
Vel.7: Technický dodatek

Obsah

Přeměna norem DIN na ISO	7/003
Porovnání výrobových norem	7/008
Mechanické spojovací díly	7/010
Všeobecné požadavky na šrouby a matice	
Výtah z ISO 8992	
Mechanické spojovací díly	7/012
Mechanické vlastnosti spojovacích dílů	
z uhlíkové a legované oceli podle ISO 898	
Část 1: Šrouby	
Výtah z ISO 898-1	7/012
Část 2: Matice - normální závity	
Výtah z ISO 898-2	7/015
Část 5: Závítové tyče a podobné spojovací díly	
Výtah z ISO 898-5	7/019
Mechanický spojovací materiál z nerezavějících ocelí	7/021
Chemické jištění šroubů	7/024
Vstupní kontrola / atesty / první vzorkování	7/025
Ochrana spojovacích dílů proti korozi	7/028
Předpětí VP šroubů	7/032
Polyamid 6.6	7/034
mechanické a tepelné vlastnosti	
BSK®- volič šroubů	7/035
Výpočet utahovacího momentu	7/046
Seznam odborných výrazů	7/049



Přeměna norem DIN na ISO

1. Zásady evropské přeměny norem DIN na ISO

Požadované dokončení společného evropského trhu vede ke zrychlené harmonizaci existujících národních norem v Evropě. V mnoha případech to znamená převzetí evropských norem (EN), závazných pro všechny země, do stávajících pravidel národních soustav. V protikladu k normám ISO musí být normy EN převzaty všemi zeměmi ES a ESVO. Odporující národní normy musí být staženy. Zásadně by měly být existující mezinárodní normy převzaty jako evropské normy EN. Po zveřejnění normy EN musí být národní normy ke stejnému předmětu staženy do 6 měsíců a prohlášeny za neplatné (v Německu DIN EN). Evropské normy, které zpravidla představují úplné převzetí normy ISO, předpokládají objednání tohoto produktu podle ISO, tedy **ne** DIN EN ISO 4017, nýbrž ISO 4017.

Druhy norem, vzájemné vztahy a názvy výrobků

DIN	Národní německá norma (Deutsches Institut für Normung, Berlin/Köln) Název výrobku: DIN – např. DIN 7984
ISO	Mezinárodní norma (International Standardization Organization) Název výrobku: ISO – např. ISO 7380
DIN ISO	Národní německé vydání nezměněné převzaté normy ISO Název výrobku: ISO – např. ISO 2936
EN	Evropská norma (CEN = Comité Européen de Normalisation) Samostatné normy EN budou vytvořeny tehdy, když na úrovni ISO není žádná norma ani žádná potřeba normování nebo převzetí stávajících norem ISO není možné. Název výrobku: EN – např. EN 1661
DIN ISO	Národní německé vydání nezměněné převzaté normy EN Název výrobku: EN – např. EN 1667
EN ISO	Evropské vydání nezměněné převzaté normy ISO, čísla norem EN a ISO jsou shodná Název výrobku: ISO – např. ISO 4017
DIN EN ISO	Národní německé vydání nezměněné normy EN převzaté z ISO Název výrobku: ISO – např. ISO 4762

2. Skupiny výrobků

Dotčené výrobky jsou obsaženy v následujících složkách:

- Šestihřanné výrobky
- Závitové tyče, kolíky a svorníky
- Malé šrouby (s drážkou, křížovou drážkou, šrouby do plechu a závrtné šrouby, závitovné, závitorezné a kombinované šrouby)
- Podložky
- Šrouby s vnitřním šestihranem
- Vysokopevnostní šrouby

3. Změny I: Šestihřanné výrobky

Podstatné změny DIN – ISO:

Otvory klíčů	M10	M12	M14	M22
DIN	17	19	22	32
ISO	16	18	21	34



3.1. Šrouby se šestihrannou hlavou

3.1.1. Již stažené normy DIN pro šrouby se šestihrannou hlavou

Stažené normy	Název	Název výrobku podle ISO
DIN 558	Šrouby se šestihrannou hlavou se závitem k hlavě, výrobní třída C	ISO 4018
DIN 601 *)	Šrouby se šestihrannou hlavou s dříkem, výrobní třída C	ISO 4016
DIN 931 část 1 DIN 931 část 2	Šrouby se šestihrannou hlavou s dříkem, výrobní třídy A a B výrobní třída B	ISO 4014
DIN 933	Šrouby se šestihrannou hlavou se závitem k hlavě, výrobní třídy A a B	ISO 4017
DIN 960	Šrouby se šestihrannou hlavou a metrickým závitem s jemnou roztečí, výrobní třídy A a B	ISO 8765
DIN 961	Šrouby se šestihrannou hlavou s metrickým závitem s jemnou roztečí k hlavě, výrobní třídy A a B	ISO 8676

* Při kombinaci s maticí ISO toto musí být zaznamenáno na etiketě.

3.2. Matice

3.2.1. Stažené normy DIN pro šestihranné matice

Stažené normy	Název	Název výrobku podle ISO
DIN 555	Šestihranné matice, výrobní třída C	ISO 4034
DIN 934	Šestihranné matice typ 1, výrobní třídy A a B do třídy 10	ISO 4032
DIN 934	Šestihranné matice typ 2, výrobní třídy A a B standardní závit, třída pevnosti 12	ISO 4033
DIN 934	Šestihranné matice typ 1, s jemným metrickým závitem, výrobní třídy A a B, do třídy pevnosti 8	ISO 8673
DIN 934 část 2	Šestihranné matice typ 2, výrobní třídy A a B do třídy pevnosti 10	ISO 8674

3.2.2. Stažené normy DIN pro šestihranné matice bez plné zatížitelnosti (nízké)

Stažené normy	Název	Název výrobku podle ISO
DIN 439 část 1	Šestihranné matice nízké, bez zkosení	ISO 4036
DIN 439 část 2 *)	Šestihranné matice nízké, se zkosením	ISO 4035
DIN 439 část 2 *)	Šestihranné matice nízké, se zkosením s jemným metrickým závitem	ISO 8675

* předpokládá se, že DIN 936 bude nahrazena DIN 439 T2.

4. Změny paket II: Kolíky, závity, svorníky

4.1. Spirálové pružné kolíky – již stažené normy DIN

Stažené normy	Název	Název výrobku podle ISO
DIN 7343	Spirálové pružné kolíky, pro běžné zatížení	ISO 8750
DIN 7344	Spirálové pružné kolíky, pro velké zatížení	ISO 8748

Výrobky ISO jsou téměř shodné s výrobky DIN. Zaměnitelnost je možná.

4.2. Rýhované kolíky – již stažené normy DIN

Stažené normy	Název	Název výrobku podle ISO
DIN 1470	Rýhované kolíky - Rýhování v celé délce, s vodicím čepem	ISO 8739
DIN 1471	Rýhované kolíky - Kuželové rýhování v celé délce	ISO 8744
DIN 1472	Rýhované kolíky - Kuželové rýhování od poloviny do konce délky	ISO 8745
DIN 1473	Rýhované kolíky - Rýhování v celé délce, se sraženou hranou	ISO 8740
DIN 1474	Rýhované kolíky - Kuželové rýhování od konce do poloviny délky	ISO 8741
DIN 1475	Rýhované kolíky - Rýhování střední třetiny délky	ISO 8742
DIN 1476	Rýhované hřeby s půlkulovou hlavou	ISO 8746
DIN 1477	Rýhované hřeby se záпустnou hlavou	ISO 8747

Výrobky ISO jsou téměř shodné s výrobky DIN. Zaměnitelnost je třeba v jednotlivých případech použití přezkoušet.

4.3. Válcové a kuželové kolíky

4.3.1. Již stažené normy DIN beze změn

Stažené normy	Název	Název výrobku podle ISO
DIN 6325	Válcové kolíky, kalené	ISO 8734
DIN 7979-C	Válcové kolíky s vnitřním závitem, nekalené	ISO 8733
DIN 7979-D	Válcové kolíky s vnitřním závitem, kalené	ISO 8735
DIN 7977	Kuželové kolíky se závitovým čepem (konst. délka čepu)	ISO 8737
DIN 7978	Kuželové kolíky s vnitřním závitem, nekalené	ISO 8736

Výrobky ISO jsou téměř shodné s výrobky DIN. Zaměnitelnost je třeba v jednotlivých případech použití přezkoušet.

4.3.2. Již stažené normy DIN.

Stažené normy	Název	Název výrobku podle ISO
DIN 1	Kuželové kolíky, nekalené	ISO 2339
DIN 7	Válcové kolíky, nekalené	ISO 2338

Výrobky ISO se liší od výrobků DIN. Jmenovitá délka l: podle DIN bez koncového zaoblení – podle ISO včetně zaoblení.



4.4. Stavěcí šrouby s podélnou drážkou - již stažené normy DIN

Stažené normy	Název	Název výrobku podle ISO
DIN 417	Stavěcí šrouby s drážkou a čípkem	ISO 7435
DIN 438	Stavěcí šrouby s drážkou a kuželovým důlkem	ISO 7436
DIN 551	Stavěcí šrouby s drážkou a plochým koncem	ISO 4766
DIN 553	Stavěcí šrouby s drážkou a hrotem	ISO 7434

Výrobky ISO jsou téměř shodné s výrobky DIN. Zaměnitelnost je třeba v jednotlivých případech použití přezkoušet.

5. Čepy

Stažené normy	Název	Název výrobku podle ISO
DIN 1443	Čepy bez hlavy	ISO 2340
DIN 1444	Čepy s hlavou	ISO 2341

Výrobky ISO jsou téměř shodné s výrobky DIN. Zaměnitelnost je třeba v jednotlivých případech použití přezkoušet.

6. Změny paket III: Malé šrouby

6.1. Šrouby s drážkou - již stažené normy DIN

Stažené normy	Název	Název výrobku podle ISO
DIN 84	Šrouby s válcovou hlavou s drážkou	ISO 1207
DIN 85	Šrouby s válcovou hlavou zaoblenou	ISO 1580
DIN 963	Šrouby se zápustnou hlavou s drážkou	ISO 2009
DIN 964	Šrouby s čočkovitou zápustnou hlavou s drážkou	ISO 2010

Výrobky ISO jsou téměř shodné s výrobky DIN. Zaměnitelnost je třeba v jednotlivých případech použití přezkoušet, speciálně při použití automatických přiváděcích a šroubovacích systémů.

6.2. Šrouby s křížovou drážkou - již stažené normy DIN

Stažené normy	Název	Název výrobku podle ISO
DIN 7985	Šrouby s čočkovitou hlavou s křížovou drážkou	ISO 7045
DIN 965	Šrouby se zápustnou hlavou s křížovou drážkou	ISO 7046-1
DIN 965	Šrouby se zápustnou hlavou s křížovou drážkou	ISO 7046-2
DIN 966	Šrouby s čočkovitou zápustnou hlavou s křížovou drážkou	ISO 7047

Výrobky ISO jsou téměř shodné s výrobky DIN. Zaměnitelnost je třeba v jednotlivých případech použití přezkoušet, speciálně při použití automatických přiváděcích a šroubovacích systémů.



6.3. Šrouby do plechu - již stažené normy DIN

Stažené normy	Název	Název výrobku podle ISO
DIN 7976	Šrouby do plechu se šestihrannou hlavou	ISO 1479
DIN 7971	Šrouby do plechu s válcovou hlavou s drážkou	ISO 1481
DIN 7972	Šrouby do plechu se zápustnou hlavou s drážkou	ISO 1482
DIN 7973	Šrouby do plechu s čočkovitou zápustnou hlavou s drážkou	ISO 1483
DIN 7981	Šrouby do plechu s čočkovitou hlavou s křížovou drážkou	ISO 7049
DIN 7982	Šrouby do plechu se zápustnou hlavou s křížovou drážkou	ISO 7050
DIN 7983	Šrouby do plechu s čočkovitou zápustnou hlavou s křížovou drážkou	ISO 7051

U šroubů do plechu s přiléhajícími hlavami jsou výrobky ISO a DIN téměř shodné. Výraznější rozdíl u šroubů do plechu se zápustnou a čočkovitou zápustnou hlavou je změna úhlu zapuštění z 80° u výrobků DIN na 90° u výrobků ISO. Zaměnitelnost je třeba v jednotlivých případech použítí přezkoušet, speciálně při použití automatických přívaděcích a šroubovacích systémů.

7. Podložky - již stažené normy DIN

Stažené normy	Název	Název výrobku podle ISO
DIN 125-A	Podložky bez zkosení	ISO 7089
DIN 125-B	Podložky se zkosením	ISO 7090
DIN 126	Podložky	ISO 7091
DIN 433	Podložky	ISO 7092
DIN 440	Podložky	ISO 7094
DIN 9021	Podložky, výrobní třída A	ISO 7093-1
DIN 9021	Podložky, výrobní třída C	ISO 7093-2

Výrobky ISO jsou proti výrobkům DIN částečně rozměrově změněny. Zaměnitelnost je třeba v jednotlivých případech použítí přezkoušet.

8. Šrouby s vnitřním šestihranem

8.1. Již stažené normy DIN pro šrouby s hlavou a vnitřním šestihranem

Stažené normy	Název	Název výrobku podle ISO
DIN 912	Šrouby s válcovou hlavou s vnitřním šestihranem	ISO 4762
DIN 7991	Šrouby se zápustnou hlavou s vnitřním šestihranem	ISO 10642

DIN 912 / ISO 4762 u třídy pevnosti 8.8 a 10.9 shodné, DIN 7991 pro výšky a průměry hlavy odlišně od ISO 10642.

8.2. Stavěcí šrouby s vnitřním šestihranem - stažení norem DIN v přípravě

Stažené normy	Název	Název výrobku podle ISO
DIN 913	Stavěcí šrouby s vnitřním šestihranem a plochým koncem	ISO 4026
DIN 914	Stavěcí šrouby s vnitřním šestihranem a hrotem	ISO 4027
DIN 915	Stavěcí šrouby s vnitřním šestihranem a čípkem	ISO 4028
DIN 916	Stavěcí šrouby s vnitřním šestihranem a kuželovým důlkem	ISO 4029

Výrobky ISO jsou téměř shodné s výrobky DIN. Zaměnitelnost je možná.



Porovnání výrobkových norem

DIN - ISO/EN

DIN	ISO/EN
1	2339
7	2338
84	1207
85	1580
94	1234
125-A	7089
125-B	7090
126	7091
417	7435
427	2342
433	7092
438	7436
439-B	4035
440	7094
551	4766
553	7434
601	4016
911	2936
912	4762
913	4026
914	4027
915	4028
916	4029
931	4014
933	4017
934	4032
960	8765
961	8676
963	2009
964	2010
965	7046
966	7047
980	7042
982	7040
985	10511

DIN	ISO/EN
1440	8738
1444	2341
1471	8744
1472	8745
1473	8740
1474	8741
1475	8742
1476	8746
1477	8747
1481	8752
2093	16983
6325	8734
6921	1665
6923	1661
6924	7040
6925	7042
7343	8750
7344	8748
7346	13337
7504-K	15480
7504-N	15481
7504-P	15482
7971	1481
7972	1482
7973	1483
7976	1479
7977	8737
7978	8736
7979	8735
7981	7049
7982	7050
7983	7051
7985	7045
7991	10642
9021	7093

ISO/EN - DIN

ISO/EN	DIN
1207	84
1234	94
1479	7976
1481	7971
1482	7972
1483	7973
1580	85
1665	6921
1661	6923
2009	963
2010	964
2338	7
2339	1
2341	1444
2342	427
2936	911
4014	931
4016	601
4017	933
4026	913
4027	914
4028	915
4029	916
4032	934
4035	439-B
4762	912
4766	551
7040	982
7040	6924
7042	980
7042	6925
7045	7985
7046	965
7047	966
7049	7981

ISO/EN	DIN
7050	7982
7051	7983
7089	125-A
7090	125-B
7091	126
7092	433
7093	9021
7094	440
7434	553
7435	417
7436	438
8676	961
8734	6325
8735	7979
8736	7978
8737	7977
8738	1440
8740	1473
8741	1474
8742	1475
8744	1471
8745	1472
8746	1476
8747	1477
8748	7344
8750	7343
8752	1481
8765	960
10511	985
10642	7991
13337	7346
15480	7504-K
15481	7504-N
15482	7504-P
16983	2093

Mechanical fasteners

General requirements
for bolts, screws, studs and nuts

Excerpt from **ISO 8992**
April 2005

1. Scope

This International Standard specifies the general requirements for standardized bolts, screws, studs and nuts, but is also recommended for these non-standardized fasteners. It is intended to be used with reference to the related International Standards on tolerances, mechanical and performance characteristics, geometrical features, surface discontinuities, surface finishes and quality aspects.

3. Specifications and reference standards

See Tables 1 and 2.

Table 1 - Fasteners with ISO metric screw threads

Material	Carbon steel Alloy steel	Stainless steel	Non-ferrous metal
Tolerances	ISO 4759-1		
Mechanical and performance characteristics	ISO 898-1, ISO 898-2, ISO 898-5, ISO 898-6, ISO 898-7, ISO 2320, ISO 7085	ISO 3506-1 ISO 3506-2 ISO 3506-3	ISO 8839
Geometrical features – Thread – Driving features – Ends of parts – Countersunk head – Others	ISO 965-1, ISO 965-2, ISO 965-3, ISO 965-4, ISO 965-5 ISO 272, ISO 4757, ISO 10664 ISO 4753 ISO 7721 ISO 885, ISO 888, ISO 3508, ISO 4755, ISO 7378		
Surface discontinuities	ISO 6157-1 ISO 6157-2 ISO 6157-3	–	–
Surface finish	ISO 4042 ISO 10683 ISO 10684	ISO 16048	ISO 4042
Quality aspects	ISO 3269, ISO 16426		



Table 2 - Fasteners with tapping screw threads

Material	Steel	Stainless steel
Tolerances	ISO 4759-1	
Mechanical and performance characteristics	ISO 2702 ISO 10666	ISO 3506-4
Geometrical features – Thread – Driving features – Ends of parts – Countersunk head	ISO 1478 ISO 4757, ISO 10664 ISO 1478 ISO 7721	Surface finish
Surface finish	ISO 4042 ISO 10683 ISO 10684	ISO 16048
Quality aspects	ISO 3269, ISO 16426	

4. General requirements

Standardized bolts, screws, studs and nuts are defined by the following elements:

- Mechanical properties (property class, material)
- Product grade (tolerances)
- Standardized geometrical features (if any)
- Surface coatings (if required)
- Special requirements (if agreed)

All information relates to fully manufactured products. Specific manufacturing processes are not required, except where they have been laid down in the individual standards or have been agreed between customer and supplier.

The product shall have intact surfaces and edges and shall be free of burrs consistent with the manufacturing methods used. It is not generally required that small burrs due to operations such as slotting, or resulting from forging, pressing or trimming, be removed. Any burr which influences the performance of the product or would be a safety hazard when handled, however, shall be removed.

Trimming burrs beyond the bearing face of bolts and screws is not permissible.

Centre holes for bolts and screws are permissible, unless otherwise specified.

Unless a surface coating is agreed, the surface finish of the products shall be

- as processed for steel products, or
- plain for products made of stainless steel or non-ferrous-metal.

Bolts, screws, studs and nuts shall be delivered in a clean condition and lightly oiled, if no other conditions have been agreed.



Mechanical fasteners

Mechanical properties of fasteners made of carbon steel and alloy steel —

Part 1:

Bolts, screws and studs with specified property classes — Coarse thread and fine pitch thread

Excerpt from **ISO 898-1**
January 2013

6. Materials

Table 2 specifies limits for the chemical composition of steels and minimum tempering temperatures for the different property classes of bolts, screws and studs. The chemical composition shall be assessed in accordance with the relevant International Standards.

NOTE: National regulations for the restriction or prohibition of certain chemical elements will also have to be taken into account in the countries or regions concerned.

For fasteners that are to be hot dip galvanized, the additional material requirements given in ISO 10684 apply.

Table 2 — Steels

Property class	Material and heat treatment	Chemical composition limits (cast analysis, %) ^a					Tempering temperature °C min.
		C		P max.	S max.	Bb max.	
		min.	max.				
4.6 ^{c,d}	Carbon steel or carbon steel with additives	–	0,55	0,050	0,060	Not specified	–
4.8 ^d							
5.6 ^c							
5.8 ^d							
6.8 ^d							
8.8 ^f	Carbon steel with additives (e.g. Boron or Mn or Cr) quenched and tempered	0,15 ^e	0,40	0,025	0,025	0,003	425
	Carbon steel quenched and tempered	0,25	0,55	0,025	0,025		
	Alloy steel quenched and tempered	0,20	0,55	0,025	0,025		
9.8 ^f	Carbon steel with additives (e.g. Boron or Mn or Cr) quenched and tempered	0,15 ^e	0,40	0,025	0,025	0,003	425
	Carbon steel quenched and tempered	0,25	0,55	0,025	0,025		
	Alloy steel quenched and tempered	0,20	0,55	0,025	0,025		
10.9 ^f	Carbon steel with additives (e.g. Boron or Mn or Cr) quenched and tempered	0,20 ^e	0,55	0,025	0,025	0,003	425
	Carbon steel quenched and tempered	0,25	0,55	0,025	0,025		
	Alloy steel quenched and tempered	0,20	0,55	0,025	0,025		
12.9 ^{f, h, i}	Alloy steel quenched and tempered	0,30	0,50	0,025	0,025	0,003	425
12.9 ^{f, h, i}	Carbon steel with additives (e.g. Boron or Mn or Cr or Molybdenum) quenched and tempered	0,28	0,50	0,025	0,025	0,003	380

a In case of dispute, the product analysis applies.

b Boron content can reach 0,005 %, provided that non-effective boron is controlled by addition of titanium and/or aluminium.

c For cold forged fasteners of property classes 4.6 and 5.6, heat treatment of the wire used for cold forging or of the cold forged fastener itself may be necessary to achieve required ductility.

d Free cutting steel is allowed for these property classes with the following maximum sulphur, phosphorus and lead contents:
sulphur 0,34 %; phosphorus 0,11 %; lead 0,35 %.

e In case of plain carbon boron steel with a carbon content below 0,25 % (cast analysis), the minimum manganese content shall be 0,6 % for property class 8.8 and 0,7 % for 9.8 and 10.9.



- f For the materials of these property classes, there shall be a sufficient hardenability to ensure a structure consisting of approximately 90 % martensite in the core of the threaded sections for the fasteners in the "as-hardened" condition before tempering.
- g This alloy steel shall contain at least one of the following elements in the minimum quantity given: chromium 0,30 %, nickel 0,30 %, molybdenum 0,20 %, vanadium 0,10 %. Where elements are specified in combinations of two, three or four and have alloy contents less than those given above, the limit value to be applied for steel class determination is 70 % of the sum of the individual limit values shown above for the two, three or four elements concerned.
- h Fasteners manufactured from phosphated raw material shall be dephosphated before heat treatment; the absence of white phosphorus enriched layer shall be detected by a suitable test method.
- i Caution is advised when the use of property class 12.9/12.9 is considered. The capability of the fastener manufacturer, the service conditions and the wrenching methods should be considered. Environments may cause stress corrosion cracking of fasteners as processed as well as those coated.

7. Mechanical and physical properties

The bolts, screws and studs of the specified property classes shall, at ambient temperature ²⁾, meet all the applicable mechanical and physical properties in accordance with Tables 3 to 7, regardless of which tests are performed during manufacturing or final inspection.

Clause 8 sets forth the applicability of test methods for verifying that fasteners of different types and dimensions fulfil the properties in accordance with Table 3 and Tables 4 to 7.

NOTE 1: Even if the steel properties of the fasteners meet all relevant requirements specified in Tables 2 and 3, some types of fasteners have reduced loadability due to dimensional reasons (see 8.2, 9.4 and 9.5).

NOTE 2: Although a great number of property classes are specified in this part of ISO 898, this does not mean that all classes are appropriate for all fasteners. Further guidance for application of the specific property classes is given in the relevant product standards. For non-standard fasteners, it is advisable to follow as closely as possible the choice already made for similar standard fasteners.

²⁾ Impact strength is tested at a temperature of $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ (see 9.14).



Table 3 — Mechanical and physical properties of bolts, screws and studs

No.	Mechanical or physical property	Property class										
		4.6	4.8	5.6	5.8	6.8	8.8 d ≤ 16mm ^a	8.8 d > 16mm ^b	9.8 d ≤ 16mm	10.9	12.9/ 12.9	
1	Tensile strength, R_m , MPa	nom. ^c	400		500		600	800		900	1000	1200
		min.	400	420	500	520	600	800	830	900	1040	1220
2	Lower yield strength, R_{eL} , MPa	nom. ^c	240	–	300	–	–	–	–	–	–	–
		min.	240	–	300	–	–	–	–	–	–	–
3	Stress at 0,2 % non-proportional elongation, $R_{p0,2}$, MPa	nom. ^c	–	–	–	–	–	640	640	720	900	1080
		min.	–	–	–	–	–	640	660	720	940	1100
4	Stress at 0,0048 d non-proportional elongation for full-size fasteners, R_{pf} , MPa	nom. ^c	–	320	–	400	480	–	–	–	–	–
		min.	–	340 ^e	–	420 ^e	480 ^e	–	–	–	–	–
5	Stress under proof load, S_p , MPa	nom.	225	310	280	380	440	580	600	650	830	970
		Proof strength ratio $\frac{S_{p, \text{nom}}/R_{eL, \text{min}} \text{ or } S_{p, \text{nom}}/R_{p0,2 \text{ min}} \text{ or } S_{p, \text{nom}}/R_{pf, \text{min}}}$	0,94	0,91	0,93	0,90	0,92	0,91	0,91	0,90	0,88	0,88
6	Percentage elongation after fracture formachined test pieces, A , %	min.	22	–	20	–	–	12	12	10	9	8
7	Percentage reduction of area after fracture for machined test pieces, Z , %	min.	–				52			48	48	44
8	Elongation after fracture for full-size fasteners, A_f , (see also Annex C)	min.	–	0,24	–	0,22	0,20	–	–	–	–	–
9	Head soundness	No fracture										
10	Vickers hardness, HV $F \geq 98 \text{ N}$	min.	120	130	155	160	190	250	255	290	320	385
		max.	220 ^g				250	320	335	360	380	435
11	Brinell hardness, HBW $F = 30 D^2$	min.	114	124	147	152	181	245	250	286	316	380
		max.	209 ^g				238	316	331	355	375	429
12	Rockwell hardness, HRB	min.	67	71	79	82	89	–				
		max.	95,0 ^g				99,5	–				
12	Rockwell hardness, HRC	min.	–				22	23	28	32	39	
		max.	–				32	34	37	39	44	
13	Surface hardness, HV 0,3	max.	–				–			390	435	
14	Non-carburization, HV 0,3	max.	–				h			h	h	
15	Height of non-decarburized thread zone, E , mm	min.	–				1/2 H_1			2/3 H_1	3/4 H_1	
		max.	–				0,015					
16	Reduction of hardness after retempering, HV	max.	–				20					
17	Breaking torque, M_B , Nm	min.	–				in accordance with ISO 898-7					
18	Impact strength, K_I , J	min.	–	27	–	–	27	27	27	27	y	
19	Surface integrity in accordance with	ISO 6157-1 ¹										ISO 6157-3

a Values do not apply for structural bolting.

b For structural bolting $d \geq M12$.

c Nominal values are specified only for the purpose of the designation system for property classes. See Clause 5.

d In cases where the lower yield strength R_{eL} cannot be determined, it is permissible to measure the stress at 0,2 % non-proportional elongation $R_{p0,2}$.

e For the property classes 4.8, 5.8 and 6.8, the values for $R_{pf, \text{min}}$ are under investigation. The values at the time of publication of this part of ISO 898 are given for calculation of the proof stress ratio only. They are not test values.

f Proof loads are specified in Tables 5 and 7.

g Hardness determined at the end of a fastener shall be 250 HV, 238 HB or 99,5 HRB maximum.

h Surface hardness shall not be more than 30 Vickers points above the measured base metal hardness of the fastener when determination of both surface hardness and base metal hardness are carried out with HV 0,3 (see 9.11).

i Values are determined at a test temperature of $-20 \text{ }^\circ\text{C}$ (see 9.14).

j Applies to $d \geq 16 \text{ mm}$.

k Value for KV is under investigation.

l Instead of ISO 6157-1, ISO 6157-3 may apply by agreement between the manufacturer and the purchaser.



Mechanical fasteners

**Mechanical properties of fasteners
made of carbon steel and alloy steel
Part 2: Nuts with specified property classes
Coarse thread and fine pitch tread**

Excerpt from **ISO 898-2**
March 2012

5. Design of bolt and nut assemblies

Explanations of basic design principles of nuts and loadability of bolted assemblies are given in Annex A. Regular nuts (style 1) and high nuts (style 2) shall be mated with externally threaded fasteners according to Table 2. However, nuts of a higher property class may replace nuts of a lower property class.

Table 2: Combination of regular nuts (style 1) and high nuts (style 2) with bolt property classes

Nut property class	Maximum property class of mating bolt, screw and stud
5	5.8
6	6.8
8	8.8
9	9.8
10	10.9
12	12.9/12.9

6. Materials

Table 3 specifies materials and heat treatment for the different property classes of nuts.

Nuts with coarse thread and property classes 05, 8 [regular nuts (style 1) with $D > M16$], 10 and 12 shall be quenched and tempered.

Nuts with fine pitch thread and property classes 05, 6 (with $D > M16$), 8 [regular nuts (style 1)], 10 and 12 shall be quenched and tempered.

The chemical composition shall be assessed in accordance with the relevant International Standards.



Table 3: Steels

Thread	Property class	Material and nut heat treatment	Chemical composition limit (cast analysis %) ^a				
			C max.	Mn min.	P max.	S max.	
Coarse thread	04 ^b	Carbon steel ^d	0,58	0,25	0,060	0,150	
	05 ^c	Carbon steel, QT ^e	0,58	0,30	0,048	0,058	
	5 ^b	Carbon steel ^d	0,58	—	0,060	0,150	
	6 ^b	Carbon steel ^d	0,58	—	0,060	0,150	
	8	High nut (style 2)	Carbon steel ^d	0,58	0,25	0,060	0,150
	8	Regular nut (style 1) D ≤ M16	Carbon steel ^d	0,58	0,25	0,060	0,150
	8 ^c	Regular nut (style 1) D > M16	Carbon steel, QT ^e	0,58	0,30	0,048	0,058
	9		Carbon steel ^d	0,58	0,25	0,060	0,150
	10 ^c		Carbon steel, QT ^e	0,58	0,30	0,048	0,058
	12 ^c		Carbon steel, QT ^e	0,58	0,45	0,048	0,058
Fine pitch thread	04 ^b	Carbon steel ^d	0,58	0,25	0,060	0,150	
	05 ^c	Carbon steel, QT ^e	0,58	0,30	0,048	0,058	
	5 ^b	Carbon steel ^d	0,58	—	0,060	0,150	
	6 ^b	D ≤ M16 Carbon steel ^d	0,58	—	0,060	0,150	
	6 ^b	D > M16 Carbon steel; QT ^e	0,58	0,30	0,048	0,058	
	8	High nut (style 2) Carbon steel ^d	0,58	0,25	0,060	0,150	
	8 ^c	Regular nut (style 1) Carbon steel, QT ^e	0,58	0,30	0,048	0,058	
	10 ^c	Carbon steel, QT ^e	0,58	0,30	0,048	0,058	
	12 ^c	Carbon steel, QT ^e	0,58	0,45	0,048	0,058	

QT = Quenched and tempered nuts.

“—” No limit specified.

a In case of dispute, the product analysis applies.

b Nuts of these property classes may be manufactured from free-cutting steel upon agreement between the purchaser and the manufacturer; in such a case, sulfur, phosphorus and lead are permissible with the following maximum contents:
S: 0,34 %; P: 0,11 %; Pb: 0,35 %.

c Alloying elements may be added, provided the mechanical properties required in Clause 7 are fulfilled.

d This may be quenched and tempered at the manufacturer's discretion.

e For materials of these property classes, there shall be sufficient hardenability to ensure a structure consisting of approximately 90 % martensite in the “as-hardened” condition before tempering in the threaded area of the nut as specified in Figure 3.

7. Mechanical properties

When tested by the methods specified in Clause 9, the nuts of the specified property class shall meet, at ambient temperature, the requirements for the proof load (see Tables 4 and 5) and for the hardness (see Tables 6 and 7), regardless of which tests are performed during manufacturing or final inspection.

Table 6: Hardness properties for nuts with coarse thread

Thread D	Property class															
	04		05		5		6		8		9		10		12	
	Vickers hardness, HV															
	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.
M5 ≤ D ≤ M16					130		150		200	302					295 ^c	
M16 > D ≤ M39	188	302	272	353	146	302	170	302	233 ^a	353 ^b	188	302	272	353	272	353
	Brinell hardness, HB															
	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.
M5 ≤ D ≤ M16					124	287	143	287	190	287					280 ^c	336
M16 > D ≤ M39	179	287	259	336	139	162	162	221 ^a	336 ^b		179	287	259	336	259	
	Rockwell hardness, HRC															
	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.
M5 ≤ D ≤ M16	—	30	26	36	—	30	—	30	—	30	—	30	26	36	29 ^c	36
M16 > D ≤ M39									—	36 ^b					26	

Surface integrity shall be in accordance with ISO 6157-2.
Vickers hardness test is the reference method for acceptance (see 9.2.4).
a Minimum value for high nuts (style 2): 180 HV (171 HB).
b Maximum value for high nuts (style 2): 302 HV (287 HB; 30 HRC).
c Minimum value for high nuts (style 2): 272 HV (259 HB; 26 HRC).

Table 7: Hardness properties for nuts with fine pitch thread

Thread DxP	Property class														
	04		05		5		6		8		10		12		
	Vickers hardness, HV														
	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	
M8x1 ≤ D ≤ M16x1,5					175		188		250 ^a	353 ^b	295 ^c			295	353
M16x1,5 > D ≤ M39x3	188	302	272	353	181	302	221	302	280	336	247	353	—	—	
	Brinell hardness, HB														
	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	
M8x1 ≤ D ≤ M16x1,5					166	287	179	287	238 ^a	336 ^b	280 ^c			280	336
M16x1,5 > D ≤ M39x3	179	287	259	336	181	221	221	287	280	336	247	336	—	—	
	Rockwell hardness, HRC														
	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	
M5 ≤ 8x1D ≤ M16x1,5					—	30	—	30	22,2 ^a	36 ^b	29 ^c			29	36
M16x1,5 > D ≤ M39x3	—	30	26	36	—	—	—	30	29,2	36	24	36	—	—	

Surface integrity shall be in accordance with ISO 6157-2.
The Vickers hardness test is the reference method for acceptance (see 9.2.4).
a Minimum value for high nuts (style 2): 195 HV (185 HB).
b Maximum value for high nuts (style 2): 302 HV (287 HB; 30 HRC).
c Minimum value for high nuts (style 2): 250 HV (238 HB; 22,2 HRC).

A.1 Basic design principles of nuts

A bolted joint basically consists of two workpieces, which are clamped together using an externally threaded part (bolt or screw) on one side and an internally threaded part or a nut on the other side.

An optimized bolted joint, consisting of a bolt, screw or stud of a given property class according to ISO 898-1 assembled with a regular or high nut of the mating property class according to this part of ISO 898 is able to provide a maximum preload, using the full strength of the bolt. In the case of over-tightening, the fracture occurs in the loaded threaded part of the bolt, which gives an obvious indication of a tightening failure.

Under tensile load, the fracture mode of bolt and nut assemblies corresponds to the lowest value of the following three loads:

- a) thread stripping load in the nut;
- b) thread stripping load in the bolt, screw or stud;
- c) breaking load in the bolt, screw or stud. (Bolt breaking is the intended fracture mode of bolt and nut assemblies in case of overloading.)

These three loads mainly depend on:

- hardness, height, effective length of the full thread, diameter, pitch and thread tolerance class of the nut,
- hardness, diameter, pitch and thread tolerance class of the bolt.

Furthermore, these three loads are linked. For example, an increase of hardness of the bolt can induce an increase of the thread stripping load in the nut. The hardness also determines the functional toughness of the nut and, therefore, an upper limit is specified for each property class.

The analytical basis for the calculation of the different stripping loads has been worked out in the publication by Alexander. Extensive experimental tests proved Alexander's theory through practical results. Actual studies, including FEM-based calculations, confirmed Alexander's theory.

The three styles of nut (see 4.1) are distinguished by their heights. This gives the manufacturer for certain property classes the option of using a quench and tempering process with less material to achieve the required properties, or using more material without any additional heat treatment.



Mechanical fasteners

**Mechanical properties of fasteners
made of carbon steel and alloy steel
Part 5: Set screws and similar threaded fasteners
with specified hardness classes —
Coarse thread and fine pitch thread**

Excerpt from **ISO 898-5**
June 2012

5. Designation system

The hardness classes are designated as specified in Table 1.
The numerical part of the designation represents 1/10 of the minimum Vickers hardness.
The letter H refers to the hardness.

Table 1: Designations of hardness classes in relation to Vickers hardness

Hardness class designation	14H	22H	33H	45H
Vickers hardness, HV min.	140	220	330	450

6. Materials

Table 2 specifies limits for the chemical composition of steels for the different hardness classes of fasteners. The chemical composition shall be assessed in accordance with the relevant International Standards.

NOTE: National regulations imposing a restriction or prohibition on certain chemical elements can apply; they are expected to be taken into account in the countries or regions concerned.

Table 2: Steel specifications

Property class	Material	Heat treatment	Chemische Chemical composition % (m/m)			
			C		P	S
			max.	min.	max.	min.
14H	Carbon steel ^c	-	0,50	-	0,11	0,15
22H	Carbon steel ^d	Quenched and tempered	0,50	-	0,05	0,05
33H	Carbon steel ^d	Quenched and tempered	0,50	-	0,05	0,05
45H	Carbon steel ^e	Quenched and tempered	0,50	0,45	0,05	0,05
	Carbon steel with additives ^d (e.g. Boron or Mn or Cr)	Quenched and tempered	0,50	0,28	0,05	0,05
	Alloy steel ^{d, f}	Quenched and tempered	0,50	0,19	0,05	0,05

- a Case hardening is not allowed.
- b In case of dispute, the product analysis applies.
- c Free-cutting steel may be used, with maximum lead content 0,35 %, maximum phosphorus content 0,11 % and maximum sulfur content 0,34 %.
- d Steel with a maximum lead content of 0,35 % may be used.
- e For $d \leq M16$ only.
- f This alloy steel shall contain at least one of the following elements in the minimum quantity given: chromium 0,30 %, nickel 0,30 %, molybdenum 0,20 %, vanadium 0,10 %. Where elements are specified in combinations of two, three or four and have lower alloy contents than those given above in this footnote, the limit value to be applied for steel class determination is 70 % of the sum of the individual limit values shown above in this footnote for the two, three or four elements concerned.

7. Mechanical and physical properties

The fasteners of the specified hardness classes shall, at ambient temperature, meet all the applicable mechanical and physical properties of Tables 3 to 5, regardless of the tests performed during manufacturing or final inspection.

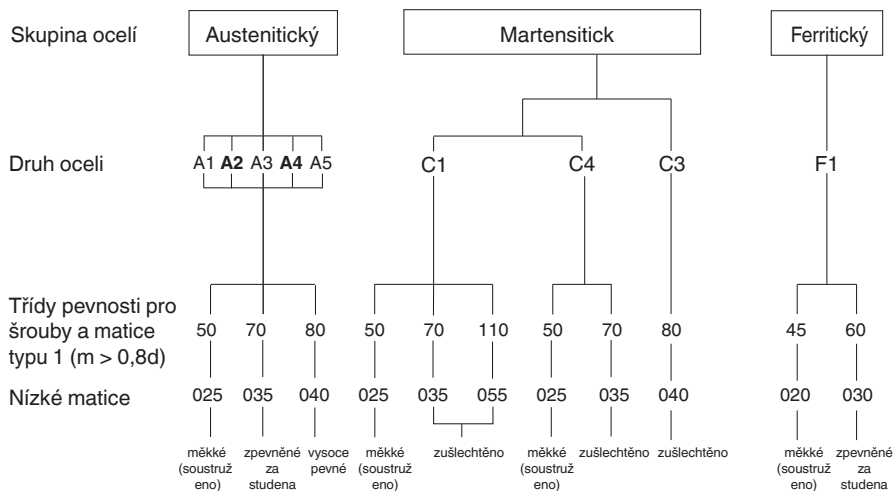
Table 3: Mechanical properties

No.	Mechanical and physical properties			Hardness class			
				14H	22H	33H	45H
1	Performance hardness (see 9.1.2)						
	1.1	Vickers hardness, HV 10	min.	140	220	330	450
			max.	290	300	440	560
	1.2	Brinell hardness HB, F=30 D ²	min.	133	209	314	428
			max.	276	285	418	532
	1.3	Rockwell hardness	HRB	min.	75	95	—
max.				105	a	—	—
HRC			min.	—	a	33	45
			max.	—	30	44	53
2	Torque strength			—	—	—	see Table 5
3	Height of non-decarburized thread zone, E, mm	min.	—	1/2 H1	2/3 H1	3/4 H1	
4	Depth of complete decarburization, G, mm	max.	—	0,015	0,015	b	
5	Surface hardness HV 0,3 (see 9.1.3)	max.	—	320	450	580	
6	Non-carburization, HV 0,3	max.		c	c	c	
7	Surface integrity in accordance with			ISO 6157-1			
a For hardness class 22H: if hardness is tested in Rockwell, it is necessary to test the minimum value in HRB and the maximum value in HRC.							
b No complete decarburization permitted in hardness class 45H.							
c Surface hardness shall not be more than 30 Vickers points above the measured base metal hardness of the fastener when determination of both the surface hardness and base metal hardness are carried out with HV 0,3 (see Figure 3).							



Mechanické spojovací díly z nerezavějících ocelí

Systém označování šroubů a matic podle DIN EN ISO 3506



Chemické složení druhů ocelí A1 – A5 (v %)

Druh oceli	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Ni	Cu	Poznámka
A1	0,12	0,12	6,5	0,20	0,15-0,35	16-19	0,7	5-10	1,75-2,25	
A2	0,1	1	2	0,05	0,03	15-20	-	8-19	4	
A3	0,08	1	2	0,045	0,03	17-19	-	9-12	1	ke stabilizaci proti mezikrystalické korozi musí obsahovat Ti, Nb, Ta
A4	0,08	1	2	0,045	0,03	16-18,5	2-3	10-15	1	
A5	0,08	1	2	0,045	0,03	16-18,5	2-3	10,5-14	1	ke stabilizaci proti mezikrystalické korozi musí obsahovat Ti, Nb, Ta

Výběr vhodných ocelí v rámci dohodnutého druhu oceli zůstává na výrobcí. Typické materiály jsou např.:

Skupina ocelí	Č. materiálu	Označení materiálu	Poznámky
A1	1.4305	X 8 Cr Ni S 18-8	Přídavek síry zlepšuje zpracování, menší korozní odolnost jako A2
A2	1.4301 1.4303	X 5 Cr Ni 18-10 X 4 Cr Ni 18-12	Standardní skupina ocelí pro normální požadavky, odolná rzi
A3	1.4541	X 6 Cr Ti 18-11	
A4	1.4401 1.4404	X 5 Cr Ni Mo 17-12 X 2 Cr Ni Mo 17-12	Standardní skupina ocelí pro vyšší nároky, převážně odolná vůči kyselinám
A5	1.4571	X 6 Cr Ni Mo Ti 17-12-2	

Mechanické vlastnosti spojovacích dílů z austenitických druhů ocelí

Šrouby					
Druh oceli	Pevnostní třída	Rozsah průměrů d	Pevnost v tahu R_m N/mm ² min.	Mez kluzu 0,2% $R_p 0,2$ N/mm ² min.	Tažnost A mm min.
A1, A2, A3, A4, A5	50	≤ M 39	500	210	0,6 d
	70	≤ M 24	700	450	0,4 d
	80	≤ M 24	800	600	0,3 d

Maticе					
Druh oceli	Třída pevnosti		Rozsah průměrů d mm	Zkušební napětí S_p N/mm ² min.	
	Maticе typ 1 (m > 0,8 d)	Nízké maticе 0,5 d ≤ m < 0,8 d		Maticе typ 1 (m > 0,8 d)	Nízké maticе 0,5 d ≤ m < 0,8 d
A1, A2, A3, A4, A5	50	025	≤ M 39	500	250
	70	035	≤ M 24	700	350
	80	040	≤ M 24	800	400

Všechny hodnoty platí při teplotě prostředí +15 °C až +26 °C. Pro šrouby a maticе se jmenovitým průměrem závitu > M24 je třeba mechanické vlastnosti pro třídy pevnosti -70 a -80 dohodnout mezi objednatelem a výrobcem.



Technické poznámky ke spojovacím dílům z austenitických druhů oceli

Předpis o označování pro:

- Šrouby se šestihrannou hlavou a s válcovou hlavou s vnitřním šestihranem \geq M5
- Šestihranné matice \geq M5
- Závrtné šrouby \geq M6

s druhem oceli, třídou pevnosti a značkou výrobce.

Magnetismus (permeabilita)

Spojovací díly z austenitických ocelí jsou všeobecně nemagnetické. Po tváření za studena jakož i příp. dalších postupech zpracování, jako např. lisování může existovat určitá magnetizovatelnost.

Teplotní rozmezí

Spojovací díly skupin ocelí A2 a A4 jsou podle DIN 267-13 vhodné pro použití za nízkých teplot A2 do -200 °C

A4 do -60 °C

Použití za vyšších teplot má výrazný vliv na mechanické vlastnosti a na korozní odolnost.

Montáž

Pevnost austenitických ocelí nemůže být ovlivněna tepelným zpracováním - provádí se výhradně tvářením za studena.

Tím u šroubových spojů ze stejného materiálu, především při použití šestihranných matic se svěrným dílem z nerezavějící oceli, hrozí nebezpečí studeného svaru („zadření“).

Protiopatření k tomu jsou

- správně kontrolované dotažení
- resp. ošetření kluzným prostředkem
- pečlivé očištění před montáží

Detailní technické údaje a pokyny jsou uvedeny v normách

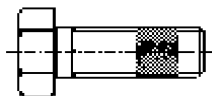
- DIN EN ISO 3506 T1 – 3
- DIN 267-13
- AD-předpis W2 a W10.



Chemické jištění šroubů

Spojovací díly s povrchovou úpravou připravené k zabudování podle normy a výkresu

Šrouby s hlavou



Stavěcí šrouby



Matice



odpovídající platnému případu použití s...

• Lepivý povlak (mikrozapouzdření)

Požadavky podle DIN 267-27
podle systému

- 3 M Scotch Grip 2353, modrá
- Precote 30, žlutá
- Precote 80, červená
- Precote 85, tyrkysová

• Upínací povlak

Požadavky podle DIN 267-28
podle systému

- Tuflok - povlak/celoobvodový, modrá
- Polyamid - povlak/celoobvodový, modrá/červená
- Long-Lok
- Clemm-Loc, hnědá
- Keil Stop
- VC3-Vibratite

• Těsnicí povlak

podle systému

- Precote 4/5/6, bílá

Podrobné technické podklady a ceny na vyžádání.

Vstupní kontrola / atesty / první vzorkování

1. Přijímací zkouška ISO 3269

Tato mezinárodní norma platí při objednávkách mechanických spojovacích dílů (šrouby, matice, kolíky, podložky, nýty atd.) podle normy a jiných spojovacích dílů, které nejsou určeny pro

- automatická šroubení
- zvláštní použití a požadavky
- zvláštní výrobní zkoušky
- zvláštní zpětné sledování a dokumentaci.

Pro takové spojovací díly je třeba učinit odpovídající dohody mezi objednatelem a dodavatelem již při poptávce, nejpозději při objednávce.

Z důvodu hospodárnosti nelze při hromadné výrobě normalizovaných dílů pro všeobecné použití vycházet ze zásadní „bezchybné dodávky“.

ISO 3269 proto stanovuje požadavky na vstupní namátkovou zkoušku u objednatele, jejími nejdůležitějšími veličinami jsou:

- AQL – přípustná mez jakosti
- Ac – max. počet chybných dílů v namátkové kontrole, při kterém bude zkušební dávka ještě přijata
- n – počet spojovacích dílů v namátkové zkoušce

Přirázování hodnot probíhá v závislosti na

- skupina výrobků (spojovací díly se závitem, podložky, kolíky a svorníky, nýty)
- třídy výrobků A, B, C (Toleranční třídy)
- rozměry pro hlavní atributy AQL 1,0 – 1,5 (např. otvor klíče)
- rozměry pro vedlejší vlastnosti AQL 1,5 – 4,0 (např. výška matice)
- mechanické vlastnosti AQL 0,65 – 1,5

Příklad návodu k namátkové kontrole pro jeden atribut

Ac	AQL				
	0,65	1,0	1,5	2,5	4,0
	n				
0	8	5	3	-	-
1	50	32	20	13	8
2	125	80	50	32	20
3	200	125	100	50	32
4	315	200	125	80	50
5	400	250	160	100	-

Detailní údaje jsou uvedeny v normě DIN EN ISO 3269.



2. Atesty EN 10204 (dříve DIN 50049)

Na zvláštní požadavek objednatele mohou být mechanické spojovací díly dodávány s dodatečným atestem.

EN 10204 je v úzkém vztahu se stávajícími výrobovými normami a technickými dodacími podmínkami, a proto se uplatnila a osvědčila jako standard pro atesty pro šrouby, matice, a příslušenství.

Druh a rozsah potřebných a dokumentovaných zkoušek zadává objednatel dodavateli na základě svých znalostí o nasazení a speciálních požadavcích už při poptávce, nejpozději při objednávce.

Nejdůležitější rozlišovací vlastnosti přitom jsou:

- nespecifická nebo specifická zkouška
- zkouška na straně výroby nebo nezávislá na výrobě

Označení normy	Osvědčení	Specifická zkouška	Údaj o výsledcích zkoušky	Obsah potvrzení	Osvědčení potvrdí:
2.1	Výrobní osvědčení	Ne	Ne	Potvrzení shody s objednávkou formou textu	Výrobce
2.2	Výrobní atest	Ne	Ano	Potvrzení shody s objednávkou na základě běžného záznamu série	Výrobce
3.1	Přejímací zkušební atest 3.1	Ano	Ano	Potvrzení shody s předpisy objednávání, event. i podle úředních a technických předpisů	Osoba zmocněná výrobcem k převzetí, která není závislá na výrobním oddělení
3.2	Přejímací zkušební atest 3.2	Ano	Ano	Potvrzení shody s předpisy objednávání, event. také podle úředních předpisů	Jako 3.1 a znalec pověřený objednavatelem

Příklad objednávky:

1000 kusů Šrouby se šestihrannou hlavou ISO 4014-8.8 M12x100
s přejímacím atestem podle DIN EN 10204 - 3.1

Zásadně platí:

- Hodnoty stanovené dodatečnými zkouškami a dokumentované v atestech podle EN 10204 nejsou „přislíbené vlastnosti“ ve smyslu § 459.2 / § 463 BGB a nezavazují objednatele (příjemce) provedení řádné vstupní zkoušky zboží podle § 377 HGB.
- Obchodníci nesmí vystavovat vlastní osvědčení podle EN 10204. To je vyhrazeno výhradně pro výrobce resp. zmocněného znalce.
- Náklady na požadované dodatečné zkoušky a na dokumentaci atestů podle EN 10204 nejsou obsaženy v ceně výrobku a budou účtovány objednateli.



3. První vzorkování VDA 2

Účelem prvního vzorkování před začátkem série je přinést důkaz, že byly splněny kvalitativní požadavky dohodnuté ve výkresech anebo ve specifikacích.

Podle požadavků VDA 2 musí být první vzorky zhotoveny zcela se sériovými provozními prostředky a v sériových podmínkách.

První vzorky jsou dokumentovány spolu s jednotným formulářem „Zkušební zpráva prvních vzorků VDA“, ve kterém jsou výsledky zkoušek kontrolovaných atributů, jako např.

- kontrola rozměrů
- zkouška materiálu
- povrch,

předloženy objednateli k přezkoušení a rozhodnutí.

Součástí prvního vzorkování je dále zadání obsažených látek do Mezinárodního systému pro správu dat o materiálech (IMDS).

Bude-li požadováno první vzorkování, je třeba, aby to objednatel oznámil dodavateli již při poptávce. Cena za tyto dodatečné náklady není obsažena v ceně výrobku a bude zvlášť zaúčtována objednateli.



Ochrana spojovacích dílů proti korozi

Nekovové povlaky

- brynýrování (černění)
- fosfátování
- chromování (obsahující Cr(VI))

Kovové povlaky

- galvanické povlaky podle DIN EN ISO 4042
- mechanické zinkování (3M-Mechanical-Plating)
- žárové zinkování podle DIN EN ISO 10684
- chemické poniklování
- povlaky ze zinkových lamel podle DIN EN ISO 10683

Výstražné pokyny:

U galvanických povlaků na vysokopevnostních a cementovaných/kalených dílech s pevností v tahu $R_m \geq 1000 \text{ N/mm}^2$ popř. s tvrdostí jádra nebo povrchu $\geq 320 \text{ HV}$ nelze u dnes známých postupů bezpečně vyloučit nebezpečí vodíkového zkrěhnutí; může být sníženo temperováním, ale nelze ho vyloučit (viz DIN EN ISO 4042, odst. 6 / dodatek A, DIN EN ISO 15330).

Proto budou takové díly opatřeny galvanickými povlaky jen na výslovné přání a riziko objednatele!

Alternativní postupy povlaků, u nichž je nebezpečí vodíkového zkrěhnutí s dostatečnou bezpečností vyloučeno, jsou např. povlaky ze zinkových lamel, jako:

- Geomet
- Delta Protect

Směrnice EU

2000/53/ES (ELV)	nabytí platnosti 01.07.2007
2000/53/ES (ELV)	nabytí platnosti 01.07.2007
2002/95/ES (RoHS)	nabytí platnosti 01.07.2006
2002/96/ES	nabytí platnosti 01.07.2006

požadují, aby byly zamezeny, popř. omezeny nebezpečné obsažené látky, jako olovo, rtuť, kadmium, šestimocný chrom - Cr(VI) a další.

U námi dodaných výrobků (šrouby, matice a příslušenství) přitom došlo téměř výhradně ke snížení Cr(VI), který je částečně obsažen v antikorozi povrchové úpravě, jako v

- galvanickém povrchu se
- žlutým chromátováním
- olivovým chromátováním
- černým chromátováním
- povlaku se zinkovými lamelami Dacromet 320/500

Povlaky neobsahující Cr(VI)

Jako dodatečné použité protikorozní ochrany pozinkovaných povrchů

- žluté chromování
- olivové chromování
- černé chromování
- částečně také modré chromování

jakož i povlaky z lamelárního zinku podle systému „Dacromet“ obsahují šestimocný chrom Cr(VI).

Použití Cr(VI) již není přípustné podle směrnic ES:

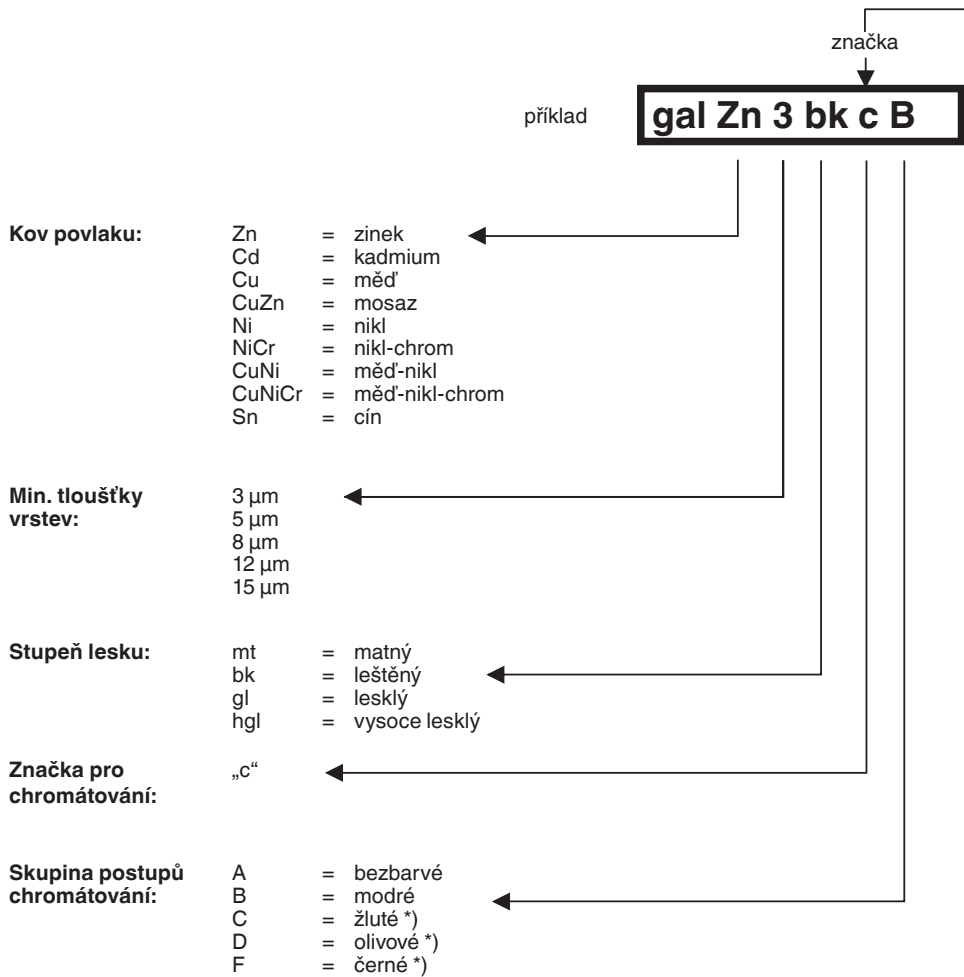
2000/53/ES pro stará vozidla:	od 01.07.2007
2002/95/ES o elektrických a elektronických přístrojích:	od 01.07.2006
2002/96/ES o zábraně odpadů z elektrických a elektronických přístrojů:	od 01.07.2006

Alternativy bez Cr(VI) existují ve formě:

- zinkových povlaků, transparentně pasivovaných
- povlaků ze zinkových slitin, transparentně nebo černě pasivovaných
- dodatečné uzavření povrchů
- povlaků z lamelárního zinku, jako např. Geomet, Delta Protect



Galvanické povlaky



*) obsahující Cr(VI)

Označení volitelně jako značka nebo klíčové číslo

klíčové číslo

příklad

A 1 F

A = Zn
 B = Cd
 C = Cu
 D = CuZn
 E = Ni
 F = NiCr
 G = CuNi
 H = CuNiCr
 J = Sn

1 = 3 µm
 2 = 5 µm
 3 = 8 µm
 4 = 12 µm
 5 = 15 µm

A = stupeň lesku „mt“	chromátování „A“
B = stupeň lesku „mt“	chromátování „B“
C = stupeň lesku „mt“	chromátování „C“ *)
D = stupeň lesku „mt“	chromátování „D“ *)
E = stupeň lesku „bk“	chromátování „A“
F = stupeň lesku „bk“	chromátování „B“
G = stupeň lesku „bk“	chromátování „C“ *)
H = stupeň lesku „bk“	chromátování „D“ *)
J = stupeň lesku „gl“	chromátování „A“
K = stupeň lesku „gl“	chromátování „B“
L = stupeň lesku „gl“	chromátování „C“ *)
M = stupeň lesku „gl“	chromátování „D“ *)
R = stupeň lesku „mt“	chromátování „F“ *)
S = stupeň lesku „bk“	chromátování „F“ *)
T = stupeň lesku „gl“	chromátování „F“ *)

*) obsahující Cr(VI)



Předpětí VP šroubů

Důležité: Utahovací momenty pro žárově zinkované šrouby jsou odlišné od utahovacích momentů černých šroubů. Viz tab. níže.

Předpětí se zpravidla provádí dotažením na matici. K tomu mohou být použity momentové klíče, rázové šroubováky nebo podobné nástroje. Utahování na hlavě svorníku vyžaduje volnost pohybu v oblasti dířku, aby nevzniklo dodatečné tření.

Při utahování momentovými klíči bude potřebná předeplinací síla vytvořena změřeným utahovacím momentem.

Použité klíče musí být dobře nastavitelné nebo umožňovat spolehlivé odečítání požadovaného momentu.

Při seřizování nebo odečítání smí max. odchylka činit + 0,1Ma. Přezkoušení se musí provádět před použitím momentového klíče, během použití, ale nejméně jednou za pooleť.

Při použití šroubů M 12 a M 20 s novými otvory klíčů OK 21 resp. OK 34 se mění utahovací momenty.

Tabulka 11

Požadované předeplinací síly a utahovací momenty				
Jmenovité průměry šroubů	Požadovaná předpínací síla F_V ve šroubu (metoda utahovacího momentu) [kN] (Mp)	Výsledná předpínací síla při dotahování strojním rázovým šroubovákem [kN] (Mp)	Výsledný utahovací moment (Ma)	
			Šroub (žárově zinkovaný) mazaný MoS_2 [Nm] (kpm)	Šroub lehce naolejovaný [Nm] (kpm)
M 12	50 (5)	60 (6)	100 (10)	120 (12)
M 16	100 (10)	110 (11)	250 (25)	350 (35)
M 20	160 (16)	175 (17,5)	450 (45)	600 (60)
M 22	190 (19)	210 (21)	650 (65)	900 (90)
M 24	220 (22)	240 (24)	800 (80)	1100 (110)
M 27	290 (29)	320 (32)	1250 (125)	1650 (165)
M 30	350 (35)	390 (39)	1650 (165)	2200 (220)
M 33 *	430 (43)	480 (48)	2200 (220)	2700 (270)
M 36	510 (51)	560 (56)	2800 (280)	3800 (380)

* podle vlastní dílenské normy



Při utahování rázovými šroubováky je třeba podle dostatečného počtu šroubů určených pro montáž provést nastavení na předepsanou předpínací sílu vhodnými přípravky, např. Tensimetrem.

Je třeba dávat pozor na to, zda velikost rázového šroubováku odpovídá požadovanému předpětí. Nasazený smí být pouze typově zkoušené rázové šroubováky.

Předpětí šroubů podle metody úhlu otočení se provádí předběžným utahením a následně dalším otáčením o úhel μ . Hodnoty k tomu potřebné jsou ve směrnici DAST 010.

Přezkoušení předpětí

Přezkoušení zahrnuje u 5 % všech šroubů a provádí se výhradně dalším dotažením. Přitom se ručně dotažené šrouby zkoušejí ručním klíčem a strojně dotažené šrouby rázovým šroubovákem.

- a) Ruční klíče budou pro přezkoušení nastaveny o 10 % výš.
- b) U rázových šroubováků označených F_v stačí opakované dosažení nastavené předpínací síly.
- c) Šrouby, které byly dotaženy metodou úhlu otočení, mohou být podle použitého nástroje přezkoušeny podle a) nebo b).

Tabulka 12

Další úhel otočení šroubu (matice) až k dosažení nastavené zkušební hodnoty podle a) až c)	Stav spoje
< 30°	Šroub v pořádku.
30° . . . 60°	Šroub v pořádku. Dodatečně přezkoušet dva další spoje stejným rázem.
> 60°	Šroub vyměnit. Dodatečně přezkoušet dva další šrouby stejným rázem.



Polyamid 6.6

Mechanické a tepelné vlastnosti

Šrouby a matice z polyamidu 6.6 vám v mnoha případech přináší bezpečná a jednoduchá řešení pro četné mechanické a elektrické problémy na základě následujících fyzikálních, chemických, tepelných a elektrických vlastností:

- nízká hmotnost
- vysoká mechanická pevnost
- odolnost proti teplotě do 100°
- velmi dobrá chemická odolnost
- vysoká dielektrická hodnota
- odolnost proti povětrnostním vlivům
- bez vibrací (ušetří se pružné podložky)

Mechanické vlastnosti	Jednotka	Údaje	Zkušební předpis DIN
Surová měrná hmotnost	g/cm ³	1,12 - 1,15	53479
Napětí na mezi kluzu	N/mm ²	85	53455
- za sucha		60	
- vzdušná vlhkost			
Prodloužení při přetržení	%	30 - 60	53455
- za sucha		120 - 220	
- vzdušná vlhkost			
Mezní napětí v ohybu	N/mm ²	130 - 135	53452
- za sucha			
Vrubová rázová houževnatost	kJ/m ²	3 - 5	53453
- za sucha		15 - 20	viz zkušební metody
- vzdušná vlhkost			
Modul pružnosti	N/mm ²	26 - 2900	
- za sucha		17 - 2000	
- vzdušná vlhkost			

Tepelné vlastnosti	Jednotka	Údaje	Zkušební předpis DIN
Teplota tavení	°C	250 - 255	
Tepelná vodivost	W/mk	0,23	
Měrná tepelná kapacita	kJ/kgk	1,67	
Max. teplota použití	°C	80 - 100	
- trvale		150 - 170	
- krátkodobě			

Utahovací moment Ncm – směrné hodnoty při 20 °C

Závít	M 3	M 4	M 5	M 6	M 8	M 10	M 12	M 14	M 16	M 18	M 20
Šrouby	10	20	50	100	200	300	400	600	750	850	1000
Matice	10	30	60	150	300	400	500	750	900	1000	1200



BSK® - volič šroubů

Tento volič šroubů BSK® - by měl být pomůckou pro konstruktéra při přibližném dimenzování šroubových spojů se zohledněním nejdůležitějších ovlivňujících veličin. Kromě toho obsahuje pokyny pro volbu správných utahovacích momentů při různých stavech povrchů a mazání. Přehledně jsou uvedeny utahovací momenty a předepínací síly pro normální a jemné metrické závity, pro svorníky a poddajné šrouby, přičemž jsou uvedeny různé hodnoty součinitele tření μ_{ges} . Tabulky obsahují údaje o třídách pevnosti 8.8, 10.9 a 12.9, jsou ale uvedeny také pokyny pro přepočítání na jiné třídy pevnosti.

Přibližné dimenzování šroubových spojů

Jaký průměr závitu musí mít např. svorník, když má být zatížen axiální míjivou provozní silou $F_A = 40\,000\text{ N}$?

Přibližně se získají z tab. 1 následující rozměry:

8.8 : M 20 10.9 : M 16 12.9 : M 16

Se zohledněním všech okrajových podmínek, jako je počet a drsnost oddělovacích spár, svěrná délka, přivádění síly a utahovací podmínky, dostaneme následující přesné rozměry početní operace provedenou podle příručky „Příručka pro šrouby“:

8.8 : M 18 10.9 : M 14 12.9 : M 12

Tak budou odhadované rozměry podle tab. 1 správné.

Volba správné hodnoty tření

Předpokladem k přesnému určení předpínací síly a utahovacího momentu je znalost součinitele tření. Ovšem zdá se to být téměř nemožné, protože je třeba pro množství stavů ploch a mazání zadat bezpečné hodnoty pro součinitele tření a především jejich rozptyly. K tomu se přidávají ještě rozptyly různých metod utahování, které rovněž představují větší nebo menší faktor nejistoty.

Z toho důvodu mohou být uvedena pouze doporučení pro volbu součinitele tření. Tab. 2 obsahuje směrné hodnoty pro různé stavy povrchů a mazání, přičemž tučně vytištěné min. hodnoty je třeba brát jako jmenovité hodnoty při dimenzování a volbě utahovacího momentu.

Pojistné šrouby se zajišťovacími zuby nebo žebry na dosedací ploše hlavy mají v důsledku větší hodnoty tření pod hlavou i větší součinitel tření μ_{ges} . Pro použití pojistných šroubů odkazujeme na utahovací momenty a předpínací síly v našem tiskopisu VFM 34.



Provozní síla na šroub						
Statically ve směru osy	Dynamicky ve směru osy	Statically a nebo dynamicky kolmo k ose	Předpínací síla ¹⁾	Jmenovitý průměr ¹⁾ (mm)		
				8.8	10.9	12.9
F_A (N)	F_A (N)	F_D (N)	F_V (N)			
1 600	1 000	320	2 500	4	-	-
2 500	1 600	500	4 000	5	4	4
4 000	2 500	800	6 300	6	5	5
6 300	4 000	1 250	10 000	7 ²⁾	6	5
10 000	6 300	2 000	16 000	8	7 ²⁾	7 ²⁾
16 000	10 000	3 150	25 000	10	9 ²⁾	8
25 000	16 000	5 000	40 000	14	12	10
40 000	25 000	8 000	63 000	16	14	12
63 000	40 000	12 500	100 000	20	16	16
100 000	63 000	20 000	160 000	24	20	20
160 000	100 000	31 500	250 000	30	27	24
250 000	160 000	50 000	400 000	-	30	30

¹⁾ Uvedené jmenovité průměry a předpínací síly platí pro svorníky; u poddajných šroubů je třeba v důsledku zmenšeného průřezu dřívku volit ten rozměr, který odpovídá nejbližšímu vyššímu stupni zatížení.

²⁾ Rozměry M 7 a M 9 použít jen ve zvláštních případech.

Při jištění lepením v závitě bude ve většině případů ovlivněna hodnota tření μ_{ges} . Zatímco u obvyklých pojistek FK součinitel tření silně stoupá, nemění se u šroubů INBUS-PLUS® a VERBUS-PLUS® (šrouby povrstvené lepidlem s mikrozapouzdřením) hodnota tření μ_{ges} oproti normálně naolejovaným šroubům. Pouze při opakovaném použití těchto pojistných šroubů doporučujeme v našem tiskopisu VFM 34 trochu vyšší uťahovací momenty.

Stav povrchů μ_{ges} při stavu mazání				
šroub	matice	nemazáno	olejováno	pastá MoS ₂
bez dodatečné úpravy	bez	0,14 - 0,18	0,14 - 0,17	
Mn- fosfátováno	dodatečné	0,14 - 0,18	0,14 - 0,15	0,10 - 0,12
Zn- fosfátováno	úpravy	0,14 - 0,21	0,14 - 0,17	0,10 - 0,11
galv. pozink. asi 8 μ m		0,12 - 0,18	0,12 - 0,17	0,10 - 0,12
galv. kadmiováno asi 7 μ m		0,08 - 0,12	0,08 - 0,11	
galv. pozink. asi 8 μ m	galv. pozink. asi 5 μ m	0,12 - 0,17	0,14 - 0,19	
galv. kadmiováno asi 7 μ m	galv. kadmiováno asi 6 μ m	0,08 - 0,12	0,10 - 0,15	

U šroubů bez galvanické úpravy povrchu způsobí dodatečné mazání olejem nižší střední hodnotu součinitele tření a menší šíři rozptylu oproti suchému povrchu. Ještě zřetelněji budou sníženy hodnoty tření a šíře rozptylu při použití pasty s MoS₂. Pozinkované šrouby párované s pozinkovanými maticemi (resp. kadmiované šrouby s kadmiovanými maticemi) povedou k vyššímu součiniteli tření a k větší šíři rozptylu. V nepříznivých případech mohou mít takové spoje sklón k zakousnutí, a tím k nekontrolovatelným poměrům při uťahování.

Síla na min. mez kluzu

Stoupání, nosný průřez a průřez jádra

Svorníky s metrickým normálním závitem podle DIN 13, list 13

Rozměr (se stoupáním P)	Nosný průřez As (mm ²)	Průřez jádra A3 (mm ²)	Síla na min. mez kluzu F _{0,2} zjištěno s nosným průřezem		
			8.8 (N)	10.9 (N)	12.9 (N)
			M 4 x 0,7	8,78	7,75
M 5 x 0,8	14,20	12,70	9 100	13 300	15 600
M 6 x 1	20,10	17,90	12 900	18 900	22 100
M 8 x 1,25	36,60	32,80	23 400	34 400	40 300
M 10 x 1,5	58,00	52,30	37 100	54 500	64 000
M 12 x 1,75	84,30	76,20	54 000	79 000	92 500
M 14 x 2	115,00	105,00	73 500	108 000	127 000
M 16 x 2	157,00	144,00	100 000	148 000	173 000
M 18 x 2,5	192,00	175,00	127 000	180 000	211 000
M 20 x 2,5	245,00	225,00	162 000	230 000	270 000
M 22 x 2,5	303,00	282,00	200 000	285 000	333 000
M 24 x 3	353,00	324,00	233 000	332 000	388 000
M 27 x 3	459,00	427,00	303 000	431 000	505 000
M 30 x 3,5	561,00	519,00	370 000	527 000	617 000

Svorníky s metrickým jemným závitem podle DIN 13, list 13

Rozměr (se stoupáním P)	Nosný průřez As (mm ²)	Průřez jádra A3 (mm ²)	Síla na min. mez kluzu F _{0,2} zjištěno s nosným průřezem		
			8.8 (N)	10.9 (N)	12.9 (N)
			M 8 x 1	39,20	36,00
M 10 x 1,25	61,20	56,30	39 200	57 500	67 500
M 12 x 1,25	92,10	86,00	59 000	86 500	101 000
M 12 x 1,5	88,10	81,10	56 500	83 000	97 000
M 14 x 1,5	125,00	116,00	80 000	118 000	138 000
M 16 x 1,5	167,00	157,00	107 000	157 000	184 000
M 18 x 1,5	216,00	205,00	143 000	203 000	238 000
M 20 x 1,5	272,00	259,00	180 000	256 000	299 000
M 22 x 1,5	333,00	319,00	220 000	313 000	366 000
M 24 x 2	384,00	365,00	253 000	361 000	422 000
M 27 x 2	496,00	473,00	327 000	466 000	546 000
M 30 x 2	621,00	596,00	410 000	584 000	683 000

Poddajné šrouby s metrickým normálním závitem podle DIN 13, list 13

$d_T = 0,9 d_3$

Rozměr (se stoupáním P)	Průměr dříku d _T h13 (mm)	Průřez dříku A _{T min} (mm ²)	Průřez jádra A3 (mm ³)	Síla na min. mez kluzu F _{0,2} zjištěno s průřezem dříku		
				8.8 (N)	10.9 (N)	12.9 (N)
				M 4 x 0,7	2,7	5,07
M 5 x 0,8	3,5	8,40	12,70	5 400	7 900	9 250
M 6 x 1	4,1	12,10	17,90	7 750	11 400	13 300
M 8 x 1,25	5,6	23,10	32,80	14 800	21 700	25 400
M 10 x 1,5	7,0	37,10	52,30	23 700	34 900	40 800
M 12 x 1,75	8,5	55,00	76,20	35 200	51 500	60 500
M 14 x 2	10,0	75,60	105,00	48 400	71 000	83 000
M 16 x 2	12,0	106,00	144,00	68 000	99 500	117 000
M 18 x 2,5	13,0	129,00	175,00	85 000	121 000	142 000
M 20 x 2,5	15,0	168,00	225,00	111 000	158 000	185 000
M 22 x 2,5	16,5	212,00	282,00	140 000	199 000	233 000
M 24 x 3	18,0	243,00	324,00	160 000	228 000	267 000
M 27 x 3	20,5	322,00	427,00	213 000	303 000	354 000
M 30 x 3,5	22,5	392,00	519,00	259 000	368 000	431 000



Poddajné šrouby s metrickým jemným závitem podle DIN 13, list 13

Rozměr (se stoupáním P)	Průměr díčku d_T h13 (mm)	Průřez díčku A_{Tmin} (mm ²)	Průřez jádra A_3 (mm ³)	Síla na min. mezi kluzu		
				$F_{0,2}$ zjištěno s průřezem díčku		
				8.8 (N)	10.9 (N)	12.9 (N)
M 8 x 1	5,9	25,7	36,0	16 400	24 200	28 300
M 10 x 1,25	7,4	40,5	56,3	25 900	38 100	44 600
M 12 x 1,25	9,2	63,2	86,0	40 400	59 500	69 500
M 12 x 1,5	8,9	59,0	81,1	37 800	55 500	65 000
M 14 x 1,5	10,5	85,0	116,0	54 500	80 000	93 500
M 16 x 1,5	12,5	117,0	157,0	75 000	110 000	129 000
M 18 x 1,5	14,5	155,0	205,0	102 000	146 000	171 000
M 20 x 1,5	16,0	196,0	259,0	129 000	184 000	216 000
M 22 x 1,5	18,0	244,0	319,0	161 000	229 000	268 000
M 24 x 2	19,0	275,0	365,0	182 000	259 000	303 000
M 27 x 2	21,5	360,0	473,0	238 000	338 000	396 000
M 30 x 2	24,5	458,0	596,0	302 000	431 000	504 000

Předpínací síly a utahovací momenty pro šrouby s metrickými závity a rozměry dosedací plochy hlav jako v DIN 912, 931, 934 ...

Součinitel tření $\mu_{ges} = 0,08$

Svorníky s metrickým normálním závitem podle DIN 13, list 13

Rozměr	Předpínací síla F_V (N)			Utahovací moment M_A (Nm)		
	8.8	10.9	12.9	8.8	10.9	12.9
M 4	4 400	6 450	7 550	2,1	3,1	3,6
M 5	7 150	10 500	12 300	4,2	6,1	7,2
M 6	10 100	14 900	17 400	7,3	11,0	12,0
M 8	18 600	27 300	31 900	17,0	26,0	30,0
M 10	29 500	43 400	50 500	34,0	51,0	59,0
M 12	43 000	63 000	74 000	59,0	87,0	100,0
M 14	59 000	86 500	101 000	95,0	140,0	165,0
M 16	81 000	119 000	139 000	145,0	215,0	250,0
M 18	102 000	145 000	170 000	210,0	300,0	350,0
M 20	131 000	186 000	218 000	295,0	420,0	490,0
M 22	163 000	232 000	272 000	395,0	560,0	660,0
M 24	188 000	268 000	313 000	510,0	720,0	840,0
M 27	247 000	352 000	412 000	740,0	1 050,0	1 250,0
M 30	300 000	428 000	501 000	1 000,0	1 450,0	1 700,0

Svorníky s metrickým jemným závitem podle DIN 13, list 13

Rozměr	Předpínací síla F_V (N)			Utahovací moment M_A (Nm)		
	8.8	10.9	12.9	8.8	10.9	12.9
M 8 x 1	20 300	29 700	34 800	18	27	32
M 10 x 1,25	31 600	46 500	54 500	36	53	62
M 12 x 1,25	48 200	71 000	83 000	64	93	110
M 12 x 1,5	45 600	67 000	78 500	62	90	105
M 14 x 1,5	65 000	95 500	112 000	100	150	175
M 16 x 1,5	88 000	129 000	151 000	155	225	260
M 18 x 1,5	118 000	168 000	197 000	230	325	380
M 20 x 1,5	149 000	212 000	248 000	315	450	530
M 22 x 1,5	183 000	261 000	305 000	420	600	700
M 24 x 2	210 000	299 000	350 000	540	760	900
M 27 x 2	272 000	387 000	453 000	780	1 100	1 300
M 30 x 2	342 000	487 000	570 000	1 100	1 550	1 800

Poddajné šrouby s metrickým normálním závitem podle DIN 13, list 13

$d_1 = 0,9 d_3$

Rozměr	Předpínací síla F_V (N)			Utahovací moment M_A (Nm)		
	8.8	10.9	12.9	8.8	10.9	12.9
M 4	2 400	3 500	4 100	1,1	1,7	2,0
M 5	4 100	6 000	7 050	2,4	3,5	4,1
M 6	5 650	8 300	9 700	4,0	5,9	6,9
M 8	11 000	16 100	18 900	10,0	15,0	18,0
M 10	17 300	25 400	29 700	20,0	30,0	35,0
M 12	26 000	38 100	44 600	36,0	53,0	62,0
M 14	36 400	53 500	62 500	59,0	86,0	100,0
M 16	53 500	78 500	92 000	96,0	140,0	165,0
M 18	64 000	91 000	107 000	130,0	190,0	220,0
M 20	87 500	124 000	145 000	195,0	280,0	330,0
M 22	107 000	152 000	178 000	260,0	370,0	430,0
M 24	127 000	180 000	211 000	340,0	485,0	570,0
M 27	165 000	236 000	276 000	495,0	710,0	830,0
M 30	199 000	283 000	331 000	670,0	950,0	1 100,0



Předpínací síly a utahovací momenty pro šrouby s metrickými závity a rozměry dosedací plochy hlav jako v DIN 912, 931, 934...

Poddajné šrouby s metrickým jemným závitem podle DIN 13, list 13

$$d_T = 0,9 d_3$$

Rozměr	Předpínací síla F_V (N)			Utahovací moment M_A (Nm)		
	8.8	10.9	12.9	8.8	10.9	12.9
M 10 x 1,25	20 000	29 300	34 300	23	33	39
M 12 x 1,25	31 900	46 900	55 000	42	62	72
M 12 x 1,5	29 300	43 000	50 500	40	58	68
M 14 x 1,5	41 100	60 500	70 500	63	93	110
M 16 x 1,5	60 000	88 000	103 000	105	150	180
M 18 x 1,5	84 500	120 000	141 000	165	230	270
M 20 x 1,5	104 000	147 000	173 000	220	315	365
M 22 x 1,5	133 000	189 000	221 000	305	430	510
M 24 x 2	145 000	207 000	242 000	370	530	620
M 27 x 2	188 000	267 000	313 000	540	770	900
M 30 x 2	246 000	351 000	411 000	780	1 100	1 300

Součinitel tření $\mu_{ges} = 0,10$

Šroubíky s metrickým normálním závitem podle DIN 13, list 13

Rozměr	Předpínací síla F_V (N)			Utahovací moment M_A (Nm)		
	8.8	10.9	12.9	8.8	10.9	12.9
M 4	4 250	6 200	7 250	2,4	3,6	4,2
M 5	6 900	10 200	11 900	4,8	7,1	8,3
M 6	9 700	14 300	16 800	8,3	12,0	14,0
M 8	17 900	26 300	30 700	20,0	30,0	35,0
M 10	28 500	41 800	48 900	40,0	59,0	69,0
M 12	41 500	61 000	71 500	69,0	100,0	120,0
M 14	57 000	83 500	98 000	110,0	160,0	190,0
M 16	78 500	115 000	135 000	170,0	250,0	290,0
M 18	98 000	140 000	164 000	245,0	345,0	405,0
M 20	126 000	180 000	210 000	340,0	490,0	570,0
M 22	158 000	224 000	263 000	460,0	660,0	770,0
M 24	182 000	259 000	303 000	590,0	840,0	980,0
M 27	239 000	340 000	398 000	870,0	1 250,0	1 450,0
M 30	291 000	414 000	484 000	1 200,0	1 700,0	1 950,0

Šroubíky s metrickým jemným závitem podle DIN 13, list 13

Rozměr	Předpínací síla F_V (N)			Utahovací moment M_A (Nm)		
	8.8	10.9	12.9	8.8	10.9	12.9
M 8 x 1	19 600	28 700	33 600	22	32	37
M 10 x 1,25	30 600	44 900	52 500	42	62	72
M 12 x 1,25	46 600	68 500	80 000	75	110	130
M 12 x 1,5	44 000	64 500	75 500	72	105	125
M 14 x 1,5	63 000	92 500	108 000	120	175	200
M 16 x 1,5	85 500	125 000	147 000	180	265	310
M 18 x 1,5	114 000	163 000	191 000	270	385	450
M 20 x 1,5	144 000	206 000	241 000	375	530	620
M 22 x 1,5	178 000	253 000	296 000	500	710	830
M 24 x 2	203 000	290 000	339 000	630	900	1 050
M 27 x 2	264 000	375 000	439 000	920	1 300	1 550
M 30 x 2	332 000	472 000	553 000	1 300	1 850	2 150



Předpínací síly a utahovací momenty pro šrouby s metrickými závity a rozměry dosedací plochy hlav jako v DIN 912, 931, 934...

Poddajné šrouby s metrickým normálním závitem podle DIN 13, list 13

$$d_r = 0,9 d_3$$

Rozměr	Předpínací síla F_V (N)			Utahovací moment M_A (Nm)		
	8.8	10.9	12.9	8.8	10.9	12.9
M 4	2 250	3 300	3 850	1,3	1,9	2,2
M 5	3 900	5 700	6 650	2,7	4,0	4,6
M 6	5 350	7 850	9 200	4,6	6,7	7,9
M 8	10 500	15 300	18 000	12,0	17,0	20,0
M 10	16 400	24 100	28 200	23,0	34,0	40,0
M 12	24 700	36 300	42 500	41,0	60,0	70,0
M 14	34 700	51 000	59 500	67,0	98,0	115,0
M 16	51 000	75 000	88 000	110,0	165,0	190,0
M 18	61 000	87 000	102 000	150,0	215,0	250,0
M 20	83 500	119 000	139 000	225,0	325,0	375,0
M 22	102 000	145 000	170 000	300,0	425,0	495,0
M 24	121 000	172 000	202 000	390,0	560,0	650,0
M 27	158 000	225 000	264 000	570,0	820,0	960,0
M 30	190 000	271 000	317 000	770,0	1 100,0	1 300,0

Poddajné šrouby s metrickým jemným závitem podle DIN 13, list 13

$$d_r > = 0,9 d_3$$

Rozměr	Předpínací síla F_V (N)			Utahovací moment M_A (Nm)		
	8.8	10.9	12.9	8.8	10.9	12.9
M 8 x 1	12 100	17 700	20 800	13	19	23
M 10 x 1,25	19 100	28 000	32 800	26	38	45
M 12 x 1,25	30 600	44 900	52 500	49	72	84
M 12 x 1,5	27 900	41 000	48 000	45	67	78
M 14 x 1,5	39 300	57 500	67 500	73	110	125
M 16 x 1,5	57 500	84 000	98 500	120	175	210
M 18 x 1,5	81 000	116 000	135 000	190	270	320
M 20 x 1,5	99 500	142 000	166 000	260	365	430
M 22 x 1,5	127 000	182 000	212 000	355	510	600
M 24 x 2	139 000	198 000	232 000	435	620	720
M 27 x 2	180 000	256 000	300 000	630	900	1 050
M 30 x 2	237 000	338 000	395 000	920	1 300	1 550

Součinitel tření $\mu_{ges} = 0,12$

Svorníky s metrickým normálním závitem podle DIN 13, list 13

Rozměr	Předpínací síla F_V (N)			Utahovací moment M_A (Nm)		
	8.8	10.9	12.9	8.8	10.9	12.9
M 4	4 050	5 950	7 000	2,4	4,0	4,7
M 5	6 650	9 800	11 400	5,4	7,9	9,2
M 6	9 350	13 800	16 100	9,3	14,0	16,0
M 8	17 200	25 300	29 600	23,0	33,0	39,0
M 10	27 400	40 300	47 100	45,0	66,0	77,0
M 12	40 000	58 500	68 500	77,0	115,0	135,0
M 14	54 500	80 500	94 000	125,0	180,0	210,0
M 16	75 500	111 000	130 000	190,0	280,0	330,0
M 18	94 500	134 000	157 000	275,0	390,0	455,0
M 20	121 000	172 000	201 000	385,0	550,0	640,0
M 22	152 000	216 000	253 000	530,0	750,0	880,0
M 24	175 000	250 000	292 000	660,0	950,0	1 100,0
M 27	230 000	328 000	384 000	980,0	1 400,0	1 650,0
M 30	280 000	399 000	467 000	1 350,0	1 900,0	2 200,0



Předpínací síly a uťahovací momenty pro šrouby s metrickými závity a rozměry dosedací plochy hlav jako v DIN 912, 931, 934...

Švorníky s metrickým jemným závitem podle DIN 13, list 13

Rozměr	Předpínací síla F_V (N)			Uťahovací moment M_A (Nm)		
	8.8	10.9	12.9	8.8	10.9	12.9
M 8 x 1	18 900	27 700	32 500	24	36	42
M 10 x 1,25	29 500	43 300	50 500	47	69	81
M 12 x 1,25	45 000	66 000	77 500	84	125	145
M 12 x 1,5	42 400	62 500	73 000	81	120	140
M 14 x 1,5	61 000	89 500	105 000	135	195	230
M 16 x 1,5	82 000	121 000	141 000	205	300	350
M 18 x 1,5	110 000	157 000	184 000	305	435	510
M 20 x 1,5	140 000	199 000	233 000	430	610	710
M 22 x 1,5	172 000	245 000	286 000	580	830	960
M 24 x 2	196 000	280 000	327 000	720	1 050	1 200
M 27 x 2	255 000	363 000	425 000	1 050	1 500	1 750
M 30 x 2	321 000	457 000	534 000	1 450	2 100	2 450

Poddajné šrouby s metrickým normálním závitem podle DIN 13, list 13

$d_T = 0,9 d_3$

Rozměr	Předpínací síla F_V (N)			Uťahovací moment M_A (Nm)		
	8.8	10.9	12.9	8.8	10.9	12.9
M 4	2 150	3 150	3 650	1,4	2,1	2,4
M 5	3 700	5 400	6 300	3,0	4,4	5,1
M 6	5 050	7 450	8 700	5,0	7,4	8,7
M 8	9 900	14 600	17 100	13	19	22
M 10	15 600	22 900	26 800	25	37	44
M 12	23 500	34 500	40 300	45	67	78
M 14	33 000	48 400	56 500	74	110	125
M 16	48 800	71 500	84 000	125	180	215
M 18	58 000	82 500	96 500	170	240	280
M 20	79 500	113 000	133 000	255	360	425
M 22	97 000	138 000	162 000	340	480	560
M 24	115 000	164 000	192 000	435	620	730
M 27	151 000	215 000	252 000	640	910	1 050
M 30	181 000	258 000	302 000	860	1 250	1 450

Poddajné šrouby s metrickým jemným závitem podle DIN 13, list 13

$d_T = 0,9 d_3$

Rozměr	Předpínací síla F_V (N)			Uťahovací moment M_A (Nm)		
	8.8	10.9	12.9	8.8	10.9	12.9
M 8 x 1	11 500	16 900	19 800	15	22	26
M 10 x 1,25	18 100	26 600	31 200	29	43	51
M 12 x 1,25	29 100	42 800	50 000	55	80	96
M 12 x 1,5	26 600	39 100	45 700	51	75	89
M 14 x 1,5	37 400	55 000	64 500	82	120	145
M 16 x 1,5	54 500	80 500	94 000	135	200	240
M 18 x 1,5	77 500	111 000	129 000	215	310	370
M 20 x 1,5	95 000	136 000	159 000	290	415	500
M 22 x 1,5	122 000	174 000	204 000	410	590	690
M 24 x 2	133 000	189 000	222 000	490	700	840
M 27 x 2	182 000	259 000	303 000	750	1 050	1 200
M 30 x 2	227 000	324 000	379 000	1 050	1 500	1 800



Předpínací síly a utahovací momenty pro šrouby s metrickými závity a rozměry dosedací hlav jako v DIN 912, 931, 934...

Součinitel tření $\mu_{ges} = 0,14$

Svorníky s metrickým normálním závitem podle DIN 13, list 13

Rozměr	Předpínací síla F_V (N)			Utahovací moment M_A (Nm)		
	8.8	10.9	12.9	8.8	10.9	12.9
M 4	3 900	5 750	6 700	3,0	4,4	5,1
M 5	6 400	9 400	11 000	5,9	8,7	10
M 6	9 000	13 200	15 500	10	15	18
M 8	16 500	24 300	28 400	25	36	43
M 10	26 300	38 700	45 200	49	72	84
M 12	38 400	56 500	66 000	85	125	145
M 14	52 500	77 500	90 500	135	200	235
M 16	72 500	107 000	125 000	210	310	365
M 18	91 000	129 000	152 000	300	430	500
M 20	117 000	166 000	195 000	425	610	710
M 22	146 000	208 000	244 000	580	820	960
M 24	168 000	240 000	281 000	730	1 050	1 220
M 27	222 000	316 000	369 000	1 100	1 550	1 800
M 30	269 000	384 000	449 000	1 450	2 100	2 450

Svorníky s metrickým jemným závitem podle DIN 13, list 13

Rozměr	Předpínací síla F_V (N)			Utahovací moment M_A (Nm)		
	8.8	10.9	12.9	8.8	10.9	12.9
M 8 x 1	18 100	26 600	31 200	27	39	46
M 10 x 1,25	28 300	41 600	48 700	52	76	90
M 12 x 1,25	43 300	63 500	74 500	93	135	160
M 12 x 1,5	40 800	60 000	70 000	89	130	155
M 14 x 1,5	58 500	86 000	100 000	145	215	255
M 16 x 1,5	79 500	116 000	136 000	225	330	390
M 18 x 1,5	106 000	152 000	177 000	340	485	570
M 20 x 1,5	134 000	191 000	224 000	475	680	790
M 22 x 1,5	166 000	236 000	276 000	630	900	1 050
M 24 x 2	189 000	270 000	315 000	800	1 150	1 350
M 27 x 2	246 000	350 000	409 000	1 150	1 650	1 950
M 30 x 2	309 000	440 000	515 000	1 650	2 350	2 750

Poddajné šrouby s metrickým normálním závitem podle DIN 13, list 13

$d_r = 0,9 d_3$

Rozměr	Předpínací síla F_V (N)			Utahovací moment M_A (Nm)		
	8.8	10.9	12.9	8.8	10.9	12.9
M 4	2 000	2 950	3 450	1,5	2,3	2,6
M 5	3 500	5 100	6 000	3,2	4,7	5,5
M 6	4 800	7 050	8 250	5,4	8,0	9,4
M 8	9 400	13 800	16 200	14	21	24
M 10	14 800	21 700	25 400	28	40	47
M 12	22 300	32 700	38 300	49	72	85
M 14	31 300	46 000	54 000	81	120	140
M 16	46 500	68 500	80 000	135	200	230
M 18	55 000	78 500	92 000	180	260	305
M 20	75 500	108 000	126 000	275	395	460
M 22	92 500	132 000	154 000	365	520	610
M 24	110 000	157 000	183 000	480	680	800
M 27	144 000	205 000	240 000	700	1 000	1 150
M 30	173 000	246 000	288 000	940	1 350	1 550



Předpínací síly a utahovací momenty pro šrouby s metrickými závity a rozměry dosedací plochy hlav jako v DIN 912, 931, 934...

Poddajné šrouby s metrickým jemným závitem podle DIN 13, list 13

$$d_T = 0,9 d_3$$

Rozměr	Předpínací síla F_V (N)			Utahovací moment M_A (Nm)		
	8.8	10.9	12.9	8.8	10.9	12.9
M 8 x 1	10 900	16 100	18 800	16	24	28
M 10 x 1,25	17 300	25 300	29 700	32	47	55
M 12 x 1,25	27 800	40 800	47 700	60	88	105
M 12 x 1,5	25 300	37 200	43 500	55	81	95
M 14 x 1,5	35 600	52 500	61 000	90	130	155
M 16 x 1,5	52 000	76 500	90 000	150	220	255
M 18 x 1,5	74 000	106 000	124 000	240	340	395
M 20 x 1,5	91 000	129 000	151 000	320	460	540
M 22 x 1,5	117 000	166 000	195 000	450	640	750
M 24 x 2	127 000	181 000	212 000	540	770	900
M 27 x 2	165 000	234 000	274 000	790	1 100	1 300
M 30 x 2	217 000	310 000	362 000	1 150	1 650	1 900

Součinitel tření $\mu_{ges} = 0,20$

Šroubky s metrickým normálním závitem podle DIN 13, list 13

Rozměr	Předpínací síla F_V (N)			Utahovací moment M_A (Nm)		
	8.8	10.9	12.9	8.8	10.9	12.9
M 4	3 450	5 050	5 900	3,6	5,3	6,1
M 5	5 650	8 250	9 650	7,1	10	12
M 6	7 950	11 700	13 600	12	18	21
M 8	14 600	21 400	25 100	30	44	52
M 10	23 200	34 100	39 900	60	87	100
M 12	33 900	49 800	58 000	105	151	177
M 14	46 500	68 500	80 000	165	240	285
M 16	64 000	94 000	110 000	260	380	445
M 18	80 500	114 000	134 000	365	520	610
M 20	103 000	147 000	172 000	520	740	870
M 22	129 000	184 000	216 000	710	1 000	1 200
M 24	149 000	212 000	248 000	890	1 250	1 500
M 27	196 000	279 000	327 000	1 350	1 900	2 200
M 30	238 000	339 000	397 000	1 800	2 550	3 000

Šroubky s metrickým jemným závitem podle DIN 13, list 13

Rozměr	Předpínací síla F_V (N)			Utahovací moment M_A (Nm)		
	8.8	10.9	12.9	8.8	10.9	12.9
M 8 x 1	16 000	23 500	27 600	33	48	56
M 10 x 1,25	25 100	36 800	43 100	64	93	110
M 12 x 1,25	38 400	56 500	66 000	115	170	200
M 12 x 1,5	36 100	53 000	62 000	110	160	185
M 14 x 1,5	52 000	76 000	89 000	180	265	310
M 16 x 1,5	70 500	103 000	121 000	280	410	480
M 18 x 1,5	94 500	135 000	157 000	420	600	700
M 20 x 1,5	119 000	170 000	199 000	590	840	980
M 22 x 1,5	147 000	210 000	245 000	790	1 150	1 300
M 24 x 2	168 000	239 000	280 000	990	1 400	1 650
M 27 x 2	218 000	311 000	364 000	1 450	2 100	2 450
M 30 x 2	275 000	391 000	458 000	2 050	2 900	3 400



Předpínací síly a utahovací momenty pro šrouby s metrickými závity a rozměry dosedací plochy hlav jako v DIN 912, 931, 934...

Poddajné šrouby s metrickým normálním závitem podle DIN 13, list 13

$$d_1 = 0,9 d_3$$

Rozměr	Předpínací síla F_V (N)			Utahovací moment M_A (Nm)		
	8.8	10.9	12.9	8.8	10.9	12.9
M 4	1 700	2 500	2 950	1,8	2,6	3,1
M 5	2 950	4 350	5 100	3,8	5,5	6,5
M 6	4 100	6 000	7 050	6,4	9,3	11
M 8	8 050	11 800	13 800	17	24	28
M 10	12 600	18 500	21 700	32	47	56
M 12	19 100	28 000	32 800	58	85	100
M 14	26 800	39 400	46 100	95	140	165
M 16	40 000	59 000	69 000	160	235	275
M 18	47 300	67 500	79 000	215	305	360
M 20	65 500	93 000	109 000	330	470	550
M 22	79 500	113 000	133 000	435	620	720
M 24	94 500	135 000	158 000	570	810	950
M 27	124 000	177 000	207 000	840	1 200	1 400
M 30	149 000	212 000	248 000	1 100	1 600	1 850

Poddajné šrouby s metrickým jemným závitem podle DIN 13, list 13

$$d_1 = 0,9 d_3$$

Rozměr	Předpínací síla F_V (N)			Utahovací moment M_A (Nm)		
	8.8	10.9	12.9	8.8	10.9	12.9
M 8 x 1	9 400	13 800	16 100	19	28	33
M 10 x 1,25	14 800	21 700	25 500	38	55	65
M 12 x 1,25	23 900	35 100	41 100	72	105	125
M 12 x 1,5	21 700	31 900	37 400	66	96	115
M 14 x 1,5	30 600	44 900	52 500	105	155	185
M 16 x 1,5	45 100	66 000	77 500	180	265	310
M 18 x 1,5	64 500	91 500	107 000	290	410	480
M 20 x 1,5	78 500	112 000	131 000	390	550	650
M 22 x 1,5	102 000	145 000	169 000	540	780	910
M 24 x 2	110 000	156 000	183 000	650	930	1 100
M 27 x 2	142 000	203 000	237 000	950	1 350	1 600
M 30 x 2	189 000	269 000	315 000	1 400	2 000	2 350



Výpočet utahovacího momentu

Pro jiné třídy pevnosti, neuvedené v tomto seznamu šroubů, mohou být vypočteny utahovací moment a předpínací síla bez velkých nákladů tak, že se vynásobí známé hodnoty utahovacího momentu a předpínací síly poměrem mezi kluzu hledané a známé třídy pevnosti.

Příklad:

Pro rozměr M 10 v třídě pevnosti 8.8 činí $M_A = 49$ [Nm], mez kluzu 0,2 %. $R_{p0,2} = 640$ [Nmm²]. Hledaný je utahovací moment pro M 10 v třídě pevnosti 5.6 (min. mez kluzu $R_{eL} = 300$ [Nmm²]).

$$M_{A/5,6} = \frac{R_{eL/5,6}}{R_{p0,2/8,8}} \cdot M_{A/8,8}$$

$$M_{A/5,6} = \frac{300}{640} \cdot 49 = 23 \text{ [Nm]}$$

Rovněž je možné vypočítat dostatečně přesně utahovací momenty a předpínací síly pro další rozměry neuvedené v tomto voliči šroubů:

Předpínací síla jednoho šroubu je při $\mu_{ges} = 0,14$ za předpokladu, že celkové namáhání předpínací silou a zkrutem je na 90 % min. meze kluzu (na tomto základu byly vypočteny naše tabulky) přibližně:

- pro svorníky $FV = 0,7 \cdot R_{p0,2} \cdot AS$
- pro poddajné šrouby: $FV = 0,7 \cdot R_{p0,2} \cdot AT$

Min. pevnost v kluzu $R_{p0,2}$ známá z DIN ISO 898 část 1. Nosný průřez činí

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

Zde je třeba vzít průměr boků d_2 a průměr jádra d_3 jako jmenovité rozměry z DIN 13 list 13. Průměr dříku A_s je dán výkresem šroubu. Utahovací moment pak může být vypočítán s následujícím vzorcem:

$$M_A = F_V \left(0,16 \cdot P + \mu_{ges} \left[0,58 \cdot d_2 + \frac{D_m}{2} \right] \right)$$

Zde znamenají

- P = stoupání v mm
 μ_{ges} = celkový součinitel tření (=0,14)
 d_2 = průměr boku v mm (DIN 13 list 2)
 D_{km} = $\frac{d_h + d_w}{2}$ = střední průměr tření dosedací plochy uložení hlavy nebo matice v mm
 d_h = průměr průchozího otvoru v mm (DIN ISO 273)
 d_w = vnější průměr dosedací plochy hlavy nebo matice z výkresu resp. normy šroubu.
 d_3 = průměr jádra v mm (DIN 13-13)

Příklad:

Výpočet utahovacího momentu pro šroub M 10 DIN 912 – 10.9.

$$F_V = 0,7 \cdot R_{p0,2} \cdot A_S = 0,7 \cdot 940 \cdot 58$$

$$F_V = 38.200 \text{ [N]}$$

$$M_A = F_V \left(0,16 \cdot P + \mu_{ges} \left[0,58 \cdot d_2 + \frac{D_{km}}{2} \right] \right)$$

v tom je

$$D_{km} = \frac{d_h + d_w}{2} = \frac{11 + 16}{2} = 13,5 \text{ [mm]}$$

$$M_A = 38.200 \left(0,16 \cdot 1,5 + 0,14 \left[0,58 \cdot 9,026 + \frac{13,5}{2} \right] \right)$$

$$M_A = 73.264 \text{ [Nmm]} \approx 73 \text{ [mm]}$$

Tabulková hodnota ve voliči šroubů činí $M_A=72$ [Nm], chyba je tedy zanedbatelně malá.

Když je jisté, že tento šroub bude např. namazán MoS_2 , že tedy lze vycházet z hodnoty tření [softreturn] $\mu_{ges} = 0,1$, doporučuje se snížit vypočtený utahovací moment o 20 %, jinak bude šroub přetažený. Předpínací síla přesto leží asi o 10 % výš.

