

Indhold

Indledning	5
Boltesamlinger	7
Hvad er en boltesamling	7
Konstruktionsråd	7
Kvalitet	8
Mærkning	9
Stålbolte	9
Symboler	9
Identificering	9
Stålbolte	9
Skruer med indvendig 6-kant	9
Pindbolte	10
Resterende typer af skruer	10
Mærkning af venstregevind	10
Alternativ mærkning	10
Varemærke (identificeringsmærke)	11
ISO-specificerede Stålmøtrikker	11
ISO-symboler	11
Identificering	11
Mærkning af venstregevind	12
Alternativ mærkning	12
Varemærke (identificeringsmærke)	12
DIN-Specificerede stålmøtrikker	12
DIN-symboler	12
Identificering	12
Mærkning af venstregevind	12
Skruer og møtrikker af rustfrit stål	13
Skruer	13
Pindbolte og resterende befæstelseselementer	13
Møtrikker	13
Pakninger og beholdere	13
Eksempel på mærkning	14
Kvalitetsklasser	17
Stålbolte	17
Egenskaber og anvendelse	17
System for betegnelse	18
Material	19
Mekaniske egenskaber	20
Min. Brudstyrke	20
Strækgrænse ved forhøjede temperaturer	21
ISO-specificerede stålmøtrikker	21
Omfatning og anvendelse	21
System for betegnelse	22
Møtrikker med nominelle højder $\geq 0,8 D$ (effektiv gevindlængde $\geq 0,6 D$)	22
Møtrikker med nominel højde $\geq 0,5 D$ og $< 0,8 D$ (effektiv gevindlængde $\geq 0,4 D$ og $< 0,6 D$)	23
Prøvekræfter	24
Møtrik med nominel højde $\geq 0,5 D$ og $< 0,8 D$	25
DIN-Specificerede stålmøtrikker	25
Egenskaber og anvendelse	25
System for betegnelse	25
Prøvekræfter	26

Skruer og møtrikker i rustfrit materiale	27
Egenskaber og anvendelse	27
System for betegnelse	27
Mekaniske egenskaber	28
Valg af materiale	28
Klemkraft og tilspændingsmoment	29
Tilspændingsmoment	29
Beregning af tilspændingsmoment	31
Teoretisk baggrund	31
Forspændingsgrad	33
Beregningseksempel - klemkraft	33
Gevindtolerancer, M-gevind	35
Grundprofil	35
Tolerancesystem	35
Overfladebehandlet gevind	36
Gevindbetegnelse	36
Indgrebslængder	37
Anbefalede toleranceklasser	37
Tolerancer for overfladebehandlet gevind	38
Valg af gevindtolerancekvalitet	39
Korrosionsbeskyttelse	41
Hvad er korrosion	41
Katoden er ædel, anoden er uædel	42
Fugt og ilt	42
Når stålet ruster	42
En skrue kan blive anode eller katode	43
Elektrolyttens ledningsevne	44
Overfladebehandling	45
Elforzinkning	45
Elektrolytisk forzinkning (Fe/Zn)	45
Elektrolytisk zinkjern (Fe/ZnFe)	45
Lagtykkelse	45
Passivering	45
Anslået levetid	46
Sealing	46
Brintskørhed	47
Angivelse på tegning	47
Varmforzinkning	48
Fosfatering	48
Hvor anvendes fosfatering ?	48
Dacromet®/Dacrolit®	49
Delta-tone och Delta-seal	49
Fornikling	49
Fortinning	49
International standard for krydskærv	51
Pladeskruer, ST-gevind	53
Gevind og skrueender	53
Materiale	53
Vridningsbrudstyrke	53

Skruer med ST-gevind i rustfrit materiale	54
Huldiametre	54
Torx®	57
Torx®-Original	57
Længere levetid	57
Stabilt greb	57
Anstrenger ikke montøren	57
Lavere På-Plads-Pris (PPP)	57
Torx Plus®	58
Bore og forsænkingsdiametre	59
Skruer i bundhul med gevind	61
PPP (På Plads Pris)	65
PPP-begrebet	65
PPP-produkter	65
Taptite® II	67
Gevindformning	67
Materiale	67
Hærdet Taptite® II	67
Taptite® II i Coreflex®-udførelse	68
Gevinddiametre og anbefalede hul	68
Montering og styrke	70
REMFORM®	71
Den unikke form på gevindet	71
REMFORM-styrken	71
Høj brudmomentgrænse	71
Udvidningskræfter i godsgevindet	72
REMFORM-kvalitet	72
Dimensioner og anbefalede hul	72
Powerlok®	73
Anvendelsesområde	73
Mål og anbefalede tilspændingsmoment	73
Filtec® gevindeindsatse	75
Fordele	75
Anvendelsesområde	75
Lockfil - Den låsende gevindindsats	75
ABC SPAX®-S, (spånpladeskrue)	79
Fordele	79
Bredt sortiment	79
Flere forskellige hoveder	79
Her anvendes SPAX-S	79
Praktiske forpakninger	79
Mächtle® betonankre	81
Bredt sortiment	81
Mächtle® ekspansionsankre	81
Mächtle® slagankre	82
Dorn för for Mächtle® slagankre	83

Nordlock låseskiver	85
Fordele med Nordlock	85
Standardsortiment	85
At tænke på	85
Bulldog® Samle-jern	87
Enkeltfortandet Bulldog	87
Dobbeltfortandet Bulldog	87
Blindnitter	89
Bredt program	89
Fordele	89
Anvendelser	89
Værktøj	89
Blindnitemøtrikker	91
Fordele	91
Anvendelsesområde	91
Standardsortiment	91
Montering af blindnitemøtrik	92
Pindbolte og møtrikker	93
Varmholdfaste pindbolte og møtrikker ifølge DIN	93
Anvendelsesområder	93
DIN-standard	93
Valg af stål	93
Beregning af længde	93
Valg af skruer ved standardflanger ifølge DIN	93
Studsbolte og møtrikker ifølge ASTM	94
Anvendelsesområde	94
ASTM-standard	94
Valg af stål	94
Beregning af længde	95
Valg af skruer ved standardflanger	95
Omregningsfaktorer	97
Refererede Standarder	99
Varemærker	101

1 Indledning

Den tekniske grundinformation er tænkt som en hjælp til at opnå en optimal konstruktion i forbindelse med beregning og udformning af skrue- og boltesamlinger samt ved køb og montage af befæstelseselementer.

2 Boltesamlinger

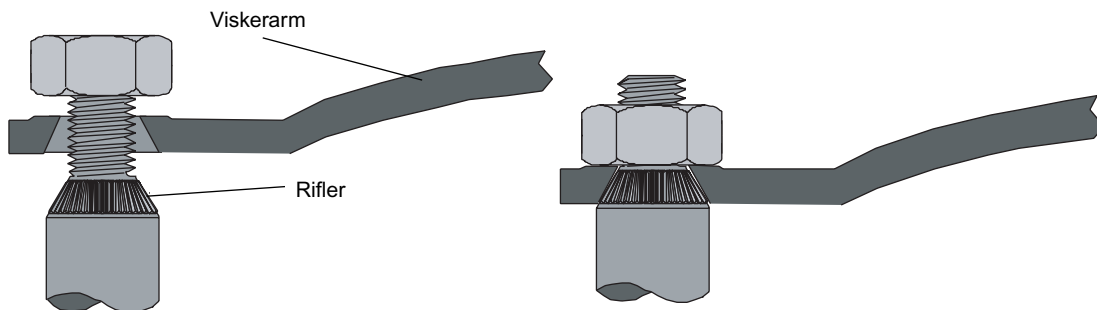
2.1 Hvad er en boltesamling.

En sammensætning af to eller flere detaljer ved hjælp af en tredje detalje kaldes en samling. Sådanne samlinger kan konstrueres på mange måder: Boltesamlinger, limning, nitning, svejsning osv.

Meningen med en boltesamling er at klemme detaljerne sammen på en sådan måde, at de ikke glider eller løsner sig fra hinanden. Udsættes de klemte detaljer for ydre kræfter, skal boltesamlingen være presset så hårdt sammen, at konstruktionen ikke skrider.

Bolte og skruer bruges ofte til andet, end hvad der står beskrevet ovenfor. Et eksempel er en træskruer, der fungerer som en malerikrog. Skruen samler ikke nogen detaljer og udgør derfor ikke en del af en konstruktion.

Definitionen af en korrekt skrue- eller boltesamling er vigtig, da uforudsete resultater kan forekomme, hvis andre funktioner end sammensætningen lægges ind i skrueforbindelsen. Et godt eksempel på dette er en vinduesviskerarm på biler, se figur 1.



Figur 1

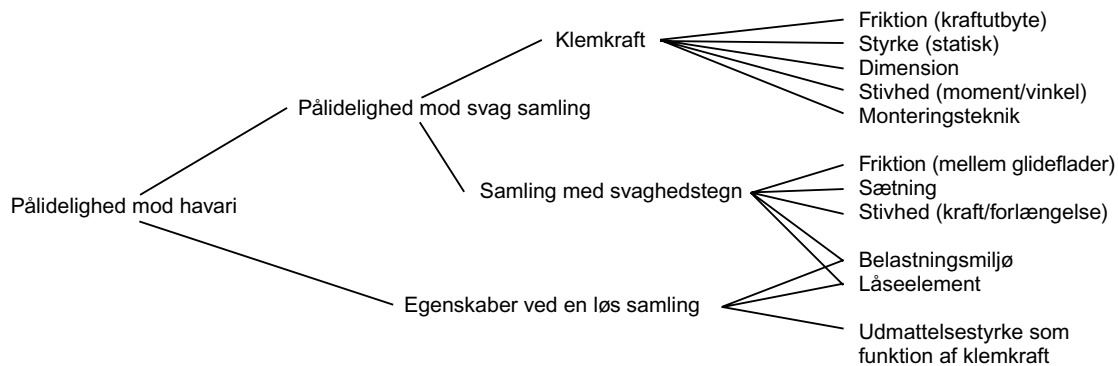
I dette tilfælde er det tænkt, at møtrikken skal klemme så hårdt, at riflerne på akslen skal trænge ind i den blødere viskerarm og på den måde forhindre armen i at roterer på akselen, samtidig med armen i sig selv holder fast på akselen. Denne løsning er følsom for variationer i materialets hårdhed, overfladebehandlings lagtykkelse samt gevind- og underlagsfriktionen.

Bliver klemkraften ikke den tilsigtede i monteringsøjeblikket, er der stor risiko for, at riflerne ikke trænger dybt nok ind i viskerarmen. Der opstår hermed en stor risiko for, at den løsner sig ved driftsstart for eksempel når bladet er frosset fast til ruden eller når den af en anden grund fungerer unormalt trægt.

2.2 Konstruktionsråd

Som vi tidligere har omtalt i afsnit 2.1 er den vigtigste hensigt med en skrue- og boltesamling at sammeføje detaljer. Ved valget af de produkter som indgår i forbindelsen, er det vigtigt at tænke på styrkeklasse, overfladebehandling, gevinddiameter m.m. Disse ting har stor indflydelse for at kunne opnå den tilsigtede klemkraft.

Klemkraften i sig selv er ikke det eneste, der skal tages hensyn til ved konstruktionen af en bolteforbindelse. Den udgør blot en del af de egenskaber en skrueforbindelse har, se figur 2.



Figur 2 – Funktionsegenskaber, skrueforbindelse

Udover funktionsegenskaberne bør pris for samlingen, nemhed i montering, samlingens omgivelser og behovet for service tages med i vurderingen af konstruktionen.

I den gennemsnitlige pris for en samling udgør selve prisen for belfæstelseselementerne ofte kun 10% - 15% af samlingen. Det er derfor i mange tilfælde totalprisen der skal ses på. Denne kan påvirkes positivt ved valg af PPP-produkter, se afsnit 11. Eksempler på kostbare operationer der kan elimineres, er for eksempel hul- og gevindskæring, montering af fjederskiver mm.

For at samlingen skal få den rigtige klemkraft, er det vigtigt, at den er nem at komme til ved montering. Jo vanskeligere den sidder, jo større er spredningen i monterings momentet. En samling der er nem at komme til, kan give mellem $\pm 5\%$ til $\pm 10\%$ spredning, mens en samling der er svær at komme til, kan give en spredning på op til $\pm 20\%$.

Bolteforbindelsens omgivelser kan være korrosive, eller måske skal forbindelsen lede en elektrisk strøm. I begge tilfælde kan der stilles specielle krav til overfladebehandling eller materiale.

Hvis boltesamlingen skal kunne demonteres, eksempelvis ved service, er det vigtigt allerede på konstruktionsstadiet at tage hensyn til dette.

2.3 Kvalitet

En god skrue- og boltesamling er, som nævnt ovenfor, et resultat af en lang række faktorer. Det faktum, at der findes yderligere faktorer, der ikke er specificerede, og derfor kan påvirke klemkraften, kan forstyrre produktionsprocessen.

Klemkraften kan måles på forskellige måder. Et eksempel er ultralyd som kan måle skruens forlængelse, hvilket direkte svarer til den klemkraft, der opnås.

Regelmæssig stikprøvekontrol eller SPC (statistisk proces styring) af klemkraften, udover almindelig momentkontrol, bør foretages som et naturligt led i produktionsprocessen.

3 Mærkning

Meningen med et system for mærkning er, at det med det blotte øje skal kunne afgøre styrken i en skrue eller møtrik. Det er også vigtigt at kunne identificere producenten. Af praktiske grunde mærkes ikke alle typer, specielt ikke hvis skruen eller møtrikken er for lille. Kravet for mærkning af stålskruer står beskrevet i ISO 898-1:1988, for stålmøtrikker i ISO 898-2:1992 og ISO 898-6:1988. For skruer og møtrikker af rustfrit stål står kravene i ISO 3506:1979. Nedenfor følger et udtræk af disse standarder. Eksempler findes i afsnit 3.5 Eksempel på mærkning.

3.1 Stålbolte

3.1.1 Symboler

Symboler for mærkning fremgår af tabell 1.

Tabel 1: Mærkningssymboler

Kvalitetsklasse	3.6	4.6	4.8	5.6	5.8	6.8	8.8	9.8	10.9	12.9
Betegnelse ¹⁾ ²⁾	3.6	4.6	4.8	5.6	5.8	6.8	8.8	9.8	10.9	12.9

1) Punktum i betegnelsen kan undlades.

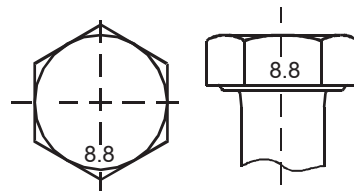
2) Når martensitiske stål med lav kulstofindhold (borstål) anvendes for kvalitetsklasse 10.9 skal betegnelsen 10.9 understreges: 10.9.

3.1.2 Identificering

3.1.2.1 Stålbolte

Stålbolte skal mærkes med betegnelse for kvalitetsklasse. Mærkning er obligatorisk for skruer i alle kvalitetsklasser. Betegnelsen anbringes fortrinsvis på skruehovedets overside med ophøjede eller nedsænkede tal eller på sidefladerne med nedsænkede tal (se figur 3).

Mærkning er obligatorisk for skruer med nominel diameter $d \geq M5$, fortrinsvis på skruehovedet, hvor produktets form tillader det.



Figur 3 – Eksempel på mærkning af stålbolt

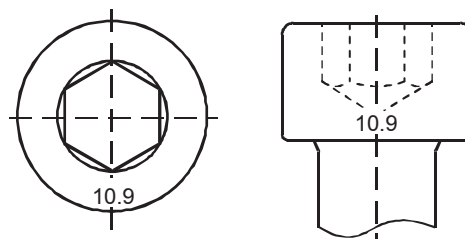
3.1.2.2 Skruer med indvendig 6-kant

Skruer med indvendig 6-kant skal mærkes med betegnelse for kvalitetsklasse.

Mærkning er forpligtende for skruer i kvalitetsklasse 8.8 og højere. Betegnelsen anbringes fortrinsvis på skruehovedets sideflader med nedsænkede tal eller på hovedets overside med ophøjede eller nedsænkede tal (se figur 4).

Mærkning kræves for skruer med indvendig 6-kant med nominel diameter $d \geq M5$, fortrinsvis på skruehovedet, hvor produktets form tillader det.

Mærkning ifølge urskivesystemet for møtrikker, der står beskrevet i ISO 898-2, kan bruges som alternativ metode på små skruer med indvendig 6-kant.



Figur 4 – Eksempel på mærkning af skruer med indvendig 6-kant

3 Mærkning

3.1.2.3 Pindbolte

Pindbolte skal mærkes med betegnelse for kvalitetsklasse.

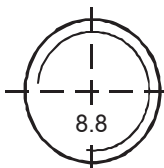
Mærkningen er obligatorisk for kvalitetsklasse 8.8 og højere. Betegnelsen anbringes på skrueenden med nedsænkede tal (se figur 5). For pindbolte med godsende anbringes betegnelsen på møtrikkenden.

Mærkning kræves for pindbolte med nominel diameter $\geq M5$.

Mærkning ifølge tabel 2 er som en alternativ metode tilladt.

Tabel 2: Mærkning af pindbolte

Kvalitetsklasse	8.8	9.8	10.9	12.9
Symbol				



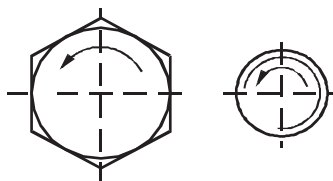
Figur 5 – Eksempel på mærkning af pindbolte

3.1.2.4 Resterende typer af skruer

Samme system for mærkning, som står beskrevet i forrige afsnit, skal bruges for kvalitetsklasserne 4.6, 5.6, 8.8 og højere. For andre typer af skruer samt specialfremstillede produkter, der ikke står beskrevet i anvendelige internationale standarder, skal mærkning ske ifølge aftale mellem køber og sælger.

3.1.3 Mærkning af venstregevind

Skruer med venstregevind skal mærkes med symbolet ifølge figur 6, på skruehovedets overside eller på skrueenden.

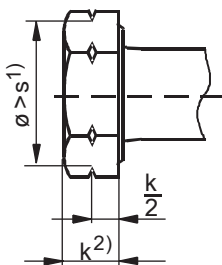


Figur 6 – Mærkning af venstregevind

Mærkning kræves for skruer med nominel gevinddiameter $d \geq M5$.

For stålbolte med venstregevind er alternativ mærkning ifølge figur 7 tilladt.

- 1) s = nøglevidde
2) k = hovedhøjde



Figur 7 – Alternativ mærkning af venstregevind

3.1.4 Alternativ mærkning

Valget af alternativ eller valgfri mærkning ifølge afsnit 3.1.1 til 3.1.3 overlades til producenten.

3.1.5 Varemærke (identificeringsmærke)

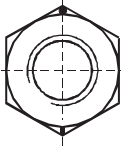
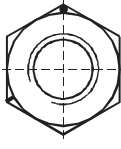
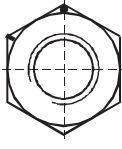
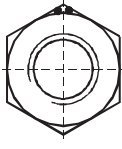
Producentens varemærkning (identificeringsmærke) er obligatorisk for alle produkter, der er mærket med kvalitetsklasse.

3.2 ISO-specificerede Stålmøtrikker

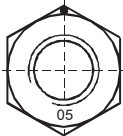
3.2.1 ISO-symboler

Symboler for mærkning af møtrikker skal være ifølge tabel 3 og tabel 4.

Tabel 3: Symboler for mærkning af møtrikker med møtrikhøjde $\geq 0,8 D$

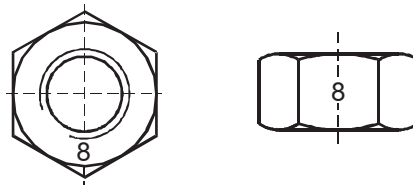
Kvalitetsklasse		4 och 5	6	8	9	10	12
Alternativ mærkning	Enten symbol for betegnelse	Ingen mærkning	6	8	9	10	12
	eller urskive-symbol	Ingen mærkning					

Tabel 4: Symboler for mærkning af møtrikker med møtrikhøjde $\geq 0,5 D < 0,8 D$

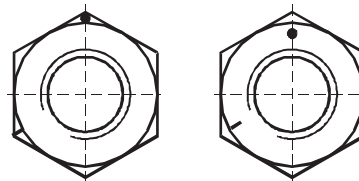
Kvalitetsklasse	04	05
Mærkning	Ingen mærkning	

3.2.2 Identificering

Møtrikker med gevinddiameter $\geq M5$ og kvalitetsklasse 8 og højere samt kvalitetsklasse 05, skal mærkes ifølge systemet for betegnelse, der står beskrevet i afsnit 4.2.2, gennem ned-sænkede tal på en sideflade eller gennem forhøjelse på fasen. Se figur 8 og figur 9. Forhøjet mærkning må ikke placeres på møtrikkens anlægsflade.



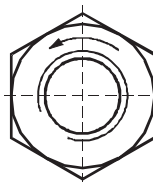
Figur 8 – Eksempel på mærkning med symbol for betegnelse



Figur 9 – Eksempel på mærkning med urskive symbol

3.2.3 Mærkning af venstregevind

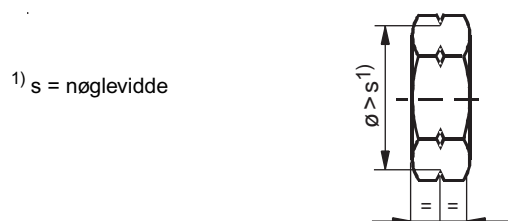
Møtrikker med venstregevind skal mærkes ved nedsænket symbol på en af anlægsfladerne ifølge figur 10.



Figur 10 – Mærkning af venstregevind

Mærkning er obligatorisk for møtrikker med venstregevind og gevinddiameter $\geq$ M6.

Alternativ mærkning af venstregevind ifølge figur 11 er tilladt.



Figur 11 – Alternativ mærkning af venstregevind

3.2.4 Alternativ mærkning

Alternativ mærkning ifølge 3.2.1 til 3.2.3 overlades til producenten.

3.2.5 Varemærke (identificeringsmærke)

Fabrikantens mærke (identificeringsmærke) er påkrævet for alle produkter, hvor der findes forpligtende krav for mærkning af kvalitetsklasse, under forudsætning af at dette er teknisk muligt. Pakningerne skal dog altid være mærkede.

3.3 DIN-Specificerede stålmøtrikker

3.3.1 DIN-symboler

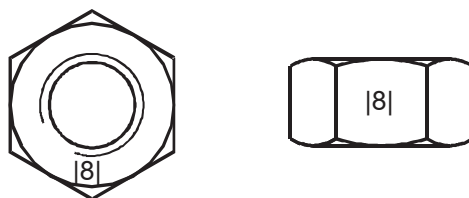
Tabel 5: for mærkning af DIN-møtrikker

Kvalitetsklasse	4 ¹⁾	5	6	8	10	12
Betegnelse	4	5	6	8	10	12

¹⁾ Kun over M16

3.3.2 Identificering

6-Kantsmøtrikker $\geq$ M5 og kvalitetsklasse 8 og højere, skal mærkes ifølge systemet for betegnelse, der står beskrevet i afsnit 3.1.1, gennem nedsænkede tal på en sideflade, se figur 12. Forhøjet mærkning må ikke placeres på møtrikkens anlægsflade.



Figur 12 – Eksempel på mærkning med symbol for betegnelse

3.3.3 Mærkning af venstregevind

DIN-kravene er i overensstemmelse med ISO, se afsnitt 3.2.3.

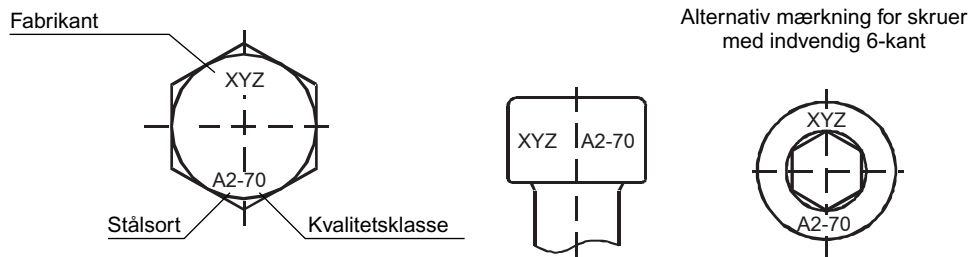
3.4 Skruer og møtrikker af rustfrit stål

For mærkning af befæstelselementer med venstregevind, se afsnit 3.1.3 og 3.2.3.

3.4.1 Skruer

Alle stålbolte og skruer med indvendig 6-kant med nominal diameter $d \geq M5$ skal tydeligt mærkes i overensstemmelse med betegnelsestystemet ifølge afsnit 4.4. Denne mærkning kan anbringes på andre typer af skruer, hvor det er teknisk muligt og kun på hovedet.

Mærkningen skal omfatte ståltype og kvalitetsklasse plus producentens mærke (se figur 13). Yderligere mærkning kan anbringes efter producentens valg eller iflg. krav fra køber. Sådant en tillægsmærkning må ikke kunne forveksles med nogen anden standardiseret mærkning eller identificering.



Figur 13 – Mærkning af rustfrie skruer – Eksempel

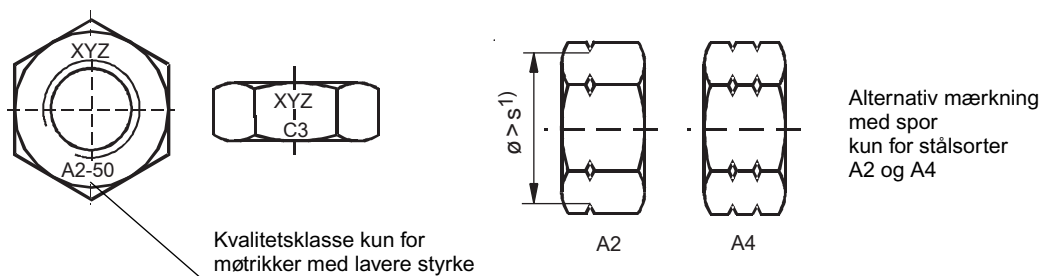
3.4.2 Pindbolte og resterende befæstelselementer

Mærkning af pindbolte og andre befæstelselementer skal gøres efter overensstemmelse mellem køber og sælger.

3.4.3 Møtrikker

Møtrikker med nominal diameter $d \geq M5$, se figur 14, skal mærkes med ståltype og kvalitetsklasse, hvis det kræves, og med producentens mærke hvis det er teknisk muligt. Mærkning på møtrikkens ene endeflade er tilladt og skal udføres med nedsænkede tal alene, når møtrikkens ene endeflade udgør anlægsfladen.

Alternativ mærkning på møtrikkens sideflader er tilladt. Mærkning med kvalitetsklasse kræves, hvis møtrikkerne ikke opfylder kravet på prøvebelastning for den højeste kvalitetsklasse indenfor ståltyperne.



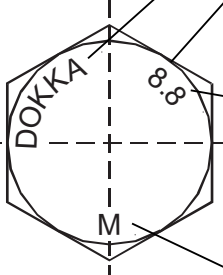
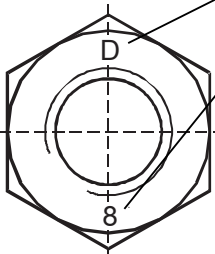
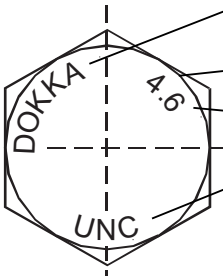
Figur 14 – Mærkning af møtrikker - Eksempel på alternative mærkninger

3.4.4 Pakninger og beholdere

Fuldstændig betegnelse er påkrævet alle pakninger eller beholdere uanset størrelse.

3.5 Eksempel på mærkning

Tabel 6:

Skrue		Møtrik	
Mærkning	Betydning	Mærkning	Innebörd
	Fabrikantmærke Indregistreret varemærke. Første ciffer angiver en hundrededel af skrue-ns nom. brudstyrke i N/mm ² . I dette tilfælde 800N/mm ² . Andet ciffer angiver forholdet mellem skrue-ns flydespænding og brudstyrke i tiendedele. I dette tilfælde 0,8 (80%) af 800N/mm ² = 640N/mm ² . Gevindsystem. Ikke forpligtende opgave. I dette tilfælde M-gevind.		Fabrikantmærke f.eks. DOKKA FASTENERS Tallet angiver en 1/100 af brudstyrken for den skrue, som møtrikken kan anvendes til uden at gå i stykker. I dette tilfælde 800N/mm ²
			Fabrikantmærke f.eks. DOKKA FASTENERS Brudstyrke = 400 N/mm ² Flydespænding = 60% af 400 N/mm ² = 240 N/mm ² Unified - grovgevind

På skruer med UNC- og UNF-gevind anvendes også SAE-mærkning hvor de tre streger angiver SAE-Grade 5, hvilket svarer til cirka 8.8 og fem streger angiver SAE-Grade 8, hvilket svarer til cirka 10.9. Denne type af mærkning vises i figur 16 og figur 17.

Tabel 7: Eksempel på mærkning, stålbolte

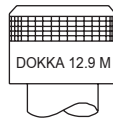
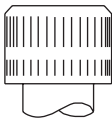
Stålbolte		
		
		
		
Figur 15 – Kval.klasse 4.6	Figur 16 – Kval.klasse 8.8	Figur 17 – Kval.klasse 10.9

Tabel 8: Mærkningsexempel, tillægsmærkning

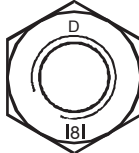
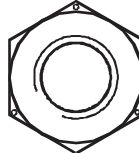
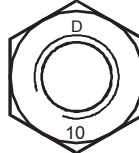
Stålbolte, borlegeret stål

Figur 18 – Streg under kvalitetsklassen

Tabel 9: Eksempel på mærkning, Skruer med indvendig 6-kant

Skruer med indvendig 6-kant	
 Figur 19 – 8.8, M-gevind	 Figur 20 – 8.8, UNC-gevind
 Figur 21 – 12.9, M-gevind	 Figur 22 – 12.9, UNC-gevind

Tabel 10: Eksempel på mærkning, 6-kantsmøtrikker

Stålmøtrik					
					
M-gevind, ISO og DIN		UNC- og UNF-gevind Koldformet		M-gevind	UNC- og UNF-gevind Koldformet
Figur 23 – Kval.klasse 8 + SAE Grade 5			Figur 24 – Kval.klasse 10 + SAE Grade 8		

4 Kvalitetsklasser

4.1 Stålbolte

Uddrag af ISO 898-1:1988.

4.1.1 Egenskaber og anvendelse

Denne del af ISO 898-1:1988 specificerer styrkeegenskaber for skruer og pindbolte, der prøves ved stuetemperatur, se ISO 1:1975. Egenskaberne varierer ved højere og lavere temperaturer. ISO 898-1:1988 gælder for skruer og pindbolte:

- med nominel diameter $\leq 39\text{mm}$ (grov og fin gevind)
- med triangulær ISO-gevind ifølge ISO 68
- med diameter/stigning kombination ifølge ISO 261 og ISO 262
- med gevindtolerancer ifølge ISO 965-1 og ISO 965-2
- i alle forkommende forme
- fremstillede af kulstofstål eller legeret stål

Den gælder ikke for stopskruer eller lignende befæstelseselementer med gevind (se ISO 898-5).

Den gælder ikke, hvor der er stillet specielle krav til:

- svejsbarhed
- korrosionsholdbarhed (se ISO 3506)
- evne til at modstå temperaturer over 300°C eller under -50°C .

Note. Systemet for betegnelse ifølge denne standard kan også bruges for skruer udenfor de begrænsninger, der angives i dette afsnit (f.eks. $d \leq \text{M39}$) under forudsætning af, at alle krav for de forskellige styrkeklasser overholdes.

4 Kvalitetsklasser

4.1.2 System for betegnelse

Systemet for betegnelse af skruer og pindbolte fremgår af tabel 11. Abscissen (X-aksen) angiver værdi for nominel brudstyrke, R_m , i N/mm^2 , mens koordinaten (Y-aksen) angiver værdi for minimum brudforlængelse, A_{min} , udtrykt i procent.

Symbolet for kvalitetsklassen består af to tal:

- det første tal angiver 1/100 af den nominelle brudstyrke i Newton pr kvadratmillimeter (se R_m i tabel 13)
- det andet tal angiver 10 gange forholdet mellem den nederste flydespænding R_{eL} (eller forlængelsestyrke $R_{p0,2}$) og nominel brudstyrke R_m (flydespændingsforholdet)

Multiplikation af disse to tal giver 1/10 af flydespænding i Newton pr kvadratmillimeter.

Nederste flydespænding R_{eL} (eller forlængelsen $R_{p0,2}$) og minimum brudstyrke R_m er ens eller større end de nominelle værdier. (se tabell 13)

Tabel 11: Koordinatsystem

Nominel brudstyrke, R_m N/mm^2		300	400	500	600	700	800	900	1000	1200	1400
Min. brudforlængelse, A_{min} %	7										
	8				6.8					12.9	
	9								10.9		
	10			5.8				9.8			
	12						8.8				
	14		4.8								
	16										
	18										
	20				5.6						
	22		4.6								
	25	3.6									
	30										
Forholdet mellem flydespænding og brudestyrke											
Betegnelsens andet tal									.6	.8	.9
Nederste flydespænding R_{eL} eller forlængelsestyrke $R_{p0,2}$ Nominel brudstyrke, R_m x 100									60	80	90

1) Gælder kun til M16

Note. Selv om der i ISO 898-1 er angivet et stort antal kvalitetsklasser, betyder det ikke, at alle klasser er egnede for alle produkter. Yderligere oplysninger angående anvendelse af de specifikke styrkeklasser gives i respektive produktstandarde. For ikke standardiserede skrueemner anbefales specifikationer for lignende standardiserede skrueemner.

4.1.3 Material

Tabell 12 specificerar stål för de olika hållfasthetsklasserna för skruvar och pinnskruvar.

Minimum anlöpningstemperatur enligt tabell 12 är tvingande för hållfasthetsklasserna 8.8 t.o.m. 12.9

Den kemiska sammansättningen är tvingande endast för skruvar som ej dragprovas.

Tabell 12: Stål

Kvalitets- klasse	Materiale og varmebehandling	Kemisk sammensætning				Anløbnings- temperatur min
		C		P	S	
		min	max	max	max	
3.6 ¹⁾	Kulstofstål	-	0,2	0,05	0,06	-
4.6 ¹⁾		-	0,55	0,05	0,06	-
4.8 ¹⁾		-	0,55	0,05	0,06	-
5.6		0,15	0,55	0,05	0,06	-
5.8 ¹⁾		-	0,55	0,05	0,06	-
6.8 ¹⁾		-	0,55	0,05	0,06	-
8.8 ²⁾	Kulstofstål med tilsatser (f.eks. bor, Mn eller Cr), hærdeet og anløbet	0,15 ³⁾	0,4	0,035	0,035	425
	Kulstofstål hærdeet og anløbet	0,25	0,55	0,035	0,035	425
9.8	Kulstofstål med tilsatser (f.eks. bor, Mn eller Cr), hærdeet og anløbet	0,15 ³⁾	0,35	0,035	0,035	425
	Kulstofstål hærdeet og anløbet	0,25	0,55	0,035	0,035	425
10.9 ⁴⁾	Kulstofstål med tilsatser (f.eks. bor, Mn eller Cr), hærdeet og anløbet	0,15	0,35	0,035	0,035	340
10.9 ⁵⁾	Kulstofstål hærdeet og anløbet	0,25	0,55	0,035	0,035	425
	Kulstofstål med tilsatser (f.eks. bor, Mn eller Cr), hærdeet og anløbet	0,2 ³⁾	0,55	0,035	0,035	425
	Legeret stål hærdeet og anløbet ⁷⁾	0,2	0,55	0,035	0,035	425
12.9 ^{5) 6)}	Legeret stål hærdeet og anløbet ⁷⁾	0,2	0,5	0,035	0,035	380

1) Skruer i disse kvalitetsklasser kan fremstilles af automatstål med følgende maksimale indhold af svovl, fosfor og bly: svovl 0,34%, fosfor 0,11%, bly 0,35%.

2) For nominelle diameter over M20 kan det være nødvendigt at bruge stål i kvalitetsklasse 10.9 for at opnå tilstrækkelig hærdeevne.

3) For borlegeret kulstofstål med et kulindehold under 0,25% (chargeanalyse) skal manganindeholdet minimum være 0,6% for kvalitetsklasse 8.8 og 0,7% for 9.8 og 10.9.

4) Artikler skal yderligere mærkes gennem, at symbolet for kvalitetsklasse understreges (se afsnit 3).

5) Materialet i disse kvalitetsklasser skal have tilstrækkelig hærdebarhed for at garantere forekomsten af cirka 90 % martensit i dels gevind dels kerne, efter hærdeing, men før anløbning.

6) Et metallografiske sporbar hvid fosforberiget overflader er ikke tilladt for kvalitetsklasse 12.9 på flader udsat for trækspændinger.

7) Legeret stål skal indeholde et eller flere af legeringsemnerne krom, nikkel, molybden eller vanadium.

4 Kvalitetsklasser

4.1.4 Mekaniske egenskaber

Ved prøvning ifølge ISO 898-1:1988 skal skruerne ved stuetemperatur opfylde styrkekravet ifølge tabel 13.

Tabel 13: Styrkekrav for skruer og pindbolte

Styrkekrav		3.6	4.6	4.8	5.6	5.8	6.8	8.8		9.8	10.9	12.9
								d≤16	d>16			
Brudstyrke, Rm 4) 5), N/mm ²	nom	300	400		500		600	800	800	900	1000	1200
	min	330	400	420	500	520	600	800	830	900	1040	1220
Vickershårdhed, HV, F ≥ 98 N	min	95	120	130	155	160	190	250	255	290	320	385
	max	250						320	335	360	380	435
Brinellhårdhed, HB, F = 30D ²	min	90	114	124	147	152	181	238	242	276	304	366
	max	238						304	318	342	361	414
Rockwellhårdhed, HR	min HRB	52	67	71	79	82	89	—				
	min HRC	—						22	23	28	32	39
	max HRB	99,5						—				
	max HRC	—						32	34	37	39	44
Overfladehårdhed, HV 0,3	max	—						6)				
Nedre flydspænding 7) ReL, N/mm ²	nom	180	240	320	300	400	480	—				
	min	190	240	340	300	420	480	—				
Forlængelse, Rp0,2, N/mm ²	nom	—						640	640	720	900	1080
	min	—						640	660	720	940	1100
Spænding under prøvebelastning, Sp N/mm ²		0,94	0,94	0,91	0,93	0,9	0,92	0,91	0,91	0,9	0,88	0,88
		180	225	310	280	380	440	580	600	650	830	970
Brudforlængelse, A	min	25	22	14	20	10	8	12	12	10	9	8
Spænding ved skrålslagprøve 5)		Värderna för fullgrova skruvar (ej pinnskrubar) ska inte vara mindre än min-värderna för brottgräns enligt ovan.										
Slagsejhed, J	min	—			25	—		30	30	25	20	15
Skrålslagprövning		Inget brott										
Min. Højde på ikke afkullet zone på gevindområde, E		—						1/2H ₁			2/3H ₁	3/4H ₁
Max. Dyb af fuldstændig afkuling, G,	mm	—						0,015				

1) For skruer i kvalitetsklasse 8.8 med diameter $d \leq 16$ mm findes der en forhøjet risiko for, at gevindet i møtrikken rives af, i tilfælde af at belastning overskrider prøvekræften som følge af et ufrivilligt højt tilspændingsmoment, se afsnit 4.2.2.1.

2) For stålkonstruktionsbolte ≥ 12 mm.

3) Gælder kun for nominel gevinddiameter $d \leq 16$ mm.

4) Gælder kun for nominel gevinddiameter $l = 2,5d$. Min hårdhed gælder for produkter med længde $l < 2,5d$ og andre produkter, der ikke kan trækprøves (f.eks. på grund af hovedets form).

5) Ved prøvning af skruer og pindbolte med fuld stammediameter skal belastningsværdi ifølge tabel 14 og tabel 15 anvendes.

6) Overfladehårdheden skal ikke være mere end 30 Vickers-enheder over produktets opmålede kernehårdhed når aflæsning af både overflade og kerne gøres ved HV 0,3. For kvalitetsklasse 10.9 gælder, at der ikke må være ydre tegn på, at overfladehårdheden overskrider 390 HV.

7) Hvis den nederste flydspænding R_{eL} ikke kan bestemmes er det tilladt at måle prøvespændingen $R_{p0,2}$.

4.1.5 Min. Brudstyrke

Tabel 14: Min brudstyrke, Metrisk ISO gevind, grov stigning

Gevind ¹⁾	Nom. Spændings-areal mm ²	Kvalitetsklasse									
		3.6	4.6	4.8	5.6	5.8	6.8	8.8	9.8	10.9	12.9
		Min. Brudstyrke (A _s x R _m), N									
M3	5,03	1660	2010	2110	2510	2620	3020	4020	4530	5230	6140
M3,5	6,78	2240	2710	2850	3390	3530	4070	5420	6100	7050	8270
M4	8,78	2900	3510	3690	4390	4570	5270	7020	7900	9130	10700
M5	14,2	4690	5680	5960	7100	7380	8520	11350	12800	14800	17300
M6	20,1	6630	8040	8440	10000	10400	12100	16100	18100	20900	24500
M7	28,9	9540	11600	12100	14400	15000	17300	23100	26000	30100	35300
M8	36,6	12100	14600	15400	18300	19000	22000	29200	32900	38100	44600
M10	58	19100	23200	24400	29000	30200	34800	46400	52200	60300	70800
M12	84,3	27800	33700	35400	42200	43800	50600	67400 ²⁾	75900	87700	103000
M14	115	38000	46000	48300	57500	59800	69000	92000 ²⁾	104000	120000	140000
M16	157	51800	62800	65900	78500	81600	94000	125000 ²⁾	141000	163000	192000
M18	192	63400	76800	80600	96000	99800	115000	159000	—	200000	234000
M20	245	80800	98000	103000	122000	127000	147000	203000	—	255000	299000
M22	303	100000	121000	127000	152000	158000	182000	252000	—	315000	370000
M24	353	116000	141000	148000	176000	184000	212000	293000	—	367000	431000
M27	459	152000	184000	193000	230000	239000	275000	381000	—	477000	560000
M30	561	185000	224000	236000	280000	292000	337000	466000	—	583000	684000
M33	694	229000	278000	292000	347000	361000	416000	576000	—	722000	847000
M36	817	270000	327000	343000	408000	425000	490000	678000	—	850000	997000
M39	976	322000	390000	410000	488000	508000	586000	810000	—	1020000	1200000

1) Når ingen stigning angives i gevindbetegnelsen, menes der grov gevind. Dette angives i ISO 261 og ISO 262.

2) For stålkonstruktionsbolte gælder værdierne 70 000, 95 500 respektive 130 000 N

Tabel 15: Min brudstyrke, Metrisk ISO gevind med fin stigning

Gevind	Nom. Spændings-areal mm ²	Kvalitetsklasse									
		3.6	4.6	4.8	5.6	5.8	6.8	8.8	9.8	10.9	12.9
		Min. Brudstyrke (A _s x R _m), N									
M8 x 1	39,2	12900	15700	16500	19600	20400	23500	31360	35300	40800	47800
M10 x 1	64,5	21300	25800	27100	32300	33500	38700	51600	58100	67100	78700
M10 x 1,25	61,2	20200	24500	25700	30600	31800	36700	49000	55100	63600	74700
M12 x 1,25	92,1	30400	36800	38700	46000	47900	55300	73700	82900	95800	112000
M12 x 1,5	88,1	29100	35200	37000	44100	45800	52900	70500	79300	91600	107500
M14 x 1,5	125	41200	50000	52500	62500	65000	75000	100000	112000	130000	152000
M16 x 1,5	167	55100	66800	70100	83500	86800	100000	134000	150000	174000	204000
M18 x 1,5	216	71300	86400	90700	108000	112000	130000	179000	—	225000	264000
M20 x 1,5	272	89800	109000	114000	136000	141000	163000	226000	—	283000	332000
M22 x 1,5	333	110000	133000	140000	166000	173000	200000	276000	—	346000	406000
M24 x 2	384	127000	154000	161000	192000	200000	230000	319000	—	399000	469000
M27 x 2	496	164000	194000	208000	248000	258000	298000	412000	—	516000	605000
M30 x 2	621	205000	248000	261000	310000	323000	373000	515000	—	646000	758000
M33 x 2	761	251000	304000	320000	380000	396000	457000	632000	—	791000	928000
M36 x 3	865	285000	346000	363000	432000	450000	519000	718000	—	900000	1055000
M39 x 3	1030	340000	412000	433000	515000	536000	618000	855000	—	1070000	1260000

4.1.6 Strækgrænse ved forhøjede temperaturer

De mekaniske egenskaber på skruer varierer på en mængde forskellige måder. Når temperaturen øges, tabel 16, som kun er til orientering, giver et omtrentligt billede af reduktionen i strækgrænsen, eller forlængningsgrænsen som kan opleves ved forskellige forhøjede temperaturer. Disse data kan, derfor ikke anvendes som krav.

Tabel 16: Nedre strækgrænse eller forlængningsgrænse ved forhøjede temperaturer

Styrkeklasse	Temperatur °C				
	+20	+100	+200	+250	+300
	Nedre strækgrænse, R_{eL} eller forlængningsgrænse $R_{p0,2}$ N/mm ²				
5.6	300	270	230	215	195
8.8	640	590	540	510	480
10.9	940	875	790	745	705
<u>10.9</u>	940	-	-	-	-
12.9	1100	1020	925	875	825

Kontinuerlig anvendelse af disse styrkeklasser i forhøjede temperaturer kan resulterer i betydelende tab af klemkraft. 100 timer i 300°C resulterer typisk i klemkrafttab som overstiger 25% af den initiale klemkraft beroende på reduktion i strækgrænse.

4.2 ISO-specificerede stålmøtrikker

Uddrag fra ISO 898-2:1992 og ISO 898-6:1988.

4.2.1 Omfatning og anvendelse

ISO 898-2:1992 og ISO 898-6:1988 specificerer egenskaberne for møtrikker med specificerede prøvekræfter ved prøvning i stuetemperatur (se ISO 1:1975). Egenskaberne er forskellige ved højere respektive lavere temperatur. Standarderne gælder for møtrikker;

- med nominel diameter, d , (fin stigning fra M8) op til og med M39;
- med triangulær ISO gevind og med diameter og stigning ifølge ISO 68 og ISO 262;
- med diameter/stigningskombinationer ifølge ISO 261;
- med gevindtolerance 6H ifølge ISO 965-1 og 965-2;
- med specificerede mekaniske krav;
- med nøglevidder ifølge ISO 272 eller tilsvarende;
- med nominelle højder 0,5 D;
- fremstillet af kulstofstål eller lavt legerat stål.

Den gælder ikke for møtrikker med specielle egenskaber som f.eks:

- låseegenskaber (se ISO 2320);
- svejsbarhed;
- korrosionsbestandighed (se ISO 3506);
- evne til at modstå temperaturer over +300°C eller under -50°C.

NOTE - Møtriker fremstillet af automatstål må ikke bruges over +250°C.

- For specielle produkter, som f.eks. møtrikker for stålkonstruktionsbolte og møtrikker med overdimensioneret gevind for anvendelse sammen med varmforzinkede skruer, fremgår passende værdier af respektive produktstandarder.
- For befæstelselementer med større gevindetolerancer end 6H/6g øger risikoen for gevindafrivning; se også tabel 17.
- Ved gevindetolerancer større end 6H skal den øgede risiko for gevindafrivning iagttages.

Tabel 17: Reducering af gevindstyrke

Gevind		Prøvekraft, % Gevindtolerancer		
over	t o m	6H	7H	6G
—	M2,5	100	—	95,5
M2,5	M7	100	95,5	97
M7	M16	100	96	97,5
M16	M39	100	98	98,5

4.2.2 System for betegnelse

4.2.2.1 Møtrikker med nominelle højder $\geq 0,8 D$ (effektiv gevindlængde $\geq 0,6 D$)

Møtrikker med nominel højde $\geq 0,8 D$ (effektiv gevindlængde $\geq 0,6 D$) betegnes med et tal, der indikerer den maksimale kvalitetsklasse for skruer, hvortil møtrikken kan anvendes.

Brud i en skrue-møtriksamling som følge af for kraftig tilspænding viser sig ved brud på skruens skaft eller ved at møtrikken og/eller skruen skrues over gevind. Brud på skaftet sker pludseligt og bemærkes derfor let. Afrivning af skruegevind og udrivning af møtrikgevind sker gradvis, hvorfor skaden er vanskelig at opdage. Resultatet vil derfor være en fare for, at delvis beskadigede skrue møtrikemner sidder i samlingen.

Det vil derfor være ønskeligt at konstruere skrue-møtriksamlinger på en sådan måde, at såfremt der opstår brud, vil det altid være brud på skruens skaft. Men på grund af de mange variable, der er afgørende for, at samlingen kan modstå belastningen ved for kraftig tilspænding (møtrikkens og boltens materialestyrke, gevindspillerum osv.), er det nødvendigt at gøre møtrikkerne uhensigtsmæssigt høje for netop at opnå brud på skruens skaft i alle tilfælde.

En skrue, der er samlet med en møtrik af tilsvarende kvalitetsklasse, skal give en samling, der kan spændes til skruens prøvespændingsværdi, uden at gevindet ødelægges.

Såfremt skruens prøvespændingsværdi overskrides, er møtrikkens styrke sådan, at mindst 10% af overspændte samlinger udviser brud på skruen med det formål at advare brugerne om, at tilspændingsmomentet ikke er korrekt.

Note - For mere detaljeret information om gevindsamlingers styrke, se bilag A i ISO 898-2:1992

Tabel 18: System for betegnelse for møtrikker med nominel højde $\geq 0,8 D$ og grovgevind

Møtrikkens kvalitetsklasse	Modgående skrue		Møtrik	
	Kvalitetsklasse	Nominel diameter	Type 1 ¹⁾	Type 2 ¹⁾
4	3.6; 4.6; 4.8	$d > 16$	$d > 16$	-
5	3.6; 4.6; 4.8	$d \leq 16$	$d \leq 39$	-
	5.6; 5.8	$d \leq 39$		
6	6.8	$d \leq 39$	$d \leq 39$	-
8	8.8	$d \leq 39$	$d \leq 39$	$d > 16$
				$d \leq 39$
9	9.8	$d \leq 16$	-	$d \leq 16$
10	10.9	$d \leq 39$	$d \leq 39$	-
12	12.9	$d \leq 39$	$d \leq 16$	$d \leq 39$

Note – Alment gælder at møtrikker i højere kvalitetsklasser kan erstatte møtrikker i lavere kvalitetsklasser. Dette anbefales for skrue- og møtrikforbindelser, der kommer til at belastes højere end flydespændingen eller prøvespændingen.

Tabel 19: System for betegnelse for møtrikker med nominel højde $\geq 0,8 D$ og ISO metrisk fingevind

Møtrikkens kvalitetsklasse	Modgående skrue		Møtrik	
	Kvalitetsklasse	Nominel diameter	Type 1 ¹⁾	Type 2 ¹⁾
6	≤ 6.8	$d \leq 39$	$d \leq 39$	-
8	8.8	$d \leq 39$	$d \leq 39$	$d \leq 16$
10	10.9	$d \leq 39$	$d \leq 16$	$d \leq 39$
12	12.9	$d \leq 16$	-	$d \leq 16$

1) Vores ISO-møtrikker er for tiden kun af type 1 (ISO 4032).

4.2.2.2 Møtrikker med nominel højde $\geq 0,5 D$ og $< 0,8 D$ (effektiv gevindlængde $\geq 0,4 D$ og $< 0,6 D$)

Møtrikker med nominelle højde $\geq 0,5 D$ og $< 0,8 D$ (effektiv gevindlængde $\geq 0,4 D$ og $< 0,6 D$) betegnes med en kombination af to cifre. Det første ciffer angiver at belastningen i en skrueforbindelse er lavere i jävnførelse med belastningen i en hærdet dorn samt også i jävnførelse med en skrueforbindelse som beskrevet afsnit 4.2.2.1 se tabel 18. Det andet ciffer angiver nominel spænding ved prøvebelastning med et hærdet prøvedorn.

Den effektive belastning bestemmes ikke kun af hårdheden og den effektive gevindlængde, men også af brudgrænsen på den skrue som møtrikken monteres på.

Betegnelses system og spændinger ved prøvebelastning af møtrikker fremgår af tabel 22. Prøvekraft værdier fremgår af tabel 24. Tabel 26 giver en vejledning for mindste forventet brudkraft ved afrivning af gevind, når disse møtrikker med skruer monteres i forskellige styrkeklasser.

Tabel 20: Betegnelses system og spændinger ved prøvebelastning af møtrikker med nominel højde $\geq 0,5 D$ og $< 0,8 D$

Møtrikkens Styrkeklasse	Nominel spænding ved prøvebelastning N/mm^2	Aktuel spænding ved prøvebelastning N/mm^2
04	400	380
05	500	500

4 Kvalitetsklasser

4.2.3 Prøvekræfter

Prøvekræfter for grovgevind er specificerede i tabel 21 og for metrisk ISO gevind med fin stigning i tabel 22.

Tabel 21: Prøvekræfter, Grovgevind

Gevind ¹⁾	Nom. Spændingsareal mm ²	Kvalitetsklasse										
		04	05	4	5	6	8	9	10	12		
		Prøvekraft (A _s x S _p), N										
				Type 1 ¹⁾	Type 1 ¹⁾	Type 1 ¹⁾	Type 1 ¹⁾	Type 2 ¹⁾	Type 2 ¹⁾	Type 1 ¹⁾	Type 1 ¹⁾	Type 2 ¹⁾
M3	5,03	1910	2500	—	2600	3000	4000	—	4500	5200	5700	5800
M3,5	6,78	2580	3400	—	3550	4050	5400	—	6100	7050	7700	7800
M4	8,78	3340	4400	—	4550	5250	7000	—	7900	9150	10000	10100
M5	14,2	5400	7100	—	8250	9500	12140	—	13000	14800	16200	16300
M6	20,1	7640	10000	—	11700	13500	17200	—	18400	20900	22900	23100
M7	28,9	1100	14500	—	16800	19400	24700	—	26400	30100	32900	33200
M8	36,6	13900	18300	—	21600	24900	31800	—	34400	38100	41700	42500
M10	58	22000	29000	—	34200	39400	50500	—	54500	60300	66100	67300
M12	84,3	32000	42200	—	51400	59000	74200	—	80100	88500	98600	100300
M14	115	43700	57500	—	70200	80500	101200	—	109300	120800	134600	136900
M16	157	59700	78500	—	95800	109900	138200	—	149200	164900	183700	186800
M18	192	73000	96000	97900	121000	138200	176600	107900	176600	203500	—	230400
M20	245	93100	122500	125000	154400	176400	225400	218100	225400	259700	—	294000
M22	303	115100	151500	154500	190900	218200	278800	269700	278800	321200	—	363600
M24	353	134100	176500	180000	222400	254200	324800	314200	324800	374200	—	423600
M27	459	174400	229500	234100	289200	330500	422300	408500	422300	486500	—	550800
M30	561	213200	280500	286100	353400	403900	516100	499300	516100	594700	—	673200
M33	694	263700	347000	353900	437200	499700	638500	617700	638500	735600	—	832800
M36	817	310500	408500	416700	514700	588200	751600	727100	751600	866000	—	980400
M39	976	370900	488000	497800	614900	702700	897900	868600	897900	1035000	—	1171000

Tabel 22: Prøvekræfter, Metrisk ISO gevind med fin stigning

Gevind ¹⁾	Nom. Spændingsareal mm ²	Kvalitetsklasse							
		04	05	6	8	10	12		
		Prøvekraft (A _s x S _p), N							
				Type 1 ¹⁾	Type 1 ¹⁾	Type 2 ¹⁾	Type 1 ¹⁾	Type 2 ¹⁾	Type 2 ¹⁾
M8 x 1	39,2	14900	19600	30200	37400	34900	43100	41300	47000
M10 x 1	64,5	24500	32200	49600	61600	57400	71000	68000	77400
M10 x 1,25	61,2	23300	30600	47100	58400	54500	67300	64600	73400
M12 x 1,25	92,1	35000	46000	71800	87900	82000	102200	97200	110500
M12 x 1,5	88,1	33500	44000	68700	84100	78400	97800	92900	105700
M14 x 1,5	125	47500	62500	97500	119400	111200	138700	131900	150000
M16 x 1,5	167	63500	83500	130300	159500	148600	185400	176200	200400
M18 x 1,5	215	81700	107500	187000	221500	—	—	232200	—
M18 x 2	204	77500	102000	177500	210100	—	—	220300	—
M20 x 1,5	272	103400	136000	236600	280200	—	—	293800	—
M20 x 2	258	98000	129000	224500	265700	—	—	278600	—
M22 x 1,5	333	126500	166500	289700	343000	—	—	359700	—
M22 x 2	318	120800	159000	276700	327500	—	—	343400	—
M24 x 2	384	145900	192000	334100	395500	—	—	414700	—
M27 x 2	496	188500	248000	431500	510900	—	—	535700	—
M30 x 2	621	236000	310500	540300	639600	—	—	670600	—
M33 x 2	761	289200	380500	662100	783800	—	—	810100	—
M36 x 3	865	328700	432500	804400	942800	—	—	943200	—
M39 x 3	1030	391400	515000	957900	1123000	—	—	1112000	—

1) Vores ISO-møtrikker er for tiden kun af type 1 (ISO 4032).

4.2.4 Møtrik med nominel højde $\geq 0,5 D$ og $< 0,8 D$

De værdier på brudstyrke som er vejledene angives i tabell 23, det gælder for skruer i forskellige styrkeklasser. Afrivning af skruens gevind er den mest sandsynlige årsag for brud på skruer i lavere styrkeklasser, mens afrivning af møtrik gevind kan forventes i kombination med skruer i højere styrkeklasser..

Tabel 23: Min. spænding i skruen ved afrivning

Møtriks Styrkeklasse	Møtrik spænding ved prøvebelastning N/mm ²	Min. spænding i skruen ved afrivning af skruer i styrkeklasse N/mm ²			
		6.8	8.8	10.9	12.9
04	380	260	300	330	350
05	500	290	370	410	480

4.3 DIN-Specificerede stålmøtrikker

Følgende er et uddrag af DIN 267 Del 4: August 1983.

4.3.1 Egenskaber og anvendelse

DIN 267 Del 4:August 1983 specificerer styrkeegenskaber for møtrikker med specificerede prøvekræfter. Standarden gælder for møtrikker;

- med specificerede mekaniske krav;
- med nominel diameter, d, (fingevind fra M8) til og med M39;
- med triangulært ISO gevind iflg. DIN 13 Del 13;
- med gevindtolerance 6G og 4H - 7H iflg. DIN 13 Del 15;
- med nominel højde $0,8 D$;
- med nøglevidde $1,45 D$;

Denne standard gælder ikke for møtrikker med styrkeegenskaber iflg. ISO 898-2 eller DIN 267 Del 23 (ISO-Klasser)

Den gælder heller ikke for møtrikker med specielle egenskaber som:

- låseeegenskaber (se DIN 267 Del 15);
- svejsbarhed;
- korrosionsbestandighed (se DIN 267 Del 11);
- evne til at modstå temperaturer over $+300^{\circ}\text{C}$ eller under -50°C (DIN 267 Del 13).

Note - Møtrikker af automatstål må ikke anvendes over $+250^{\circ}\text{C}$.

- I boltesamlinger med større gevindtolerancer end 6H/6g øges risikoen for gevindaf-rivning

4.3.2 System for betegnelse

Tabel 24: System for betegnelse af DIN-møtrikker

Kvalitetsklasse	4 ¹⁾	5	6	8	10	12
Prøvespænding, Sp N/mm ²	400	500	600	800	1000	1200
Betegnelse	4	5	6	8	10	12

1) Kun over M16

4 Kvalitetsklasser

4.3.3 Prøvekræfter

Møtrikker med prøvekræfter over 350.000 N (værdierne under trappestreglinjen) behøver ikke at blive testet ved prøvekraft. For disse møtrikker kan en min. hårdhed aftales mellem køber og sælger.

Tabel 25: Prøvekræfter, Grovgevind

Gevind ¹⁾	Nom. Spændingsareal mm ²	Kvalitetsklasse					
		4	5	6	8	10	12
		Prøvekraft (A _s x S _p), N					
M3	5,03	—	2500	3000	4000	5000	6000
M3,5	6,78	—	3400	4050	5400	6800	8150
M4	8,78	—	4400	5250	7000	8750	10500
M5	14,2	—	7100	8500	11400	14200	17000
M6	20,1	—	10000	12000	16000	20000	24000
M7	28,9	—	14500	17300	23000	29000	34700
M8	36,6	—	18300	22000	29000	36500	43000
M10	58	—	29000	35000	46000	58000	69500
M12	84,3	—	42100	50500	67000	84000	100000
M14	115	—	57500	69000	92000	115000	138000
M16	157	—	78500	94000	126000	157000	188000
M18	192	76800	96000	115000	154000	192000	230000
M20	245	98000	122000	147000	196000	245000	294000
M22	303	121000	151000	182000	242000	303000	364000
M24	353	141000	176000	212000	282000	353000	423000
M27	459	184000	230000	276000	367000	459000	550000
M30	561	224000	280000	336000	448000	561000	673000
M33	694	277000	347000	416000	555000	694000	833000
M36	817	327000	408000	490000	653000	817000	980000
M39	976	390000	488000	585000	780000	976000	1170000

Tabel 26: Prøvekræfter, Metrisk DIN gevind med fin stigning

Gevind ¹⁾	Nom. Spændingsareal mm ²	Kvalitetsklasse				
		5	6	8	10	12
		Prøvekraft (A _s x S _p), N				
M8 x 1	39,2	19600	23500	31000	39000	47000
M10 x 1	64,5	32200	38700	51500	64500	77500
M10 x 1,25	61,2	30600	37000	49000	61000	73500
M12 x 1,25	92,1	46000	55000	74000	92000	110000
M12 x 1,5	88,1	44000	53000	70000	88000	106000
M14 x 1,5	125	62200	75000	100000	125000	150000
M16 x 1,5	167	83500	100000	134000	167000	200000
M18 x 1,5	215	108000	129000	173000	216000	259000
M18 x 2	204	102000	122000	163000	204000	245000
M20 x 1,5	272	136000	163000	218000	272000	326000
M20 x 2	258	129000	155000	206000	258000	310000
M22 x 1,5	333	166000	200000	266000	333000	400000
M22 x 2	318	159000	191000	254000	318000	382000
M24 x 2	384	192000	230000	307000	384000	460000
M27 x 2	496	248000	298000	397000	496000	595000
M30 x 2	621	310000	373000	497000	621000	745000
M33 x 2	761	380000	456000	608000	761000	914000
M36 x 3	865	432000	519000	692000	865000	1040000
M39 x 3	1030	501000	618000	825000	1030000	1240000

4.4 Skruer og møtrikker i rustfrit materiale

Følgende afsnit er et udtræk fra ISO 3506:1979 med undtagelse fra afsnit 4.4.4, Valg af materiale.

4.4.1 Egenskaber og anvendelse

ISO 3506:1979 omfatter almene tekniske data for skruer og møtrikker fremstillet af austenitiske, ferritiske og martensitiske rustfrie stål.

ISO 3506:1979 gælder kun for befæstelseselementer:

- med nominel diameter fra 1,6 til og med M39
- for alle ISO metriske triangulære gevind ifølge ISO 68 og med diameter og stigninger ifølge ISO 262
- i alle påkommende former

og desuden for møtrikker i alle påkommende former under forudsætning af at:

- nøglevidder eller udvendige diametre ikke understiger 1,45 gange gevindets nominelle diameter
- effektiv indgrebslængde er mindst 0,6 gange gevindets nominelle diameter

ISO 3506:1979 definerer ikke korrosions- eller oxidationsbestandighed i visse miljøer. Den fastslår kun ståltyper for befæstelseselementer af rustfrie stål. Nogle har mekaniske egenskaber, der er passende for anvendelse ved temperaturer ned til -200°C i luft. Nogle har oxidationsbestandighed for anvendelse ved temperaturer op til $+800^{\circ}\text{C}$ i luft.

Acceptabel korrosions- og oxidationsbestandighed samt mekaniske styrkeværdier for anvendelse ved forhøjede temperatur eller ved temperaturer under 0°C må aftales mellem køber og sælger.

4.4.2 System for betegnelse

Betegnelse for befæstelseselementer vises i figur 25. Ståltyper og kvalitetsklasser angives med en 4-cifret betegnelse bestående af et tegn efterfulgt af 3 cifre. Tegnet angiver den almene ståltype nedenstående:

A for austenitisk stål

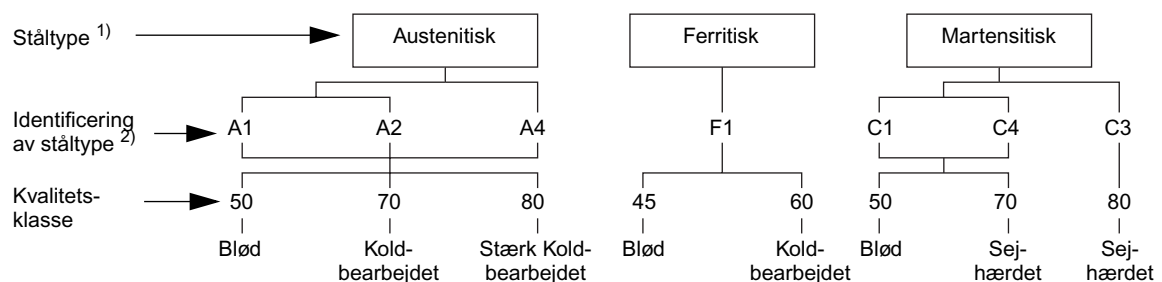
C for martensitisk stål

F for ferritisk stål

Det første ciffer efter tegnet betegner legeringselementet, der indgår i ståltyperne A, C eller F. De to sidste cifre angiver kvalitetsklasse (glødet, koldbearbejdet eller hærdet tilstand), f.eks.;

A2-70 = austenitisk stål, koldbearbejdet, trækbrudspænding min. 700 N/mm²

C4-70 = martensitisk 12% kromstål, hærdet og anløbet, trækbrudspænding min. 700 N/mm²



Figur 25 – System for betegnelse af befæstelseselementer af rustfrit stål

4 Kvalitetsklasser

4.4.3 Mekaniske egenskaber

Værdier for mekaniske egenskaber for forskellige ståltyper gives i tabel 27 og tabel 29.

Tabel 27: Mekaniske egenskaber for befæstelselementer af austenitisk stål

Ståltype	Ståltype	Kvalitets-klasse	Gevind-diameter	Skrue ¹⁾			Møtrikk
				Brudstyrke R_m N/mm ² min	Flydespæn- ding $R_{p0,2}$ N/mm ² min	Forlængelse A_1 ³⁾ min	Prøvespæn- ding S_p N/mm ² min
Austenitisk	A1, A2	50	≤ M39	500	210	0,6d	500
	og	70	≤ M24 ⁴⁾	700	450	0,4d	700
	A4	80	≤ M24 ⁴⁾	800	600	0,3d	800

1) Gælder for færdig skrue (ikke prøvestav).

2) Alle mekaniske styrkeværdier er beregnet med hensyn til gevindets spændingsareal.

3) Angives i mm x nominal skrue diameter. Korteste skruelængde=3d (indspændingslængde=2d). Længste skruelængde=8d.

4) For diameter $d > 24$, i højholdbart stål skal der være opnået enighed mellem køber og sælger om styrkeværdierne. Dette skyldes, at de givne værdier for brudgrænser iflg. tabel 4, kan forekomme alternative værdier for strækgrænser.

ANM Bemærk at selve brudstyrken på klasse 70 udskiller sig væsentligt mellem DIN- og ISO-specificerede befæstelselementer, se tabell 28.

Tabel 28: Mekaniske egenskaber for DIN-specificerede befæstigelselementer af austenitisk stål i klasse 70

Kvalitetsklasse	Gevind diameter	Skrue ¹⁾			Møtrik
		Brudstyrke R_m ²⁾ N/mm ² min	Flydespænding $R_{p0,2}$ N/mm ² min	Forlængelse A_1 ³⁾ min	Prøvspænding S_p N/mm ² min
70	≤ M20	700	450	0,4d	700
	> M20 ≤ M30 ⁴⁾	500	250	0,4d	500

1) – 3) stemmer overens med det som findes i tabel 27.

4) For diameter $d \leq M30$, respektive $d \leq M20$, i højholdbart stål skal der være opnået enighed mellem køber og sælger om styrkeværdierne. Dette skyldes, at de givne værdier for brudgrænser iflg. tabell 28, kan forekomme alternative værdier for strækgrænser.

Tabel 29: Mekaniske egenskaber for fæstelement af martensitisk og ferritisk stål

Stål- type	Stål- type	Kval- itets- klasse	Skrue ¹⁾			Møtrik						
			Brudstyrke R _m N/mm ² min	Flydespænding R _{p0,2} N/mm ² min	Forlængelse A ₁ ³⁾ min	Prøvespænding S _p N/mm ² min	HV		HB		HRC	
							min	max	min	max	min	max
Marten- sit	C1	50	500	250	0,2d	500	—	—	—	—	—	—
		70	700	410	0,2d	700	220	330	209	314	20	34
	C3 C4	80	800	640	0,2d	800	240	340	228	323	21	35
		50	500	250	0,2d	500						
		70	700	410	0,2d	700	220	330	209	314	20	34
Ferrit	F1 ⁴⁾	45	450	250	0,2d	450	—	—	—	—	—	—
		60	600	410	0,2d	600	—	—	—	—	—	—

1) Gælder for færdig skrue (ikke prøvestav).

2) Alle mekaniske styrkeværdier er beregnet med hensigt på gevindets spændingsareal.

3) Forlængelsen angives i mm x nominal skrue diameter. Korteste skruelængde=3d (indspændingslængde=2d). Længste skruelængde=8d.

4) Max diameter for F1 = M16.

4.4.4 Valg af materiale

Rustfrit stål, A2, kan anvendes sammen med de fleste rustfrie ståltyper med samme eller lavere korrosionsmodstand. A2 er passende for brug ude, dog ikke i havklima, samt i begrænset omfang i oxiderede syrer.

Syrefast stål A4, er beregnet til normale korrosionsforhold i eksempelvis havklima. A4 kan også anvendes i kloridholdigt vand samt i ikke oxiderede syrer.

For svære korrosionsforhold anbefales materialevalg i samråd med vores tekniker.

Vi kan også tilbyde andre rustfrie og syrefaste stålsorter under forudsætning af, at volumen er stor nok. F.eks. superlegeringer som f.eks. Waspaloy, Hastelloy, Titan, Nimonic, Monel, Inconel, Zirkalloy samt aluminium og kobber, mm.

5 Klemkraft og tilspændingsmoment

Målet med en skrueforbindelse er at skabe en klemkraft mellem de sammensatte dele. Klemkraften er således skrueforbindelsens måleværdi. Da det er svært, dyrt og tidskrævende at måle klemkraften direkte i skrueforbindelsen, er det normale at angive et tilspændingsmoment.

Ved momentmontering bør målværdien på klemkraften rettes således, at spændingen i skruen ikke overstiger skruens flydespænding, men alligevel er så stor, at forbindelsen ikke løsner sig.

Hvis flydespændingen overskrides, er der stor risiko for, at spændingen nærmer sig brudstyrken, da monteringsmetoden i sig selv ikke kan kontrollere dette.

5.1 Tilspændingsmoment

Det anbefalede moment der angives, er baseret på en max. momentspredning på værktøjet på $\pm 5\%$.

Valget af moment er afhængig af kvalitetsklassen, hvilken friktion der forventes i forbindelsen, og hvilken geometri befæstelselementerne har. Flangebolte har f.eks. en større anlægsflade end en skrue med indvendig 6-kant og skal derfor have højere moment.

Valget af moment er derfor blevet inddelt i tre trin, se tabel 33.

Tabel 30:

Trin	Foranstaltning	Eksempel
1	Vælg en omregningsfaktor, som funktion af friktionen og størrelsen på anlægsfladen i den aktuelle forbindelse, fra tabel 34.	Elforzinkede flangebolte og flangemøtrikker, begge tørre: Omregningsfaktor = 1,06
2	Vælg et nominelt moment for aktuell skruetype fra tabel 35 for stålskrue og tabel 36 for rustfaste skruer	Diameter = M8, Kval.klasse = 8.8 Nominelt moment = 24Nm
3	Multipliser det nominelle moment med omregningsfaktoren, og du har dit aktuelle moment	$1,06 \times 24\text{Nm} = 25,44\text{Nm}$

Tabel 31: Omregningsfaktor

Overfladebehandling		Smøringstilstand	Omregningsfaktor	
Skrue	Møtrik eller gevindskårne godshuller		Stålbolte, Skrue med indvendig 6-kant	Flangebolte
Ubehandlet	Ubehandlet	Tør	0,96	1,06
		Olieret	1	1,1
		MoS2	0,86	0,95
		Voks	0,63	0,69
Fosfateret	Fosfateret eller ubehandlet	Tør	0,9	0,99
		Olieret	0,86	0,95
		MoS2	0,77	0,85
		Voks	0,63	0,69
Elforzinket eller mekanisk forzinket	Elforzinket eller mekanisk forzinket	Tør	0,96	1,06
		Olieret	0,86	0,95
		Voks	0,63	0,69
Varmforzinket	Letmetal	Olieret	0,94	1,03
	Varmforzinket eller ubehandlet	Tør	1,17	1,29
		Olieret	1,07	1,18
		Voks	0,63	0,69
Rustfrit stål	Rustfrit stål eller letmetal	Olieret	1,04	1,14
		Voks	1	1,1
		Olieret	1,17	1,29

5 Klemkraft og tilspændingsmoment

Tabel 32: Nominelt monteringsmoment (M_v) i Nm for stålbolte ¹⁾

Gevind d	Stigning P mm	Spændingsareal As mm ²	Kvalitetsklasse				
			4.6	5.8	8.8	10.9	12.9
1,6	0,35	1,27	0,065	0,1	0,17	0,24	0,29
1,8	0,35	1,7	0,096	0,16	0,25	0,36	0,43
2	0,4	2,07	0,13	0,22	0,35	0,49	0,58
2,2	0,45	2,48	0,17	0,29	0,46	0,64	0,77
2,5	0,45	3,39	0,26	0,44	0,7	0,98	1,2
3	0,5	5,03	0,46	0,77	1,2	1,7	2,1
3,5	0,6	6,78	0,73	1,2	1,9	2,7	3,3
4	0,7	8,78	1,1	1,8	2,9	4	4,9
4,5	0,75	11,3	1,6	2,6	4,1	5,8	7
5	0,8	14,2	2,2	3,6	5,7	8,1	9,7
6	1	20,1	3,7	6,1	9,8	14	17
8	1,25	36,6	8,9	15	24	33	40
10	1,5	58	17	29	47	65	79
12	1,75	84,3	30	51	81	114	136
14	2	115	48	80	128	181	217
16	2	157	74	123	197	277	333
18	2,5	192	103	172	275	386	463
20	2,5	245	144	240	385	541	649
22	2,5	303	194	324	518	728	874
24	3	353	249	416	665	935	1120
27	3	459	360	600	961	1350	1620
30	3,5	561	492	819	1310	1840	2210
33	3,5	694	663	1100	1770	2480	2980
36	4	817	855	1420	2280	3210	3850
39	4	976	1100	1830	2930	4120	4940
42	4,5	1121	1360	2270	3640	5110	6140
45	4,5	1306	1690	2820	4510	6340	7610
48	5	1473	2040	3400	5450	7660	9190
52	5	1758	2620	4370	6990	9830	11800
56	5,5	2030	3270	5440	8710	12200	14700
60	5,5	2362	4050	6750	10800	15200	18200
64	6	2676	4900	8170	13100	18400	22000
68	6	3055	5910	9860	15800	22200	26600
72	6	3460	7060	11800	18800	26500	31800
76	6	3889	8340	13900	22200	31300	37500
80	6	4344	9770	16300	26100	36600	44000
85	6	4948	11800	19600	31400	44200	53000
90	6	5591	14000	23400	37400	52700	63200
95	6	6273	16600	27600	44200	62200	74600
100	6	6995	19400	32300	51700	72700	87300
R _{eL} eller R _{p0,2} N/mm ² nominelt			240	400	640	900	1080
$\frac{k}{\chi \left(1 + \frac{S_F}{F_{FM}} \right)} \cdot \sigma_s \text{ N/mm}^2$			26,16	43,6	69,76	98,1	117,72

1) Hvis boltesamlingen er specificeret efter Dansk Standard 412, 3 udgave 1999 henvises til denne. Som gælder for dimensionering af boltesamlingsmoment i stålkonstruktioner. Dansk Standard Kollegievej 6, 2920 Charlottenlund Telefon: 39966101.

Tabel 33: Nominelt monteringsmoment (M_v) i Nm for rustfrie skruer

Gevind d	Stigning P mm	Spændingsareal As mm ²	Kvalitetsklasse					
			Austenitisk (A)			Ferritisk (F) og Martensitisk (C)		
			50	70	80	45 og 50	60 og 70	80
1,6	0,35	1,27	0,057	0,12	0,16	0,068	0,11	0,17
2	0,4	2,07	0,11	0,25	0,33	0,14	0,22	0,35
2,5	0,45	3,39	0,23	0,5	0,66	0,28	0,45	0,7
3	0,5	5,03	0,41	0,87	1,2	0,48	0,79	1,2
3,5	0,6	6,78	0,64	1,4	1,8	0,76	1,3	2
4	0,7	8,78	1	2	2,7	1,1	1,9	2,9
5	0,8	14,2	1,9	4,1	5,4	2,3	3,7	5,8
6	1	20,1	3,3	7	9,3	3,9	6,3	9,9
8	1,25	36,6	7,8	17	22	9,3	15	24
10	1,5	58	15	33	44	18	30	47
12	1,75	84,3	27	57	76	32	52	82
14	2	115	43	91	121	51	83	130
16	2	157	65	140	187	78	127	199
18	2,5	192	91	195	260	108	178	277
20	2,5	245	127	273	364	152	249	388
22	2,5	303	171	367	490	204	335	523
24	3	353	220	472	629	262	430	671
27	3	459	318	682	909	379	621	969
30	3,5	561	434	930	1240	517	848	1320
33	3,5	694	585	1250	1670	697	1140	1780
36	4	817	755	1620	2160	899	1470	2300
39	4	976	969	2080	2770	1150	1890	2950
R _{eL} eller R _{p0,2} N/mm ² nominelt			210	450	600	250	410	640
$\frac{k}{\chi \left(1 + \frac{S_F}{F_{FM}}\right)} \cdot \sigma_s \text{ N/mm}^2$			23,1	49,5	66	27,5	45,1	70,4

5.2 Beregning af tilspændingsmoment

Hensigten med dette afsnit er, i en forenklet, men teknisk korrekt beregningsmodel, at beskrive de væsentligste faktorer der skal tages hensyn til ved beregning af moment.

For at beregne et moment ifølge dette afsnit skal følgende data være kendte:

- 1 Skruens diameter og stigning
- 2 Forbindelsens kvalitetsklasse
- 3 Friktionsforholdet
- 4 Tilspændingsmetode

5.2.1 Teoretisk baggrund

Tilspændingsmomenter ifølge tabel 35 og tabel 36 er beregnet ifølge formel 1. Den er en videreudvikling af den formel som tyskerne Kellerman og Klein præsenterede i midten af 50'erne.

Forskellige formler kan give forskellige resultater, men ofte har det større betydning, hvor meget de brugte beregningsværdier adskiller sig fra de virkelige forhold.

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

Formel 1 – Kellerman og Kleins formel

5 Klemkraft og tilspændingsmoment

M_v	= tilspændingsmoment i Nm	P	= gevindets stigning i mm
k	= faktor i momentligning	A_s	= gevindets spændingsareal i mm ²
χ	= forholdet mellem effektiv- og trækspænding	σ_s	= almen betegnelse for $R_{p0,2}$ eller i formler i N/mm ²
S_F	= klemkraftens spredning ved montering i N	$R_{p0,2}$	= flydespænding ved 0,2 % forlængelse i N/mm ²
F_{FM}	= $\sigma F \chi A_s$ = middelforspændingskraften i N	R_{eL}	= flydespænding
d	= gevindets diameter i mm		

Faktoren k tager hensyn til stigningens og friktionens indvirkning på momentet og skrives i sin grundform som i formel 2.

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

Formel 2

På grund af geometriske forhold og da det for det meste er samme friktion i gevind og anlægsflade, kan k i stedet skrives ifølge formel 3.

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

Formel 3

En analyse af k -værdien ved forskellige gevinddiametre og friktionsforhold viser, at fejlen ikke bliver større end omkring $\pm 5\%$, hvis udtrykket endeligt forenkles som formel 4.

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

Formel 4

De indgående faktorer betyder:

d_2	= gevindets middeldiameter i mm	D_k	= anlægsfladens friktionsdiameter i mm
φ	= gevindets stigningsvinkel i mm	μ_u	= friktionen i anlægsfladen
ρ'	= gevindets friktionsvinkel (kommer an på friktionen m_g i gevindet og gives af $\tan \rho' = \mu_g$)	μ_{tot}	= totalfriktion i gevind og anlægsfladen

Faktoren χ tager hensyn til den drejespænding, der opstår i skruen som følge af gevindfriktionen. Drejespændingen sænker muligheden for at belaste skruen aksialt. Med hjælp af deviationsarbejdshypotesen for beregning af effektivspænding gives:

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

Formel 5

σ_e	= effektivspændingen i N/mm ²	P	= gevindets stigning
σ_F	= skruens forspænding (klemkraft) i N/mm ²	μ_g	= friktionen i gevindet
d_{A_s}	= $\sqrt{4A_s\pi}$ = spændingsarealets diameter i mm	d_2	= gevindets middeldiameter i mm

De fra formlerne givne værdier på k og χ ved forskellige friktioner (dvs. forskellige materialer, overfladebehandlinger og smøringstilstand) fremgår af tabel 37. Værdien på χ beror fremfor alt på friktionen i gevindet (μ_g) og er derfor i tabellen angivet til at være uafhængig af gevind-diameteren, ligesom værdien på k .

Tabel 34: Beregningsværdier

Overfladebehandling		Smørings tilstand	μ_{tot} μ_g μ_u	S_F F_{FM} $\pm$	k	χ	G_F
Skrue	Møtrik						
Ubehandlet	Ubehandlet	Tør	0,14	0,29	0,168	1,24	0,62
		Olieret	0,125	0,16	0,152	1,21	0,71
		MoS2	0,1	0,16	0,125	1,15	0,75
		Voks	0,06	0,11	0,082	1,08	0,83
Fosfateret	Fosfateret eller ubehandlet	Tør	0,125	0,29	0,152	1,21	0,64
		Olieret	0,1	0,16	0,125	1,15	0,75
		MoS2	0,08	0,11	0,103	1,11	0,81
		Voks	0,06	0,11	0,082	1,08	0,83
Elforzinket eller meka- nisk forzinket	Elforzinket eller meka- nisk forzinket	Tør	0,14	0,29	0,168	1,24	0,62
		Olieret	0,1	0,16	0,125	1,15	0,75
		Voks	0,06	0,11	0,082	1,08	0,83
	Lättmetall	Olieret	0,125	0,23	0,152	1,21	0,67
Varmforzinket	Varmforzin- ket eller ubehandlet	Tør	0,2	0,29	0,232	1,41	0,55
		Olieret	0,14	0,16	0,168	1,24	0,69
		Voks	0,06	0,11	0,082	1,08	0,83
	Letmetal	Olieret	0,16	0,29	0,189	1,29	0,6
Rustfrit stål	Rustfrit stå- l eller letmetal	Voks	0,14	0,23	0,168	1,24	0,65
		Olieret	0,2	0,29	0,232	1,41	0,55

5.2.2 Forspændingsgrad

Forspændingsgraden kan ikke vælges frit. Den mulige forspænding begrænses af både friktionen og tilspændingens usikkerhed. En vis friktion og en vis tilspændingsmetode giver derfor en bestemt forspændingsgrad, da effektivspændingen ikke kan tillades at blive større end den nominelle flydekraft (σ_s).

Forspændingsgraden (G_F) for forskellige friktioner ved tilspænding med momentnøgle, trækker med maksimalt $\pm 5\%$ momentspredning hvilket fremgår af tabel 37.

5.2.3 Beregningseksempel - klemkraft

Følgende eksempel viser, hvordan klemkraften kan beregnes:

Stålbolte M10 i kvalitetsklasse 8.8 og møtrik i kvalitetsklasse 8 samt skiver i hårdhed min. 200HV. Samtlige befæstelseselementer er elforzinkede og tørre. For monteringen skal der bruges et værktøj, der har indstilleligt moment med en spredning på max. $\pm 5\%$.

Ud fra moment tabel 35 gives tilspændingsmomentet $M_v = 47 \text{ Nm}$. Ligeledes gives $\sigma_s = 640 \text{ N/mm}^2$ og $A_s = 58 \text{ mm}^2$. Dette giver flydekraften $F_s = \sigma_s \cdot A_s = 640 \cdot 58 \text{ N} = 37120 \text{ N} = 37,1 \text{ kN}$

Ud fra tabel 37 gives følgende beregningsværdier: $S_F/F_{FM} = \pm 0,29$ och $G_F = 0,62$ og ud fra tabel 34 omregningsfaktoren 0,96.

Dette giver:

Tilspændingsmoment = $M_v \cdot \text{omregningsfaktoren} = 47 \cdot 0,96 = 45 \text{ Nm}$

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

Klemkraftens spredning $S_F = \frac{S_F}{F_{FM}} \cdot F_{FM} = \pm 0,29 \cdot 23 \text{ kN} = \pm 6,7 \text{ kN}$

6 Gevindtolerancer, M-gevind

Dette afsnit behandler gevindtolerancesystem og anbefalede toleranceklasser for metriske ISO-gevind. Basmålet angives i ISO 724: 1993 mens tolerancer og tolerancesystemets opbygelse fremgår af ISO 965-1:1998.

6.1 Grundprofil

Grundprofil er en fælles profil for udvendig og indvendig gevind, til hvilken tolerancer henregnes, se figur 26.

$$D_1 = D - 1,0825 P$$

$$d_1 = d - 1,0825 P$$

$$D_2 = D - 0,6495 P$$

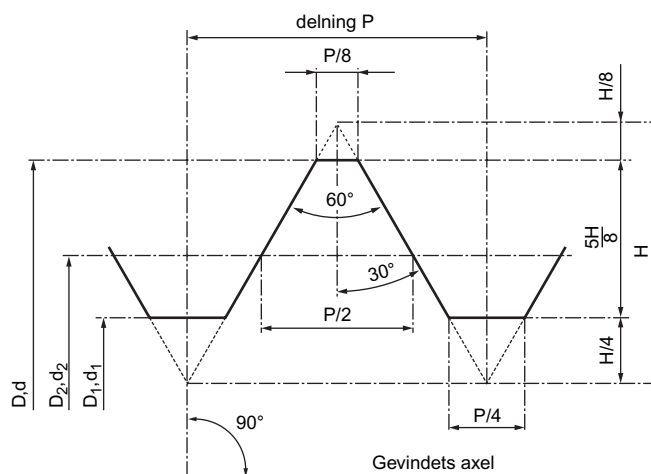
$$d_2 = d - 0,6495 P$$

$$H = 0,86603 P$$

$$H/4 = 0,21651 P$$

$$H/8 = 0,10825 P$$

$$\frac{5H}{8} = 0,54127 P$$



Figur 26 – Grundprofil

D = indvendig gevinds yderdiameter, basmål D = udvendig gevinds yderdiameter, basmål

D_1 = indvendig gevinds inderdiameter, basmål D_1 = udvendig gevinds inderdiameter, basmål

D_2 = indvendig gevinds middeldiameter, basmål D_2 = udvendig gevinds middeldiameter, basmål

P = stigning

H = grundtriangelhøjde

6.2 Tolerancesystem

Systemet giver tolerancer, der er bestemte gennem tolerancegrader og tolerancebeliggenhed samt et udvalg af grader og beliggenhed, se tabel 38 og tabel 39. Systemet giver også et udvalg af kombinationer af grader og beliggenhed (toleranceklasser) som giver de alment brugte tolerancekvaliteter Fin, Middel og Grov for indgrebslængderne Kort, Normal og Lang, se afsnit 8.6. Noget forhold mellem gevindtolerancesystemets toleranceklasser og ISO's tolerancesystem for glatte hul og akser eksisterer ikke.

Tabel 35: Tolerancegrader

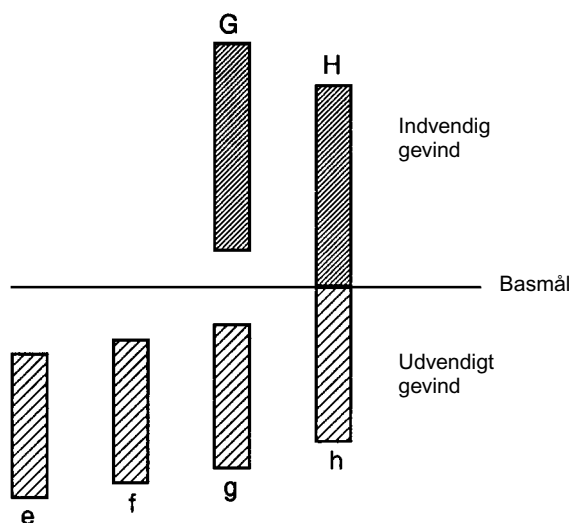
Udvendigt gevind	Yderdiameter	4, 6, 8
	Middeldiameter	3, 4, 5, 6, 7, 8, 9
Indvendigt gevind	Inderdiameter (top diameter)	4, 5, 6, 7, 8
	Middeldiameter	4, 5, 6, 7, 8

Tabel 36: Tolerancebeliggenhed

Udvendigt gevind	e, f, g, h
Indvendigt gevind	G, H

6 Gevindtolerancer, M-gevind

Tolerancebeliggenhederne er afpasset til almindelige overfladebelægningstykkelser, og til hvad som kræves for enkel montering.



Figur 27

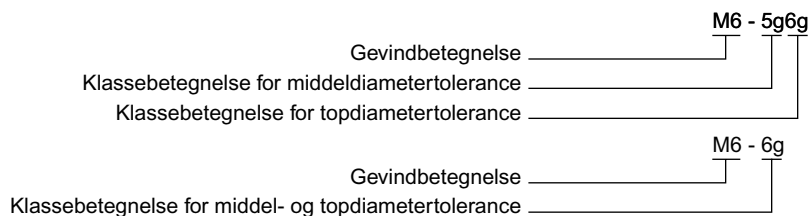
6.3 Overfladebehandlet gevind

For overfladebehandlede gevind gælder tolerancerne for overfladebehandling, hvis ikke andet angives. Efter overfladebehandlingen må gevindprofilen ikke på noget punkt underskride respektive overskride max. materialgrænse for tolerancegrænse H respektive h.

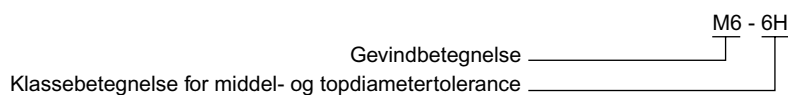
6.4 Gevindbetegnelse

Hver tolerancebetegnelse består af et ciffer (der angiver tolerancegraden) og et tegn (der angiver tolerancebeliggenheden), versal for indvendige gevind, almindelig (lille) for udvendige gevind.

Hvis de to klassebetegnelser for et gevind er de samme, er det ikke nødvendigt at gentage betegnelsen.



Figur 28 – Eksempel på betegnelse for udvendige gevind



Figur 29 – Eksempel på betegnelse for indvendige gevind

Forholdet mellem gevindets dele angives med den indvendige gevinds toleranceklasse, adskilte med en skråstreg.

M6 - 6H/6g
M20 x 2 - 6H/5g6g

Figur 30 – Eksempel på betegnelse for pasning

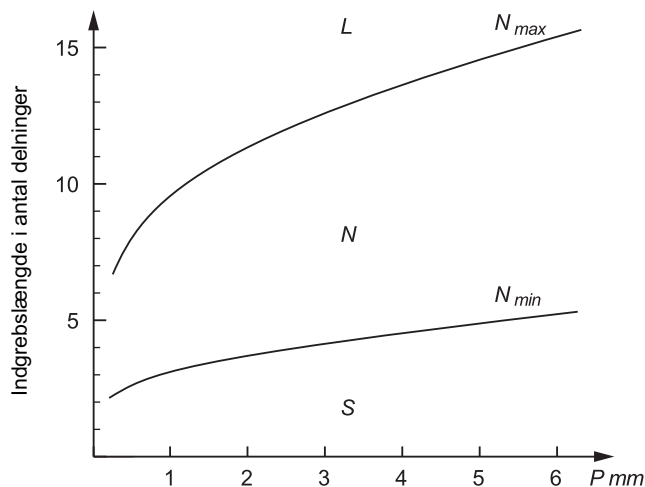
6.5 Indgrebslængder

Indgrebslængderne inddeles i tre grupper, S (Kort), N (Normal) og L (Lang). Gruppe N anbefales, når den virkelige indgrebslængde er ukendt. For gruppe N gælder følgende formel:

$$N_{\min} = 2,24P \times d^{0,2} \qquad N_{\max} = 6,7P \times d^{0,2}$$

Formel 6

P er stigningen og d mindste standardiserede diameter for denne stigning ifølge ISO 261:1998



Figur 31

6.6 Anbefalede toleranceklasser

Toleranceklasse kan vælges fra tabel 40. I første omgang vælges toleranceklasser med fed skrift. I anden omgang vælges toleranceklasser, der er angivet med almindelig skrift. I tredje omgang vælges toleranceklasser, der er angivet med kursiv skrift.

Følgende almene regler gælder for valg af tolerancekvalitet. Fin vælges for præcisionsgevind, når lidt variation i pasningskarakteren kræves. Middel vælges for alment brug. Grov vælges i tilfælde, hvor der kan opstå vanskeligheder i fremstillingen af f.eks. gevindstænger eller gevindskæring i lange hul.

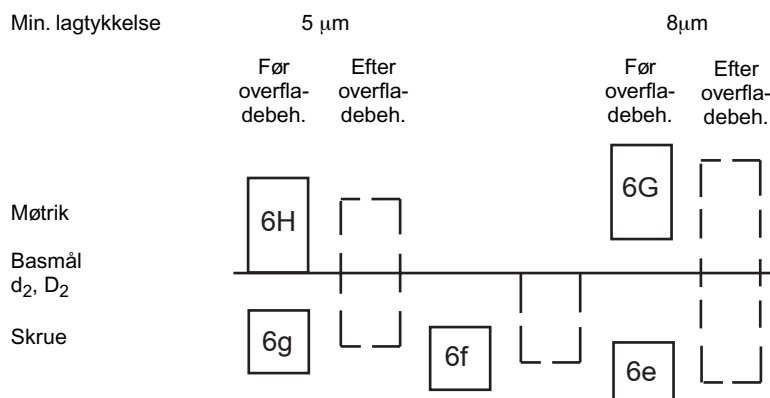
Hvilken som helst af toleranceklasserne for indvendige gevind kan kombineres med hvilken som helst af toleranceklasserne for udvendige gevind. For at garantere tilstrækkelig gevinddækning, kan færdige dele danne pasningerne H/h, H/h eller G/h. For gevind M1,4 og mindre skal kombinationen 5H/6h eller finere vælges.

Tabel 37: Anbefalede toleranceklasser

Tolerance	Udvendige gevind									Indvendige gevind								
	Tolerance beliggenhed e			Tolerance beliggenhed f			Tolerance beliggenhed g			Tolerance beliggenhed h			Tolerance beliggenhed G			Tolerance beliggenhed H		
	S	N	L	S	N	L	S	N	L	S	N	L	S	N	L	S	N	L
Fin										3h4h	4h	5h4h				4H	5H	6H
Middel		6e	7e6e		6f		5g6g	6g	7g6g	5h6h	6h	7h6h	5G	6G	7G	5H	6H	7H
Grov								8g	9g8g					7G	8G		7H	8H

6.7 Tolerancer for overfladebehandlet gevind

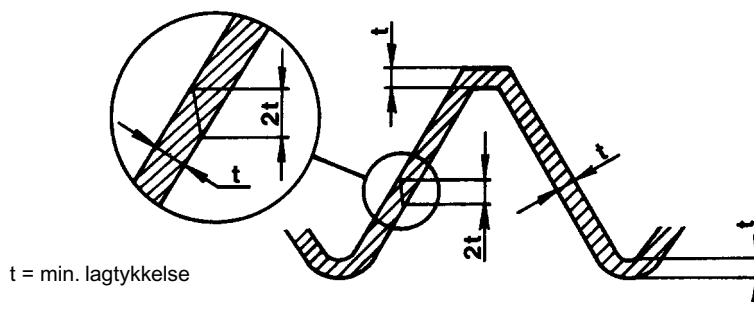
Efter overfladebehandling må skruegevindet ikke overskride, eller møtrikgevindet underskride, basemålet. Passende gevindtoleranceklasser for lagtykkelser 5mm og 8mm ifølge ISO 4042:1999 fremgår af figur 42. Hvilken toleranceklasse, som kræves for en vis lagtykkelse, er afhængig gevinddiameteren på sådan måde, at større diameter automatisk giver større grundspild.



Figur 32 – Passende toleranceklasser for lagtykkelse 5 μm och 8 μm

Maksimal lagtykkelse som funktion af diameter/skruelængde findes i ISO 4042:1999.

Figur 33 viser et snit gennem en gevindtop på en skrue.



Figur 33

Det skraverede område er overfladebelægningen. Ved overfladebelægning af gevind skal der gøres plads for belægningen. Dette sker ved, at gevindets grundprofil forskydes. Ved elforzinkning bliver zinklaget ikke rigtigt jævnt fordelt på detaljerne i et parti. Gevindets grundprofil skal forskydes, så også det mest ugunstige tilfælde kan klares. Hvis min. lagtykkelse er t og maks. lagtykkelse er $2t$ kræves en diameterforskydning for ydre- og inderdiametere $4t$ og for middeldiameteren $8t$.

En reduktion af gevindets diameter medfører naturligvis en vis reduktion af tværsnitsarealet, men dette må ikke påvirke skruens styrke.

For tykkere belægninger f.eks. varmforzinkning kræves der meget større gevindtolerance, hvilket skabes gennem underdimensionering af det udvendige gevind.

Ifølge SS 3192 findes for varmforzinkning lagtykkelser 25 μm for M6 - M8, 45 μm for M10 - M22 og 65 μm for M24 - M68.

Mål på gevind før varmforzinkning fremgår af SS 3193. Underdimensioneringen er 220 μm , 300 μm og 380 μm for respektive tykkelse ifølge ovenfor.

6.8 Valg af gevindtolerancekvalitet

Nogen større forskel i styrke mellem gevind i de forskellige gevindtolerancekvaliteter kan ikke påvises gennem undersøgelser. Formnøjagtighed og overfladeruheden har større betydelse for styrken end diametervariationerne.

Fremstillingsprisen vokser med mindsket toleranceområde. Se tabel 41.

Skrue og møtrik fremstillet i forskellige tolerancekvaliteter, kan monteres sammen. Se tabel 42.

Tabel 38: Nøjagtighed og nødvendighed

	Gevindtolerancekvalitet		
	Grov	Middel	Fin
Fornøden nøjagtighed i fremstilling	God. Kontrolleret fremstilling kræves.	Stor. Kontrolleret fremstilling kræves.	Meget stor. Nødvendigt med specielt nøje fremstillings- og kontrolmetoder.
Nødvendig tolerancekvalitet.	Detaljer med lang indgrebslængde. Detaljer fremstillede af emner med stor målvariation.	Spillet i toleranceklasse 6g anses fordelagtig	Teknisk motiveret grund for denne tolerancekvalitet savnes ofte. Tolerancekvaliteten skal helst undviges.
Note	Almindelig tolerancekvalitet for kommercielle befæstelseselementer fremstillet af varmvalset udgangsmateriale. Vanskeligt at overholde yderdiameter tolerance.	Almindeligste tolerancekvalitet for kommercielle befæstelseselementer	Tolerancekvaliteten bruges kun i begrænset omfang for kommercielle befæstelseselementer.

Tabel 39: Spil og pasningskarakter

	Gevindtolerancekvalitet		
	Grov	Middel	Fin
Nominelt spil	Findes	Findes	Savnes
Variation i passningskarakter	Stor (1,6).	Normal (1).	Meget lidt (0,63).
Note	Grater, skader i håndteringen (slagmærker) og lignende kan tages op af spillet. Det nominelle spil er fordelagtigt, når der anvendes specielle smøremidler ved montering, f.eks. for højtryksbeholder, stålrørsflanger, armaturdele og ventiler for høje temperaturer og højtryk.		Kan vanskeliggøre seriemontering.

7 Korrosionsbeskyttelse

Det vides med sikkerhed, at der hvert år anvendes store beløb på grund af korrosion og følgerne heraf. Det er derfor vigtigt at overveje hvilke materialetyper og overfladebehandlinger, der skal kobles sammen med befæstelselementer.

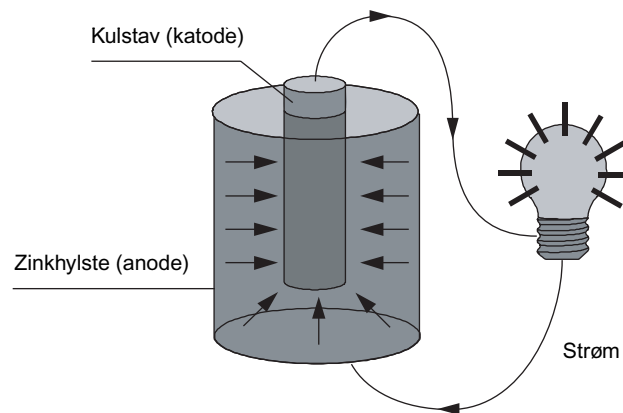
Her følger en kort introduktion til korrosionens mekanismer og nogle almene råd, der kan være til hjælp ved valg af overfladebehandling. I næste afsnit præsenteres de overfladebehandlinger, som forekommer på lagerførte produkter samt andre typer af overfladebehandlinger, der kan tilbydes mod specialbestilling.

7.1 Hvad er korrosion

Stål rustet, kobber bliver irret og andre metaller nedbrydes på lignende måder, hvor materialet reagerer med omgivelserne og danner korrosionsprodukter. Generelt kaldes nedbrydning af materialer for korrosion.

I praksis skyldes korrosion i almindelige brugsmiljøer en elektrokemisk reaktion. For at give en grundlæggende forståelse af metalkorrosion kan der sammenlignes med den reaktion, der sker i et almindeligt 1,5 V batteri.

Et batteri har en kulstav i midten, der virker som katode og et zinkhylster der virker som anode (elektronudbygger). Indeni batteriet findes der endvidere en elektrolyt, der kan lede en strøm.



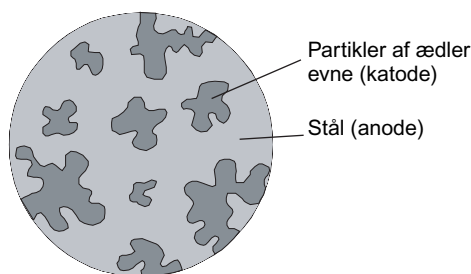
Figur 34

Når pæren tændes, går der en strøm fra kulstaven gennem pæren til zinkhylsteret. Elektronerne bevæger sig den modsatte vej og stammer fra zinkhylsterets opløsning.

Strømmen dannes altså af at zinken opløses og bliver zinkioner. Efterhånden som batteriet bliver brugt op, bliver zinkhylsteret tyndere hvorved der opstår risiko for lækage.

7.2 Katoden er ædel, anoden er uædel

Galvaniske celler, der forårsager korrosion, kan dannes, når to forskellige metaller kommer i kontakt med en elektrolyt. Et metal og et andet elektrisk ledende materiale som f.eks. kul, kan udgøre en galvanisk celle. Korrosion der skyldes sådanne materialekombinationer kaldes for galvanisk korrosion.



Figur 35

En legering som stål er en blanding af forskellige materialer, f.eks. jern og kulstof, men kan også indeholde forskellige forurenende stoffer som glødeskaller, slagger m.m. Disse partikler har forskellig ædelhed og kan derfor danne nogle ofte meget små galvaniske celler på overfladen, der medfører opløsning af den mindst ædle komponent.

7.3 Fugt og ilt

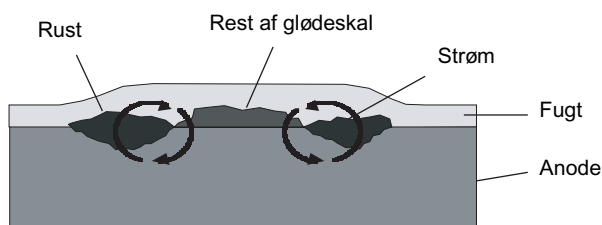
For at starte et korrosionsangreb er der to forudsætninger der skal være opfyldte. Der skal både være fugt og ilt til rådighed. Da luften vi indånder indeholder ca. 20% ilt er denne forudsætning altid opfyldt, men så længe den relative luftfugtighed er under ca. 60 % sker der ingen korrosion. Stiger luftfugtigheden yderligere dannes der en fugtfilm på overfladen, der er i stand til at fungere som elektrolyt, hvorved at forudsætningerne for et korrosionsangreb er til stede.

Hvis en metaloverflade er beskidt af eksempelvis støv eller salt, kan der opstå korrosion selvom luftfugtigheden er mindre end 60 %, da støv og salt er fugtsugende. Udendørs vil forudsætningen for et korrosionsangreb ofte være opfyldt enten på grund af nedbør eller kondensdannelse.

Generelt er luften indendørs opvarmet og så tør, at der ikke sker noget korrosionsangreb. Men når temperaturen falder, f.eks. i en ferielukket fabrik, opstår der hurtigt risiko for korrosion. Det samme er tilfældet i kældre og badeværelser hvor den relative luftfugtighed ofte er høj.

7.4 Når stålet rust

Når der dannes en fugtfilm ovenpå en ståloverflade, dannes der et stort antal galvaniske celler, der alle fungerer efter samme princip som ved batteriet i afsnit 5.1 Hvad er korrosion.



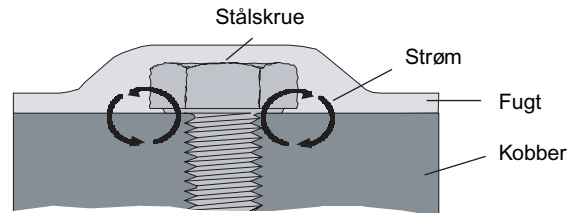
Figur 36

De ædle partikler i overfladen virker som katode og jernet som anode. Det betyder at jernet opløses og der dannes rust. Denne reaktion fortsætter så længe der er ilt og fugtighed til rådighed, hvilket i praksis betyder at overfladen i løbet af ganske kort tid vil være dækket af rust, hvorefter rustangrebet bevæger sig ned i materialet.

Korrosionshastigheden afhænger i høj grad af potentialforskellen mellem anode og katode, elektrolyttens ledningsevne samt tilgængeligheden af ilt. En anden vigtig parameter er forskellen mellem anode- og katodearealet.

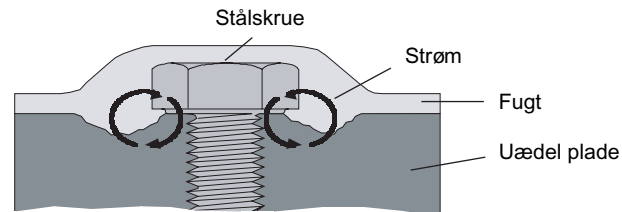
7.5 En skrue kan blive anode eller katode

Hvis en stålskrue monteres i en kobberplade, bliver skruen anode, da kobber er mere ædelt end jern. Det betyder at jernet ruster på grund af at potentialforskellen er stor. Endvidere er der i dette tilfælde et uheldigt forhold mellem anode- og katodearealet, hvilket yderligere accelererer korrosionsangrebet på skruen.



Figur 37

Monteres stålskruen derimod i et mindre ædelt materiale som zink eller aluminium, bliver skruen til katode og ruster derfor ikke. Pladen derimod er blevet anode og som følge heraf vil den begynde at korrodere. I dette tilfælde er anodearealet langt større end katodearealet, hvilket giver en lav korrosionshastighed, da pladen opløses jævnt over hele overfladen.



Figur 38

Som en grundregel bør materialer udelukkende kobles sammen med materialer, der har lignende ædelhed, hvis de skal udsættes for et korrosivt miljø.

Spændingsrækken (figur 31) giver et fingerpeg om, hvilke metaller, der giver katodisk beskyttelse for f.eks. stål.

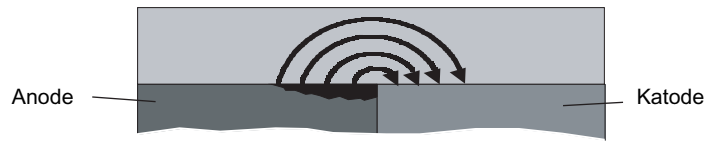
	Guld
	Sølv
↑ Mere ædelt	Rustfrit stål (passivt)
	Kobber
	Tin
	Rustfrit stål (aktivt)
	Bly
	Stål
	Cadmium
	Aluminium
Mindre ædelt ↓	Forzinket stål
	Zink
	Magnesium

Figur 39 — Spændingsrække

Spændingsrække er målt med havvand som elektrolyt ved en temperatur på +20°C. Det fremgår at zink er mindre ædelt end stål og vil derfor yde katodisk beskyttelse af stål i havvand.

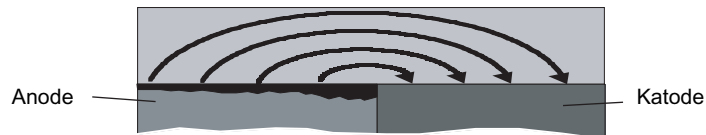
Man bør være opmærksom på, at metallernes rækkefølge kan påvirkes af det omgivende miljø. Eksempelvis kan nævnes at tin anvendes til katodisk beskyttelse af stål i konservesdåser, hvilket ikke stemmer overens med spændingsrækken. Men i kontakt med organiske syrer i lufttætte konservesdåser er tin anodisk i forhold til stål.

7.6 Elektrolyttens ledningsevne



Figur 40 – Fugtfilm med dårlig ledningsevne

Hvis elektrolytten har en dårlig ledningsevne, som eksempelvis søvand, bliver korrosionen koncentreret til det anodeområde, der er tættest ved katoden. Herved opnås en lokal meget kraftig korrosion.



Figur 41 – Fugtfilm med god ledningsevne

Er der derimod en god ledningsevne i elektrolytten, som i saltvand, vil korrosionangrebets udbredelse blive større. Tilgængæld er der her tale om en jævn og derfor mindre kritisk korrosionstype.

Udendøre påvirkes korrosionshastigheden af luftens indhold af forureninger og salte. Derfor ses større tæring i kystnære miljøer, end i et tyndt befolket landområde.

8 Overfladebehandling

Vores sortiment indeholder forskellige overfladebehandlede produkter. De mest anvendte overfladebehandlinger er blåpassiveret elektrolytisk zink (FZB) og varmezink (FZV). Herudover kan andre overfladebehandlinger leveres på bestilling.

I Danmark anvendes som regel betegnelserne FZB (elforzinket og blåpassiveret) eller FZB + gul (elforzinket og gulpassiveret) for elektrolytisk forzinkede befæstelselementer. Disse betegnelser siger imidlertid intet om zinklagtykkelsen eller hvilken korrosionsbestandighed, der kan forventes.

For at specificere egenskaberne for et zinklag, nævnes i afsnit 6.1.8 angivelse på tegning, betegnelser for elforzinkede detaljer. Et lignende system findes endnu ikke for varmforzinkede emner.

Herunder følger en kort beskrivelse af en række overfladebehandlinger.

8.1 Elforzinkning

Et mere korrekt udtryk for elforzinkning er elektrolytisk forzinkning og omfatter ud over rene zinkudfældninger legeringsudfældninger som zinkjern.

8.1.1 Elektrolytisk forzinkning (Fe/Zn)

Elektrolytisk forzinkning foregår i en vandig elektrolyt, der indeholder zinkioner, ledesalte og en række organiske glansstoffer.

Emnerne der skal forzinkes kobles som katode til en jævnstrømskilde. Som anode anvendes metallisk zink i form af kugler eller plader. Når strømmen slutes udfældes der zink på emnerne i takt med at zinkanoden opløses. Ved at kontrollere strømstyrken og behandlingstiden i forhold til emnernes areal, sikres at den ønskede lagtykkelse opnås.

Befæstelselementer bliver som regel forzinket i tromler, men bliver emnerne større end M30 og længere end 250 mm vælges ofte at behandle varerne hængende, hvor hver enkelt skrue bindes op inden overfladebehandlingen.

En normal procedure ved elektrolytisk forzinkning er dyppeaffedtning, bejdsning i syre, elaffedtning, forzinkning, kromatering og tørring. Mellem hvert procestrin skylles varerne med vand.

8.1.2 Elektrolytisk zinkjern (Fe/ZnFe)

Grundlæggende er behandlingsproceduren meget identisk med den, der kendes for konventionelle (rene) zinkbelægninger. Forskellen er primært den, at der medindfældes en lille smule jern i størrelsesordenen 0.3-0.8%. Dette medfører en noget anderledes struktur i det elektrolytisk udfældede lag, hovedsagligt med hensyn til zinkkrystallernes størrelse, da jernatomerne forstyrrer kornvæksten og derved ligger indelukket mellem zinkkrystallerne.

Ved hjælp af kromateringen er det muligt at farve emnerne mørkt gule eller sorte. Både sort- og gulkromaten kan holde til temperaturer omkring 100°C, hvor en normal blåkromat på almindelig elektrolytisk zink nedbrydes ved ca. 70°C.

Sammenlignes korrosionsbestandigheden i forskellige miljøer, viser zinkjernprocessen at have nogle særdeles gode korrosionsegenskaber. Forklaringen herpå ligger hovedsageligt i kromatlaget, der medfører den mørkt gule eller sorte farve.

8.1.3 Lagtykkelse

På befæstelselementer ligger der normalt 5-8 µm, da dette er hvad gevindtolerancen på standardvarer tillader. ISO 4042:1999 beskriver i detaljer hvilket lagtykkelser der er mulige.

Lagtykkelsen kontrolleres ved hjælp af røntgenflorescens eller induktiv måling.

8.1.4 Passivering

Det er muligt at passivere almindelig elforzinkede varer med blå-, oliven- og sortkromat. Chromatering er en kemisk proces, der sker når en zinkoverflade neddyppes i kromsyreholdig opløsning. Herved omdannes en smule af zinkoverfladen til et tungt opløseligt kromatsalt. Dette lag forhindrer vand og ilt i at trænge ind til zinken og forlænger derved tiden til et rustangreb.

Chromateringslag inddeles i to klasser og hver klasse i to typer. De vigtigste egenskaber angives i tabel 31.

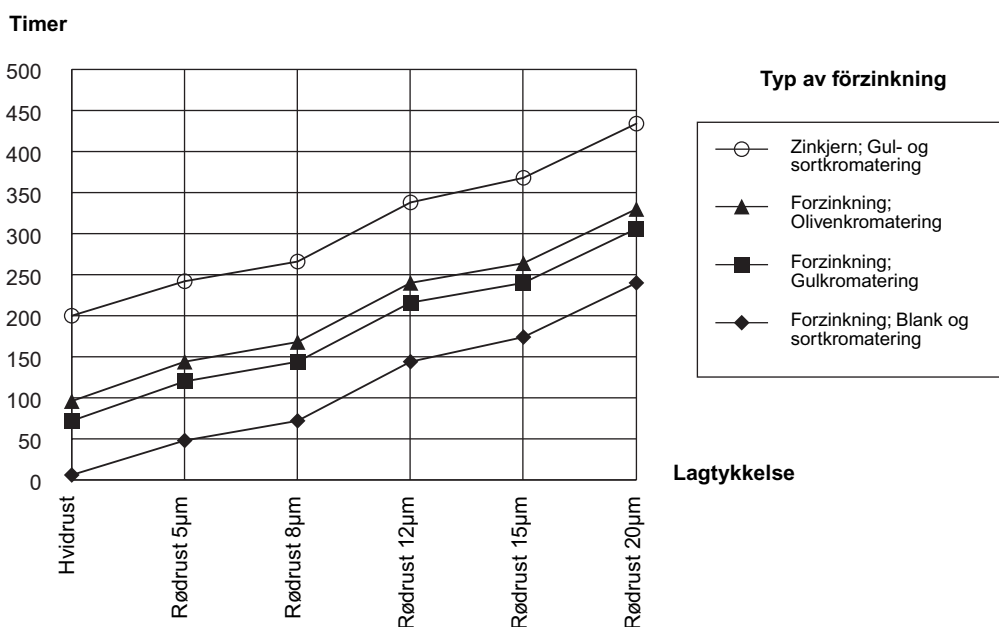
8.1.5 Anslået levetid

Korrosionsforløbet for et elektrolytisk forzinket produkt starter med dannelse af hvide korrosionsprodukter på overfladen. Dette kaldes for hvidrust og er et tegn på at kromatlaget er nedbrudt. Efter dette tidspunkt er det udelukkende zinklagtykkelsen, der er bestemmende for hvor lang tid der går, før stålet begynder at ruste.

Tabel 40: Anslået levetid for 10µm elektrolytisk zink

Miljø	Ca. levetid i år
Indendørs	50
Landsbyer	8
Mindre byer	5
Større byer	2
Kystatmosfære	5
Industriatmosfære, let	4
Industriatmosfære, normal	2
Industriatmosfære, svær	1

Farven på kromatlaget er direkte proportional med lagtykkelsen heraf og der går derfor længere tid førend at et gul- eller olivenkromatlag nedbrydes. Det samme gælder for sortkromat på zinkjern behandlede emner. Den sorte farve på almindelig elektrolytisk zink fremkommer ved at anvende kolloid sølv og dette bidrager ikke til at en forbedret korrosionsbeskyttelse.



Figur 42 – Typisk levetider i neutral salttågetest ifølge ISO 9227:1990

8.1.6 Sealing

Efter kromatering er det muligt at påføre et sealersystem, der kan give en række fordele. Ud over at forbedre korrosionsbestandigheden med mindst 50 timer til hvidrust, har en sealer friktionsstyrende egenskaber, der sikrer konstant friktion, hvilket især er en fordel ved automatisk montage.

Rustfrie artikler kan også behandles med en sealer, hvorved risikoen for rivning minimeres. Erfaring viser at det er tilstrækkeligt at behandle den ene part og derved undgå yderligere smøring inden montage. Syrefaste møtrikker med sealer lagerføres.

8.1.7 Brintskørhed

Ved overfladebehandling af stålprodukter med en hårdhed over 300 HV eller en brudstyrke over 1000 N/mm² er der risiko for at der trænger brint ind i stålet. Brintskørhed viser sig ved at boltene går over uden at være spændt op til brudstyrken. Normalt ses dette umiddelbart efter at boltene er monteret og resulterer i at skruhovedet falder ud.

Risikoen herfor kan minimeres ved at varmebehandle emnerne ved en temperatur på 180-220°C i 2-4 timer afhængig af stålqualität. Denne afbrintning skal foretages i umiddelbar forlængelse af zinkpålægningen og inden kromateringen, da kromatlaget ellers vil blive nedbrudt.

Det understreges at varmebehandling efter zinkpålægning ikke eliminerer risikoen for brintskørhed. For kvalitetsklasser over 10.9 frarådes bestemt al overfladebehandling der kan forårsage brintskørhed, specielt elforzinkning.

8.1.8 Angivelse på tegning

1999-udgaven af ISO 4042:1999 er blevet ændret, så der er overensstemmelse med ISO 2081:1986 og ISO 4520:1981. Disse systemer er lettere at forstå, da betegnelserne er beskrivende.

Følgende afsnit er et uddrag af ISO 4042:1999, Annex B og ISO 4520:1981.

Kromateringslag kan angives med en klassebetegnelse eller med klasse- og typebetegnelse.

Eksempel:

Fe/Zn 5 c2 og Fe/ZnFe 8 c1 A hvor:

Fe angiver basismaterialet (jern eller stål);

Zn og ZnFe angiver typen af det elektrolytisk udfældede zinklag efterfulgt af lagtykkelsen i mikrometer (µm);

c angiver hvorvidt der anvendes kromatering;

2 og 1 er de to kromateringsklasser;

A angiver typen af kromateringslaget

Tabel 41: Klassificering af kromatlag

Klasse	Betegnelse	Type	Udseende	Korrosionsbestandighed
1	A	Blank	Transparent, klar, sommetider blålig	Ringe, eksempelvis mod anløbning ved håndtering eller mod høj fugtighed i svagt korrosive miljøer
	B	Bleget	Transparent med svag irrisering	
2	C	Irriserende	Gult irriserende	God, inklusiv beskyttelse mod visse organiske dampe
	D	Opak	Olivengrøn, med nuance mod brun eller bronze	
	Bk ¹⁾	Sort	Sort med svag irrisering	Varierende grad af korrosionsbestandighed

1) Denne tabel er modificeret fra ISO 4520:1981 så det nu er muligt at specificere sortkromat i type A og D

Eksempel:

En 6-kantsskrue i henhold til ISO 4014 M10 X 50 i kvalitetsklasse 8.8 med elektrolytisk zink og med en minimum lagtykkelse på 5µm og et blankt udseende betegnes:

6-kantsskrue ISO 4014 - M10X50 - 8.8 - Fe/Zn5c1A

En 6-kantsmøtrik i henhold til ISO 4032 M12 i kvalitetsklasse 8 med elektrolytisk zinkjern og med en minimum lagtykkelse på 8µm og sort udseende betegnes:

6-kantmøtrik ISO 4032 - M12 - 8 - Fe/ZnFe8c2Bk

8.2 Varmforzinkning

Produkter, der skal varmforzinkes, gennemgår først en forbehandling bestående af en affedtning, bejdsning i syre, skylning i zinkammoniumchlorid efterfulgt af en tørring i varmluft. Af og til anvendes sandblæsning i stedet for bejdsning.

Efter forbehandlingen pakkes produkterne i en centrifugekurv, der nedsænkes i smeltet zink med en temperatur af 530°C - 560°C hvilket giver en jævn og blankt overflade. Efter nogle minutter tages kurven op og centrifugeres umiddelbart efter for at fjerne overskydende zink. Varmforzinkning kan også udføres ved temperaturer på 450°C - 480°C men giver et mindre godt resultat.

Middellagtykkelsen på lagerførte produkter er ca. 40µm.

Kvalitetsklasse 8.8 føres som lagervarer og 10.9 kan leveres på forlangende. Højere kvalitetsklasser varmforzinkes ikke på grund af anløbningseffekter og at zink kan trænge ind i basismetallets korngrænser og medføre mikrorevner, der ligesom brintskørhed, kan svække stålet.

Varmforzinkede produkter er særligt velegnede til udendørs konstruktioner og i kystnære miljøer.

Tabel 42: Anslået levetid for varmforzinkningslag 55µm

Miljø	Ca. levetid i år
Landsbyer	40
Mindre byer	28
Større byer	11
Kystatmosfære, væstkysten	28
Industriatmosfære, lætt	20
Industriatmosfære, normal	11
Industriatmosfære, svær	5

8.3 Fosfatering

Fosfatering er en kemisk proces, hvor stålemner neddyppes i et fosfateringsbad ved 60-70°C i 10-20 min. Alt afhængig af fosfateringsbadets sammensætning dannes der krystaller af zinkfosfat eller manganfosfat.

Zinkfosfat i tynde lag og med små krystaller er en forudsætning for at få gode friktionsværdier med en lille spredning. Tykke lag med store krystaller giver derimod en voldsom stor spredning i friktionen og dermed en stor variation i klemkraft.

Mængden af fosfat på produkter angives vanligvis i en lagvægt, g/m². En normal lagvægt er 12 - 25 g/m², hvilket svarer til en lagtykkelse på 4 - 8µm.

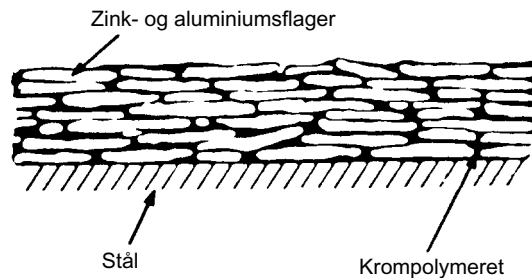
8.3.1 Hvor anvendes fosfatering ?

Fosfatkrystallerne danner en åben struktur, som giver en god vedhæftning for et efterfølgende malingssystem eller oliering. Ved at anvende fosfatering forud for en oliering, sikres en konstant oliemængde på overfladen. Dette medfører en lav friktion med en lille spredning, hvilket giver en høj og jævn klemkraft.

Korrosionsbestandigheden af et fosfateret emne er meget begrænset. Udendørs optræder der vanligvis rød rust på mindre end et år.

8.4 Dacromet®/Dacrolit®

Dacrolit er en belægning, der er anodisk i forhold til stål ligesom zink. Den består af små zink- og aluminiumspartikler (85% zink, 15% aluminium), der holdes sammen af et kromatholdigt malingssystem.



Figur 43 – Dacrolit-lag

Kromaten og malingen sikrer at korrosionsbestandigheden er 3-5 gange bedre end ved almindelig elektrolytisk zink med blåkromat. Endvidere er Dacroliten varmebestandig op til 250°C uden at korrosionsbeskyttelsen forringes.

Til befæstelse er der udviklet en speciel variant, Dacrolit 500. Den har iblandt PTFE (teflon) i malingsystemet. Dette sikrer en lav friktion med en lille spredning, hvilket sikrer konstant klemkraft ved et givent moment.

Hvis emnerne sandblæses før overfladebehandling, er der ingen risiko for brintskørhed med Dacrolit.

8.5 Delta-tone och Delta-seal

Delta-tone består af zink-aluminiumpartikler, der er bundet sammen af et uorganisk bindemiddel. Under hærningen, som foregår ved ca. 200°C i ca. 20 minutter, sker der en kemisk reaktion. Herved går Delta-tone i tæt forbindelse med det underliggende metal. Delta-tone påføres typisk i lagtykkelser på 4-8 µm og indeholder ingen tungmetaller som f.eks. cadmium, hexavalent chrom og bly. Delta-tone er varmebestandig op til 300°C.

Hvis emnerne sandblæses før overfladebehandling, eller forbehandles på anden måde, hvor der ikke er frit brint som ved syrebejdsning, er der ingen risiko for brintskørhed med Delta-tone.

Delta-seal er en organisk topcoat, der tåler temperaturer op til 250°C og er ligesom Delta-tone fri for tungmetaller. Delta-seal påføres typisk i lagtykkelser på 5-8 µm. Delta-seal udmærker sig ved flere farvemuligheder, lave friktionsværdier med lille spredning, god kemisk resistens samtidig med at Delta-seal virker elektrisk isolerende, hvilket giver god beskyttelse mod galvanisk korrosion

8.6 Fornikling

Fornikling er en elektrolytisk proces, der principielt foregår på samme måde som elektrolytisk forzinkning. Elektrolytten har naturligvis en anden sammensætning og emnerne kromateres ikke efterfølgende.

For at forbedre vedhæftning og korrosionsbestandighed kan emnerne belægges med et tyndt kobberlag (1 - 2 µm), inden nikkeludfældningen.

For befæstelselementer er lagtykkelsen af nikkel vanligvis 5 - 10 µm. Korrosionsbestandigheden af et nikkellag, med eller uden kobber, er meget begrænset. Nikkel bør derfor udelukkende anvendes som en dekorativ overfladebehandling indendørs.

8.7 Fortinning

Fortinning er en elektrolytisk proces og sker i princippet på samme måde som fornikling og elektrolytisk forzinkning. Tinbelægninger kan ikke kromateres. Lagtykkelsen er ca. 5 - 10 µm.

Tinbelægninger anvendes primært for at øge mulighederne for at lodde på overfladen, men anvendes også som korrosionsbeskyttelse i visse applikationer.

10 Pladeskruer, ST-gevind

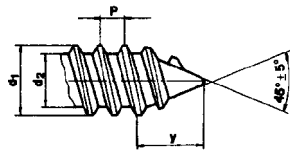
ST-gevind og skrueenderne er definerede i ISO 1478:1999, materialet i ISO 2702:1999. Følgende afsnit er et udtræk af disse standarder.

10.1 Gevind og skrueender

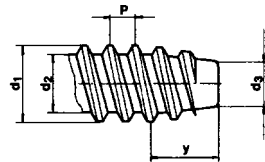
Disse gevind kaldes tidligere B-gevind. Oversættelse mellem de to systemer vises i tabell 45.

Tabel 45: Oversættelse mellem gevindsystem ST og B

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



Figur 46 – Spids, Type C (tidligere type AB)



Figur 47 – Spids, Type F (tidligere type B)

Tabel 46: Dimensioner for ST-gevind

Gevind		ST 2,2	ST 2,9	ST 3,5	ST 4,2	ST 4,8	ST 5,5	ST 6,3
$P \approx$		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
	min	2,1	2,76	3,35	4,04	4,62	5,28	6,03
d_2	max	1,63	2,18	2,64	3,1	3,58	4,17	4,88
	min	1,52	2,08	2,51	2,95	3,43	3,99	4,7
d_3	max	1,47	2,01	2,41	2,84	3,3	3,86	4,55
	min	1,37	1,88	2,26	2,69	3,12	3,68	4,34
c	max	0,1	0,1	0,1	0,1	0,15	0,15	0,15
y	ref ¹⁾							
	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

1) Længde af ufuldstændig gevind

10.2 Materiale

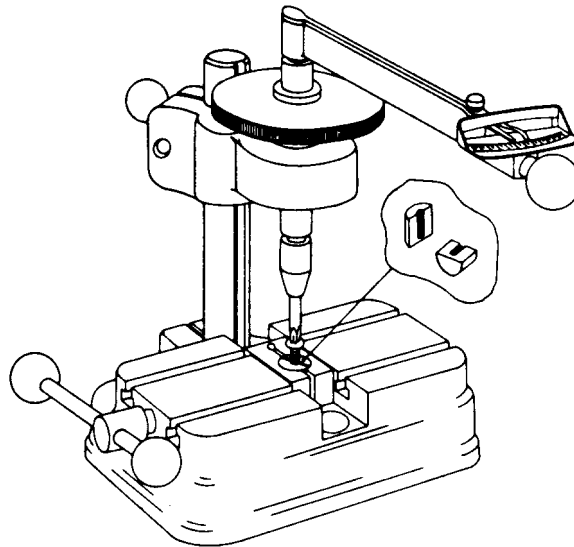
Skrue med ST-gevind er hærdede og har en hårdhed i skrueens kerne, der ligger mellem 270 og 390 HV. Overfladehårdheden er min 405 HV.

10.3 Vridningsbrudstyrke

Hærdede skrue med ST-gevind skal kunne klare et vridningsmoment ifølge tabel 46.

Tabel 47: Vridningsmoment for skrue med ST-gevind

Gevind	ST2,2	ST2,9	ST3,5	ST4,2	ST4,8	ST5,5	ST6,3
Vridningsmoment Nm min	0,45	1,5	2,7	4,4	6,3	10	13,6



Figur 48 – Eksempel på udrustning for vridningsbrudprøve

10.4 Skruer med ST-gevind i rustfrit materiale

Skruer med ST-gevind forekommer normalt i materialerne A2 og A4, se afsnit 4.4.4 på side 24. Skruerne kan uden problem monteres i alle formbare plastmaterialer og letmetaller.

Ved montering i lav- og højtlegerede stålplader kan skruegevindet deformeres på grund af pladens deformationshårdhed i forbindelse med lokning eller boring af hullet. Deformation af gevindet kan også ske p.g.a. monteringsfriktionen. Ved montering med $t >$ halv gevindstigning skal pladens hårdhed helst ikke overstige 115 HV.

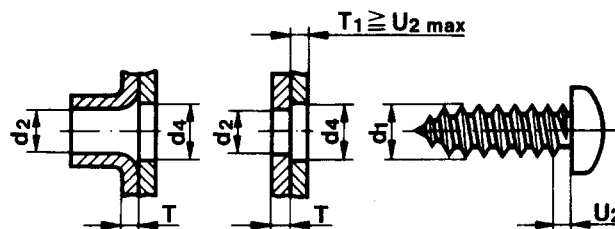
For plader med en hårdhed > 115 HV anbefales skruer i stål C1, hvis korrosionsmiljøet tillader det.

Friktionsproblemet med den rustfrie skrue kan reducere hvis skruen overfladebehandles eller smøres med smøremidler der sænker friktionen i forbindelse med monteringen.

10.5 Huldiametre

De følgende huldiametre er hentet fra SS 1523 og gælder for hærdede skruer. Erfaringen viser dog, at de anbefalede huldiametre ikke altid giver den bedste forbindelsestyrke. Derfor anbefales det at afprøve forbindelsesstyrken ved serieproduktion.

SS 3392 skruer med gevind - Bestemmelse af styrke og monteringssegenskaber, giver en god vejledning ved prøvning af styrke hos skrueforbindelsen, samt hvordan et passende tilspændingsmoment bestemmes.



Figur 49

Værdierne i tabel 47 gælder for hærdede skruer af stål. For skruer med ST-gevind af andet materiale, f.eks. rustfrit stål eller messing, skal monteringsprøve helst udføres hver gang.

Tabel 48: Retningsværdier for huldiametre, ST-gevind

Gevind	Pladetykkelse	Huldiameter d ₂ H12 eller H13 ¹⁾							Fri- gående hul d ₄
		Stål, messing, kobber ²⁾		Aluminium		Metal- legering af zink, magnesium, aluminium og messing	Plast		
		Dornet eller opkravet hul	Boret eller lokket hul	Dornet eller opkravet hul	Boret eller lokket hul		Hærdeplast	Termoplast	
		Hulgruppe 1A	Hulgruppe 1B	Hulgruppe 2A	Hulgruppe 2B	Hulgruppe 3 ³⁾	Hulgruppe 4 ³⁾	Hulgruppe 5 ³⁾	
ST 2,2 d ¹ = 2,24 P = 0,79 U ₂ = 0,8	- 0,56 (0,56) - 0,75 (0,75) - 0,88 (0,88) - 1,13 (1,13) - 1,38 (1,38) - 1,5		1,6 1,7 1,8 1,8 1,9 1,9		1,6 1,6 1,6 1,7 1,8	2 x 3	2 x 5	2 x 5	2,8
ST 2,9 d ¹ = 2,9 P = 1,06 U ₂ = 1,1	- 0,56 (0,56) - 0,63 (0,63) - 0,75 (0,75) - 0,88 (0,88) - 1,25 (1,25) - 1,38 (1,38) - 1,75 (1,75) - 2,5	2,2 2,5 2,5 2,5	2,2 2,3 2,3 2,4 2,4 2,4 2,5 2,6	2,2 2,2 2,2 2,2	2,2 2,2 2,2 2,2 2,3 2,4	2,7 x 5	2,5 x 6,5	2,4 x 6,5	3,6
ST 3,5 d ¹ = 3,53 P = 1,27 U ₂ = 1,3	- 0,56 (0,56) - 0,75 (0,75) - 0,88 (0,88) - 1,25 (1,25) - 1,38 (1,38) - 1,75 (1,75) - 2,5 (2,5) - 3 (3) - 6	2,8 2,8 2,8	2,6 2,7 2,7 2,8 2,8 2,9 3	2,8 2,8 2,8	2,6 2,6 2,7 2,8 2,8 3 3	3,3 x 6,5	3,2 x 6,5	3 x 6,5	4,2
ST 4,2 d ¹ = 4,22 P = 1,41 U ₂ = 1,4	- 0,5 (0,5) - 0,63 (0,63) - 0,88 (0,88) - 1,13 (1,13) - 1,38 (1,38) - 2,5 (2,5) - 3 (3) - 3,5 (3,5) - 10	3,5 3,5 3,5 3,5	3,2 3,2 3,2 3,3 3,5 3,8 3,9	3,5 3,5 3,5 3,5	2,9 3 3,2 3,5 3,7 3,8 3,9	3,9 x 6,5	3,8 x 8	3,7 x 8	5
ST 4,8 d ¹ = 4,8 P = 1,59 U ₂ = 1,6	- 0,5 (0,5) - 0,75 (0,75) - 1,13 (1,13) - 1,38 (1,38) - 1,75 (1,75) - 2,5 (2,5) - 3 (3) - 3,5 (3,5) - 4 (4) - 4,75 (4,75) - 10	4 4 4	3,7 3,7 3,9 3,9 4 4,1 4,3 4,4 4,4	4 4 4	3,7 3,7 3,7 3,8 3,8 3,9 3,9 4 4,2	4,5 X 6,4	4,5 X 8	4,3 X 8	5,8
ST 5,5 d ¹ = 5,46 P = 1,81 U ₂ = 1,8	- 1,13 (1,13) - 1,38 (1,38) - 1,5 (1,5) - 1,75 (1,75) - 2,25 (2,25) - 3 (3) - 3,5 (3,5) - 4 (4) - 4,75 (4,75) - 10	4,7 4,7	4,2 4,3 4,3 4,5 4,6 4,7 5 5 5,1		4,1 4,1 4,2 4,4 4,6 4,6 4,8 4,8 4,9	5 x 7	5 x 9,5	4,8 x 9,5	6,6
ST 6,3 d ¹ = 6,25 P = 1,81 U ₂ = 1,8	- 1,38 (1,38) - 1,75 (1,75) - 2 (2) - 3 (3) - 4 (4) - 4,75 (4,75) - 5 (5) - 10	5,3	4,9 5 5,2 5,3 5,8 5,9		5 5 5,2 5,3 5,4 5,6 5,8	5,9 x 8	5,9 x 9,5	5,6 x 8	7,4

1) Vælges H13 skal angivende værdier for d₂ mindskes med 0,1 mm.

2) HB max 120. Hvis materialet er hårdere øges tabelværdierne med 0,1 - 0,2 mm.

3) d₂ x min. Indgrebslængde.

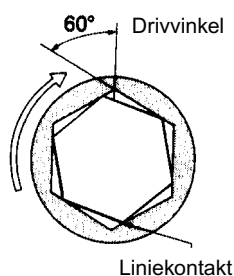
11 Torx®

Torx-systemet har revolutioneret markedet, når det gælder om at erstatte traditionelle drivgeometrier på skruer med 6-kant, krydskærv, lige kærv mm.

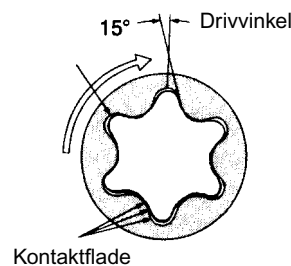
11.1 Torx®-Original

11.1.1 Længere levetid

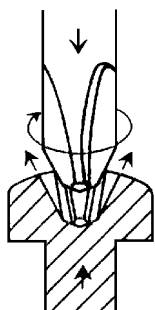
Torxkærven behøver mindre aksialkraft, dvs. at den ikke skrider ud. Som følge heraf holder Torx-værktøjer meget længere. Monteringsomkostningerne reduceres kraftigt takket være færre produktionsstop og lavere værktøjsomkostninger.



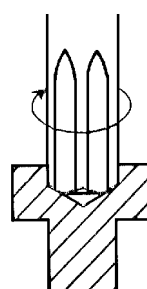
Figur 50 – Ulempe med 6-kant



Figur 51 – Fordel med Torx



Figur 52 – Skæve flader ødelægger kærven



Figur 53 – Ingen ødelæggelse. Drivfladen parallel med skrueakselen

11.1.2 Stabilt greb

De stramme tolerancer på Torx-kærv og værktøj gør, at skruerne nemmere kan styres uden at vrikke. Risikoen for skæv montering er meget lille, og montering kan ske hurtigere. Montering af gevindformende skruer forbedres.

11.1.3 Anstrenger ikke montøren

Den udmærkede opretning mellem skrue og Torx monteringsværktøj reducerer betydeligt skæv montering af skruer ligesom reduktion af den meget anstrengende aksialkraft.

Virksomheder, der har skiftet fra krydskærv til Torx-kærv, har konstateret, at arbejdsskader i håndlede, albuer og skuldre er kraftigt reduceret.

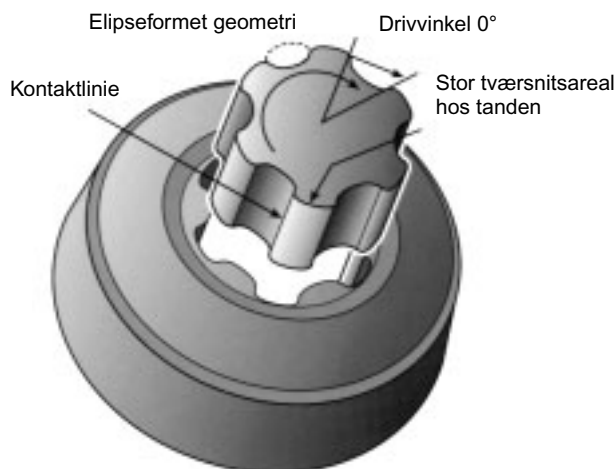
11.1.4 Lavere På-Plads-Pris (PPP)

Torx-systemet giver en hurtigere montering, lavere værktøjsomkostninger og ikke mindst færre skader på de omkringliggende dele af arbejdspladsen, da Torx ikke smutter så nemt.

11.2 Torx Plus®

Torx Plus drivgeometri er en ny teknologi, der løser problemer ved montering af befæstelses-elementer med gevind. Geometrien er skabt af ellipseforme. Foruden den originale Torx's gode egenskaber har Torx Plus kærven bl.a.:

- I gennemsnit 100% længere levetid
- I gennemsnit 25% højere vridbrudstyrke
- Højere overførte moment
- Mindre risiko for ødelæggelse af kærven samt lavere aksialkraft
- Mindre belastning af montører
- Længere værktøjslevetid end andre grebsystemer
- Øget produktivitet og effektivitet
- Lavere produktionsomkostninger på længere sigt



Figur 54 – Torx Plus Geometrien

Den forbedrede konstruktion omfatter:

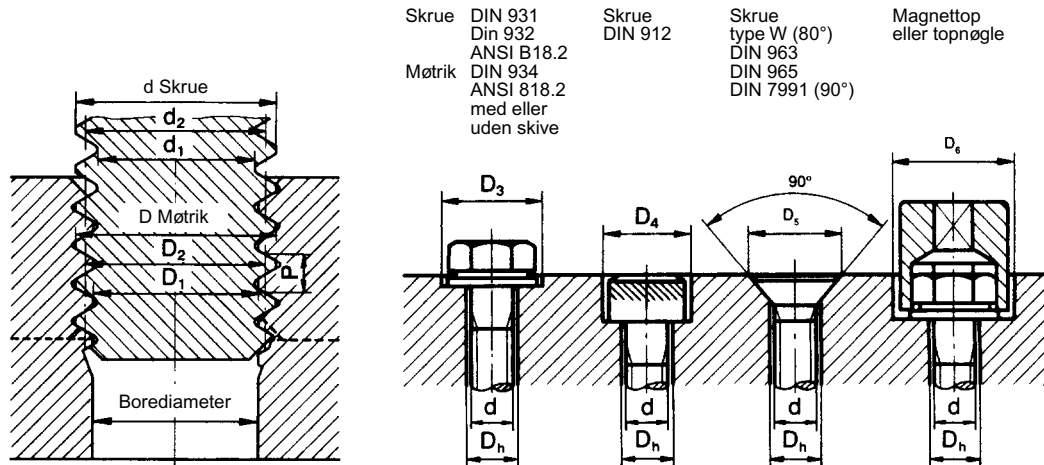
- Drivvinklen 0° for at eliminere radiale kræfter som skaber spændinger på skruekærven (forbedret momentoverføring)
- Større tværsnitsareal på tænderne
- Bedre fæste i tændernes fulde længde
- Øgede styrke i bitsen, tillader et højere løsvridningsmoment
- Tolerancen bitsen er blevet formindsket med 50% for at forbedre tilpasningen mellem værktøj og kærve
- Skulle bitsen gå tabt, kan Torx monteres med et eksisterende værktøj.

Tabel 49: Vridbrudstyrke hos Torx Plus bits

Torx kærve	Vridbrudstyrke, Nm min
10IP	5,42
15IP	9,62
20IP	16,1
25IP	23,5
30IP	47,2
40IP	82,1
45IP	137,4
50IP	194,5

Note – For at få maksimal levetid på bitsen anbefaler vi, at højst 50% af vridstyrken udnyttes

12 Bore og forsænkingsdiametre



Figur 55 – Bore og forsænkingsdiametre, M-gevind

Tabel 50: Bore og forsænkingsdiametre, M-gevind

Gevind			M3	M4	M5	M6	M8	M10	M12	M14	M16
Middeldiameter	d_2	D_2	2,675	3,545	4,48	5,35	7,188	9,026	10,863	12,701	14,701
Indv.diameter	d_1	D_1	2,459	3,242	4,134	4,917	6,647	8,376	10,106	11,835	13,835
Stigning		P	0,5	0,7	0,8	1	1,25	1,5	1,75	2	2
Borediameter forgevindskæring			2,5	3,3	4,2	5	6,8	8,5	10,2	12	14
Frihul, serie middel		D_h	3,4	4,5	5,5	6,6	9	11	13,5	15,5	17,5
Forsænkings diametre	D_3	H15	8	11	11	13	18	24	26	30	33
	D_4	H14	6	8	10	11	15	18	20	24	26
af skruer og møtrikker	D_5	H14	6,5	9,7	10,7	12,9	17,7	20,4	–	–	–
Forsænkings forsænkings diametre $D_6^{1)}$ for topnøgle H14	Topp- ens 4-kant hul	6,3 10 12,5 20	10 – – –	13 13 – –	15 15 – –	18 18 – –	20 20 22 –	– 24 26 –	– 26 28 –	– 30 30 33	– – 36 40
Forsænkings forsænkings diametre $D_6^{1)}$ for topnøgle H14	Topp- ens 4-kant hul	10 12,5 16 20	– – – –	15 – – –	18 18 – –	18 20 – –	22 24 – –	26 28 30 36	30 30 33 36	– 36 36 40	– 40 40 43

1) Gælder ved forsænkingsdiametre max 1,2d

Tabell 86 - Borr- och försänkingsdiametrar, M-gänga

Gänga			M18	M20	M22	M24	M27	M30	M33	M36	M39
Middeldiameter	d_2	D_2	16,376	18,376	20,376	22,051	25,051	27,727	30,727	33,402	36,402
Indv.diameter	d_1	D_1	15,294	17,294	19,294	20,752	23,752	26,211	29,211	31,67	34,67
Stigning		P	2,5	2,5	2,5	3	3	3,5	3,5	4	4
Borediameter forgevindskæring			15,5	17,5	19,5	21	24	26,5	29,5	32	35
Frihul, serie middel		D_h	20	22	24	26	30	33	36	39	41
Forsænkings diametre	D_3	H15	36	40	43	48	53	61	66	71	82
	D_4	H14	30	33	36	40	–	–	–	–	–
af skruer og møtrikker	D_5	H14	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Forsænkings forsænkings diametre $D_6^{1)}$ for topnøgle H14	Topp- ens 4-kant hul	6,3 10 12,5 20	– – 40 43	– – 43 48	– – 51 51	– – – 53	– – – 61	– – – 66	– – – 71	– – – 82	– – – –
Forsænkings forsænkings diametre $D_6^{1)}$ for topnøgle H14	Topp- ens 4-kant hul	10 12,5 16 20 25	– – 43 45 48	– – 48 53 53	– – 55 58 61	– – 57 61 61	– – – 66 71	– – – 71 82	– – – – 82	– – – – 90	– – – – 100

1) Gælder ved forsænkingsdiametre max 1,2d

13 Skruer i bundhul med gevind

Følgende afsnit stemmer dels med SS 1964:1989

Gevindlængen G er bestemt med hensyn til skruens og godsets brudstyrke, forekommende tolerancer, endefasen f ifølge, ISO 4753:1983 indgangsfasen f_2 samt at skruen skal kunne monteres uden skive. Beregnet gevindlængde er øget med tykkelsen for skive ifølge SS 70.

Borhulsdybden L_2 er bestemt med hensyn til gevindlængden samt det indvendige gevindudløb ifølge SS 1403 "normalt", hvilket giver plads for gevindtap med kort skærefase.

Et bundhul er teoretisk udmålt iflg. gevindarealet, og skal kontrolleres med dorntrækprøvning til mindst at kunne holde til skruens brudstyrke.

Frihulsforsækning V kan bruges, når ønsket klemlængde eller fri gevindlængde på skruen ikke kan afstedkommes på anden måde for at kompensere for forskellen mellem beregnet og valgt skruelængde.

Indgrebslængden L_1 vælges med hensyn til skruens og godsets brudstyrke ifølge tabel 71, hvorved det indvendige gevind bliver noget stærkere end det udvendige, d.v.s. hvis et brud sker, er det skruen, der brister.

Tabel 51: Indgrebslængder i stål

Indvendig gevind		Udvendig gevind				
Brudgrænse R_m i N/mm^2 (=Mpa) ca	Tilsvarende kvalitetsklasse for Møtrik	Brudgrænse R_m i N/mm^2				
		400 – (500)	500 – (800)	800 – (1000)	1000 – (1200)	1200 – (1400)
		Tilsvarende kvalitetsklasse for skruen				
		4.6 4.8	5.6 5.8	8.8 9.8	10.9	12.9
130-(200)		1,5 D	2 D	2,4 D	2,6 D	–
200-(280)		1 D	1,5 D	2 D	2,2 D	2,4 D
280-(350)		1 D	1 D	1,5 D	1,8 D	2 D
350-(430)	4	1 D	1 D	1,2 D	1,5 D	1,8 D
430-(540)	5	0,8 D	1 D	1 D	1,2 D	1,5 D
540-(650)	6	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-(900)	8	0,8 D	0,8 D	0,8 D	1 D	1 D
900-(1100)	10	0,8 D	0,8 D	0,8 D	1 D	1 D
1100-(1300)	12	0,8 D	0,8 D	0,8 D	1 D	1 D

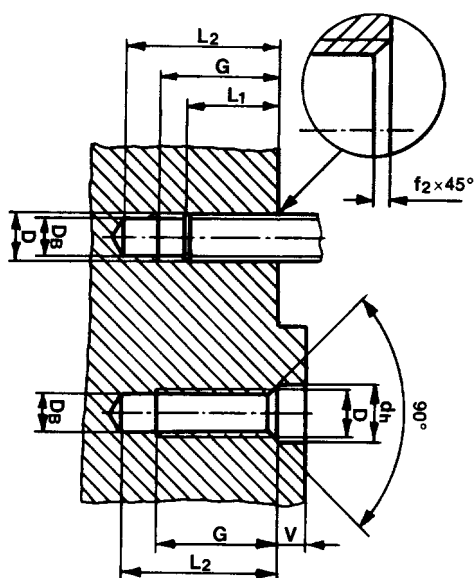
Værdierne i tabel 71 er baseret på de indgående materials brudstyrke uden hensyn til udmatelsesgrænser eller flydegrænser.

Visse forholdsregler skal tages ved materialer med proportionelt lave værdier for disse grænser ($< 60\%$ af R_m), f.eks. gråjern ($\approx 40\%$). En forhøjelse af værdierne med $10\% - 20\%$ anbefales for disse materialer.

Tabel 52: Indgrebslængder i støbegods af aluminium

Indvendig gevind	Udvendig gevind		
	Brudgrænse R_m i N/mm^2		
	800-(1000)	1000-(1200)	1200-(1400)
	Tilsvarende kvalitetsklasse for skruen		
Hårdhed HB	8.8	10.9	12.9
	9.8		
50-(75)	2,2 D	2,4 D	2,6 D
75-(100)	2 D	2,2 D	2,4 D
100-(125)	1,8 D	2 D	2,2 D
125-(150)	1,5 D	1,8 D	2 D

Værdierne i tabel 72 kan øges med $10\% - 20\%$ for flydespændingsmonterede samlinger, der udsættes for høj temperatur og/eller dynamisk belastning.



$$f_2 = \frac{D - D_B}{2}$$

D_B = bordiameter

$$D_{f\max} = \frac{D + dh}{2}$$

Figur 56

Tabel 53: Forsænkingsdiameter d_h , gevindlængde G og borehulsdybde L_2

Gevind D	For- sænkings- diameter D_h H14 2)	Indskruningslængde L_1 1)											
		0,8 D		1 D		1,2 D		1,5 D		1,8 D		2 D	
		G min	L_2	G min	L_2	G min	L_2	G min	L_2	G min	L_2	G min	L_2
M 3	3,4	4	7	4	7	5	8	6	9	7	10	7,5	10,5
M 3,5	3,9	4,5	8	5	8,5	6	9,5	7	10,5	8	11,5	8,5	12
M 4	4,5	5	9	6	10	7	11	8	12	9	13	10	14
M 4,5	5	5,5	9,5	6,5	10,5	7,5	11,5	9	13	10	14	11	15
M 5	5,5	6	10,5	7	11,5	8	12,5	9,5	14	11	15,5	12	16,5
M 6	6,6	8	13	9	14	10	15	12	17	14	19	15	20
M 7	7,6	9	14	10	15	11,5	16,5	14	19	16	21	17	22
M 8	9	10	16	11,5	17,5	13	19	15,5	21,5	18	24	19,5	25,5
M 10	11	12	19,5	14	21,5	16	23,5	19	26,5	22	29,5	24	31,5
M 12	13,5	14	22,5	16,5	25	19	27,5	22,5	31	26	34,5	28,5	37
M 14	15,5	16	25,5	19	28,5	22	31,5	26	35,5	30	39,5	33	42,5
M 16	17,5	19	28,5	22	31,5	25	34,5	30	39,5	35	44,5	38	47,5
M 18	20	21	32	25	36	28,5	39,5	34	45	39	50	43	54
M 20	22	23	34	27	38	31	42	38	49	43	54	47	58
M 22	24	24,5	35,5	29	40	33	44	42	53	46,5	57,5	51	62
M 24	26	28	41	32,5	45,5	37	50	45	58	52	65	56,5	69,5
M 27	30	30	43	35,5	48,5	41	54	51	64	57	70	62,5	75,5
M 30	33	33	48	39	54	45	60	57	72	63	78	69	84
M 33	36	36	51	42	57	49	64	59	74	69	84	75	90
M 36	39	40	57	47	64	54	71	65	82	76	93	83	100
M 39	42	42	59	50	67	58	75	69	86	81	98	89	106
M 42	45	46	64	55	73	63	81	76	94	88	106	97	115
M 45	48	49	67	58	76	67	85	81	99	94	112	103	121
M 48	52	52	73	61	82	71	92	85	106	100	121	109	130
M 52	56	55	76	65	86	76	97	91	112	107	128	117	138
M 56	62	62	84	73	95	84	106	101	123	118	140	129	151
M 60	66	65	87	77	99	89	111	107	129	125	147	137	159
M 64	70	68	92	81	105	94	118	113	137	132	156	145	169
M 68	74	73	97	87	111	101	125	121	145	141	165	155	179

1) L_1 vælges med hensyn til skruens og godsets brudstyrke ifølge tabel 71 eller tabel 72.

2) Fritgående hul ifølge ISO 273.

Tabell 89: Forsænkingsdiameter d_h , gevindlængde G og borehulsdybde L_2

Gevind D	For- sænkings- diameter D_h H14 ²⁾	Indskruningslængde L_1 ¹⁾					
		2,2 D		2,4 D		2,6 D	
		G min	L_2	G min	L_2	G min	L_2
M 3	3,4	8	11	9	12	9,5	12,5
M 3,5	3,9	9,5	13	10	13,5	11	14,5
M 4	4,5	11	15	12	16	13	17
M 4,5	5	12	16	13	17	14	18
M 5	5,5	13	17,5	14	18,5	15	19,5
M 6	6,6	16	21	17	22	18	23
M 7	7,6	18,5	23,5	20	25	22	27
M 8	9	21	27	22,5	28,5	24	30
M 10	11	26	33,5	28	35,5	30	37,5
M 12	13,5	31	39,5	33,5	42	36	44,5
M 14	15,5	36	45,5	39	48,5	42	51,5
M 16	17,5	41	50,5	44	53,5	47	56,5
M 18	20	46,5	57,5	50	61	53	64
M 20	22	51	62	55	66	59	70
M 22	24	55	66	60	71	64	75
M 24	26	61	74	65,5	78,5	70	83
M 27	30	68	81	73,5	86,5	79	92
M 30	33	75	90	81	96	87	102
M 33	36	82	97	89	104	95	110
M 36	39	90	107	97	114	104	121
M 39	42	97	114	105	122	113	130
M 42	45	105	123	113	131	122	140
M 45	48	112	130	121	139	130	148
M 48	52	119	140	129	150	138	159
M 52	56	128	149	138	159	149	170
M 56	62	140	162	151	173	162	184
M 60	66	149	171	161	183	173	195
M 64	70	158	182	171	195	184	208
M 68	74	169	193	183	207	197	221

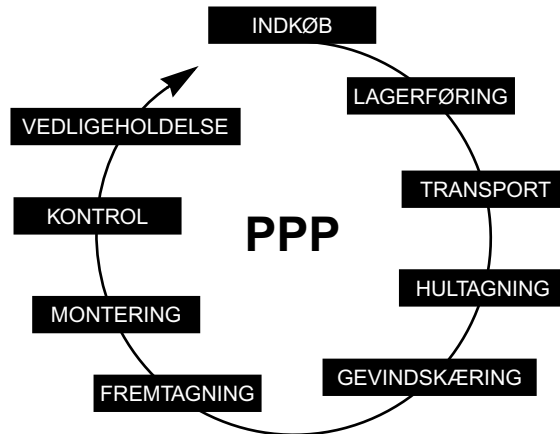
1) L_1 vælges med hensyn til skruens og godsets brudstyrke ifølge tabel 71 eller tabel 72.

2) Fritgående hul ifølge ISO 273.

14 PPP (På Plads Pris)

14.1 PPP-begrebet

PPP betyder På-Plads-Pris og er summen af alle de omkostninger, der vedrører produktet, fra det indkøbes, til det er monteret og i funktion.



Figur 57

PPP-kommer fra USA, men er nu et alment begreb i Danmark. Det er et effektivt værktøj til at udpege de områder, hvor der kan spares.

Praktiske analyser har vist, at indkøbsprisen for befæstelseselementer kun udgør ca. 15% af den samlede På Plads Pris. Det er altså ikke på indkøbsprisen, man kan finde de store besparelser. Der er langt mere fornuft i at se på de 85%, der ligger efter indkøbet af befæstelseselementerne.

Arvid Nilsson Danmark A/S har de produkter, der kan sænke På-Plads-Prisen. For os er det ikke nok at påvise, hvor vores kunder kan spare penge. Vi vil også vise hvordan. Derfor lagerfører vi de nye rationelle befæstelseselementer, som kan være med til at sænke de totale omkostninger.

14.2 PPP-produkter

PPP-produkter markedsføres og sælges ikke som normale mekaniske befæstelseselementer. PPP-produkter skal nedbringe monteringsomkostningerne for slutbrugeren. Gennem PPP-produkter tilbyder vi højteknologiske skrueforbindelser der bidrager til en reduktion af omkostningerne.

Eksempel på PPP-produkter er, Taptite®, Coreflex®, Powerlok®, Torx®, Nordlock® og Spax®.

15 Taptite® II

Taptite-systemet er videreudviklet, og der er intet andet system for gevindformende skruer, der er så nemt og formålstjenligt. Den seneste udvikling er Taptite II.

Taptiteskruen former gevindet i et hul, uden at der dannes spåner og ved et omdrejningsmoment, der er meget lavere end tilspændingsmomentet.

I et hul, hvor gevindet er blevet formet med Taptite II, kan der bruges en almindelig skrue med M-gevind, hvis Taptite II skruen mistes.

15.1 Gevindformning

Trilobulære gevindformende Taptite II skruer former stærke, solide gevind i borede, lokkede eller pressede huller i plader eller støbegods af formbare metaller. Når en Taptite II skrue drejes gennem et godshul, koldformer hver flig metallet i hullet til et gevind.

Taptite II gevindet er udformet således, at drejemomentet bliver lavere end med tidligere Taptite skruer. På grund af elastisk tilbagefjedring fyldes godsmaterialet op bagved fligen, og skaber et større kontaktareal mellem gevindene, hvilket mindsker risikoen for at skruen løsner sig, samt øger dens holdbarhed.

15.2 Materiale

Skrue med Taptite II gevind er normalt hærdet, men findes også i sejhærdet. F.eks. Coreflex, Anvendelsen af disse typer er anderledes og beskrives i de følgende afsnit.

15.2.1 Hærdet Taptite® II

Hærdet Taptite II skruer fremstilles af speciallegeret stål. Under hærdeningen forhøjes kulstofindholdet i overfladen, ca. 0,2 mm ind i materialet. Laget har herefter en hårdhed på over 450 HV, mens skruens kerne er under 370 HV. Skruens brudstyrke bliver da over 930 N/mm² hvilket svarer til kvalitetsklasse 8.8.

Hærdeningen gør, at skruen ikke har den samme elasticitet som en sejhærdet 8.8 og skal derfor ikke anvendes i højstyrke forbindelser eller ved dynamisk belastning. I højstyrke forbindelser anbefales Taptite II i Coreflex-udførelse.

Hærdede skruer med Taptite II gevind kan forme gevind i plader og profil af:

- Stål, med hårdhed op til 250 HB
- Aluminium og kobber, samt deres legeringer
- Støbegods af jern¹⁾, stål, aluminium, magnesium¹⁾, zink og kobber legeringer.

1) Visse typer kan være skrøbelige. Kontakt os for vejledning.

15.2.2 Taptite® II i Coreflex®-udførelse

Corflex hærkning åbner for nye anvendelsesområder og muligheder til at spare omkostninger i krævende konstruktioner med lidt grovere gevinddiametre.

Skruer med Taptite II gevind i Coreflex udførelse er sejhærdede. De kan belastes på samme måde som standardskruer, 8.8 og 10.9, hvor der kræves både sejhed og styrke ved store varierende ydre kræfter. Eksempel på sådanne avancerede monteringer er cylinderhoved-skruer i benzinmotorer og skruer til bilernes sikkerhedsseler.

Corflex forekommer i to udførelser, Corflex-N med normal sejhærdning som kan forme gevind i plastiske formbare ikke jernholdige materialer med en max. hårdhed af 100 HB.

Corflex-I med sejhærdning og induktionshærdning i spidsen, se figur 51. Spidsens overfladehårdhed i denne udførelse overstiger lokalt på de første ca. 5 gevind 450 HV hvilket giver samme gode gevindformningsegenskaber som en almindelig hærdet Taptite II. Induktionshærdningen af spidsen påvirker ikke det bærende gevind, da induktionshærdningen kun lokalt omfatter spidsen, som former gevindet.

Skruer i Corflex-I kan forme gevind i stål med en hårdhed op til 250 HB.

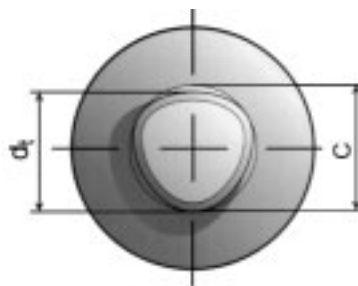


Figur 58 – Corflex-I udførende

15.3 Gevinddiametre og anbefalede hul

Tabel 54: Gevinddiametre Taptite II

Gevind	dt		C	
	Max	Min	Max	Min
M 2,5	2,48	2,31	2,57	2,48
M 3	2,97	2,88	3,07	2,98
M 4	3,94	3,84	4,08	3,98
M 5	4,93	4,82	5,09	4,98
M 6	5,9	5,77	6,1	5,97
M 8	7,88	7,72	8,13	7,97
M 10	9,85	9,67	10,15	9,97
M 12	11,83	11,68	12,18	11,97



Figur 59 – Gevinddiameter

Tabel 55: Borede eller lokkede hul i kulstofstål med 110-130 HB

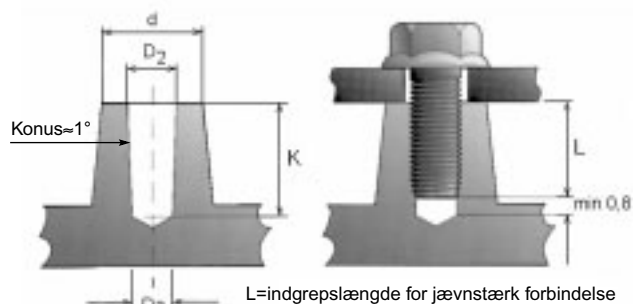
Gevind	Materialetykkelse eller indgrebslængde					
	0,5-1,5	1,5-2,5	2,5-4	4-6,5	6,5-10	10-15
	Huldiameter D					
M 2,5	2,25	2,3	2,35	2,35		
M 3	2,7	2,75	2,8	2,8	2,8	
M 4	3,6	3,65	3,65	3,7	3,75	
M 5		4,55	4,6	4,65	4,7	
M 6		5,45	5,5	5,55	5,6	5,65
M 8			7,3	7,4	7,45	7,55
M 10			9,2	9,25	9,3	9,4
M 12				11,05	11,15	11,25

Tabel 56: Boret eller lokkede hul i let-metal med 80-120 HB

Gevind	Materialetykkelse eller indgrebslængde					
	0,5-1,5	1,5-2,5	2,5-4	4-6,5	6,5-10	10-15
	Huldiameter D					
M 2,5	2,25	2,3	2,3	2,35		
M 3	2,7	2,75	2,75	2,8	2,8	
M 4	3,6	3,6	3,65	3,7	3,75	
M 5		4,55	4,6	4,6	4,65	
M 6		5,45	5,45	5,5	5,55	5,6
M 8			7,3	7,4	7,4	7,5
M 10			9,2	9,25	9,3	9,4
M 12				11,05	11,1	11,2

Tabel 57: Presstøbte hul i aluminium

Gevind	Huldiameter		d min	K min	L min
	D ₂	D ₃			
M 2,5	2,38	2,24	4,2	8,3	7,5
M 3	2,85	2,68	5	9,8	9
M 4	3,8	3,58	7	12,8	12
M 5	4,75	4,48	9	15,8	15
M 6	5,7	5,37	10	18,8	18
M 8	7,7	7,27	14	24,8	24
M 10	9,6	9,06	17	30,8	30
M 12	11,6	10,96	20	36,8	36

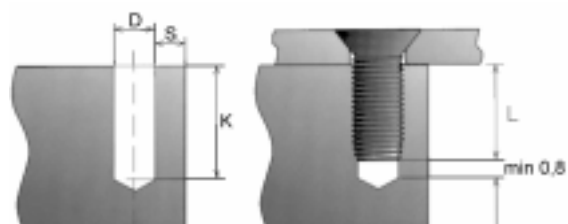


Figur 60 – Anbefalet hul

Tabel 58: Borede hul i presstøbt aluminium

Gevind	D ¹⁾	S min	K min	L min
M 2,5	2,25	1,3	8,3	7,5
M 3	2,75	1,5	9,8	9
M 4	3,7	2	12,8	12
M 5	4,6	3	15,8	15
M 6	5,55	3,2	18,8	18
M 8	7,45	3,7	24,8	24
M 10	9,3	4	30,8	30
M 12	11,2	4,5	36,8	36

1) Tolerans = +0 / -0,1



L=indgrepslængde for jævnstærk forbindelse

Figur 61 – Anbefalet hul

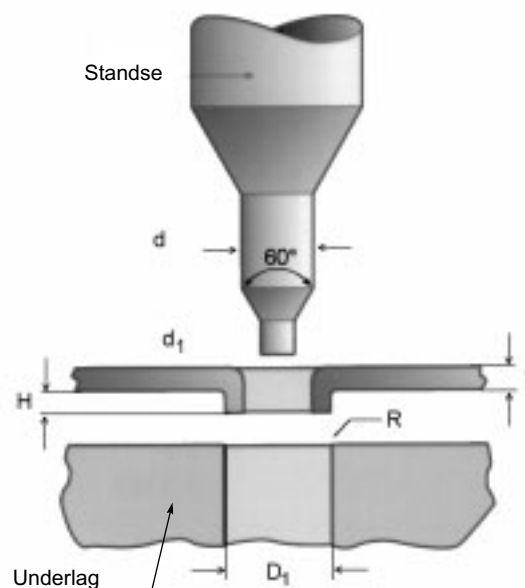
Tabel 59: Opkravede hul i kulstofstål med 110-130 HB

Gevind	Huldiameter D, H11-tolerance
M 2,5	2,25
M 3	2,7
M 4	3,6
M 5	4,55
M 6	5,4
M 8	7,3
M 10	9,15
M 12	11

$D_1 = d + 1t$ till $d + 1,2t$
 d = rekommenderad håldiameter D
 $d_1 = 0,5d$ dock minst $\approx t$
 $R = 0,1t$
 t = plåttjocklek

Tabel 60: Mål for hulkrave

Gevind	Materialetykkelse					
	-1	1-1,5	1,5-2	2-2,5	2,5-3	3-4
	Kravehøjde H					
M 2,5	1	1	1,1			
M 3	1,2	1,2	1,3	1,3		
M 4	1,3	1,4	1,5	1,5	1,6	
M 5		1,6	1,8	2	2,3	2,5
M 6		1,9	2,1	2,4	2,6	2,8
M 8			2,6	3	3,2	3,5
M 10				3,7	3,9	4,3
M 12				3,9	4,3	4,7



Figur 62 – Hulkrave

15.4 Montering og styrke

Taptiteskruer monteres bedst med maskinelle momentnøgler, som har god momentnøjagtighed. Omdrejningstal mellem 300 og 1500 r/m. Omdrejningstallet må i en vis udstrækning tilpasses dimension, hovedform samt monteringsbetingelserne i øvrigt. Tilspændingsmoment for god klemkraft ses i tabellerne nedenunder. Selve gevindformningsmomentet er betydeligt lavere, sommetider 1/2 til 2/3 af tilspændingsmomentet. Læg mærke til at Taptiteskruer er belagt med et smøremiddel for at kompensere for gevindformningsmomentet, hvilket indebærer, at der gives god klemkraft.

Tabel 61: Hærdet Taptite II, Styrke og tilspændingsmoment

Gevind	Brudstyrke kN min	Vridningsbrudstyrke Nm min	Gevindformningsmoment Nm	Tilspændingsmoment Nm ¹⁾
M 2,5	3,15	1,2	0,5	0,8
M 3	4,68	2,1	0,8	1,4
M 4	8,17	4,9	2	3,4
M 5	13,2	10	4	6,6
M 6	18,7	17	7	11
M 8	34	42	17	28
M 10	53,9	85	30	55
M 12	78,4	150	50	94

1) I gennemgående hul efter at gevindet er formet

Tabel 62: Taptite II i Coreflex hærdning, Styrke og tilspændingsmoment

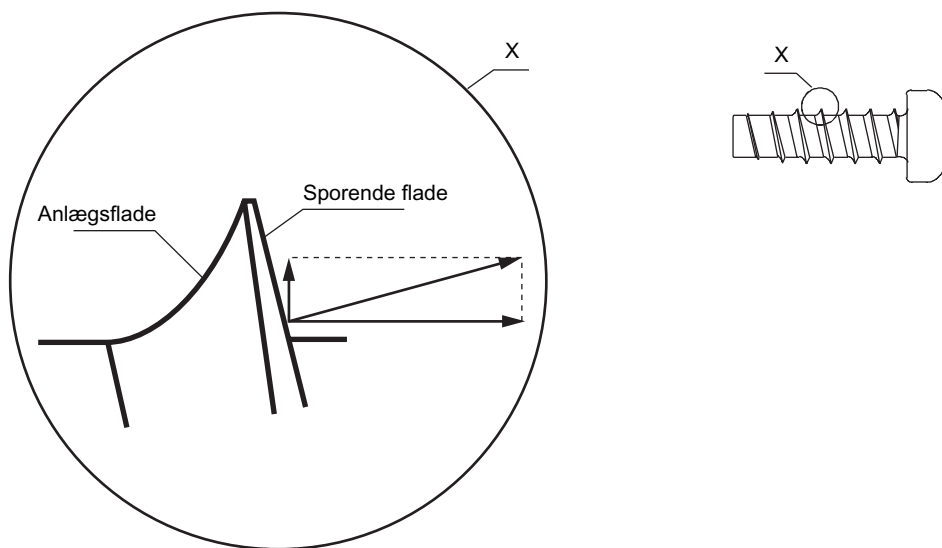
Gevind	Brudstyrke kN min	Vridningsbrudstyrke Nm min	Gevindformningsmoment Nm	Tilspændingsmoment Nm ¹⁾
M 5	14,2	9,3	4	7,3
M 6	20,1	16	7	13
M 8	36,6	40	17	30
M 10	58	81	30	58
M 12	84,3	142	50	100
M 16	157	377	120	250

1) I gennemgående hul efter at gevindet er formet

16 REMFORM®

REMFORM-skruen er en gevindformende skrue med en unik form på gevindet, specielt konstrueret for vor tids store variation af termoplastiske materialer. Nu er REMFORM-skruen ikke bare god til at forme vel fungerende gevind i bløde materialer. Den fungerer udmærket også i krævende forbindelser, dens egenskaber er f.eks. gode i hårde glasfiberarmerede plastik konstruktioner. Samme princip der gør REMFORM så perfekt for plastik konstruktioner, gør den også passende for andre formbare materialer som f.eks. træ og bløde metaller.

16.1 Den unikke form på gevindet



Figur 63 – Gevindprofilen

Den stejle sporende flade (se figur 56) på REMFORM's specielle asymmetriske gevindprofil er konstrueret til at kunne modstå udtrækskræfter, hver enten de tilføres gennem moment eller ydre trækkerkræfter.

Gevindets første omdrejning er det der påvirker formningen mest på det modgående gevind. Radiusen på anlægsfladen er omgivet af en lille vinkel, som er konstrueret så flytning af godsmaterialet bliver mere optimalt. (se figur 56).

16.2 REMFORM-styrken

REMFORM-skruen er stærk. Med en højere vridningsmodstand end mange af konkurrenterne er vores skrue god til, at udnytte lange indskruningslængder. Muligheden for dette gør, at REMFORM overgår sine konkurrenter, da større klemkræft kan opnås gennem en forøgelse af indskruningslængden i stedet for en forøgelse af gevinddiametern. En diameterøgning giver ikke bedre resultat men øger blot omkostningerne.

Den længste indskruningslængde denne type af skrue kan klare er der, hvor det modgående gevind formes til et styrkeniveau hvor skruen brister uden at gevindet ødelægges i det modgående materiale. Med svagere skruer er disse lange indskruningslængder ikke mulige at opnå, idet gevindformningsmomentet nærmer sig den svagere skrues vridbrudsmoment. Med svagere skruer er disse lange indskruningslængder ikke mulige at opnå, idet skruen vil nærme sig brudmomentsgrænsen.

16.3 Høj brudmomentgrænse

Ved monteringer hvor skruer brister på grund af vridningsbrud, når de udsættes for et tilspændingsmoment, garanterer REMFORM's en høj vridningsmodstand og et højt brudmoment. I monteringer hvor brudet sker i det modgående gevind hjælper den stejle anlægsflade til, at den største del af kræften i aksial retningen, øger modstanden mod brud i det modgående gevind.

16.4 Udvidningskræfter i godsgevindet

REMFORD-gevindets runde anlægsflade reducerer udvidningskraften i det modgående gevind gennem, at minimere de radiale kræfter under såvel gevindformning som under tilspænding. Den sporende flades stejle vinkel overfører det meste af den resulterende kraft, som udvikles i forspændingen af skruen i aksial retningen, hvilket minimerer de radiale udvidningskræfter, som kan få godsmaterialet til at briste.

16.5 REMFORM-kvalitet

REMFORD-skruen udvikledes med total kvalitet som baggrund - et kvalitetsdesign. Mange skruer udvikles, med mindre hensyn til skruens fremstillingsproces og de begrænsninger som processen udgør for konstruktion af skruen.

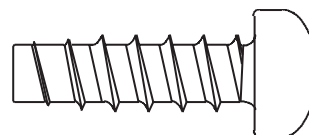
Resultatet kan være at skruerne ikke kan fremstilles effektivt. Dette betyder at skruen ikke overholder den oprindelige form, hvilket går udover hele stammen på skruen. Det bevirker, at gevindet ikke fyldes optimalt, samt at skruen afviger fra den oprindelige specifikation.

Disse mangler resulterer almindeligvis i uregelmæssige præstationer og forhindrer muligheden for at lave kvalitetsforbindelser.

16.6 Dimensioner og anbefalede hul

Tabel 63: Gevinddimensioner

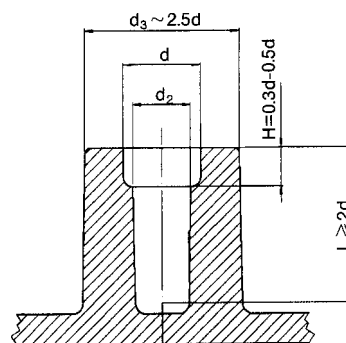
Gevind-diameter	Stigning	Yderdiameter d		Kern-diameter
		max	min	
2	1	2,1	2	1,17
2,5	1,15	2,6	2,5	1,47
3	1,35	3,1	3	1,9
3,5	1,55	3,6	3,5	2,22
4	1,75	4,1	4	2,55
4,5	2	4,65	4,5	2,87
5	2,25	5,15	5	3,19
6	2,65	6,15	6	3,84
7	3,1	7,15	7	4,48
8	3,5	8,15	8	5,12
10	4,5	10,15	10	6,4



Figur 64

Tabel 64: Anbefalede hul

Materiale	Huldiameter ¹⁾	
PA 6 - 30GF	0,85	x dmax
PA 6	0,83	x dmax
PA 6.6	0,8	x dmax
PP	0,8	x dmax
PPO	0,85	x dmax
PS	0,8	x dmax
PE	0,8	x dmax
ABS	0,78	x dmax
PC	0,85	x dmax

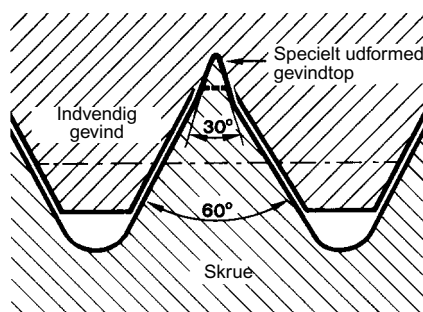


Figur 65

¹⁾ De anbefalede huller for oven skal bruges som en orientering. De er baseret på teoretiske beregninger for en indskrænkning af indskrænkningens længde tilsvarende til 2 gevinddimensioner. Applikationsprøvning er vigtig for at fastslå passende tilspændingsmoment og andre relevante faktorer.

17 Powerlok®

Powerlok® har samme triangulære form som Taptite® II. Takket være en specielt udformet gevindtop giver Powerlok en udmærket låsning i hul med allerede skåret gevind.



Figur 66 – Powerlok-gevindets udformning

Powerlok®-skruer findes i to udførelser:

Powerlok® N: Sejhærdet til kvalitetsklasse 10.9, hårdhed 300 - 360 HB

Powerlok® H: Hærdet til overfladehårdhed HRC 47 og kernehårdhed HRC 28 - 36, dvs. samme som for normal Taptite®.

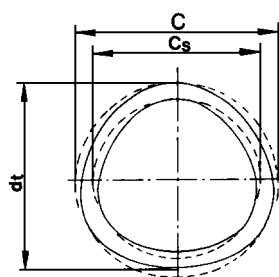
Dimensionsområdet for Powerlok® er M3 - M12.

17.1 Anvendelsesområde

Powerlok® N kan anvendes overalt, hvor andre typer af låseskruer eller sikringselementer bruges for montering i godshul.

Powerlok® H anbefales for materialer der ikke kan formes plastisk, f.eks. støbejern, og ekstremt hårde materialer (HB>250), hvor Powerlok N måske risikerer at deformeres.

17.2 Mål og anbefalede tilspændingsmoment



Figur 67

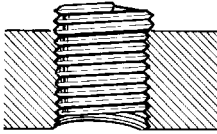
Tabel 65: Dimensioner, Powerlok

Gevind		Omskrivna cirkeln		Tvåpunktsmått		Spids	Anbefalet tilspændingsmoment	
		C		d _t		C _s max	Powerlok N	Powerlok H
		min	max	min	max		Nm	Nm
M	4	4,1	4,22	3,96	4,08	3,94	3,5	2,5
M	5	5,13	5,26	4,97	5,1	5	7	5
M	6	6,15	6,3	5,95	6,1	6	12	8,5
M	8	8,2	8,35	7,95	8,1	8	30	20
M	10	10,25	10,4	9,95	10,1	10	57	40
M	12	12,3	12,45	11,95	12,1	12	100	70

18 Filtec® gevindeindsatse

Filtec gevindindsatse er et godt alternativ, når det gælder forstærkning eller fornyelse af gamle gevind. Filtec er fremstillet i rustfrit eller syrefast materiale med meget høj styrke, og er derfor så godt som uopslidelig. Tråden i Filtec har et rombisk tværsnit, og er formet som en spiral for at give bedre forspænding og selvlåsning.

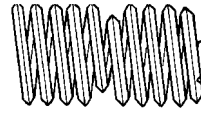
Filtec gevindindsatse er kvalitetsprodukter, som giver sikre og økonomiske skrueforbindelser ved alle mekaniske, termiske og korrosive spændinger.



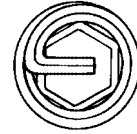
Figur 68 – Filtec gevindindsatse



Figur 69 – Rombisk tværsnit



Figur 70 – Lockfil gevindindsatse



Figur 71 – Polygon-omdrejning

18.1 Fordele

- Høj styrke
- God korrosionsbeskyttelse
- Høj temperaturbestandighed
- Bredt anvendelsesområde
- Så godt som uopslidelige
- Selvlåsende
- Giver maksimal forspænding
- Medfører mindre materialeforbrug

18.2 Anvendelsesområde

Nyproduktion

Hvor styrken på arbejdsmaterialet ikke er tilstrækkelig. Ofte handler det om plast, legeringer af aluminium, og magnesium eller støbejern.

Reparation af ødelagt gevind

Indsatsen forhindrer dyre driftsstop. Hullet beholder sin oprindelige diameter, og man kan bruge samme type af skrue efter reparation.

Svære miljøer

Filtec klarer svære kemiske og atmosfæriske miljøer, forhindrer korrosionsangreb og brænder ikke fast i godset.

18.3 Lockfil - Den låsende gevindindsats

Lockfil har et eller flere afhængige dimensions polygonformede låseomdrejninger i midten af indsatsen, som får skruen til at sidde fast. Forbindelsen sidder fastlåst og løsner sig ikke, når den bliver udsat for stærke vibrationer eller andre dynamiske belastninger.

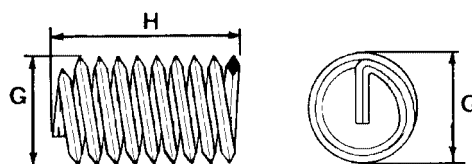
Lockfil giver en effektivere og stærkere låsning end andre låsesystemer, som f.eks. låsemøtrik og låseskive.

Betegnelser:

Diameter Stigning Længde, monteret

Filtec 10 x 1,25 x 10 (1d) = Standard gevindindsats i materiale 18/8

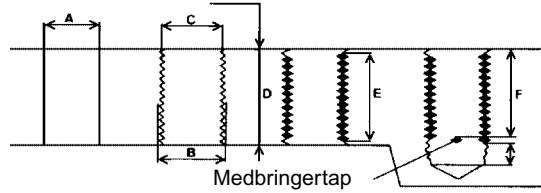
Lockfil 10 x 1,25 x 10 (1d) = Låsende gevindindsats i materiale 18/8



Figur 72 – Mål for den umonterede gevindindsats

Tabel 66: Dimensioner M-gevind, (se figur 70)

Gevind	Boring A			Gevindtolerance			Gevindlængde D								
	Bor	min	max	Yderdia B	Middeldiam C		0,5d	0,75d	1d	1,25d	1,5d	2d	2,5d	3d	
				min	max	min									
M 2,5 x 0,45	2,6	2,597	+ 0,1	3,084	2,792	+ 0,055	-	-	2,5	3,12	3,75	5	6,25	7,5	
M 3 x 0,5	3,2	3,108	+ 0,112	3,65	3,325	+ 0,059	-	-	3	3,75	4,5	6	7,5	9	
M 3,5 x 0,6	3,7	3,63	+ 0,125	4,28	3,89	+ 0,069	-	-	3,5	4,37	5,25	7	8,75	10,5	
M 4 x 0,7	4,2	4,152	+ 0,14	4,91	4,455	+ 0,074	-	-	4	5	6	8	10	12	
M 5 x 0,8	5,2	5,174	+ 0,16	6,04	5,52	+ 0,077	-	-	5	6,25	7,5	10	12,5	15	
M 6 x 1	6,3	6,217	+ 0,19	7,3	6,65	+ 0,092	-	-	6	7,5	9	12	15	18	
M 7 x 1	7,3	7,217	+ 0,19	8,3	7,65	+ 0,092	-	-	7	8,75	10,5	14	17,5	21	
M 8 x 1	8,3	8,217	+ 0,19	9,3	8,65	+ 0,092	-	-	8	10	12	16	20	24	
M 8 x 1,25	8,4	8,271	+ 0,212	9,624	8,812	+ 0,099	-	-	8	10	12	16	20	24	
M 9 x 1,25	9,4	9,271	+ 0,212	10,624	9,812	+ 0,099	-	-	9	11,25	13,5	18	22,5	27	
M 10 x 1	10,25	10,217	+ 0,19	11,3	10,65	+ 0,092	-	-	10	12,5	15	20	25	30	
M 10 x 1,25	10,4	10,271	+ 0,212	11,624	10,812	+ 0,099	-	-	10	12,5	15	20	25	30	
M 10 x 1,5	10,5	10,324	+ 0,236	11,948	10,974	+ 0,115	-	-	10	12,5	15	20	25	30	
M 11 x 1,5	11,5	11,324	+ 0,236	12,948	11,974	+ 0,115	-	-	11	13,75	16,5	22	27,5	33	
M 12 x 1	12,25	12,217	+ 0,19	13,3	12,65	+ 0,1	-	-	12	15	18	24	30	36	
M 12 x 1,25	12,25	12,271	+ 0,212	13,624	12,812	+ 0,114	-	-	12	15	18	24	30	36	
M 12 x 1,5	12,5	12,324	+ 0,236	13,948	12,974	+ 0,125	-	9	12	15	18	24	30	36	
M 12 x 1,75	12,5	12,379	+ 0,265	14,274	13,137	+ 0,134	-	9	12	15	18	24	30	36	
M 14 x 1,5	14,5	14,324	+ 0,236	15,948	14,974	+ 0,125	-	10,5	14	17,5	21	28	35	42	
M 14 x 2	14,5	14,433	+ 0,3	16,598	15,299	+ 0,145	-	10,5	14	17,5	21	28	35	42	
M 16 x 1,5	16,5	16,324	+ 0,236	17,948	16,974	+ 0,125	-	12	16	20	24	32	40	48	
M 16 x 2	16,5	16,433	+ 0,3	18,598	17,299	+ 0,145	-	12	16	20	24	32	40	48	
M 18 x 1,5	18,5	18,324	+ 0,236	19,948	18,974	+ 0,125	9	13,5	18	22,5	27	36	45	54	
M 18 x 2	18,5	18,433	+ 0,3	20,598	19,299	+ 0,145	-	13,5	18	22,5	27	36	45	54	
M 18 x 2,5	18,75	18,541	+ 0,355	21,248	19,624	+ 0,154	-	13,5	18	22,5	27	36	45	54	
M 20 x 1,5	20,5	20,324	+ 0,236	21,948	20,974	+ 0,125	10	15	20	25	30	40	50	60	
M 20 x 2	20,5	20,433	+ 0,3	22,598	21,299	+ 0,145	-	15	20	25	30	40	50	60	
M 20 x 2,5	20,75	20,541	+ 0,355	23,248	21,624	+ 0,154	-	15	20	25	30	40	50	60	
M 22 x 1,5	22,5	22,324	+ 0,236	23,948	22,974	+ 0,125	11	16,5	22	27,5	33	-	-	-	
M 22 x 2	22,5	22,433	+ 0,3	24,598	23,299	+ 0,145	-	16,5	22	27,5	33	44	-	-	
M 22 x 2,5	22,75	22,541	+ 0,355	25,248	23,624	+ 0,154	-	16,5	22	27,5	33	44	55	66	
M 24 x 1,5	24,5	24,325	+ 0,236	25,948	24,974	+ 0,135	12	18	24	30	36	-	-	-	
M 24 x 2	24,5	24,433	+ 0,3	26,598	25,299	+ 0,155	-	18	24	30	36	48	-	-	
M 24 x 3	24,75	24,649	+ 0,4	27,897	25,948	+ 0,187	-	18	24	30	36	48	60	72	
M 26 x 1,5	26,5	26,325	+ 0,236	27,948	26,974	+ 0,135	13	19,5	26	32,5	39	-	-	-	
M 27 x 1,5	27,5	27,325	+ 0,236	28,948	27,974	+ 0,135	13,5	20,25	27	33,75	40,5	-	-	-	
M 27 x 2	27,5	27,433	+ 0,3	29,598	28,299	+ 0,155	13,5	20,25	27	33,75	40,5	-	-	-	
M 27 x 3	27,75	27,649	+ 0,4	30,897	28,948	+ 0,187	-	20,25	27	33,75	40,5	54	-	-	
M 28 x 1,5	28,5	28,325	+ 0,236	29,948	28,974	+ 0,135	14	21	28	35	42	-	-	-	
M 30 x 1,5	30,5	30,325	+ 0,236	31,948	30,974	+ 0,135	15	22,5	30	37,5	45	-	-	-	
M 30 x 2	30,5	30,433	+ 0,3	32,598	31,299	+ 0,155	15	22,5	30	37,5	45	-	-	-	
M 30 x 3,5	31	30,757	+ 0,45	34,546	32,273	+ 0,199	-	22,5	30	37,5	45	60	-	-	
M 33 x 2	33,5	33,433	+ 0,3	35,598	34,299	+ 0,155	16,5	24,75	33	41,25	49,5	-	-	-	
M 33 x 3	34	33,649	+ 0,4	36,897	34,948	+ 0,187	16,5	24,75	33	41,25	49,5	-	-	-	
M 33 x 3,5	34	33,757	+ 0,45	37,546	35,273	+ 0,199	-	24,75	33	41,25	49,5	66	-	-	
M 36 x 1,5	36,5	36,325	+ 0,236	37,948	36,974	+ 0,135	18	27	36	45	54	-	-	-	
M 36 x 2	36,5	36,433	+ 0,3	38,598	37,299	+ 0,155	18	27	36	45	54	-	-	-	
M 36 x 3	37	36,649	+ 0,4	39,897	37,948	+ 0,187	18	27	36	45	54	-	-	-	
M 36 x 4	37	36,866	+ 0,475	41,196	38,598	+ 0,211	-	27	36	45	54	72	-	-	
M 39 x 3	40	39,649	+ 0,4	42,897	40,948	+ 0,187	19,5	29,25	39	48,75	58,5	-	-	-	
M 39 x 4	40	39,866	+ 0,475	44,196	41,598	+ 0,211	-	29,25	39	48,75	58,5	78	-	-	
M 42 x 3	43	42,649	+ 0,4	45,897	43,948	+ 0,187	21	31,5	42	52,5	63	-	-	-	
M 42 x 4,5	43	42,975	+ 0,53	47,846	44,923	+ 0,224	-	31,5	42	52,5	63	84	-	-	
M 45 x 3	46	45,649	+ 0,4	48,897	46,948	+ 0,187	22,5	33,75	45	56,25	67,5	-	-	-	
M 45 x 4,5	46	45,975	+ 0,53	50,846	47,923	+ 0,224	-	33,75	45	56,25	-	90	-	-	
Speciel Tændrør							Vi tilbyder også andre dimensioner								
M 14 x 1,25	14,25	14,271	+ 0,212	15,624	14,812	+ 0,115	7,5	8,4	10,5	12,4	16,4	18	-	-	



Figur 73 – Mål for hul, gevind og monteret indsats

Tabel 71: Dimensioner M-gevind, monteret

Gevind	Effektiv gevind, monteret indsats E								Effektiv gevindlængde bundhul inkl. medbringertap F							
	0,5d	0,75d	1d	1,25d	1,5d	2d	2,5d	3d	0,5d	0,75d	1d	1,25d	1,5d	2d	2,5d	3d
M 2,5 x 0,45	-	-	2,1	2,7	3,3	4,6	5,8	7,1	-	-	1,8	2,5	3,1	4,3	5,6	6,8
M 3 x 0,5	-	-	2,5	3,3	4	5,5	7	8,5	-	-	2,3	3	3,8	5,3	6,8	8,3
M 3,5 x 0,6	-	-	2,9	3,8	4,7	6,4	8,2	9,9	-	-	2,6	3,5	4,4	6,1	7,9	9,7
M 4 x 0,7	-	-	3,3	4,3	5,3	7,3	9,3	11,3	-	-	3	4	5	7	9	11
M 5 x 0,8	-	-	4,2	5,5	6,7	9,2	11,7	14,2	-	-	3,8	5,1	6,3	8,8	11,3	13,8
M 6 x 1	-	-	5	6,5	8	11	14	17	-	-	4,5	6	7,5	10,5	13,5	16,5
M 7 x 1	-	-	6	7,8	9,5	13	16,5	20	-	-	5,5	1,3	9	12,5	16	19,5
M 8 x 1	-	-	7	9	11	15	19	23	-	-	6,5	8,5	10,5	14,5	18,5	22,5
M 8 x 1,25	-	-	6,8	8,8	10,8	14,8	18,8	22,8	-	-	6,2	8,2	10,2	14,2	18,2	22,2
M 9 x 1,25	-	-	7,8	10	12,3	16,8	21,3	25,8	-	-	7,2	9,4	11,1	16,2	20,7	25,2
M 10 x 1	-	-	9	11,5	14	19	24	29	-	-	8,5	10	13,5	18,5	23,5	28,5
M 10 x 1,25	-	-	8,8	11,3	13,8	18,8	23,8	28,8	-	-	8,2	10,7	13,2	18,2	23,2	28,2
M 10 x 1,5	-	-	8,5	11	13,5	18,5	23,5	28,5	-	7,8	10,3	12,8	17,8	22,8	27,8	-
M 11 x 1,5	-	-	9,5	12,3	15	20,5	26	31,5	-	-	8,8	11,5	14,3	19,8	25,3	30,8
M 12 x 1	-	-	11	14	17	23	29	35	-	-	10,5	13,5	16,5	22,5	28,5	34,5
M 12 x 1,25	-	-	10,8	13,8	16,8	22,8	28,8	34,8	-	-	10,2	13,2	16,2	22,2	28,2	34,2
M 12 x 1,5	-	7,5	10,5	13,5	16,5	22,5	28,5	34,5	-	6,8	9,8	12,8	15,8	21,8	27,8	33,8
M 12 x 1,75	-	7,3	10,3	13,3	16,3	22,3	28,3	34,3	-	6,4	9,4	12,4	15,4	21,4	27,4	33,4
M 14 x 1,5	-	9	12,5	16	19,5	26,5	33,5	40,5	-	8,3	11,8	15,3	18,8	25,8	32,8	39,8
M 14 x 2	-	8,5	12	15,5	19	26	33	40	-	7,6	11,1	14,6	18,1	25,1	32,1	39,1
M 16 x 1,5	-	10,5	14,5	18,5	22,5	30,5	38,5	46,5	-	9,8	13,8	17,8	21,8	29,8	37,8	45,8
M 16 x 2	-	10	14	18	22	30	38	46	-	9,1	13,1	17,1	21,1	29,1	37,1	45,1
M 18 x 1,5	7,5	12	16,5	21	25,5	34,5	43,5	52,5	6,8	11,3	15,8	20,8	24,8	33,8	42,8	51,8
M 18 x 2	-	11,5	16	20,5	25	34	43	52	-	10,6	15,1	19,6	24,1	33,1	42,1	51,1
M 18 x 2,5	-	11	15,5	20	24,5	33,5	42,5	51,5	-	9,8	14,3	18,8	23,3	32,3	41,3	50,3
M 20 x 1,5	8,5	13,5	18,5	23,5	28,5	38,5	48,5	58,5	7,8	12,8	17,8	22,8	27,8	37,8	47,8	57,8
M 20 x 2	-	13	18	23	28	38	48	58	-	12,1	11,1	22,1	27,1	37,1	47,1	57,1
M 20 x 2,5	-	12,5	17,5	22,5	27,5	37,5	47,5	57,5	-	11,3	16,3	21	26,3	36,3	46,3	56,3
M 22 x 1,5	9,5	15	20,5	26	31,5	-	-	-	8,8	14,3	19,8	25,3	30,8	-	-	-
M 22 x 2	-	14,5	20	25,5	31	42	-	-	-	13,6	19,1	24,6	30,1	41,1	-	-
M 22 x 2,5	-	14	19,5	25	30,5	41,5	52,5	63,5	-	12,8	18,3	23,8	29,3	40,3	51	62,3
M 24 x 1,5	10,5	16,5	22,5	28,5	34,5	-	-	-	9,8	15,8	21,8	27,8	33,8	-	-	-
M 24 x 2	-	16	22	28	34	46	-	-	-	15,1	21,1	27,1	33,1	45,1	-	-
M 24 x 3	-	15	21	27	33	45	57	69	-	13,6	19,6	25,6	31,6	43,6	55,6	67,6
M 26 x 1,5	11,5	18	24,5	31	37,5	-	-	-	10,8	17,3	23,8	30,3	36,8	-	-	-
M 27 x 1,5	12	18,8	25,5	32,3	39	-	-	-	11,3	18	24,8	31,5	38,3	-	-	-
M 27 x 2	11,5	18,3	25	31,8	38,5	-	-	-	10,6	17,3	24,1	30,8	37,6	-	-	-
M 27 x 3	-	17,3	24	30,8	37,5	51	-	-	-	15,8	22,6	29,3	36,1	49,6	-	-
M 28 x 1,5	12,5	19,5	26,5	33,5	40,5	-	-	-	11,8	18,8	25,8	32,8	39,8	-	-	-
M 30 x 1,5	13,5	21	28,5	36	43,5	-	-	-	12,8	20,3	27,8	35,3	42,8	-	-	-
M 30 x 2	13	20,5	28	35,5	43	-	-	-	12,1	19,6	27,1	34,6	42,1	-	-	-
M 30 x 3,5	-	19	26,5	34	41,5	56,5	-	-	-	17,3	24,8	32,3	39,8	54,8	-	-
M 33 x 2	14,5	22,8	31	39,3	47,5	-	-	-	13,6	21,8	30,1	38,3	46,6	-	-	-
M 33 x 3	13,5	21,8	30	38,3	46,5	-	-	-	12,1	20,3	28,6	36,8	45,1	-	-	-
M 33 x 3,5	-	21,3	29,5	37,8	46	62,5	-	-	-	19,6	27,8	36,1	44,3	60,8	-	-
M 36 x 1,5	16,5	25,5	34,5	43,5	52,5	-	-	-	15,8	24,8	33,8	42,8	51,8	-	-	-
M 36 x 2	16	25	34	43	52	-	-	-	15,1	24,1	33,1	42,1	51,1	-	-	-
M 36 x 3	15	24	33	42	51	-	-	-	13,6	22,6	31,6	40,6	49,6	-	-	-
M 36 x 4	-	23	32	41	50	68	-	-	-	21,1	30,1	39,1	48,1	66,1	-	-
M 39 x 3	16,5	26,3	36	45,8	55,5	-	-	-	15,1	24,8	34,6	44,3	54,1	-	-	-
M 39 x 4	-	25,3	35	44,8	54,5	74	-	-	-	23,4	33,1	42,9	52,6	72,1	-	-
M 42 x 3	18	28,5	39	49,5	60	-	-	-	16,6	27,1	37,6	48,1	58,6	-	-	-
M 42 x 4,5	-	27	37,5	48	58,5	79,5	-	-	-	24,9	35,4	45,9	56,4	77,4	-	-
M 45 x 3	19,5	30,8	42	53,3	64,5	-	-	-	18,1	29,3	40,6	51,8	63,1	-	-	-
M 45 x 4,5	-	29,3	40,5	51,8	63	85,5	-	-	-	27,1	38,4	49,6	60,9	83,4	-	-
Speciel Tændrør																
Vi tilbyder også andre dimensioner																
M 14 x 1,25	6,25	8,15	9,25	11,15	15,15	16,75	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabel 71 - Dimensioner M-gevind, Forts

Gevind				Filtec Umonteret									
				ø G		Længde i antal stigningsomdrejninger H							
						min	max	0,5d	0,75d	1d	1,25d	1,5d	2d
M	2,5	x	0,45	3,3	3,5	-	-	3,5	4,7	5,9	8,1	10,5	12,9
M	3	x	0,5	3,9	4,1	-	-	3,9	4,9	6,3	8,7	11,1	13,5
M	3,5	x	0,6	4,55	4,75	-	-	3,7	4,9	6,3	8,7	11,2	13,3
M	4	x	0,7	5,15	5,35	-	-	3,7	4,9	6,1	8,4	10,9	13,2
M	5	x	0,8	6,35	6,6	-	-	4,3	5,5	6,9	9,7	12,3	14,8
M	6	x	1	7,6	7,85	-	-	4,2	5,4	6,9	9,6	12,3	14,6
M	7	x	1	8,65	8,9	-	-	5,3	6,5	8,2	11,1	14,3	17,4
M	8	x	1	9,85	10,1	-	-	6,1	7,5	9,5	12,9	16,5	19,9
M	8	x	1,25	9,85	10,1	-	-	4,7	6	7,4	10,6	13,5	16,4
M	9	x	1,25	10,85	11,1	-	-	5,3	6,8	8,6	11,9	15,3	18,1
M	10	x	1	12,1	12,5	-	-	7,6	9,7	12,1	16,3	20,7	25
M	10	x	1,25	12,1	12,5	-	-	6	7,6	9,7	13,1	16,5	20,1
M	10	x	1,5	12,1	12,5	-	-	5	6,5	8,1	11,2	14,2	17,2
M	11	x	1,5	13,1	13,5	-	-	5,6	7,2	9	12,3	15,7	18,9
M	12	x	1	14,4	14,8	-	-	9,3	11,8	14,5	19,5	24,7	29,8
M	12	x	1,25	14,4	14,8	-	-	7,4	9,3	11,6	15,9	20,2	24,5
M	12	x	1,5	14,4	14,8	-	4,4	6,2	7,9	9,8	13,5	15,7	20,8
M	12	x	1,75	14,4	14,8	-	3,7	5,2	6,9	8,4	11,7	14,7	18
M	14	x	1,5	17,2	17,7	-	5,1	7,1	8,9	11,2	15,3	19	23,2
M	14	x	2	17,2	17,7	-	3,9	5,2	6,5	8,3	11,5	14,6	17,6
M	16	x	1,5	19,4	19,9	-	5,9	8,3	10,7	13	17,7	22,4	26,7
M	16	x	2	19,4	19,9	-	4,4	6,1	7,8	9,7	13,3	16,8	19,6
M	18	x	1,5	21,5	22	4,2	7	9,5	12	14,9	20,2	25,3	30,4
M	18	x	2	21,5	22	-	5,1	7,1	8,9	11,2	15,1	19,1	23,1
M	18	x	2,5	21,5	22	-	3,8	5,6	6,4	9	12,3	15,5	18,8
M	20	x	1,5	23,7	24,2	4,9	7,9	10,7	13,4	16,7	22,4	28,2	34,1
M	20	x	2	23,7	24,2	-	5,8	8	10,1	12,5	16,8	21,3	25,8
M	20	x	2,5	23,7	24,2	-	4,5	6,3	8	10	13,7	17,4	21
M	22	x	1,5	26,3	26,8	5,5	8,6	11,7	14,8	18,1	-	-	-
M	22	x	2	26,3	26,8	-	6,4	8,7	11	13,6	18,4	-	-
M	22	x	2,5	26,3	26,8	-	5	6,9	8,8	10,9	15	18,8	22,8
M	24	x	1,5	28,6	29,1	6	9,5	12,9	16,2	19,8	-	-	-
M	24	x	2	28,6	29,1	-	7	9,6	12,1	15	20,2	-	-
M	24	x	3	28,6	29,1	-	4,5	6,2	8,1	10	14	17,5	20,9
M	26	x	1,5	31	31,5	6,5	10,3	14	17,6	21,6	-	-	-
M	27	x	1,5	32,2	32,7	6,7	10,7	14,6	18,3	22,6	-	-	-
M	27	x	2	32,2	32,7	5,1	7,9	10,8	13,7	16,8	-	-	-
M	27	x	3	32,2	32,7	-	5	7,1	9	11,4	15,4	-	-
M	28	x	1,5	33,1	33,6	7,1	11,1	15,2	19,2	23,3	-	-	-
M	30	x	1,5	35,2	35,7	7,8	12,2	16,5	20,7	25,3	-	-	-
M	30	x	2	35,2	35,7	5,7	9	12,3	15,5	19	-	-	-
M	30	x	3,5	35,2	35,7	-	4,9	7	9	11	14,9	-	-
M	33	x	2	38,3	38,8	6,4	10,1	13,7	17,3	21,2	-	-	-
M	33	x	3	38,3	38,8	3,8	5,8	8,9	11,4	14	-	-	-
M	33	x	3,5	38,3	38,8	-	5,6	7,8	10	12,2	16,5	-	-
M	36	x	1,5	42,1	42,6	11	15	19	23	27	-	-	-
M	36	x	2	42,1	42,6	6,8	10,3	14,1	18	21,9	-	-	-
M	36	x	3	42,1	42,6	4,4	7,2	9,9	12,4	15,3	-	-	-
M	36	x	4	42,1	42,6	-	5	7	9,2	11,1	15,2	-	-
M	39	x	3	45,1	45,6	4,9	7,8	10,8	13,7	16,8	-	-	-
M	39	x	4	45,1	45,6	-	5,5	7,7	9,9	12,2	16,6	-	-
M	42	x	3	48,5	49	5,4	8,5	11,7	14,8	18,1	-	-	-
M	42	x	4,5	48,5	49	-	5,8	7,3	9,5	11,6	15,6	-	-
M	45	x	3	52	52,5	5,7	9,1	12,5	15,8	19,3	-	-	-
M	45	x	4,5	53,5	54	-	5,6	8	10,1	12,4	16,8	-	-
Speciel Tændrør				Vi tilbyder også andre dimensioner									
M	14	x	1,25	17,2	17,7	4	4,6	6,2	7,4	10,2	11	-	-

19 ABC SPAX[®]-S, (spånpladeskrue)

Denne ny generation af hærdede træskrue er produceret med en speciel bølgetanding, hvilket gør den nemmere at montere.

19.1 Fordele

- Op til 50% lavere indskruningsmoment for SPAX-S, jævnført med traditionelle træskrue.
- Forboring er normalt ikke nødvendig.
- Skrue får en fjedrende effekt på grund af bølgetanding, hvilket gør forbindelsen stærkere.
- Lige krop giver et jævnt tilspændingsmoment hele vejen.
- SPAX-S skrue har teflonbelægning, hvilket gør den nemmere at skrue i.
- Dobbelt vinklet spids med nøjagtigt beregnede vinkler giver et godt greb og en god stabilitet.
- SPAX-S har gennem en speciel hærdningsmetode meget høj styrke.
- Foruden i alle træmaterialer giver den også et perfekt fæste i f.eks. plast og tynde stålplader.



Figur 74



Figur 75

19.2 Bredt sortiment

Man kan vælge mellem næsten 500 forskellige SPAX-S artikler. Alle afpassede til sit specielle anvendelsesområde. Her findes også SPAX-Cut med borende spids for kantmontage, og SPAX-S med Torx kærven for aksial maskinmontering.

19.3 Flere forskellige hoveder

I SPAX-S sortimentet indgår der skrue af mange forskellige typer: Med undersænket hoved, cylinderhoved eller linsehoved, samt med delgevind og helgevind. Undersænket SPAX-S skrue findes også i rustfrit materiale.

19.4 Her anvendes SPAX-S

- Træ
- Gipsplader
- Spånplader
- Masonit
- Plast
- Letbeton
- Plywood
- Aluminium, max 0,9 mm
- Stål, max 0,7 mm

19.5 Praktiske forpackninger

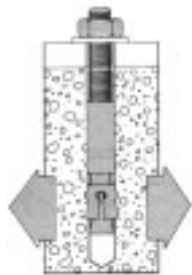
Alle æsker er praktisk udformet med låg, som kan slås op, så man nemt kan fremtage skrue. På hver æske findes også information om passende bits for skruetypen.

20 Betonankre

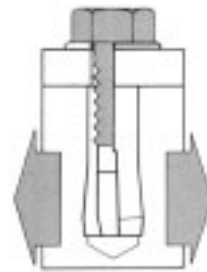
Anvendes i beton, tegl og natursten

20.1 Bredt sortiment

Vores brede program omfatter ekspansionsankre og slagankre for befæstelse i beton, tegl, natursten og andre massive byggematerialer. Ankre er stærke og sikre kvalitetsprodukter med meget konkurrencedygtige priser.



Figur 76 – Ekspansionsankre



Figur 77 – Slagankre, en hurtig og sikker befæstelse

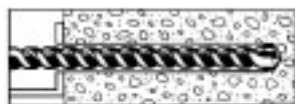
20.2 Ekspansionsankre

Ekspansionsankre monteres i beton og natursten. Anvendelsesområderne er næsten ubegrænsede. Eksempelvis gulv- og vægmontage af maskiner, beskyttelsesrækværk, osv.

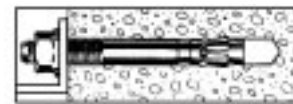
Stålet i ekspansionsankre klarer en stræklast, som er tre til fem gange så stor som den tilladte last, og en brudlast som er fem til otte gange større. Ankerets hylster er 1,5-2 gange så langt end de fleste andre fabrikater, og giver derfor et større og sikrer ekspansionsareal.

Ekspansionsankre er som regel nemmere og billigere at applicere end f.eks. klæbeankre. Men krav vedr. udtræk- og tværstyrke samt brandsikkerhed skal naturligvis altid komme i første række.

Ekspansionsankre lagerføres i elforzinket gulkromateret stål, varmforzinket stål, samt syrefast rustfrit stål A4.



Figur 78



Figur 79

Tabel 67: Teknisk data for elforzinket, varmforzinket og A4

Gevind	Længde	Max. mont. tykkelse mm	Bor Ø mm	Bor hul dybde mm	Min. monte- ringsdybde mm	Monterings moment Nm	Max. anbef. tværlast C25/30 KN	Max. anbef. trælast C25/30 KN
M 6	40	5	6	40	30	10	3,7	2,8
	52	5		45	35	10	3,7	2,8
	67	10		60	50	10	3,7	2,8
	97	40		60	50	10	3,7	2,8
M 8	50	5	8	45	35	23	6,3	4,4
	60	10		50	40	23	6,3	4,4
	80	15		65	55	23	6,3	4,4
	95	30		65	55	23	6,3	4,4
	120	55		65	55	23	6,3	4,4
M 10	60	10	10	50	40	45	7,3	5,9
	85	15		70	60	45	7,3	5,9
	90	20		70	60	45	7,3	5,9
	105	30		70	60	45	7,3	5,9
	120	50		70	60	45	7,3	5,9
	145	70		70	60	45	7,3	5,9
	175	100		70	60	45	7,3	5,9
M 12	75	5	12	60	50	50	14,3	11
	95	10		80	70	50	14,3	11
	115	20		90	80	50	14,3	11
	125	30		90	80	50	14,3	11
	145	50		90	80	50	14,3	11
	180	85		90	80	50	14,3	11
	200	105		90	80	50	14,3	11
M 16	115	15	16	90	80	100	23,6	15,4
	150	30		110	100	100	23,6	15,4
	175	60		110	100	100	23,6	15,4
	180	60		110	100	100	23,6	15,4
	220	100		110	100	100	23,6	15,4
M 20	150	5	20	130	120	200	37,1	21,9
	180	35		130	120	200	37,1	21,9
	205	60		130	120	200	37,1	21,9

Data: M.K.T.

20.3 Slagankre

Slagankre består af et rør med indvendigt gevind, som ekspanderer, når en konisk kile drives ind i bunden. Slagankret anvendes for lettere montage i væg og gulv, f.eks. kabelkonsoller og lagerindretninger og naturligvis i beton eller natursten men ikke i sprøde materialer som f.eks. tegl.

For materiale med begrænset belastning er slagankre et godt alternativ, som giver hurtig og sikker forankring.

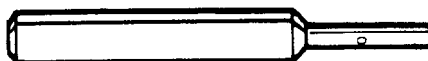
Slagankre lagerføres i elforzinket gulkromateret udførelse, og kan på bestilling også leveres i syrefast rustfrit stål.

Tabel 68:

Dimension	Længde	Bor ø	Gevind- længde	Sæt- dybde	Anbefalet tilladt træklast kN(K25)	Anbefalet tilladt tværlast kN(K25)
M5	25	8	10	25	0,6	1
M6	25	8	10	25	1	1,7
M8	30	10	14	30	1,8	3
M10	40	12	16	40	4,5	4,5
M12	50	15	20	50	6,6	6,6
M16	65	20	30	65	8,7	8,7
M20	80	25	35	80	13,4	13,4

20.3.1 Dorn for slagankre

Monter altid slagankre med hjælp af vores specielle slagdorn, så den kroniske kile drives nøjagtigt til bunden af slagankret. Dorn findes for alle dimensioner.

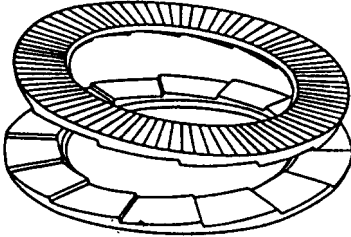


Figur 80 – Dorn

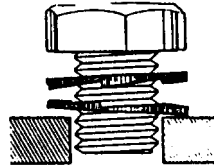
21 Nordlock låseskiver

Nordlock låseskive har på den ene side skrå kamme med større vinkel end gevindstigningen og tværstillet fortandning på den anden side. Låseskiverne monteres parvis med kammene mod hinanden, og skaber da det enestående Nordlock låseelement.

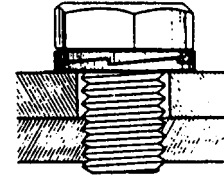
Når skruen tilspændes, griber tænderne ind i godset respektive skruehovedet, hvorved en sammenkobling sker. Ved vibrationer vil kammene tvinges fra hinanden, og en kileeffekt opnås. Dvs. at forspændingen øges i stedet for at mindskes gennem den kilevirkning, der opstår.



Figur 81 – Låseskivens konstruktion med skrå kamme



Figur 82 – Husk at anbringe skiverne rigtigt



Figur 83 – Nordlockskiven låser effektivt

21.1 Fordele med Nordlock

- Maksimal sikkerhed ved skruelåsning
- Enkel at demontere
- Låser også olieret skrue
- Kan bruges flere gange uden at miste låseevnen
- Klarer samme temperatur som standardskruer

21.2 Standardsortiment

Nordlockskiven leveres i standardsortiment i limet parvis. Nordlock findes i hærdet stål (HRC 48), elforzinket og gulkromateret samt i rustfrit, syrefast A4-materiale (HRC 36). Nordlockskiven kan tilbydes med venstregevind samt i specielle dimensioner.

21.3 At tænke på

Nordlock låseskiver kan bruges for skruer i kvalitetsklasse ≤ 12.9 . Ved tilspænding vælges 20% højere moment end ved tilspænding med en blankforzinket skive. Ved gennemgående hul anbringes skiverne under både skruehovedet og møtrikken.

22 Bulldog® Samle-jern

Bulldog samle-jern anvendes til at fastholde alle slags trækonstruktioner og giver en stærk og pålidelig forbindelse. Skivernes tænder presses ind i træet. Disse er fordelt over et stor areal for at kunne klare så store tryk- og trækbelastninger som muligt.

Enkeltfortandet Bulldog overfører belastninger fra træ til træ, men også fra træ til stål eller fra træ til beton. Dobbeltfortandet Bulldog anvendes kun til at fastholde træ til træ.

Bulldog tandede skiver fremstilles af koldvalset båndstål af specialkvalitet. De leveres olieret eller varmforzinket.

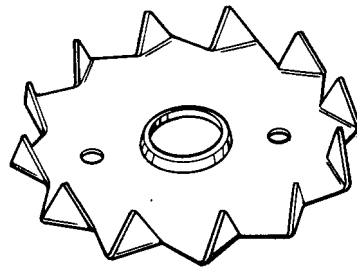
Anvendelsesområde

- I trækonstruktioner, f.eks. tag
- For trætrapper, både permanente og provisoriske
- Demonterbare trækonstruktioner
- For at hindre lastpaller i at glide
- For at sikre last i container
- For at forhindre glidning ved lastning i flere etager

22.1 Enkeltfortandet Bulldog

Enkeltfortandede skiver er runde eller ovale og kan anvendes for skruedimensionerne M10 – M30. Skiverne har krage omkring skruehullet for nemmere at kunne optage og fordele trykket.

Styrke: Tilladt last svarer til værdierne for dobbeltfortandede skiver.

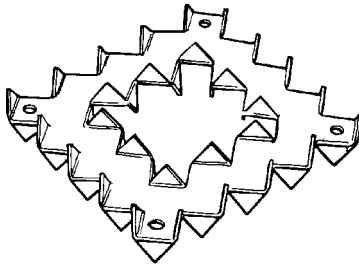


Figur 84 – Enkeltfortandet rund. Træ mod træ. Træ mod stål. Træ mod beton

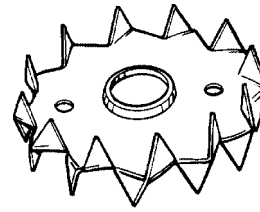
22.2 Dobbeltfortandet Bulldog

Dobbeltfortandede skiver er runde, ovale eller kvadratiske. De tilladte laster, som angives i tabel 65, er beregnet på almindelige tagkonstruktioner. Ved beregning af konstruktioner, der udsættes for stærkt skiftende belastning, formindskes de tilladte laster.

Tabelværdierne gælder for to- eller flerskærende forbindelser og for en kraftindretning, som er parallel med træets fiberretning. Underlægsskivernes kantlængde skal være 4 x skrue diameteren og tykkelsen 0,4 x skrue diameteren



Figur 85 – Dobbeltfortandet kvadratisk.
Træ mod træ.



Figur 86 – Dobbeltfortandet rund. Træ mod træ.

Tabel 69: Dimensioner for enkeltfortandede skiver

Skivedimension	Skruedimension						
	M10	M12	M16	M20	M22	M24	M30
Ø 48	X	X	X	X			
Ø 62		X	X	X			
Ø 75		X	X	X	X	X	
Ø 95				X	X	X	
Ø 117					X	X	X
70 x 130			X	X	X	X	

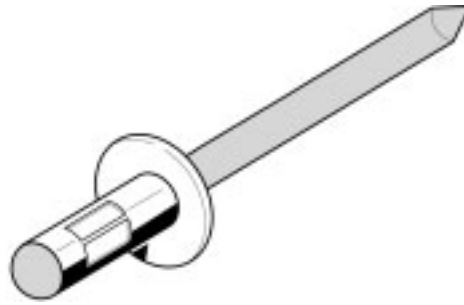
Tabel 70: Tilladt last pr. skær for tandskive

Ydermål mm	Plade- tykkelse mm	Midter- hullets diameter mm	Skrue- diameter mm	Tilladt last pr. skær for tandskive x skrue, kN	Mindste mål ved tilladt last		
					Træ- dimension	Afstand mellem skruer	
						Afstand skrue til belastet træende	Afstand skrue til ubelastet træende
Ø 48	1,5	17	12	5,6	32 x 63	80	60
			16	8,1	38 x 63	110	70
Ø 62	1,2	21	12	6,4	32 x 75	80	70
			16	8,9	38 x 75	110	70
			20	11,3	44 x 75	130	80
Ø 75	1,25	26	16	9,9	38 x 87	110	90
			20	12,3	44 x 87	130	90
			22	15	50 x 87	150	90
			24	18,2	56 x 100	180	100
Ø 95	1,35	33	20	13,3	44 x 115	130	120
			22	16	50 x 115	150	120
			24	19,2	56 x 115	180	120
Ø 117	1,5	48	22	18,5	50 x 138	150	150
			24	21,7	56 x 138	180	150
			30	31,1	75 x 138	220	150
70 x 130	1,5	26	20	13,5	44 x 115	160	160
			22	16,2	50 x 115	160	160
			24	19,4	56 x 115	180	160
100 x 100	1,35	40	20	15,3	44 x 138	150	150
			22	18	50 x 138	150	150
			24	21,2	56 x 138	180	150
130 x 130	1,5	52	22	20	50 x 175	200	200
			24	23,2	56 x 175	200	200
			30	32,6	75 x 175	220	200

23 Blindnitter

23.1 Bredt program

Med vores store sortiment af blindnitter kan de fleste fastsætningsproblemer løses. For at få det bedste fæste med vores blindnitter - uafhængigt af miljøet rundt omkring - har vi flere forskellige kombinationer af materiale i vores nitter. Nittehoved i et materiale og stift i et andet, eller samme materiale i begge. Almindeligst er aluminiumnitter med elforzinket stålstift og stifthoved. For at nittestiften kan låses fast i nithoved, anbefales det at monteringen udføres med vores Multifar-nitte stiften.



Figur 87 – Blindnit, Multifar

23.2 Fordele

Blindnitter er hurtige og nemme at montere i sammenligning med mange andre typer af befæstelseselementer. Med blindnitter spares både tid og penge.

- Vores blindnitter holder en høj kvalitet til meget konkurrencedygtige priser
- De forskellige kombinationer af materiale i nitte og stift gør det nemt at finde den rigtige nitte, der passer for de materialer, der skal sammensættes
- Med blindnitter opnås en stærk og sikker forbindelse også ved høje belastninger og vibrationer
- Med blindnitter undgås skader på overfladen
- Med blindnitter kan materialer med forskellige hårdheder nittes sammen
- Med blindnitter kan materialer med forskellige tykkelser nittes sammen
- Vores tryktætte blindnit giver vandtætte forbindelser.

23.3 Anvendelser

Udviklingen går mod mere specialiserede konstruktioner, hvor krav til materialer og viden forøges. Vort sortiment af blindnitter, plus den viden vi har, gør, at vi kan hjælpe med alt fra valg af materiale til anvisninger ved applikationen.

Her er nogle eksempler på, hvor blindnitter kan anvendes.

- Vinkelprofiler
- Bundhul eller spor
- Vandtætte forbindelser
- Vibrationssikre forbindelser
- Materialer i forskellige hårdheder
- Materialer der er følsomme for skader i overfladerne

23.4 Værktøj

For at få et godt resultat ved nitning er det vigtigt at bruge det rigtige værktøj. De bør forsikre Dem om at værktøjet er udrustet med det rigtige mundstykke og det rigtige moment. Vi kan tilbyde helautomatisk udstyr til nitning.

24 Blindnitemøtrikker

En blindnitemøtrik anvendes til at fremstille et gevind i tyndplade, eller for at sammensætte to detaljer, og samtidig få mulighed for at fastgøre en demonterbar detalje på samme plads.

Ved hjælp af en blindnitemøtrik og vort monteringsværktøj opnås hurtigt en stærk og sikker forbindelse. Møtrikken har en enkel konstruktion. Den kan også monteres, når man kun kan komme til fra den ene side, og passer til materialer med tykkelse fra 0,3 mm til 6 mm. Møtrikgevindtet giver mindst 6 hele gevindomdrejninger til skruen.

24.1 Fordele

- Nem at montere
- Alsidig, kan f.eks. også tætte
- Nem at demontere fastsatte detaljer
- Stort gribeområde
- Klarer svære miljøer

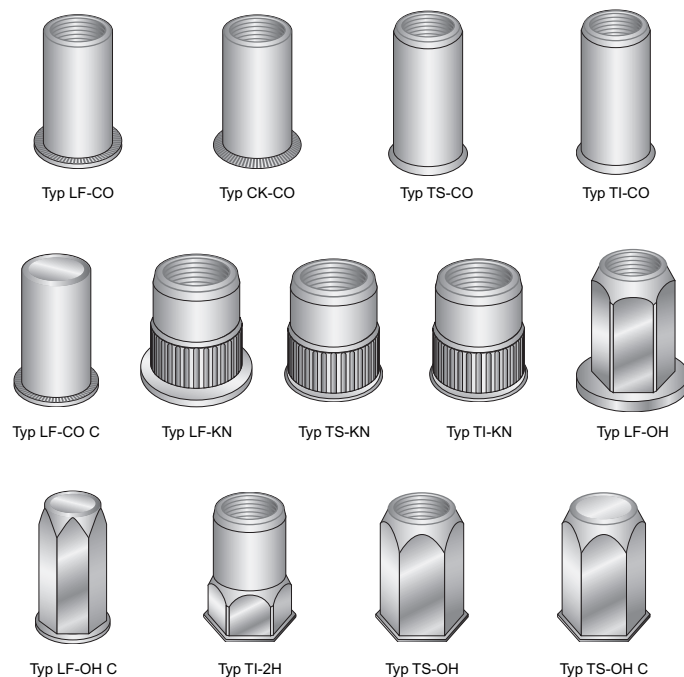
24.2 Anvendelsesområde

Blindnitemøtrikken kan bruges i f.eks. profiler af stål, rustfrit stål, aluminium og plast.

Da blindnitemøtrikken er så nem at montere, kan den også bruges i andre sammenhænge, f.eks. ved tætning uden at der er behov for at montere andre detaljer.

24.3 Standardsortiment

I vores sortiment indgår blindnitemøtrikker i stål, aluminium og rustfrit stål. Vi har ni typer af blindnitemøtrikker. Den almindeligste er i stål, åben og med fladt hoved.



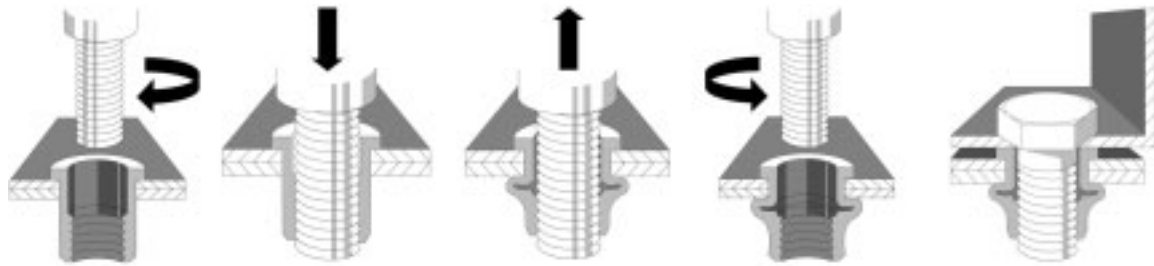
Figur 88 – Blindnitemøtrikker, standardtyper. Specialtyper tilbydes på bestilling.

Blindnitemøtrik med fladt hoved bruges når arbejdsdelens form ikke behøver følges. Forsænket hoved bruges når konstruktionen kræver en plan overflade. Hvis materialets tykkelse er mindre end højden på hovedet skal hullet være presforsænkede. Borforsænket hul anbefales når materialetykkelsen overstiger 1,7 mm.

Blindnitemøtrik med selvforsænkende hoved giver automatisk en plan overflade i arbejdsdelene. 6-kanthoved forhindrer møtrikken i at rotere i hullet. Hvis andre typer af blindnitemøtrikker ønskes kan det leveres efter tegning.

24.4 Montering af blindnitemøtrik

1. Placer blindnitemøtrikken i det færdige monteringshul. Tolerancen er max + 0,05 til 0,1 afhængig af hvilken blindnitemøtrik der skal monteres.
2. Skru gevind trækdornet fast på blindnitemøtrikken.
3. Derefter løsnes værktøjet, så dornet trækkes tilbage. Et stukkehoved dannes da på bagsiden af pladen og låser møtrikken fast.
4. Nu har De en færdig forbindelse. Skrue trækdornet af. Tilbage bliver en møtrik med intakt gevind.
5. Nu kan De hurtigt og nemt skrue en ny demonterbar detalje fast.



Figur 89 – Montering af blindnitemøtrik

25 Pindbolte og møtrikker

Disse produkter findes i udførelse ifølge både DIN og ASTM, hvilke beskrives i følgende afsnit.

25.1 Varmholdfaste pindbolte og møtrikker ifølge DIN

Tidligere kaldet VPS og VHM.

25.1.1 Anvendelsesområder

Dampgenerator og dampanlæg, dampturbiner, armaturer, højtryksflangeforbindelser i procesindustrier, skibsbyggevirkksomhed m.m.

25.1.2 DIN-standard

DIN 2510:1971 for M-gevind. Standarden specificerer en sleben talje som omfatter ca. 90% af gevindets kernediameter. Dermed bliver de største belastninger i den slebne talje, og belastningen på gevindet begrænset. Taljens overgang til gevindet er 20°. To gevindlængder specificeres, nemlig form L med lang gevindlængde og form K med kort gevindlængde. Form K er tænkt for store tilspændelse, specielt hvor vibrationer optræder, da den har en fordelagtig kraftlinieovergang. Ved form L må max 5 mm indskydes i det frigående flangehul, mens ved form K er maxlængden lig med en møtrikhøjde.

Friktionstolerance specificeres. Normal møtrikform benævnes N, men også formerne T, topmøtrikker A og B kan forekomme. Møtrikken bør altid have samme styrke som pindboltens.

25.1.3 Valg af stål

Tabel 71: Stålvalg, varmholdfaste pindbolte/møtrikker ifølge DIN

Temperatur	Pindbolte	Ident.-mærke	Møtrik	Ident.-mærke
< 350°C	Ck 35	YK	C 35 N	Y
< 350°C	Cq 35	YQ	Ck 35	YK
< 400°C	24 CrMo 5	G	24 CrMo 5	G
< 500°C	24 CrMo V 55	H	24 CrMo 5	G
< 540°C	21 CrMo V 57	GA	24 CrMo 5	G
< 540°C	40 CrMo V 47	GB	21 CrMo V 57	GA
< 580°C	X22 CrMo V 12 1	V	X 22 CrNiMo V 12 1	V
< 650°C	X 8 CrNiMo B Nb 16 16	S	X 8 CrNiMo B Nb 16 16	S
< 700°C	NiCr 20 Ti Al	SB	NiCr 20 Ti Al	SB

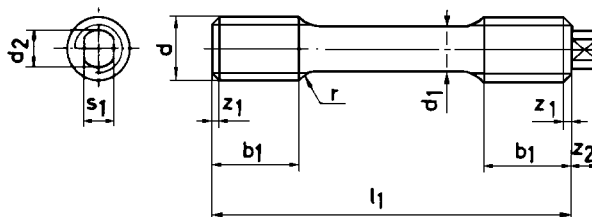
Markeret område angiver lagerstandard

25.1.4 Beregning af længde

Normalt anbefales følgende regel for beregning af pindboltslængde

2 x flangetykkelsen + pakningstykkelsen + 2 x møtrikhøjde + 2 x reifning (z1 ifølge figur 88) + forhøjelse til nærmeste hele 5 mm.

25.1.5 Valg af skruer ved standardflanger ifølge DIN



Figur 90 – Varmholdfast pindbolte ifølge DIN

25 Pindbolte og møtrikker

I tabel 67 fremgår pindboltenes antal, diameter og længde for respektive forbindelse og trykklasse. Dette gælder under forudsættelse af, at pakningens tykkelse er 4 mm.

Tabel 72: Trykklasser, DIN-standard

Forbindelse	NT 16		NT 25		NT 40		NT 64		NT 100		NT 160	
10	4st	12 x 65	4st	12 x 65	4st	12 x 65	4st	12 x 75	4st	12 x 75	4st	12 x 75
15	4st	12 x 65	4st	12 x 65	4st	12 x 65	4st	12 x 75	4st	12 x 75	4st	12 x 75
20	4st	12 x 65	4st	12 x 70	4st	12 x 70	4st	16 x 85	4st	16 x 85	4st	16 x 85
25	4st	12 x 65	4st	12 x 70	4st	12 x 70	4st	16 x 90	4st	16 x 90	4st	16 x 90
32	4st	16 x 75	4st	16 x 80	4st	16 x 80	4st	20 x 100	4st	20 x 100	4st	20 x 105
40	4st	16 x 75	4st	16 x 80	4st	16 x 80	4st	20 x 105	4st	20 x 105	4st	20 x 105
50	4st	16 x 75	4st	16 x 80	4st	16 x 80	4st	20 x 105	4st	24 x 115	4st	24 x 120
70	4st	16 x 75	8st	16 x 85	8st	16 x 85	8st	20 x 105	8st	24 x 120	8st	24 x 130
80	8st	16 x 80	8st	16 x 90	8st	16 x 90	8st	20 x 105	8st	24 x 125	8st	24 x 130
100	8st	16 x 80	8st	20 x 100	8st	20 x 100	8st	24 x 120	8st	27 x 140	8st	27 x 145
125	8st	16 x 85	8st	24 x 110	8st	24 x 110	8st	27 x 135	8st	30 x 155	8st	30 x 160
150	8st	16 x 95	8st	24 x 115	8st	24 x 115	8st	30 x 145	12st	30 x 160	12st	30 x 175
175	8st	20 x 100	12st	24 x 115	12st	27 x 130	12st	30 x 155	12st	30 x 170	12st	33 x 185
200	12st	20 x 100	12st	24 x 120	12st	27 x 135	12st	33 x 165	12st	33 x 185	12st	33 x 200
250	12st	24 x 110	12st	27 x 130	12st	30 x 150	12st	33 x 170	12st	36 x 205	12st	39 x 230
300	12st	24 x 115	16st	27 x 135	16st	30 x 155	16st	33 x 185	16st	39 x 230	16st	39 x 250
350	16st	24 x 120	16st	30 x 150	16st	33 x 170	16st	36 x 200	16st	45 x 225		
400	16st	27 x 130	16st	33 x 180	16st	36 x 185	16st	39 x 210				
500	20st	30 x 140	20st	33 x 185	20st	39 x 195						

25.2 Studsbolte og møtrikker ifølge ASTM

Tidligere kaldet VPS og VHM samt HVPS.

25.2.1 Anvendelsesområde

Armaturer, skibsbyggevisdomhed, olieraffinerier og andre anlæg.

25.2.2 ASTM-standard

ASTM A193 og A194 (BS 4882:1973) som kun omfatter UNC-gevind. Det skal observeres, at for diameter $\geq 1 \frac{1}{8}$ gælder 8 gevind per eng”.

Standarden specificerer pindbolte med fuldt gevind. Længden måles eksklusive de faser på 90°, som skal findes i begge ender. Friktionstolerance specificeres.

Møtrik til pindbolten skal have samme højdemål som skruens diameter.

25.2.3 Valg af stål

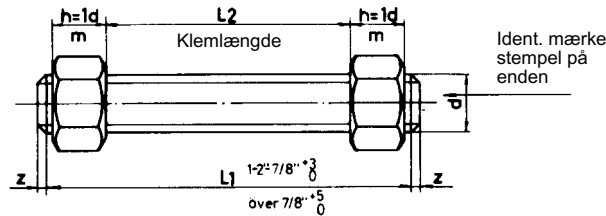
Tabel 73: Stålvalg, studsbolte/møtrikker ifølge DIN

Temperatur	Pindbolte	Ident.-mærke	Møtrik	Ident.-mærke
400°C max	Grade B7	B7	Grade 2H	2H
520°C max	Grade B16	B16	Grade 4	4
-100°C - +400°C	Grade L7	L7	Grade L4	L4

Markeret område angiver lagerstandard

25.2.4 Beregning af længde

2 x flangetykkelse + pakningstykkelse + 2 x møtrikhøjde + 2 gevindstigning + afrunding til nærmeste 5 mm.



Figur 91 – Varmholdfaste pindbolte ifølge ASTM

25.2.5 Valg af skruer ved standardflanger

Tabel 74: Trykklasser, ASTM-standard

Forbindelse	Trykklasse lb			Trykklasse lb			Trykklasse lb			Trykklasse lb		
1/2	4st	1/2	x 2 1/4	4st	1/2	x 2 1/2	4st	1/2	x 3	4st	1/2	x 3
3/4	4st	1/2	x 2 1/4	4st	5/8	x 2 3/4	4st	5/8	x 3 1/4	4st	5/8	x 3 1/4
1	4st	1/2	x 2 1/2	4st	5/8	x 3	4st	5/8	x 3 1/2	4st	5/8	x 3 1/2
1 1/4	4st	1/2	x 2 1/2	4st	5/8	x 3	4st	5/8	x 3 3/4	4st	5/8	x 3 3/4
1 1/2	4st	1/2	x 2 3/4	4st	3/4	x 3 1/2	4st	3/4	x 4	4st	3/4	x 4
2	4st	5/8	x 3	4st	5/8	x 3 1/4	8st	5/8	x 4	8st	5/8	x 4
2 1/2	4st	5/8	x 3 1/4	8st	3/4	x 3 3/4	8st	3/4	x 4 1/2	8st	3/4	x 4 1/2
3	4st	5/8	x 3 1/2	8st	3/4	x 4	8st	3/4	x 4 3/4	8st	3/4	x 4 3/4
3 1/2	8st	5/8	x 3 1/2	8st	3/4	x 4 1/4	8st	7/8	x 5 1/4	8st	7/8	x 5 1/4
4	8st	5/8	x 3 1/2	8st	3/4	x 4 1/4	8st	7/8	x 5 1/4	8st	7/8	x 5 1/2
5	8st	3/4	x 3 3/4	8st	3/4	x 4 1/2	8st	7/8	x 5 1/2	8st	1	x 6 1/4
6	8st	3/4	x 3 3/4	12st	3/4	x 4 3/4	12st	7/8	x 5 3/4	12st	1	x 6 1/2
8	8st	3/4	x 4	12st	7/8	x 5 1/4	12st	1	x 6 1/2	12st	1 1/8	x 7 1/2
10	12st	7/8	x 4 1/2	16st	1	x 6	16st	1 1/8	x 7 1/4	16st	1 1/4	x 8 1/4
12	12st	7/8	x 4 1/2	16st	1 1/8	x 6 1/2	16st	1 1/4	x 7 3/4	20st	1 1/4	x 8 1/2
14	12st	1	x 5	20st	1 1/8	x 6 3/4	20st	1 1/4	x 8	20st	1 3/8	x 9
16	16st	1	x 5 1/4	20st	1 1/4	x 7 1/4	20st	1 3/8	x 8 1/2	20st	1 1/2	x 9 3/4
18	16st	1 1/8	x 5 3/4	24st	1 1/4	x 7 1/2	24st	1 3/8	x 8 3/4	20st	1 5/8	x 10 1/2
20	20st	1 1/8	x 6	24st	1 1/4	x 8	24st	1 1/2	x 9 1/2	24st	1 5/8	x 11 1/4
28	20st	1 1/4	x 6 3/4	24st	1 1/2	x 9	24st	1 3/4	x 10 1/2	24st	1 7/8	x 12 3/4

Tabel 85: Trykklasser, ASTM-standard, Fortsat

Forbindelse	Trykklasse 900 lb			Trykklasse 1500 lb			Trykklasse 2500 lb		
1/2	4st	3/4	x 4	4st	3/4	x 4	4st	3/4	x 4 3/4
3/4	4st	3/4	x 4 1/4	4st	3/4	x 4 1/4	4st	3/4	x 4 3/4
1	4st	7/8	x 4 3/4	4st	7/8	x 4 3/4	4st	7/8	x 5 1/4
1 1/4	4st	7/8	x 4 3/4	4st	7/8	x 4 3/4	4st	1	x 5 3/4
1 1/2	4st	1	x 5 1/4	4st	1	x 5 1/4	4st	1 1/8	x 6 1/2
2	8st	7/8	x 5 1/2	8st	7/8	x 5 1/2	8st	1	x 6 3/4
2 1/2	8st	1	x 6	8st	1	x 6	8st	1 1/8	x 7 1/2
3	8st	7/8	x 5 1/2	8st	1 1/8	x 6 3/4	8st	1 1/4	x 8 1/2
3 1/2	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4	8st	1 1/8	x 6 1/2	8st	1 1/4	x 7 1/2	8st	1 1/2	x 9 3/4
5	8st	1 1/4	x 7 1/4	8st	1 1/2	x 9 1/2	8st	1 3/4	x 11 1/2
6	12st	1 1/8	x 7 1/2	12st	1 3/8	x 10	8st	2	x 13 1/2
8	12st	1 3/8	x 8 1/2	12st	1 5/8	x 11 1/4	12st	2	x 15
10	16st	1 3/8	x 9	12st	1 7/8	x 13 1/4	12st	2 1/2	x 19
12	20st	1 3/8	x 9 3/4	16st	2	x 14 3/4	12st	2 3/4	x 21
14	20st	1 1/2	x 10 1/2	16st	2 1/4	x 16	—	—	—
16	20st	1 5/8	x 11	16st	2 1/2	x 17 1/2	—	—	—
18	20st	1 7/8	x 12 3/4	16st	2 3/4	x 19 1/4	—	—	—
20	20st	2	x 13 1/2	16st	3	x 21	—	—	—
28	20st	2 1/2	x 17	16st	3 1/2	x 24	—	—	—

26 Omregningsfaktorer

I starten af 70'erne begyndte man at overgå til SI-systemet. SI er en forkortelse af *Système International d'Unités*, d.v.s. et internationalt system af måleenheder, der bygger på det metriske system. Enhederne skal bruges i såvel daglige som tekniske eller videnskabelige sammenhæng.

Ved nøjagtig omregning mellem SI-systemet og det gamle tekniske system gælder:

$$1 \text{ N} = 0,101972 \text{ kp}$$

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

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

Når styrkekravene for skruer og møtrikker konverteres, bruges følgende for at få jævne tal:

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

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

Dette medfører, at styrkeværdierne øges med ca. 2% jævnført med tidligere krav. Tidligere tabeller for tilspændingsmomenter og momentnøgler kan dog stadigvæk bruges. Forholdet kan sættes til $1 \text{ kpm} = 10 \text{ Nm}$

Hvis større nøjagtighed ønskes, se tabel 74 og tabel 75:

Tabel 75: Newton (N) til Kilopond (kp) og Newtonmeter (Nm) til Kilopondmeter (kpm)

N og Nm	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0	0,1	0,2	0,31	0,41	0,51	0,61	0,71	0,82	0,92
10	1,02	1,12	1,22	1,33	1,43	1,53	1,63	1,73	1,84	1,94
20	2,04	2,14	2,24	2,35	2,45	2,55	2,65	2,75	2,86	2,96
30	3,06	3,16	3,26	3,37	3,47	3,57	3,67	3,77	3,87	3,98
40	4,08	4,18	4,28	4,38	4,49	4,59	4,69	4,79	4,89	5
50	5,1	5,2	5,3	5,4	5,51	5,61	5,71	5,81	5,91	6,02
60	6,12	6,22	6,32	6,42	6,53	6,63	6,73	6,83	6,93	7,04
70	7,14	7,24	7,34	7,44	7,55	7,65	7,75	7,85	7,95	8,06
80	8,16	8,26	8,36	8,46	8,57	8,67	8,77	8,87	8,97	9,08
90	9,18	9,28	9,38	9,48	9,59	9,69	9,79	9,89	9,99	10,1
100	10,2	10,3	10,4	10,5	10,61	10,71	10,81	10,91	11,01	11,11

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

Tabel 76: Kilopond (kp) til Newton (N) og Kilopondmeter (kpm) til Newtonmeter (Nm)

kp og kpm	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
0	0	0,98	1,96	2,94	3,92	4,9	5,88	6,86	7,85	8,83
1	9,81	10,79	11,77	12,75	13,73	14,71	15,69	16,67	17,65	18,63
2	19,61	20,59	21,57	22,56	23,54	24,52	25,5	26,48	27,46	28,44
3	29,42	30,4	31,38	32,36	33,34	34,32	35,3	36,28	37,27	38,25
4	39,23	40,21	41,19	42,17	43,15	44,13	45,11	46,09	47,07	48,05
5	49,03	50,01	50,99	51,98	52,96	53,94	54,92	55,9	56,88	57,86
6	58,84	59,82	60,8	61,78	62,76	63,74	64,72	65,7	66,69	67,67
7	68,65	69,63	70,61	71,59	72,57	73,55	74,53	75,51	76,49	77,47
8	78,45	79,43	80,41	81,4	82,38	83,36	84,34	85,32	86,3	87,28
9	88,26	89,24	90,22	91,2	92,18	93,16	94,14	95,12	96,11	97,09
10	98,07	99,05	100	101	102	103	104	104,9	105,9	106,9

$$1 \text{ kp} = 9,80665 \text{ N}, 1 \text{ kpm} = 9,80665 \text{ Nm}$$

27 Refererede Standarder

Den tekniske information, har henvist til følgende standarder:

Standard	Titel	Sida
DIN 13 Teil 13:1972	ISO metric Screw Threads - selected sizes for screws, bolts and nuts from 1 to 52 mm diameter and limits	23
DIN 13 Teil 15		23
DIN 267 Teil 4:1983	Fasteners - Technical specifications - Property classes of nuts (previous classes)	7, 8, 23
DIN 267 Teil 11:1980	Corrosion resistant fasteners - Specifications	23
DIN 267 Teil 13:1980	Fasteners - Technical specifications - Parts for bolted connections made from steel for low and high temperature applications	23
DIN 267 Teil 15:1983	Fasteners - Technical specifications - Prevailing torque type nuts	23
DIN 267 Teil 23:1983	Fasteners - Technical specifications - Property classes of nuts with fine pitch thread (ISO-classes)	23
DIN 2510:1971	Bolted Connections with Reduced Shank - Metric Thread with Large Clearance - Nominal Dimensions and Limits	93
ISO 1:1975	Standard reference temperature for industrial length measurements	15, 19
ISO 68:1998	ISO general purpose screw threads - Basic profile - Part 1: Metric screw threads	15, 15
ISO 261:1998	ISO general-purpose metric screw threads - General plan	15, 15, 37
ISO 262:1998	ISO general-purpose metric screw threads - Selected sizes for screws, bolts and nuts	15, 15, 15
ISO 272:1982	Fasteners - Hexagon products - Widths across flats	19
ISO 273:1979	Fasteners - Clearance holes for bolts and screws	116
ISO 724:1993	ISO general-purpose metric screw threads - Basic dimensions	45
ISO 898-1:1992	Mechanical properties of fasteners made of carbon steel and alloy steel - Part 1: Bolts, screws and studs	7, 17
ISO 898-2:1992	Mechanical properties of fasteners made of carbon steel and alloy steel - Part 2: Nuts with specified proof load values - Coarse thread	7, 8, 19, 19
ISO 898-6:1988	Mechanical properties of fasteners made of carbon steel and alloy steel - Part 6: Nuts with specified proof load values - Fine pitch thread	7, 19
ISO 965-1:1998	ISO general-purpose metric screw threads - Tolerances - Part 1: Principles and basic data	15, 45
ISO 965-2:1998	ISO general purpose metric screw threads - Tolerances - Part 2: Limits of sizes for general purpose external and internal screw threads -- Medium quality	15
ISO 1478:1999	Tapping screws thread	53
ISO 2081:1986	Metallic coatings - Electroplated coatings of zinc on iron or steel	33
ISO 2320:1997	Prevailing torque type steel hexagon nuts - Mechanical and performance properties	20
ISO 2702:1992	Heat-treated steel tapping screws - Mechanical properties	53
ISO 3506:1979	Corrosion-resistant stainless-steel fasteners - Specifications	15, 25
ISO 4032:1999	Hexagon nuts, style 1 - Product grades A and B	24
ISO 4042:1999	Fasteners - Electroplated coatings	32, 32, 48
ISO 4520:1981	Chromate conversion coatings on electroplated zinc or cadmium coatings	33
ISO 4753:1983	Fasteners - Ends of parts with external metric ISO thread	115
ISO 4757:1983	Cross recesses for screws	51
ISO 9227:1990	Corrosion tests in artificial atmospheres - Salt spray tests	33
SS 70:1964	Runda brickor, Typ BRB och BRFB	115
SS 1403:1987	Fästelement - Invändiga gängutlopp och gängfrispår - Metriska ISO-gångor	115
SS 1523:1998	Fästelement - Gängpressade skruvar med ST-gångor - Håldiametrar	54
SS 1964:1989	Fästelement - Gängade bottenhål - Metriska ISO-gångor - Grov delning	115
SS 3192:1989	Oorganiska ytbeläggningar - Varmförzinkade gängade ståldetaljer	48
SS 3193:1988	Metriska ISO-gångor - Varmförzinkning av utvändiga grovgångor - Gångtoleranser och gränsmått	48
SS 3392:1986	Fästelement - Gängpressande skruvar - Bestämning av hållfasthets- och monteringsgenskaper	54

Grundet ISO standardernes copyrights, kan de ikke rekvireres hos Arvid Nilsson.

27 Refererede Standarder

I Danmark sælges disse standarder af:

Dansk Standard

Kollegievej 6, 2920 Charlottenlund

Telefon:39966101

E-mail:dssalg@ds.dk

Internet:www.ds.dk

Tips: De fleste standardiseringsorganer har i dag elektroniske kataloger på Internettet. I disse kan du se titler på standarder, yderligere kan du selv kontrollere hvilken udgave der gælder.

.

Tabel 77: Internetlink til standardiseringsorganer

	Organisation	Länk
	ISO - International Organization for Standardization	http://www.iso.ch/
	CEN - European Committee for Standardization	http://www.cenorm.be/
	DS – Dansk Standard	http://www.ds.dk/
	DIN - Deutsches Institut für Normung	http://www.din.de/

28 Varemærker

REMFORM[®], Taptite[®], Taptite II, Duotaptite[®], Coreflex[®], Powerlok[®], er varemærker som tilhører Research Engineering & Manufacturing Inc, Middletown, Rhode Island, USA.

Torx[®] er et varemærke, som tilhører Camcar, division of Textron Inc, Rockford, Illinois, USA.

Filtec[®] er et varemærke, som tilhører SEDC, Cluses, Frankrig.

SPAX-S[®] er et varemærke, som tilhører ABC Verbindungstechnik, Ennepetal, Tyskland.

Dacrolit[®] er et varemærke, som tilhører Ferroprodukter, Göteborg, Sverige.

Dacromet[®] er et varemærke, som tilhører Dacral S.A., Creil Cedex, France.

DELTA[®] er et varemærke, som tilhører Ewald Dörken AG, Herdecke.

Polyseal[®] er et varemærke, som tilhører Man-Gill Inc, USA.

Nordlock[®] er et varemærke, som tilhører Nobex, Mattmar, Sverige.

Bulldog[®] er et varemærke, som tilhører Bulldog Simpson, Psyke, Tyskland.

Der er ikke forudgående foretaget undersøgelser af varemærkerettigheder ifølge sædvaneret. Ord som vi ved er registreret, vises med indledende versal og/eller efterfølgende .,.

Det er ikke vor hensigt, at manglende versal og/eller efterfølgende , skal betvivle mærkerettigheder og mærkebeskyttelse endsige påvirke gyldigheden af noget varemærke.