavens diameter ($d_o < \text{gängans innerdiameter}$)
- b = gänglängd ($b \geq d$)
- L_o = $5d_o$ eller $(5,65 \sqrt{S_o})$: ursprunglig mätlängd för bestämning av förlängning
- $L_o \geq 3d_o$: ursprunglig mätlängd för bestämning av areareduktion
- L_c = längd av rak del ($L_o + d_o$)
- L_t = provstavens totala längd ($L_c + 2r + b$)
- L_u = mätlängd efter brott
- S_o = tvärsnittsarea före dragprovning
- S_u = tvärsnittsarea efter brott
- r = radie ($r \geq 4 \text{ mm}$)

Vid svarvning av provstavar av värmebehandlade skruvar med $d > 16 \text{ mm}$ får stammens reduktion ej överstiga 25% av den ursprungliga diametern (ca 44% av ursprunglig tvärsnittsarea).

Produkter i hållfasthetsklasserna 4.8, 5.8 och 6.8 (kallslagna produkter) skall dragprovats fullgrova.

4.2.5.2 Dragprovning av fullgrova (stamtvärsnitt $\geq$ spänningsarean) skruvar och pinnskruvar.

Dragprovningen skall utföras på fullgrova skruvar enligt föregående avsnitt "Dragprovning av provstavar". Den utförs för att bestämma brottgränsen R_m som beräknas på spänningsarean A_s :

$$A_s = \frac{\pi (d_2 + d_3)^2}{4}$$

där

d_2 = basmått för utvändig gängas medeldiameter (se ISO 724)

d_3 = utvändig gängas innerdiameter = $d_1 - \frac{H}{6}$

där

d_1 = basmått för utvändig gängas innerdiameter (se ISO 724)

H = gängans grundtriangelhöjd (se ISO 68-1)

Vid provning av fullgrova skruvar och pinnskruvar gäller angivna krafter i tabellerna 4.4 och 4.6.

Vid provningen skall en fri gänglängd lika med en gängdiameter (1d) belastas. För att möta kraven enligt denna provning skall brottet uppstå i stammen eller i gängan och ej i övergången mellan huvud och stam. Provmuttern måste utformas i enlighet härmed.

Provningshastigheten, bestämd med obelastad maskin, får ej överskrida 25 mm/min. Dragprovningssmaskinens inspänningsanordning skall vara självcentrerande, så att provstycket ej utsätts för sidokrafter.

4.2.5.3 Hårdhetsprovning

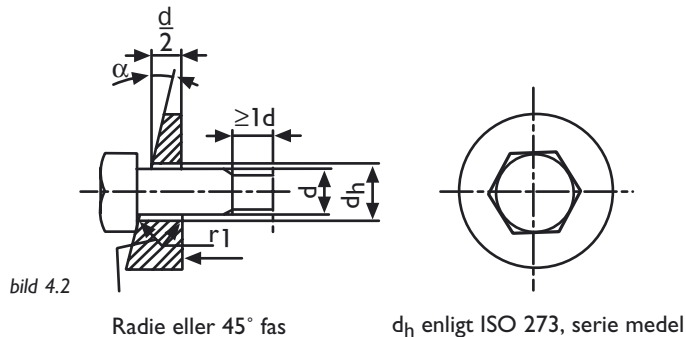
För rutinkontroll av skruvar och pinnskruvar kan hårdheten mätas på huvudet, skruvänden eller på stammen efter det att

eventuell ytbeläggning borttagits och efter lämplig förbehandling av provstycket. För hållfasthetsklasserna 4.8, 5.8 och 6.8 skall hårdheten mätas endast på skruvänden.

Om den maximala hårdheten överskrids skall ett nytt prov utföras. Provet skall tas en diameter från skruvänden och mitt emellan skruvens centrum och dess ytterdiameter. I denna position får den specificerade maximala hårdheten ej överskridas. Vid osäkerhet är hårdhetsprovning enligt Vickers avgörande för godkännande.

4.2.5.4 Sneddragningsprovning av fullgrova skruvar (ej pinnskravar)

Sneddragningsprovning skall utföras enligt bild 4.2



Min avstånd från skruvens gängutlopp till kontaktytan på muttern hos fästordningen skall vara d. En härdad sned bricka med mått och vinklar enligt tabellerna 4.8 och 4.9 skall placeras under skruvhuvudet. Dragprovning skall utföras till dess att brott uppstår.

För att uppfylla kraven för denna provning skall brott uppstå i stammen eller i gängen på skruven med fullstam och inte i övergången mellan huvud och stam. Skruven skall uppfylla kraven på min. brottgräns, antingen genom sneddragningsprovning eller genom extra dragprovning utan sned bricka, i enlighet med de värden som gäller för den tillämpliga hållfasthetsklassen innan brott uppstår.

Helgängade skruvar skall anses uppfylla kraven för denna provning om en bristning, som orsakar brott, uppstår i den fria gänglängden, även har utvidgat eller spritt sig till övergången mellan stam och huvud eller till huvudet före delningen.

För skruvar i produktclass C skall en radie r_1 användas enligt

$$r_1 = r_{\max} + 0,2$$

$$\text{där } r_{\max} = \frac{d_a \max - d_s \min}{2}$$

ANM. Symbolerna r , d_a och d_s är definierade i ISO 225.

TABELL 4.8
HÅLDIAMETRAR VID SNEDDRAGNINGSPROV

Nominell gängdiameter d	3	3,5	4	5	6	7	8	10	12	14
d_h	3,4	3,9	4,5	5,5	6,6	7,6	9	11	13,5	15,5
r_1	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,8	0,8	0,8	0,8	1,3

Nominell gängdiameter d	16	18	20	22	24	27	30	33	36	39
d_h	17,5	20	22	24	26	30	33	36	39	42
r_1	1,3	1,3	1,3	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6

TABELL 4.9
MÅTT PÅ SNEDHET

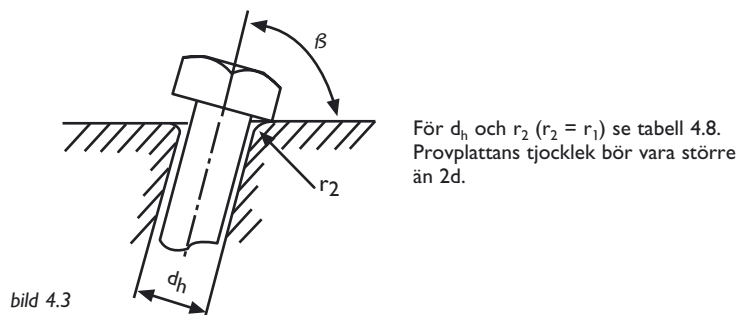
Nominell skruvdiameter d	Hållfasthetsklass för:											
	skruvar med slät (ogängad) stamlängd $l_s \geq 2d$						helgängade skruvar eller skruvar med slät stamlängd $l_s < 2d$					
	3.6	4.6	4.8	5.6	6.8	12.9	3.6	4.6	4.8	5.6	6.8	12.9
mm	5.8	8.8	9.8	10.9			5.8	8.8	9.8	10.9		
	$\alpha \pm 30'$											
$d \leq 20$	10°			6°			6°			4°		
$20 < d \leq 39$	6°			4°			4°			4°		

För produkter med anliggningsdiameter över $1,7d$, som inte uppfyller sneddragningsprovningen, får huvudet bearbetas till $1,7d$ och omprovning utföras med mått på snedhet som anges i tabell 4.9.

Dessutom får för produkter med anliggningsdiameter över $1,9d$ mått på snedhet reduceras från 10° till 6°.

4.2.5.5 Snedslagningsprovning av fullgrova skruvar med $d \leq 10$ mm och med så korta längder att sneddragningsprovning ej kan utföras

Snedslagningsprovningen skall utföras enligt figur nedan.



Genom upprepade hammarslag skall skruvens huvud böja sig till vinkeln $90^\circ - \beta$ utan att sprickor syns i övergången mellan stam och huvud vid besiktning med en förstoring ej under 8 ggr men ej mer än 10 ggr.

Helgängade skruvar skall godkännas även om sprickor uppstår i den första gängan, dock under förutsättning att huvudet ej lossnar.

TABELL 4.10
VÄRDEN FÖR VINKELN SS

Hållf. klass	3.6	4.6	5.6	4.8	5.8	6.8	8.8	9.8	10.9	12.9
Vinkel β	60°			80°						

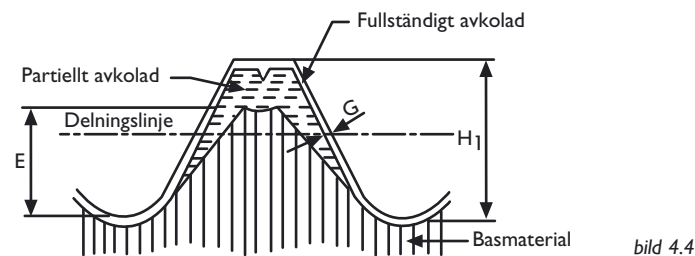
4.2.6 AVKOLNINGSPROVNING

Genom att använda lämplig mätmetod skall ett axiellt snitt genom gängan undersökas för att bestämma om höjden av zonen för basmaterialet (E) och djupet av den fullständigt avkolade zonen (G) ligger inom de fastställda gränserna, se bild 4.4.

Maxvärdet för G och formlerna för minvärdet för E är angivna i tabell 4.3.

H_1 = Profilhöjd hos utvändig gänga vid max mått.

Avkolning utanför tillåtna gränser kan menligt äventyra ett skruvförbands hållfasthet.



4.3 HÅLLFASTHETSFORDRINGAR PÅ SKRUVAR MED ST-GÄNGOR TILLVERKADE AV SÄTTHÄRDNINGSTÅL

Utdrag ur den svenska och internationella standarden SS-EN ISO 2702 för skruvar med ST-gänga.

4.3.1 OMFATTNING

I denna internationella standard anges egenskaper och tillhörande provningsmetoder för sätthärdade gängpressande skruvar av stål med gänga ST2,2-ST8 enligt SS-EN ISO 1478.

4.3.2 MATERIAL

Gängpressande skruvar skall vara tillverkade av kallstukningsstål för sätthärdning.

4.3.3 METALLURGISKA KRAV

4.3.3.1 Ythårdhet

Ythårdheten skall efter värmebehandling vara min 450 HV 0,3. (Se ISO 6507-2).

4.3.3.2 Sätthärtningsdjup

Sätthärtningsdjupet skall överensstämma med tabell 4.11.

TABELL 4.11 SÄTTHÄRDNINGSDJUP Mått i mm

Gänga	Härddjup	
	min	max
ST2,2 ST2,6	0,04	0,10
ST2,9 ST3,3 ST3,5	0,05	0,18
ST3,9 ST4,2 ST4,8 ST5,5	0,10	0,23
ST6,3 ST8	0,15	0,28

4.3.3.3 Kärnhårdhet

Kärnhårdheten efter värmebehandling skall vara
270 HV 5 - 390 HV 5 för gängor $\leq$ ST3,9 och
270 HV 10 - 390 HV 10 för gängor $\geq$ ST4,2.

4.3.4 PROVNING AV VRIDHÅLLFASTHET

Provskruvens stam (ytbelagd eller inte, såsom den tagits emot) spänns in i en passande delbar gängad hylsa eller motsvarande utrustning, på ett sådant sätt att den inspända delen av skruven inte skadas och så att minst två fulla gängvarv sticker upp ovanför klämanordningen och minst två kompletta gängvarv förutom spetsen hålls i klämanordningen. En insats med gängat bottenhål får användas i stället för klämanordningen (se bild 4.5) förutsatt att hålets djup är sådant att brott uppstår ovanför spetsen.

Med hjälp av en lämplig, kalibrerad momentutrustning, anbringas ett moment till dess att brott uppstår. Skruven skall motstå den min. vridhållfasthet som anges i tabell 4.12.

För bestämning av hållfasthets- och monteringssegenskaper för gängpressande skruvar hänvisas till SS 3392.

TABELL 4.12 VRIDHÅLLFASTHET

Gänga	Min vridhållfasthet Nm
ST2,2	0,45
ST2,6	0,9
ST2,9	1,5
ST3,3	2
ST3,5	2,7
ST3,9	3,4
ST4,2	4,4
ST4,8	6,3
ST5,5	10
ST6,3	13,6
ST8	30,5

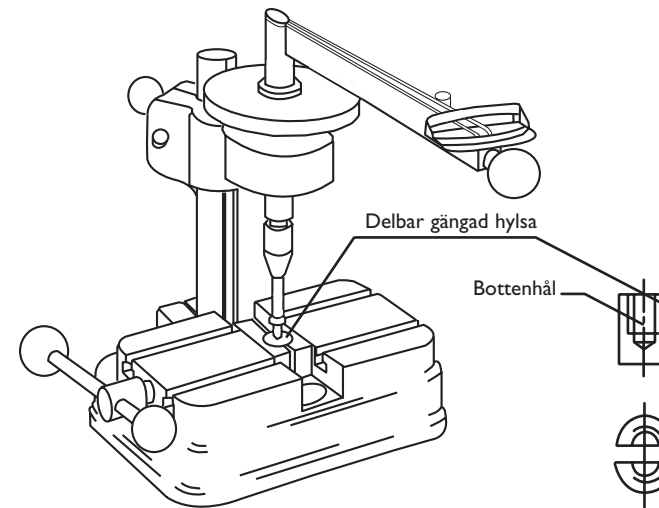


bild 4.5

4.4 HÅLLFASTHET FÖR STOPP-SKRUVAR

Bestämmelser för hållfasthetsklasser, material, provning m m återfinns i SS-ISO 898-5.

4.5 LÄSTIPS FÖR MERVETAREN

Svensk standard
SS-EN 20898-1 (SS-ISO 898-1)
SS-EN 20898-2 (SS-ISO 898-2)
SS-ISO 898-5
SS-EN ISO 898-6
SS-EN 20898-7
SS-1523
SS-3392

5.1 Allmänt

5.2 Hållfasthetsfordringar på muttrar med metrisk ISO-gänga, grov delning

5.2.1 Omfattning och tillämpning

5.2.2 Beteckningssystem

5.2.3 Material

5.2.4 Hållfasthetsegenskaper

5.2.5 Provningsmetoder

5.3 Lästips för mervetaren

5.1 ALLMÄNT

”Det är de små, små detaljerna som gör det”, skaldade Povel Ramel en gång i tiden och nog är det sant att små detaljer kan få stora verkningar. En lossnad mutter drogs in i luftintaget till en jetmotor och demolerade turbinskovlarna. Muttern kostade en krona. Reparationen av motorn ca en halv miljon.

På samma sätt som för skruvarna vill man ha ordning och reda på muttrars hållfasthet. Man vill tillämpa ett motsvarande identifikationssystem som för skruvarna. Att komma överens om detta tog tid, men det blev klart samtidigt med identifikationssystemet för skruvarna, 1967.

Normalt vill man vid överbelastning av ett skruv/mutterförband att skruven skall gå sönder först. En brusten skruv ser man direkt medan en mutter med avskjuvade gängor kan hänga kvar på skruven så att man inte ser att förbandet är trasigt och helt saknar förspänning. Det är endast de tyska stålbyggnadsnormerna som tillåter dylika brott i muttergängen, eftersom en brusten skruv i deras fall kan innebära att en montör tappar fotfästet och ramlar ner från kraftledningsstolpen eller fackverket han klänger i.



bild 5.1

Har muttern för låg höjd och är gjord av ett hårdare material än skruven finns risk för att muttern skjuvar av skruvgängan.

bild 5.2



I likhet med skruvarna hade det utvecklats olika praxis i olika länder vad gäller "rätt" mutterhöjd. Inom ISO ansåg man att metriska muttrars höjd skulle vara 0,8 ggr gängans ytterdiameter och denna tumregel fungerade bra, ända till dess att man började utveckla mer sofistikerade åtdragningsmetoder, som gjorde att man kunde belasta skruvförbandet närmare dess sträckgräns. Samtidigt började man använda allt bättre material vid skruvtillverkningen, vilket höjde den faktiska sträckgränsen och därmed belastningen på mutterns gängor i ett högt förspänt skruv/mutter-förband.

En stor internationell undersökning sattes igång, bl a med kraftigt svenskt engagemang, för att utröna de olika fenomen som uppträdde vid belastningen av ett skruv/mutter-förband. Så småningom utvecklades ett beräkningssystem av en kanadensare – Alexandermetoden – som accepterades som normgivande för beräkning av mutterhöjder. Det visade sig att det inte längre gick att använda en konstant relation mellan mutterns höjd och skruvens diameter. Muttrarna indelades därför i två grupper – utförande 1 och 2 – beroende på hållfasthetskrav, framställningsmetod, använt utgångsmaterial och ev värmebehandling. Livet blev svårare att leva för både tillverkare och inköpare. I praktiken används idag utförande 1, som har en mutterhöjd $ca = 0,9d$. Muttrar från M16 och grövre är dessutom hårdade. Om du vill veta mer kan du läsa om det i aktuell svensk standard SS-EN 20898-2 eller i ISO 898-2.

Många leverantörer säljer fortfarande sina muttrar åberopande DIN 934, trots att de vet att den standarden inte längre finns. Detta betyder att man levererar muttrar som endast har höjden 0,8d och med hållfasthetsegenskaper enligt en ISO-standard som drogs in 1978, eller enligt en tysk standard DIN 267 Teil 4 som drogs in i februari 1992. Produkter enligt dessa indragna standarder fyller ej alls nu gällande krav och invagar användaren i en falsk trygghet.

5.2 HÅLLFASTHETSFORDRNINGAR PÅ MUTTRAR MED METRISK ISO-GÄNGA, GROV DELNING

Utdrag ur den svenska och internationella standarden EN 20898-2 eller ISO 898-2 för muttrar med metrisk ISO-gänga.

5.2.1 OMFATTNING OCH TILLÄMPNING

Denna internationella standard anger hållfasthetsegenskaper för muttrar med föreskriven provkraft vid provning i rumstemperatur (se ISO 1). Egenskaperna är olika vid högre respektive lägre temperatur.

Den gäller för muttrar:

- med nominella gängdiameter t o m 39 mm
- för triangulära ISO-gängor och med diameter och delningar enligt ISO 68 och ISO 262 (grov delning)
- med diameter/delningskombinationer enligt ISO 261 (grov delning)
- med gängtolerans 6H enligt ISO 965-1 och ISO 965-2
- med nyckelvidder enligt ISO 272 eller motsvarande
- med specificerade mekaniska krav
- med nominella höjder $\geq 0,5D$
- tillverkade av olegerat eller låglegerat stål

Den gäller ej för sådana muttrar där speciella krav ställs på

- läsegenskaper (se ISO 2320)
- svetsbarhet
- korrosionsbeständighet (se ISO 3506)
- förmåga att motstå temperaturer över $+300^{\circ}\text{C}$ och under -50°C

5.2.2 BETECKNINGSSYSTEM

5.2.2.1 *Muttrar med nominell höjd $\geq 0,8D$.*

Muttrar med nominell höjd $\geq 0,8D$ (effektiv gänglängd $\geq 0,6D$) betecknas med en siffra som indikerar den högsta hållfasthetsklassen för de skruvar med vilka de kan paras. Fästelement kan brista genom för hög förspänning. Denna bristning kan bestå av brott i skruvstammen eller i avskjuvning av gängorna i muttern eller i skruven. Brott i stammen sker plötsligt och är därför lätt att uppmärksamma. Avskjuvning av gängor sker gradvis och är därför svårare att upptäcka. Detta medför en fara att delvis skadade fästelement blir kvar i skruvförbandet. Det är därför önskvärt att skruvförband konstrueras så att brott alltid uppstår i skruvstammen, men-tyvärr beror skjuvhållfastheten på så många faktorer (hållfasthet i mutter- och skruvmaterial, spel

i gängor, nyckelviddsmått etc) att muttrarna skulle tvingas bli orimligt höga för att garantera ett sådant brott vid alla tillfällen.

En skruv i en viss hållfasthetsklass ihopmonterad med en mutter i motsvarande hållfasthetsklass (se tabell 5.1) avser att utgöra ett förband i vilket man kan erhålla en förspänning i skruven motsvarande dess provkraft utan risk för gängavskjuvning.

Skulle emellertid förspänningen ske till ett värde över provkraften, är avsikten att muttrarna skall vara så utformade att 10% av de för högt förspända förbanden brister genom skruvbrott för att varna användaren att hans monteringsmetodik är olämplig.

TABELL 5.1
BETECKNINGSSYSTEM FÖR MUTTRAR MED NOMINELLA HÖJDER $\geq 0,8D$

Hållfasthetsklass för mutter	Motsvarande skruv		Muttrar	
	Hållfasthetsklass	Gängområde	Utförande 1	Utförande 2
4	3.6 4.6 4.8	$> M16$	$> M16$	–
5	3.6 4.6 4.8	$\leq M16$	$\leq M39$	–
	5.6 5.8	$\leq M39$		
6	6.8	$\leq M39$	$\leq M39$	–
8	8.8	$\leq M39$	$\leq M39$	$> M16$ $\leq M39$
9	9.8	$\leq M16$	–	$\leq M16$
10	10.9	$\leq M39$	$\leq M39$	–
12	12.9	$\leq M39$	$\leq M16$	$\leq M39$

Anm. – Allmänt gäller att muttrar i högre hållfasthetsklass kan ersätta muttrar i lägre hållfasthetsklass. Detta rekommenderas för skruvmutter-förband som kommer att belastas högre än sträckgränsen eller provspänningen.

5.2.2.2 **Muttrar med nominell höjd $\geq 0,5D$ men $< 0,8D$**

Muttrar med nominell höjd $\geq 0,5D$ men $< 0,8D$ (effektiv gänglängd $\geq 0,4D$ men $< 0,6D$) betecknas med en kombination av två siffror: den andra anger nominell spänning vid provbelastning med en härdad dorn; medan den första anger att belastbarheten hos ett skruvmutter-förband är lägre i jämförelse

med belastbarheten med en härdad dorn och också i jämförelse med ett skruvmutter-förband beskrivet i 5.2.2.1. Den effektiva belastbarheten bestäms inte enbart av mutterns hårdhet och den skruv på vilken muttern är monterad. Beteckningssystem och spänningar vid provbelastning av muttrarna framgår av tabell 5.2.

TABELL 5.2 BETECKNINGSSYSTEM OCH SPÄNNINGAR VID PROVBELASTNING AV MUTTRAR MED NOMINELL HÖJD $\geq 0,5D$ MEN $< 0,8D$

Hållfasthetsklass för mutter	Nominell spänning vid provbelastning N/mm ²	Aktuell spänning vid provbelastning N/mm ²
04	400	380
05	500	500

5.2.3 **MATERIAL**

Muttrar skall vara tillverkade av stål med kemisk sammansättning enligt tabell 5.3. Muttrar i hållfasthetsklass 05, 8 (utförande 1 $> M16$), 10 och 12 skall seghärdas.

TABELL 5.3
GRÄNSER FÖR KEMISK SAMMANSÄTTNING

Hållfasthetsklass	Kemisk sammansättning (kontrollanalyser), %			
	C	Mn	P	S
	max	min	max	max
4 ¹⁾ 5 ¹⁾ 6 ¹⁾	–	0,50	–	0,060 0,150
8 9	04 ¹⁾	0,58	0,25	0,060 0,150
10 ²⁾	05 ²⁾	0,58	0,30	0,048 0,058
12 ²⁾	–	0,58	0,45	0,048 0,058

1) Muttrar i dessa hållfasthetsklasser får tillverkas av automatstål om ej annat överenskommits mellan tillverkare och förbrukare. I sådana fall tillåts följande maxhalter av svavel, fosfor och bly: Svavel 0,34%, fosfor 0,12% och bly 0,35%.

2) Legeringsämnen får tillsättas om det är nödvändigt för att uppnå hållfasthetsfordringarna.

5.2.4 **HÅLLFASTHETSEGENSKAPER**

När muttrarna provas enligt metoder beskrivna i avsnitt "Provningssystem", 5.2.5, skall de uppfylla hållfasthetsfordringarna enligt tabell 5.4 och 5.5.

TABELL 5.4
HÅLLFASTHETSEGENSKAPER

Gänga		Hållfasthetsklass														
		04						05				4				
		Spänning vid provbelastning S _p N/mm ²	Vickers-hårdhet HV		Mutter		Spänning vid provbelastning S _p N/mm ²	Vickers-hårdhet HV		Mutter		Spänning vid provbelastning S _p N/mm ²	Vickers-hårdhet HV		Mutter	
över	t o m		min	max	tillstånd	utförande		min	max	tillstånd	utförande		min	max	tillstånd	utförande
–	M4	380	188	302	NQT ¹⁾	låg	500	272	353	QT ²⁾	låg	–	–	–	–	–
M4	M7											–	–	–	–	
M7	M10											–	–	–	–	
M10	M16											–	–	–	–	
M16	M39											510	117	302	NQT ¹⁾	1

Gänga		Hållfasthetsklass																				
		5 ³⁾						6						8								
över	t o m	Spänning vid prov- belast- ning S _p	Vickers- hårdhet HV		Mutter		Spänning vid prov- belast- ning S _p	Vickers- hårdhet HV		Mutter		Spänning vid prov- belast- ning S _p	Vickers hårdhet HV		Mutter		Spänning vid prov- belast- ning S _p	Vickers- hårdhet HV		Mutter		
			min	max	till- stånd	utför- ande		min	max	till- stånd	utför- ande		min	max	till- stånd	utför- ande		min	max	till- stånd	utför- ande	
–	M4	520	130	302	NQT ¹⁾	1	600	150	302	NQT ¹⁾	1	800	180	302	NQT ¹⁾	1	–	–	–	–	–	
M4	M7	580					670					855					870					880
M7	M10	590					680					870					880					
M10	M16	610					700					880					880					
M16	M39	630	146				720	170				920	233	353	QT ²⁾		890	180	302	NQT ¹⁾	2	

Gänga		Hållfasthetsklass																			
		9						10						12							
		Spänning vid prov- belastning S _p	Vickers- hårdhet HV		Mutter		Spänning vid prov- belastning S _p	Vickers- hårdhet HV		Mutter		Spänning vid prov- belastning S _p	Vickers hårdhet HV		Mutter		Spänning vid prov- belastning S _p	Vickers- hårdhet		Mutter	
till- stånd	utför- ande				till- stånd	utför- ande				till- stånd	utför- ande				till- stånd	utför- ande					
över	t o m	N/mm ²	min	max	till- stånd	utför- ande	N/mm ²	min	max	till- stånd	utför- ande	N/mm ²	min	max	till- stånd	utför- ande	N/mm ²	min	max	till- stånd	utför- ande
–	M4	900	170	302	NQT ¹⁾	2	1040	272	353	QT ²⁾	1	1140	295	353	QT ²⁾	1	1150	272	353	QT ²⁾	2
M4	M7	915	188				1040					1140					1150				
M7	M10	940	1040				1140					1150									
M10	M16	950	1040				1140					1160									
M16	M39	920	1050				1170					1190									
							1060					–	–	–	–	–	1200				

1) NQT = Ej seghärdad.

2) QT = Seghårdad.

3) Max hårdhet för skruvar i hållfasthetsklasserna 5.6 och 5.8 kommer att ändras till 220 HV vid nästa revidering av ISO 898-1:1988. Detta är den maximala hårdheten hos skruvgängans ingreppsområde medan skruvänden och huvudet får ha en max hårdhet på 250 HV. Värdena för spänning vid provbelastning är därför baserade på en max hårdhet hos skruven på 220 HV.

Anm – Min hårdhet föreskrivs endast för härdade muttrar och för muttrar som är för stora för belastningsprovning. För alla andra muttrar föreskrivs ej min hårdhet utan har angivits endast för information. För muttrar som inte är segghärdade och som uppfyller kraven vid belastningsprovning, skall min hårdhet inte vara skäl för underkännande.

TABELL 5.5
PROVKRAFTER, GROVGÄNGOR

Gänga	Gäng del- ning	Dornens nominella spännings- area A _s	Hållfasthetsklass										
			04	05	4	5	6	8		9	10	12	
			Provkraft (A _s x S _p) N										
					utförande 1	utförande 1	utförande 1	utförande 1	utförande 2	utförande 2	utförande 1	utförande 1	utförande 2
M3	0,5	5,03	1 910	2 500	–	2 600	3 000	4 000	–	4 500	5 200	5 700	5 800
M3,5	0,6	6,78	2 580	3 400	–	3 550	4 050	5 400	–	6 100	7 050	7 700	7 800
M4	0,7	8,78	3 340	4 400	–	4 550	5 250	7 000	–	7 900	9 150	10 000	10 100
M5	0,8	14,2	5 400	7 100	–	8 250	9 500	12 140	–	13 000	14 800	16 200	16 300
M6	1	20,1	7 640	10 000	–	11 700	13 500	17 200	–	18 400	20 900	22 900	23 100
M7	1	28,9	11 000	14 500	–	16 800	19 400	24 700	–	26 400	30 100	32 900	33 200
M8	1,25	36,6	13 900	18 300	–	21 600	24 900	31 800	–	34 400	38 100	41 700	42 500
M10	1,5	58,0	22 000	29 000	–	34 200	39 400	50 500	–	54 500	60 300	66 100	67 300
M12	1,75	84,3	32 000	42 200	–	51 400	59 000	74 200	–	80 100	88 500	98 600	100 300
M14	2	115	43 700	57 500	–	70 200	80 500	101 200	–	109 300	120 800	134 600	136 900
M16	2	157	59 700	78 500	–	95 800	109 900	138 200	–	149 200	164 900	183 700	186 800
M18	2,5	192	73 000	96 000	97 900	121 000	138 200	176 600	170 900	176 600	203 500	–	230 400
M20	2,5	245	93 100	122 500	125 000	154 400	176 400	225 400	218 100	225 400	259 700	–	294 000
M22	2,5	303	115 100	151 500	154 500	190 900	218 200	278 800	269 700	278 800	321 200	–	363 600
M24	3	353	134 100	176 500	180 000	222 400	254 200	324 800	314 200	324 800	374 200	–	423 600
M27	3	459	174 400	229 500	234 100	289 200	330 500	422 300	408 500	422 300	486 500	–	550 800
M30	3,5	561	213 200	280 500	286 100	353 400	403 900	516 100	499 300	516 100	594 700	–	673 200
M33	3,5	694	263 700	347 000	353 900	437 200	499 700	638 500	617 700	638 500	735 600	–	832 800
M36	4	817	310 500	408 500	416 700	514 700	588 200	751 600	727 100	751 600	866 000	–	980 400
M39	4	976	370 900	488 000	497 800	614 900	702 700	897 900	686 600	897 900	1035 000	–	1171 000

5.2.5 PROVNINGSMETODER

5.2.5.1 Provbelastning

Provbelastning skall alltid utföras när tillgänglig provutrustning så medger och är referensmetod för storlekar $\geq M5$.

Muttern skall monteras på en härdad och gängad dorn enligt bild 5.3 och 5.4 på denna sida. För referensändamål är det axiella dragprovet avgörande.

Provkraften skall anbringas på muttern i axiell riktning under 15 sek. Muttern skall motstå belastningen utan att brott uppstår i gänga eller mutterkropp och skall efter avlastning kunna lossas för hand. Om dornens gängor skadas under provningen, skall provningen ej beaktas. (Det kan vara nödvändigt att använda ett handverktyg för att få muttern i rörelse. Sådan vridning är tillåten förutsatt att den begränsas till ett halvt varv och att muttern sedan kan avlägsnas med fingrarna).

Dornens hårdhet skall vara min. HRC 45.

Dornens gängor skall vara utförda med gängtoleransen 5h6g med undantag för att toleransen för ytterdiametern skall vara den sista fjärdedelen av toleransvidden för toleransklass 6g.

3.2.5.2 Provkrafter

Värden för provkrafter framgår av tabell 5.5. Den nominella spänningsarean A_s är beräknad enligt:

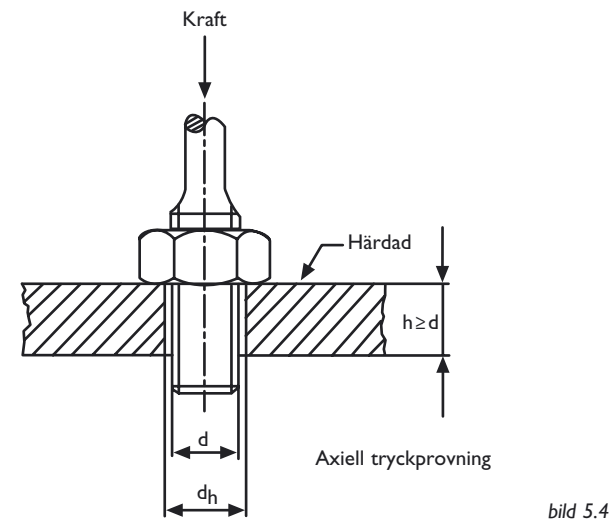
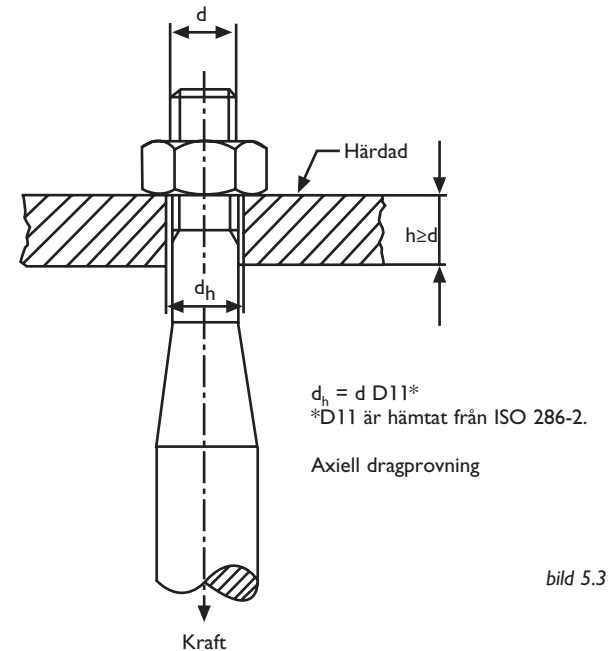
$$A_s = \frac{\pi}{4} \left(\frac{d_2 + d_3}{2} \right)^2$$

d_2 = basmått för utvändig gängas medeldiameter.

d_3 = utvändig gängas innerdiameter = $d_1 - \frac{H}{6}$

d_1 = basmått för utvändig gängas innerdiameter.

H = gängans grundtriangelhöjd.



5.2.5.3 **Hårdhetsprovning**

Vid rutinkontroll skall hårdheten mätas på en av anliggningsytorna. Hårdhetsvärdet skall vara medelvärde av tre mätningar gjorda med 120° förskjutning. I händelse av tvist skall mätningen ske på ett axiellt snitt genom muttern och intrycket skall placeras så nära muttergångans ytterdiameter som möjligt.

Hårdhetsprovning enligt Vickers är referensmetod och om möjligt skall en kraft av HV 30 anbringas.

Om Brinell- och Rockwellprovningar utförs skall omvandlingstabellerna enligt ISO 4964 användas.

Hårdhetsprovning enligt Vickers skall utföras enligt ISO 6507-1.

Hårdhetsprovning enligt Brinell skall utföras enligt ISO 6506.

Rekommendation:

Åberopa alltid gällande internationell ISO- eller EN-standard vid upphandling och kontrollera själv att dessa bestämmelser har följts av leverantören.

5.3 **LÄSTIPS FÖR MERVETAREN**

Svensk standard

SS-EN 20898-1 (SS-ISO 898-1)

SS-EN 20898-2 (SS-ISO 898-2)

SS-ISO 898-5

SS-EN ISO 898-6

SS-EN 20898-7

SS-1523

SS-3392

- 6.1 Allmänt
- 6.2 Varför?
- 6.3 Krav på märkning
- 6.4 Idén med märkningssystemet
 - 6.4.1 Skruv
 - 6.4.2 Mutter
- 6.5 UN-gänga
- 6.6 Märkningsexempel
- 6.7 Lästips för mervetaren

6.1 ALLMÄNT

När man nu enats om hållfasthetsbestämmelser och provningsföreskrifter måste man på något sätt kunna tala om detta för användaren. Det är därför man infört ett internationellt beteckningssystem för fästelement med vidhängande märkningsbestämmelser.

6.2 VARFÖR?

Genom de fria varuströmmarna mellan länder och kontinenter har det blivit allt viktigare att kunna identifiera varans ursprung om något skulle hända och skadestånd behöva utkrävas. Att olyckor inträffat, t o m med dödliga konsekvenser, beroende på förfalskade märkningar och provningsintyg finns det exempel på.

6.3 KRAV PÅ MÄRKNING

För skruvar krävs enligt SS-EN 20898-1 märkning med hållfasthetsklass för gängdiametrar $d \geq 5$ mm enligt följande:

Sexkantsskruvar i alla hållfasthetsklasser.

Sexkanthålsskruvar i hållfasthetsklass 8.8 eller högre.

Pinnskruvar i hållfasthetsklass 8.8 eller högre.

Övriga skruvtyper i hållfasthetsklasserna 4.6, 5.6, 8.8 eller högre enligt överenskommelse mellan berörda parter.

För muttrar krävs enligt SS-EN20898-2 märkning med hållfasthetsklass för gängdiametrar $d \geq 5$ mm i samtliga hållfasthetsklasser.

På både skruvar och muttrar skall tillverkarens varumärke alltid finnas när det ställs krav på märkning med hållfasthetsklass.

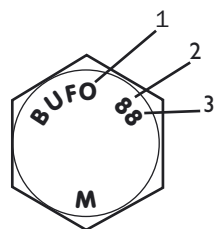


bild 6.1

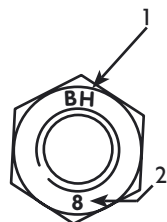


bild 6.2

6.4 IDÉN MED MÄRKNINGS-SYSTEMET

6.4.1 SKRUV

1. Tillverkarbeteckning. Inregistrerat varumärke.
2. Första siffran anger en hundradel av skruvens nominella brottgräns i N/mm².
I detta fall $100 \times 8 = 800$ N/mm².
3. Andra siffran anger förhållandet mellan skruvens sträck- och brottgräns uttryckt i tiondelar. I detta fall är förhållandet = 0,8. Multiplicerar man de två talen får man skruvens sträckgräns i N/mm².
I detta fall $800 \times 0,8 = 640$ N/mm².

6.4.2 MUTTER

1. Tillverkarbeteckning, t ex
B = BULTEN H = Hallstahammar
2. Siffran anger en hundradel av brottgränsen för den skruv som muttern kan användas till utan att gå sönder.
I detta fall $100 \times 8 = 800$ N/mm².

För rostfria och syrafasta detaljer gäller speciella märkningar, vilket framgår av kapitel 8.4.

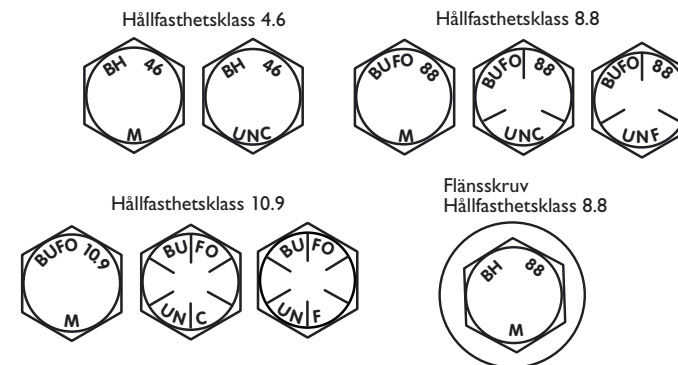
6.5 UN-GÄNGA

Bland märkningsexemplen visas hur BULTEN tidigare märkte produkter med tumgängor som numera ej tillverkas. På UNC- och UNF-gängad BUFO 8.8-skruv anger de tre strecken den amerikanska hållfasthetsklassen Grade 5 (≈ 8.8). Strecken motsvaras på muttern av de tre trianglarna eller punkterna.

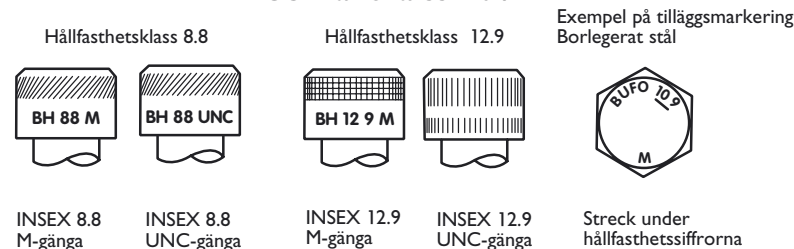
De sex strecken på UNC- och UNF-gängad BUFO 10.9-skruv anger hållfasthetsklass SAE grade 8 (≈ 10.9), vilka på muttersidan motsvaras av de sex trianglarna.

6.6 MÄRKNINGSEXEMPEL

Sexkantsskruv



Sexkanthållsskruv



Sexkantsmutter

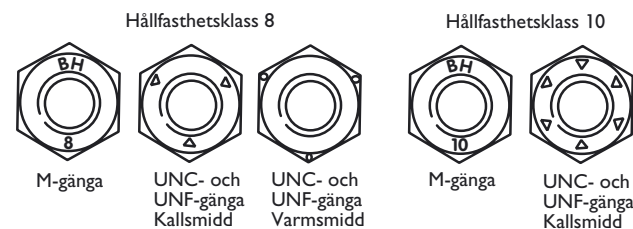


bild 6.3

6.7 LÄSTIPS FÖR MERVETAREN

Diverse artiklar ur Fogningsteknik
Fastener Technology International
Fastener World
Svensk standard
SS-EN 20898-1 (SS-ISO 898-1)
SS-EN 20898-2 (SS-ISO 898-2)
SS-ISO 898-5
SS-EN ISO 898-6
SS-EN 20898-7

VARFÖR ROSTAR DET?

- 7.1 Allmänt
- 7.2 Vad är korrosion?
- 7.3 Fukt och syre
- 7.4 När stålet rostar
- 7.5 Elektrolytens ledningsförmåga
- 7.6 Syrets inverkan
- 7.7 Anod- och katodyternas storlek
- 7.8 Elförzinkning
 - 7.8.1 Elförzinkning plus kromatering
 - 7.8.2 Zinkljärn-metoden
- 7.9 Förrickling
- 7.10 Förtenning
- 7.11 Vätesprödhet och väteutdrivning
- 7.12 Varmförzinkning
 - 7.12.1 Var används varmförzinkning?
- 7.13 Mekanisk metallbeläggning
 - 7.13.1 Var används mekanisk metallbeläggning?
- 7.14 Fosfatering
 - 7.14.1 Var används fosfatering?
- 7.15 Andra icke rena metallbeläggningar
 - 7.15.1 POLYSEAL®
 - 7.15.2 DACROMET®
 - 7.15.3 DELTA-Tone/DELTA-Seal
- 7.16 Smörjning av fästelement

7.1 ALLMÄNT

Rostskador på produkter kostar stora summor varje år och kan dessutom orsaka haverier genom att bärande konstruktionslement försvagats genom korrosion av olika slag. Det finns därför stor anledning att fundera över vilken typ av ytbehandling som fästelement skall vara försedda med. I det följande redogörs för korrosionens mekanismer och några allmänna råd ges som kan vara till hjälp vid val av korrosionsskydd för fästelement. Dessutom presenteras några typer av ytbehandlingar som förekommer på specialdetaljer.

De vanligaste ytbehandlingarna som BULTEN utför på specialdetaljer är tre varianter av elektrolytisk förzinkning, nämligen med blank kromatering, gul kromatering eller den nya zink/järn, som är svart kromaterad samt zinkfosfatering och DACROMET®. Andra elektrolytiska ytbehandlingar som kan tillhandahållas är förzinkning med grön eller svart kromatering samt zink/nickel, nickel/krom och tenn. Ytterligare ytbehandlingar som kan levereras är mekanisk förzinkning, varmförzinkning, POLYSEAL®, DELTA-Tone/DELTA-Seal m fl.

Ofta krävs också en ytterligare smörjning av ytbehandlade produkter för en styrd friktion vid montering och därför kan vi erbjuda flera olika kombinationer.

7.2 VAD ÄR KORROSION?

Stål rostar, koppar ärgar och andra metaller, utom de allra ädlaste, bryts ned på liknande sätt. Denna typ av materialförorening kallas med ett gemensamt namn för korrosion. Den uppstår när materialet reagerar med omgivningen och omvandlas till andra ämnen – till korrosionsprodukter. Praktiskt taget all korrosion som inträffar i vanliga bruksmiljöer är av elektrokemisk art. Den sker i galvaniska celler, korrosionsceller, vilka fungerar ungefär som ett ficklampsbatteri. Batteriet har en kolstav i mitten och ett hölje av zinkplåt. Kolstaven kallas katod, zinkhöljet anod. Inuti batteriet finns dessutom en pasta eller smet som kallas elektrolyt.

När man tänder ficklampan går ström från kolstaven genom glödlampan till zinkhöljet. Därifrån går strömmen genom elektrolyten tillbaka till kolstaven. Strömmen tar då med sig zinkpartiklar från höljet som fräts sönder och så småningom börjar läcka. Katoden är ädel (- pol), anoden oädel (+ pol).

Galvaniska celler som orsakar korrosion kan bildas då två olika metaller (eller en metall och ett annat ämne som leder ström på samma sätt som metaller, t ex grafit) kommer i beröring med en elektrolyt. Korrosion vållad av sådana materialkombinationer kallas med ett gemensamt namn för galvanisk korrosion. Galvaniska celler, ofta mycket, mycket små, uppstår emellertid också på enskilda metallytor. Detta hänger samman med att bruksmetallerna består av mikroskopiska korn med olika sammansättning, men kan också bero på olika föroreningar på ytan som glödska, slaggrester m m. Kornen och partiklarna är, liksom olika metaller, olika ädla i förhållande till varandra.

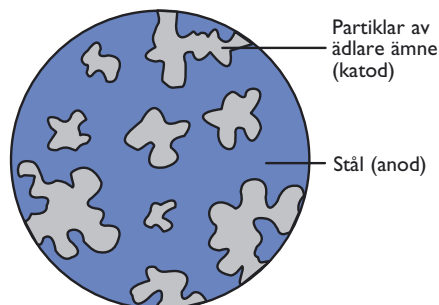


bild 7.2

Vid korrosion genom galvaniska celler är den ädlaste metallen eller partikeln alltid katod, den oädlare alltid anod.

7.3 FUKT OCH SYRE

Utan fukt korroderar det inte, inte heller utan syre. Både syre och fukt finns i luften. Av fukt behövs det en viss halt för att det skall korrodera. Är luftens relativa fuktighet över ca 60%, bildas på metallytan en mycket tunn fuktfilm som fungerar som elektrolyt.

Är en stályta smutsig av damm, salter, etc kan den korrodera om relativa fuktigheten är lägre än 60%, eftersom smuts suger åt sig fukt. Utomhus i Sverige är det nästan alltid så hög luftfuktighet att t ex stål rostar. Inomhus är luften uppvärmd och i regel så torr att stål inte rostar. När temperaturen sjunker, t ex i en semesterstängd fabrik, finns genast risk för korrosion.

7.4 NÄR STÅLET ROSTAR

När fuktfilmen lägger sig på stálytan bildas otaliga mängder galvaniska celler som alla fungerar som ficklampsbatteriet.

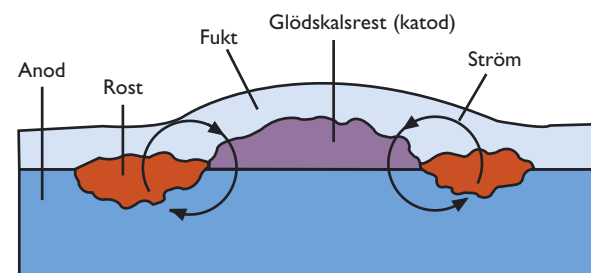


bild 7.3

Det går en ström från ädlare korn eller partiklar (katoder) genom stålet till oädlare delar av stálytan (anoder). Strömmen går därefter från de oädlare delarna ut i fuktfilmen (elektrolyten) och genom den tillbaka till de ädlare delarna. Där strömmen lämnar anoden rostar det.

Så småningom täcks hela ytan av rost som också sprider sig nedåt i stålet. Så länge det finns tillgång till fukt och syre rostar det.

Korrosionshastigheten är beroende av skillnaden i ädelhet mellan metallerna eller metallkornen, elektrolytens elektriska ledningsförmåga, syretillgången samt skillnaden i storlek mellan anod och katod. En skruv kan bli anod eller katod.

Om man drar fast en skruv av stål i en kopparplåt blir skruven anod, eftersom koppar är ädlare. Skruven kommer att rosta snabbt därför att "potentialskillnaden" är stor.

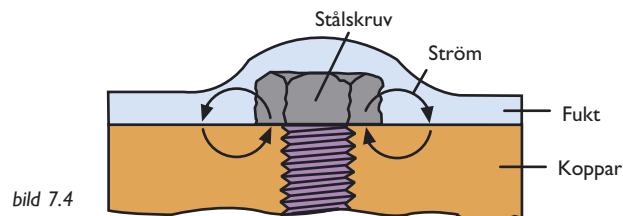


bild 7.4

Drar man fast samma skruv av stål i en oädlare metall, t ex zink, blir skruven katod och rostar inte. Plåten däremot korroderar eftersom den är oädlare än skruven.

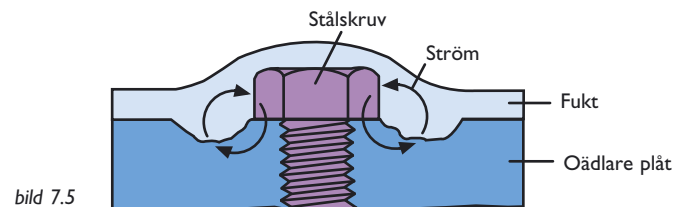


bild 7.5

Ju större skillnad i ädelhet det är mellan metallerna, desto snabbare korroderar den oädlare/anoden. Utan särskilda skyddsåtgärder bör man därför endast kombinera metaller som har samma, eller nästan samma ädelhet, om de kommer att utsättas för fuktig miljö.

För att lättare kunna bedöma metallernas inbördes förhållande till varandra har man placerat dem på en "stege" kallad den galvaniska spänningsserien, se bild 7.6. Genom ett elektriskt mätförfarande har man fått fram vad man kallar metallens potential. Det är ett elektrokemiskt begrepp som ger en uppfattning om hur pass ädel eller oädel en metall är. Den vanligaste spänningsserien är uppmätt med havsvatten som elektrolyt vid en temperatur av +20°C. Guld är den ädlaste metallen och står högst upp på stegen. Magnesium är den oädlaste och står längst ner.

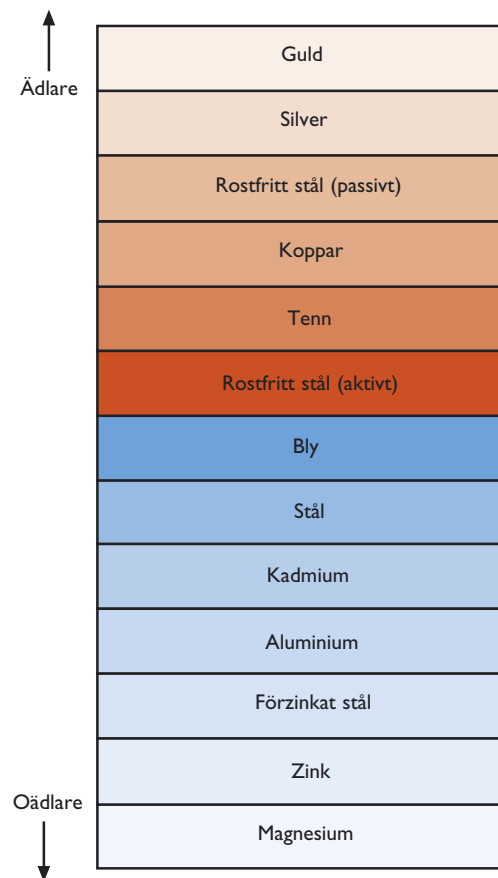


bild 7.6

7.5 ELEKTROLYTENS LEDNINGSFÖRMÅGA

Om elektrolytens elektriska ledningsförmåga är dålig, som ofta hos sötvatten, blir korrosionen koncentrerad till området närmast kontaktstället mellan anoden och katoden.

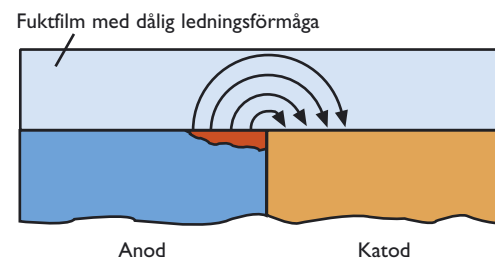


bild 7.7

Är däremot ledningsförmågan god, som t ex hos havsvatten, blir korrosionens utbredning större. Utomhus påverkas korrosionshastigheten av föroreningarna i luften. I starkt förorenad industri- och stadsatmosfär rostar det värst, närmast i salthaltig havsatmosfär. På rena landsbygden klarar sig metallerna bättre.

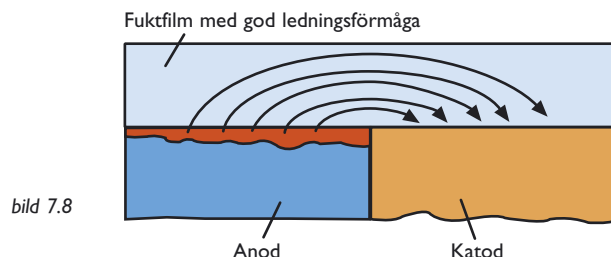


bild 7.8

7.6 SYRETS INVERKAN

Kan man hindra syret från att nå metallytan korroderar den inte. Ju mer syre som kommer till, desto snabbare korroderar det inom vissa gränser. I en hermetiskt sluten stålball kan det t ex inte rosta, eftersom inget syre kommer in. Likaså minskar syret eller tar slut i slutna värmeledningssystem och korrosionen avtar eller upphör.

7.7 ANOD- OCH KATODYTORNAS STORLEK

Ju större katodytan är, desto mer syre står den i kontakt med och ju mindre anodytan är i förhållande till katodytan, desto mer koncentrerad blir korrosionsströmmen på anoden. Kombinationen liten anodyta/stor katodyta innebär därför ökad korrosionsrisk.

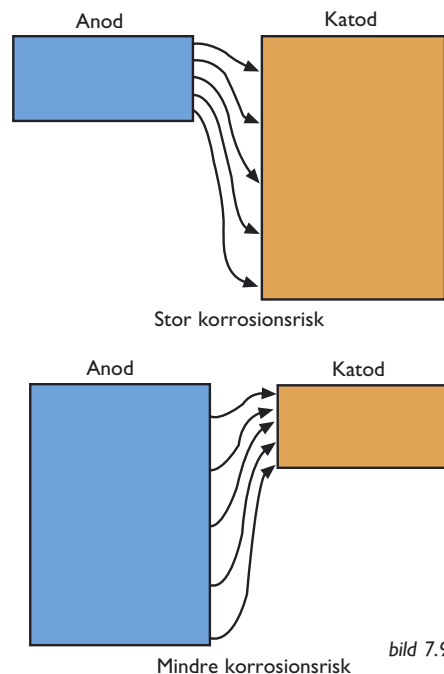


bild 7.9

© BULTEN

7.8 ELFÖRZINKNING

Elförzinkning eller mer korrekt elektrolytisk förzinkning utförs i en vattenhaltig elektrolyt innehållande zinkjoner. Godset är kopplat som katod till en likströmskälla. Som anod kan tjänstgöra metallisk zink i form av kulor eller plattor men vid moderna metoder är i stället anoden en stålplatta. När strömmen sluts utfälls zink på godset. Ny zink löses kemiskt i en zinkupplösningstank och ersätter de förbrukade zinkjonerna i elektrolyten.

Vid elförzinkning av fästelement är dessa inneslutna i perforerade behandlingstrummor av plast, vilka roterar i behandlingsbadet. Behandlingsgången vid elförzinkning är droppavfettning, syrabehandling, elavfettning, aktivering, förzinkning, kromatering och torkning. Mellan behandlingsstegen sker noggrann sköljning i vatten.

Zinksiktets tjocklek styrs av elektrolytströmmen i förhållande till godsytan under konstant behandlingstid i elektrolyten. Zinksiktets tjocklek på färdigt gods mäts med en magnetisk metod i samband med tömningen av varje behandlingsstrumma. Vid noggrannare bestämning används mikroskop eller röntgen.

Zinksiktets tjocklek är vanligen min. 5 µm för fästelement med gängor under M6 och min. 8 µm för M6 och grövre. Vid specialkörningar kan skiktjocklekarna upp till 20-25 µm utföras. Zinksiktets tjocklek mäts på huvud eller skruvande när det gäller skruvar, och på sexkantssida eller anslutningsplan när det gäller muttrar.

Den högsta hållfasthetsklass vi elförzinkar är 10.9. Hållfasthetsklasser över 8.8 väteutdrivs efter elförzinkningen för att minska risken för vätesprödhet.

7.8.1 ELFÖRZINKNING PLUS KROMATERING

På zinkytor bildas i dåligt ventilerade utrymmen vita korrosionsprodukter på relativt kort tid. Vanligen kallas denna korrosion vitrost eller vitblemma. Genom att kromatera zinkytorna kan tiden till zinkkorrosionens uppträdande förlängas. Kromatering är en kemisk process, som omvandlar den allra yttersta ytan av den pålagda zinken och därmed förbättrar dess korrosionsskydd. Vid kromateringen doppas de nyförzinkade detaljerna i en sur kromateringslösning. Lösningens sammansättning är avgörande för vilken typ av kromatfilm som bildas. Generellt är blankkromatering (ofta kallad blankförzinkning, Fzb) den mest använda metoden men estetiska skäl kan också tala för annan kromatering än den blanka. Gul- och grön-

kromatering förbättrar skyddet mot vitblemma betydligt, medan blank- och svartkromatering endast i någon mån förbättrar skyddet. Långtidsskyddet, dvs tiden till basmaterialkorrosion (rödrost), förlängs endast marginellt av färgkromateringarna i jämförelse med blankkromateringen. Långtidsskyddet beror nära nog uteslutande på zinkskiktets tjocklek.

7.8.1.1 **Var används blankförzinkning?**

Blankförzinkning med en skiktjocklek av ca 10 µm bör, om ett långvarigt korrosionsskydd eftersträvas, endast användas i mindre aggressiva miljöer eller som underlag för målning. Ökas skiktjockleken, ökas också korrosionsskyddstiden i motsvarande grad.

Tabell 7.1 ger riktvärden för hur lång livslängd ett 10 µm tjockt blankförzinkningsskikt har i olika miljöer.

TABELL 7.1
LIVSLÄNGD FÖR BLANKFÖRZINKNINGSSKIKT, RIKTVÄRDEN

Miljö	Ungefärlig livslängd i år Blankförzinkningsskikt 10 µm
Inomhus	50
Landsbygd	8
Mindre städer	5
Storstäder	2
Kustatmosfär, västkusten	5
Industriatmosfär, lätt	4
Industriatmosfär, normal	2
Industriatmosfär, svår	1

7.8.1.2 **Var används färgkromaterad zink?**

Färgkromaterad elzink och då speciellt gul- eller grönkromaterad, används där man eftersträvar ett bättre skydd mot vitblemma än vad blankkromatering kan erbjuda. Svartkromatering används framförallt av estetiska skäl, vilket ofta är fallet även med gul- och grönkromatering. Livslängden i olika miljöer för ett färgkromaterat 10 µm zinkskikt är endast marginellt längre än vad som redovisats för blankförzinkning i tabell 7.1.

7.8.2 **ZINK/JÄRN-METODEN**

Ständigt arbetas det med förbättringar av kända metoder och man har gjort försök med zink i kombination med andra metaller. Av dessa kan nämnas Zn + Ni, Zn + Co och Zn + Fe.

Den sistnämnda som kallas zink/järn-metoden uppfanns i Japan och har kommit till stor användning i Sverige.

Ytbehandlingen görs som vid annan elektrolytisk förzinkning av fästelement men i en elektrolyt med zink/järn. Skillnad är att istället för anoder av zink används alltid stålanoder. Zinken löses kemiskt i en zinkupplösningstank och ersätter de förbrukade zinkjonerna i elektrolyten. Järnhalten i skiktet är 0,3 – 0,6 viktprocent för att erhålla bästa möjliga korrosionsskydd samt en jämn svärta vid den efterföljande kromateringen. Vid för låg järnhalt blir färgen grönaktig och vid för hög halt blir den grå. Den använda svartkromaten är fri från silver och påminner mycket om grönkromat i sin sammansättning.

Under behandlingen i trumma nöts detaljerna olika mycket vilket kan ge varierande resultat på tiden till vitblemma erhållen vid prov i neutral saltdimma. För att uppnå 200 timmar till vitblemma i neutral saltdimma krävs någon form av eftertätning, sealer eller vax med korrosionshämmande effekt. Eftertätning med sexvärt krom är mindre lämplig pga att den kan ge upphov till en hög lakningsbar mängd sexvärt krom som innebär allergirisk för monteringspersonalen.

7.8.2.1 **Var används svart zink-järn?**

Zink/järn med svart kromatering är en god ersättning för annan elförzinkning med kromatering. Dels ger ytbehandlingen ett betydligt bättre korrosionsskydd, dels passar den bättre i modern formgivning då det är önskvärt att fästelement skall smälta in i miljön och ej synas som blanka fläckar.

7.9 **FÖRNICLING (FN)**

Förnickling med eller utan underliggande kopparskikt utförs på särskild beställning.

Förnickling är en elektrolytisk process och behandlingsgången är i princip densamma som gäller för elförzinkning. Elektrolyten har naturligtvis en annan sammansättning och kromatering förekommer ej.

I vissa fall beläggs stålytorna med ett tunt kopparskikt på 1–2 µm innan nicklet läggs på. Förkopplingen utförs också på elektrolytisk väg. Kopparskiktet ökar vidhäftningen av nicklet till detaljerna och förbättrar korrosionsskyddet något.

Tjockleken på nickelskikt som påläggs fästelement brukar vara 5–10 µm. Korrosionsskyddsförmågan för ett nickelskikt med denna tjocklek, med eller utan underliggande kopparskikt, är mycket begränsad. Användningsområdet är därför oftast som dekorativ ytbehandling för inomhusmiljöer.

7.10 FÖRTENNING (FT)

BULTEN kan på specialorder utföra elektrolytisk förtenning. Behandlingsgången är i stort sett densamma som används vid elförzinkning och elförnickling. Efterbehandling med kromatering är ej tillämplig när det gäller tenn. På fästelement läggs vanligtvis en skiktjocklek av 5 – 10 µm.

Tennbeläggningar används främst för att öka lödbarheten, men används även som korrosionsskydd i vissa applikationer.

7.11 VÄTESPRÖDHET OCH VÄTEUTDRIVNING

Vid elektrolytisk ytbehandling och ibland vid betning frigörs väte så att väteatomer kan kila in i basmetallen där de slår sig samman till vätemolekyler. När t ex en höghållfast skruv belastas kan vätet samlas i zoner med höga spänningar vilket kan leda till spröda brott.

Ju hårdare en detalj är, desto känsligare är den för väteupptagningen i samband med en elektrolytisk ytbehandling. Detaljer med en hårdhet över HRC 31, HV 320, HB 300 eller en brottgräns över 1000 N/mm² skall väteutdrivas efter elektrolytisk ytbehandling.

Väteutdrivning är en värmebehandling som utförs vid en temperatur av ca 200°C. Det är viktigt att behandlingen påbörjas snarast efter ytbehandlingen och att godset är tillräckligt länge i värmen. Fyra timmar i 200°C är den tid och temperatur som BULTEN vanligtvis använder.

7.12 VARMFÖRZINKNING

Fästelement som skall varmförzinkas måste först genomgå en förbehandling bestående av avfettning, sköljning, syrabetning, sköljning, flussning i zinkammoniumklorid samt torkning i varmluft. Ibland används sandblästring istället för syrabetning. Efter förbehandlingen lastas fästelementen i en perforerad stålkor och sänks ner i smält zink med en temperatur av ca 550°C. Efter någon minut tas korgen upp och centrifugeras omedelbart för att få bort överskott av zink.

Medelskiktjockleken för fästelement med gängor under M10 är ca 40 µm och för M10 och grövre ca 55 µm. Högre hållfasthetsklasser än 10.9 kan ej varmförzinkas på grund av anlöpningseffekter och av att zink kan tränga in i korngränserna och ge upphov till mikrosprickor, vilka kan försvaga stålet katastrofalt.

7.12.1 Var används varmförzinkning?

Varmförzinkade fästelement är särskilt lämpade att använda i konstruktioner i utomhusmiljöer eller i krävande inomhusmiljöer. Tabell 7.2 ger ungefärliga livslängder för 55 µm tjocka varmförzinkningsskikt i olika miljöer.

TABELL 7.2
LIVSLÄNGD FÖR VARMFÖRZINKNINGSSKIKT, RIKTVÄRDEN

Miljö	Ungefärlig livslängd i år Varmförzinkningsskikt 55 µm
Landsbygd	40
Mindre städer	28
Storstäder	11
Kustatmosfär	28
Industriatmosfär, lätt	20
Industriatmosfär, normal	11
Industriatmosfär, svår	5

7.13 MEKANISK METALLBELÄGGNING (FZM)

Mekanisk metallbeläggning är en process, där man på mekanisk väg belägger fästelement och andra detaljer med zink, tenn eller en kombination av dessa metaller. De stora fördelarna med denna metod är att ingen väteupptagning sker vid metallbeläggningen och att den utförs vid rumstemperatur. Mekanisk metallbeläggning med zink bör ses som ett komplement till el- och varmförzinkning. Ytbeläggningen utförs i en roterande trumma liknande en cementblandare.

Processföljden är följande: Det sandblästrade godset töms i behandlingstrumman tillsammans med olika stora glaspärlor och vatten. Först löses den lätta oxid som eventuellt har bildats på godset, genom att en svag oxidlösare tillsätts, vilken innehåller en inhibitor för att förhindra betning på stålet. Därefter tillsätts kopparsalt och detaljerna blir förkopprade på kemisk väg. Kopparskiktet blir mycket tunt, mindre än 1 µm, och fungerar som ett bra bindemedel mellan stålet och den efterkommande förzinkningen.

Nästa steg är att tillsätta zinkpulvret. Detta sker i två eller flera omgångar alltefter önskad skiktjocklek. Vissa speciella kemikalier tillsätts också i samband med förzinkningssteget.

Zinkpulvret fastnar på detaljerna genom att glaspärlorna i princip hamrar fast zinkpulvret. Olika detaljer kräver olika "hamringsenergi", vilket åstadkoms genom att variera behandlingsstrummans varvtal och storleken på glaspärlorna. Vanligast är att glaspärlorna består av en blandning med olika diametrar.

När beläggningen är klar, vilket tar ca en timme, hålls trummans innehåll ut på en separator och det belagda godset separeras från glaspärlorna och vattnet. Godset kan därefter blank- eller gulkromateras. Glaspärlorna återvinns och används igen.

En zinksiktstjocklek från 5 µm upp till ca 30 µm är möjlig att åstadkomma med denna process. Korrosionsskyddsförmågan för ett mekaniskt pålagt zinksikt är jämbördigt med zinksikt pålagda med andra metoder, under förutsättning att zinksikt med samma vikt per ytenhet jämförs. Skikt bestående av en kombination av tenn/zink ger en något bättre korrosionsskyddsförmåga än enbart zink. Skikt pålagda mekaniskt har något lägre densitet än t ex el- eller varmförzinkningssikt. För att erhålla samma zinkvikt per ytenhet med mekanisk påläggning måste skiktstjockleken ökas med ca 20%.

7.13.1 **Var används mekanisk metallbeläggning?**

Att det inte sker någon väteupptagning vid denna process och att processen utförs vid rumstemperatur gör den speciellt lämplig för ytbehandling av höghållfasta eller ythärdade fästelement.-Elförzinkning av sådana produkttyper medför ju risk för väteförspredning. Varmförzinkning kan heller inte användas, då zinkbadets höga temperatur anlöper godset och gör att hårdheten minskar. Risken för zinksprödhet är också uppenbar.

Detaljer som är lämpliga att köra i vår utrustning, bör ha min. diameter ca 4 mm och max längd ca 150 mm. Max detaljvikt är ca 0,5 kg. Detaljer med klena bottenhål, t ex krysskruvar, är svåra att belägga. Beläggning av sådana detaljer måste därför studeras i varje enskilt fall.

7.14 **FOSFATERING (FOS)**

Vi kan utföra zinkfosfatering med två olika skiktvikter. Fosfatering är en kemisk process, där järnet i stålets yta reagerar med processkemikalierna. Genom speciell behandling kan vi åstadkomma en finkristallinsk zinkfosfat, som är att föredra i många fall.

Mängden fosfat som godset erhåller vid fosfatering uttrycks vanligtvis i g/m². BULTENs fosfatprocesser ger en skiktvikt på 12 – 25 g/m² respektive 6 – 11 g/m². Diameterökningen på en

detalj som fosfateras med en skiktvikt av 12 – 25 g/m², blir 4 till 8 µm. För att fosfatskikten skall ge något nämnvärt korrosionsskydd måste skikten anoljas eller beläggas på annat sätt.

7.14.1 **Var används fosfatering?**

Fosfatering som ytbehandling väljs oftast på kvalificerade fästelement i motorer och liknande konstruktioner. Valet görs i första hand för att friktionen är låg och spridningen liten i samband med montering, vilket betyder att en hög och jämn förspänning kan erhållas.

Korrosionsskyddsförmågan för fosfatering plus anoljning är begränsad. I utomhusmiljöer uppträder rödrost i allmänhet på kortare tid än ett år.

7.15 **ANDRA ICKE RENA METALL-BELÄGGNINGAR**

Inom ytbehandlingsindustrin sker en ständig utveckling och man har försökt utveckla andra metoder än t ex de elektrolytiska metallbeläggningarna. Det har lett fram till system med organiska ytskikt, jämför med målning, som fungerar som en barriär och skyddar basmetallen från fukt som underhåller korrosion. I andra system har man i organiskt bindemedel slammat upp så stora mängder metallflagor att skiktet också ger ett katodiskt skydd. Gemensamt för metoderna är beläggning genom doppning, centrifugering för att jämna ut skikten följt av uppvärmning några 100°C för torkning eller härdning. Ofta kallas förfarandet "dip-spinn" (doppning – centrifugering). Några av de vanligaste beläggningarna som BULTEN kan tillhandahålla beskrivs i det följande.

7.15.1 **POLYSEAL®**

POLYSEAL är en ytbehandling som utförs i tre steg:

Steg 1: Zinkfosfatering (utan anoljning).

Steg 2: Doppning i epoxibaserad specialfärg samt centrifugering och ugnshärdning vid ca 200°C. Doppning, centrifugering och ugnshärdning utförs två gånger.

Steg 3: Impregnering med en emulsion innehållande korrosionsinhibitorer.

De tre stegen tillsammans ger en jämn, seg organisk film effektivt bunden till fosfatskiktet och stålet.

Den totala skiktstjockleken för POLYSEAL är ca 15 µm.

Korrosionsmotståndet motsvarar i neutral saltdimma ungefär vad som erhålls vid provning av bra gulkromaterad elzink.

De första rödrostprickarna uppträder normalt först efter ca 200 timmar. Utbredningen av rödrosten går sedan mycket långsamt.

I sur saltdimma visar POLYSEAL bättre värden än den gulkromaterade elzinken. I utomhusmiljöer uppträder rödrost efter några år, först på skarpa kanter och hörn för att sedan sprida sig mycket långsamt.

POLYSEAL kan i princip framställas i de flesta färgnyanser. Av produktionstekniska skäl används svart och blå i BULTENS löpande produktion. Andra färger kan produceras om volymerna är tillräckligt stora. Friktionsegenskaperna på POLYSEAL är ungefär som för elförzinkning.

Lämpligt dimensionsområde för BULTENS POLYSEAL utrusning är diameter 4 mm och grövre i längder upp till ca 250 mm. Detaljer med bottenhål kan vara problematiska att belägga. Beläggning av sådana detaljer måste därför diskuteras i varje enskilt fall.

7.15.1.1 **Var används POLYSEAL?**

POLYSEAL processen är speciellt lämplig som ytbehandling för höghållfast skruv. Beläggningen kan utföras utan att stålet tar upp praktiskt taget något väte.

POLYSEAL används också ofta av estetiska skäl och för märkningsändamål. Ett exempel är invändigt i bilar, där ett bra korrosionsskydd i kombination med svart färg önskas. Blå POLYSEAL används t ex för att märka en speciell hållfasthetsklass eller gängtyp och samtidigt ge ett bra korrosionsskydd åt detaljen.

7.15.2 **DACROMET®**

Behandlingen med DACROMET som i Sverige kallas DACROLIT® görs på ett sätt liknande det för POLYSEAL. Medlet som består av 80% zinkflagor och 10% aluminiumflagor är uppslammat i vatten som också innehåller ett bindemedel med kromaterande effekt. Det påförs fästelementen genom doppning följt av centrifugering, torkning och härdning vid ca 300°C.

En första beläggning ger ett skikt på 2–3 µm. Beläggningen görs ofta i flera omgångar med mellanliggande härdning tills skiktet är ca 8 µm tjockt för att få det önskade korrosionsskyddet.

Färgen är antingen matt silvergrå eller svart. Genom att tillsätta flingor av PTFE (polytetrafluoretylen) erhåller man en låg och jämn friktion hos gängade fästelement.

Metoden finns i en s k LC-variant (Low Chromium) vilken efter påläggning ger en låg mängd av lakningsbart sexvärt krom. Vid korrosionsprov i neutral saltdimma med 8 µm DACROMET 500 LC uppkom ingen rödrost förrän efter 1000 timmar.

7.15.2.1 **Var används DACROMET?**

DACROMET lämpar sig väl för höghållfast skruv (10.9 och 12.9) då det vid annan behandling finns risk för väteförsprödning. Inom fordonsindustrin används den ofta i svåra miljöer t ex under ett fordon tack vare sin slitstyrka. Den silvergrå ytan används också för dekoration.

7.15.3 **DELTA-TONE/DELTA-SEAL**

DELTA-Tone är ingen målarfärg utan ett zinkrikt system i organisk-oorganisk bas.

DELTA-Seal är en s k top-coat med organisk bas som tätar DELTA-Tone-skiktet och höjer korrosionsskyddet. Det kan fås i olika färger och med olika tillsatser för att minska friktionen. DELTA-Tone/DELTA-Seal innehåller inga tungmetaller.

Ytbehandlingen utförs i tre steg:

1. Zinkfosfatering utan anoljning.
2. Doppning i DELTA-Tone, centrifugering och härdning vid 200°C.
3. Doppning i DELTA-Seal, centrifugering och ugnshärdning som ofta utförs två gånger.

DELTA-Tone finns i silvergrått samt svart. DELTA-Seal förekommer i ett flertal färger: silver, svart, vit, ljusblå, ljusgrön, mörkblå, ljusgrå och röd. Andra färger kan erhållas på specialbeställning. Fosfatering, följt av DELTA-Tone (2x4 µm) + DELTA-Seal (2x5 µm) ger i neutral saltdimma rödrost först efter 500 timmar.

7.15.3.1 **Var används DELTA-Tone/DELTA-Seal?**

Metoden är speciellt lämplig som ytbehandling för höghållfast skruv och kan utföras utan att stålet praktiskt taget tar upp något väte. Ytskiktet har också en relativt hög temperaturbeständighet (över 200°C). Ytbehandlingen är vanlig inom tysk fordonsindustri.

7.16 SMÖRJNING AV FÄSTELEMENT

Olika ytbehandlingar ger mycket varierande friktionskoefficienter vid förspänning av gängade fästelement.

Detta skapar problem hos t ex fordonsbyggare då man helst vill ha samma monteringsdata för en viss skruv- eller mutterdimension oberoende av hur produkten är behandlad eller var den sitter. Det var enklare förr när man huvudsakligen använde obehandlade eller blankförzinkade produkter. Speciellt tydliga blev problemen vid övergång till svart zink-järn-behandling som ibland ger hög friktion.

Under de senaste åren har det utvecklats system för smörjning (ibland kallat vaxning) i samband med ytbehandling så att friktionen kan styras mot önskade nivåer.

Ibland kan medel vara tillsatta själva ytbehandlingsmedlet, ingå i något medel för tätning som sista operation eller påföras efter all annan behandling.

Inom BULTEN arbetar vi med flera olika medel t ex produkter från gleitmo® som är helt berörningstorra eller medel för kunders speciella krav. BULTEN har modern utrustning med hög kapacitet där produkter faller fritt i tankar, dvs alla ytor exponeras för att sedan på transportband torkas i varmluftsugn.

Vanligen efterfrågas behandling som ger friktion på nivån 0,1 till 0,18 eller omkring 0,08 beroende på användningsområde.

ROSTFRITT OCH SYRAFAST – DET SÄKRASTE SKYDDET

8

- 8.1 Vad är rostfritt stål?
- 8.2 Rostfritt eller syrafast?
- 8.3 Vanliga stålsorter
- 8.4 Specialmaterial
- 8.5 Val av material
 - 8.5.1 Val av material med avseende på livslängd
- 8.6 Korrosion hos rostfria och syrafasta fästelement
 - 8.6.1 Passivitet
 - 8.6.2 Punktkorrosion
 - 8.6.3 Spaltkorrosion
 - 8.6.4 Allmän korrosion
- 8.7 Permeabilitet
- 8.8 Hållfasthetsdata för rostfria- och syrafasta fästelement
- 8.9 Val av hållfasthetsklass
- 8.10 Slagseghet
- 8.11 Märkning
- 8.12 Åtdragningsmoment och krafter
- 8.13 Varmsträckgränser
- 8.14 Längdutvidgningskoefficienter
- 8.15 Hållfasthetsklasser för mutter
- 8.16 Hårda brickor

8.1 VAD ÄR "ROSTFRITT" STÅL?

Med "rostfritt" avser man rent generellt en stor grupp stål, som innehåller minst 12% krom (Cr) samt ofta tillsatser av andra legeringsämnen t ex nickel (Ni) och molybden (Mo). De stålsorter som BULTEN STAINLESS i allmänhet använder, kan efter sin inre byggnad eller struktur indelas i följande huvudgrupper:

1. Ferritiska stål

(delvis härdbara)

Cr = 12 – 30%

Mo ev = 1,3 – 2,5%

C = max 0,08%

3. Austenitiska stål

(ej härdbara)

Cr = 16,5 – 26%

Ni = 7 – 25%

Mo ev = 1,5 – 4,5%

C = max 0,07%

2. Martensitiska stål

(härdbara)

Cr = 12 – 18%

Mo ev = 1,3 – 2,0%

C = max 0,25%

4. Ferrit-austenitiska stål

(delvis härdbara)

Cr = 17 – 27%

Ni = 4 – 6%

Mo ev = 1,3 – 2,0%

C = max 0,10%

© BULTEN



8.2 ROSTFRITT ELLER SYRAFAST?

Inom olika leverantörs- och kundgrupper används skilda tolkningar av begreppen rostfria och syrafasta stål. I vidaste bemärkelse betecknas alla stål som innehåller över 12% Cr, oberoende av vilka andra legeringsämnen som ingår, som "rostfritt".

I dagligt språkbruk står emellertid "rostfritt" i första hand för gruppens austenitiska 18/8-stål (18% Cr, 8% Ni) utan Mo och "syrafast" för de Mo-legerade austenitiska och ferrit-austenitiska stålen. Benämningen "syrafast stål" härrör ursprungligen från cellulosaindustrin och sammanhänger med god hårdighet mot sulfatkoksyra. Även om man idag är medveten om de syrafasta stålens begränsningar gäller dock fortfarande att de generellt sett är mer korrosionshårdiga än andra rostfria stål, dvs har lägre upplösningshastighet. Jämfört med vanliga stål, t ex låglegerade stålsorter har rostfria och syrafasta stål lägre upplösningshastighet, vilket innebär att korrosionshårdigheten är mycket bättre.

8.3 VANLIGA STÅLSORTER

Vid val av rostfritt material bör man sträva efter den bästa avvägningen mellan korrosionshårdighet, hållfasthet och kostnad.

Rostfritt stål SS 14 2333 (A2) har god allmän hårdighet vid måttliga korrosionspåkänningar, t ex i luft utom vid kustklimat, i sött vatten, i oxiderande syror¹⁾ (ex salpetersyra), i organiska syror och i ett stort antal alkali- och saltlösningar. Detta stål bör dock inte användas i icke oxiderande syror (t ex saltsyra, svavelsyra) och klorhaltiga agenser av typ bräckt vatten och havsvatten.

Syrafast stål SS 14 2347 (AISI 316) ingår i gruppen A4 och är det mest förekommande stålet för A4-fästelement. Stålet är avsett för normala korrosionspåkänningar i havsklimat. Stålet 14 2343 (AISI 316 L Hi Mo), vilket används i BULTEN STAINLESS nya standardprogram BUMAX[®] 88 och BUMAX[®] 109 har förbättrad korrosionshårdighet jämfört med normal handels A4. BUMAX produkterna kan därför användas i något aggressivare miljöer som t ex kloridhaltigt vatten samt i icke oxiderande syror. För svåra korrosionsbetingelser i vätskor eller gaser måste man i många fall använda andra materialsorter, vilket behandlas under avsnittet 8.5 "Val av material".

1) **OBS!** En syra kan vara oxiderande vid rumstemperatur och ej oxiderande vid högre temperatur.

Vårt lagerprogram omfattar fästelement inom stålgrupperna:

A2	(SS 14 2333-AISI 304)
A4	(SS 14 2347-AISI 316)
BUMAX 88	(SS 14 2343-AISI 316 L Hi Mo)
BUMAX 109	(SS 14 2343-AISI 316 L Hi Mo)

TABELL 8.1
VÅRA VANLIGASTE MATERIALSORTER

Svensk beteckning	Internationell US/ASTM UNS	Tyskland Werkstoff Nr alt EN	Frankrike AFNOR	Internationell alt. BSAB märkning för skruvar och muttrar
SS 2303	AISI 420	1.4021	Z2 0C13	C1
SS 2326	S 44400	1.4521	Z3 CD T18-02	F 1
SS 2333	AISI 304	1.4301	Z7 CN 18-09	A 2
(302HQ)	AISI 304CU	–	–	A 2
SS 2343 ¹⁾	AISI 316L	1.4436 ¹⁾	Z3 CND 17-12-03	
SS 2347	AISI 316	1.4401	Z7 CND 17-11-02	A 4
SS 2562	AISI 904L	1.4539	Z2 NCDU 25-20	SÅ 5
SS 2378	S31254	1.4529	–	SÅ 10
SS 2324	AISI 329	1.4460	Z5 CND 27-05AZ	SÅ 8
SS 2327	S 32304	1.4362	Z2 CN 23-04A2	–
SS 2377	S 31803	1.4462	Z2 CND 22-05-03	SAF 2205
SS 2328	S 32750	–	Z3 CND 25-06AZ	SAF 2507

TABELL 8.2
MATERIAL FÖR HÖGA TEMPERATURER

Svensk beteckning	Internationell US/ASTM UNS	Tyskland Werkstoff Nr alt EN	Frankrike AFNOR	Internationell alt. BSAB märkning
SS 2361	AISI 3105	1.4845	Z8 CN 25-20	SÅ 3
SS 2368	S 30815	EN 1.4835	–	253MA
SS 2570	AISI 660	1.4980	Z5 NCTDV 25-15B	SÅ 7
17-4PH	AISI 630	1.4542	Z7 CNU 17-04	
NIMONIC 80A ²⁾		2.4952	NC 20 TA	SÅ N

1) Max C 0,030 A4-316L.

2) Reg varumärke av INCO.

8.4 SPECIALMATERIAL

För speciella miljöer krävs andra material än de som förekommer för lagerprodukter. I våra fabriker kan vi tillverka fästelement i de flesta stål och legeringar som finns tillgängliga på marknaden. Exempel på våra mest förekommande materialsorter för användning vid temperaturer från – 200°C till +400°C visas i tabell 8.1. Tabell 8.2 visar några material för användning vid temperaturer > 400°C. I tabell 8.3 visas beteckningar och kemisk analys för några av de mest använda stålsorterna. I tabellen anges också exempel på applikationsområden för de olika stålsorterna.

8.5 VAL AV MATERIAL

De redovisade stålsorterna kan användas i de flesta konstruktioner som fordrar rostfria eller syrafasta fästelement.

Vid tveksamhet om valet kan BULTEN STAINLESS i de flesta fall hjälpa till och ge rekommendation. För att kunna göra ett riktigt materialval bör man veta följande:

1. Applikation, fabriksprocess som fästelementet ska användas i.
2. Medium, vätska eller gas som fästelementet kommer i kontakt med, kemisk sammansättning, temperatur och tryckförhållanden. Särskild uppmärksamhet bör ägnas åt fall där fästelementet kommer i beröring med andra detaljer som också är i kontakt med den aktuella vätskan. Det är då viktigt att ange vilket material det är fråga om.
3. Krav på mekaniska och fysikaliska egenskaper, hållfasthet, magnetism etc.
4. Uppgift om eventuellt tidigare använt material och dess livslängd och problem vid användningen kan också vara av stort värde.

TABELL 8.3 MATERIALDATA

Beteckning	Stålsorter					
ISO	A4	BUMAX A4				
BULTEN STAINLESS	SÅ 4	SÅ 4	SÅ 8	SÅ 3	SÅ 5	SÅ 7
(gamla beteckningar)	2347	2343	2324	2361	2562	2570
SS	316	316LHiMo	329	310S	N 08904	660
AISt	1.4401	1.4436	1.4460	1.4845	(1.4539)	1.4980
Werkstoff nr	316S16	En58J	–	S 523	904314	–
Brittisk norm	Z7 CND 17-11-02	Z3CND 17-12-03	25CND27-05Az	Z8CN25-20	Z2NC25-20	Z5NCTDV25-15B
Fransk norm						
Analys						
Kol (C)%	max 0,07	max 0,03	max 0,10	max 0,08	max 0,02	max 0,08
Krom (Cr)%	18	16-18,5	24-27	4-26	19-21	13,5-16,0
Nickel (Ni)%	11	10,5-14	4,5-6,0	19-22	24-26	24-27
Molybden (Mo)%	2,0-2,5	2,5-3,0	1,3-1,88	–	4,5-5,0	1,0-1,5
Koppar (Cu)%	–	–	–	–	1,2-2,0	–
Råmaterialets hållfasthet i glödgat tillstånd vid 20°C						
Brottgräns R _m N/mm ²	min 490	min 490	min 590	min 780	min 590	min 960
Sträckgräns R _{p0,2} N/mm ²	min 195	min 195	min 440	min 245	min 245	min 660
Förlängning A ₅ %	min 45	min 45	min 20	min 35	min 50	min 14
Brinellhårdhet HB	max 200	max 200	max 260	max 220	max 140	ung 270
Fysikaliska data (i glödgat tillstånd)						
Magnetiskt	Nej	Nej	Ja	Nej	Nej	Nej
Skalningstemp, i luft ca °C	850	850	1070	1150	1000	ung 1000
Bearbetningsegenskaper						
Härdbarhet	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Utskiljningshärdbart
Svetsbarhet	Mycket god ¹⁾	Mycket god ¹⁾	God ²⁾	Mycket god	Mycket god	Dålig
Anmärkningar	Används t ex inom sulfitt-cellulosa- och blekeriindustrin. God korrosionsbeständighet men något sämre resistens mot punktfrätning än 2343.	Används t ex inom sulfitt-cellulosa- och blekeriindustrin. God korrosionsbeständighet.	Används inom sulfittindustrin för i stort sett samma ändamål som 2343. Bör endast väljas där hög sträckgräns ej kan uppnås med kval. 2343.	God värmebeständighet. Bör ej användas i svavelhaltiga gaser över 700°C.	Hög beständighet mot svavelsyra och fosforsyror. Används t ex inom kemisk industri för betanläggningar samt inom cellulosaindustrin. Lämpligt även i marin miljö.	Mycket goda hållfasthets- och korrosionsegenskaper vid förhöjd temperatur, upp till 750°C. Lämpligt för konstruktioner utsatta för höga temperaturer t ex förbränningsmotorer, samt där fjädrande egenskaper är önskvärda.

1) Okänslig för interkristallin korrosion upp till 500°C.

2) Vid glödgad svetsfog. Oglödgad svetsfog tillfredsställande.

TABELL 8.3 MATERIALDATA (FORTS.)

Beteckning	Stålsorter					
ISO BULTEN STAINLESS (gamla beteckningar) SS AISI Werkstoff nr Brittisk norm Fransk norm	C1 SÅ6 2302 410 1.4006 En 56A Z10C13	C3 SÅ9 2321 431 1.4057 En 57 Z15CN16-02	A2 SÅ2 2333 304 1.4301 En 58E	F1 SÅ1 2326 – 14521 – Z6CN 18-09	C1 2303 (420) 14021 BS 4200537 –	SÅ10 – S31254(254SMO) – – Z20C13
Analys Kol (C)% Krom (Cr)% Nickel (Ni)% Molybden (Mo)% Koppar (Cu)% Kväve (N)%	0,09-0,15 12-14 – – – –	0,17-0,25 16-18 1.25-2,5 – – –	max 0,07 17-19 8-11 – – –	0,25 17-19 max 0,2 2,0-2,5 – –	0,18-0,25 12-14 max 1,0 – – –	max 0,020 19,5-20,5 17,5-18,5 6-6,5 0,50-1,0 0,18-0,22
Råmaterialets hållfasthet i glödgat tillstånd vid 20°C Brottgräns R _m N/mm ² Sträckgräns R _{p0,2} N/mm ² Förlängning A ₅ % Brinellhårdhet HB	min 440 min 245 min 20 max 220	– – – max 270	min 490 min 205 min 45 max 200	max 440 min 340 min 25 max 210	max 740 – – max 225	min 650 min 300 min 35 max 210
Fysikaliska data (i glödgat tillstånd) Magnetiskt Skalningstemp. i luft ca °C	ja 820	ja 830	nej ³⁾ 850	ja 1000	ja 820	nej 1000
Bearbetningsegenskaper Härdbarhet Svetsbarhet	ja Dålig	ja Dålig	nej Mycket god ⁴⁾	ja God	ja Dålig	nej Mycket god
Anmärkningar	Begränsad korrosionsbeständighet i hårdat tillstånd, goda hållfasthetsegenskaper för turbiner, pumpaxlar, knivar.	Högre korrosionsbeständighet än 2302 i hårdat tillstånd goda hållfasthetsegenskaper.	För normala korrosionspåkänningar, användbart inom livsmedels- och kemisk industri. Hushållsart., diskbänkar.	Kan användas som ersättning för kvalitet 2333 samt i vatten med höga kloridhalter.	Begränsad korrosionsbeständighet. I hårdat tillstånd goda hållfasthetsegenskaper. Axlar, skruvar, turbindetaljer.	Utomordentliga korrosionsegenskaper. Helt resistent i havsvatten. Lämpligt för konstruktioner i havsvatten.

3) Vid Ni-halter under 10% och vid högre hållfasthetsklasser kan magnetism förekomma.

4) Vid glödgad svetsfog okänsligt för interkristallin korrosion.

8.5.1 VAL AV MATERIAL MED AVSEENDE PÅ LIVSLÄNGD

Naturligast är att prova fästelementet i den miljö det är avsett att användas i. Nackdelen är att det tar så lång tid innan man ser resultatet. En annan metod är accelererade prov i artificiell atmosfär (t ex saltimprov). Det är viktigt att ha klart för sig att sådana prov stämmer dåligt överens med verkligheten. Dessa ger endast jämförande värden under en viss given förutsättning. Tabell 8.4 nedan bygger på resultat från prov i artificiell och naturlig miljö.

TABELL 8.4 LIVSLÄNGDER I ÅR

Livslängd på zinkschiktet	Fzb (Blankförzinkat) Fzv (Varmförzinkat)	Industri-atmosfär	Kust-atmosfär
		≈ 2,5 år ≈ 15 år	≈ 5 år ≈ 30 år
Trolig tidrymd innan skruvens hållfasthet är allvarligt påverkad	Rostfritt A2 Syrafast A4	≈ 25 år ≈ 50 år	≈ 50 år ≈ 100 år

8.6 KORROSION HOS ROSTFRIA OCH SYRAFASTA FÄSTELEMENT

8.6.1 PASSIVITET

De rostfria stålens korrosionshårdighet bygger i huvudsak på passiviteten. Detta innebär att stål som legeras med tillräckligt mycket krom, i närvaro av oxidationsmedel, t ex luftens syre, överdras av en skyddande, osynlig kromoxidhinna, ett sk passivskikt. I mycket milda korrosionsmiljöer t ex i ren luft eller syrehaltigt, rent vatten, erhåller även de lägst legerade kromstålen på så sätt "rostfria" egenskaper. Passiviteten förbättras emellertid genom tillsats av mera Cr och i viss mån även av Ni. Genom inlegering av Mo erhålles passivskikt som t o m motstår icke oxiderande agenser, t ex svavelsyra och fosforsyra, inom vissa gränser. En jämförelse mellan A2 (SS 2333), A4 (SS 2347) och BUMAX (SS 2343) redovisas i det följande i relation till de olika korrosionstyperna, punkt-, spalt- och allmän korrosion.

8.6.2 PUNKTKORROSION

Ett ståls hårdighet mot punktkorrosion avgörs framför allt av dess krom- och molybdenhalter, men även kvävehalten har stor inverkan. För att enkelt kunna jämföra olika ståls punktkorrosionshårdighet utifrån skillnader i sammansättning, används idag allmänt det sk PRE-talet (Pitting Resistance Equivalent). Vanligen anges PRE-talet som:

$$\text{PRE} = \% \text{Cr} + 3.3 \times \% \text{Mo} + 16 \times \% \text{N} \text{ eller } \% \text{Cr} + 3.3 \times \% \text{Mo} + 30 \times \% \text{N}$$

PRE-talen för SS 2343, SS 2347 och SS 2333 ges i nedanstående tabell.

TABELL 8.5 PRE-TALEN

Stål	%Cr	%Mo	%N	PRE
BUMAX SS2343	17,5	2,75	–	26,6
SS 2347	17,5	2,25	–	24,9
SS 2333	18,0	–	–	18,0

SS 2343 är, med denna bedömningsgrund, något bättre än SS 2347. Hur denna skillnad tar sig ut vid verklig provning visas nedan i bild 8.1. Där framgår hur den kritiska punktfrätningstemperaturen varierar med kloridhalten vid konstant potential. Ju högre upp i diagrammet en kurva är belägen, desto bättre punktkorrosionshårdighet har materialet. SS 2343 ligger något högre än SS 2347, i synnerhet vid låga kloridhalter.

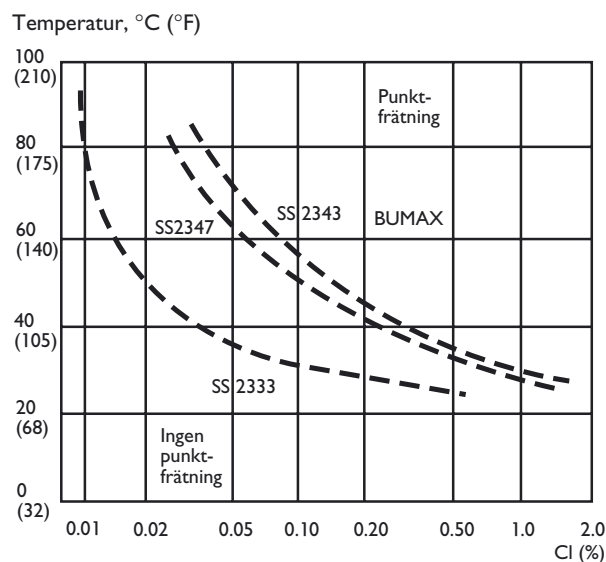


bild 8.1

8.6.3 SPALTKORROSION

Spaltkorrosion är närbesläktad med punktkorrosion men initieras vanligen vid betydligt lägre temperaturer. Om en miljö exempelvis kan framkalla punktkorrosion då temperaturen överstiger 60°C, brukar spaltkorrosion kunna uppträda i samma miljö redan vid 30-40°C. Betydelsen av Cr, Mo och N anses likvärdiga med vad som gäller för punktkorrosion. I en studie av punkt- och spaltkorrosion hos olika rostfria stål, framgår att Mo och N är något effektivare i att förhindra spaltkorrosion än punktkorrosion. I motsvarigheten till PRE-formeln (se under punktkorrosion), anges koefficienterna framför Mo och N till 4,1 resp. 27. Ur spaltkorrosionssynpunkt är därför SS2343 i ännu högre grad att föredra framför SS 2347.

8.6.4 ALLMÄN KORROSION

Molybden förbättrar ett ståls beteende i bl a icke oxiderande syror. I tabell 8.6 visas resultatet av provning avseende allmän korrosion i svavelsyra (H_2SO_4) vid 50°C. Korrosionshastigheten är uttryckt i mm/år.

TABELL 8.6 KORROSIONSHASTIGHET I mm/ÅR

Stål	%H ₂ SO ₄			
	3,0	10	15	20
SS 2333	1,08	3,0	–	–
BUMAX i SS 2343	0	0,04	0,33	0,44
SS 2347	0	0,32	–	1,30

Den högre Mo-halten i SS 2343 bidrar signifikant till en lägre avfrätningshastighet. Tabellen visar också att korrosionsegenskaperna hos SS 2333 (A2) är klart otillräckliga. Detta gäller i ett flertal syror och andra svåra miljöer.

För mera ingående information om korrosion och korrosionsegenskaper i rostfria och syrafasta fästelement hänvisar vi till BULTEN STAINLESS TEKNISK INFORMATION 11:4 och till datablad från ståltillverkaren.

8.7 PERMEABILITET

Permeabilitet är ett mått på ett materials genomtränglighet för magnetfält och betecknas med permeabilitetsstalet k_m . Detta är ett mått för permeabiliteten för ett material i relation till vakuum, där k_m är 1,0 dvs helt omagnetiskt. Inom högteknologibranscher som IT, partikelforskning och vissa delar av den marina industrin är det mycket viktigt med låg permeabilitet.

I tabell 8.7 anges k_m för några rostfria och syrafasta fästelement. Här märks en tydlig skillnad mellan BULTEN STAINLESS produkter och produkter av stålgrupp A2. Värdena för BUMAX 88 och BUMAX 109 är så låga att de kan betraktas som helt omagnetiska.

**TABELL 8.7
RELATIV PERMEABILITET FÖR NÅGRA STÅL- OCH
HÅLLFASTHETSKLASSER**

Stålsort och klass	$R_{p0.2}$ N/mm ²	Max relativ permeabilitet k_m
A2 - 70	450	1,400
A2 - 80	600	1,800
A4 - 80	600	1,012
BUMAX 88	640	1,006
BUMAX 109	900	1,007

8.8 HÅLLFASTHETS DATA FÖR ROSTFRIA OCH SYRAFASTA FÄSTELEMENT

För normal handelsstandard gäller hållfasthet enligt ISO 3506-1 och 2.

TABELL 8.8 MEKANISKA EGENSKAPER FÖR FÄSTELEMENT AV AUSTENITISKA STÅL

Grupp klass	Typ	Hållfasthets-klass	Skruv ¹⁾				Mutter
			Diam. område	Brottgräns R_m ²⁾ N/mm ² min	Förlängnings- gräns $R_{p0,2}$ N/mm ² min	Brottöjning A_L ³⁾ min	Provspänning S_p N/mm ² min
Austenit	A1, A2	50	< M39	500	210	0,6d	500
		70	< M24 ⁴⁾	700	450	0,4d	700
	A4	80	< M24 ⁴⁾	800	600	0,3d	800
	SS 2343	BUMAX 88	< M36	800	640	0,3d	800
	SS 2343	BUMAX 109	< M12	1000	900	0,2d	1000
	SS 2343	BUMAX 109	M 14-M 20	1000	800	0,2d	1000

1) Avser färdig skruv (ej provstav).

2) Alla mekaniska hållfasthetsvärden är beräknade med avseende på gängans spänningsarea i enlighet med ISO 3506-1.

3) Brottöjning anges i mm som del av nominell skruvdiameter. Kortaste skruvlängd = 2,5d.

4) För klasserna 70 och 80 över M24 gäller att överenskommelse mellan användare och tillverkare måste ske.

TABELL 8.9 MEKANISKA EGENSKAPER FÖR FÄSTELEMENT AV MARTENSITISKA OCH FERRITISKA STÅL

Grupp	Typ klass	Hållfast-	Skruv ¹⁾			Mutter			
			Brottgräns hetsklass N/mm ² min	Förlängnings- R_m ²⁾ N/mm ² min	Brottöjning gräns $R_{p0,2}$ A_L ³⁾ min	Provspänning N/mm ² min	HV min/max	HB min/max	HRC min/max
Martensitisk	C1	50	500	250	0,2d	500	–	–	–
		70	700	410	0,2d	700	220/330	209/314	20/34
	C3	80	800	640	0,2d	800	240/340	228/323	21/35
	C4	50	500	250	0,2d	500	–	–	–
		70	700	410	0,2d	700	220/330	209/314	20/34
Ferritisk	F1 ⁴⁾	45	450	250	0,2d	450	–	–	–
		60	600	410	0,2d	600	–	–	–

1) Avser färdig skruv (ej provstav).

2) Alla mekaniska hållfasthetsvärden är beräknade med avseende på gängans spänningsarea.

3) Brottöjning anges i mm som del av nominell skruvdiameter. Skruvens kortaste längd = 2,5d

4) Max diameter för F1 = 16 mm.

BULTEN STAINLESS är ledande inom utvecklingen av metoder för tillverkning av höghållfasta fästelement i rostfria och syrafasta material. Företaget var först i världen att kunna tillverka klass 80 produkter. BULTEN STAINLESS tekniker var också pådrivande då det gällde att ta fram den nu gällande internationella standarden ISO 3506-1 som gäller för skruvar i rostfria och syrafasta stål. BULTEN STAINLESS har nu vidareutvecklat klass 80 och tagit fram BUMAX 88 och BUMAX 109, vilka provas på samma sätt som föreskrivs i ISO 3506-1,

© BULTEN

men håller högre värden än de som gäller enligt standarden. BUMAX 88 och BUMAX 109 är utvecklade för att ha en hållfasthet likvärdig med hållfasthetsklasserna 8.8 och 10.9 för låglegerade stålskruvar, samtidigt som de har bättre övriga egenskaper än normal A4. I ISO 3506-1 föreskrivs även hållfasthetsdata för några andra rostfria stålsorter. Den höga hållfasthet som uppnås med BULTEN STAINLESS tillverkningsmetoder möjliggör ett nytänkande på konstruktionssidan.

Genom att välja höghållfasta skruvar kan antingen klenare dimensioner eller mindre antal skruv användas. Detta innebär bl a lägre vikt och lägre kostnad för slutprodukten. I sammanhanget är det viktigt att göra följande påpekande:

I den ogängade delen av en rullgängad skruv är hållfastheten lägre än i den gängade. Trots detta är skruven jämnstark genom den större arean i den ogängade delen. En färdig skruv som i efterhand utsätts för skärande bearbetning förlorar följaktligen angiven hållfasthet, vilket kan innebära en allvarlig risk i den fortsatta hanteringen.

8.9 VAL AV HÅLLFASTHETSKLASS

Ur ekonomisk synpunkt bör man alltid välja hög hållfasthet, dvs BUMAX 88 eller BUMAX 109.

Med starkare skruvar kan man välja klenare dimensioner, vilket ger följande fördelar:

- Skruven blir billigare.
- Konstruktionen kan göras mindre så att man spar dyrbart utrymme.
- Man behöver inte borra så stora hål, vilket kan ge väsentliga tidsbesparingar.

En starkare skruv ger dessutom:

- En hårdare skruv med mindre längdutvidgning, vilket ger ett säkrare förband även om temperaturen stiger.
- En mindre förlängning, vilket oftast är en fördel.
- Bättre motstånd mot punktfrätning.

BUMAX 88- och 109-skruv är att betrakta som säkrare fästelement, framförallt ur praktisk synpunkt. Med detta menas att klass 50 är så mjuk och har så stor brottförlängning att montören, i varje fall för dimensioner tom M16, inte märker att förspänningen har slutat öka och ersatts av plasticering hos skruven. Sådana förband är osäkra och orsakar ofta reparationskostnader.

Den höga hållfastheten hos BULTEN STAINLESS skruvar beror på deformationshårdnandet vid den plastiska bearbetningen, då speciellt förlängningsgränsen höjs. Man kan välja mindre skruvar då man väljer BULTEN STAINLESS starka skruvar.

8.10 SLAGSEGHET

Vid mycket låga temperaturer blir normala låglegerade stål spröda medan de austenitiska stålen behåller sin seghet och kan användas vid mycket låga temperaturer. Ett ståls förmåga att kunna fungera vid dessa temperaturer (ner till -200°C) bestäms av dess slagseghet. I tabell 8.10 visas resultaten från slagseghetsprovning av skruvar i olika hållfasthetsklasser.

Ju högre hållfasthet desto lägre blir slagsegheten. BUMAX 88 och BUMAX 109 har trots den höga hållfastheten mycket bra slagseghet i synnerhet då man jämför med stålskruv i hållfasthetsklasserna 8.8 och 10.9.

TABELL 8.10

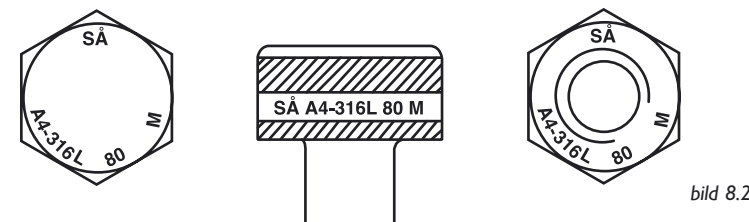
Hållf. klass	Slagseghet i Joule (J) vid °C				
	+20	-50	-100	-140	-196
A4 -70	96,9	91,9	84,5	80,6	73,4
BUMAX 88	79,5	74,5	69,0	60,0	47,4
BUMAX 109	36,0	34,0	32,9	31,0	29,5

8.11 MÄRKNING

Enligt ISO 3506-1 och -2 skall sexkantsskruvar och muttrar med gängdiameter ≥ 5 mm märkas med ståltyp och hållfasthetsklass. Jämför tabell 8.8 och 8.9. Denna märkning skall åtföljas av tillverkarens varumärke.

Andra typer av skruvar kan märkas på samma sätt när det är möjligt. Det är också tillåtet att lägga till märkning om denna ej förvillar.

Bild 8.2 är ett exempel på hur vårt sortiment märks enligt nämnda krav.



Dimensioner under M5 kan av utrymmesskal sakna delar av märkningen. Legotillverkade produkter kan också ha något avvikande märkning, men stålsort finns dock alltid angiven.

De olika symbolerna står för följande:

- SÅ = tillverkarbeteckning
- A4-316 L = materialtyp-grupp
- 80 = hållfasthetsklass
- M = gängtyp, metrisk

UNF- och UNC-gängade produkter omfattas ej av ISO 3506-1 och -2. BULTEN STAINLESS tillverkar dock även dessa produkter med hållfasthetsdata enligt ISO 3506-1 och -2.

8.12 ÅTDRAGNINGSMOMENT OCH KRAFTER

För att skruvförband skall vara intakta är det viktigt att man vid montaget uppnår rätt förspänning. Värdena i tabell 8.11 är beräknade att ge en förspänning på ca 65% av förlängningsgränsen ($R_{p0,2}$). Rätt förspänning kan endast uppnås om man har ett förband med låg friktion.

Om inget smörjmedel används, kan förspänningen variera kraftigt och kan bli så låg som ca 20% av det angivna värdet. Detta beror på att åtdragningsmomentet används för att överbrygga friktion istället för att spänna förbandet. BUMAX 88 och BUMAX 109 är behandlade med ett högklassiskt smörjmedel för att erhålla låg friktion. För dessa produkter uppgår spridningen på förspänningsvärdena till ca +/-15% vid montage i mutter med kalibrerad momentnyckel. Se också kapitel 9 "Hur skall man dra åt?"

TABELL 8.11
ÅTDRAGNINGSMOMENT OCH KRAFTER FÖR A2 OCH A4 SAMT BUMAX 88 OCH 109, M-GÄNGA. VAXADE PRODUKTER

Beskrivning	Klass	Skruvdiameter														
		M3	M4	M5	M6	M8	M10	M12	M14	M16	M18	M20	M24	M27	M30	M36
Åtdragnings- moment Mv i Nm	50	0,4	1,0	1,9	3,3	7,8	15	27	43	65	91	127	220	318	434	755
	70	0,9	2,0	4,1	7,0	17	33	57	91	140	195	273	472	682	930	1620
	80	1,2	2,7	5,4	9,3	22	44	76	121	187	261	364	629	909	1240	2160
	BUMAX 88	1,3	2,9	5,7	9,8	25	47	82	129	198	275	385	665	961	1310	2280
	BUMAX 109	1,7	4,1	8,1	14	34	66	115	161	248	344	481				
Förspänningskraft medelvärde kN	50	0,8	1,4	1,9	2,7	5,0	7,8	12	16	21	27	33	48	63	77	112
	70	1,5	2,6	4,2	5,9	11	17	25	34	47	56	72	103	134	164	239
	80	2,0	3,4	5,5	7,8	14	23	33	45	61	75	96	138	179	219	319
	BUMAX 88	2,1	3,6	5,9	8,4	15	24	35	48	65	80	102	181	235	287	418
	BUMAX 109	2,9	5,2	8,6	12	21	34	49	60	81	100	128				
Brottkraft kN	50	2,5	4,4	7,1	10	18	29	42	58	79	96	123	177	230	281	409
	70	3,5	6,1	9,9	14	26	41	59	81	110	134	172	247	321	393	572
	80	4,0	7,0	11	16	29	46	67	92	126	154	196	282	367	449	654
	BUMAX 88	4,0	7,0	11	16	29	46	67	92	126	154	196	282	367	449	654
	BUMAX 109	5,0	8,8	14	20	37	58	84	115	157	192	245				
Sträckkraft kN	50	1,3	2,2	2,9	4,2	7,7	12	18	24	33	40	51	74	96	118	172
	70	2,2	3,9	6,4	9	16	26	38	52	71	86	110	159	207	253	368
	80	3,0	5,3	8,5	12	22	35	51	69	94	115	147	212	275	337	490
	BUMAX 88	3,2	5,6	9,1	13	23	37	54	74	100	123	157	226	294	359	523
	BUMAX 109	4,5	8,0	13	18	33	52	76	93	125	154	196				
Spänningsarea	mm ²	5,03	8,78	14,2	20,1	36,6	58	84	115	157	192	245	353	459	561	817
Delning	mm	0,6	0,7	0,8	1,0	1,25	1,5	1,8	2,0	2,0	2,5	2,5	3,0	3,0	3,5	4,0

8.13 VARMSTRÄCKGRÄNSER

Vid användning av fästelement i höga temperaturer är det viktigt att veta vilken hållfasthet som uppnås vid de aktuella temperaturerna. De värden som finns att tillgå för ett ståls hållfasthet vid förhöjd temperatur är vanligtvis de som ståltillverkarna tar upp i sina datablad. Dessa värden gäller då endast för stålet i leveranstillstånd, vilket normalt är mjukglödgat ut-förande och kan inte användas för höghållfasta fästelement, vilka fått sin hållfasthet genom kalldeformation. BULTEN STAINLESS har låtit undersöka varmsträckgränserna för:

1. Sexkantsskruv BUMAX 88 i dimension M 10 x 100 mm
2. Sexkantsskruv BUMAX 109 i dimension M 10 x 100 mm.

Undersökningen är gjord vid Sandvik Steel Research Center och redovisas i kurvform i bild 8.3. Resultatet av undersökningen visar att BUMAX skruvarna har mycket hög kvarvarande hållfasthet även vid relativt höga temperaturer. Då det gäller förband med krav på hög hållfasthet och som är utsatta för hög temperatur under lång tid, bör man i stället för förlängningsgränsvärdena, beräkna förbandet med hjälp av de sk krypbrottvärdena. I sådana fall bör man välja mer utpräglade högtemperaturstål för att få ett säkert förband. Se BULTEN STAINLESS broschyr "Fästelement för höga temperaturer".

8.14 LÄNGDUTVIDGNINGSKOEFFICIENTER

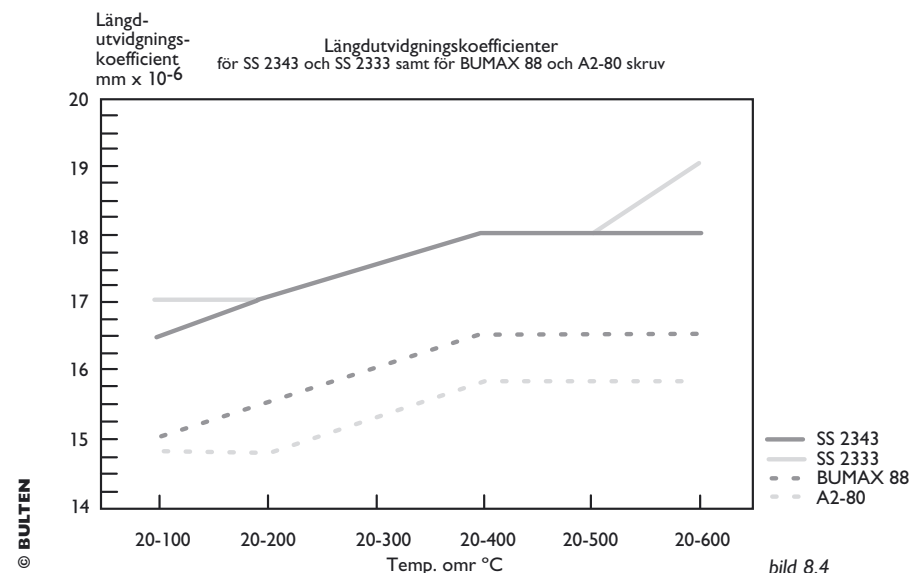
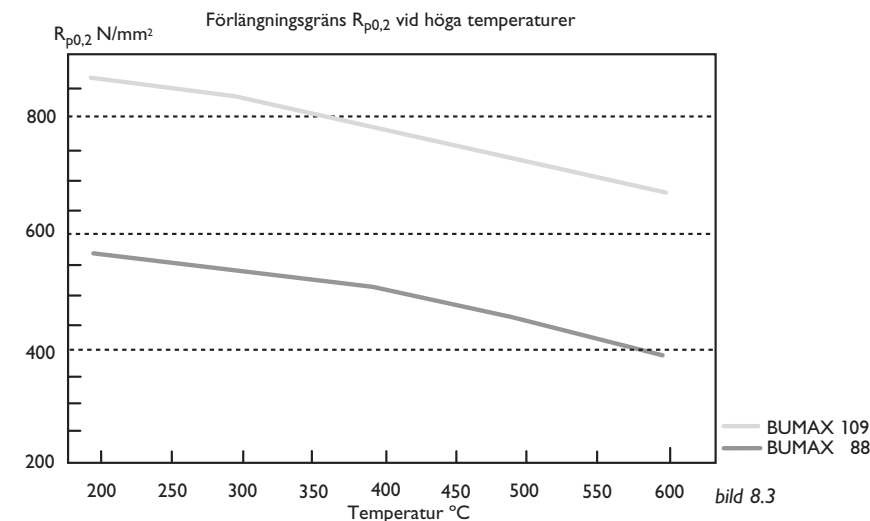
Längdutvidgningskoefficienten i austenitiska stål påverkas av temperaturen samt i vilket tillstånd materialet befinner sig. För SS 2343 och SS 2333 i glödgat tillstånd ligger värdena på ungefär samma nivå för de båda stälen. Genom kallbearbetning minskas koefficienten och då något mer för SS 2333 A2-80 än för SS 2343 BUMAX 88. Kallbearbetningsgraden ligger på ca 30%. Detta visas i bild 8.4.

8.15 HÅLLFASTHETSKLASSER FÖR MUTTER

Muttrar i stålgrupperna A2 och A4 kallformas i dimensionsområdena M 6 – M 24 resp 1/4 UNC – 1 UNC. De tillverkas i olika hållfasthetsklasser motsvarande dem för skruvar och märks på samma sätt. Se avsnitt 8.11 och tabell 8.8 samt 8.2. Skruvar och muttrar kombineras så att de har samma hållfasthetsklass men muttrar av högre klass kan alltid ersätta muttrar av lägre klass.

8.16 HÅRDA BRICKOR

Vid höga förspänningskrafter, då skruvarnas hållfasthet utnyttjas optimalt, krävs ett hårt underlag under skruvhuvud och mutter. För låg hårdhet i underlaget kan leda till sättningar och deformationer. Vid konstruktion med BUMAX 109 bör hårdheten i underlaget vara min HB 300. Motsvarande hårdhet för BUMAX 88 är HB 250. BULTEN STAINLESS lagerför brickor som är anpassade till skruvarnas höga hållfasthetsvärden.



HUR HÅRT SKALL MAN DRA ÅT?

- 9.1 Förspänning och åtdragningsmoment
- 9.2 Förspänningsmetoder och förspänningsförfarande
- 9.3 Fördelning av åtdragningsmoment
- 9.4 Faktorer som bestämmer åtdragningsmoment
- 9.5 Beräkning av åtdragningsmoment
- 9.6 Förspänningsgrad
- 9.7 Tabellernas användning
 - 9.7.1 Omräkning för olika friktionsförhållanden
 - 9.7.2 Omräkning för vissa skruvtyper/muttertyper
- 9.8 Åtdragningsmoment för stålskruvförband
- 9.9 Åtdragningsmoment för rostfria skruvförband
- 9.10 Tabeller

9.1 FÖRSPÄNNING OCH ÅTDRAINGSMOMENT

För att ett skruvförband skall fungera riktigt och kunna motstå stora statiska eller växlande krafter under lång tid måste skruvarna förspännas. Förspänningen skall normalt hållas på en sådan nivå, att den av dragspänning och vridspänning sammansatta spänningen i skruven inte överskrider skruvmaterialets sträckgräns. En anpassning till skruvens hållfasthet, rådande friktionsförhållande och använd åtdragningsmetod krävs alltid.

Förspänningskraftens huvudsakliga uppgift är att klämma samman de hopfogade delarna. Den hindrar emellertid också skruven och muttern från att lossna och åstadkommer friktionskrafter mellan de hopfogade delarna, vilket ökar motståndet mot tvärkrafter.

Ett förband med hög förspänning blir mindre, lättare och billigare för en given dragkraft och dessutom inte lika utmattningskänsligt som ett förband med låg förspänning.

Den förspänning som man får vid monteringen kan efter hand minska genom sättning hos det klämda materialet, dvs en del av den elastiska deformationen blir permanent. Särskilt stor är risken när förbandet klämmer över viskoelastiska material (packning av kork eller gummi, målade ytor o d). För att förspänningen inte skall minska för mycket bör skruvförbandet ha en viss klämlängd. Skruvens elastiska förlängning kan då motverka en del av sättningen.

Förbandets utformning har stor inverkan, men för stumma förband kan man tillämpa regeln:

klämlängden $\geq$ gängdiameter, dock minst 20 mm.

9.2 FÖRSPÄNNINGSMETODER OCH FÖRSPÄNNINGSFÖRFARANDEN

För förspänning av ett skruvförband kan olika förfaranden användas. Enklast är att dra "på känn" för hand eller att använda en slående maskin utan momentstav. Detta ger dock ingen eller endast dålig styrning av förspänningskraften. För att erhålla en bestämd förspänningskraft i förbandet måste man använda andra förfaranden, beroende på vilka krav som ställs på förbandet i fråga om förspänningsgrad, spridning hos förspänningskraft och lossningsrisk. Vanligast är förfaranden enligt momentstyrningsmetoden, dvs åtdragning med ett givet vridmoment – åtdragningsmoment. Man använder då en momentnyckel eller en maskin med momentstyrning, t ex en slående maskin med en momentstav eller en segdragande maskin.

Vill man utnyttja skruvförbandet optimalt, används metoder som förspänner skruven så mycket att den börjar komma in i det plastiska området. Detta kan uppnås med vridvinkelmetoden (moment-vinkelmetoden) eller med sträckgränsmetoden. Spridningen i förspänningskraften blir då betydligt mindre.

I de fall då det ställs höga krav på skruvförbandet eller då en personskada eller ett allvarligt maskinfel kan befaras om skruvförbandet inte fungerar, måste förspänningsförfarandet och förspänningsdata bestämmas genom praktiska prov.

9.3 FÖRDELNING AV ÅTDRAGNINGSMOMENTET

Syftet med åtdragningen är att åstadkomma en förspänningskraft. Större delen av momentet går dock åt för att övervinna friktion i gänga samt mot huvudet eller mutterns anliggningsyta. Under ogynnsamma friktionsförhållanden kanske endast ca 10% av momentet blir över för att åstadkomma förspänningskraften. Med effektiva smörjningsmetoder kan emellertid en större del, men knappast mer än 20%, utnyttjas för att åstadkomma förspänning.

Fördelning av åtdragningsmomentet vid normala förhållanden.

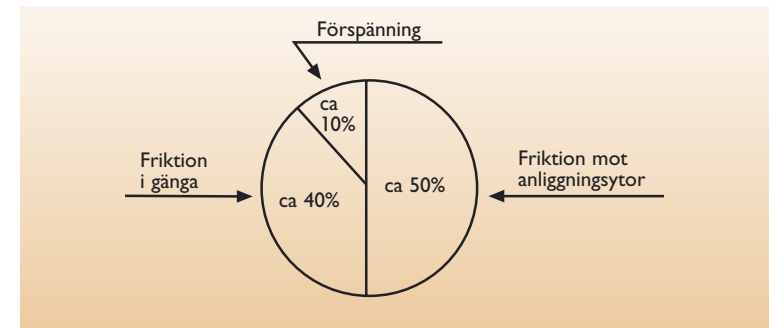


bild 9.1

9.4 FAKTORER SOM BESTÄMMER ÅTDRAGNINGSMOMENTET

En regel som konstruktörer brukar följa, är att ingen del i konstruktionen får belastas över sträckgränsen. En viss säkerhetsfaktor brukar också tillämpas.

En mycket stor del, ca 40% av momentet, går åt för att övervinna gängfriktionen, vilket resulterar i en stor vridspänning i skruven. Vridspänningen varierar med friktionsförhållandena, men utgör mellan 10% och 30% av den totala spänningen. Effektivspänningen, som är sammansatt av dragspänningen och vridspänningen, får högst vara lika med sträckgränsen. Spänningen under kontinuerlig drift bör dock inte överstiga förspänningen.

Friktionen är beroende av skruvens, mutterns och anliggningsytornas (eventuella brickors) material, ytjämnhet eller ytbehandling, samt smörjningstillstånd. Gängans ytbeskaffenhet och användningen av låsvätska, tättningsmedel eller smörjmedel påverkar friktionen i gängan. Målade anliggningsytor kan minska friktionen och öka förspänningen, men enligt vad som sagts inledningsvis, finns det också stor risk för att förspänningen minskar efter hand genom sättning.

Hänsyn måste också tas till osäkerheten. Friktionskoefficienten är inte konstant, vilket ger spridningar i förspänningskraften. Framförallt skruv- och mutterdragare, men även momentnycklar, kan ge stora spridningar i det anbringade momentet. Momentet får därför inte vara så högt, att effektivspänningen överskrider sträckgränsen hos skruven när förspänningen blir som högst.

Med en momentnyckel av hög kvalitet kan man komma ned till $\pm 5\%$ spridning hos momentet (ca $\pm 16\%$ spridning i förspänningskraften under normala förhållanden).

Vid användning av slående maskin med momentstav kanske man endast kan komma ned till en spridning hos momentet på $\pm 20\%$ (ca $\pm 32\%$ spridning i förspänningskraften under normala förhållanden). Under de senaste åren har segdragande maskiner kommit fram, vilka ger lika liten spridning hos momentet som en momentnyckel av hög kvalitet, dvs omkring $\pm 5\%$.

Vid serietillverkning blir spridningen större, men ett krav på högst $\pm 15\%$ spridning hos momentet bör kunna ställas vid användning av segdragande maskin. Om förbandets funktion är viktig, måste man föreskriva åtdragningsmomentet och ange tolerans för momentet eller ange förspänningsförfarandet samt även föreskriva smörjningsförhållanden. Skruvtypen eller muttertypen kan också påverka det åtdragningsmoment som krävs. Exempelvis kräver skruvar med sänkhuvud och flänsskruvar större moment än motsvarande skruvar vars huvud har plan undersida, eftersom anliggningsytan är större. För pinnskruvar och stoppskruvar måste däremot momenten minskas, eftersom anliggningsyta saknas.

Vid montering av gängande (gängformande) skruvar kan inte momenten enkelt beräknas, eftersom skruvarna samtidigt åstadkommer gängorna.

Avsnitt 9.7.2 ger anvisning för omräkning eller utprovning av åtdragningsmomenten för olika skruvtyper eller muttertyper.

9.5 BERÄKNING AV ÅTDRAGNINGSMOMENTET

För att bestämma ett åtdragningsmoment måste man veta följande:

1. Skruvtypen/muttertypen
2. Skruvens/mutterns gängdiameter
3. Skruvens/mutterns hållfasthetsklass
4. Friktionsförhållanden
5. Åtdragningsförfarandet

Olika tabeller finns i facklitteraturen. Tabeller för ett par vanliga förekommande förhållanden – åtdragning av obehandlade, an-oljade stålskruvförband och av vaxade, rostfria skruvförband med momentnyckel eller skruv-/mutterdragare med momentstyrning (momentspridningen max $\pm 5\%$) – finns i tabell 9.2 – 9.4, sid 71 – 73.

För andra förfaranden eller andra friktionsförhållanden och för vissa skruvtyper eller muttertyper måste värdena omräknas. Se avsnitten 9.7.1 och 9.7.2 Hur tabellerna skall användas beskrivs längre fram, men först något om den teoretiska bakgrunden.

Åtdragningsmomentet (M_v) i tabellerna har beräknats ur efterföljande formel. Den är en vidareutveckling av den formel som tyskarna Kellerman och Klein presenterade i mitten av 1950-talet. Olika formler kan ge något olika resultat, men oftast har det större betydelse hur mycket de använda beräkningsvärdena avviker från de verkliga förhållandena.

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

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

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

d = skruvgängans ytterdiameter, mm

P = gängdelningen, mm

A_s = spänningsarean hos gängan, mm². Se tabell 9.2

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:

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

Tack vare geometriska samband och då man mestadels har samma friktionskoefficient i gänga och anliggningsyta, kan k i stället skrivas:

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

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

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

De ingående faktorerna har följande betydelse:

- d_2 = skruvgängans medeldiameter, mm
- φ = gängans stigningsvinkel
- ρ' = gängans friktionsvinkel (beroende på friktionskoefficienten μ_g i gängan och erhålls ur $\tan \rho' = \mu_g$)
- D_k = anliggningsytans friktionsdiameter, mm
- μ_u = friktionskoefficient i anliggningsytan (se tabell 9.1).
- μ_{tot} = vid moment-kraft-utbyte verksamt friktionskoefficient (se tabell 9.1)

Faktorn κ tar hänsyn till den vridningsspänning som uppstår i skruven till följd av gängfriktionen. Vridspänningen sänker möjligheten att belasta en skruv axiellt. Med hjälp av deviationsarbetshypotesen för beräkning av effektivspänning (jämförelse-spänning), erhålles:

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

De ingående faktorerna har följande betydelse:

- σ_e = effektivspänningen, som kan bli högst $= \sigma_s$ N/mm²
- σ_F = skruvens förspänning, N/mm²
- $d A_s = \sqrt{4 A_s / \pi}$ = spänningsareans diameter, mm

- P = gängdelningen, mm
- μ_g = friktionskoefficienten i gängan (se tabell 9.1)
- 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 9.1. Värdet på κ beror huvudsakligen på friktionskoefficienten i gängan (μ_g) och har därför i tabellen angetts vara oberoende av gängstorlek, liksom värdet på k .

9.6 FÖRSPÄNNINGSGRAD

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

De ingående faktorerna har följande betydelse:

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

- G_F = förspänningsgraden
- F_{Fm} = $\sigma_F \times A_s$ = medelförspänningskraften, N
- F_s = $\sigma_s \times A_s$ = 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 (se tabell 9.1).

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). Förspänningsgraden (G_F) för olika friktionskoefficienter vid åtdragning med momentnyckel eller skruv-/mutterdragare med max $\pm 5\%$ momentspridning framgår av tabell 9.1.

9.7 **TABELLERNAS ANVÄNDNING**

För att du lättare skall kunna bestämma åtdragningsmomentet har vi tagit med tabeller med beräkningsvärden, omräkningsfaktorer för olika friktionsförhållanden och uträknade åtdragningsmoment för vanligen förekommande förhållanden. Tabellerna gäller för skruvförband med skruvar och muttrar som har plan, mot gängaxeln vinkelrät anliggningsyta med ytterdiametern ca 1,5 d (d = gängans nominella ytterdiameter). För annan anliggningsyta och för gängande (gängformande) skruvar måste åtdragningsmomentet omräknas enligt avsnitt 9.7.2.

De åtdragningsmoment som angetts i tabellerna är rekommendationer med erfarenhet från monteringsfall och laboratorieprov. Värdena kan användas för allmänna monteringsfall där man kan acceptera de spridningar av förspänningskraften som anges av S_F / F_{Fm} i tabell 9.1.

Ställs krav på noggrannare bestämd förspänningskraft, krävs provmonteringar för det aktuella monteringsfallet. Det kan till och med visa sig nödvändigt att studera friktionen separat för gänga och anliggningsyta, när olika material kommer i kontakt. Det kan också krävas att man väljer speciella kombinationer av ytbehandlingar och smörjmedel för att få önskade egenskaper. Åtdragningsmaskiner med speciella egenskaper kan också behövas.

Krävs extremt högt utnyttjande av skruvarna kan det bli nödvändigt att förspänna dem in i det plastiska området. Detta åstadkoms enligt vridvinkelmetoden (momentvinkelmetoden) eller enligt sträckgränsmetoden. Vid seriemontering används datoriserade system enligt dessa metoder.

9.7.1 **OMRÄKNING FÖR OLIKA FRIKTIONSFÖRHÅLLANDEN**

Tabell 9.1 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 det kan gälla andra friktionsförhållanden.

Omräkningsfaktorn (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 molybden-disulfid (MoS_2), minskar friktionen, varvid omräkningsfaktorn 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 molybden-disulfid, 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 istället för obehandlade och anoljade, medför det att friktionen ökar men trots det skall momentet minskas eftersom omräkningsfaktorn 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.

Omräkningsfaktorn (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 (omräkningsfaktorn minskar från 1,00 till 0,84). Annars skulle sträckgränsen (σ_s) kunna överskridas.

9.7.2 **OMRÄKNING FÖR VISSA SKRUVTYPER/MUTTERTYPER**

Det åtdragningsmoment som erhålls ur momenttabellerna 9.2-9.4 kan, efter eventuell omräkning till andra friktionsförhållanden enligt avsnitt 9.7.1, ibland även behöva omräknas med hänsyn till skruvtypen eller muttertypen.

Sådan omräkning krävs när den skruv eller mutter, som man drar åt, har en anliggningsyta vilken inte är plan och vinkelrät mot gängaxeln eller vars ytterdiameter väsentligt avviker från storleken 1,5 d (d = gängans nominella ytterdiameter).

För skruvar och muttrar med mera avvikande storlek eller avvikande form hos anliggningsytan ges rekommendationer för omräkning av åtdragningsmomentet i det efterföljande.

När stor noggrannhet krävs, är det dock nödvändigt att fastställa moment/kraft-utbytet genom provning för att kunna bestämma lämpligt åtdragningsmoment. För montering av gängande (gängformande) skruvar kan inte heller momentet enkelt beräknas, eftersom skruvarna samtidigt åstadkommer gångorna och skruvformen då inverkar. Standarden SS 3392, som ingår i SMS handbok 517, ger anvisningar om hur momentet kan bestämmas för sådana skruvar.

9.7.2.1 **Skrudar med sänkhuvud**

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

9.7.2.2 **Flänsskruvar och flänsmuttrar**

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

9.7.2.3 **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 ände eller med skål har större friktionsradie och kräver därför det högre momentet.

9.7.2.4 **Pinnskruvar**

För montering av pinnskruförband krävs först att godsändan dras fast i det gängade hålet och sedan att förbandets mutter dras åt. För fastdragning 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.

9.8 **ÅTDRAGNINGSMOMENT FÖR STÅLSKRUVFÖRBAND**

Ett skruvförband av stål i hållfasthetsklass 8.8 enligt SS-EN20898-1 och med gänga M10 kräver enligt momenttabell 9.2 för stålskruförband med metriska grovgångor 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 många 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 en inställbar momentstyrning med spridning max $\pm 5\%$.

Ur momenttabellen erhålls åtdragningsmomentet $M_v = 47 \text{ Nm}$ för obehandlade, anoljade stålskruförband. Likaså erhålls $\sigma_s = 640 \text{ N/mm}^2$ och $A_s = 58 \text{ mm}^2$.

Detta ger sträckkraften:

$$F_s = \sigma_s \times A_s = 640 \times 58 \text{ N} = 37120 \text{ N} = 37,1 \text{ kN}$$

Ur tabellen 9.1 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:

$$\begin{aligned} &\text{Åtdragningsmomentet} \\ &= M_v \times C = 47 \times 0,96 \text{ Nm} = 45 \text{ Nm} \end{aligned}$$

Medelförspänningskraften

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

Förspänningskraftens spridning

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

9.9 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 SS-ISO 3506-1 för rostfria skruvar överensstämmer inte med dem för vanliga stålskruvar. En särskild momenttabell 9.4 har därför tagits med för rostfria skruvförband. Momentvärdena är där uträknade för produkter som är vaxade, vilket anses vara ett normalt tillstånd. Se också kapitel 8.12. Det bör påpekas att slående maskiner inte får användas vid åtdragning av rostfria förband. Förspänningsgraden vid detta tillstånd används vid jämförelse med andra friktionsförhållanden. Se tabell 9.1.

Smörjning med molybdendisulfid (MoS_2) ger liknande friktionsförhållande som vaxning. Följande exempel visar hur tabellen kan utnyttjas:

En sexkantsskruv M 10 i hållfasthetsklass A4 – 80 förspänns med vaxad mutter i samma hållfasthetsklass. Åtdragningen utförs med momentnyckel på muttern.

Ur momenttabell 9.4 erhålls åtdragningsmoment $M_v = 44 \text{ Nm}$, för vaxade rostfria skruvförband.
Likaså erhålls $\sigma_s = 600 \text{ N/mm}^2$ $A_s = 58 \text{ mm}^2$.

Detta ger sträckkraften $F_s = \sigma_s \times A_s = 600 \times 58 \text{ N} = 34800 \text{ N} = 34,8 \text{ kN}$.

Ur tabell 9.1 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:

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

Medelförspänningskraften

$$F_{Fm} = F_s \times G_F = 34,8 \times 0,65 \text{ kN} = 22,6 \text{ kN}$$

Förspänningskraftens spridning

$$S_F = \frac{S_F}{F_{Fm}} \times F_{Fm} = \pm 0,23 \times 22,6 \text{ kN} = \pm 5,2 \text{ kN}$$

9.10 TABELLER

Avsnittet innehåller en hjälptabell med beräkningsvärden och omräkningsfaktorer samt momenttabeller.

Tabellförteckning:

Tabell 9.1

Beräkningsvärden och omräkningsfaktorer för olika friktionsförhållanden.

Tabell 9.2

Åtdragningsmoment i Nm för obehandlade anoljade stålskruvförband. Metriska grovgångor.

Tabell 9.3

Åtdragningsmoment i Nm för obehandlade anoljade stålskruvförband. Metriska fingångor.

Tabell 9.4

Åtdragningsmoment för vaxade rostfria skruvförband. Metriska grovgångor.

TABELL 9.1
BERÄKNINGSVÄRDEN OCH OMRÄKNINGSFAKTORER (C) FÖR OLIKA FRIKTIONSFÖRHÅLLANDEN (ÅTDRAGNING MED MOMENTNYCKEL ELLER SKRUV/MUTTERDRAGARE MED MOMENTSTYRNING. MOMENTSPRIDNINGEN MAX ± 5%).

Material, ytbeskaffenhet ¹⁾		Smörjningstillstånd	μ_{tot} μ_g μ_u	$\pm \frac{S_F}{F_{Fm}}$	k	κ	G _F	C ³⁾
Skruv	Mutter eller godsgänga							
Stål, obeh	Stål, obeh	torr	0,14	0,29	0,168	1,24	0,62	0,96
	MoS ₂	olja	0,125	0,16	0,152	1,21	0,71	1,00
	vax	0,10	0,16	0,125	1,15	0,75	0,86	
		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
	MoS ₂	olja	0,10	0,16	0,125	1,15	0,75	0,86
	vax	0,08	0,11	0,103	1,11	0,81	0,77	
		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
Stål ZIB	Stål ZIB eller obeh	gleitmo® 602	0,14	0,29	0,168	1,24	0,62	0,96
		eller gleitmo® 603	0,14	0,29	0,168	1,24	0,62	0,96
Stål, fzv	Stål, fzv eller obeh	olja (leveranstillstånd)	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	1,24	0,69	1,07	
		vax	0,06	0,11	1,08	0,83	0,63	
	Lättmetall	olja/emulsion	0,16	0,29	0,189	1,29	0,60	1,04
Stål, epoxi	Stål, epoxi 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	0,11	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, ZIB = zink/järn med svart kromatering, fzv = varmförzinkad, epoxi = beläggning baserad på epoxiharts
- 2) Rostfritt stål omfattar liksom i SS-ISO 3506-1 även s k syrafast stål.

- 3) Omräkningsfaktorn C vid omräkning av åtdragningsmomentet till ett 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 efterföljande 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.

TABELL 9.2
ÅTDRAGNINGSMOMENT (M_t) I Nm FÖR OBEHANDLADE, ANOLJADE STÅLSKRUVFÖRBAND VID ANVÄNDNING AV MOMENTNYCKEL ELLER
SKRUV/MUTTERDRAGARE MED MOMENTSTYRNING. (MOMENTSPRIDNINGEN MAX ± 5%). METRISKA GROVGÄNGOR.

Gänga M	d mm	P mm	A _s mm ²	Hållfasthetsklass enligt SS-EN 29898-1				
				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
7	7	1	28,9	6,1	10,1	16,1	23	27
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	1120
27	27	3	459	360	600	961	1350	1620
30	30	3,5	561	492	819	1310	1840	2210
33	33	3,5	694	663	1100	1770	2480	2980
36	36	4	817	855	1420	2280	3210	3850
39	39	4	976	1100	1830	2930	4120	4940
42	42	4,5	1121	1360	2270	3640	5110	6140
45	45	4,5	1306	1690	2820	4510	6340	7610
48	48	5	1473	2040	3400	5450	7660	9190
52	52	5	1758	2620	4370	6990	9830	11800
56	56	5,5	2030	3270	5440	8710	12200	14700
60	60	5,5	2362	4050	6750	10800	15200	18200
64	64	6	2676	4900	8170	13100	18400	22000
68	68	6	3055	5910	9860	15800	22200	26600
72	72	6	3460	7060	11800	18800	26500	31800
76	76	6	3889	8340	13900	22200	31300	37500
80	80	6	4344	9770	16300	26100	36600	44000
85	85	6	4948	11800	19600	31400	44200	53000
90	90	6	5591	14000	23400	37400	52700	63200
95	95	6	6273	16600	27600	44200	62200	74600
100	100	6	6995	19400	32300	51700	72700	87300
σ _s = R _{el} eller R _{p0,2} N/mm ² nominellt				240	400	640	900	1080
$\frac{k}{\kappa \left(1 + \frac{S_f}{F_{fm}} \right)} \times \sigma_s \text{ N/mm}^2$				26,16	43,60	69,76	98,10	117,72

TABELL 9.3
ÅTDRAGNINGSMOMENT (M_v) I Nm FÖR OBEHANDLADE, ANOLJADE STÅLSKRUVFÖRBAND VID ANVÄNDNING AV MOMENTNYCKEL ELLER
SKRUV/MUTTERDRAGARE MED MOMENTSTYRNING. (MOMENTSPRIDNINGEN MAX ± 5%). METRISKA FINGÄNGOR.

Gänga M	d mm	P mm	A _s mm ²	Hållfasthetsklass enligt SS-EN 20898-1				
				4.6	5.8	8.8	10.9	12.9
2 x 0,25	2	0,25	2,45	0,14	0,24	0,38	0,54	0,65
2,2 x 0,25	2,2	0,25	3,03	0,19	0,32	0,52	0,73	0,87
2,5 x 0,25	2,5	0,25	3,70	0,28	0,46	0,74	1,0	1,2
3 x 0,35	3	0,35	5,60	0,49	0,82	1,3	1,8	2,2
3,5 x 0,35	3,5	0,35	7,90	0,80	1,3	2,1	3,0	3,6
4 x 0,5	4	0,5	9,79	1,2	1,9	3,1	4,3	5,2
4,5 x 0,5	4,5	0,5	12,8	1,7	2,8	4,5	6,3	7,5
5 x 0,5	5	0,5	16,1	2,3	3,9	6,2	8,7	10
6 x 0,75	6	0,75	22,0	3,9	6,5	10	15	17
8 x 1	8	1	39,2	9,2	15	25	35	42
10 x 1,25	10	1,25	61,2	18	30	48	68	81
10 x 1	10	1	64,5	19	31	49	70	84
12 x 1,5	12	1,5	88,1	31	52	83	117	140
12 x 1,25	12	1,25	92,1	32	53	85	120	144
14 x 1,5	14	1,5	125	51	84	135	190	228
16 x 1,5	16	1,5	167	76	127	204	287	344
18 x 1,5	18	1,5	216	110	184	294	413	496
20 x 1,5	20	1,5	272	153	255	408	574	688
22 x 1,5	22	1,5	333	205	341	546	768	921
24 x 2	24	2	384	261	435	696	979	1170
27 x 2	27	2	496	376	627	1000	1410	1690
30 x 2	30	2	621	520	866	1390	1950	2340
33 x 2	33	2	761	697	1160	1860	2610	3130
36 x 3	36	3	865	883	1470	2350	3310	3970
σ _s = R _{el} eller R _{p0,2} N/mm ² nominellt				240	400	640	900	1080
$\frac{k}{\kappa \left(1 + \frac{S_F}{F_{Fm}} \right)} \times \sigma_s \text{ N/mm}^2$				26,16	43,60	69,76	98,10	117,72

TABELL 9.4

ÅTDRAGNINGSMOMENT (M_v) I Nm FÖR VAXADE ROSTFRIA (ÄVEN SYRAFASTA) SKRUVFÖRBAND VID ANVÄNDNING AV MOMENTNYCKEL ELLER SKRUV/MUTTERDRAGARE MED MOMENTSTYRNING. MOMENTSPRIDNINGEN MAX. ± 5%. METRISKA GROVGÄNGOR.

Gänga	d	P	A _s	Hållfasthetsklass enligt SS-ISO 3506-1							
				Austenitiska (A)			Ferritiska (F) och martensitiska (C)				
M	mm	mm	mm ²	50	70	80	45	50	60	70	80
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	1,0	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	1240	517		848		1320
33	33	3,5	694	585	1250	1670	697		1140		1780
36	36	4	817	755	1620	2160	899		1470		2300
39	39	4	976	969	2080	2770	1150		1890		2950
σ _s = R _{eL} eller R _{p0,2} N/mm ² nominellt				210	450	600	250		410		640
$\frac{k}{\kappa \left(1 + \frac{S_F}{F_{Fm}} \right)} \times \sigma_s \text{ N/mm}^2$				23,10	49,50	66,00	27,50		45,10		70,40

VARFÖR BRISTER DET?

10

- 10.1 Statiskt brott
- 10.2 Brott vid för hög axialkraft
- 10.3 Vridbrott vid för hög förspänning
- 10.4 Torsionsbrott
- 10.5 Utmattningsbrott
 - 10.5.1 Pulserande axialkraft vid hög förspänning
 - 10.5.2 Pulserande axialkraft vid låg förspänning
 - 10.5.3 Pulserande drag- och böjpåkänning
 - 10.5.4 Ensidig böjpåkänning
 - 10.5.5 Växlande böjpåkänning
- 10.6 Väteförsprödningsbrott

10.1 STATISKT BROTT

Det kan finnas flera orsaker till att ett skruvförband går sönder. Vid statisk belastning, dvs ren dragpåkänning utan några sidokrafter, kan brottet se ut på något av nedanstående tre vis.



bild 10.1

- A - Muttern är för svag i förhållande till skruven och mutterns gängor skjuvas av.
- B - Muttern är starkare än skruven, men för låg, och skjuvar då av skruvens gängor.
- C - Muttern är starkare än eller jämnstark med skruven och har dessutom tillräcklig höjd för att få skruven att brista. Detta är den brotttyp man vill ha eftersom bitarna går isär och brottet lätt upptäcks. I de andra fallen kan muttern hänga kvar på förbandet och man upptäcker kanske inte att det är sönder.

© BULTEN

10.2 BROTT VID FÖR HÖG AXIAL-KRAFT

Här visas hur skruven förlängts och kontraktion inträtt innan skruven brustit. Tvärsnittet uppvisar även ett typiskt segt brottutseende. Eftersom belastningen varit högre än den beräknade blir botemedlet att antingen öka antalet skruv eller att öka deras storlek, alternativt välja en högre hållfasthetsklass.



bild 10.2

10.3 VRIDBROTT VID FÖR HÖG FÖRSPÄNNING

Har förbandet utsatts för för hög förspänning vid åtdragning får man ett brott med vidstående utseende. Det känns igen på den svaga spiralstrukturen i brottytan och att brottet alltid sker i den gängade delen av skruven. Botemedlet kan vara bättre kontroll av åtdragningsmomentet.



bild 10.3

10.4 TORSIONS-BROTT

Vid ett rent torsionsbrott har skruven vridits av utan förspänning. Ett sådant brott kan inträffa vid för lång skruv, då skruvänden fastnat i ett gängat bottenhål. Brottytan är glänsande och har spiralstruktur. Botemedlet blir att räkna om förbandet och dimensionera det bättre.



bild 10.4

10.5 UTMATTNINGS-BROTT

Utmattningsbrott kan förekomma i ett flertal olika former och alla har sitt karaktäristiska utseende. Gemensamt för dem alla är ett mer eller mindre väl utvecklat "musselskalsutseende". Den typiska musselstrukturen i brottytan framgår av bild 10.5. Brottet har uppstått genom att utmattningspåkänningen pulserat runt en medelspänning varigenom en linjestruktur utvecklats.

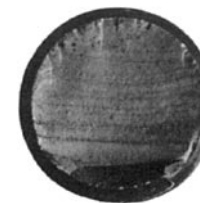


bild 10.5

10.5.1 PULSERANDE AXIALKRAFT VID HÖG FÖRSPÄNNING

Om skruven utsatts för varierande dragbelastningar utan sidospänningar får man en brottyta med ett utseende enligt denna bild.

BroTTYtan består av två områden; en ringformad med grå finkornig struktur och en central med grövre struktur, då ytan blivit så liten att den ej kunnat stå emot belastningen, utan brustit tvärt av. Botemedlet blir konstruktionsändring, styvare klämt gods eller övergång till skruv med nedsvarvat liv, s k töjstamskruv. Därigenom erhåller man ett bättre förhållande mellan de klämande och klämda delarnas fjäderkonstanter men samtidigt lägre förspänningskraft.



bild 10.6

10.5.2 PULSERANDE AXIALKRAFT VID LÅG FÖRSPÄNNING

Skruven på denna bild har brustit pga en pulserande dragpåkänning, men under en lägre förspänning. BroTTYtans utseende skiljer sig från den föregående skruvens, men i bägge fallen inträffade brottet i den första bärande gängan. Botemedlet blir detsamma som i föregående fall. Man kan dessutom höja utmattningshållfastheten genom att rulla gängan efter seghärden och också se till att anliggningsytorna är så släta som möjligt för att undvika mikrosättningar i förbandet.

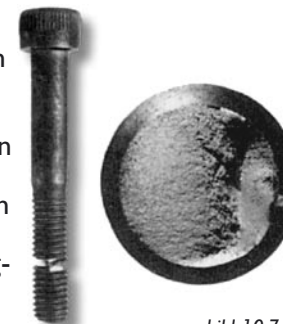


bild 10.7

10.5.3 PULSERANDE DRAG- OCH BÖJPÅKÄNNING

Har skruven utsatts för en pulserande dragbelastning och dessutom för en överlagrad böjbelastning får brottet detta utseende.

Vid sidan av den centrala grövre brottytan kan man urskilja två gråzoner.



bild 10.8

10.5.4 ENSIDIG BÖJPÅKÄNNING

Om belastningen varit ensidig kan man få en pulserande böjbelastning som kan leda till detta brottutseende.



bild 10.9

10.5.5 VÄXLANDE BÖJPÅKÄNNING

Om böjpåkänningen växlat från den ena sidan till den andra, får man ett brott enligt bild 10.10. Slutbrottet inträffar då mitt i skruven och utmattningsbrottet kan vara finkornigt eller musselartat.

Botemedlet mot böjutmattningsbrott är omkonstruktion genom att man inför avlastningsorgan som tar upp böjpåkänningarna innan de går in i skruvförbandet. Dessutom skall man ha bättre ytjämnhet hos de klämda delarna och bättre elasticitetsförhållande mellan klämda och klämmande delar i förbandet.

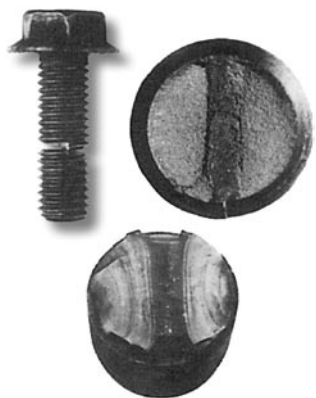


bild 10.10

10.6 VÄTEFÖRSPRÖDNINGSBROTT

Har skruven blivit felhärdad eller ej blivit anlöpt kan sprödbrott inträffa. Skruven är då för hård och brottet inträffar rakt av utan förlängning ungefär på samma sätt som man bryter av en glasstav.

Likartade brottyper kan inträffa vid väteförsprödning då korrekt väteutdrivning ej skett eller utförts för sent efter den elektrolytiska ytbehandlingen. Det är svårt att kunna kontrollera om väte trängt in i materialets korngränser. Man använder vanligtvis ett förspänningsprov då man låter skruven sitta i förspänt tillstånd i minst 48 timmar och med en spänning som ligger nära skruvens sträckgräns.

Om skruven efter denna tid på nytt belastas med inspänningsmomentet utan att brista anses skruvpartiet vara fritt från skadligt väte. Bilden nedan visar hur sprödbrott kan se ut.

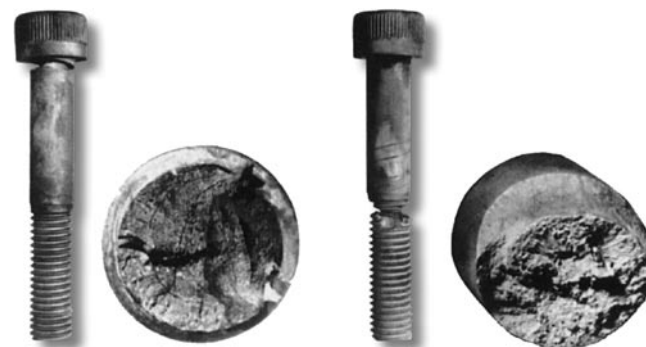


bild 10.11

Botemedel mot sprödbrott på höghållfasta skruvar kan, förutom rätt värmebehandling, vara att använda mekanisk förzinkning eller annan typ av ytbehandling, t ex POLYSEAL, som utesluter närvaron av väte.

- 11.1 BULTEN, teknikens spegel
- 11.2 PPK – Historien bakom en akronym
- 11.3 Envägssystemet
- 11.4 BULTENS stansmutter, BUFO® Pierce Nut
 - 11.4.1 Egenskaper
 - 11.4.2 Dimensioner
 - 11.4.3 Installation
- 11.5 Trilobulära gängpressande skruvar
 - 11.5.1 Två sätt att göra godsgängor och montera skruv
 - 11.5.2 Huvudformer
 - 11.5.3 Gängor
 - 11.5.4 Olika härdningar
 - 11.5.5 Hålkommendationer
 - 11.5.6 Montering och hållfasthet
 - 11.5.7 Kvalitet
 - 11.5.8 Användningsområden
 - 11.5.9 Egenskaper
 - 11.5.10 EXTRUDE-TITE®
- 11.6 PLASTITE® för gängformning i plast
 - 11.6.1 Gängor
 - 11.6.2 Härdning
 - 11.6.3 Hålkommendationer
 - 11.6.4 Montering
 - 11.6.5 Kvalitet
 - 11.6.6 Fördelar
 - 11.6.7 Resultat från prov med PLASTITE skruvar
- 11.7 REMFORM® för gängning i plast
 - 11.7.1 Gängor
 - 11.7.2 Hållfasthet
 - 11.7.3 Rekommenderade hål
 - 11.7.4 Montering
 - 11.7.5 Kvalitet
 - 11.7.6 REMFORM erbjuder
 - 11.7.7 Resultat från prov med REMFORM skruvar
 - 11.7.8 Användningsområde
- 11.8 REMFORM® F för skruvning i metaller
- 11.9 Säkring av skruvförband
 - 11.9.1 FS låsmutter
 - 11.9.2 BUFO® LOC
 - 11.9.3 POWERLOK®
 - 11.9.4 KLEERLOK® (variant av POWERLOK)
 - 11.9.5 ESLOK Skruv med plastbeläggning
- 11.10 TORX®
 - 11.10.1 Egenskaper i jämförelse
 - 11.10.2 Vridhållfasthet hos TORX mejselspetsar
 - 11.10.3 Livslängd
 - 11.10.4 Ergonomi
 - 11.10.5 Låg PPK
 - 11.10.6 Huvudformer
 - 11.10.7 TORX på specialskruvar
- 11.11 TORX PLUS®
 - 11.11.1 Geometri
 - 11.11.2 Vridhållfasthet hos TORX PLUS mejselspetsar
 - 11.11.3 Utmattningshållfasthet
 - 11.11.4 TORX PLUS fördelar
 - 11.11.5 AUTOSERT®
 - 11.11.6 Jämförelse mellan TORX och TORX PLUS
 - 11.11.7 Tillverkare och verktygsdistributörer

11.1 BULTEN, TEKNIKENS SPEGEL

BULTENS produkter har i alla tider speglat teknikens utveckling.

Under den epok då vi byggde lokomotiv, ångbåtar och broar, tillverkade BULTEN de "nitnaglar" som varmnitades för att hålla ihop konstruktionerna.

Då vi reste jättestaket av telefonstolpar i landskapet, gjorde BULTEN linjesmide och isolatorkrok.

Då rallarna drog genom landet, gjorde BULTEN rälsspik och årtalsspik åt SJ.

Då Volvo började rulla, tillverkade BULTEN skruvar som hette BUFO 55, BUFO 60 och BUFO 80 åt de svenska bilfabrikerna.

Och så har det fortsatt:

- Stålfackverk = friktionsförband och envägsförband
- Flyget = titanskruv och specialskruv
- Off-shore = rostfri och syrafast specialskruv
- Kärnenergi = omagnetiska specialprodukter från BULTEN STAINLESS
- Elektronik = miniatyrskruv från BULTEN MICRO
- Bilindustrin = specialprodukter från BULTEN AUTOMOTIVE

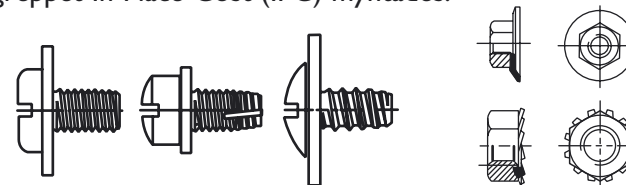
Inom BULTEN kan vi erbjuda en mängd produkter för de mest skilda ändamål.

Det finns en uppsjö av olika fästelement på marknaden och att redogöra för alla är en omöjlighet. Vi får därför nöja oss med att redovisa en del av de fästelement som finns hos BULTEN och kommer då att lägga stor vikt vid de produkter som kan innebära besparingar på olika sätt för användarna, men börjar med en presentation av PPK-begreppet.

11.2 PPK – HISTORIEN BAKOM EN AKRONYM

Det började redan under 1930-talet då Amerika drabbades av ett av landets värsta ekonomiska bakslag – Wall Street-kraschen, som även påverkade den europeiska ekonomin.

Företagen letade febrilt efter processer och produkter som kunde sänka tillverkningskostnaderna, inte minst i monteringsprocessen. Det var under 60-talet som skruv och mutter med förmonterad bricka s k SEMS och KEPS utvecklades och begreppet In-Place-Cost (IPC) myntades.



Exempel på SEMS-skruv
bild 11.1

Exempel på KEPS-mutter
bild 11.2

I slutet av 60-talet övertog BULTEN begreppet, försvenskade det till På-Platsen-Kostnad (PPK) och utvecklade det till en hel applikations- och produktutvecklingsfilosofi. Man koncentrerade sig på monteringsprocessen inom industrin och utvecklade eller övertog en hel del produkter som innebar kostnadsbesparingar på ett eller annat sätt.

Till en början var det trögt att vinna förståelse för att man kunde spara pengar på så enkla detaljer som fästelement. Inköpen av dessa gjordes ofta av den yngste och minst erfarna på inköpsavdelningen. Enklaste sättet för honom att visa framfötterna och spara pengar åt bolaget, var att köpa billigt. PPK-produkterna var ofta dyra i inköp men billiga i monteringen, men det angick ju inte inköparen. Först då det blev krångel på verkstadsgolvet förstod man betydelsen av PPK och sakteligen svängde det över till dessa produkters fördel. När analyserna visade att endast 15% av en produkts monteringskostnad utgjordes av fästelementets inköpspris medan resterande 85% bestod av en massa kringkostnader insåg man värdet med PPK-begreppet.

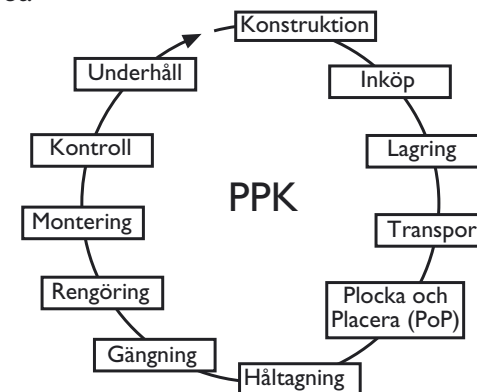


bild 11.3

Numera är det uppenbart att leverantörerna måste kunna erbjuda applikationsservice åt sina kunder. Det är inte ovanligt att seriösa underleverantörer skaffar sig egna applikationscentra och funktionsprovning-laboratorier för att kunna leva upp till begreppet "First Class Supplier". BULTEN var pionjär inom detta område, vilket framgår av den följande produktpresentationen.

PPK-tänkandet har spritt sig till många andra områden, produkter och processer, vilket framgår av bifogade häftet "PPK – ett sätt att tänka". Där kan läsaren få associationer till egna tillämpningar och besparingar.

11.3 ENVÄGSSYSTEMET

Envägssystemet utvecklades ursprungligen för att underlätta och effektivisera monteringen av kraftledningsstolpar. Genom hård vind, isbark eller andra orsaker, kommer kraftledningarna i vibration som fortplantas till kraftledningsstolparna, vars skruvförband då kan skaka loss. Genom att körnslå den ut-stickande skruvgängan efter det att muttern monterats, förhindrade man visserligen muttern från att ramla bort, men man hade ingen annan kontroll av förspänningen i förbandet än att slå med en slägga på fackverket. "Rattlade" skruven, var förspänningen borta. Man utvecklade därför en helmetallisk tjock låsmutter i varmförzinkat utförande, men upptäckte att man då tvingades hålla mot på skruvhuvudet, eftersom muttern gick trögt på skruvgängan genom sin friktionslåsning. Detta var både obekvämt och ganska farligt vid montering på hög höjd.

Efter åtskilligt funderande löstes problemet genom att förse skruvänden med ett nyckeltag som man kunde gripa om medan muttern skruvades fast. Systemet krävde att ett särskilt verktyg utvecklades och hela systemet kom att kallas för BUFO® Grip. Det används inte bara för kraftledningsstolpar utan har blivit populärt inom andra områden då man har svårt att applicera ett mothåll på skruvhuvudet, t ex inom bilindustrin.

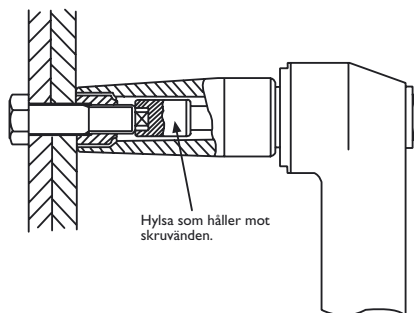


bild 11.4

11.4 BULTENS STANSMUTTER, BUFO® PIERCE NUT

Denna runda stansmutter utvecklades först i Japan för användning inom dess bilindustri. När den svenska bilindustrin började visa intresse för muttern började BULTEN AUTOMOTIVE tillverka den i sin Kalixfabrik. I det följande redovisas produkten och dess användning i korthet. Dessutom finns det en fylig broschyr på engelska. Främsta anledningen till att muttern lanserades var, förutom efterfrågan, att den passade väl in i företagets PPK-tänkande.



bild 11.5

11.4.1 EGENSKAPER

Jämfört med svetsmutter uppvisar stansmuttern fördelar genom att man:

- sparar på elåtgången
- slipper rökutveckling
- undviker svetsstänk, som kan kräva gängrensning av muttern
- undviker mellanlager mellan press- och svetsstationerna
- minskar ledtiderna
- undviker besvär vid ytbelagd plåt
- får en säkrare orientering av muttern mot plåt och bättre rätvinklighet varigenom snedmontering undviks.

I förhållande till fyrkantiga stansmuttrar erhålles även andra fördelar:

- enklare matning och mindre risk för att muttrarna fastnar i matarrännan
- jämnare tryckfördelning mellan mutter och plåt
- inga spänningsskoncentrationer pga skarpa hörn
- minskad risk för spänningssprickor i plåten.

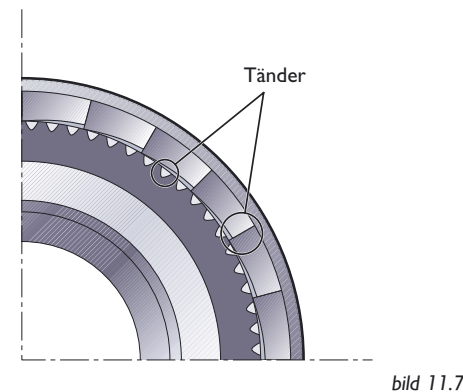
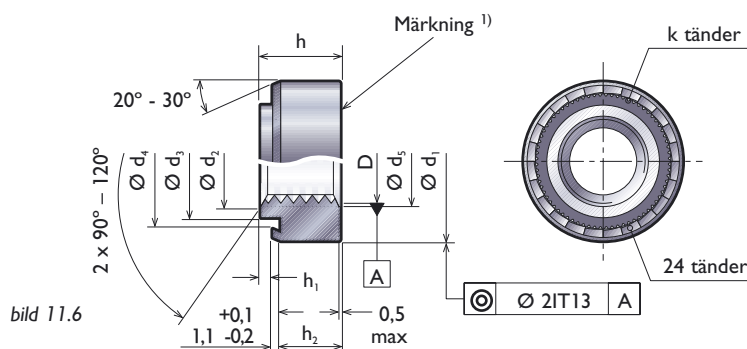
Kombinerar man ogängad stansmutter med gängpressande skruv, typ TAPTITE II eller DUO-TAPTITE, erhålles ytterligare sänkt PPK tack vare att man:

- minskar risken för korsgängning
- slipper plugga eller maskera mutterhålen
- slipper rensa gängorna efter lackering eller annan efterbehandling av ytorna
- erhåller ett skaksäkert förband
- undviker extra låselement.

Ytterligare en fördel med BULTENS system för runda stansmuttrar är att kunna installera med konstant kraft med hjälp av en gasfjäder. Se bild 11.10. Systemet garanterar rätt vridmotstånd, genomdragningskraft och losstryckningskraft, oberoende av variationer i den aktuella plåttjockleken.

11.4.2 DIMENSIONER

Muttrarna förekommer i gängstorlekarna M5 till och med M10 med dimensioner enligt nedanstående tabell.



TABELL 11.1 MÅTT OCH TOLERANSER

Gänga		M5				M6				Gänga		M8						M10			
h	min	5,85				5,85				h	min	–						9,85			
	max	6,15				6,15					max	–						10,15			
d ₁	min	14,4				14,4				d ₁	min	16,4						19,9			
	max	14,6				14,6					max	16,6						20,1			
d ₂		6				7				d ₂		9,5						11			
d ₃	min	8,3				8,3				d ₃	min	10,8						13,8			
	max	8,6				8,6					max	11,1						14,1			
d ₄	min	11,6				11,6				d ₄	min	13,9						16,9			
	max	11,9				11,9					max	14,2						17,2			
d ₅		6				7				d ₅		9						11			
k, antal		36				36				k, antal		45						60			
Plåt tjocklek	h1	h2				h1		h2		Plåt tjocklek	h		h1		h2		h1		h2		
min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max
0,55	1,2	0,25	0,55	4,3	4,7	0,25	0,55	4,3	4,7	0,65	1,2	6,85	7,15	0,35	0,65	5,2	5,6				
(1,2)	1,6	0,85	1,15	3,7	4,1	0,85	1,15	3,7	4,1	(1,2)	1,6	6,85	7,15	0,85	1,15	4,7	5,1				
(1,6)	2,0	1,25	1,55	3,3	3,7	1,25	1,55	3,3	3,7	(1,6)	2,0	6,85	7,15	1,25	1,55	4,3	4,7	1,25	1,55	7,3	7,7
										(2)	3,0	7,85	8,15	1,85	2,15	4,7	5,1	1,85	2,15	6,7	7,1
Plåttjocklek				Märkning				I) Märkningsystemet utvisar för vilken plåt-													

Plåttjocklek	Märkning
0,55 - 1,2	•
(1,2) - 1,6	••
(1,6) - 2	•••
(2) - 3	••••

1) Märkningssystemet utvisar för vilken plåttjocklek muttern är lämplig.

11.4.3 INSTALLATION

BULTENS stansmutter matas in i vertygshuvudet genom matarslangen (a). När pressen återvänt till sitt utgångsläge och alla föregående funktioner för den aktuella operationen har fullföljts, dras luftcilindern (b) automatiskt tillbaka så att pelaren (c) gör det möjligt för stansen (d) att röra sig nedåt och därigenom få en ny stansmutter att matas fram till stanshuvudet. Ett avkänningsorgan (e), placerat i stanshuvudet, kontrollerar att muttern hamnat i rätt läge.

Monteringsprocessen börjar med att det övre pressverktyget rör sig vertikalt nedåt. Vid kontakten med plåten, pressar stansen (f) stansmuttern (g) ned i plåten (h) och mot stansdynan (i). Stansmuttern stansar nu hålet i plåten medan skrotbiten faller genom hålet i dynan. Samtidigt pressar dynans ringformade krage in plåtmaterialet i stansmutterns cirkulära och lätttrade fördjupning i dess anliggningsplan varvid ett permanent och säkert förband erhålles.

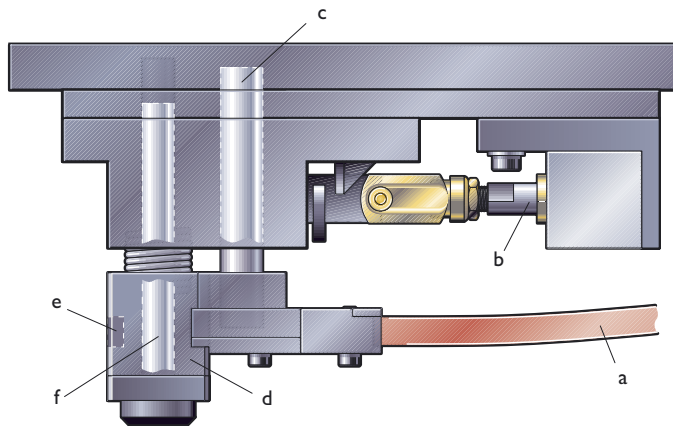


bild 11.8

Mutterns monteringssekvens framgår av nedanstående bilder.

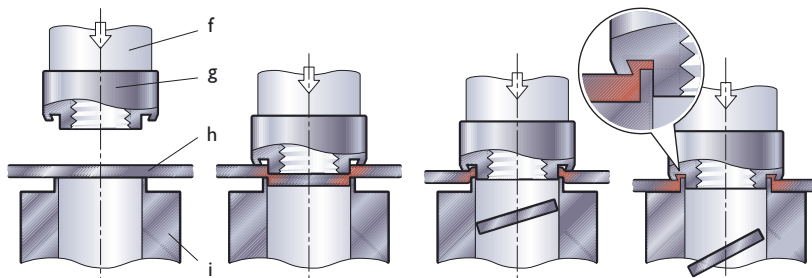
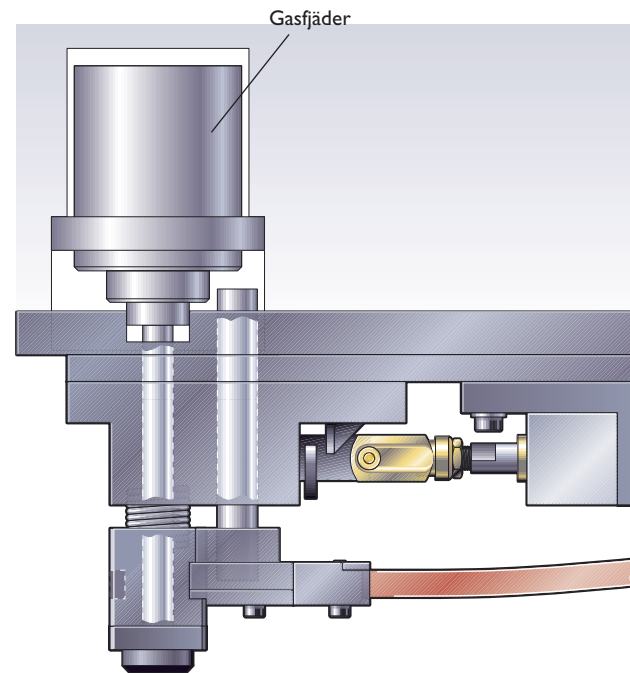


bild 11.9

© BULTEN



Verktøj med gasfjäder for konstant presskraft.

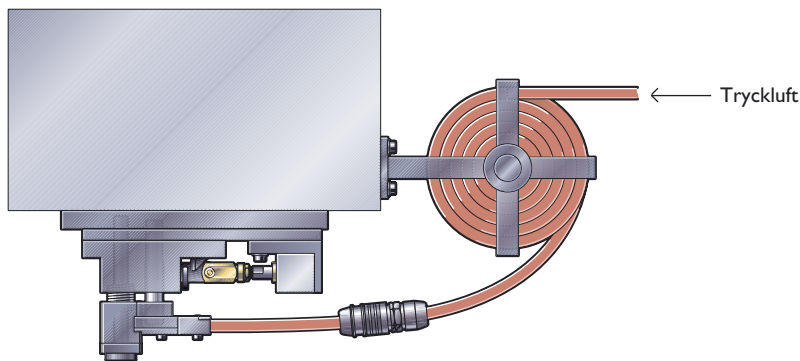


bild 11.11

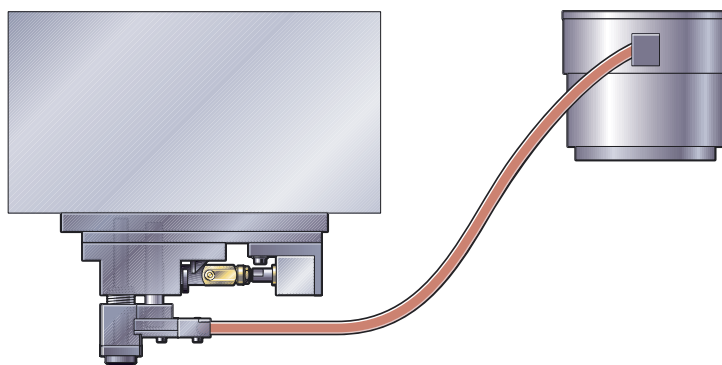


bild 11.12

Muttrarnas matning kan ske antingen genom tryckluftsmatning i slang bild 11.11 eller med en vibrationsmatare bild 11.12. Val av matningssystem avgörs av utrymmet vid monteringsstationen.

Hållfasthetsmässigt uppfyller muttrarna kraven för hållfasthetsklass 8 enligt SS-EN 20898-2. Muttrarna är lämpliga att använda i plåt med tjocklekar från 0,55 till 3 mm och med brottgränsen R_m max 400 N/mm².

Stansmuttern är också applicerbar i förband där plåten är av lättmetall. Muttrarna är normalt elförzinkade och blankkromaterade, men även andra ytbehandlingar kan erhållas. Typiska värden på vridmotstånd, genomdragningskraft och losstryckningskraft för muttrar monterade i 1,2 mm tjock plåt visas i bild 11.13 – 11.15.

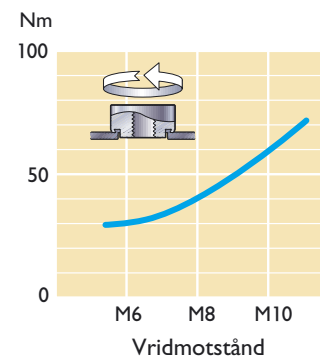


bild 11.13

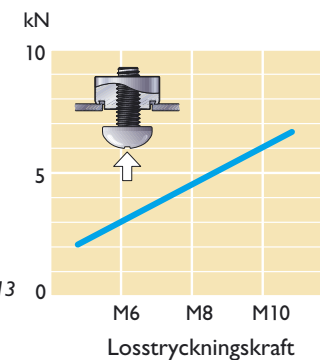


bild 11.14

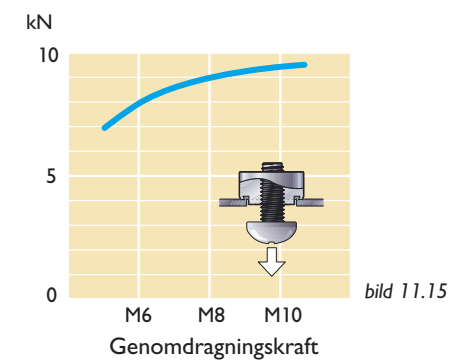


bild 11.15

11.5 TRILOBULÄRA GÄNGPRESSAN- DE SKRUVAR

När det gäller gängning av hål i stål av normal hårdhet har de gängpressande TAPTITE® skruvarna visat överlägsna PPK-effekter. Ännu mer markant är detta vid gängning i lättmetall t o m i armerat silumingsgods.

En återblick:

En av USA:s mer välkända specialister inom skruvbranschen, utvecklade och patenterade en trilobulär skruvgänga som pressar de invändiga gängorna i ett hål plastiskt, utan spånbildning. Det trilobulära grundkonceptet visade sig så framgångsrikt att det följdes av många fler produkter, utvecklade för olika applikationsfall. Det finns nu licenstillverkare över hela världen och man uppskattar att det per år förbrukas ca 15 miljarder skruvar med denna grundform och att varje skruv ger upphov till en besparing på mellan 20 och 50 öre. Förbrukningen i Europa är närmare tre miljarder per år.

De mest populära och allmänt spridda typerna idag heter:

TAPTITE® II
DUO-TAPTITE®
CORFLEX®

Skruvar med TAPTITE II gänga eller DUO-TAPTITE gänga tillverkas i stora antal även i rostfritt och syrafast material.

11.5.1 TVÅ SÄTT ATT GÖRA GODS- GÄNGOR OCH MONTERA SKRUV

Det gamla sättet innebär att man monterar skruven i ett tappgängat hål. Eftersom det oftast är ett glapp mellan den in- och utvändiga gängan, kan skruven lätt skaka loss om den utsätts för vibrationer.

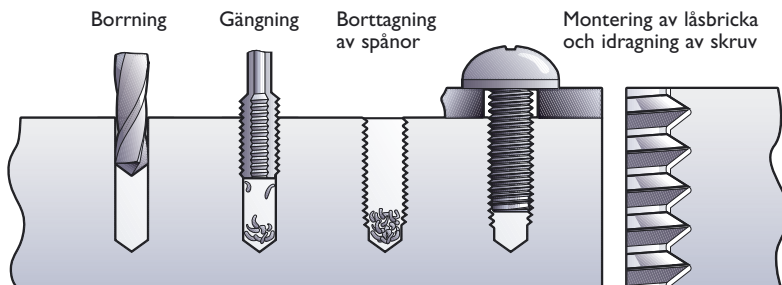


bild 11.16

Det nya sättet innebär att man låter skruven pressa sina egna gängor i det ogängade hålet.

Detta gör TAPTITE skruven plastiskt och utan spånbildning. Man erhåller ett starkare förband som dessutom är betydligt säkrare mot losskakning och inte behöver några extra låselement.

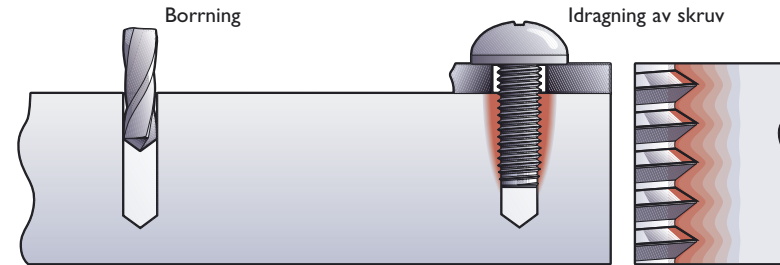
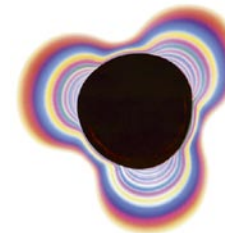


bild 11.17



Skruvgängans tre lober
pressar gängor i hålväggen.

bild 11.18

11.5.2 HUVUDFORMER

Hos BULTEN tillverkas alla vanliga huvudformer, både invändiga och utvändiga grepp i diameterområdet M3 – M12, men både grövre och klenare förekommer.

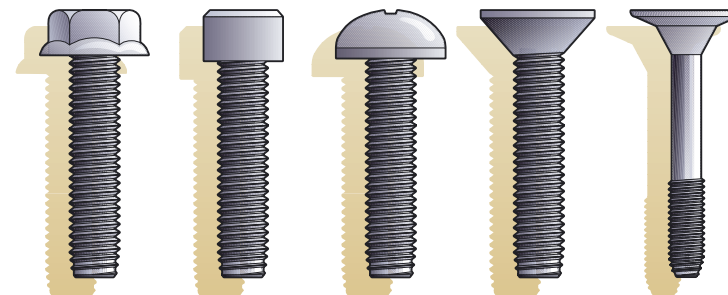


bild 11.19

Flänsskruv med sexkant eller TORX® grepp fungerar utmärkt på trilobulära skruvar när det krävs hög förspänning, även mot

mjuka underlag, t ex lättmetall. När det gäller invändiga grepp har TORX greppet visat sig vara särskilt bra. TORX greppet gör det möjligt att tillverka skruvar där huvudet är lika starkt som gängan. Skruvens grepp och åtdragningsverktyg tål så höga moment att skruven kan vridas av. Tack vare TORX kan nu även skruvar med sänkhuvuden förspännas riktigt.

11.5.3 GÄNGOR

TAPTITE II skruvarna pressar starka solida gängor i borrade, stansade eller pressade hål i plåtar eller gjutgods av duktila metaller.

När en TAPTITE II skruv vrids genom ett godshål formar och kalldeformerar varje gänglob materialet i hålväggen till en gänga med obruten tåga.

TAPTITE II gängan (bild 11.20) är utformad så att vridmomentet blir lägre än med tidigare TAPTITE skruvar. Pga elastisk återfjädring fyller godsmaterialet delvis upp bakom loberna och skapar en större kontaktyta mellan gängorna, vilket ger stort motstånd mot lossning och hög förbandshållfasthet.

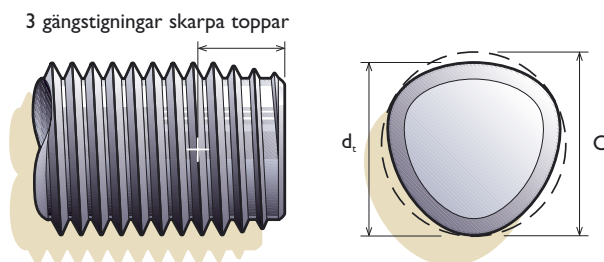


bild 11.20

DUO-TAPTITE skruvarna har extra stor trilobularitet på skruvänden, bild 11.21 för att dels underlätta skruvens äntring i hålet, dels ge gängan en optimal gängpressningsförmåga.

Hos den kraftbärande delen av gängan är trilobulariteten mindre för att öka förbandets hållfasthet. Två stabiliserande gängor på skruvänden ser till att skruven lätt och rakt äntrar i hålet och griper in under minimal axialkraft.

Vid omfattande laboratorieprov överträffade DUO-TAPTITE skruvarna ständigt andra gängpressande skruvtyper inom varje område där man ställde höga funktionskrav.

DUO-TAPTITE skruven är särskilt lämplig för CORFLEX® härdade skruvar i kraftöverförande förband med varierande laster.

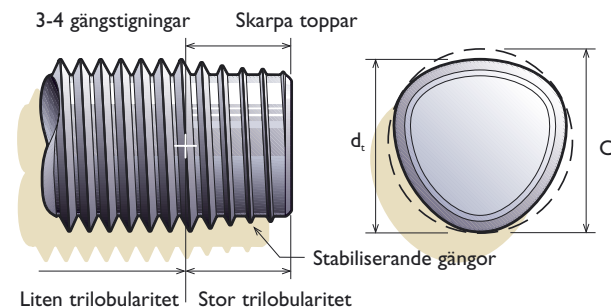


bild 11.21

TABELL 11.2 GÄNGDIAMETRAR

Gänga	TAPTITE II				DUO-TAPTITE			
	dt		C		dt		C	
	max	min	max	min	max	min	max	min
M2,5	2,48	2,39	2,57	2,48	2,52	2,44	2,57	2,48
M3	2,97	2,88	3,07	2,98	3,02	2,93	3,07	2,98
M4	3,94	3,84	4,08	3,98	4,01	3,91	4,08	3,98
M5	4,93	4,82	5,09	4,98	5,01	4,90	5,09	4,98
M6	5,90	5,77	6,10	5,97	6,00	5,87	6,10	5,97
M8	7,88	7,72	8,13	7,97	8,00	7,85	8,13	7,97
M10	9,85	9,67	10,15	9,97	10,00	9,82	10,15	9,97
M12	11,83	11,62	12,18	11,97	12,00	11,80	12,18	11,97

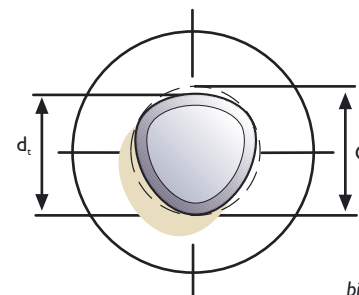


bild 11.22

11.5.4 OLIKA HÄRDNINGAR

TAPTITE skruvarna förekommer både sätthärdade och seghärdade.

Sätthärdningen höjer kolhalten i ytskiktet, ca 0,2 mm djupt. Skiktet får en hårdhet på minst 450 HV. Skruvens brottgräns blir minst 930 N/mm², varför hållfastheten kan jämföras med klass 8.8. Sätthärdningen gör emellertid att skruven ej får samma elasticitet som en seghärdad skruv och den skall därför ej användas i kraftförband eller under dynamiska påkänningar.

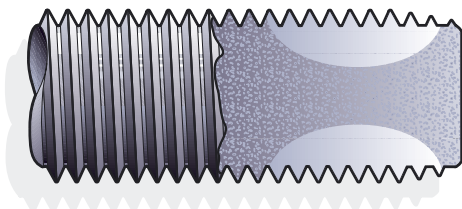
De sätthärdade skruvarna förekommer mest i klenare dimensioner, upp till M8 och kan pressa gängor i stål med hårdhet upp till 250 HB, i aluminium, magnesium, zink och kopparlegeringar.

Visst gjutgods av järn och magnesium kan vara sprött. Kontakta oss för vägledning.

Skrivar med CORFLEX härdning kan antingen vara neutralhärdade, CORFLEX-N, eller induktionshärdade, CORFLEX-I. De neutralhärdade seghärdas till hållfasthetsklass 10.9 och kan forma gängor plastiskt i formbara icke-järnmetaller, vars hårdhet ej överstiger 100 HB.

CORFLEX-I är seghärdad till hållfasthetsklass 10.9 och har en induktionshärdad spets. Spetsens hårdhet är minst 450 HV, dvs lika hård som en sätthärdad TAPTITE och med lika goda gängpressningsegenskaper. Eftersom den induktionshärdade zonen är begränsad till skruvspetsen, påverkas ej skruvens seghet eller elasticitet.

CORFLEX härdade skruvar kan därför med fördel användas i höghållfasta skruvförband utsatta för dynamiska laster och vibrationspåkänningar.



De ljusa gängorna i bild 11.23 är den induktionshärdade spetsen.

bild 11.23

11.5.5 HÅLREKOMMENDATIONER

TABELL 11.3 BORRADE ELLER STANSADE HÅL I KOLSTÅL MED 110-130 HB

Gänga	Materialtjocklek eller ingreppslängd						
	0,5-1,5	1,5-2,5	2,5-4	4-6,5	6,5-10	10-15	15-
	Håldiameter D i mm *)						
M2,5	2,25	2,30	2,35	2,35			
M3	2,70	2,75	2,80	2,80	2,80		
M4	3,60	3,65	3,65	3,70	3,75		
M5		4,55	4,60	4,65	4,70		
M6		5,45	5,50	5,55	5,60	5,65	
M8			7,30	7,40	7,45	7,55	7,60
M10			9,20	9,25	9,30	9,40	9,45
M12				11,05	11,15	11,25	11,35

TABELL 11.4 BORRADE ELLER STANSADE HÅL I LÄTTMETALL MED 80-120 HB

Gänga	Materialtjocklek eller ingreppslängd						
	0,5-1,5	1,5-2,5	2,5-4	4-6,5	6,5-10	10-15	15-
	Håldiameter D i mm *)						
M2,5	2,25	2,25	2,30	2,35			
M3	2,70	2,75	2,75	2,80	2,80		
M4	3,60	3,60	3,65	3,70	3,75		
M5		4,55	4,60	4,60	4,65		
M6		5,45	5,45	5,50	5,55	5,60	
M8			7,30	7,35	7,40	7,50	7,55
M10			9,20	9,20	9,25	9,35	9,40
M12				11,05	11,10	11,20	11,25

*) Diametrarna är rekommenderade medelvärden – ej borrdiameter. Rekommenderade håltoleranser till och med M6 är ±0,05 mm och för M8 och grövre ±0,075 mm.

TABELL 11.5 PRESSGJUTNA HÅL I LÄTTMETALL

Gänga	Håldiameter*		d min	K min	L min-
	D2	D3			
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

* Tolerans = +0/-0,1

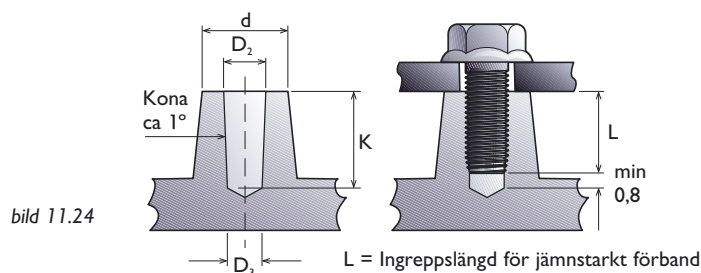


bild 11.24

TABELL 11.6 BORRADE HÅL I PRESSGJUTEN LÄTTMETALL

Gänga	D*		S min	K min	L min
M2,5	2,25	1,3	8,3	7,5	
M3	2,75	1,5	9,8	9	
M4	3,70	2	12,8	12	
M5	4,60	3	15,8	15	
M6	5,55	3,2	18,8	18	
M8	7,45	3,7	24,8	24	
M10	9,30	4	30,8	30	
M12	11,20	4,5	36,8	36	

* Tolerans = +0,1/-0

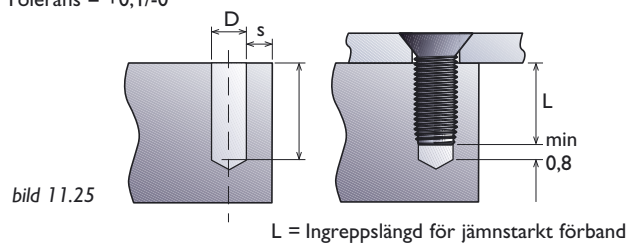


bild 11.25

TABELL 11.7 KRAGADE HÅL I PLÅT

Gänga	Håldiameter D i mm H11
M2,5	2,25
M3	2,70
M4	3,60
M5	4,55
M6	5,40
M8	7,30
M10	9,15
M12	11,00

Vid uppkragning av hål kan stansverktyg enligt bild 11.26 användas. Dimensioneringsreglerna gäller för plåt med hårdhet 110–130 HB. Hårdare plåt bör glödgas för att undvika sprickbildning.

TABELL 11.8 MÅTT FÖR HÅLKRAGE

Gänga	Materialtjocklek t mm					
	Under 1	1-1,5	1,5-2	2-2,5	2,5-3	3-4
	Kraghöjd H mm					
M2,5	1,0	1,0	1,1			
M3	1,2	1,2	1,3	1,3		
M4	1,3	1,4	1,5	1,5	1,6	
M5		1,6	1,8	2,0	2,3	2,5
M6		1,9	2,1	2,4	2,6	2,8
M8			2,6	3,0	3,2	3,5
M10				3,7	3,9	4,3
M12				3,9	4,3	4,7

$D_1 = d + 1t$ till $d + 1,2t$.

d = rekommenderad håldiameter D.

$d_1 = 0,5d$ dock minst $= t$.

$R = 0,1t$.

t = plåttjocklek.

Min plåttjocklek = $0,2 \times$ gängdiametern.

Max plåttjocklek = $0,75 \times$ gängdiametern.

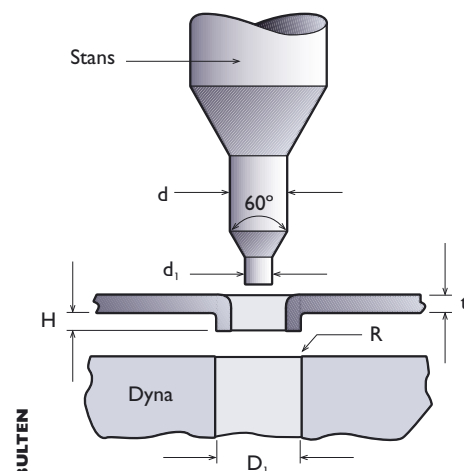


bild 11.26

© BULTEN

11.5.6 MONTERING OCH HÅLLFASTHET

Skrivar med TAPTITE II gänga eller DUO-TAPTITE gänga monteras bäst med skruvdragare med god momentnoggrannhet. Varvtal mellan 300 och 1500 r/m är lämpliga.

Varvtalet måste anpassas till gängdiameter, huvudform och monteringsbetingelserna i övrigt. Vi har funnit att pneumatiska vinkeldragare är speciellt lämpliga vid gängdiameter över M6. Åtdragningsmoment för genomgående skruv i godshål som är lika starkt som skruven, finns i tabellerna 11.9 och 11.10. Gängpressningsmomentet är betydligt lägre, kanske 1/2 till 2/3 av åtdragningsmomentet. Är godshålet svagare än skruven ska man vid monteringsprov bestämma momenten för gängpressning och sonderdragningsmoment. Lämpligt monteringsmoment ligger mitt emellan dessa moment. Vid montering i bottenhål har man samtidig gängpressning och förspänning, dvs de två momenten adderas. För rätt utförande bör prov göras från fall till fall. Slående maskiner är olämpliga.

TABELL 11.9 HÅLLFASTHET OCH MOMENT MED SÄTTHÄRDNING

Gänga	Brottkraft min kN	Vridhåll- fasthet min Nm	Åtdragnings- moment** Nm	Gängpressnings- moment Nm
M2,5	3,15	1,2	0,8	≈0,5
M3	4,68	2,1	1,4	≈0,8
M4	8,17	4,9	3,4	≈2
M5	13,2	10	6,6	≈4
M6	18,7	17	11	≈7
M8	34,0	42	28	≈17
M10	53,9	85	55	≈30
M12	78,4	150	94	≈50

**TABELL 11.10
HÅLLFASTHET OCH MOMENT MED CORFLEX HÄRDNING**

Gänga	Brottkraft min kN	Vridhåll- fasthet* min Nm	Åtdragnings- moment** Nm	Gängpressnings- moment Nm
M5	14,2	9,3	7,3	≈4
M6	20,1	16	13	≈7
M8	36,6	40	30	≈17
M10	58,0	81	58	≈30
M12	84,3	142	100	≈50

* Enligt ISO EN 20898-7 hållfasthetsklass 10.9.

** I genomgående hål, lika starka som skruven, sedan gängan pressats.

11.5.7 KVALITET

Trilobulära skruvar med TAPTITE II gänga eller DUO-TAPTITE gänga ger fördelar för användaren. Systemet uppfyller krav beträffande total kvalitetsstyrning. TAPTITE II gängan utvecklades för att möta de krav som följer med statistisk processtyrning (SPS). Andra produkter i systemet har också anpassats till SPS. Likformighet i utförande och funktion ger användaren högre produktsäkerhet och sänker PPK.



bild 11.27

11.5.8 ANVÄNDNINGSMOMENTEN

Överallt där man sammanfogar detaljer genom skruvning och det går att skruva i gods, kan du hitta trilobulära gängpressande skruvar. Sätthärdade TAPTITE II skruvar används huvudsakligen i diameter M8 och mindre. Över diameter M6 blir det allt vanligare med CORFLEX härdade skruvar. I området M10 och M12, är CORFLEX-I DUO-TAPTITE skruvar mycket använda i konstruktioner med höga krav på styrka och säkerhet.

Vitvarorna i din bostad sammanfogas med trilobulära gängpressande skruvar. Under höljet på mikrovågsugnen sitter TAPTITE II skruvar. Bl a kan elledningarnas kabelskor och kortslutningsblecken för grillelementen vara monterade med skruvar, vars undersida har speciell form för extra säker kontakt.

Olika elprodukter fungerar tack vare TAPTITE II skruvar. I t ex ställverk för apparater och maskiner, finns skruvarna i kontaktorer och andra ställdon. Hela skåpet med skenor för olika installationer kan ha TAPTITE II skruvar som både håller ihop och jordar. Delarna har kontakt med varandra via den pressade gängan i godset och en speciell form under skruvhuvudet som bryter igenom färg eller oxidskikt. Utrustningen kan till slut skyddsjordas i en punkt med den gulgröna kabeln. I våra moderna AXE telefonväxlar finns också skruvar med samma funktion.

Infästningspunkterna för bilbälten är livsviktiga. En ovarsam montering kan leda till förstörda godsgångar och sänkt hållfasthet. Många gånger är godsgången dold och man kan ej kontrollera om det finns svetsstänk i muttern eller om skruven kommit rätt vid monteringen. Av vissa företag föreskrivs därför att gängpressande skruvar används i ogängade godshål. CORFLEX-I skruvar med DUO-TAPTITE gänga och äntringstapp har visat sig vara utomordentligt lämpliga. Risken med felmontering försvinner och förbanden får rätt hållfasthet.

11.5.9 EGENSKAPER

- Sänkt PPK är den viktigaste.
- Tillverkas sätthärdade eller seghärdade till hållfasthetsklass 10.9 för avancerade monteringsfall.
- Gängning av godshål utgår och därmed sparas också fixturer, gängtappar, gängkontroll och tolkar, vilket minskar verktygs- och mättdonsförråden.
- Gängning utan spånbildning spar rensning av bottenhål och minskar risken för kortslutning i elektriska komponenter.
- Friktionen mellan in- och utvändiga gängor säkrar förband utan plockning och montering av brickor eller andra skivlåselement. Skruvar behöver ej heller prepareras med plastpluggar eller liknande. Antalet varianter och därmed lagerkostnaden kan alltså minskas.
- Gängrensning vid målarfärg i gängor kan utgå. Antingen får skruven pressa gängan i hålet eller också tar den bort färgen i ett redan gängat hål.
- Montering sker snabbt och enkelt med små gängpressningsmoment även för gängdiameter t o m M16.
- Lägre monteringskostnad, minskad trötthet hos operatören.
- Förbandshållfastheten blir hög tack vare den pressade invändiga gängan. Kan betyda mindre antal skruvar eller mindre skruvdimension.

11.5.10 EXTRUDE-TITE®

Detta är ett annat exempel på en skruv som utvecklats för att lösa specifika monteringsproblem. Den är speciellt utformad för tunnplåtsförband. Den trilobulära gängan går ända ut i skruvspetsen (1) medan den lastbärande delen (2) har reducerad orundhet för bättre hållfasthet. I tunn plåt kragar skruven hålen vid idragning så att ingreppslängden kan öka upp till det dubbla jämfört med utgångsmaterialets tjocklek. Lämpliga håldiameter är ca 75% av den enligt tabell 11.7.

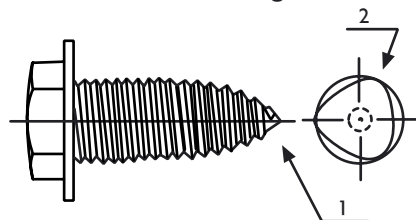


bild 11.28

En annan användning är då man skall samla flera plåtdetaljer med hål som kanske inte centrerar helt med varandra. Skruven är också lämplig då den skall gå igenom flera material av vilka en del kan vara mjuka eller sega.

11.6 PLASTITE® FÖR GÄNGFORMNING I PLAST

Det vanligaste sättet är att skruva in en skivlås skruv med gängprofil 60° i plasthålet, men plasten kan vara skör och den cirkulära skruvgängan ger upphov till kraftiga tryckspänningar i plasten som kan leda till sprickbildning. Inom TAPTITE familjen utvecklades därför PLASTITE, en gänga speciellt avpassad för inskruvning i plast och med minimal risk för sprickbildning.

11.6.1 GÄNGOR

PLASTITE förekommer med två olika gängprofilvinklar, 45° och 60°.

PLASTITE 60 är den ursprungliga typen medan PLASTITE 45 har utvecklats för hårdare konstruktionsplaster.

TABELL 11.11 GÄNGDIAMETRAR FÖR PLASTITE 45

Gänga mm	C		dt	
	min	max	min	max
2,5 x 1,4	2,41	2,53	2,37	2,49
3 x 1,5	2,92	3,04	2,87	2,99
3,5 x 1,65	3,42	3,54	3,34	3,46
4 x 1,75	3,89	4,04	3,79	3,94
5 x 2,2	4,89	5,04	4,79	4,94
6 x 2,5	5,89	6,04	5,78	5,93
8 x 3	7,86	8,04	7,71	7,89

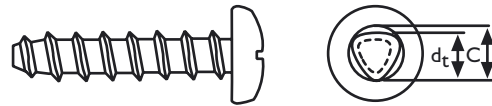


bild 11.29

TABELL 11.12 GÄNGDIAMETRAR FÖR PLASTITE 60

Dimension Nr - Gångor per tum	C		dt	
	min	max	min	max
2 - 28	2,18	2,34	2,11	2,26
4 - 20	3,07	3,23	2,97	3,12
6 - 19	3,58	3,73	3,48	3,63
8 - 16	4,55	4,70	4,39	4,55
10 - 14	5,23	5,38	5,13	5,28
12 - 11	5,82	5,97	5,69	5,84
14 - 10	6,86	7,01	6,65	6,81

bild 11.30



11.6.2 HÄRDNING

PLASTITE skruvarna är framställda av kolstål och sätthärdade på samma sätt och med samma hårdhet som sätthärdade TAPTITE skruvar.

11.6.3 HÅLREKOMMENDATIONER

Riktvärden för håldiametrar för PLASTITE 45

TABELL 11.13

Gänga mm	Riktvärden för håldia- metrar ¹⁾
2,5 x 1,4	1,80 - 1,90
3 x 1,5	2,25 - 2,40
3,5 x 1,65	2,70 - 2,85
4 x 1,75	3,10 - 3,30
5 x 2,2	3,70 - 3,95
6 x 2,5	4,60 - 4,85
8 x 3	6,40 - 6,70

Riktvärden för håldiametrar för PLASTITE 60

TABELL 11.14

Dimension Nr - Gångor per tum	Riktvärden för håldia- metrar ¹⁾
2 - 28	1,90 - 2,00
4 - 20	2,50 - 2,70
6 - 19	3,00 - 3,20
8 - 16	3,80 - 4,00
10 - 14	4,40 - 4,70
12 - 11	4,80 - 5,10
14 - 10	5,60 - 6,00

1) Undre gränsen för mjukplast (AMID, ETEN, PROPEN etc).
Övre gränsen för hård eller medelhård termoplast (ACETAL, AKRYL, KARBONAT, STYREN, etc. samt hårdplast såsom AMINO, ESTER, FENO, URETAN).

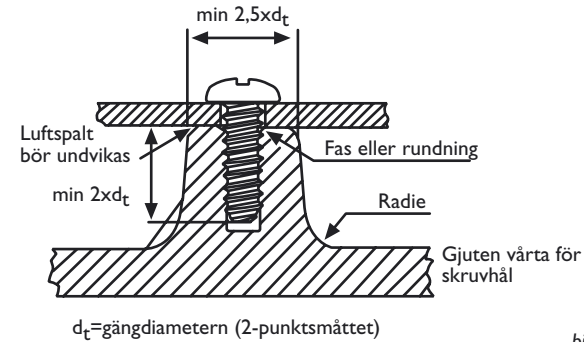


bild 11.31

11.6.4 MONTERING

PLASTITE monteras bäst med lågvarviga skruvdragare med varvtal ej överstigande 1000 r/min. Vid högre varvtal finns det risk för att friktionsvärm kan påverka förbandshållfastheten.

11.6.5 KVALITET

PLASTITE skruvarna framställs med samma höga och jämna kvalitet som alla andra av BULTENS produkter och uppfyller alla de krav som kan ställas på gängformande skruvars funktion.

11.6.6 FÖRDELAR

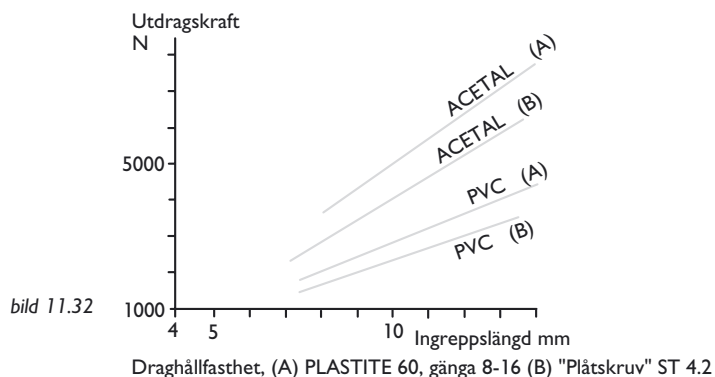
Stor gängstigning ger stor skjuvarea i plasten. Stor skillnad mellan gängformnings- och sönderdragningsmoment och snabb montering.

Stor gängprofilhöjd ger stor gängtäckning och liten inverkan av hålvariationer.

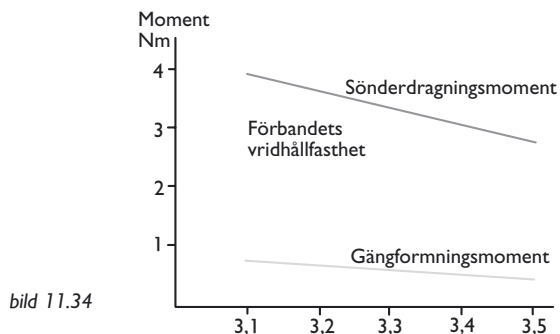
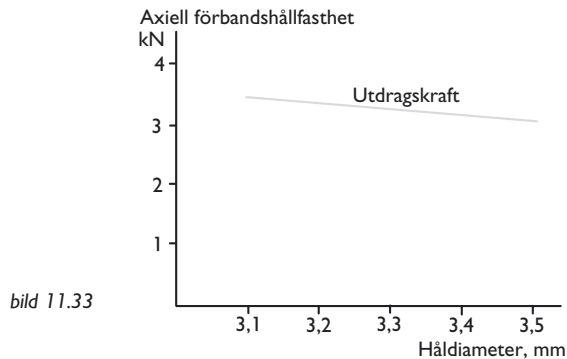
Trilobulär form ger lågt gängformningsmoment och god låsning genom materialets elasticitet.

11.6.7 RESULTAT FRÅN PROV MED PLASTITE SKRUVAR

Diagrammet visar en jämförelse av förbandshållfastheten mellan PLASTITE 60 skruv och vanlig "plåtskruv".

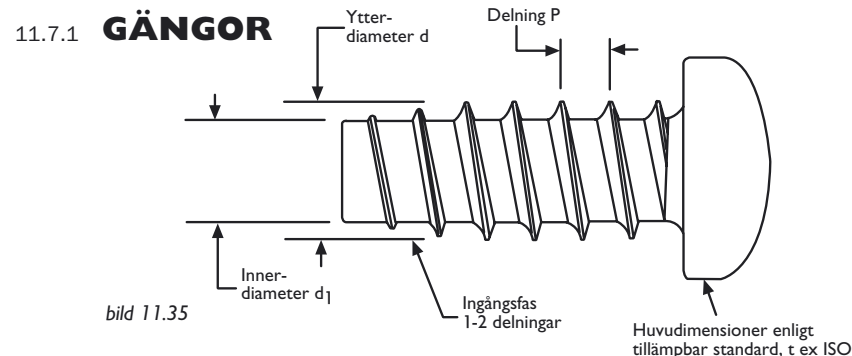


De två diagrammen nedan visar resultat från funktionsprov i ABS-plast med PLASTITE 45 i gängdiameter 4 mm och med en gängingreppslängd av 10 mm.



11.7 REMFORM® FÖR GÄNGNING I PLAST

Utvecklingen har fortsatt när det gäller skruvning i plast och två nya gängformer har tagits fram som alltmer ersätter de äldre formerna. De nya typerna heter REMFORM och REMFORM F. Den främsta karaktäristiken för dessa skruvar är den asymmetriska gängprofilen som bättre fördelar spänningarna runt godshålet och som gör att den bärande flanken bättre motstår utdragskraften, oberoende om denna orsakas av en yttre dragkraft eller genom åtdragningsmomentet. De tillverkas i såväl kolstål som rostfritt och syrafast stål.



TABELL 11.15 GÄNGDIMENSIONER

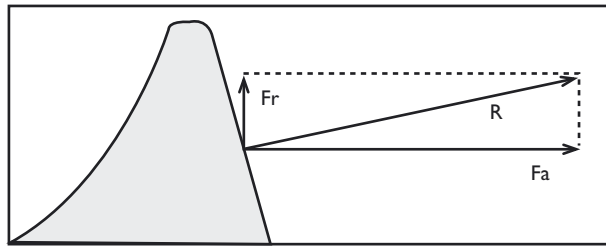
Gänga d	Delning P	Ytterdiameter d max	Ytterdiameter d min	Innerdiameter d ₁ min
RF2	1,00	2,10	2,00	1,17
RF2,5	1,15	2,60	2,50	1,47
RF3	1,35	3,10	3,00	1,90
RF3,5	1,55	3,60	3,50	2,22
RF4	1,75	4,10	4,00	2,55
RF4,5	2,00	4,65	4,50	2,87
RF5	2,25	5,15	5,00	3,19
RF6	2,65	6,15	6,00	3,84
RF8	3,00	8,15	8,00	5,65

11.7.2 HÅLLFASTHET

REMFORM skruvar av kolstål är seghärdade och har hög hållfasthet med materialegenskaper jämförbara med hållfasthetsklass 10.9. Tack vare den höga vridhållfastheten jämfört med andra skruvar med stor delning hos gängorna och tillsammans med överlägsen gängpressningsförmåga, kan REMFORM utnyttjas vid stora ingreppslängder.

Dessa stora ingreppslängder gör REMFORM överlägsen konkurrerande skruvar, eftersom större hållfasthet lätt kan erhållas hos det gängade hålet genom ökad ingreppslängd, istället för genom ökad skruvdiameter, som ger ganska små funktionsfördelar och till högre kostnad. Den största ingreppslängd till vilken en skruv bör dras in, är just till den längd då gods-gångorna fått en sådan hållfasthetsnivå, att skruven hellre brister än att hålgångorna skjuvas ur.

Med vekare skruvar kan stora ingreppslängder ej utnyttjas, eftersom gängpressningsmomenten för stora gängingrepp närmar sig skruvarnas vridbrotthållfasthet. Även när ingreppslängderna inte är tillräckligt långa för att ge skruvbrott, erbjuder skillnaden mellan REMFORMs höga gängskjuvningsmoment och låga gängpressningsmoment ett brett intervall inom vilket åtdragningsmomentet kan väljas.



Fr = radiell kraft Fa = axiell kraft R = resulterande kraftkomposant
bild 11.36

När en skruv dras åt, måste den bärande gängflanken hos gods-gången förhindras att dras mot skruvhuvudet. Nästan all kraft uppstår mellan skruvens bärande gängflank och gängflanken hos den motgående gången. Ingångsgången har störst betydelse för formningen av den motgående gången. Den spetsiga vinkeln som övergår i en radieform hos den frigående gängflanken, främjar effektivt omfördelningen av materialet och dess flöde.

Den svängda formen hos REMFORM skruvens frigående gängflank minskar de tangentiella spänningarna, genom att reducera radiella spänningar vid gängpressning och i samband med åtdragning av skruven. Den bärande gängflankens tvära vinkel överför större delen av de resulterande krafterna i riktning längs skruvaxeln i samband med skruvens åtdragning och minskar därmed de radiella krafter som annars vill spräcka godset i t ex en vårta.

11.7.3 REKOMMENDERADE HÅL

För plastmaterial i den vänstra kolumnen multipliceras gängans minsta ytterdiameter med faktorn i den högra kolumnen för att få en ungefärlig håldiameter d_3 . De håldiametrar som erhålls i denna beräkning är endast att anses som rekommendationer. De är grundade på teoretiska beräkningar för ingreppslängder som motsvarar två gängdiametrar.

TABELL 11.16

Material	Faktor för håldiameter
PA-6 30 GV	0,85
PA-6	0,83
PA-6,6	0,80
PP	0,80
PPO	0,85
PS	0,80
PE	0,80
ABC	0,78
PC	0,85

En gjuten pelare (torn) för skruvhål kan dimensioneras med proportioner enligt figuren där d är gängans ytterdiameter. Håldiametern d_3 är $d \times$ faktor enligt tabellen. Exempel: Håldiametern för gänga RF 4 i plasttyp PA-6 blir $d_3 = 4,0 \times 0,83 = 3,3$ mm.

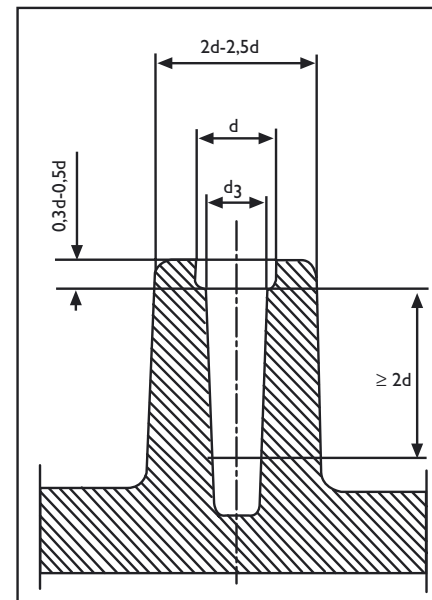


bild 11.37

11.7.4 MONTERING

Ett brett intervall mellan gängpressnings- och sönderdragningsmoment underlättar monteringen genom att tillåta monteringsmoment med bekväm marginal till momenten för både gängpressning och sönderdragning. Detta vida momentintervall ökar säkerheten för att alla skruvar blir fullt åtdragna och eliminerar osäkerheten med sönderdragna förband.

Den unika gängformen med de skarpa topparna ger lågt gängpressningsmoment genom att godsmaterialet flyter och omfördelas effektivt.

I monteringsfall där andra skruvar brister genom vridning då man närmar sig vridbrotthållfastheten, erbjuder REMFORM skruvarna större säkerhet tack vare sin högre vridbrotthållfasthet. Där andra skruvar förorsakar brott genom att godsgångor skjivas av, gör den tvära lutningen hos REMFORM gängans bärande flank att krafter länkas av i axiell riktning istället för radiell, vilket ökar motståndet mot gängskjuvning.

11.7.5 KVALITET

REMFORM gängan är utvecklad för att vara en produkt av högsta kvalitet med bästa funktion för säkra förband. Hänsyn har tagits till aktuella tillverkningsmetoder. Detta leder till väl utfyllda gängor och riktig form utmed skruvens hela längd.

11.7.6 REMFORM ERBJUDER

- Hög vridhållfasthet
- Låga gängpressningsmoment
- Höga sönderdragningsmoment
- Brett intervall för monteringsmoment
- Liten risk för sprickbildning
- Stora ingreppslängder då sådana krävs
- Hög förbandshållfasthet
- Låg PPK

11.7.7 RESULTAT FRÅN PROV MED REMFORM SKRUVAR

Angivna siffror är typiska värden från laboratorieprov. Funktionsprovning är absolut nödvändig för att fastställa lämplig håldiameter, ingreppslängd, åtdragningsmoment och övriga faktorer.

Gängpressning och sönderdragningsmoment

Skruvdiameter 4 mm

Ingreppslängd 8 mm

Skruvdiameter 6 mm

Ingreppslängd 12 mm

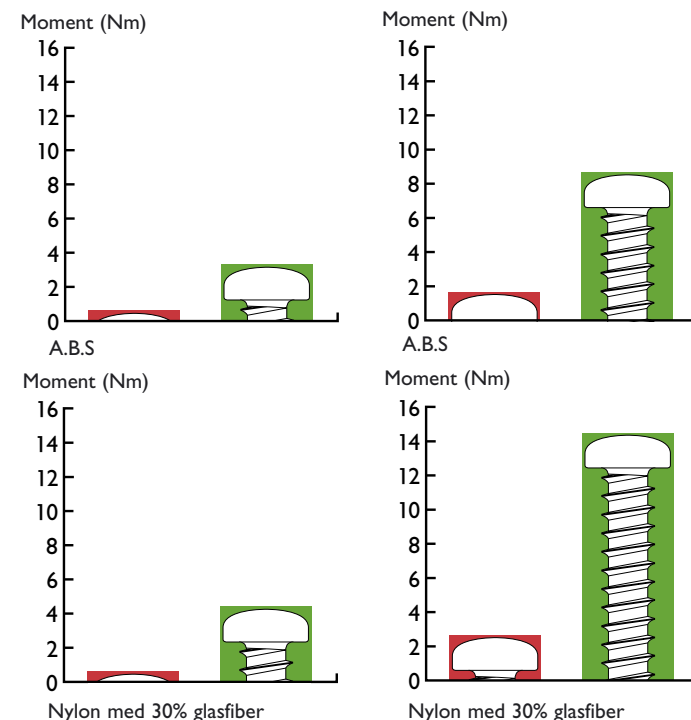


bild 11.38

■ Gängpressningsmoment
■ Sönderdragningsmoment

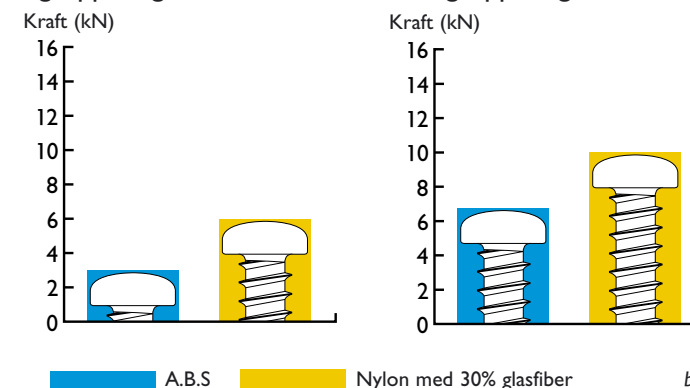
Utdragningskraft

Skruvdiameter 4 mm

Ingreppslängd 8 mm

Skruvdiameter 6 mm

Ingreppslängd 12 mm



© BULTEN

bild 11.39

11.7.8 ANVÄNDNINGSGOMRÅDE

REMFORM skruvar är idealiska för sammanfogning av termoplast, konstruktionsplast, trä och andra formbara material som pressgjutgods. Använd REMFORM skruvar i krävande monteringsfall såsom pelare med liten diameter, stora ingreppslängder och höga krafter.

Exempel på produkter lämpliga för REMFORM:

- Detaljer till motorfordon
- Dammsugare
- Tvättmaskiner
- Hårtorkar
- Ljud- och bildprodukter
- Datorer
- Elektriska handverktyg
- Telefon- och kommunikationsutrustningar
- Möbler
- Produkter av lättmetall

11.8 REMFORM® F FÖR SKRUVNING I METALLER

För att kunna tillgodogöra sig REMFORM profilens goda egenskaper i spröda lättmetaller som t ex magnesium, utvecklades en variant med finare gängstigning och som också härddas med materialegenskaper jämförbara med hållfasthetsklass 10.9.

Den har beteckningen REMFORM F och ger vid ingreppslängder motsvarande 2-3xd i lättmetallmaterial ett med skruven jämnstarkt förband. Klämkrafterna blir ungefär desamma som gäller för ett 10.9-förband. Kontakta oss för vägledning vid val av håll m m.

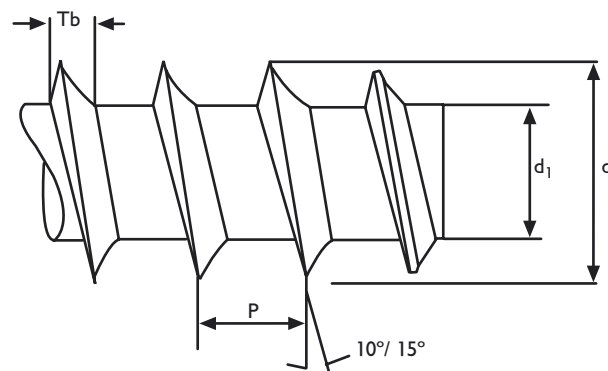


bild 11.40

TABELL 11.17 GÄNGDIMENSIONER FÖR REMFORM F

Gänga d	Delning P	Ytterdiameter d		Innerdiameter d ₁ min	Gängbredd Tb nom
		max	min		
2	0,60	2,10	2,00	1,33	0,476
2,5	0,70	2,60	2,50	1,66	0,571
3	0,80	3,10	3,00	2,00	0,665
3,5	0,95	3,60	3,50	2,33	0,758
4	1,05	4,10	4,00	2,63	0,776
5	1,25	5,15	5,00	3,32	0,877
6	1,40	6,15	6,00	4,06	1,049
8	1,75	8,15	8,00	5,54	1,301

11.9 SÄKRING AV SKRUVFÖRBAND

I alla tider, så länge man använt skruvförband, har man haft bekymmer med att skruvförbanden kan lossna och att förspänningen kan gå förlorad. Otoliga är de ofta misslyckade försök till säkring mot losskakning som sett dagens ljus. Vi skall ej redogöra för dessa här, utan bara redovisa några som vi inom BULTEN funnit fungera och börjar med en mutter.

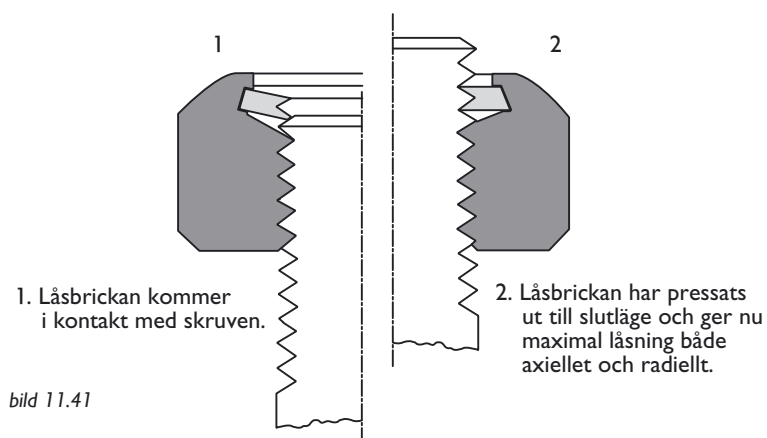
11.9.1 FS LÅSMUTTER

FS låsmutter är en helmetallisk låsmutter, som skiljer sig från övriga låsmuttrar som idag finns på marknaden.

FS låsmutter kan levereras med alla ytbehandlingar samt i hållfasthetsklasserna 8, 10, 12.

11.9.1.1 Funktionen hos FS låsmutter

Hemligheten med FS mutterns låsegenskaper är den fjädrande och gängade låsbrickan av stål som sitter inbyggd i mutterkroppen. Låsningen sker genom att låsbrickan fjädrar vid inskruvningen och klämmer till runt skruvgängan. Låsningen sker både axiellt och radiellt. FS låsmutter kan monteras och demonteras ett flertal gånger utan att låsförmågan nämnvärt påverkas. Detta beror på egenskaperna hos fjäderstålet i brickan.



11.9.1.2 Mekaniska egenskaper

FS låsmutter har värden som ligger över branschnormerna. Diagrammet bild 11.42, ger en beskrivning av friktionsmomentet vid lossning av FS låsmutter M10 i hållfasthetsklass 10.

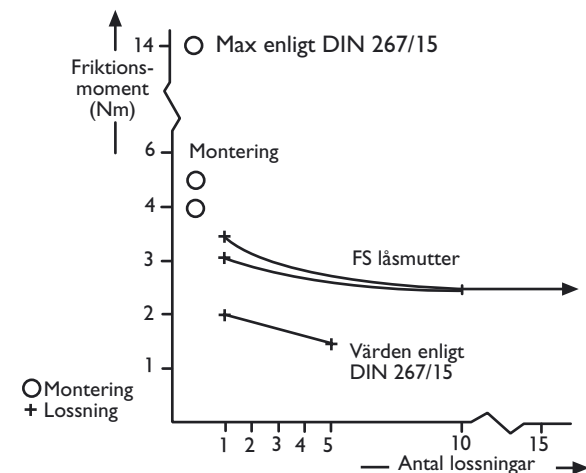


bild 11.42

11.9.1.3 Viktiga fördelar

- Dubbelverkande låsbricka som låser både axiellt och radiellt.
- Kan användas ett flertal gånger utan att låsförmågan (= friktionsmomentet) påtagligt försämras.
- Ger inga skador på skruvgängan.
- Man kan få det friktionsmoment som behövs i den aktuella konstruktionen.

11.9.1.4 Specialsortiment

FS låsmutter kan utföras i rostfritt material (A, F eller C), se kapitel 8, som ger högre korrosionsbeständighet. Friktionsmomentet hos FS låsmutter kan tillverkningstekniskt ställas in på snäva toleranser – högt eller lågt, allt efter behov. FS låsmutter kan även levereras med tumgänga, fingänga eller specialgänga. Den kan fås i utförandena sexkants-, fläns- och som kragmutter. Andra dimensioner, material eller utföranden erhålles efter förfrågan eller efter ritning. Exempel på användningsområden är: lok och järnvägsvagnar, fordonsindustri, båtar, maskin- och verkstadsindustri, process- och anläggningsindustri samt sammansättning av flytbroar och i applikationer med höga arbetstemperaturer.

11.9.2 BUFO® LOC

Ett annat exempel på en låsande produkt är BUFO LOC. Den är baserad på Omni-TECHNIKS välkända mikrokapslingsprocess och utvecklades för att komma ifrån ett kladdigt och kostsamt problem.

11.9.2.1 Funktion

Tanken på att innesluta låsvätskan i små mikrobubblor som krossades när man skruvade i skruven i muttern eller gods-gängen, förverkligades genom BUFO LOC. Bubblorna med sin inneslutna vätska hålls samman av ett bindemedel och som appliceras på skruven i förväg och lagras. Först när skruven monterar aktiveras låsförmågan då bubblorna krossas och vätskan börjar härda.

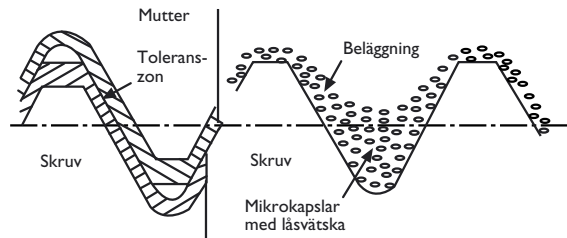


bild 11.43

11.9.2.2 Mekaniska egenskaper

Genom denna "torra" låsvätska har man kunnat sänka PPK ganska ordentligt. Låsförmågan är fullt i klass med de flytande låsmedlen. Produkter behandlade med BUFO LOC blir både låsande och tätande. Full effekt nås efter ca 12 timmars härdtid vid rumstemperatur. Två utföranden förekommer, BUFO LOC 30 med gul beläggning som ger tätning och måttlig låsning samt BUFO LOC 80 med röd beläggning som ger tätning och hård låsning. BUFO LOC är att anse som en engångsprodukt och bör bytas mot nybelagd skruv efter demontering. Behandlade skruvar kan lagras i minst tre år. Lossningsmomentet för dim. M10 är för BUFO LOC 30 = 14 till 18 Nm och för BUFO LOC 80 = 25 till 30 Nm. Temperaturområdet är för BUFO LOC 30 = -50° till +120°C och för BUFO LOC 80 = -50° till +170°C.

11.9.2.3 Fördelar med BUFO LOC

- Minskad monterings- och lagringskostnad.
- Stort arbetsområde med avseende på temperatur.

- Bra tätning och beständighet mot oljor, lösningsmedel, syror och alkalier.
- Goda låsningsegenskaper, dvs högt motstånd mot vibrationer
- Icke giftigt och icke allergiframkallande (gäller belagd skruv färdig för användning).

11.9.3 POWERLOK®

TAPTITE gängans goda låsförmåga och skydd mot losskakning och förspänningsförlust ville man även använda i tappgängade hål i material, som ej kan formas plastiskt. Man utvecklade därför en gänga med trilobulärt tvärsnitt som dessutom fick en speciell gängtopp med 30° vinkel som vid monteringen pressas in i hålgängans rot och ger låseffekt. Skruven kallas för POWERLOK och eliminerar alla separata låselement. Den har även använts som gängformande skruv i lättmetall med extra god låseffekt. För att underlätta äntringen är de första gängvarven underdimensionerade.

11.9.3.1 Funktion

En spänningsoptisk studie av ett POWERLOK förband sett från skruvänden ger denna färggranna treklöver. Skruvens trilobulära form som förstärker låseffekten syns här tydligt. Spänningskoncentrationerna hindrar skruven från att lossna.

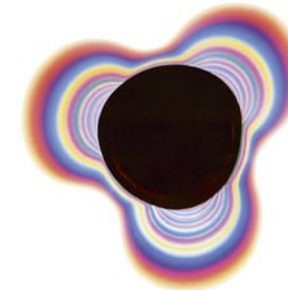
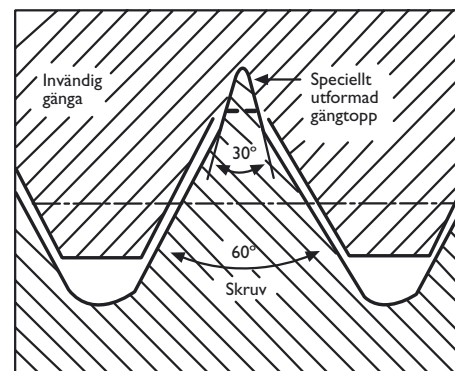


bild 11.44

11.9.3.2 Gängor

Gängorna enligt tabell 11.18 kan kombineras med de flesta huvudformer.



Tvärsnitt genom gängtopp.

bild 11.45

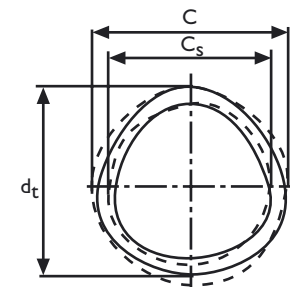


bild 11.46

Gänga sedd från skruvände.

TABELL 11.18 GÄNGANS MÅTT

Gänga	C		d _t		Spets C _s max
	min	max	min	max	
M4	4,10	4,22	3,96	4,08	4,00
M5	5,13	5,26	4,97	5,10	5,00
M6	6,15	6,30	5,95	6,10	6,00
M8	8,20	8,35	7,95	8,10	8,00
M10	10,25	10,40	9,95	10,10	10,00
M12	12,30	12,45	11,95	12,10	12,00

11.9.3.3 **Härdning**

Skruvorna seghärdas vanligen till hållfasthetsklass 10.9 med hårdheten HB 304-361.

11.9.3.4 **Montering**

POWERLOK monteras bäst med lågvarviga skruvdragare, dvs med varvtal ej över 1000 r/m. POWERLOK är väl lämpad för automatmontering, varvid såväl handhållna skruvdragare som stationära enheter, kan användas.

Rekommenderade åtdragningsmoment anges i nedanstående tabell och gäller för ytbehandlingarna fosfatering, POLYSEAL alt elförzinkning + vax.

TABELL 11.19 ÅTDRAGNINGSMOMENT

Gänga	Åtdragningsmoment i Nm ¹⁾
M4	3,5
M5	7,0
M6	12,0
M8	29,0
M10	57,0
M12	99,0

1) Gäller för alternativa ytbehandlingarna fosfatering, POLYSEAL samt elförzinkning + antifriktionsbehandling.

11.9.3.5 **Användningsområden**

POWERLOK kan användas överallt där andra typer av låsskruv eller säkringselement används vid montering i godshål.

Tack vare den trilobulära formen kan POWERLOK även användas som gängpressande skruv i aluminium och andra mjuka material. Lämplig håldiameter utprovas i varje enskilt fall. Skruvens låsförmåga blir då ännu bättre än vid användning i förgångade hål. Eftersom skruven även låser i ett icke förspänt läge är den lämplig som juster- och ställskruv.

11.9.4 **KLEERLOK® (VARIANT AV POWERLOK)**

En annan medlem i TAPTITE familjen heter KLEERLOK. Den utvecklades ursprungligen för att lösa ett problem inom bilindustrin. Vid målning och svetsning kan invändiga gängor bli bemängda med färg eller svetssprut. Hålen måste därför skyddas med någon form av maskering t ex tejp eller plugg. Detta kostar mycket tid och pengar och dessutom kan svets och smuts fastna i hålgängan i alla fall och orsaka monteringsbekymmer och felaktig förspänning. Gängan skulle också vara låsande, en lösning blev KLEERLOK skruven.

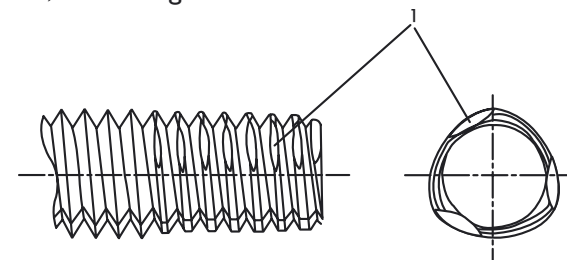


bild 11.47

Gängsegmenten har inskärningar, (1) liknande de som finns på en gängtapp och tack vare dessa rensas partiklar och färgrester bort i den invändiga gängan under skruvens montering. Den långsamma och kostsamma maskeringen bortfaller, PPK sjunker liksom ljudnivån vid monteringen. Ibland förses skruvar med äntringstapp för lättare montering.

11.9.5 **ESLOK, SKRUV MED PLAST-BELÄGGNING**

Denna produkt räknas även till de "torra" gänglåsningstyperna. Den består av en plast som påförs den utvändiga gängan och kan anpassas till kundens önskemål vad gäller låseffekt, temperaturberoende och kemisk påverkan.

11.9.5.1 **Funktion**

Den förbelagda ytan ökar trycket mot godshålens gängflanker. Resultatet blir att flankerna på den obelagda sidan av gängorna också tvingas samman. Friktionen som genereras förhindrar att skruven lossnar.

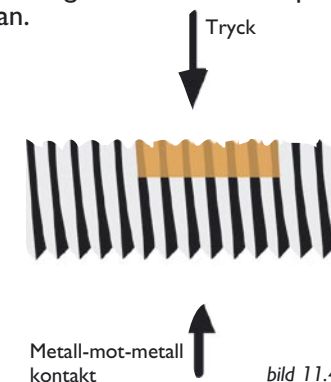


bild 11.48

11.9.5.2 Mekaniska egenskaper

- Kontrollerbar hållfasthet, direkt efter appliceringen.
- Kan användas minst fem gånger.
- Gör det möjligt att justera de monterade komponenterna.
- Uppfyller kraven enligt tysk standard DIN 267, Teil 28 och de krav som specificeras av bilindustrin och leverantörerna av originaldelar.



bild 11.49

11.9.5.3 Monteringsexempel

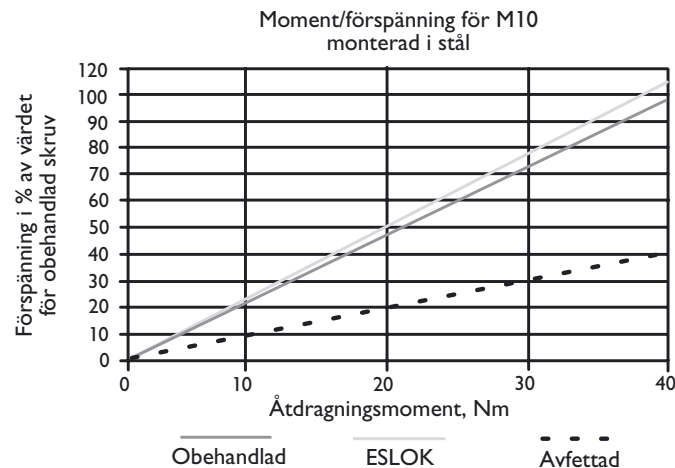


bild 11.50

11.10 TORX®

Sedan länge har man sökt effektivare grepp för åtdragning än den vanliga sexkantsformen. För kläna skruvar utvecklades tidigt olika krysspår, medan det tog längre tid för grövre skruv, som krävde högre åtdragningsmoment.

Svårigheten var mest av marknadsmässig natur, eftersom nya greppformer i de allra flesta fall krävde nya åtdragningsverktyg vilket i sin tur krävde en effektiv marknadstäckning för att kunderna enkelt och snabbt skulle få tillgång till såväl skruv som verktyg. Många försökte, men de flesta stupade på verktygsförsäljningen, så även BULTENS försök med produkten HIGRIP.

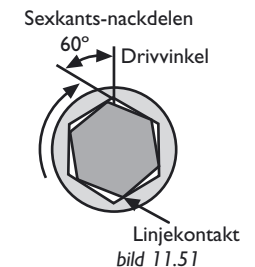
Slutligen lyckades företaget CAMCAR i USA att ta fram en ny greppgeometri TORX och skaffa så många licenstillverkare både för skruv och verktyg att marknadstäckningen blev tillfredsställande.

Man kan jämföra TORX systemets popularitet med TAPTITE gängornas. Bägge har genom sin funktion och fortgående teknisk utveckling befäst sin internationella dominans. TORX grepp kan sättas i de flesta huvudformer.

11.10.1 EGENSKAPER I JÄMFÖRELSE

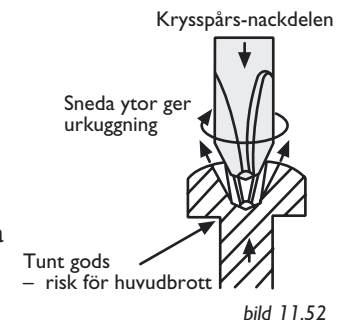
Sexkant

Hävstångsverkan på huvudets hörn vid åtdragningen ger stora krafter som vill spränga sönder hylsan. I bästa fall, om man bortser från spel, bildar drivytan vinkeln 60° mot radien ut till ett hörn. Den momentöverförande kraften verkar vinkelrätt mot radien. Det betyder som bäst linjekontakt mellan skruvhuvudets hörn och drivytorna hos hylsan. I praktiken måste man dock alltid räkna med ett spel mellan huvud och verktyg. Hörnet kommer därför att ligga en bit in på drivytan och krafterna som vill spränga hylsen ökar.



Krysspår

Krysspåren har en i grunden konisk form. Vid montering är det ofta svårt att hålla mejselspetsen exakt i skruvaxelns riktning, utan den lutar litet. När ett vridmoment anbringas uppstår en kraft, som vill skjuta ut mejselspetsen ur spåret. Till en början kan den s k urkugningen motverkas genom ett hårdare tryck på verktyget, men med slitna verktyg och höga moment blir det svårt att förhindra urkugning. Dessutom medför urkugning som regel även slitskador på omkringliggande ytor.



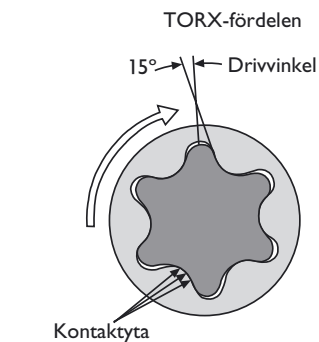


bild 11.53

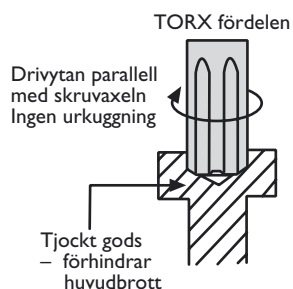


bild 11.54

TORX

TORX systemets slutna bågform ger en mycket liten drivvinkel, endast 15°, vilket reducerar de radiella sprängande krafterna avsevärt. Tack vare att cirkelbågar går i ingrepp bildas kontaktytor och ej linjekontakt.

Greppformen leder också till en bättre överlappning mellan in- och utvändigt grepp. Den s k grepptäckningen och ytkontakten eliminerar deformationer.

Högre moment kan överföras samtidigt som förslitningen blir mycket mindre än vad som är fallet med sexkantsgrepp. Särskilt vid invändigt grepp märker man systemets överlägsna funktion.

TORX systemets drivytan är parallella med skruvaxeln. Därför uppstår ej någon urkuggningseffekt. TORX systemet är så effektivt att ingreppslängden för verktyget kan minskas jämfört med andra spårtyper. Materialtjockleken mellan hålbotten och skruvstam kan därför ökas, vilket minskar risken för huvudbrott. På krysskruvar är denna del den svagaste sektionen.

11.10.2 VRIDHÅLLFASTHET HOS TORX MEJSELSPETSAR

TABELL 11.20 YTTERDIAMETRAR OCH VRIDHÅLLFASTHET FÖR TORX MEJSELSPETSAR

Grepp	Ytterdiameter A ref	Vridhållfasthet i Nm Min
T8	2,40	2,6
T10	2,80	4,52
T15	3,35	7,69
T20	3,95	12,7
T25	4,50	19,0
T30	5,60	37,4
T40	6,75	65,1
T45	7,95	103
T50	8,95	159
T55	11,35	257
T60	13,45	445
T70	15,70	700
T80	17,50	1050

För att få bästa livslängd på mejselspetsar med avseende på vridutmattning rekommenderar vi att greppstorlekar väljs så att högst 50% av vridhållfastheten utnyttjas vid maskinell montering.

11.10.3 LIVSLÄNGD

Tack vare att cylindriska ytor ligger i kontakt mellan verktyg och skruvgrepp blir förslitningen låg. När drivytorna också är parallella med skruvens axel elimineras alla axialkrafter vilket gör att mejselspetsen ej kuggar ur. Därför höjs mejselspetsarnas livslängd flerfaldigt jämfört med t ex olika krysspår.

11.10.4 ERGONOMI

Invändigt TORX grepp ger ingen urkuggningseffekt vid åtdragning. Axialkraften på verktyget kan därför hållas låg. Detta är en stor fördel för montören, som slipper trycka med full kraft på verktyget för att förhindra urkuggning. Påfrestningen på armar och rygg minskar avsevärt och gör monteringen mindre tröttsam. Han behöver ej heller riskera att skada händer och armar, vilket är vanligt vid andra grepp typer om verktyget kuggar ur.

11.10.5 LÅG PPK

TORX systemet sänker På-Plasten-Kostnaden tack vare snabbar montering, stor verktygslivslängd och därmed färre stillestånd. Då urkuggningen eliminerats orsakas inga skador på skruv, verktyg eller omkringliggande ytor. Dessutom skonas montörens muskler och leder vid montering med handhållna skruvdragare.

11.10.6 HUVUDFORMER

TORX greppet kan appliceras på de flesta standardiserade huvudformer och har visat sig speciellt lämpligt för skruv med försänkt huvud. Den höga vridhållfastheten gör det nämligen möjligt att utnyttja dessa skruvars draghållfasthet fullt ut utan att deformera skruvgreppet, vilket är fallet vid användningen av försänkt skruv med invändigt sexkantshål.

11.10.7 TORX PÅ SPECIALSKRUVAR

För vissa typer av specialskruvar, t ex inom bilindustrin har TORX greppet inneburit väsentliga fördelar genom att ge konstruktören bättre möjligheter att optimera skruvförbandets funktion. Som exempel kan nämnas skruvar för infästning av säkerhetsbälten, topplocksskruvar samt andra skruvar i mo-torn och stolarna. Vid konstruktion av specialskruvar för förspända skruvförband är det viktigt att skruvarnas hållfasthet är i harmoni. Skjuvarean som bildas mellan greppets botten och skruvstammen måste vara minst 1,4 ggr större än gängans spänningsarea A_s för att huvudet ej ska lossna vid rakt dragprov.

För att fylla alla hållfasthetskrav enligt SS - ISO 898-1 måste skjuvarean vara minst 1,8 ggr större än spänningsarean.

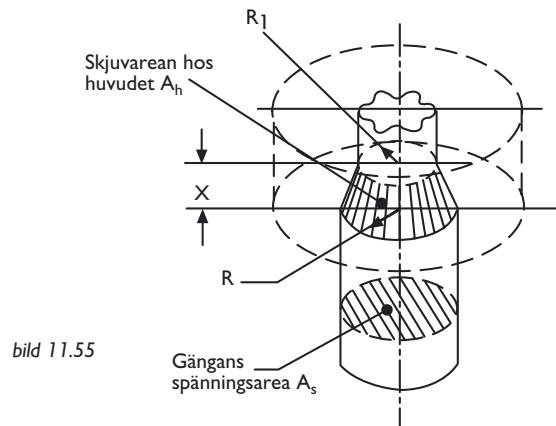


bild 11.55

R₁ är greppets halva diameter
R är skruvstammens radie
X huvudhöjden minus greppdjupet

$$A_h = \pi \times S (R + R_1)$$

$$S = \sqrt{(R - R_1)^2 + X^2}$$

Krav för harmoni i hållfasthet:
Rakt drag $A_h/A_s \geq 1,4$
Sneddragning $A_h/A_s \geq 1,8$

11.11 TORX PLUS®

Vad gäller TORX har systemet vidareutvecklats till en produkt, kallad TORX PLUS och kan också sättas i de flesta huvudformer. Greppgeometrin är skapad genom att använda ellips- oida former.

11.11.1 GEOMETRIN

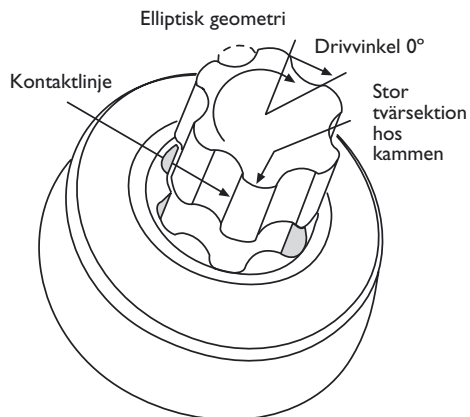
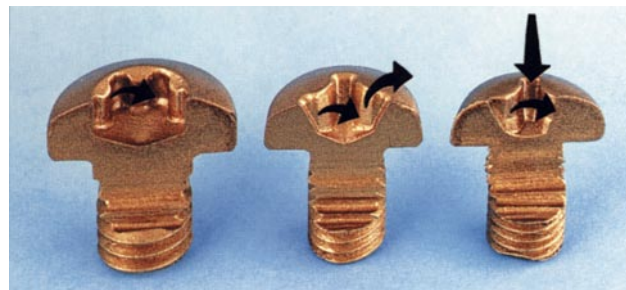


bild 11.56

Den förbättrade konstruktionen omfattar:

- Drivvinkeln 0° för att eliminera radialkrafter som skapar spänningar hos skruvgrepp (förbättrad momentöverföring).
- Större tvärsnittsarea hos kammarna.
- Geometri skapad av ellipsformer.
- Bättre utfyllnad utmed kammarnas hela längd.
- Ökad hållfasthet hos mejselspetsarna, vilket tillåter högre vridmoment.
- Toleransen hos mejselspetsarna har minskats med 50% för att förbättra passningen mellan verktyg och skruvgrepp.

Moment Moment Urkuggning Moment Axialkraft



© BULTEN

TORX PLUS

Krysspår

Krysspår

bild 11.57

11.11.2 VRIDHÅLLFASTHET HOS TORX PLUS MEJSELSPETSAR

**TABELL 11.21 YTTERDIAMETRAR OCH VRIDHÅLLFASTHET
FÖR TORX PLUS MEJSELSPETSAR**

Grepp	Ytterdiameter A ref	Vridhållfasthet i Nm Min
10 IP	2,82	5,42
15 IP	3,35	6,92
20 IP	3,94	16,1
25 IP	4,52	23,5
30 IP	5,61	47,2
40 IP	6,76	82,1
45 IP	7,92	137,4
50 IP	8,94	194,5
55 IP	11,33	352,0
60 IP	13,44	566,0
70 IP	15,72	910,0
80 IP	17,79	1290,0

Anm: För att få maximal livslängd på mejselspetsarna, rekommenderar vi att högst 50% av vridhållfastheten utnyttjas.

11.11.3 UTMATTNINGSHÅLLFASTHET

TORX PLUS greppsystem medger antingen att 100% fler skruvar monteras per mejselspets vid aktuellt åtdragningsmoment eller ett ökat åtdragningsmoment vid aktuell mejselförbrukning då det jämförs med TORX systemet.

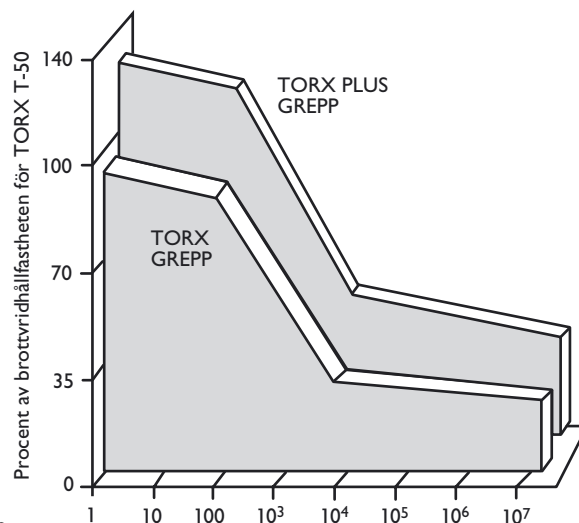


bild 11.58

11.11.4 TORX PLUS FÖRDELAR

TORX PLUS ger:

- I genomsnitt dubbel livslängd för mejselspetsarna.
- I genomsnitt 25% högre vridhållfasthet.
- Högre överförda åtdragningsmoment.
- Ännu mindre risk för urkuggning och lägre axialkraft.
- Mindre belastning på montörerna.
- Längre verktygslivslängd än hos andra greppsystem.
- Ökad produktivitet och tillförlitlighet.
- Lägre produktionskostnad på sikt.

11.11.5 AUTOSERT®

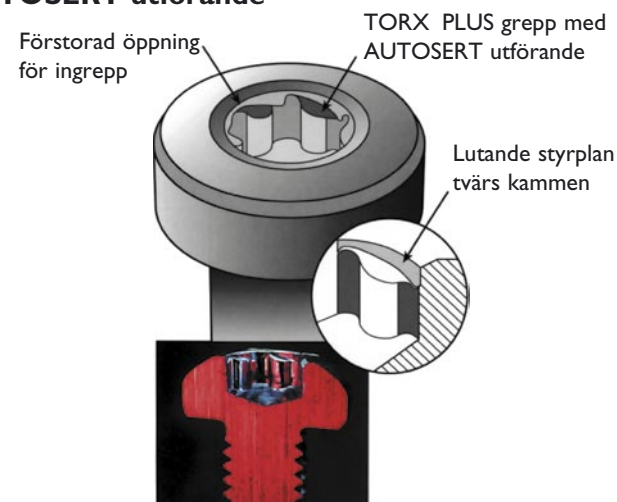
AUTOSERT utförandet tillåter höga varvtal vid ikuggning på monteringslinan.

11.11.5.1 Geometri

AUTOSERT utförandet (självsökning) är ett tillägg till TORX PLUS systemet. Lutande styrplan tvärs varje kam hos TORX PLUS greppet används för att tillåta högre rotationshastighet vid ikuggning då man monterar automatiskt, med robot eller vid många andra tillfällen där mejselspetsen kanske roterar kontinuerligt.

AUTOSERT utförandet skapar också en självcentrerande greppfunktion som förbättrar förhållandena vid manuell montering där mejselspetsen ej roterar kontinuerligt.

Rundat huvud med TORX PLUS grepp och AUTOSERT utförande



TORX PLUS grepp med AUTOSERT utförande

bild 11.59

11.11.5.2 **Ingreppsprov**

Laboratorieprov visar att 100% av greppen med AUTOSERT utförande kuggar i vid en rotation av 700 varv per minut då TORX PLUS mejselspetsar användes.

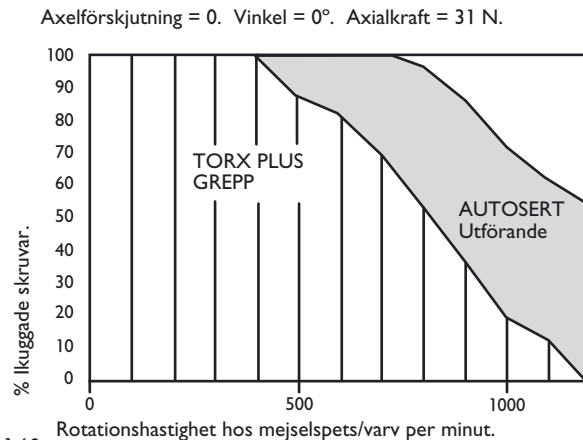


bild 11.60

11.11.5.3 **Fördelar med AUTOSERT utförandet:**

- Självcentrering och ikuggning.
- Mejselspetsen går i ingrepp under 1/6 varv.
- Erbjuder större öppning för verktyget att glida ner i greppet.
- Tillåter högre rotationshastighet vid ikuggning jämfört med standardgrepp.
- Idealisk för robotiserad eller automatiserad montering men också för manuell montering.
- Förbättrar förmågan för mejselspetsen att kugga i då den lutar eller är förskjuten relativt greppet.
- Användare har vid provmontering funnit att mejselspetsarna slits mindre.

11.11.6 **JÄMFÖRELSE MELLAN TORX OCH TORX PLUS**

TORX mejselspets

Geometrin hos TORX greppet är skapad av cirkelbågar. Det ger många fördelar jämfört med andra system.

TORX PLUS grepp

Geometrin hos TORX PLUS greppet är skapad av ellipsformer och är en förbättring av TORX systemet.

Kombination av system

Ett invändigt TORX PLUS grepp kan förenas med en mejselspets för TORX systemet vid serviceproblem på fältet.

11.11.7 **TILLVERKARE OCH VERKTYGS-DISTRIBUTÖRER**



bild 11.62

Att använda det ännu bättre TORX PLUS systemet är ett utmärkt sätt att sänka PPK vid montering av skruvar. I alla fall där man idag använder TORX grepp kan man med fördel använda TORX PLUS grepp som kan tillhandahållas av ett stort antal skruvtillverkare världen över.

TORX PLUS verktyg tillhandahålls av ett stort antal tillverkare och verktygsleverantörer världen över. Skruvar med TORX PLUS grepp tillverkas av BULTEN.



bild 11.61

BEHÖVER DU HJÄLP?

12

- 12.1 Nomenklatur
- 12.2 Gångor
- 12.3 Allmänt
- 12.4 Toleranser
- 12.5 Mekaniska egenskaper
- 12.6 Ytbehandling
- 12.7 Produkter
- 12.8 Utdrag ur några produktstandarder
- 12.9 Inbyggnadsmått för skruvförband
- 12.10 Skruvar i gängade bottenhål
- 12.11 Basmått för gångor och borrdiametrar
- 12.12 Toleranser och lägesavmått

Detta kapitel är tänkt att vara till hjälp i konstruktionsarbetet då det gäller att finna några viktiga standarder samt nödvändiga mått vid inbyggnad av gängade fästelement.

Avsnitt 12.1–12.7 är en lista över titlar på standarder uppdelade i grupper beroende på innehåll.

Standarder finns med olika beteckningar SS, SS-EN, SS-EN ISO beroende på vilken grund den har. Alla finns ej på svenska men i den följande uppställningen har vi tagit med både den svenska och engelska titeln då standarden finns med båda språken.

Sedan följer ett avsnitt 12.8 där vi återger valda delar ur några av de mest använda produktstandarderna. Detta följs av avsnitt 12.9 som väsentligen handlar om mått som behövs för inbyggnad. Avsnitt 12.10 ger lämpliga ingreppslängder i stål med olika hållfasthet för att få godshål som är jämstarka med skruvar av olika hållfasthetsklasser. Basmått för metriska ISO-gångor samt borrdiametrar för borrar före gängning finns i avsnitt 12.11. Slutligen återger vi i avsnitt 12.12 några tabeller med toleranser och lägesavmått som har anknytning till gängade fästelement.



12.1 NOMENKLATUR

SS-ISO 1891

Skravar, muttrar, brickor och saxpinnar – Terminologi.
Bolts, screws, nuts and accessories – Terminology and nomenclature.

SS-EN-20225

Fästelement – Skruvar, pinnskruvar och muttrar – Beteckningar och benämningar för geometriska mått.
Fasteners – Bolts, screws, studs and nuts – Symbols and designation of dimensions.

12.2 GÄNGOR

ISO 724

Metrisk ISO-gängor – Basmått.
ISO general – purpose metric screw threads – Basic dimensions.

SS-ISO 965-1

Metrisk ISO-gängor – Gängtoleranser – Introduktion och grundläggande data.
ISO general purpose metric screw threads – Tolerances – Part 1: Principles and basic data.

SS-ISO 965-2

Metrisk ISO-gängor – Gängtoleranser – Gränsmått för toleranskvalitet medel.
ISO general purpose metric screw threads – Tolerances – Part 2: Limits of sizes for general purpose bolt and nut threads – Medium quality.

SS-ISO 965-3

Metrisk ISO-gängor – Gängtoleranser – Gränssavmått.
ISO general purpose metric screw threads – Tolerances – Part 3: Deviations for constructional threads.

SS-EN ISO 1478

Fästelement – Gängpressande skruvar – ST-gängor och skruvändar.
Tapping screw thread.

12.3 ALLMÄNT

SS-ISO 272

Fästelement – Nyckelvidder för sexkantsprodukter – Metrisk serie.
Fasteners – Hexagon products – Widths across flats.

SS-EN 20273

Fästelement – Frigående hål för skruvar – Metrisk ISO-gängor.
Fasteners – Clearance holes for bolt and screws.

SS-ISO 888

Fästelement – Skruvar och pinnskruvar – Skruvlängder och gänglängder.
Bolts, screws and studs – Nominal lengths, and thread lengths for general purpose bolts.

SS 3584

Fästelement – Skruvar med metrisk ISO-gängor – Kort tapp med stympad spets (äntringstapp) – Mått
Bolts and screws with ISO metric screw threads – Short dog point with truncated cone end (entry dog) – Dimensions.

12.4 TOLERANSER

SS-ISO 4759/1

Fästelement – Toleranser för skruvar och muttrar med gängdiameter 1,6-150 mm – Produktklass A, B och C.
Tolerances for fasteners – Part 1: Bolts, screws and nuts with thread diameters $\geq 1,6$ and ≤ 150 mm and product grades A, B and C.

SS-ISO 4759/3

Fästelement – Toleranser för brickor avsedda för skruvar och muttrar med gängdiameter 1-150 mm – Produktklass A och C.
Tolerances for fasteners - Part 3: Washers to metric bolts, screws and nuts with thread diameters from 1 up to and including 150 mm - Product grades A and C.

12.5 MEKANISKA EGENSKAPER

SS-EN 20898-1 (SS-ISO898-1)

Fästelement – Hållfasthetsfordringar – Del 1: Skruvar och pinnskruvar med metrisk ISO-gänga.
Mechanical properties of fasteners – Part 1: Bolts, screws and studs.

SS-EN 20898-2 (SS-ISO 898-2)

Fästelement – Hållfasthetsfordringar – Del 2: Muttrar med metrisk ISO-gänga och specificerade värden på provlaster – Grov delning.
Mechanical properties of fasteners – Part 2: Nuts with specified proof load values – Coarse thread.

SS-ISO 2320

Fästelement – Sexkantsslåmuttrar av stål – Hållfasthets- och funktionsegenskaper.
Prevailing torque type steel hexagon nuts – Mechanical and performance properties.

SS-EN ISO 2702

Fästelement – Sätthärdade gängpressande skruvar av stål – Hållfasthetsfordringar (ISO 2702:1992).
Heat-treated steel tapping screws – Mechanical properties (ISO 2702:1992).

SS 3392

Fästelement – Gängpressande skruvar – Bestämning av hållfasthets- och monteringssegenskaper.
Tapping screws – Determination of strength and assembly properties.

12.6 **YTBEHANDLING**

ISO 4042

Saknar svensk översättning.
Threaded components – Electroplated coatings.

12.7 **PRODUKTER**

SS-EN 24014 (SS-ISO 4014)

Fästelement – Delgängade sexkantsskruvar – Produktklasserna A och B.
Fasteners – Hexagon head bolts – Product grades A and B.

SS-EN 24017 (SS-ISO 4017)

Fästelement – Helgängade sexkantsskruvar – Produktklasserna A och B.
Fasteners – Hexagon head screws – Product grades A and B.

ISO 4162¹⁾

Saknar svensk översättning.
Hexagon flange bolts – Small series.

SS-ISO 4762

Fästelement – Sexkanthållsskruv – Produktklass A.
Hexagon socket head cap screws – Product grade A.

SS-EN 24032 (SS-ISO 4032)

Fästelement – Sexkantsmuttrar, utförande 1 – Produktklasserna A och B.
Fasteners – Hexagon nuts, style 1 – Product grade A and B.

SS-ISO 4161²⁾

Fästelement – Flänsmuttrar med sexkant – Produktklass A.
Hexagon nuts with flange – Product grade A.

SS-ISO 7040

Fästelement – Sexkantsslåmuttrar (med icke-metallisk insats), utförande 1 – Hållfasthetsklasser 5, 8 och 10.
Prevailing torque type hexagon nuts (with non-metallic insert), style 1 – Property classes 5, 8 and 10.

SS-ISO 7043

Fästelement – Flänslåmuttrar med sexkant (med icke-metallisk insats).
Prevailing torque type hexagon nuts with flange (with nonmetallic insert).

SS-ISO 7044

Fästelement – Flänslåmuttrar med sexkant, helmetalliska.
Prevailing torque type all-metal hexagon nuts with flange.

SS-EN ISO 7045

Fästelement – Kryssskruvar med rundat huvud och krysspår typ H eller typ Z – Produktklass A (ISO 7045:1994).
Pan head screws with type H or type Z cross recess – Product grade A (ISO 7045:1994).

SS-EN ISO 7046-1

Fästelement – Kryssskruvar med sänkhuvud och krysspår typ H eller typ Z – Produktklass A – Del 1: Hållfasthetsklass 4.8 (ISO 7046-1:1994).
Countersunk flat head screws (common head style) with type H or type Z cross recess – Product grade A – Part 1: Steel or property class 4.8 (ISO 7046-1:1994).

SS-EN ISO 7046-2

Fästelement – Kryssskruvar med sänkhuvud – Produktklass A – Del 2: Stål i hållfasthetsklass 8.8, rostfritt stål och icke-järnmetaller (ISO 7046-2:1990).
Cross recessed countersunk flat head screws (common head style) - Grade A – Part 2: Steel of property class 8.8, stainless steel and non-ferrous metals. (ISO 7046-2:1990).

¹⁾ Kommer under 1999 ut som SS-EN 1662

²⁾ Kommer under 1999 ut som SS-EN 1661

SS-EN ISO 7049

Fästelement – Gängpressande krysskruvar med rundat huvud
(ISO 7049:1983)

Cross recessed pan head tapping screws (ISO 7049:1983)

SS-EN ISO 7050

Fästelement – Gängpressande krysskruvar med sänkhuvud
(ISO 7050:1983)

Cross recessed countersunk (flat) head tapping screws (common head style) (ISO 7050:1983)

ISO 4026

Saknar svensk översättning.

Hexagon socket set screws with flat point.

ISO 4027

Saknar svensk översättning.

Hexagon socket set screws with cone point.

ISO 4028

Saknar svensk översättning.

Hexagon socket set screws with dog point.

ISO 4029

Saknar svensk översättning.

Hexagon socket set screw with cup point.

12.8

UTDRAG UR NÅGRA PRODUKT- STANDARDER

Avsnittet innehåller väsentliga delar av standarder för några av de vanligaste produkterna. I några fall har mått tagits med från nyligen reviderade standarder som beräknas vara utgivna i Sverige senast 1999.

Tabellförteckning

12.8.1 Delgängade sexkantsskruvar SS-ISO 4014

12.8.2 Sexkantsmuttrar SS-ISO 4032

12.8.3 Flänsskruvar SS-EN 1662

12.8.4 Flänsmuttrar SS-EN 1661

12.8.5 Sexkantshålskruvar SS-EN ISO 4762

12.8.6 Krysspår SS-EN ISO 4757

12.8.7 Krysspårsskruvar SS-EN ISO 7045

Produktklass A och B.-

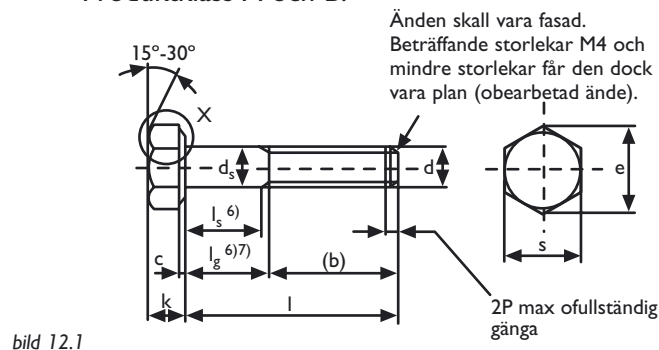
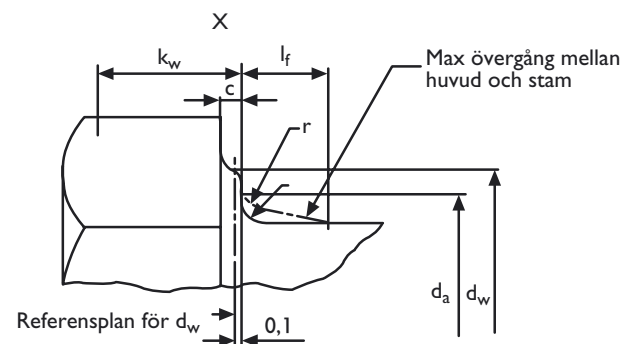


bild 12.1



TABELL 12.1 PREFERERADE GÄNGOR

Mått i mm

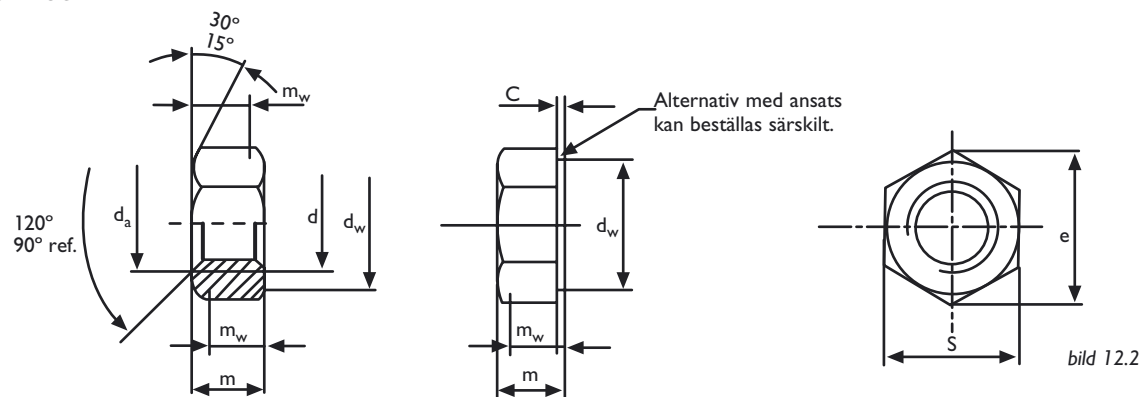
Gänga d		M1,6	M2	M2,5	M3	M4	M5	M6	M8	M10	M12	M16	M20	M24	M30	M36	M42	M48	M56	M64
P 1)		0,35	0,4	0,45	0,5	0,7	0,8	1	1,25	1,5	1,75	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6
b ref.	2)	9	10	11	12	14	16	18	22	26	30	38	46	54	66	–	–	–	–	–
	3)	15	16	17	18	20	22	24	28	32	36	44	52	60	72	84	96	108	–	–
	4)	28	29	30	31	33	35	37	41	45	49	57	65	73	85	97	109	121	137	153
c	min	0,1	0,1	0,1	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3
	max	0,25	0,25	0,25	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	1	1	1	1
d _a max		2	2,6	3,1	3,6	4,7	5,7	6,8	9,2	11,2	13,7	17,7	22,4	26,4	33,4	39,4	45,6	52,6	63	71
nom = max		1,6	2	2,5	3	4	5	6	8	10	12	16	20	24	30	36	42	48	56	64
d _s	Produktklass A min	1,46	1,86	2,36	2,86	3,82	4,82	5,82	7,78	9,78	11,73	15,73	19,67	23,67	–	–	–	–	–	–
	product grade B min	1,35	1,75	2,25	2,75	3,70	4,70	5,70	7,64	9,64	11,57	15,57	19,48	23,48	29,48	35,38	41,38	47,38	55,26	63,26
d _w	Produktklass A min	2,27	3,07	4,07	4,57	5,88	6,88	8,88	11,63	14,63	16,63	22,49	28,19	33,61	–	–	–	–	–	–
	product grade B min	2,30	2,95	3,95	4,45	5,74	6,74	8,74	11,47	14,47	16,47	22	27,7	33,25	42,75	51,11	59,95	69,45	78,66	88,16
e	Produktklass A min	3,41	4,32	5,45	6,01	7,66	8,79	11,05	14,38	17,77	20,03	26,75	33,53	39,98	–	–	–	–	–	–
	product grade B min	3,28	4,18	5,31	5,88	7,50	8,63	16,89	14,20	17,59	19,85	26,17	32,95	39,55	50,85	60,79	71,3	82,6	93,56	104,86
l _f max		0,6	0,8	1	1	1,2	1,2	1,4	2	2	3	3	4	4	6	6	8	10	12	13
nom		1,1	1,4	1,7	2	2,8	3,5	4	5,3	6,4	7,5	10	12,5	15	18,7	22,5	26	30	35	40
k	Produktklass A min	0,975	1,275	1,575	1,875	2,675	3,35	3,85	5,15	6,22	7,32	9,82	12,285	14,785	–	–	–	–	–	–
		1,225	1,525	1,825	2,125	2,925	3,65	4,15	5,45	6,58	7,68	10,18	12,715	15,215	–	–	–	–	–	–
	Produktklass B min	0,9	1,2	1,5	1,8	2,6	3,26	3,76	5,06	6,11	7,21	9,71	12,15	14,65	18,28	22,08	25,58	29,58	34,5	39,5
		1,3	1,6	1,9	2,2	3,0	3,74	4,24	5,54	6,69	7,79	10,29	12,85	15,35	19,12	22,92	26,42	30,42	35,5	40,5
k _w 5)	Produktklass A min	0,68	0,89	1,1	1,31	1,87	2,35	2,7	3,61	4,35	5,12	6,87	8,6	10,35	–	–	–	–	–	–
	product grade B min	0,63	0,84	1,05	1,26	1,82	2,28	2,63	3,54	4,28	5,05	6,8	8,51	10,26	12,8	15,46	17,91	20,71	24,15	27,65
r min		0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,25	0,4	0,4	0,6	0,6	0,8	0,8	1	1	1,2	1,6	2	2
nom = max		3,2	4	5	5,5	7	8	10	13	16	18	24	30	36	46	55	65	75	85	95
s	Produktklass A min	3,02	3,82	4,82	5,32	6,78	7,78	9,78	12,73	15,73	17,73	23,67	29,67	35,38	–	–	–	–	–	–
		2,90	3,70	4,70	5,20	6,64	7,64	9,64	12,57	15,57	17,57	23,16	29,16	35	45	53,8	63,1	73,1	82,8	92,8

- 1) P = gängans delning.
- 2) För längder $l_{\text{nom}} \leq 125$ mm.
- 3) För längder $125 \text{ mm} < l_{\text{nom}} \leq 200$ mm.
- 4) För längder $l_{\text{nom}} > 200$ mm.

- 5) $k_w = 0,7 k_{\min}$.
- 6) $l_{g\max} = l_{\text{nom}} - b$.
 $l_{s\min} = l_{g\max} - 5 P$.
- 7) l_g är min klämlängd.

12.8.2 UTDRAG UR SS-EN 24032, 1992 (SS-ISO 4032) SEXKANTSSMUTTRAR, UTFÖRANDE 1

Produktklass A och B



TABELL 12.2 PREFERERADE STORLEKAR

Mått i mm

Gänga d	M1,6	M2	M2,5	M3	M4	M5	M6	M8	M10	M12	M16	M20	M24	M30	M36	M42	M48	M56	M64
P ¹⁾	0,35	0,4	0,45	0,5	0,7	0,8	1	1,25	1,5	1,75	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6
c max	0,2	0,2	0,3	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	1	1	1	1
c min	0,1	0,1	0,1	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3
d _a min	1,6	2	2,5	3	4	5	6	8	10	12	16	20	24	30	36	42	48	56	64
d _a max	1,84	2,3	2,9	3,45	4,6	5,75	6,75	8,75	10,8	13	17,3	21,6	25,9	32,4	38,9	45,4	51,8	60,5	69,1
d _w min	2,4	3,1	4,1	4,6	5,9	6,9	8,9	11,6	14,6	16,6	22,5	27,7	33,3	42,8	51,1	60	69,5	78,7	88,2
e min	3,41	4,32	5,45	6,01	7,66	8,79	11,05	14,38	17,77	20,03	26,75	32,95	39,55	50,85	60,79	71,3	82,6	93,56	104,86
m max	1,3	1,6	2	2,4	3,2	4,7	5,2	6,8	8,4	10,8	14,8	18	21,5	25,6	31	34	38	45	51
m min	1,05	1,35	1,75	2,15	2,9	4,4	4,9	6,44	8,04	10,37	14,1	16,9	20,2	24,3	29,4	32,4	36,4	43,4	49,1
m _w min	0,8	1,1	1,4	1,7	2,3	3,5	3,9	5,2	6,4	8,3	11,3	13,5	16,2	19,4	23,5	25,9	29,1	34,7	39,3
s nom = max	3,2	4	5	5,5	7	8	10	13	16	18	24	30	36	46	55	65	75	85	95
s min	3,02	3,82	4,82	5,32	6,78	7,78	9,78	12,73	15,73	17,73	23,67	29,16	35	45	53,8	63,1	73,1	82,8	92,8

¹⁾ P = gängans delning

12.8.3 UTDRAG UR SS-EN 1662, 1998*) FLÄNSSKRUVAR MED SEXKANTSHUVUD

Produktklass A

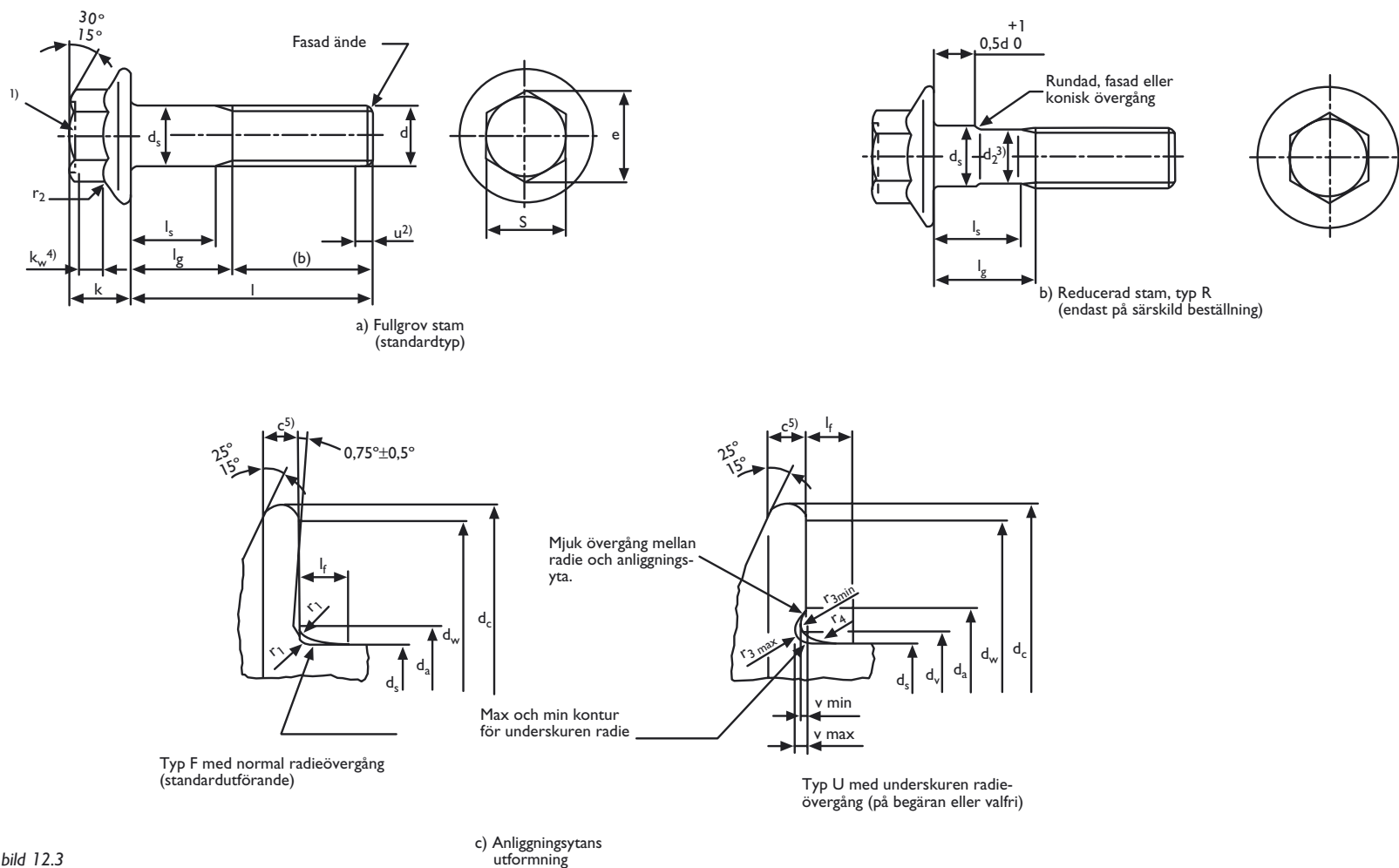


bild 12.3

- 1) Huvudets översida kan antingen vara plan eller ha en fasad eller sfärisk försänkning efter tillverkarens val.
- 2) Ofullständig gänga, $\leq 2P$
- 3) d_2 motsvarar ungefär gängans medeldiameter eller gängrullningsdiameter.

- 4) k_w är minsta ingreppshöjd.
- 5) c mätes vid d_w min.

*) EN 1662 ges ut i Europa i stället för ISO 4162.

TABELL 12.3

Mått i mm

Gänga d		M5	M6	M8	M10	M12	(M14) ¹⁾	M16
P ²⁾		0,8	1	1,25	1,5	1,75	2	2
b ref	³⁾	16	18	22	26	30	34	38
	⁴⁾	–	–	28	32	36	40	44
	⁵⁾	–	–	–	–	–	–	57
c	min	1	1,1	1,2	1,5	1,8	2,1	2,4
d _a	$T_{\text{Typ}} \frac{F}{U}$	5,7	6,8	9,2	11,2	13,7	15,7	17,7
	max	6,2	7,5	10	12,5	15,2	17,7	20,5
d _c	max	11,4	13,6	17	20,8	24,7	28,6	32,8
d _s	max	5,00	6,00	8,00	10,00	12,00	14,00	16,00
	min	4,82	5,82	7,78	9,78	11,73	13,73	15,73
d _v	max	5,5	6,6	8,8	10,8	12,8	14,8	17,2
d _w	min	9,4	11,6	14,9	18,7	22,5	26,4	30,6
e	min	7,59	8,71	10,95	14,26	17,62	19,86	23,15
k	max	5,6	6,9	8,5	9,7	12,1	12,9	15,2
k _w	min	2,3	2,9	3,8	4,3	5,4	5,6	6,8
l _f	max	1,4	1,6	2,1	2,1	2,1	2,1	3,2
r ₁	min	0,2	0,25	0,4	0,4	0,6	0,6	0,6
r ₂ ⁶⁾	max	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,9	1
r ₃	max	0,25	0,26	0,36	0,45	0,54	0,63	0,72
	min	0,10	0,11	0,16	0,20	0,24	0,28	0,32
r ₄	ref	4	4,4	5,7	5,7	5,7	5,7	8,8
s	max	7,00	8,00	10,00	13,00	16,00	18,00	21,00
	min	6,78	7,78	9,78	12,73	15,73	17,73	20,67
v	max	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35	0,45	0,50
	min	0,05	0,05	0,10	0,15	0,15	0,20	0,25

1) Storlekar inom parentes skall undvikas.

2) P = gängans delning

3) För längder $l_{\text{nom}} \leq 125$ mm.4) För längder $125 \text{ mm} < l_{\text{nom}} \leq 200$ mm.5) För längder $l_{\text{nom}} > 200$ mm.6) Radien r_2 gäller för övergången såväl mellan sexkantens hörn som mellan sexkantens sidor och flänsen.

12.8.4 **UTDRAG UR SS-EN 1661, 1998^{*)} FLÄNSMUTTRAR MED SEXKANT**

Produktklass A

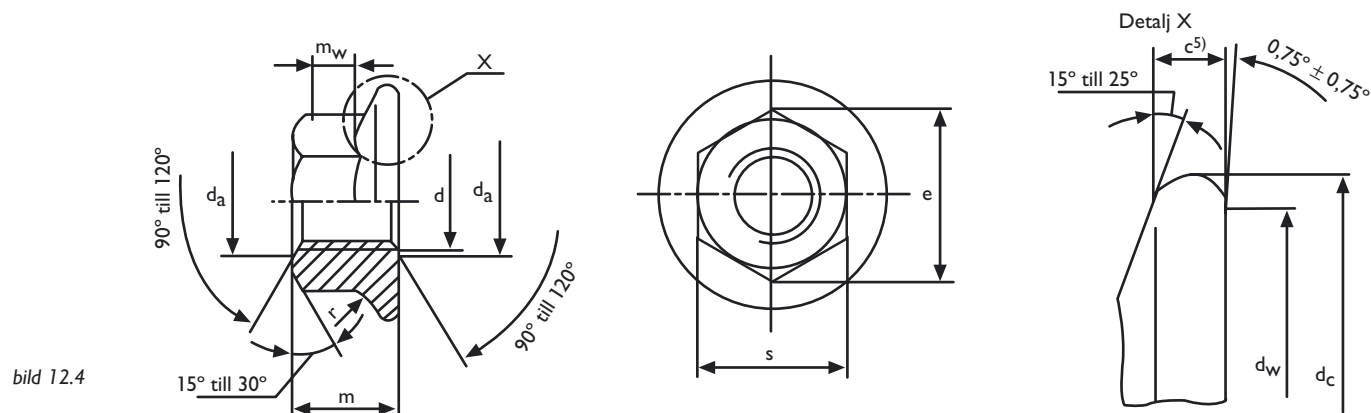


bild 12.4

TABELL 12.4

Mått i mm

Gänga d		M5	M6	M8	M10	M12	(M14) ¹⁾	M16	M20
P ²⁾		0,8	1	1,25	1,5	1,75	2	2	2,5
c	min	1	1,1	1,2	1,5	1,8	2,1	2,4	3
d _a	min	5	6	8	10	12	14	16	20
	max	5,75	6,75	8,75	10,8	13	15,1	17,3	21,6
d _c	max	11,8	14,2	17,9	21,8	26	29,9	34,5	42,8
d _w	min	9,8	12,2	15,8	19,6	23,8	27,6	31,9	39,9
e	min	8,79	11,05	14,38	17,77	20,03	23,36	26,75	32,95
m	max	5	6	8	10	12	14	16	20
	min	4,7	5,7	7,64	9,64	11,57	13,3	15,3	18,7
m _w ³⁾	min	2,5	3,1	4,6	5,9	6,8	7,7	8,9	10,7
s	max	8	10	13	16	18	21	24	30
	min	7,78	9,78	12,73	15,73	17,73	20,67	23,67	29,16
r ⁴⁾	max	0,3	0,36	0,48	0,6	0,72	0,88	0,96	1,2

1) Storleken inom parentes skall om möjligt undvikas.

2) P = gängans delning.

3) Minsta griphöjd.

4) Radien r gäller för övergången såväl mellan sexkantens hörn som mellan sexkantens sidor och flänsen.

5) c mätes vid d_wmin.

^{*)} EN 1661 ges ut i Europa i stället för ISO 4161.

12.8.5 UTDRAG UR SS-EN ISO 4762, 1998 (SS-ISO 4762) SEXKANTSHÅLSKRUVAR

Produktklass A

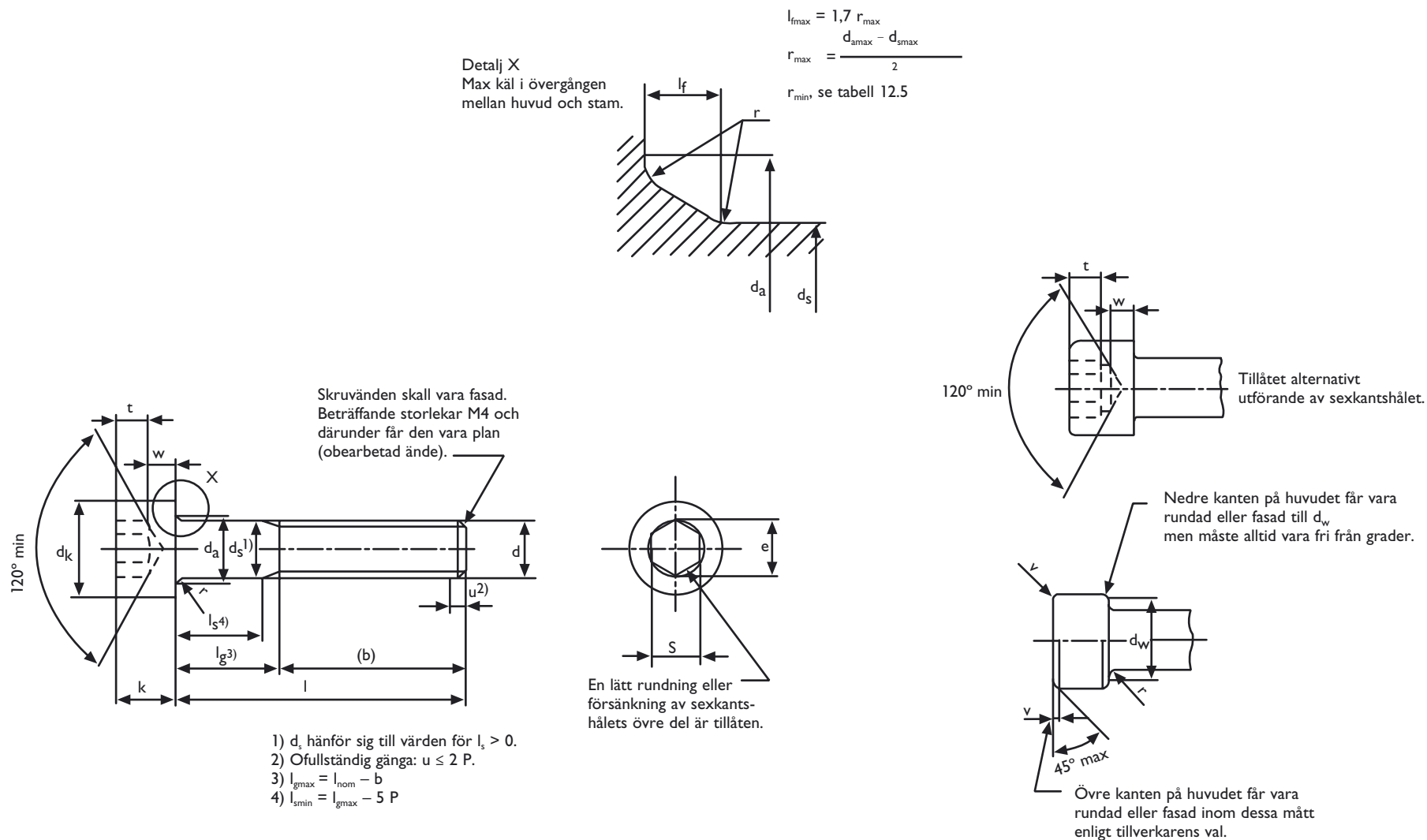


bild 12.5

TABELL 12.5

Mått i mm

Gänga d		M1,6	M2	M2,5	M3	M4	M5	M6	M8	M10	M12	(M14) ²⁾	M16	M20	M24	M30	M36
P ¹⁾		0,35	0,4	0,45	0,5	0,7	0,8	1	1,25	1,5	1,75	2	2	2,5	3	3,5	4
b	ref	15	16	17	18	20	22	24	28	32	36	40	44	52	60	72	84
d _k	max ³⁾	3	3,8	4,5	5,5	7	8,5	10	13	16	18	21	24	30	36	45	54
	max ⁴⁾	3,14	3,98	4,68	5,68	7,22	8,72	10,22	13,27	16,27	18,27	21,33	24,33	30,33	36,39	45,39	54,46
	min	2,86	3,62	4,32	5,32	6,78	8,28	9,78	12,73	15,73	17,73	20,67	23,67	29,67	35,61	44,61	53,54
d _a	max	2	2,6	3,1	3,6	4,7	5,7	6,8	9,2	11,2	13,7	15,7	17,7	22,4	26,4	33,4	39,4
d _s	max	1,6	2	2,5	3	4	5	6	8	10	12	14	16	20	24	30	36
	min	1,46	1,86	2,36	2,86	3,82	4,82	5,82	7,78	9,78	11,73	13,73	15,73	19,67	23,67	29,67	35,61
e	min ⁵⁾	1,73	1,73	2,3	2,87	3,44	4,58	5,72	6,86	9,15	11,43	13,72	16	19,44	21,73	25,15	30,85
l _f	max	0,34	0,51	0,51	0,51	0,6	0,6	0,68	1,02	1,02	1,45	1,45	1,45	2,04	2,04	2,89	2,89
k	max	1,6	2	2,5	3	4	5	6	8	10	12	14	16	20	24	30	36
	min	1,46	1,86	2,36	2,86	3,82	4,82	5,7	7,64	9,64	11,57	13,57	15,57	19,48	23,48	29,48	35,38
r	min	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,25	0,4	0,4	0,6	0,6	0,6	0,8	0,8	1	1
s	nom	1,5	1,5	2	2,5	3	4	5	6	8	10	12	14	17	19	22	27
	min	1,52	1,52	2,02	2,52	3,02	4,02	5,02	6,02	8,025	10,025	12,032	14,032	17,05	19,065	22,065	27,065
	max ⁶⁾	1,545	1,545	2,045	2,56	3,071	4,084	5,084	6,095	8,115	10,115	12,142	14,142	17,23	19,275	22,275	27,275
	max ⁷⁾	1,56	1,56	2,06	2,58	3,08	4,095	5,14	6,14	8,175	10,175	12,212	14,212				
t	min	0,7	1	1,1	1,3	2	2,5	3	4	5	6	7	8	10	12	15,5	19
v	max	0,16	0,2	0,25	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	1	1,2	1,4	1,6	2	2,4	3	3,6
d _w	min	2,72	3,48	4,18	5,07	6,53	8,03	9,38	12,33	15,33	17,23	20,17	23,17	28,87	34,81	43,61	52,54
w	min	0,55	0,55	0,85	1,15	1,4	1,9	2,3	3,3	4	4,8	5,8	6,8	8,6	10,4	13,1	15,3

- 1) P = gängans delning.
2) Storlek inom parentes skall undvikas.
3) För släta huvuden.
4) För lätttrade huvuden.
5) $e_{\min} = 1,14 \times s_{\min}$.
6) För hållfasthetsklass 12.9.
7) För alla andra hållfasthetsklasser.

12.8.6 **UTDRAG UR SS-EN ISO 4757, 1994** **KRYSSPÅR FÖR KRYSSKRUVAR**

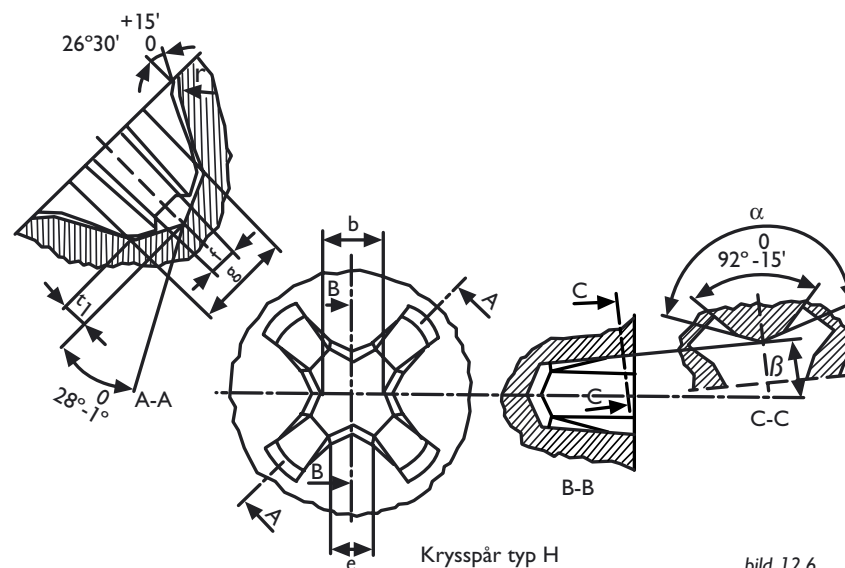
Denna standard upptar numera både typ H (tidigare Phillips) och typ Z (tidigare Pozidriv), vilket förut inte varit möjligt pga patentskäl. Standarden innehåller förutom mått, även tolkar och anvisningar för hur krysspåren skall kontrolleras. Tabell 12.6 och 12.7 återger endast krysspårens mått, vars bredd och djup får anpassas till de olika huvudformerna, vilket framgår av aktuell produktstandard.

TABELL 12.6
KRYSSPÅR TYP H, TEORETISKA MÅTT

Mått i mm

Krysspår nr	0	1	2	3	4
b	0,61	0,97	1,47	2,41	3,48
e	0,26– 0,36	0,41– 0,46	0,79– 0,84	1,98– 2,03	2,39– 2,44
g	+0,05 0	0,81	1,27	2,29	3,81
f	0,31– 0,36	0,51– 0,56	0,66– 0,74	0,79– 0,86	1,19– 1,27
r	nom	0,3	0,5	0,6	0,8
t ₁	ref	0,22	0,34	0,61	1,01
α	0 –15'	1) 138°	140°	146°	153°
β	+15' 0	7°	7°	5° 45'	5° 45'
	0				

1) Denna ersätts av r_{min} 0,25 mm; r_{max} 0,36 mm.



TABELL 12.7
KRYSSPÅR TYP Z, TEORETISKA MÅTT

Mått i mm

Krysspår nr	0	1	2	3	4
b	0	0,76	1,27	1,83	2,72
	-0,05				3,96
f	0	0,48	0,74	1,03	1,42
	-0,025				2,16
g	0	0,86	1,32	2,34	3,86
	-0,05				5,08
r ₁	max	0,30	0,30	0,38	0,51
r ₂	max	0,10	0,13	0,15	0,25
j	max	0,13	0,15	0,15	0,20
	+15'				
α	0	7°	7°	5° 45'	5° 45'
	-15'				7°
β	0	7° 45'	7° 45'	6° 20'	6° 20'
	-15'				7° 45'
γ	0	4° 23'	4° 23'	3°	3°
	-15'				4° 23'
δ	0	46°	46°	46°	56° 15'
	-7'				56° 15'

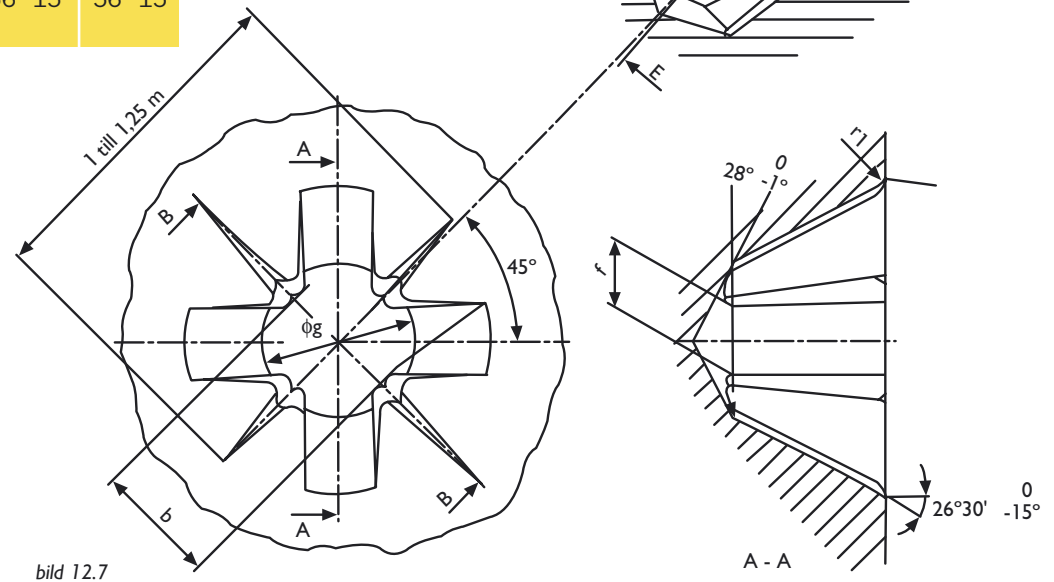


bild 12.7

© BULTEN

12.8.7 **UTDRAG UR SS-EN ISO 7045, 1995 (SS-ISO 7045) KRYSSKRUVAR MED RUNDAT HUVUD OCH KRYSSPÅR TYP H ELLER TYP Z**

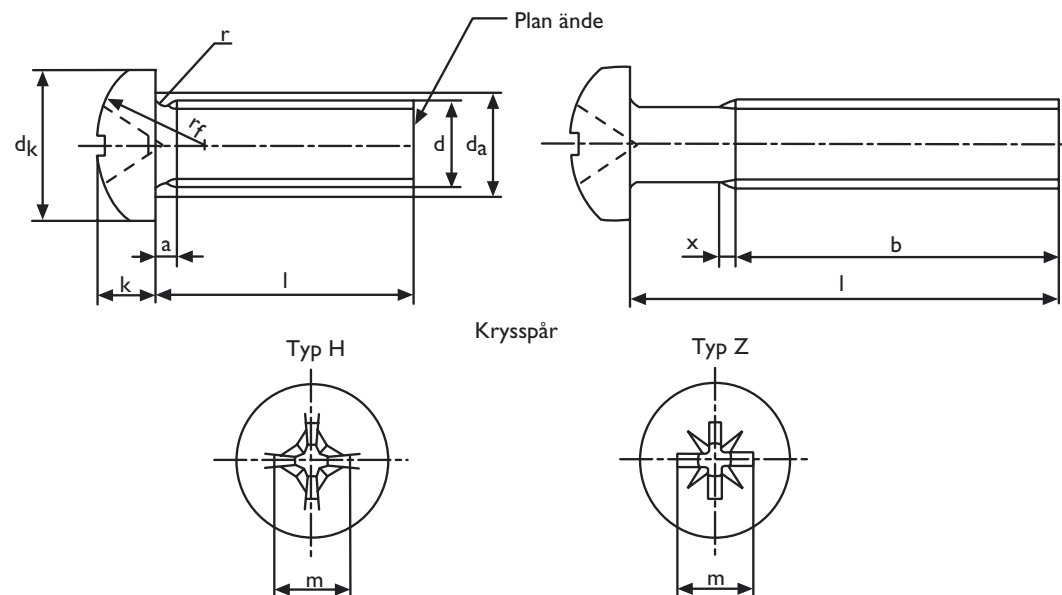


bild 12.8

TABELL 12.8

Mått i mm

Gänga d		M1,6	M2	M2,5	M3	(M3,5) ¹⁾	M4	M5	M6	M8	M10		
p ²⁾		0,35	0,4	0,45	0,5	0,6	0,7	0,8	1	1,25	1,5		
a	max	0,7	0,8	0,9	1	1,2	1,4	1,6	2	2,5	3		
b	min	25	25	25	25	38	38	38	38	38	38		
d _a	max	2	2,6	3,1	3,6	4,1	4,7	5,7	6,8	9,2	11,2		
d _k	nom=	3,2	4,0	5,0	5,6	7,00	8,00	9,5	12,00	16,00	20,00		
	max	2,9	3,7	4,7	5,3	6,64	7,64	9,14	11,57	15,57	19,48		
k	nom=	1,30	1,60	2,10	2,40	2,60	3,10	3,70	4,6	6,0	7,50		
	max	1,16	1,46	1,96	2,26	2,46	2,92	3,52	4,3	5,7	7,14		
r	min	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,25	0,4	0,4		
r _f	≈	2,5	3,2	4	5	6	6,5	8	10	13	16		
x	max	0,9	1	1,1	1,25	1,5	1,75	2	2,5	3,2	3,8		
Krysspår		nr	0		1		2		3		4		
Typ H inträngningsdjup	m	ref	1,7	1,9	2,7	3	3,9	4,4	4,9	6,9	9	10,1	
		max	0,95	1,2	1,55	1,8	1,9	2,4	2,9	3,6	4,6	5,8	
		min	0,70	0,9	1,15	1,4	1,4	1,9	2,4	3,1	4,0	5,2	
Krysspår		m	ref	1,6	2,1	2,6	2,8	3,9	4,3	4,7	6,7	8,8	9,9
Typ Z inträngningsdjup			max	0,90	1,42	1,50	1,75	1,93	2,34	2,74	3,46	4,50	5,69
			min	0,65	1,17	1,25	1,50	1,48	1,89	2,29	3,03	4,05	5,24

1) Storlekar inom parantes bör om möjligt undvikas.

2) P = gängans delning.

12.9 INBYGGNADSMÅTT FÖR SKRUVFÖRBAND

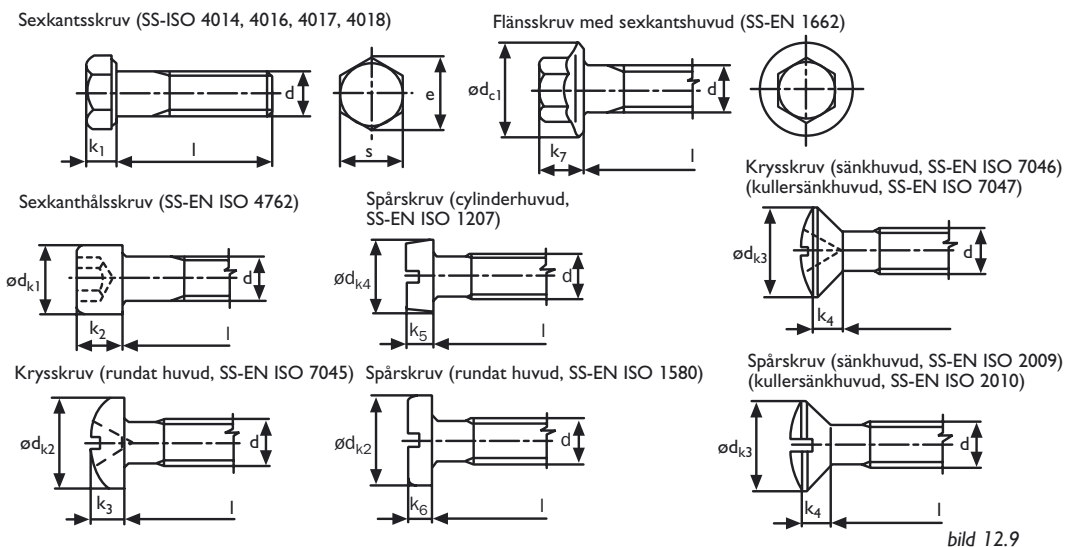
Följande sidor ger inbyggnadsmått och klämlängder för de vanligaste förekommande skruvförbanden. Ytterligare dimensioner, mått och toleranser anges i ifrågavarande produkt- och grundstandard, till vilka hänvisas vid figurtexterna.

Värden med två decimaler har avrundats till en decimal.

Standarderna är hela tiden utsatta för förändringar. Det pålitligaste sättet att alltid ha tillgång till de senaste standarderna är att teckna abonnemang på ämnesområdet hos SIS, som säljer svensk standard.

12.9.1 HUVUDMÅTT FÖR SKRUVAR

Flänsskruvars s- och e-mått är mindre än sexkantsskruvars. Rätt mått erhålls i produktstandarderna.



TABELL 12.9 SKRUVAR

Gänga d	d _{c1}	d _{k1} ¹⁾	d _{k2}	d _{k3}	d _{k4}	k ₁	k ₂	k ₃	k ₄	k ₅	k ₆	k ₇	e ³⁾	s
	max	max	max	max	max	nom	max	max	max	max	max	max	min	max
M1,6		3	3,2	3	3	1,1 ²⁾	1,6	1,3	1	1,1	1		3,4	3,2 ²⁾
M2		3,8	4	3,8	3,8	1,4 ²⁾	2	1,6	1,2	1,4	1,3		4,3	4 ²⁾
M2,5		4,5	5	4,7	4,5	1,7 ²⁾	2,5	2,1	1,5	1,8	1,5		5,5	5 ²⁾
M3		5,5	5,6	5,5	5,5	2 ²⁾	3	2,4	1,65	2	1,8		6	5,5 ²⁾
M4		7	8	8,4	7	2,8 ²⁾	4	3,1	2,7	2,6	2,4		7,7	7 ²⁾
M5	11,4	8,5	9,5	9,3	8,5	3,5	5	3,7	2,7	3,3	3	5,6	8,8	8
M6	13,6	10	12	11,3	10	4	6	4,6	3,3	3,9	3,6	6,9	11,1	10
M8	17	13	16	15,8	13	5,3	8	6	4,65	5	4,8	8,5	14,4	13
M10	20,8	16	20	18,3	16	6,4	10	7,5	5	6	6	9,7	17,8	16
M12	24,7	18				7,5	12					12,1	20	18
(M14)	28,6	21				8,8	14					12,9	23,4	21
M16	32,8	24				10	16					15,2	26,8	24
M20		30				12,5	20						33,5	30
M24		36				15	24						40	36
M30		45				18,7	30						51	46
M36		54				22,5	36						61	55

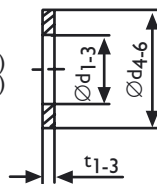
1) Vid lätttrade huvuden se SS-ISO 4762 för mått d_{k1}.

2) Gäller ej produktklass C.

3) Gäller ej produktklass B och C.

12.9.2 BRICKOR

Rundbricka
(SS 3576)
(SS-ISO 7091)
(SS-ISO 7093)



Fyrkantsbricka
(SS 1630)

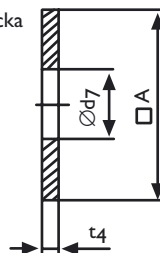


bild 12.10

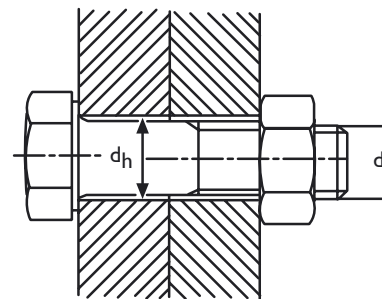


bild 12.11

TABELL 12.10 BRICKOR OCH FRIGÅENDE HÅL

Nominell storlek	A nom	d ₁ ⁴⁾ max	d ₂ ⁵⁾ max	d ₃ ⁶⁾ max	d ₄ ⁴⁾ max	d ₅ ⁵⁾ max	d ₆ ⁶⁾ max	d ₇ max	t ₁ ⁴⁾ max	t ₂ ⁵⁾ max	t ₃ ⁶⁾	t ₄	d _h ⁷⁾	
													min	max
M1,6		1,84			4				0,35				1,8	1,94
M2		2,34			5				0,35				2,4	2,54
M2,5		2,84			6				0,55				2,9	3,04
M3		3,38		3,38	7		9		0,55		0,9		3,4	3,58
M4		4,48		4,48	9		12		0,9		1,1		4,5	4,68
M5		5,5	5,8	5,5	10	10	15		1,1	1,2	1,4		5,5	5,68
M6		6,6	7	6,6	12	12	18		1,8	1,9	1,8		6,6	6,82
M8		8,6	9,4	8,6	16	16	24		1,8	1,9	2,2		9	9,22
M10	30	10,8	11,4	10,8	20	20	30	11,4	2,2	2,3	2,7	3	11	11,27
M12	40	13,3	13,9	13,3	24	24	37	13,9	2,7	2,8	3,3	4	13,5	13,77
(M14)		15,3	15,9	15,3	28	28	44		2,7	2,8	3,3		15,5	15,77
M16	50	17,3	17,9	17,3	30	30	50	18,2	3,3	3,6	3,3	5	17,5	17,77
M20	60	21,3	22,5	22,5	37	37	60	22,8	3,3	3,6	4,6	5	22	22,33
M24	80	25,3	26,5	26,8	44	44	72	26,8	4,3	4,6	6	6	26	26,33
M30	95	31,4	33,6	34	56	56	92	34	4,3	4,6	7	6	33	33,39
M36	110	37,6	40	40	66	66	110	37	5,6	6	9,2	8	39	39,39

4) Rundbricka, produktklass A (SS3576).

5) Rundbricka, produktklass C (SS-ISO 7091).

6) Stor rundbricka, produktklass A och C (SS-ISO 7093).

7) Frigående hål d_h, serie medel enligt SS-ISO 273.

Anm. För mått över 5 mm kan 1:a decimalen vara avrundad.

12.9.3 MUTTRAR

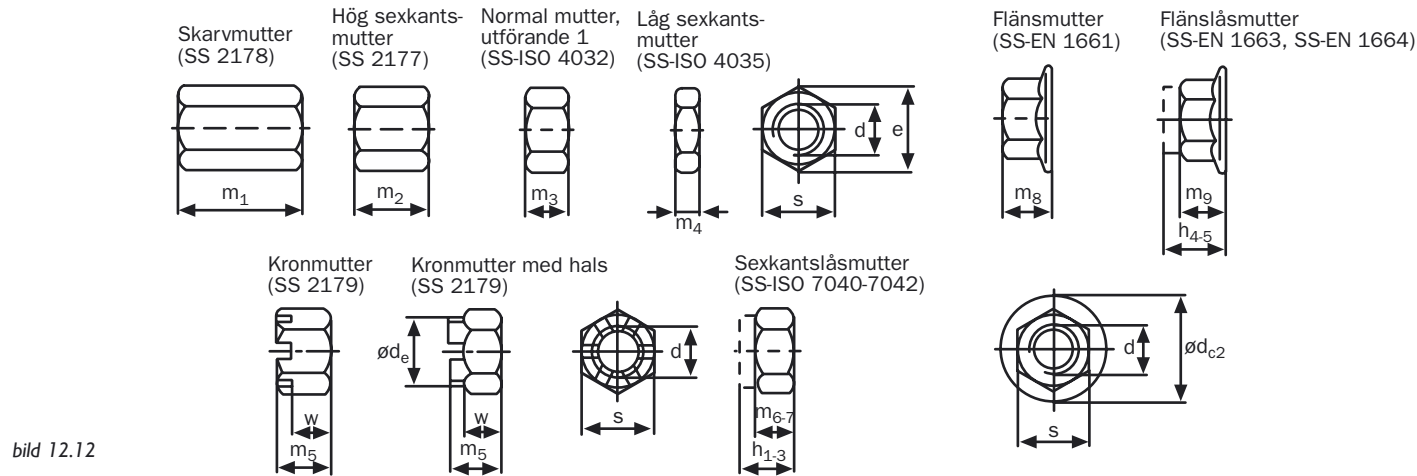


bild 12.12

TABELL 12.11 MUTTRAR

Gänga d	d_{c2}	d_e max	h_1 ⁸⁾ max	h_2 ⁹⁾ max	h_3 ¹⁰⁾ max	h_4 ¹¹⁾ max	h_5 ¹²⁾ max	m_1	m_2	m_3 ¹³⁾ max	m_4 max	m_5 max	m_6 ⁸⁾ min	m_7 ⁹⁾ min	m_8 max	m_9 min	e min	s max	w max
M1,6										1,3	1						3,4	3,2	
M2										1,6	1,2						4,3	4	
M2,5										2	1,6						5,5	5	
M3			4,5							2,4	1,8		2,2				6	5,5	
M4			6							3,2	2,2	5	2,9				7,7	7	3,2
M5	11,8		6,8	7,2	5,1	7,1	6,2			4,7	2,7	6	4,4	4,8	5	4,7	8,8	8	4
M6	14,2		8	8,5	6	9,1	7,3		9	5,2	3,2	7,5	4,9	5,4	6	5,7	11,1	10	5
M8	17,9		9,5	10,2	8	11,1	9,4		12	6,8	4	9,5	6,4	7,1	8	7,6	14,4	13	6,5
M10	21,8		11,9	12,8	10	13,5	11,4		15	8,4	5	12	8	8,9	10	9,6	17,8	16	8
M12	26	16	14,9	16,1	12	16,1	13,8	50	18	10,8	6	15	10,4	11,6	12	11,6	20	18	10
(M14)	29,9	18	17	18,3	14,1	18,2	15,9		21	12,8	7	16	12,1	13,4	14	13,3	23,4	21	11
M16	34,5	22	19,1	20,7	16,4	20,3	18,3	50	24	14,8	8	19	14,1	15,7	16	15,3	26,8	24	13
M20	42,8	28	22,8	25,1	20,3	24,8	22,4	50	30	18	10	22	16,9	19	20	18,7	33	30	16
M24		34	27,1	29,5	23,9			50	36	21,5	12	27	20,2	22,6			39,6	36	19
M30		42	32,6	35,6	30				45	25,6	15	33	24,3	27,3			50,9	46	24
M36		50	38,9	42,6	36				54	31	18	38	29,4	33,1			60,8	55	29

8) Sexkantslåsmutter, icke-metallisk insats, utförande 1 (SS-ISO 7040).

9) Sexkantslåsmutter, icke-metallisk insats, utförande 2 (SS-ISO 7041).

10) Sexkantslåsmutter, helmetallisk, utförande 2 (SS-ISO 7042).

BULTEN
©

11) Flänslåsmutter, helmetallisk (SS-EN 1663).

12) Flänslåsmutter, helmetallisk (SS-EN 1664).

13) Normal mutter, utförande 1 (SS-ISO 4032). Utförande 2 ges i SS-ISO 4033.

12.9.4 KLÄMLÄNGDER

Klämlängden L_1 kan beräknas med följande formel:

$$L_1 = l - m_{1-9} - 2 (P + t_{1-4})$$

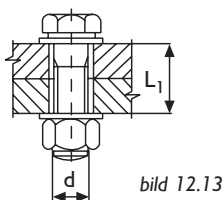
där:

l är nominell skruvlängd

m_{1-9} är mutterhöjd enligt tabell 12.11

P är gängans delning

t_{1-4} är brickans tjocklek enligt tabell 12.10



Klämlängderna i tabellen 12.12 är beräknade för skruvar med huvud utan fläns tillsammans med muttrar enligt SS-ISO 4032 (m_3 i tabell 12.11) och två runda brickor enligt SS 3576 (t_1 enligt tabell 12.10) enligt formeln:

$$L_1 = l - m_3 - 2 (P + t_1)$$

Klämlängderna i tabell 12.13 är beräknade för flänsskruvar med flänsmuttrar enligt SS-EN 1661 (m_8 enligt tabell 12.11) men utan brickor enligt formeln:

$$L_1 = l - m_8 - 2P$$

Klämlängderna gäller ej skruvar med sänkhuvud.

TABELL 12.12 KLÄMLÄNGDER

Gänga	Klämlängd, L ₁ max																		
	Nominell skruvlängd, l																		
	6	8	10	12	16	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	80	90	100
M3	1,5	3,5	5,5	7,5	11,5	15,5	20,5	25,5											
M4		1,6	3,6	5,6	9,6	13,6	18,6	23,6	28,6	33,6									
M5			1,5	3,5	7,5	11,5	16,5	21,5	26,5	31,5	36,5	41,5							
M6				1,2	5,2	9,2	14,2	19,2	24,2	29,2	34,2	39,2	44,2	49,2					
M8					3,1	7,1	12,1	17,1	22,1	27,1	32,1	37,1	42,1	47,1	52,1	57,1	67,1		
M10						4,2	9,2	14,2	19,2	24,2	29,2	34,2	39,2	44,2	49,2	54,2	64,2	74,2	84,2
M12							5,3	10,3	15,3	20,3	25,3	30,3	35,3	40,3	45,3	50,3	60,3	70,3	80,3
(M14)								7,8	12,8	17,8	22,8	27,8	32,8	37,8	42,8	47,8	57,8	67,8	77,8
M16								4,6	9,6	14,6	19,6	24,6	29,6	34,6	39,6	44,6	54,6	64,6	74,6
M20										10,4	15,4	20,4	25,4	30,4	35,4	40,4	50,4	60,4	70,4
M24												13,9	18,9	23,9	28,9	33,9	43,9	53,9	63,9
M30														18,8	23,8	28,8	38,8	48,8	58,8
M36																19,8	29,8	39,8	49,8

TABELL 12.13 FLÄNSSKRUV MED FLÄNSMUTTER

Gänga d	Klämlängd, L_1 max																
	Nominell skruvlängd, l																
	10	12	16	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	80	90	100
M5	3,4	5,4	9,4	3,5	13,4	18,4	23,4	28,4	33,4	38,4							
M6		4	8	12	17	22	27	32	37	42	47	52					
M8			5,5	9,5	14,5	19,5	24,5	29,5	34,5	39,5	44,5	49,5	54,5	59,5	69,5		
M10				7	12	17	22	27	32	37	42	47	52	57	67	77	87
M12					9,5	14,5	19,5	24,5	29,5	34,5	39,5	44,5	49,5	54,5	64,5	74,5	84,5
(M14)						12	17	22	27	32	37	42	47	52	62	72	82
M16							15	20	25	30	35	40	45	50	60	70	90

12.9.5 PLANINGS- OCH FÖRSÄNKNINGSDIAMETRAR (SS 2173)

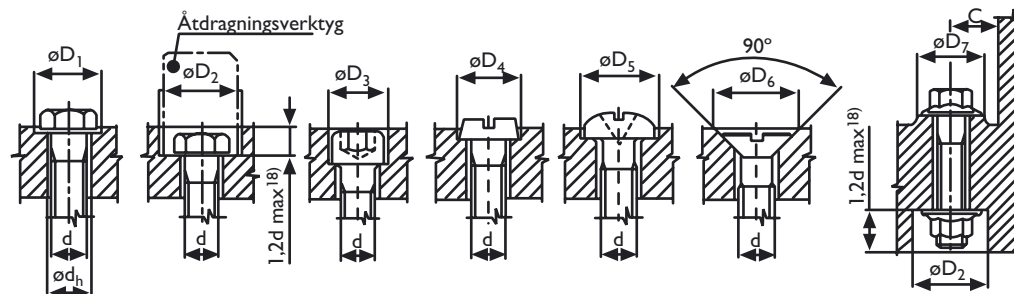


bild 12.14

TABELL 12.14 PLANINGS- OCH FÖRSÄNKNINGSDIAMETRAR

Gänga d	D ₁	D ₂ H14								D ₃	D ₄	D ₅	D ₆	D ₇	C ¹⁴⁾	
	H15	Handhylsgrepp				Krafthylsgrepp				H14	H14	H14	H14	min	¹⁶⁾	¹⁷⁾
M1,6	5	8 ¹⁸⁾								3,3	3,3	4,3	3,7		6,5	
M2	6	8 ¹⁸⁾								4,3	4,3	5	4,6		6,5	
M2,5	8	10 ¹⁸⁾								5	5	6	5,7		6,5	
M3	8	10 ¹⁸⁾								6	6	7	5,7		6,5	
M4	11	13 ¹⁸⁾	13 ¹⁸⁾			15 ¹⁸⁾				8	8	9	9,7		11	11
M5	11	15 ¹⁵⁾	15 ¹⁵⁾⁽¹³⁾			16 ¹⁸⁾				10	10	11	10,7	13	11	15
M6	13	18	18 ¹⁸⁾	18 ¹⁸⁾		18 ¹⁸⁾	20 ¹⁸⁾			11	11	13	12,9	15	13	15
M8	18	20	20 ¹⁸⁾	22 ¹⁸⁾		22 ¹⁸⁾	24 ¹⁸⁾			15	15	18	17,7	20	13	15
M10	24		24 ¹⁸⁾	26 ¹⁸⁾		26 ¹⁸⁾	28 ¹⁸⁾	30 ¹⁸⁾		18	18	22	20,4	24	13	20
M12	26		26 ¹⁵⁾	28		30	30 ¹⁸⁾	33 ¹⁸⁾	36 ¹⁸⁾	20				28	14	25
M14	30		30 ¹⁵⁾	33	36 ¹⁸⁾		36 ¹⁸⁾	36 ¹⁸⁾	40 ¹⁸⁾	24				33	21	25
M16	33			36	40 ¹⁸⁾		40	40	43 ¹⁸⁾	26				36	21	25
M20	40			43 ¹⁵⁾	48			48	53	33				48	23	31
M24	48				53			57	61	40					27	31
M30	61				66				71	48					34	37
M36	71				78				89	57					40	37
Fyrkantssfäste för hylsgrepp mm		6,3	10	12,5	20	10	12,5	16	20	25						

14) Gäller sexkantsskruvar och sexkantsmuttrar både med och utan fläns.

15) För flänsskruvar enligt SS-EN 1662 och flänsmuttrar enligt SS-EN 1661 utom M5 avviker D₂ enligt följande:

M 5 : 13 mm

M12 : 28 mm

M14 : 33 mm

M20 : 48 mm

16) Handhylsgrepp.

17) Krafthylsgrepp.

18) När det i bild markerade måttet är > 1,2 d ökar D₂.

12.10 SKRUVAR I GÄNGADE BOTTENHÅL, METRISK ISO-GÄNGA, GROV DELNING (SS 1964)

Bottenhålen är teoretiskt beräknade på gängvallens skjuvarea och kontrollerade med dorndragprovning att hålla för minst skruvens brottkraft.

Inskruvningslängden L_2 , väljs med hänsyn till skruvens och godsets brotthållfasthet enligt tabell 12.15.

Gänglängden G enligt tabell 12.16 är bestämd med hänsyn till att skruven skall kunna monteras utan bricka.

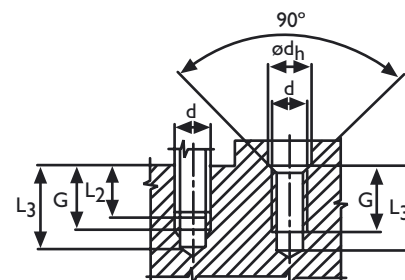


bild 12.15

TABELL 12.15
INSKRUVNINGSLÄNGD L_2 ENLIGT SS 1964

Materialets brottgäns R_m N/mm ² ca	Inskruvningslängd L_2				
	Skruvens hållfasthetsklass				
	4.6	5.8	8.8	10.9	12.9
130-200	1,5 D	-	-	-	-
200-280	1 D	1,5 D	-	-	-
280-350	1 D	1 D	1,5 D	-	-
350-430	1 D	1 D	1,2 D	1,5 D	-
430-540	0,8 D	1 D	1 D	1,2 D	1,5 D
540-650	0,8 D	0,8 D	1 D	1 D	1,2 D
650-750	0,8 D	0,8 D	1 D	1 D	1 D
750-	0,8 D	0,8 D	0,8 D	1 D	1 D

TABELL 12.16
FRIGÅENDE HÅL d_h ENLIGT SS-ISO 273 OCH GÄNGADE BOTTENHÅL

Gänga d	d_h serie medel	$L_2=0,8d$		$L_2=1d$		$L_2=1,2d$		$L_2=1,5d$	
		G	L_3	G	L_3	G	L_3	G	L_3
M1,6	1,8	2	4	2,5	4,5	3	5	3,5	5,5
M2	2,4	2,5	5	3	5,5	3,5	6	4	6,5
M2,5	2,9	3,5	6	4	6,5	4,5	7	5	7,5
M3	3,4	4	7	4	7	5	8	6	9
M4	4,5	5	9	6	10	7	11	8	12
M5	5,5	6	10,5	7	11,5	8	12,5	9,5	14
M6	6,6	8	13	9	14	10	15	12	17
M8	9	10	16	11,5	17,5	13	19	15,5	21,5
M10	11	12	19,5	14	21,5	16	23,5	19	26,5
M12	13 ¹⁹⁾	14	22,5	16,5	25	19	27,5	22,5	31
M14	15 ¹⁹⁾	16	25,5	19	28,5	22	31,5	26	35,5
M16	17 ¹⁹⁾	19	28,5	22	31,5	25	34,5	30	39,5
M20	21 ¹⁹⁾	23	34	27	38	31	42	38	49
M24	25 ¹⁹⁾	28	41	32,5	45,5	37	50	45	58
M30	31 ¹⁹⁾	33	48	39	54	45	60	57	72
M36	37 ¹⁹⁾	40	57	47	64	54	71	65	82

19) Serie fin.

12.11 **UTDRAG UR SS-ISO 724. ISO METRISKA GÄNGOR, BASMÅTT OCH
UTDRAG UR SS 1724. BORRDIAMETRAR FÖRE GÄNGNING**

TABELL 12.17 GÄNGDIAMETRAR OCH BORRDIAMETRAR

Gänga d	M1,6	M2	M2,5	M3	M4	M5	M6	M8	M10	M12	M14	M16
Medeldiameter d_2, D_2	1,373	1,740	2,208	2,675	3,545	4,480	5,350	7,188	9,026	10,863	12,701	14,701
Innerdiameter d_1, D_1	1,221	1,567	2,013	2,459	3,242	4,134	4,917	6,647	8,376	10,106	11,835	13,835
Delning P	0,35	0,4	0,45	0,5	0,7	0,8	1	1,25	1,5	1,75	2	2
Borrdiameter för gängning	1,25	1,6	2,05	2,5	3,3	4,2	5	6,8	8,5	10,2	12	14

Gänga d	M18	M20	M22	M24	M27	M30	M33	M36	M39
Medeldiameter d_2, D_2	16,376	18,376	20,376	22,051	25,051	27,727	30,727	33,402	36,402
Innerdiameter d_1, D_1	15,294	17,294	19,294	20,752	23,752	26,211	29,211	31,670	34,670
Delning P	2,5	2,5	2,5	3	3	3,5	3,5	4	4
Borrdiameter för gängning	15,5	17,5	19,5	21	24	26,5	29,5	32	35

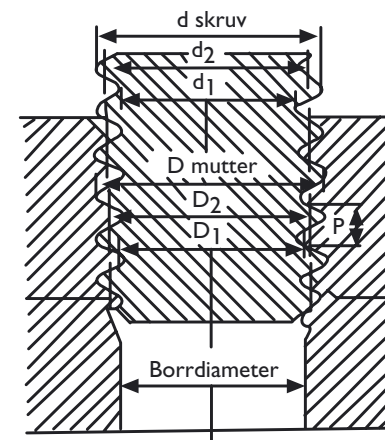


bild 12.16

12.12 TOLERANSER OCH LÄGESAVMÅTT

I detta avsnitt återges några tabeller som anger numeriska värden för grundtoleranser IT samt lägesavmått för axlar (frånvända ytor) och för hål (motvända ytor). Värdena är hämtade från SS-ISO 286-1. "ISO tolerans- och passningssystem – Del 1. Grunder för toleranser, lägesavmått och passningar".

Vidare återges två tabeller från SS-ISO 4759-1 som direkt berör toleranser för standardiserade gängade fästelement.

TABELL 12.18 NUMERISKA VÄRDEN FÖR GRUNDTOLERANSER IT FÖR BASMÅTT T O M 3150

Basmått mm		Grundtoleranser																	
		IT1	IT2	IT3	IT4	IT5	IT6	IT7	IT8	IT9	IT10	IT11	IT12	IT13	IT14 ¹⁾	IT15 ¹⁾	IT16 ¹⁾	IT17 ¹⁾	IT18 ¹⁾
Över	tom	Toleransvidder																	
		µm											mm						
–	3	0,8	1,2	2	3	4	6	10	14	25	40	60	0,1	0,14	0,25	0,4	0,6	1	1,4
3	6	1	1,5	2,5	4	5	8	12	18	30	48	75	0,12	0,18	0,3	0,48	0,75	1,2	1,8
6	10	1	1,5	2,5	4	6	9	15	22	36	58	90	0,15	0,22	0,36	0,58	0,9	1,5	2,2
10	18	1,2	2	3	5	8	11	18	27	43	70	110	0,18	0,27	0,43	0,7	1,1	1,8	2,7
18	30	1,5	2,5	4	6	9	13	21	33	52	84	130	0,21	0,33	0,52	0,84	1,3	2,1	3,3
30	50	1,5	2,5	4	7	11	16	25	39	62	100	160	0,25	0,39	0,62	1	1,6	2,5	3,9
50	80	2	3	5	8	13	19	30	46	74	120	190	0,3	0,46	0,74	1,2	1,9	3	4,6
80	120	2,5	4	6	10	15	22	35	54	87	140	220	0,35	0,54	0,87	1,4	2,2	3,5	5,4
120	180	3,5	5	8	12	18	25	40	63	100	160	250	0,4	0,63	1	1,6	2,5	4	6,3
180	250	4,5	7	10	14	20	29	46	72	115	185	290	0,46	0,72	1,15	1,85	2,9	4,6	7,2
250	315	6	8	12	16	23	32	52	81	130	210	320	0,52	0,81	1,3	2,1	3,2	5,2	8,1
315	400	7	9	13	18	25	36	57	89	140	230	360	0,57	0,89	1,4	2,3	3,6	5,7	8,9
400	500	8	10	15	20	27	40	63	97	155	250	400	0,63	0,97	1,55	2,5	4	6,3	9,7
500	630						44	70	110	175	280	440	0,7	1,1	1,75	2,8	4,4	7	11
630	800						50	80	125	200	320	500	0,8	1,25	2	3,2	5	8	12,5
800	1000						56	90	140	230	360	560	0,9	1,4	2,3	3,6	5,6	9	14
1000	1250						66	105	165	260	420	660	1,05	1,65	2,6	4,2	6,6	10,5	16,5
1250	1600						78	125	195	310	500	780	1,25	1,95	3,1	5	7,8	12,5	19,5
1600	2000						92	150	230	370	600	920	1,5	2,3	3,7	6	9,2	15	23
2000	2500						110	175	280	440	700	1100	1,75	2,8	4,4	7	11	17,5	28
2500	3150						135	210	330	540	860	1350	2,1	3,3	5,4	8,6	13,5	21	33

1) Grundtoleranserna IT14 t o m IT18 skall inte användas för basmått mindre än eller lika med 1 mm.

TABELL 12.19 NUMERISKA VÄRDEN FÖR LÄGESAVMÅTT FÖR AXLAR

Basmått mm		Övre gränsavmått es												Värden för			
Över	T o m	Alla toleransgrader												IT5 IT6	IT7	IT8	
		a ¹⁾	b ¹⁾	c	cd	d	e	ef	f	fg	g	h	js ²⁾				
–	3 ¹⁾	–270	–140	–60	–34	–20	–14	–10	–6	–4	–2	0	Gränsavmått = ± $\frac{IT_n}{2}$ där n utgör IT-gradens nummer	–2	–4	–6	
3	6	–270	–140	–70	–46	–30	–20	–14	–10	–6	–4	0		–2	–4		
6	10	–280	–150	–80	–56	–40	–25	–18	–13	–8	–5	0		–2	–5		
10	14																
14	18	–290	–150	–95		–50	–32		–16		–6	0			–3	–6	
18	24																
24	30	–300	–160	–110		–65	–40		–20		–7	0			–4	–8	
30	40	–310	–170	–120													
40	50	–320	–180	–130		–80	–50		–25		–9	0			–5	–10	
50	65	–340	–190	–140													
65	80	–360	–200	–150		–100	–60		–30		–10	0			–7	–12	
80	100	–380	–220	–170													
100	120	–410	–240	–180		–120	–72		–36		–12	0			–9	–15	
120	140	–460	–260	–200													
140	160	–520	–280	–210		–145	–85		–43		–14	0			–11	–18	
160	180	–580	–310	–230													
180	200	–660	–340	–240													
200	225	–740	–380	–260		–170	–100		–50		–15	0			–13	–21	
225	250	–820	–420	–280													
250	280	–920	–480	–300		–190	–110		–56		–17	0			–16	–26	
280	315	–1050	–540	–330													
315	355	–1200	–600	–360		–210	–125		–62		–18	0			–18	–28	
355	400	–1350	–680	–400													
400	450	–1500	–760	–440		–230	–135		–68		–20	0			–20	–32	
450	500	–1650	–840	–480													
500	560					–260	–145		–76		–22	0					
560	630																
630	710					–290	–160		–80		–24	0					
710	800																
800	900					–320	–170		–86		–24	0					
900	1000																
1000	1120					–350	–195		–98		–28	0					
1120	1250																
1250	1400					–390	–220		–110		–30	0					
1400	1600																
1600	1800					–430	–240		–120		–32	0					
1800	2000																
2000	2240					–480	–260		–130		–34	0					
2240	2500																
2500	2800					–520	–290		–145		–38	0					
2800	3150																

1) Lägesavmått för toleranslägena a och b skall inte användas för basmått mindre än eller lika med 1 mm.

2) För toleranserna js7 t o m js11: Om IT-graden, n, är ett ojämnt nummer, kan detta avrundas till närmaste undre jämna nummer så att gränsavmått, dvs $\pm \frac{IT}{2}$ kan uttryckas i hela mikrometer.

FORTSÄTTNING PÅ TABELL 12.19

Värden för lägesavmått i mikrometer

lägesavmått		Undre gränsavmått ei													
IT4 t o m IT7	t o m IT3 och över IT7	Alla toleransgrader													
	k	m	n	p	r	s	t	u	v	x	y	z	za	zb	zc
0	0	+2	+4	+6	+10	+14		+18		+20		+26	+32	+40	+60
+1	0	+4	+8	+12	+15	+19		+23		+28		+35	+42	+50	+80
+1	0	+6	+10	+15	+19	+23		+28		+34		+42	+52	+67	+97
+1	0	+7	+12	+18	+23	+28		+33		+40		+50	+64	+90	+130
									+39	+45		+60	+77	+108	+150
+2	0	+8	+15	+22	+28	+35		+41	+47	+54	+63	+73	+98	+136	+188
							+41	+48	+55	+64	+75	+88	+118	+160	+218
							+48	+60	+68	+80	+94	+112	+148	+200	+274
+2	0	+9	+17	+26	+34	+43		+54	+70	+81	+97	+114	+136	+180	+242
							+54	+70	+81	+97	+114	+136	+180	+242	+325
+2	0	+11	+20	+32		+41	+53	+66	+87	+102	+122	+144	+172	+226	+300
						+43	+59	+75	+102	+120	+146	+174	+210	+274	+360
+3	0	+13	+23	+37		+51	+71	+91	+124	+146	+178	+214	+258	+335	+445
						+54	+79	+104	+144	+172	+210	+254	+310	+400	+525
						+63	+92	+122	+170	+202	+248	+300	+365	+470	+620
+3	0	+15	+27	+43		+65	+100	+134	+190	+228	+280	+340	+415	+535	+700
						+68	+108	+146	+210	+252	+310	+380	+465	+600	+780
						+77	+222	+166	+236	+284	+350	+425	+520	+670	+880
+4	0	+17	+31	+50		+80	+130	+180	+258	+310	+385	+470	+575	+740	+960
						+84	+140	+196	+284	+340	+425	+520	+640	+820	+1050
						+94	+158	+218	+315	+385	+475	+580	+710	+920	+1200
+4	0	+20	+34	+56		+98	+170	+240	+350	+425	+525	+650	+790	+1000	+1300
						+108	+190	+268	+390	+475	+590	+730	+900	+1150	+1450
+4	0	+21	+37	+62		+114	+208	+294	+435	+530	+660	+820	+1000	+1300	+1650
						+126	+232	+330	+490	+595	+740	+920	+1100	+1450	+1850
+5	0	+23	+40	+68		+132	+252	+360	+540	+660	+820	+1000	+1250	+1600	+2100
						+150	+280	+400	+600						
0	0	+26	+44	+78		+155	+310	+450	+660						
						+175	+340	+500	+740						
0	0	+30	+50	+88		+185	+380	+560	+840						
						+210	+430	+620	+940						
0	0	+34	+56	+100		+220	+470	+680	+1050						
						+250	+520	+780	+1150						
0	0	+40	+66	+120		+260	+580	+840	+1300						
						+300	+640	+960	+1450						
0	0	+48	+78	+140		+330	+720	+1050	+1600						
						+370	+820	+1200	+1850						
0	0	+58	+92	+170		+400	+920	+1350	+2000						
						+440	+1000	+1500	+2300						
0	0	+68	+110	+195		+460	+1100	+1650	+2500						
						+550	+1250	+1900	+2900						
0	0	+76	+135	+240		+580	+1400	+2100	+3200						

TABELL 12.20 NUMERISKA VÄRDEN FÖR LÄGESAVMÅTT FÖR HÅL

Basmått mm		Undre gränsavmått EI												Värden för						
Över	t o m	Alla toleransgrader												IT6	IT7	IT8	T o m IT8	Över IT8	T o m IT8	Över IT8
		A ¹⁾	B ¹⁾	C	CD	D	E	EF	F	FG	G	H	JS ²⁾							
–	3 ¹⁾⁵⁾	+270	+140	+60	+34	+20	+14	+10	+6	+4	+2	0	Gränsavmått = $\pm \frac{IT_n}{2}$, där n utgör IT-gradens nummer.	+2	+4	+6	0	0	–2	–2
3	6	+270	+140	+70	+46	+30	+20	+14	+10	+6	+4	0		+5	+6	+10	–1+Δ		–4+Δ	–4
6	10	+280	+150	+80	+56	+40	+25	+18	+13	+8	+5	0		+5	+8	+12	–1+Δ		–6+Δ	–6
10	14	+290	+150	+95		+50	+32		+16		+6	0		+6	+10	+15	–1+Δ		–7+Δ	–7
14	18																			
18	24	+300	+160	+110		+65	+40		+20		+7	0		+8	+12	+20	–3+Δ		–8+Δ	–8
24	30																			
30	40	+310	+170	+120		+80	+50		+25		+9	0		+10	+14	+24	–2+Δ		–9+Δ	–9
40	50	+320	+180	+130																
50	65	+340	+190	+140		+100	+60		+30		+10	0		+13	+18	+28	–2+Δ		–11+Δ	–13
65	80	+360	+200	+150																
80	100	+380	+220	+170		+120	+72		+36		+12	0		+16	+22	+34	–3+Δ		–13+Δ	–13
100	120	+410	+240	+180																
120	140	+460	+260	+200																
140	160	+520	+280	+210		+145	+85		+43		+14	0		+18	+26	+41	–3+Δ		–15+Δ	–15
160	180	+580	+310	+230																
180	200	+660	+340	+240																
200	225	+740	+380	+260		+170	+100		+50		+15	0		+22	+30	+47	–4+Δ		–17+Δ	–17
225	250	+820	+420	+280																
250	280	+920	+480	+300		+190	+110		+56		+17	0		+25	+36	+55	–4+Δ		–20+Δ	–20
280	315	+1050	+540	+330																
315	355	+1200	+600	+360		+210	+125		+62		+18	0		+29	+39	+60	–4+Δ		–21+Δ	–21
355	400	+1350	+680	+400																
400	450	+1500	+760	+440		+230	+135		+68		+20	0		+33	+43	+66	–5+Δ		–23+Δ	–23
450	500	+1650	+840	+480																
500	560					+260	+145		+76		+22	0					0		–26	
560	630																			
630	710					+290	+160		+80		+24	0					0		–30	
710	800																			
800	900					+320	+170		+86		+26	0				0		–34		
900	1000																			
1000	1120					+350	+195		+98		+28	0				0		–40		
1120	1250																			
1250	1400					+390	+220		+110		+30	0				0		–48		
1400	1600																			
1600	1800					+430	+240		+120		+32	0				0		–58		
1800	2000																			
2000	2240					+480	+260		+130		+34	0				0		–68		
2240	2500																			
2500	2800					+520	+290		+145		+38	0				0		–76		
2800	3150																			

1) Lägesavmått för toleranslägena A och B skall inte användas för basmått mindre än eller lika med 1 mm.

2) För toleranserna JS7 t o m JS11: Om IT-graden, n, är ett ojämnt nummer, kan detta avrundas till närmaste undre jämna nummer så att gränsavmått, dvs $\pm \frac{IT_n}{2}$, kan uttryckas i hela mikrometer.

© BULTEN

3) För att bestämma värdena för toleranslägena K, M och N för toleransgrader t o m IT8 och gränsavmått för toleranslägena P t o m ZC för toleransgrader t o m IT7, tas Δ-värdena från kolumnen till höger.

FORTSÄTTNING PÅ TABELL 12.20

Värden för lägesavmått i mikrometer

lägesavmått			Övre gränsavmått ES												Värden för Δ						
t o m IT8	över IT8	t o m IT7	Toleransgrader över IT7												Toleransgrader						
N ³⁾⁵⁾		PtoZC ³⁾	P	R	S	T	U	V	X	Y	Z	ZA	ZB	ZC	IT3	IT4	IT5	IT6	IT7	IT8	
−4	−4	Värdena för toleransgrader över IT7 ökat med Δ	−6	−10	−14		−18		−20		−26	−32	−40	−60	0	0	0	0	0	0	
−8+Δ	0		−12	−15	−19		−23		−28		−35	−42	−50	−80	1	1,5	1	3	4	6	
−10+Δ	0		−15	−19	−23		−28		−34		−42	−52	−67	−97	1	1,5	2	3	6	7	
−12+Δ	0		−18	−23	−28		−33		−40		−50	−64	−90	−130	1	2	3	3	7	9	
−15+Δ	0		−22	−28	−35		−41	−47	−54	−63	−73	−98	−136	−188	1,5	2	3	4	8	12	
−17+Δ	0		−26	−34	−43		−48	−60	−68	−80	−94	−112	−148	−200	−274	1,5	3	4	5	9	14
−20+Δ	0		−32	−41	−53	−66	−87	−102	−122	−144	−172	−226	−300	−405	2	3	5	6	11	16	
−23+Δ	0		−37	−43	−59	−75	−102	−120	−146	−174	−210	−274	−360	−480	2	4	5	7	13	19	
−27+Δ	0		−43	−51	−71	−91	−124	−146	−178	−214	−258	−335	−445	−585	3	4	6	7	15	23	
−31+Δ	0		−50	−54	−79	−104	−144	−172	−210	−254	−310	−400	−525	−690	3	4	6	9	17	26	
−34+Δ	0		−56	−63	−92	−122	−170	−202	−248	−300	−365	−470	−620	−800	4	4	7	9	20	29	
−37+Δ	0		−62	−65	−100	−134	−190	−228	−280	−340	−415	−535	−700	−900	4	5	7	11	21	32	
−40+Δ	0		−68	−68	−108	−146	−210	−252	−310	−380	−465	−600	−780	−1000	5	5	7	13	23	34	
−44			−78	−77	−122	−166	−236	−284	−350	−425	−520	−670	−880	−1150							
−50			−88	−80	−130	−180	−258	−310	−385	−470	−575	−740	−960	−1250							
−56			−100	−84	−140	−196	−284	−340	−425	−520	−640	−820	−1050	−1350							
−66			−120	−94	−158	−218	−315	−385	−475	−580	−710	−920	−1200	−1550							
−78			−140	−98	−170	−240	−350	−425	−525	−650	−790	−1000	−1300	−1700							
−92			−170	−108	−190	−268	−390	−475	−590	−730	−900	−1150	−1500	−1900							
−110			−195	−114	−208	−294	−435	−530	−660	−820	−1000	−1300	−1650	−2100							
−135			−240	−126	−232	−330	−490	−595	−740	−920	−1110	−1450	−1850	−2400							
				−132	−252	−360	−540	−660	−820	−1000	−1250	−1600	−2100	−2600							
				−150	−280	−400	−600														
				−155	−310	−450	−660														
				−175	−340	−500	−740														
				−185	−380	−560	−840														
				−210	−430	−620	−940														
				−220	−470	−680	−1050														
				−250	−520	−780	−1150														
				−260	−580	−840	−1300														
				−300	−640	−960	−1450														
				−330	−720	−1050	−1600														
				−370	−820	−1200	−1850														
				−400	−920	−1350	−2000														
				−440	−1000	−1500	−2300														
				−460	−1100	−1650	−2500														
				−550	−1250	−1900	−2900														
				−580	−1400	−2100	−3200														

3) (forts.) Exempel:
K7 i området 18 – 30 mm: $\Delta = 8 \mu\text{m}$, därför
ES = $-2 + 8 = +6 \mu\text{m}$
S6 i området 18 – 30 mm: $\Delta = 4 \mu\text{m}$, därför
ES = $-35 + 4 = -31 \mu\text{m}$

4) Specialfall: för toleransen M6 i området 250 – 315 mm, ES = $-9 \mu\text{m}$ (istället för $-11 \mu\text{m}$).

5) Lägesavmått för toleransläge N för toleransgrader över IT8 skall inte användas för basmått mindre än eller lika med 1 mm.

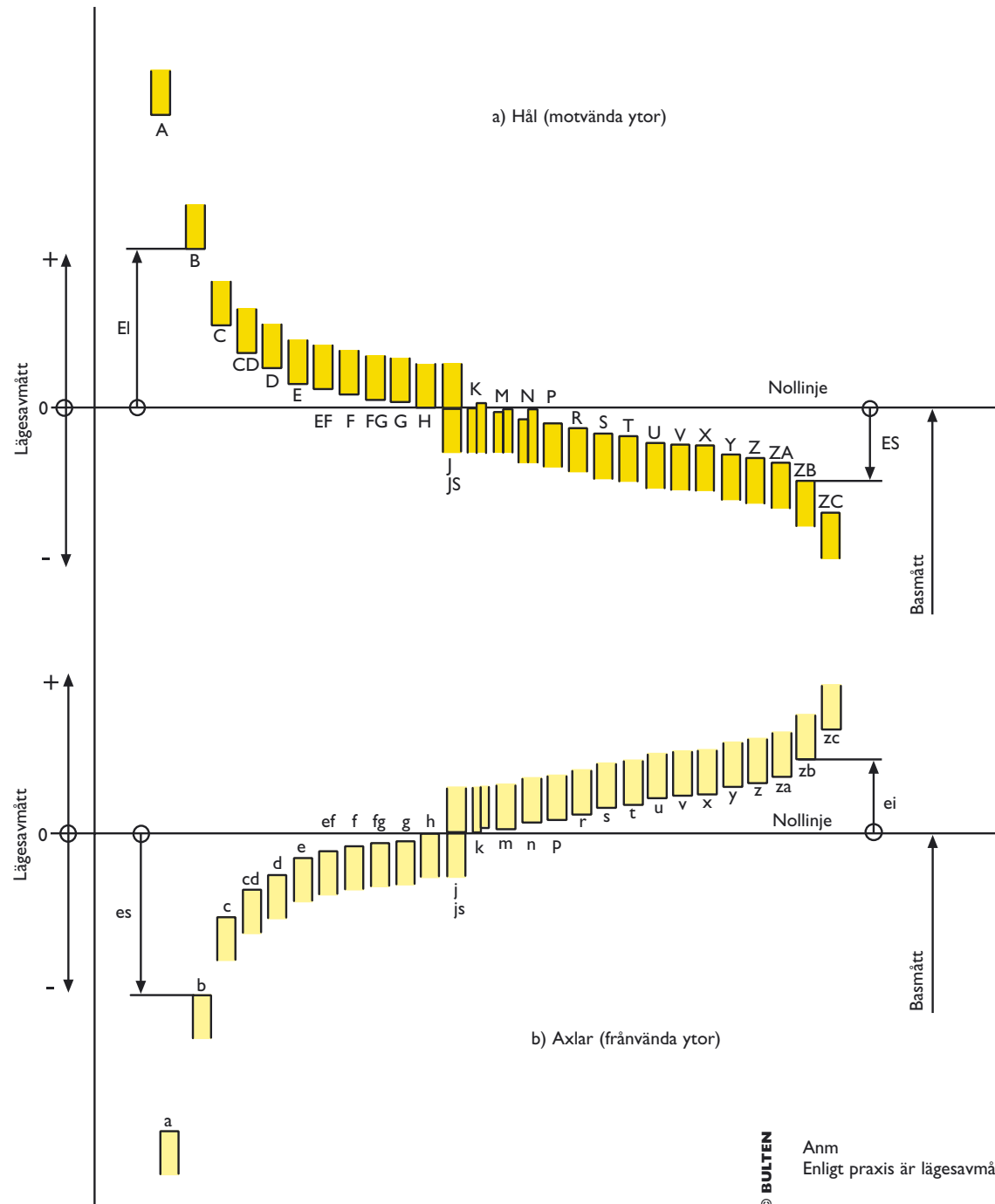
TABELL 12.21 TOLERANSOMRÅDEN FÖR AXLAR (FRÅN SS-ISO 4759-1)

Nominellt mått över		Toleransområde								
t o m		h13	h14	h15	h16	h17	js14	js15	js16	js17
	3	0 -0,14	0 -0,25	0 -0,40	0 -0,60	0 -1,00	±0,125	±0,20	±0,30	±0,50
3	6	0 -0,18	0 -0,30	0 -0,48	0 -0,75	0 -1,20	±0,15	±0,24	±0,375	±0,60
6	10	0 -0,22	0 -0,36	0 -0,58	0 -0,90	0 -1,50	±0,18	±0,29	±0,45	±0,75
10	18	0 -0,27	0 -0,43	0 -0,70	0 -1,10	0 -1,80	±0,215	±0,35	±0,55	±0,90
18	30	0 -0,33	0 -0,52	0 -0,84	0 -1,30	0 -2,10	±0,26	±0,42	±0,65	±1,05
30	50	0 -0,39	0 -0,62	0 -1,00	0 -1,60	0 -2,50	±0,31	±0,50	±0,80	±1,25
50	80	0 -0,46	0 -0,74	0 -1,20	0 -1,90	0 -3,00	±0,37	±0,60	±0,95	±1,50
80	120	0 -0,54	0 -0,87	0 -1,40	0 -2,20	0 -3,50	±0,435	±0,70	±1,10	±1,75
120	180	0 -0,63	0 -1,00	0 -1,60	0 -2,50	0 -4,00	±0,50	±0,80	±1,25	±2,00
180	250	0 -0,72	0 -1,15	0 -1,85	0 -2,90	0 -4,60	±0,575	±0,925	±1,45	±2,30
250	315	0 -0,81	0 -1,30	0 -2,10	0 -3,20	0 -5,20	±0,65	±1,05	±1,60	±2,60
315	400	0 -0,89	0 -1,40	0 -2,30	0 -3,60	0 -5,70	± 0,70	±1,15	±1,80	±2,85
400	500	0 -0,97	0 -1,55	0 -2,50	0 -4,00	0 -6,30	± 0,775	±1,25	±2,00	±3,15

TABELL 12.22 TOLERANSOMRÅDEN FÖR HÅL (FRÅN SS-ISO 4759-1)

Nominellt mått Över t o m		Toleransområde												
		C13	C14	D9	D10	D11	D12	EF8	E11	E12	H14	H15	Js9	K9
	3	+0,20 +0,06	+0,31 +0,06	+0,045 +0,020	+0,060 +0,020	+0,080 +0,020	+0,12 +0,02	+0,024 +0,010	+0,074 +0,014	+0,100 +0,014	+0,25 0	+0,40 0	±0,0125	0 -0,025
3	6	+0,24 +0,06	+0,37 +0,07	+0,060 +0,030	+0,078 +0,030	+0,115 +0,030	+0,15 +0,03	+0,028 +0,014	+0,095 +0,020	+0,140 +0,020	+0,30 0	+0,48 0	±0,015	0 -0,030
6	10					+0,130 +0,040	+0,19 +0,04	+0,040 +0,018	+0,115 +0,025	+0,175 +0,025	+0,36 0	+0,58 0	±0,018	0 -0,036
10	18						+0,2 +0,05		+0,142 +0,032	+0,212 +0,032	+0,43 0	+0,70 0		
18	30						+0,275 +0,065				+0,52 0	+0,84		
30	50						+0,33 +0,08				+0,62 0	+1,00 0		
50	80						+0,40 +0,10				+0,74 0	+1,20 0		
80	120						+0,47 +0,12				+0,87 0	+1,40 0		
120	180										+1,00 0	+1,60 0		
180	250										+1,15 0	+1,85 0		
250	315										+1,30 0	+2,10 0		
315	400										+1,40 0	+2,30 0		
400	500										+1,55 0	+2,50 0		

TABELL 12.23 TOLERANSLÄGEN – SCHEMATISK ILLUSTRATION AV LÄGESAVMÅTTEN



BULTEN – ORGANISATION, PRODUKTION, PRODUKTER



BULTEN är idag en av Europas ledande tillverkare av gängade fästelement och kallsmidda specialprodukter.

Ända sedan 1873 då Bultfabriks-Aktiebolaget bildades, har

BULTENs produkter speglat den tekniska utvecklingen:

- När rallarna byggde järnvägarna var det BULTEN som tillverkade rälsspiken.
- När stålbroar och lokomotiv byggdes levererade BULTEN nit, skruv och mutter.
- När Volvo byggde sin första bil, "Jakob", skruvades den ihop med höghållfasta skruvar från BULTEN.

BULTENs stora kunnande och långa erfarenhet är resurser som idag ställs till kundernas förfogande.

Produktionen

BULTEN har produktionsanläggningar i Hallstahammar, Kalix, Svartå och Åshammar (Sverige); Bergkamen (Tyskland); Bielsko-Biala (Polen) samt i Beijing (Kina).

Teknikcentrum

BULTEN har ett teknikcentrum i Hallstahammar som betjänar företagen inom BULTEN och deras kunder. Härifrån ges råd vid konstruktion och förslag till utförande av detaljer. Avancerad laboratorieutrustning används för analyser av skruvproblem och framtagning av funktionsdata för specialdetaljer. Regelbundna funktionsprov garanterar en jämn och hög kvalitet. Även prov med kunders konstruktionsdetaljer utförs för att simulera aktuella driftsförhållanden.

Andra uppgifter är att utveckla tillverkningsprocesser och metoder som också kommer kunderna till godo.

BULTEN är idag indelad i tre affärsområden med olika specialinriktningar:

Fordonsindustri – BULTEN AUTOMOTIVE

Elektronik och telecom industri – BULTEN MICRO FASTENERS

Allmän industri – BULTEN STAINLESS

BULTEN AUTOMOTIVE

BULTEN AUTOMOTIVE har utvecklats från att vara en traditionell tillverkare av höghållfasta fästelement till en högteknologisk samarbetspartner som tillsammans med kunderna skapar hopfognings- och monteringslösningar. Stora investeringar har gjorts inom både teknik- och kompetensutveckling. Till detta kommer välutvecklade EDI-system (Electronic Data Interchange), som medger snabba informationsutbyten.

BULTEN AUTOMOTIVEs kunder är fordonsindustrin och dess systemleverantörer.

Målsättningen är:

- att vara branschledande leverantör i nuvarande och framtida försörjningsmodeller
- att kunna leverera fästelement och liknande komponenter till lägsta möjliga totalkostnad.

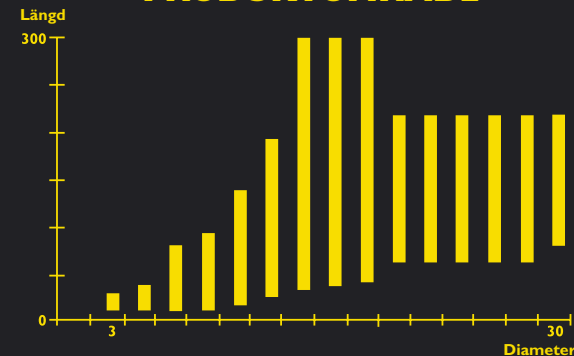
Tack vare det stora urvalet av moderna kallsmidningsmaskiner i kombination med maskiner för kompletterande bearbetning såsom rullgångning, svarvning och borrnig kan BULTEN AUTOMOTIVE erbjuda ett brett spektrum av specialdetaljer.

De tillverkade produkterna värmebehandlas i egna ugnar för att hålla rätt kvalitet. Ytbehandlingsavdelningarna har utrustning att möta marknadens höga krav när det gäller olika utföranden av förzinkning och andra beläggningar.

Produktionsutrustningen möjliggör tillverkning av produkter i längder och diametrar enligt diagrammet ovan till höger.

De följande bilderna visar ett urval av tillverkade produkter.

PRODUKTOMRÅDE





BULTEN AUTOMOTIVE utvecklar och tillverkar specialdetaljer för fordonsindustrin.

Konstruktion av skruv

För att kunna utveckla en topplocksskruv för en speciell motor kan det räcka med följande uppgifter:

- Krav på förspänningskraft
- Material i ingående delar
- Tillgängligt utrymme
- Typ av förspänningsmetod (vanligen förspänning in i sträckgränsområdet).

Med sådana uppgifter som bas för en skruv kan BULTEN AUTOMOTIVE rekommendera:

- Dimensioner
- Mekaniska egenskaper
- Typ av ytbehandling
- Grunddata för monteringen

När kunden godkänt idén tillverkas prover som monteras i prototypmotorer för utvärdering av funktioner.

Skruv för lättmetall och kompositer

I takt med bilindustrins fortgående jakt på minskade vikter är lättmetaller och kompositer alltmer aktuella som konstruktionsmaterial.

Den nya skruven REMFORM® pressar invändiga gängor i båda dessa material. Med systemet balanseras skruvens draghållfasthet mot materialets skjuvhållfasthet för en optimal förbandshållfasthet. Skruvens funktion ger stora PPK¹-vinster.

Gängpressande skruv med äntringstapp

I samverkan med ett internationellt bilföretag utvecklades en sofistikerad lösning på ett svårt hopfogningsproblem. För att fästa bilkarossen mot underredet gjordes en "blind" montering det vill säga montören hoppades att skruven kom rätt i sin muttergänga.

För att minska risken för felmontering utvecklade BULTEN AUTOMOTIVE en gängpressande skruv med äntringstapp. Skruven söker sig rätt i den ogängade mutterbrickan och formar den invändiga gängen vid iskruvningen. Resultatet blev så lyckat att grundidén fortfarande, efter mer än 15 år, är aktuell för nya bilmodeller.

Gängen är DUO-TAPTITE® och skruven har CORFLEX®-I-härdning. PPK¹-vinsterna är betydande och har ytterligare bidragit till produktens popularitet.

¹/ PPK = På-Platsen-Kostnad

BULTEN AUTOMOTIVE är en totalleverantör. De detaljer som inte kan tillverkas i egen regi anskaffas genom ett internationellt leverantörsnät.

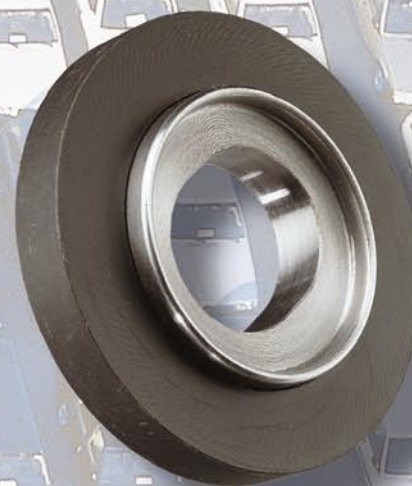


Pinnskruv i sk GA material

(21 Cr Mo V57) = 1.7711

Materialet kan användas i förband som utsätts för temperaturer upp till 450–500°C under kortare perioder.

Användningsområdet är vanligen grenrörs- och turboinfästningar på motorer.



Ståldistans med omsprutad plastdämpare

Distansbricka för motorupphängning (Subframe), som medför en förenklad montering. Istället för två detaljer har en kombinationsdetalj utvecklats i samarbete med användaren.



Hylsa till bakaxel

Detaljen är framtagen genom kallsmidning och har ersatt ett tidigare svarvat utförande. Detaljens ytterdiameter är extremt stor för produktionstekniken kallsmidning.

Totalkostnaden har reducerats avsevärt.



Bricka i fjäderstål

I jakten på att reducera vikt ersätts allt fler fordonsdetaljer av lättmetaller. Lättmetallen kan dock inte idag nå de hållfasthetsvärden som vanlig stålplåt har.

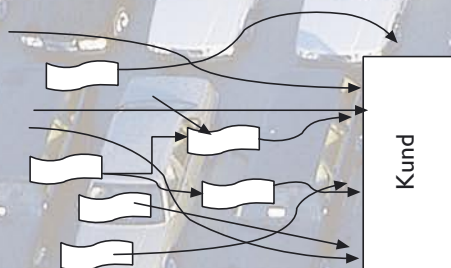
Fjäderbrickan är framtagen för att säkerställa positionen av en nitmutter, och sprider lasten när den är monterad i en relativt mjuk aluminiumplåt.

FMSS

Genom totalkostnadskonceptet FMSS (Fastener Management Supply System), ges BULTEN AUTOMOTIVES kunder möjlighet att analysera var kostnaderna finns. Produktkvalitet, transporter, hemtagningskvantitet, hantering, samordning, miljö med mera – allt räknas med i totalkostnaden.

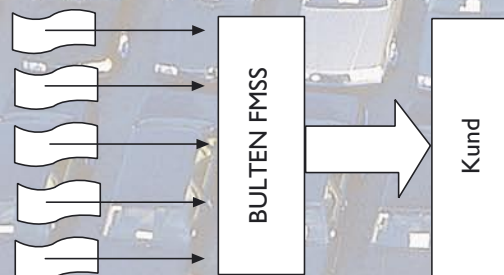


Traditionella inköp



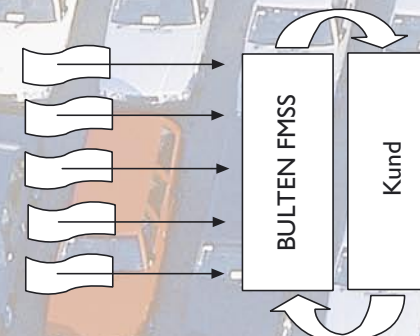
- Många inköpskanaler
- Tidskrävande
- Kostnadskrävande

BULTEN-FMSS



- En samordnande leverantör
- Ger teknisk rådgivning
- Levererar hela behovet

FMSS-Linjematning



- En samordnande leverantör
- Ger teknisk rådgivning
- Levererar hela behovet
- Direktleverans till monteringsstationerna



© BULTEN

BULTEN MICRO FASTENERS

Företaget är en högteknologisk global samarbetspartner med tillverkning inom dimensionsområdet 1–6 mm som specialitet.

Kundsegmentet är elektronik- och telecom industrin. BULTEN MICRO FASTENERS kompetens är att möta kundernas behov och krav på snabba förändringar. Därför har företaget utvecklat kortare genomloppstider för nya produkter och kan följa de allt snabbare produktionscyklerna.

Tillverkning

BULTEN MICRO FASTENERS tillverkar fästelement i bland annat låglegerat stål, rostfritt stål och koppar. Vid produktionsanläggningen i Kina, har nya kallstuknings- och rullgångningsmetoder utvecklats. Ytbehandling förutom förzinkning, är beläggning med tenn, guld och silver.

FMSS

Med FMSS konceptet (Fastener Management Supply System) ansvarar BULTEN MICRO FASTENERS för hela kedjan från utveckling till leverans på monteringsstationen.

BULTEN MICRO FASTENERS erbjuder:

- kvalitetssäkrade produkter och tjänster
- ett brett spektrum av specialdetaljer
- kortare genomloppstider för nya produkter
- kostnadseffektivisering.

REMFORM® med TORX® grepp

REMFORM skruv, RF 1,6 x 4,8 seghärdad, med TORX grepp. En PPK¹-produkt som ersätter skruv och gänginsats.

¹/ PPK = På-Platsen-Kostnad

Rostfri midjeskruv

Midjeskruv, M3x10, i rostfritt material A2-60 med TORX grepp och nedrullad midja. Den är tillverkad med ny produktionsteknik för högre hållfasthet och används i kretskortskontakter.

BULTEN MICRO FASTENERS är en totalleverantör med ett globalt leverantörsnät för anskaffning av de produkter som inte tillverkas inom företaget.

Fäste i mässing

Fäste av elförtennad mässing 5 x 5 x 10 för elektrisk kontakt mellan kretskort och frontpanel till en ny generation av elektroniskåp.

Ställskruv i försilvrad mässing

Ställskruv M10x12, med TORX grepp tillverkad i försilvrad mässing. Används som stämskruv i mobila telefonsystem. TORX greppet gör att man kan automatisera och stämma med alla skruvarna samtidigt (8 st).

BULTEN STAINLESS

BULTEN STAINLESS är en av Europas ledande tillverkare av rostfria och syrafasta fästelement. Här finns lösningarna när kraven på hållfasthet och säkerhet är extra stora. En flexibel organisation och produktion ger alltid snabba och säkra leveranser.

Säkerhet och viktbesparing

Rigorösa säkerhetskrav inom kärnkraftsindustrin, viktbesparing vid offshore, extrema temperaturväxlingar i turboaggregat, primär säkerhet i ABS-bromsar, hård miljö och stora påfrestningar i ubåtar och kemikalietankrar ... det är BULTEN STAINLESS värld.

BULTEN STAINLESS kan alltid ge råd och tips för rostfria och syrafasta konstruktionslösningar.



Turboladdare

Här arbetar fästelementen i extrema förhållanden där temperaturen växlar från $+900^{\circ}\text{C}$ ner till -25°C eller ännu lägre. BULTEN STAINLESS levererar fästelement till Europas största tillverkare av turboladdare, vilka i sin tur levererar till flera välkända biltillverkare.



Pumpar och ventiler

Standard- och specialprodukter levereras till flera av världens ledande tillverkare av pumpar och ventiler.



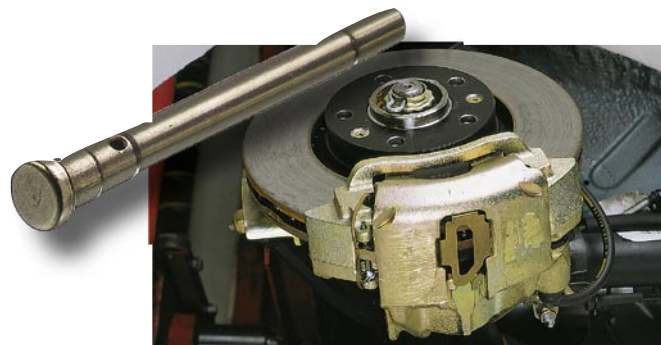
Offshore

Inom offshore är viktbesparing mycket viktig och höghållfasta produkter är av stort intresse för denna industri. Arbetskostnaden är hög på plattformar och därför är enkla och säkra montage viktiga. För ett projekt i Norge föreslog BULTEN STAINLESS en teknisk lösning som sparade 7000 arbetstimmar. Besparingen i snabbare montage var i detta fall flera gånger större än värdet på produkterna.



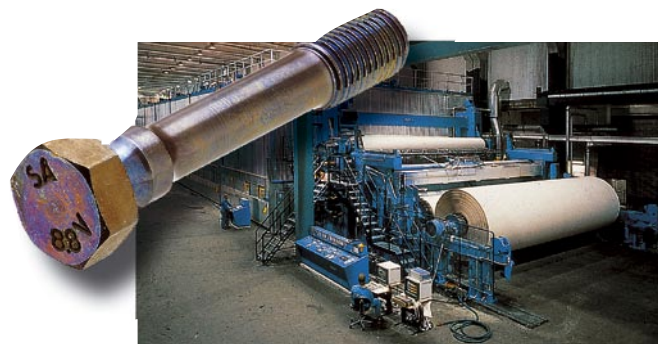
Kraftindustrin

Produkter har levererats för kritiska applikationer. Till Oskarshamn 3 och Forsmark 3 har BULTEN STAINLESS levererat så kallade Tie-rods vilka ingår i de båda anläggningarnas säkerhetssystem. BULTEN STAINLESS levererar också produkter till den franska kärnkraftindustrin CEA.



Bromssystem

BULTEN STAINLESS produkter används av ledande tillverkare av ABS-bromssystem. Bland annat levereras den sprint som håller ihop hela bromsocket, alltså en extrem säkerhetsdetalj med mycket höga krav.



Pappers- och cellulosaindustrin

Det var till denna industrigren BULTEN STAINLESS levererade de allra första syrafasta fästelementen 1926. Syrafasta standard- och specialartiklar används både i maskiner och rörledningssystem i pappers- och cellulosaverken.



Varvsindustri

BULTEN STAINLESS levererar både special- och standardprodukter till såväl svenska som tyska ubåtsvarv. Här ställs mycket höga krav på kvalitet. Produkterna används också för andra typer av fartyg, som fraktar till exempel kemikalier.

VARUMÄRKEN

BUFO® är inregistrerat och ägt av BULTEN AB,
Hallstahammar, Sverige.

BUMAX® är inregistrerat och ägt av BULTEN STAINLESS AB,
Åshammar, Sverige.

DACROMET® är inregistrerat och ägt av Metal Coatings
International Inc, USA.

gleitmo® är inregistrerat och ägt av Fuchs Lubritech GmbH,
Weilerbach, Tyskland.

POLYSEAL® är inregistrerat och ägt av Man-Gill Chemical,
Cleveland OH, USA.

TAPTITE®, TAPTITE® II, DUO-TAPTITE®, CORFLEX®,
REMFORM®, POWERLOK®, KLEERLOK®, PLASTITE®,
EXTRUDE-TITE® är inregistrerade och ägda av REMINC,
Rhode Island, USA.

TORX®, TORX PLUS®, AUTOSERT® är inregistrerade och
ägda av CAMCAR Division of Textron Inc Rockford USA.



Internet: www.bulten.com

BULTEN AUTOMOTIVE AB

Bultgatan 27
421 40 KUNGÄLV
Tel 0303 - 20 95 00
Fax 0303 - 20 95 95

Box 503
734 27 HALLSTAHAMMAR
Tel 0220 - 213 50
Fax 0220 - 159 41

BULTEN MICRO FASTENERS AB

Box 241
734 25 HALLSTAHAMMAR
Tel 0220 - 213 05
Fax 0220 - 162 20

BULTEN STAINLESS AB

Bultvägen 30
812 94 ÅSHAMMAR
Tel 0290 - 561 00
Fax 0290 - 561 37

BULTEN STAINLESS INDUSTRY AB

Svartå Industriområde
693 03 SVARTÅ
Tel 0585 - 521 00
Fax 0585 - 521 15

BULTEN STAINLESS COMPONENTS AB

Svartå Industriområde
693 03 SVARTÅ
Tel 0585 - 521 30
Fax 0585 - 521 39