

---

# GR. 7    Dodatek techniczny

## Spis treści

---

|                                                                                                |              |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| <b>Zamiana norm z DIN na ISO</b> .....                                                         | <b>7/003</b> |
| Zestawienie norm produktów .....                                                               | 7/008        |
| <b>Mechaniczne elementy złączne</b> .....                                                      | <b>7/010</b> |
| Ogólne warunki dla śrub i nakrętek<br>wyciąg z norm ISO 8992 .....                             |              |
| <b>Mechaniczne elementy złączne</b> .....                                                      | <b>7/012</b> |
| Własności mechaniczne elementów złącznych<br>ze stali węglowej i stopowej według ISO 898 ..... |              |
| Część 1: Śruby<br>wyciąg z norm ISO 898-1 .....                                                | 7/012        |
| Część 2: Nakrętki – gwinty znormalizowane<br>wyciąg z norm ISO 898-2 .....                     | 7/015        |
| Część 5: Wkręty dociskowe i tym podobne elementy złączne<br>wyciąg z norm ISO 898-5 .....      | 7/019        |
| <b>Mechaniczne elementy złączne ze stali nierdzewnej</b> .....                                 | <b>7/021</b> |
| <b>Chemiczne zabezpieczenia śrub</b> .....                                                     | <b>7/024</b> |
| <b>Odbiór techniczny / Świadectwo kontroli jakości / Świadectwo pierwszej próbki</b> .....     | <b>7/025</b> |
| <b>Ochrona antykorozyjna elementów złącznych</b> .....                                         | <b>7/028</b> |
| <b>Sprężystość śrub typu HV</b> .....                                                          | <b>7/032</b> |
| <b>Poliamid 6.6</b> .....                                                                      | <b>7/034</b> |
| Własności mechaniczne i termiczne .....                                                        |              |
| <b>BSK- dobór śrub</b> .....                                                                   | <b>7/035</b> |
| <b>Obliczanie momentu obrotowego przy dokręcaniu</b> .....                                     | <b>7/046</b> |
| <b>Słownik techniczny</b> .....                                                                | <b>7/049</b> |

# Zamiana norm DIN na ISO

## 1. Podstawy zmiany europejskich norm z DIN na ISO

Dążenie do utworzenia jednolitego wspólnego rynku europejskiego, prowadzi do ujednolicenia istniejących, międzynarodowych norm pracy w Europie. W wielu przypadkach oznacza to przyjęcie przez wszystkie kraje europejskie wspólnych europejskich norm (EN), aby były zgodne z obecnie obowiązującymi regulacjami pracy w krajach europejskich. W przeciwieństwie do norm ISO, normy EN muszą być przyjęte przez wszystkie kraje EG i EFTA. Spreczne normy narodowe muszą zostać usunięte. Zasadniczo istniejące normy międzynarodowe powinny zostać przyjęte jako normy europejskie EN.

Według zarządzenia normy EN w tym samym przedmiocie, normy narodowe muszą zostać wycofane w ciągu 6 miesięcy i uznane za nieważne ( w Niemczech DIN EN ). Europejskie normy, które w zasadzie są całkowicie przejęte przez normy ISO, przewidują zamawianie tych produktów według ISO a więc *nie* DIN EN ISO 4017 lecz ISO 4017.

### Rodzaje norm, współzależności i oznaczenie produktu

|                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|-------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>DIN</b>        | Niemiecka narodowa norma ( <b>D</b> eutsches <b>I</b> nstitut für <b>N</b> ormung, Berlin/Köln)<br><b>Oznaczenie produktu: DIN</b> – np. DIN 7984                                                                                                                                                             |
| <b>ISO</b>        | Międzynarodowa norma ( <b>I</b> nternational <b>S</b> tandardization <b>O</b> rganization)<br><b>Oznaczenie produktu: ISO</b> – np. ISO 7380                                                                                                                                                                  |
| <b>DIN ISO</b>    | Niemieckie narodowe wydanie niezmienionej przyjętej normy ISO<br><b>Oznaczenie produktu: ISO</b> – np. ISO 2936                                                                                                                                                                                               |
| <b>EN</b>         | Europejska norma (CEN = <b>C</b> omité <b>E</b> uropéen de <b>N</b> ormalisation)<br>Sama EN norma zostaje wówczas ustalona gdy na płaszczyźnie ISO nie ma Normy lub nie ma potrzeby normowania jak również przyjęcie istniejącej normy ISO nie jest możliwe.<br><b>Oznaczenie produktu: EN</b> – np. EN 1661 |
| <b>DIN ISO</b>    | Niemieckie narodowe wydanie niezmienionej przyjętej normy EN<br><b>Oznaczenie produktu: EN</b> – np. EN 1667                                                                                                                                                                                                  |
| <b>EN ISO</b>     | Europejskie wydanie niezmienionej przyjętej normy ISO,<br>Numery norm EN oraz ISO są identyczne<br><b>Oznaczenie produktu: ISO</b> – np. ISO 4017                                                                                                                                                             |
| <b>DIN EN ISO</b> | Niemieckie narodowe wydanie niezmienionej przez ISO przyjętej normy EN<br><b>Oznaczenie produktu: ISO</b> – np. ISO 4762                                                                                                                                                                                      |

## 2. Zakres produktów

Produkty zostały podzielone na następujące grupy:

- Produkty sześciokątne
- Wkręty dociskowe, kołki i sworznie
- Wkręty (wkręty z rowkiem, wkręty z wgłębieniem krzyżowym, wkręty do blach i samowiertne, wkręty samowprowadzające, wkręty gwintujące i wkręty kombi)
- Podkładki
- Śruby z gniazdem sześciokątnym
- Śruby HV

## 3. Zakres zmian I: produkty sześciokątne

Znaczące zmiany DIN – ISO:

| Rozwartość klucza | M10 | M12 | M14 | M22 |
|-------------------|-----|-----|-----|-----|
| DIN               | 17  | 19  | 22  | 32  |
| ISO               | 16  | 18  | 21  | 34  |



### 3.1. Śruby z łbem sześciokątnym

#### 3.1.1. Obecnie wycofane normy DIN dla śrub z łbem sześciokątnym

| Wycofane normy  | Nazwa                                                                                          | Opis produktu wg ISO |
|-----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| DIN 558         | Śruby z łbem sześć.z gwintem na całej długości, Klasa produktu C                               | ISO 4018             |
| DIN 601 *)      | Śruby z łbem sześć.z gwin. na części trzpienia, Klasa produktu C                               | ISO 4016             |
| DIN 931 Część 1 | Śruby z łbem sześć.z gwin. na części trzpienia                                                 | ISO 4014             |
| DIN 931 Część 2 | Klasa produktu A i B                                                                           |                      |
| DIN 933         | Śruby z łbem sześć.z gwintem na całej długości, Klasa produktu A i B                           | ISO 4017             |
| DIN 960         | Śruby z łbem sześć.z gwin. na części trzpienia                                                 | ISO 8765             |
| DIN 961         | Klasa produktu A i B, gwint drobnozwojny metr.                                                 |                      |
|                 | Śruby z łbem sześć.z gwintem na całej długości, Klasa produktu A i B, gwint drobnozwojny metr. | ISO 8676             |

\*) W komplecie z nakrętkami wg ISO, należy podać to na etykiecie.

### 3.2. Nakrętki

#### 3.2.1. Wycofane normy DIN dla nakrętek sześciokątnych

| Wycofane normy | Nazwa                                                          | Opis produktu wg ISO |
|----------------|----------------------------------------------------------------|----------------------|
| DIN 555        | Nakrętki sześciokątne, Klasa produktu C                        | ISO 4034             |
| DIN 934        | Nakrętki sześciokątne typu 1, Klasa produktu A i B do klasy 10 | ISO 4032             |
| DIN 934        | Nakrętki sześciokątne typu 2, Klasa produktu A i B             | ISO 4033             |
|                | Gwint normowany , klasa wytrzymałości 12                       |                      |
| DIN 934        | Nakrętki sześciokątne typu 1, Klasa produktu A i B             | ISO 8673             |
|                | Gwint drobnozwojny, do klasy wytrzymałości 8                   |                      |
| DIN 934 typu 2 | Nakrętki sześciokątne typu 2, Klasa produktu A i B             | ISO 8674             |
|                | do klasy wytrzymałości 10                                      |                      |

#### 3.2.2. Wycofane normy DIN dla nakrętek sześciokątnych (Forma niska)

| Wycofane normy     | Nazwa                                                              | Opis produktu wg ISO |
|--------------------|--------------------------------------------------------------------|----------------------|
| DIN 439 Część 1    | Nakrętki sześciokątne w formie niskiej, bez fazy                   | ISO 4036             |
| DIN 439 Część 2 *) | Nakrętki sześciokątne w formie niskiej, z fazą                     | ISO 4035             |
| DIN 439 Część 2 *) | Nakrętki sześciokątne w formie niskiej, z fazą, gwint drobnozwojny | ISO 8675             |

\*) jest przewidziane, że DIN 936 powinien być zastąpiony przez DIN 439 T2 .

## 4. Zakres zmian II: kołki, gwinty, sworznie

### 4.1. Kołki sprężyste spiralne – obecnie wycofane normy DIN

| Wycofane normy | Nazwa                                         | Opis produktu wg ISO |
|----------------|-----------------------------------------------|----------------------|
| DIN 7343       | Kołki sprężyste spiralne, wykonanie normowane | ISO 8750             |
| DIN 7344       | Kołki sprężyste spiralne, wykonanie ciężkie   | ISO 8748             |

Produkty wg ISO są niemal identyczne z produktami wg DIN. Istnieje zamienność.

### 4.2. Kołki nacinane - obecnie wycofane normy DIN

| Wycofane normy | Nazwa                                       | Opis produktu wg ISO |
|----------------|---------------------------------------------|----------------------|
| DIN 1470       | Kołki nacinane cylindryczne z wprowadzeniem | ISO 8739             |
| DIN 1471       | Kołki nacinane stożkowe                     | ISO 8744             |
| DIN 1472       | Kołki nacinane pasowane                     | ISO 8745             |
| DIN 1473       | Kołki nacinane cylindryczne z fazą          | ISO 8740             |
| DIN 1474       | Kołki nacinane z bolcem                     | ISO 8741             |
| DIN 1475       | Kołki nacinane zatyczkowe                   | ISO 8742             |
| DIN 1476       | Kołki nacinane z łbem kulistym              | ISO 8746             |
| DIN 1477       | Kołki nacinane z łbem stożkowym             | ISO 8747             |

Produkty wg ISO są niemal identyczne z produktami wg DIN. Zamienność w niektórych przypadkach użycia wymaga ponownej analizy.

### 4.3. Kołki cylindryczne i stożkowe

#### 4.3.1. Obecnie wycofane normy DIN bez zmian

| Wycofane normy | Nazwa                                           | Opis produktu wg ISO |
|----------------|-------------------------------------------------|----------------------|
| DIN 6325       | Kołki cylindryczne, hartowane                   | ISO 8734             |
| DIN 7979-C     | Kołki cylindryczne z gwintem wew., niehartowane | ISO 8733             |
| DIN 7979-D     | Kołki cylindryczne z gwintem wew., hartowane    | ISO 8735             |
| DIN 7977       | Kołki stożkowe z czopem gwint. (czop stały)     | ISO 8737             |
| DIN 7978       | Kołki stożkowe z gwintem wew., niehartowane     | ISO 8736             |

Produkty wg ISO są niemal identyczne z produktami wg DIN. Zamienność w niektórych przypadkach użycia wymaga ponownej analizy.

#### 4.3.2. Obecnie wycofane normy DIN ze zmianami

| Wycofane normy | Nazwa                            | Opis produktu wg ISO |
|----------------|----------------------------------|----------------------|
| DIN 1          | Kołki stożkowe, niehartowane     | ISO 2339             |
| DIN 7          | Kołki cylindryczne, niehartowane | ISO 2338             |

Produkty wg ISO są niemal identyczne z produktami wg DIN. Nominalna długość l: wg DIN wyłączając część wypukłą – wg ISO łącznie z częścią wypukłą.



#### 4.4. Wkręty ustalające z rowkiem - obecnie wycofane normy DIN

| Wycofane normy | Nazwa                                         | Opis produktu wg ISO |
|----------------|-----------------------------------------------|----------------------|
| DIN 417        | Wkręty ustalające z rowkiem i czopem          | ISO 7435             |
| DIN 438        | Wkręty ustalające z rowkiem                   | ISO 7436             |
| DIN 551        | Wkręty ustalające z rowkiem i częścią wypukłą | ISO 4766             |
| DIN 553        | Wkręty ustalające z rowkiem i ze stożkiem     | ISO 7434             |

Produkty wg ISO są niemal identyczne z produktami wg DIN. Zamiennosc w niektórych przypadkach użycia wymaga ponownej analizy.

#### 5. Sworznie

| Wycofane normy | Nazwa            | Opis produktu wg ISO |
|----------------|------------------|----------------------|
| DIN 1443       | Sworznie bez łba | ISO 2340             |
| DIN 1444       | Sworznie z łbem  | ISO 2341             |

Produkty wg ISO są niemal identyczne z produktami wg DIN. Zamiennosc w niektórych przypadkach użycia wymaga ponownej analizy.

#### 6. Zakres zmian III: Wkręty

##### 6.1. Wkręty z rowkiem – obecnie wycofane normy DIN

| Wycofane normy | Nazwa                                     | Opis produktu wg ISO |
|----------------|-------------------------------------------|----------------------|
| DIN 84         | Wkręty z rowkiem i łbem walcowym          | ISO 1207             |
| DIN 85         | Wkręty z rowkiem i łbem walcowym wypukłym | ISO 1580             |
| DIN 963        | Wkręty z rowkiem i łbem stożkowym         | ISO 2009             |
| DIN 964        | Wkręty z rowkiem i łbem soczewkowym       | ISO 2010             |

Produkty wg ISO są niemal identyczne z produktami wg DIN. Zamiennosc w niektórych przypadkach użycia wymaga ponownej analizy, szczególnie przy zastosowaniu automatycznych systemów podawania i montażu.

##### 6.2. Wkręty z wgłębieniem krzyżowym – obecnie wycofane normy DIN

| Wycofane normy | Nazwa                                               | Opis produktu wg ISO |
|----------------|-----------------------------------------------------|----------------------|
| DIN 7985       | Wkręty z wgł. krzyżowym i łbem soczewkowym          | ISO 7045             |
| DIN 965        | Wkręty z wgł. krzyżowym i łbem stożkowym            | ISO 7046-1           |
| DIN 965        | Wkręty z wgł. krzyżowym i łbem stożkowym            | ISO 7046-2           |
| DIN 966        | Wkręty z wgł. krzyżowym i łbem stożkowo-soczewkowym | ISO 7047             |

Produkty wg ISO są niemal identyczne z produktami wg DIN. Zamiennosc w niektórych przypadkach użycia wymaga ponownej analizy, szczególnie przy zastosowaniu automatycznych systemów podawania i montażu.

### 6.3. Wkręty do blach – obecnie wycofane normy DIN

| Wycofane normy | Nazwa                                               | Opis produktu wg ISO |
|----------------|-----------------------------------------------------|----------------------|
| DIN 7976       | Wkręty do blach z łbem sześciokątnym                | ISO 1479             |
| DIN 7971       | Wkręty do blach z rowkiem                           | ISO 1481             |
| DIN 7972       | Wkręty do blach z łbem stożkowym                    | ISO 1482             |
| DIN 7973       | Wkręty do blach z łbem stożkowo-soczewkowym         | ISO 1483             |
| DIN 7981       | Wkręty do blach z wgł. krz. i łbem soczewkowym      | ISO 7049             |
| DIN 7982       | Wkręty do blach z wgł. krz. i łbem stożkowym        | ISO 7050             |
| DIN 7983       | Wkręty do blach z wgł. krz. i łbem stożkowo-soczewk | ISO 7051             |

Wkręty do blach z łbami wg ISO są niemal identyczne z produktami DIN. Różnica w wgłębieniach przy łbach stożkowych i soczewkowych wkrętów do blach występuje zmiana kąta stożka z 80° przy produktach DIN na 90° przy produktach ISO. Zamienność w niektórych przypadkach użycia wymaga ponownej analizy, szczególnie przy zastosowaniu automatycznych systemów podawania i montażu.

### 7. Podkładki - obecnie wycofane normy DIN

| Wycofane normy | Nazwa                      | Opis produktu wg ISO |
|----------------|----------------------------|----------------------|
| DIN 125-A      | Podkładki bez fazy         | ISO 7089             |
| DIN 125-B      | Podkładki z fazą           | ISO 7090             |
| DIN 126        | Podkładki                  | ISO 7091             |
| DIN 433        | Podkładki                  | ISO 7092             |
| DIN 440        | Podkładki                  | ISO 7094             |
| DIN 9021       | Podkładki klasa produktu A | ISO 7093-1           |
| DIN 9021       | Podkładki klasa produktu C | ISO 7093-2           |

Produkty ISO wobec produktów DIN różnią się częściowo rozmiarem. Zamienność w niektórych przypadkach użycia wymaga ponownej analizy.

### 8. Śruby z gniazdem sześciokątnym

#### 8.1. Obecnie wycofane normy DIN dla śrub z gniazdem sześciokątnym

| Wycofane normy | Nazwa                                   | Opis produktu wg ISO |
|----------------|-----------------------------------------|----------------------|
| DIN 912        | Śruby z łbem walcowym i gniazdem sześć  | ISO 4762             |
| DIN 7991       | Śruby z łbem stożkowym i gniazdem sześć | ISO 10642            |

DIN 912 / ISO 4762 dla klasy wytrzymałości 8.8 i 10.9 są identyczne, DIN 7991 dla wysokości i średnicy łba normy ISO 10642 istnieje różnica.

#### 8.2. Wkręty dociskowe z gniazdem sześciokątnym – wycofanie norm DIN w przygotowaniu

| Wycofane normy | Nazwa                                                        | Opis produktu wg ISO |
|----------------|--------------------------------------------------------------|----------------------|
| DIN 913        | Wkręty dociskowe z gniazdem sześciokątnym i końcówką wypukłą | ISO 4026             |
| DIN 914        | Wkręty dociskowe z gniazdem sześciokątnym i końcem stożkowym | ISO 4027             |
| DIN 915        | Wkręty dociskowe z gniazdem sześciokątnym i czopem           | ISO 4028             |
| DIN 916        | Wkręty dociskowe z gniazdem sześciokątnym i wgłębieniem      | ISO 4029             |

Produkty ISO są niemal identyczne z produktami DIN. Istnieje zamienność.



# Zestawienie norm produktów

## 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**

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

**Table 2 - Fasteners with tapping screw threads**

| Material                                                                                               | Steel                                                   | Stainless steel       |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|-----------------------|
| <b>Tolerances</b>                                                                                      | ISO 4759-1                                              |                       |
| <b>Mechanical and performance characteristics</b>                                                      | ISO 2702<br>ISO 10666                                   | ISO 3506-4            |
| <b>Geometrical features</b><br>– Thread<br>– Driving features<br>– Ends of parts<br>– Countersunk head | ISO 1478<br>ISO 4757, ISO 10664<br>ISO 1478<br>ISO 7721 | <b>Surface finish</b> |
| <b>Surface finish</b>                                                                                  | ISO 4042<br>ISO 10683<br>ISO 10684                      | ISO 16048             |
| <b>Quality aspects</b>                                                                                 | 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, %) <sup>a</sup> |        |        |        |               | Tempering temperature |
|-------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|--------|--------|--------|---------------|-----------------------|
|                         |                                                                                          | C min.                                                      | C max. | P max. | S max. | Bb max.       | °C min.               |
| 4.6 <sup>c,d</sup>      | Carbon steel or carbon steel with additives                                              | —                                                           | 0,55   | 0,050  | 0,060  | Not specified | —                     |
| 4.8 <sup>d</sup>        |                                                                                          | —                                                           | 0,55   | 0,050  | 0,060  |               |                       |
| 5.6 <sup>c</sup>        |                                                                                          | 0,13                                                        | 0,55   | 0,050  | 0,060  |               |                       |
| 5.8 <sup>d</sup>        |                                                                                          | —                                                           | 0,55   | 0,050  | 0,060  |               |                       |
| 6.8 <sup>d</sup>        |                                                                                          | 0,15                                                        | 0,55   | 0,050  | 0,060  |               |                       |
| 8.8 <sup>f</sup>        | Carbon steel with additives (e.g. Boron or Mn or Cr) quenched and tempered or            | 0,15 <sup>e</sup>                                           | 0,40   | 0,025  | 0,025  | 0,003         | 425                   |
|                         | Carbon steel quenched and tempered or                                                    | 0,25                                                        | 0,55   | 0,025  | 0,025  |               |                       |
|                         | Alloy steel quenched and tempered g                                                      | 0,20                                                        | 0,55   | 0,025  | 0,025  |               |                       |
| 9.8 <sup>f</sup>        | Carbon steel with additives (e.g. Boron or Mn or Cr) quenched and tempered or            | 0,15 <sup>e</sup>                                           | 0,40   | 0,025  | 0,025  | 0,003         | 425                   |
|                         | Carbon steel quenched and tempered or                                                    | 0,25                                                        | 0,55   | 0,025  | 0,025  |               |                       |
|                         | Alloy steel quenched and tempered g                                                      | 0,20                                                        | 0,55   | 0,025  | 0,025  |               |                       |
| 10.9 <sup>f</sup>       | Carbon steel with additives (e.g. Boron or Mn or Cr) quenched and tempered or            | 0,20 <sup>e</sup>                                           | 0,55   | 0,025  | 0,025  | 0,003         | 425                   |
|                         | Carbon steel quenched and tempered or                                                    | 0,25                                                        | 0,55   | 0,025  | 0,025  |               |                       |
|                         | Alloy steel quenched and tempered g                                                      | 0,20                                                        | 0,55   | 0,025  | 0,025  |               |                       |
| 12.9 <sup>f, h, i</sup> | Alloy steel quenched and tempered g                                                      | 0,30                                                        | 0,50   | 0,025  | 0,025  | 0,003         | 425                   |
| 12.9 <sup>f, h, i</sup> | 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 <sup>2)</sup>, 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.

<sup>2)</sup> Impact strength is tested at a temperature of -20 °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                          |             | 9.8       | 10.9 | 12.9/<br>12.9 |    |
|     |                                                                                              |                                                                                                                                    |                         |                  |      |                  | d ≤<br>16mm <sup>a</sup> | d ><br>16mm <sup>b</sup>     | d ≤<br>16mm |           |      |               |    |
| 1   | Tensile strength,<br>$R_m$ , MPa                                                             | nom. <sup>c</sup><br>min.                                                                                                          | 400                     |                  | 500  |                  | 600                      | 800                          |             | 900       | 1000 | 1200          |    |
| 2   | Lower yield strength,<br>$R_{eL}$ <sup>d</sup> , MPa                                         | nom. <sup>c</sup>                                                                                                                  | 400                     | 420              | 500  | 520              | 600                      | 800                          | 830         | 900       | 1040 | 1220          |    |
|     |                                                                                              | min.                                                                                                                               | 240                     | —                | 300  | —                | —                        | —                            | —           | —         | —    | —             |    |
| 3   | Stress at 0,2 % non-proportional<br>elongation, $R_{p0,2}$ MPa                               | nom. <sup>c</sup>                                                                                                                  | —                       | —                | —    | —                | —                        | 640                          | 640         | 720       | 900  | 1080          |    |
|     |                                                                                              | min.                                                                                                                               | —                       | —                | —    | —                | —                        | 640                          | 660         | 720       | 940  | 1100          |    |
| 4   | Stress at 0,0048 $d$<br>non-proportional elongation for<br>full-size fasteners, $R_{pf}$ MPa | nom. <sup>c</sup>                                                                                                                  | —                       | 320              | —    | 400              | 480                      | —                            | —           | —         | —    | —             |    |
|     |                                                                                              | min.                                                                                                                               | —                       | 340 <sup>e</sup> | —    | 420 <sup>e</sup> | 480 <sup>e</sup>         | —                            | —           | —         | —    | —             |    |
| 5   | Stress under proof load, $S_p$ <sup>f</sup> ,<br>MPa                                         | nom.                                                                                                                               | 225                     | 310              | 280  | 380              | 440                      | 580                          | 600         | 650       | 830  | 970           |    |
|     | Proof<br>strength<br>ratio                                                                   | $S_{p, \text{nom}}/R_{eL, \text{min}}$ or<br>$S_{p, \text{nom}}/R_{p0,2 \text{ min}}$ or<br>$S_{p, \text{nom}}/R_{pf, \text{min}}$ | 0,94                    | 0,91             | 0,93 | 0,90             | 0,92                     | 0,91                         | 0,91        | 0,90      | 0,88 | 0,88          |    |
| 6   | Percentage elongation after<br>fracture formachined test<br>pieces, $A$ , %                  | min.                                                                                                                               | 22                      | —                | 20   | —                | —                        | 12                           | 12          | 10        | 9    | 8             |    |
| 7   | Percentage reduction of area<br>after fracture for machined test<br>pieces, $Z$ , %          | min.                                                                                                                               | —                       |                  |      |                  |                          |                              | 52          |           | 48   | 48            | 44 |
| 8   | Elongation after fracture for<br>full-size fasteners, $A_f$ , (see also<br>Annex C)          | min.                                                                                                                               | —                       | 0,24             | —    | 0,22             | 0,20                     | —                            | —           | —         | —    | —             |    |
| 9   | Head soundness                                                                               | No fracture                                                                                                                        |                         |                  |      |                  |                          |                              |             |           |      |               |    |
| 10  | Vickers hardness, HV<br>$F \geq 98 \text{ N}$                                                | min.                                                                                                                               | 120                     | 130              | 155  | 160              | 190                      | 250                          | 255         | 290       | 320  | 385           |    |
|     |                                                                                              | max.                                                                                                                               | 220 <sup>g</sup>        |                  |      |                  | 250                      | 320                          | 335         | 360       | 380  | 435           |    |
| 11  | Brinell hardness, HBW<br>$F = 30 \text{ D}^2$                                                | min.                                                                                                                               | 114                     | 124              | 147  | 152              | 181                      | 245                          | 250         | 286       | 316  | 380           |    |
|     |                                                                                              | max.                                                                                                                               | 209 <sup>g</sup>        |                  |      |                  | 238                      | 316                          | 331         | 355       | 375  | 429           |    |
| 12  | Rockwell hardness, HRC                                                                       | min.                                                                                                                               | 67                      | 71               | 79   | 82               | 89                       | —                            |             |           |      |               |    |
|     |                                                                                              | max.                                                                                                                               | 95,0 <sup>g</sup>       |                  |      |                  | 99,5                     | —                            |             |           |      |               |    |
| 13  | Surface hardness, HV 0,3                                                                     | min.                                                                                                                               | —                       |                  |      |                  |                          | 22                           | 23          | 28        | 32   | 39            |    |
|     |                                                                                              | max.                                                                                                                               | —                       |                  |      |                  |                          | 32                           | 34          | 37        | 39   | 44            |    |
| 14  | Non-carburization, HV 0,3                                                                    | max.                                                                                                                               | —                       |                  |      |                  |                          | h                            |             | h         |      | h             |    |
| 15  | Height of non-decarburized<br>thread zone, $E$ , mm                                          | min.                                                                                                                               | —                       |                  |      |                  |                          | 1/2 $H_1$                    |             | 2/3 $H_1$ |      | 3/4 $H_1$     |    |
|     | Depth of complete<br>decarburization in the thread,<br>$G$ , mm                              | max.                                                                                                                               | —                       |                  |      |                  |                          | 0,015                        |             |           |      |               |    |
| 16  | Reduction of hardness after<br>retempering, HV                                               | max.                                                                                                                               | —                       |                  |      |                  |                          | 20                           |             |           |      |               |    |
| 17  | Breaking torque, $M_B$ , Nm                                                                  | min.                                                                                                                               | —                       |                  |      |                  |                          | in accordance with ISO 898-7 |             |           |      |               |    |
| 18  | Impact strength, $K_{I, J}$ , J                                                              | min.                                                                                                                               | —                       |                  | 27   | —                |                          | 27                           | 27          | 27        | 27   | y             |    |
| 19  | Surface integrity in accordance<br>with                                                      |                                                                                                                                    | ISO 6157-1 <sup>i</sup> |                  |      |                  |                          |                              |             |           |      | ISO<br>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 HRC 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  $-20^\circ\text{C}$  (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<br>(cast analysis %) <sup>a</sup> |            |           |           |
|-------------------|-----------------|-------------------------------|-----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|------------|-----------|-----------|
|                   |                 |                               |                                                     | C<br>max.                                                    | Mn<br>min. | P<br>max. | S<br>max. |
| Coarse thread     | 04 <sup>b</sup> |                               | Carbon steel <sup>d</sup>                           | 0,58                                                         | 0,25       | 0,060     | 0,150     |
|                   | 05 <sup>c</sup> |                               | Carbon steel, QT <sup>e</sup>                       | 0,58                                                         | 0,30       | 0,048     | 0,058     |
|                   | 5 <sup>b</sup>  |                               | Carbon steel <sup>d</sup>                           | 0,58                                                         | —          | 0,060     | 0,150     |
|                   | 6 <sup>b</sup>  |                               | Carbon steel <sup>d</sup>                           | 0,58                                                         | —          | 0,060     | 0,150     |
|                   | 8               | High nut (style 2)            | Carbon steel <sup>d</sup>                           | 0,58                                                         | 0,25       | 0,060     | 0,150     |
|                   | 8               | Regular nut (style 1) D ≤ M16 | Carbon steel <sup>d</sup>                           | 0,58                                                         | 0,25       | 0,060     | 0,150     |
|                   | 8 <sup>c</sup>  | Regular nut (style 1) D > M16 | Carbon steel, QT <sup>e</sup>                       | 0,58                                                         | 0,30       | 0,048     | 0,058     |
|                   | 9               |                               | Carbon steel <sup>d</sup>                           | 0,58                                                         | 0,25       | 0,060     | 0,150     |
|                   | 10 <sup>c</sup> |                               | Carbon steel, QT <sup>e</sup>                       | 0,58                                                         | 0,30       | 0,048     | 0,058     |
|                   | 12 <sup>c</sup> |                               | Carbon steel, QT <sup>e</sup>                       | 0,58                                                         | 0,45       | 0,048     | 0,058     |
| Fine pitch thread | 04 <sup>b</sup> |                               | Carbon steel <sup>d</sup>                           | 0,58                                                         | 0,25       | 0,060     | 0,150     |
|                   | 05 <sup>c</sup> |                               | Carbon steel, QT <sup>e</sup>                       | 0,58                                                         | 0,30       | 0,048     | 0,058     |
|                   | 5 <sup>b</sup>  |                               | Carbon steel <sup>d</sup>                           | 0,58                                                         | —          | 0,060     | 0,150     |
|                   | 6 <sup>b</sup>  |                               | D ≤ M16 Carbon steel <sup>d</sup>                   | 0,58                                                         | —          | 0,060     | 0,150     |
|                   | 6 <sup>b</sup>  |                               | D > M16 Carbon steel; QT <sup>e</sup>               | 0,58                                                         | 0,30       | 0,048     | 0,058     |
|                   | 8               |                               | High nut (style 2) Carbon steel <sup>d</sup>        | 0,58                                                         | 0,25       | 0,060     | 0,150     |
|                   | 8 <sup>c</sup>  |                               | Regular nut (style 1) Carbon steel, QT <sup>e</sup> | 0,58                                                         | 0,30       | 0,048     | 0,058     |
|                   | 10 <sup>c</sup> |                               | Carbon steel, QT <sup>e</sup>                       | 0,58                                                         | 0,30       | 0,048     | 0,058     |
|                   | 12 <sup>c</sup> |                               | Carbon steel, QT <sup>e</sup>                       | 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<br>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                                                              | 188                    | 302  | 272  | 353  | 130  | 302  | 150  | 302  | 200              | 302              | 188  | 302  | 272  | 353  | 295 <sup>c</sup> | 353  |
| M16 > D ≤ M39                                                             |                        |      |      |      | 146  |      | 170  |      | 233 <sup>a</sup> | 353 <sup>b</sup> |      |      |      |      | 272              |      |
|                                                                           | Brinell hardness, HB   |      |      |      |      |      |      |      |                  |                  |      |      |      |      |                  |      |
|                                                                           | min.                   | max. | min. | max. | min. | max. | min. | max. | min.             | max.             | min. | max. | min. | max. | min.             | max. |
| M5 ≤ D ≤ M16                                                              |                        |      |      |      | 124  |      | 143  |      | 190              | 287              |      |      |      |      | 280 <sup>c</sup> | 336  |
| M16 > D ≤ M39                                                             | 179                    | 287  | 259  | 336  | 139  | 287  | 162  | 287  | 221 <sup>a</sup> | 336 <sup>b</sup> | 179  | 287  | 259  | 336  | 259              | 336  |
|                                                                           | 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 <sup>c</sup>  | 36   |
| M16 > D ≤ M39                                                             |                        |      |      |      |      |      |      |      | —                | 36 <sup>b</sup>  |      |      |      |      | 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<br>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 ≤<br>M16x1,5                                                         | 188                    | 302  | 272  | 353  | 175  | 302  | 188  | 302  | 250 <sup>a</sup>  | 353 <sup>b</sup> | 295 <sup>c</sup> | 353  | 295  | 353  |
| M16x1,5 > D ≤<br>M39x3                                                        |                        |      |      |      | 181  |      | 221  |      | 280               | 336              | 247              |      | —    | —    |
|                                                                               | Brinell hardness, HB   |      |      |      |      |      |      |      |                   |                  |                  |      |      |      |
|                                                                               | min.                   | max. | min. | max. | min. | max. | min. | max. | min.              | max.             | min.             | max. | min. | max. |
| M8x1 ≤ D ≤<br>M16x1,5                                                         | 179                    | 287  | 259  | 336  | 166  | 287  | 179  | 287  | 238 <sup>a</sup>  | 336 <sup>b</sup> | 280 <sup>c</sup> | 336  | 280  | 336  |
| M16x1,5 > D ≤<br>M39x3                                                        |                        |      |      |      | 181  |      | 221  |      | 280               | 336              | 247              |      | —    | —    |
|                                                                               | Rockwell hardness, HRC |      |      |      |      |      |      |      |                   |                  |                  |      |      |      |
|                                                                               | min.                   | max. | min. | max. | min. | max. | min. | max. | min.              | max.             | min.             | max. | min. | max. |
| M5 ≤8x1D ≤<br>M16x1,5                                                         | —                      | 30   | 26   | 36   | —    | 30   | —    | 30   | 22,2 <sup>a</sup> | 36 <sup>b</sup>  | 29 <sup>c</sup>  | 36   | 29   | 36   |
| M16 x1,5 > D ≤<br>M39x3                                                       |                        |      |      |      | —    |      | —    |      | 29,2              | 36               | 24               |      | —    | —    |
| 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<br>% (m/m) |      |      |      |
|----------------|-------------------------------------------------------------------|-----------------------|-------------------------------------------|------|------|------|
|                |                                                                   |                       | C                                         |      | P    | S    |
|                |                                                                   |                       | max.                                      | min. | max. | min. |
| 14H            | Carbon steel <sup>c</sup>                                         | -                     | 0,50                                      | -    | 0,11 | 0,15 |
| 22H            | Carbon steel <sup>d</sup>                                         | Quenched and tempered | 0,50                                      | -    | 0,05 | 0,05 |
| 33H            | Carbon steel <sup>d</sup>                                         | Quenched and tempered | 0,50                                      | -    | 0,05 | 0,05 |
| 45H            | Carbon steel <sup>e</sup>                                         | Quenched and tempered | 0,50                                      | 0,45 | 0,05 | 0,05 |
|                | Carbon steel with additives <sup>d</sup> (e.g. Boron or Mn or Cr) | Quenched and tempered | 0,50                                      | 0,28 | 0,05 | 0,05 |
|                | Alloy steel <sup>d, f</sup>                                       | 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

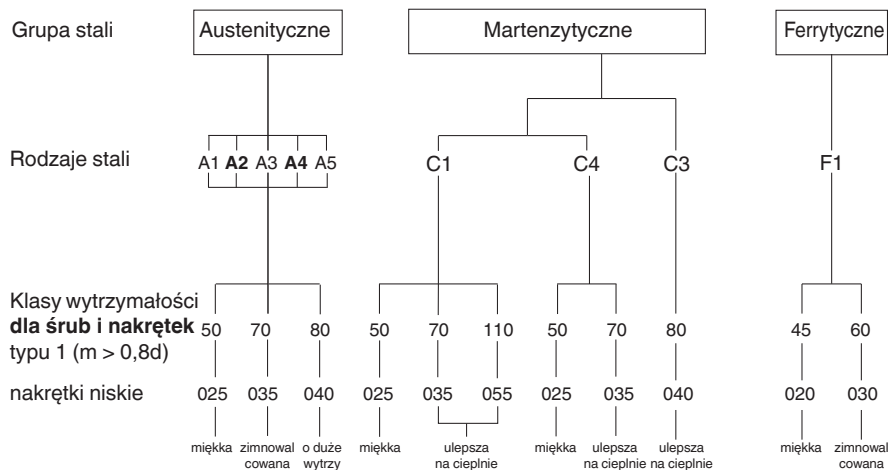
The fasteners of the specified hardness classes shall, at ambient temperature, meet all the applicable mechanical and physical properties of Tables 3 to 5, regardless of the tests performed during manufacturing or final inspection.

**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 <sup>2</sup> | 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). |                                               |                                          |      |                |        |        |             |    |

# Mechaniczne elementy złączne ze stali nierdzewnej

## System oznaczeń dla śrub i nakrętek wg DIN EN ISO 3506



## Skład chemiczny następujących rodzajów stali A1 – A5 (w %)

| Pierwiastki | C    | Si   | Mn  | P     | S         | Cr      | Mo  | Ni      | Cu        | Uwaga                                                                          |
|-------------|------|------|-----|-------|-----------|---------|-----|---------|-----------|--------------------------------------------------------------------------------|
| 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         | Musi zawierać stabilizator Ti, Nb, Ta aby zapobiec korozji międzykrystalicznej |
| 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         | Musi zawierać stabilizator Ti, Nb, Ta aby zapobiec korozji międzykrystalicznej |

Wybór odpowiednich stali wewnątrz ustalonych rodzajów pozostawia się producentowi. Typowe materiały to np.:

| Grupa stali | Numer materiału  | Opis materiału                           | Wskazówki                                                                         |
|-------------|------------------|------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| A1          | 1.4305           | X 8 Cr Ni S 18-8                         | Przez dodanie siarki jest łatwo obrabialna, mniejsza odporność na korozję jak A2. |
| A2          | 1.4301<br>1.4303 | X 5 Cr Ni 18-10<br>X 4 Cr Ni 18-12       | Podstawowa grupa stali dla normalnych warunków zastosowania, odporna na korozję.  |
| A3          | 1.4541           | X 6 Cr Ti 18-11                          |                                                                                   |
| A4          | 1.4401<br>1.4404 | X 5 Cr Ni Mo 17-12<br>X 2 Cr Ni Mo 17-12 | Podstawowa grupa stali dla szczególnych warunków zastosowania, kwasoodporna.      |
| A5          | 1.4571           | X 6 Cr Ni Mo Ti 17-12-2                  |                                                                                   |



## Mechaniczne właściwości elementów złącznych stali austenitycznych.

| Śruby              |                     |                          |                             |                            |                          |
|--------------------|---------------------|--------------------------|-----------------------------|----------------------------|--------------------------|
| Rodzaj stali       | Klasa wytrzymałości | Zakres średnicy<br><br>d | Wytrzymałość na rozciąganie | 0,2%-granica plastyczności | Wydłużenie przy zerwaniu |
|                    |                     |                          | Rm<br>N/mm2<br>min.         | Rp 0,2<br>N/mm2<br>min.    | A<br>mm<br>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                    |

| Nakrętki           |                              |                                      |                                    |                                      |                                      |
|--------------------|------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| Rodzaj stali       | Klasa wytrzymałości          |                                      | Zakres średnicy<br><br>d<br><br>mm | Napężenie próbne Sp<br>N/mm2<br>min. |                                      |
|                    |                              |                                      |                                    | Nakrętki typu 1<br>(m 0,8 d)         | Nakrętki niskie<br>0,5 d ≤ m < 0,8 d |
|                    | Nakrętki typu 1<br>(m 0,8 d) | Nakrętki niskie<br>0,5 d ≤ m < 0,8 d |                                    | Nakrętki typu 1<br>(m 0,8 d)         | Nakrętki niskie<br>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                                  |

Wszystkie wartości odnoszą się do temperatury pokojowej +15°C do +26°C. Dla śrub i nakrętek z średnicą nominalną gwintu > M24 mechaniczne właściwości dla klasy wytrzymałości – 70 i – 80 uzgadnia się pomiędzy zamawiającym a producentem.

Zwyczajowo w handlu dla wytłoczonych na zimno śrub i wkrętów z łbem sześciokątnym, z gniazdem sześciokątnym, z rowkiem, z wgłębieniem krzyżakowym i kołków ustalających z reguły przyjmuje się klasę wytrzymałości – 70. Jeżeli nie jest podana przez zamawiającego klasa wytrzymałości, dostawa następuje w klasie – 70.

## Techniczne wskazówki dla elementów złącznych ze stali austenitycznej

### Wzory oznaczeń do:

- Śruby z łbem sześciokątnym i śruby z gniazdem sześciokątnym > M5
- Nakrętki sześciokątne > M5
- Wkręty ustalające > M6

z rodzajem stali, klasą wytrzymałości i oznaczeniem producenta

### Magnetyzm (przenikalność magnetyczna)

Elementy złączne ze stali austenitycznej są z reguły niemagnetyczne. Po obróbce na zimno jak również w dalszych procesach obróbczych jak na przykład tłoczenie może wystąpić pewna magnetyczność.

### Zakres temperatur

Elementy złączne ze stali A2 i A4 zgodnie z DIN 267-13 są przeznaczone do zastosowania w niskich temperaturach:

A2 do -200°C

A4 do -60°C

Zastosowanie przy wyższych temperaturach wpływa zasadniczo na własności mechaniczne i odporność na korozję.

### Montaż

Wytrzymałość stali austenitycznych nie może być uzyskana przez obróbkę cieplną – następuje wyłącznie poprzez obróbkę na zimno.

Poprzez łączenie takich samych materiałów, a szczególnie przy użyciu nakrętek sześciokątnych z wkładką ze stali nierdzewnej istnieje niebezpieczeństwo zatarcia (zacierania się).

środki zapobiegawcze :

- fachowe kontrolowane nakręcanie
- zastosowanie środków poślizgowych przy montażu
- dokładne oczyszczenie przed montażem

szczegółowe dane i informacje techniczne zawarte są w normach

- DIN EN ISO 3506 T1 – 3
- DIN 267-13
- Instrukcja AD W2 i W10



# Chemiczne zabezpieczenia śrub

**Pokryte powłoką zabezpieczającą przed odkręcaniem, gotowe do montażu elementy złączne wg normy i rysunku**



w zależności od potrzeb dla każdego zabezpieczenia stosuje się odpowiednio...

- **Powłoka klejącą (mikrokapslowanie)**

wymagania zgodnie z DIN 267-27[softreturn]wg systemu

- 3 M Scotch Grip 2353, niebieska
- Precote 30, żółta
- Precote 80, czerwona
- Precote 85, turkusowa

- **Powłoka klejącą**

wymagania zgodnie z DIN 267-28[softreturn]wg systemu

- Tuf Lok - cząstkowa/dookoła, niebieska
- Polyamid - cząstkowa/dookoła, niebieska/czerwona
- Long-Lok
- Clemm-Loc, brązowa
- Keil Stop
- VC3-Vibratite

- **Powłoka szczelna**

wg systemu

- Precote 4/5/6, biała

Dokładna dokumentacja i ceny na zapytanie.

# Odbiór techniczny / Świadectwo kontroli jakości / Świadectwo pierwszej próbki

## 1. Odbiór techniczny ISO 3269

Norma międzynarodowa ISO 3269 przyjmuje, że zamawiane mechaniczne elementy złączne (śruby, nakrętki, kołki, podkładki, nity itp.) wg normy i inne elementy złączne nie są przeznaczone do:

- automatycznego skręcania
- szczególnych zastosowań i wymagań
- szczególnych badań produkcyjnych
- szczególnych procesów produkcyjnych i dokumentacji

Dla takich elementów złącznych mają odpowiednie uzgodnienia składane przy zapytaniach, najpóźniej przy zamówieniach pomiędzy zamawiającym a dostawcą.

Ze względów ekonomicznych nie można przyjąć dla masowo produkowanych części normowanych ogólnego zastosowania dostawy z błędem „0-braków”.

Dlatego ISO 3269 ustala wymagania dla całej partii – wielkość próbki losowej u wykonawcy, której najważniejszymi cechami są :

- AQL – wadliwość dopuszczalna w kontroli odbiorczej
- Ac – maksymalna liczba braków w próbce losowej, która jest jeszcze akceptowalna
- n – Ilość elementów złącznych w próbce losowej

Przyporządkowanie wartości AQL następuje w zależności od:

- Grupy produktów (elementy złączne z gwintem, podkładki, kołki i sworznie, nity)
- Produkty klasy A, B, C (klasa tolerancji)
- Wymiary dla cech głównych AQL 1,0 – 1,5 (np. wielkość klucza)
- Wymiary dla cech dodatkowych 1,5 – 4,0 (np. wysokość nakrętki)
- Właściwości mechaniczne AQL 0,65 – 1,5

### Przykład danych dla próbki losowej dla poszczególnych cech

| 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 | -   |

Dane szczegółowe znajdują się w normie DIN EN ISO 3269 .

## 2. Świadectwo kontroli jakości EN 10204 (poprzednio DIN 50049)

W przypadku szczególnych wymagań zamawiającego, elementy złączne mogą zostać dostarczone z dodatkowym świadectwem kontroli jakości.

EN 10204 jest w ścisłym związku do istniejących norm produkcyjnych i technicznych warunków dostaw, dlatego jest podstawą do sporządzania świadectwa kontroli jakości dla śrub, nakrętek i części do nich należących.





Sprecyzowanie rodzaju i zakresu wymaganych i dokumentowanych świadectw należy do zamawiającego, który powinien podać je dostawcy przy zapytaniu, najpóźniej jednak przy złożeniu zamówienia, na podstawie wiedzy o zastosowaniu i przeznaczeniu elementów.

Najważniejsze różnicowane cechy są przy:

- niespecyficznych i specyficznych kontrolach
- w zakładzie pracy lub niezależnych kontroli w zakładzie

| Opis normy | Dokument                            | Świadectwo specyficzne | Dane z wyniku badań | Zawartość świadectwa                                                                                           | Potwierdzenie zaświadczenia przez :                                      |
|------------|-------------------------------------|------------------------|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|
| 2.1        | Zaświadczenie zakładowe             | Nie                    | Nie                 | Potwierdzenie zgodności z zamówieniem w formie pisemnej.                                                       | Producent                                                                |
| 2.2        | Świadectwo zakładowe                | Nie                    | Tak                 | Potwierdzenie zgodności z zamówieniem na podstawie bieżących rejestrowanych.                                   | Producent                                                                |
| 3.1        | Świadectwo odbioru technicznego 3.1 | Tak                    | Tak                 | Potwierdzenie zgodności z zamówieniem zgodnie z obowiązującymi urzędowymi przepisami i warunkami technicznymi. | Niezależna zakładowa jednostka kontroli                                  |
| 3.2        | Świadectwo odbioru technicznego 3.2 | Tak                    | Tak                 | Potwierdzenie zgodności z zamówieniem zgodnie z obowiązującymi urzędowymi przepisami                           | jak przy 3.1 <b>wraz</b> z rzeczoznawcą upoważnionym przez zamawiającego |

### Przykład zamówienia:

1000 sztuk      Śruby z łbem sześciokątnym ISO 4014-8.8 M12x100  
z świadectwem kontroli jakości wg DIN EN 10204 - 3.1

Zasadniczo ustalono:

- Dodatkowe badania i w świadectwach kontroli wg EN 10204 dokumentowane wartości nie zapewniają „należnych własności” w sensie § 459.2 / § 463 BGB i nie zwalniają zamawiającego (odbiorcy) z przepisowych kontroli dostaw produktów zgodnie z § 377 HGB.
- Firmy handlowe nie mogą wystawiać własnych świadectw wg EN 10204. To prawo przysługuje wyłącznie producentom, względnie zleconym rzeczoznawcom.
- Koszty wymaganych dodatkowych badań i świadectw kontroli jakości wg EN 10204 nie są zawarte w cenie produktu lecz są osobno doliczane do rachunku zamawiającego.

### 3. Świadectwo pierwszej próbki VDA 2

Celem uruchomienia produkcji partii próbnej przed rozpoczęciem produkcji seryjnej jest uzyskanie potwierdzenia, że spełnione zostały wymagania jakościowe dla produktu zgodnie z rysunkiem lub specyfikacją.

Zgodnie z wymaganiami VDA 2 wzorce pierwotne muszą być produkowane w warunkach w pełni odpowiadających warunkom produkcji seryjnej z uwzględnieniem urządzeń i stosowanych technologii.

Wzorce pierwotne ze „świadectwem pierwszej próbki VDA”, w którym są podane wyniki dla sprawdzonych cech takich jak np.:

- zgodność wymiarów
- analiza materiałowa
- powłoka

są udokumentowane i przedłożone zamawiającemu celem zaopiniowania i podjęcia decyzji.

Pierwotne wzory wraz ze świadectwem pierwszej próbki winne zostać zgłoszone do Międzynarodowego Systemu Danych Materiałowych (IMDS).

Zamawiający jest zobowiązany do zgłoszenia warunków produkcji partii próbnej już w momencie zapytania. Koszty za wykonanie wzorca nie są ujęte w cenie produktu i zostaną osobno przedłożone w fakturze zamawiającemu.



# Ochrona antykorozyjna elementów złącznych

## Powłoki niemetaliczne

- czernione/oksydowane
- fosfatyzowane
- chromianowane\*)

## Powłoki metaliczne

- powłoki galwaniczne wg DIN EN ISO 4042
- cynkowanie mechaniczne (3M-Mechanical-Plating)
- cynkowanie ogniowe wg DIN EN ISO 10684
- niklowanie chemiczne
- cynkowanie płytkowe wg DIN EN ISO 10683

### **OSTRZEŻENIE**

W przypadku powłok elektrolitycznych na częściach z materiałów o wysokiej wytrzymałości i nawęglanych z wytrzymałością na rozciąganie  $R_m \geq 1000 \text{ N/mm}^2$  wzgl. twardością rdzenia lub powierzchni  $\geq 320 \text{ HV}$  przy znanych dziś metodach nie można wykluczyć zagrożenia kruchością wodorową; to zagrożenie można ograniczyć przez wyżarzanie, ale nie można go całkowicie wykluczyć (patrz: DIN EN ISO 4042, ust. 6 / Zał. A, DIN EN ISO 15330).

Dlatego części tego rodzaju są pokrywane powłokami elektrolitycznymi tylko na wyraźne życzenie i ryzyko Zamawiającego!

Alternatywne nakładanie powłok przy których nie istnieje niebezpieczeństwo wydzielania się wodoru z całą pewnością to np. powłoki cynkowe płytkowe:

- Geomet
- Delta Protect

## Powłoki bez Cr(VI)

Wytyczne Unii Europejskiej

2000/53/EG (ELV)

2002/95/EG (RoHS)

2002/96/EG (WEEE)

wejście w życie 01.07.2007

wejście w życie 01.07.2006

wejście w życie 01.07.2006

wymagają wyeliminowania wzgl. ograniczenia niebezpiecznych substancji, takich jak ołów, rtęć, kadm, chrom (VI) i innych.

Dostarczane przez nas produkty (śruby, nakrętki oraz elementy dodatkowe) zawierają niemal wyłącznie zredukowaną ilość Cr(VI), który częściowo znajduje się w powłokach antykorozyjnych, np. w

- **powłokach galwanicznych**
  - chromianowane na żółto
  - chromianowane na kolor oliwkowy
  - chromianowane na czarno
- **powłoki płytek cynkowanych Dacromet 320/500**

Na podstawie przeprowadzonych badań DIN 50993-1 (2005-05) elementy złączne chromiano-  
wane na niebiesko / transparent. zostały zgodnie zaklasyfikowane jako RoHS, wolne od Cr(VI).

W zastępstwie powłoki zawierającej Cr(VI) przemysł galwaniczny proponuje następujące  
systemy:

- **Systemy galwaniczne**

- Powłoka metalowa cynk
  - pasywacja cienkowarstwowa (DÜSP)
  - pasywacja grubowarstwowa (DISP)
  - ewentualnie z dodatkowym polakierowaniem (Topcoat)

W przypadku wysokich wymagań antykorozyjnych

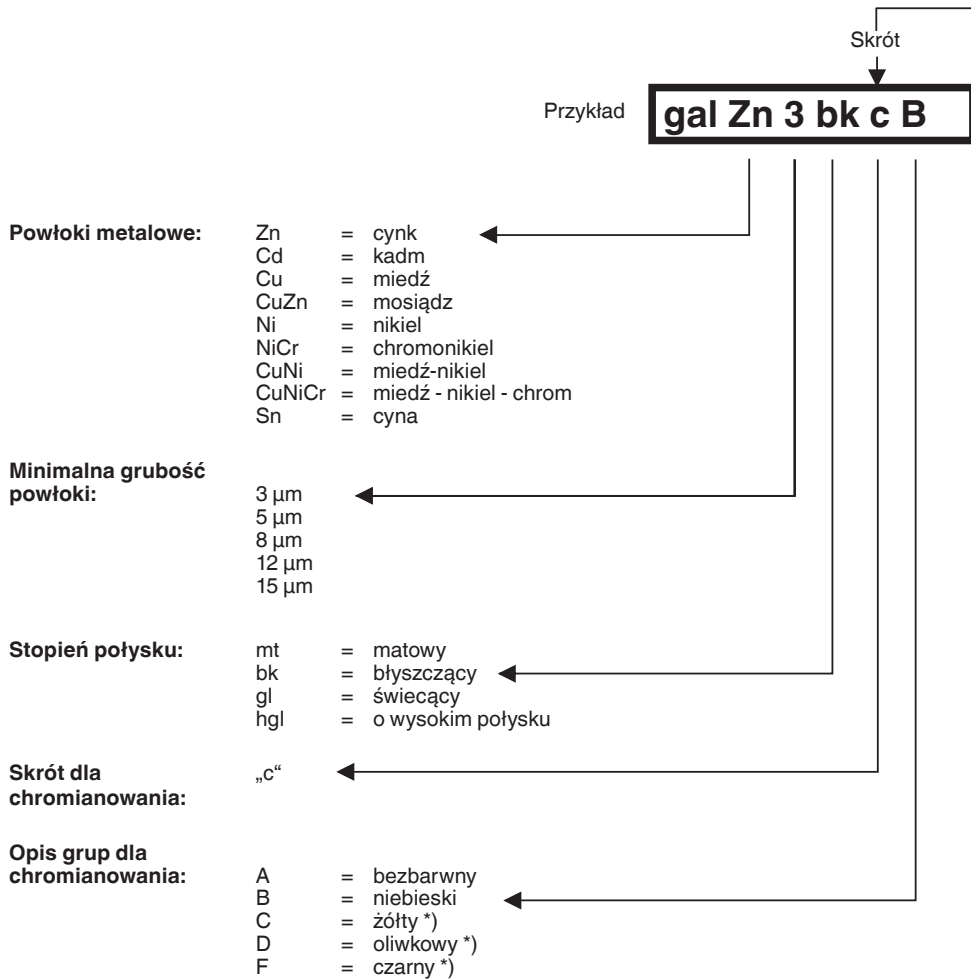
- Powłoki stopu cynku (ZnFe, ZnNi)
  - pasywacja grubowarstwowa (DISP)
  - ewentualnie z dodatkowym polakierowaniem (Topcoat)

- **Powłoki płytkowe**

np.

- Geomet 321 PLUS VL
- Delta Tone + Delta Seal
- Delta Protekt

## Powierzchnie galwaniczne



\*) z zawartością Cr(VI)

kod numeryczny

Przykład

**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 | = | stopień połysku „mt“ | chromianowanie „A“    |
| B | = | stopień połysku „mt“ | chromianowanie „B“    |
| C | = | stopień połysku „mt“ | chromianowanie „C“ *) |
| D | = | stopień połysku „mt“ | chromianowanie „D“ *) |
| E | = | stopień połysku „bk“ | chromianowanie „A“    |
| F | = | stopień połysku „bk“ | chromianowanie „B“    |
| G | = | stopień połysku „bk“ | chromianowanie „C“ *) |
| H | = | stopień połysku „bk“ | chromianowanie „D“ *) |
| J | = | stopień połysku „gl“ | chromianowanie „A“    |
| K | = | stopień połysku „gl“ | chromianowanie „B“    |
| L | = | stopień połysku „gl“ | chromianowanie „C“ *) |
| M | = | stopień połysku „gl“ | chromianowanie „D“ *) |
| R | = | stopień połysku „mt“ | chromianowanie „F“ *) |
| S | = | stopień połysku „bk“ | chromianowanie „F“ *) |
| T | = | stopień połysku „gl“ | chromianowanie „F“ *) |

\*) z zawartością Cr(VI)

# Sprężystość śrub typu HV

**Ważne: Momenty dokręcające dla śrub cynkowanych ogniowo różnią się od momentów dla śrub czarnych. Patrz niżej umieszczoną tabelę.**

Napężenie następuje z reguły poprzez nakręcenie nakrętki. Do tego stosuje się klucze dynamometryczne, wkrętarki udarowe i inne urządzenia. Dokręcanie łba bolca wymaga swobody w obrębie trzpienia, aby nie nastąpiło dodatkowe tarcie.

Przy użyciu klucza dynamometrycznego otrzymuje się wymaganą siłę dociągającą poprzez ustalenie momentu obrotowego.

Używane klucze muszą być dobrze nastawione lub muszą umożliwić poprawne odczytanie wymaganego momentu.

Przy nastawie i odczycie, odchylenie może wynieść + 0,1Ma. Sprowadzenie klucza dynamometrycznego, podczas stosowania, musi nastąpić przynajmniej raz na pół roku.

Przy użyciu śrub M 12 i M 20 z nową rozwarością klucza SW 21 jak również SW 34 zmieniają się momenty dociągające.

**Tabela 11**

| Wymagane siły i momenty dociągające |                                                                             |                                                                                    |                                                       |                                   |
|-------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|-----------------------------------|
| Nominalne średnice śrub             | Wymagane siły dociągające FV w śrubach (ustalony moment obrotowy) [kN] (Mp) | Ustalająca siła dociągająca przy dociąganiu za pomocą wkrętarki udarowej [kN] (Mp) | Śruby (cynkowane ogniowo)Mo S2 – smarowane [Nm] (kpm) | Śruby lekko naoliwione [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)                        |

\* wg własnej nomy zakładowej

Przy użyciu wkrętarci udarowej nastawia się przypisaną wartość sił dla przewidzianych śrub za pomocą właściwych narzędzi pomiarowych jak np. ciśnieniomierz.

Należy uważać, żeby wielkość wkrętarci udarowej odpowiadała wymaganemu naprężeniu.

Używane mogą być tylko sprawdzone wkrętarci udarowe.

Naprężenie śrub według kąta obrotowego następuje przez dociągnięcie i dokręcenie końcowe o kąt  $\mu$ . Wymagane tutaj wartości należy pobrać z wytycznych DAST 010.

### **Ponowne sprawdzenie naprężenia**

Ponowne sprawdzenie obejmuje 5% wszystkich śrub i następuje wyłącznie przez dalsze dokręcanie. Przy czym ręcznie zakręcane śruby będą dokręcane za pomocą kluczy ręcznych a śruby zakręcane maszynowo za pomocą wkrętarci udarowej.

a) Klucze ręczne do sprawdzania są ustawiane na wartość o 10% wyższą.

b) Dla wkrętarek udarowych wzorcowa FV wystarcza ponownego ustawienia sił dociągających.

c) Śruby, które zostały dokręcone o kąt dociągnięcia, mogą być sprawdzone w zależności od narzędzia metodą a) lub b).

**Tabela 12**

| Kąt dociągnięcia śrub (nakrętek) do osiągnięcia ustalonych wartości sprawdzających odp. a) – c) | Stan połączenia                                                                   |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| < 30°                                                                                           | Śruba w porządku.                                                                 |
| 30° . . . 60°                                                                                   | Śruba w porządku.<br>Sprawdzić dodatkowo dwa dalsze połączenia w tym samym styku. |
| > 60°                                                                                           | Śruba do wymiany.<br>Sprawdzić dodatkowo dwie dalsze śruby w tym samym styku.     |

## Poliamid 6.6

### Właściwości mechaniczne i termiczne

Śruby i nakrętki z poliamidu 6.6 przynoszą w wielu przypadkach pewne i proste rozwiązania licznych problemów mechanicznych i elektrycznych na bazie następujących właściwości fizycznych, chemicznych, termicznych i elektrycznych:

- niewielki ciężar
- wysoka wytrzymałość mechaniczna
- odporność na temperaturę do 100°
- odporne chemicznie
- wysokie właściwości izolacyjne
- odporność na wpływ warunków atmosferycznych
- odporne na wibracje (podkładki sprężynujące są zbyteczne)

| Właściwości mechaniczne                                            | Jednostka         | Dane                   | DIN-zasady kontroli        |
|--------------------------------------------------------------------|-------------------|------------------------|----------------------------|
| Gęstość                                                            | g/cm <sup>3</sup> | 1,12 - 1,15            | 53479                      |
| Siła nacisku<br>na sucho<br>przy wilgotności powietrza             | N/mm <sup>2</sup> | 85<br>60               | 53455                      |
| Wydłużenie przy zerwaniu<br>na sucho<br>przy wilgotności powietrza | %                 | 30 - 60<br>120 - 220   | 53455                      |
| Granica elastyczności<br>na sucho                                  | N/mm <sup>2</sup> | 130 - 135              | 53452                      |
| Udarność z karbem<br>na sucho<br>przy wilgotności powietrza        | kJ/m <sup>2</sup> | 3 - 5<br>15 - 20       | 53453<br>patrz metody prób |
| Moduł elastyczności<br>na sucho<br>przy wilgotności powietrza      | N/mm <sup>2</sup> | 26 - 2900<br>17 - 2000 |                            |

| Własności termiczne                                      | Jednostka | Dane                  | DIN- zasady kontroli |
|----------------------------------------------------------|-----------|-----------------------|----------------------|
| Temperatura topnienia                                    | °C        | 250 – 255             |                      |
| Przenikliwość cieplna                                    | W/mk      | 0,23                  |                      |
| Specyficzna przenikliwość<br>cieplna                     | kJ/kgk    | 1,67                  |                      |
| Max. temperatura użytkowa<br>długotrwałe<br>krótkotrwałe | °C        | 80 - 100<br>150 - 170 |                      |

### Moment dokręcania Ncm – wartości przy 20 °C

| Gwint    | M 3 | M 4 | M 5 | M 6 | M 8 | M 10 | M 12 | M 14 | M 16 | M 18 | M 20 |
|----------|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|------|------|------|------|
| Śruby    | 10  | 20  | 50  | 100 | 200 | 300  | 400  | 600  | 750  | 850  | 1000 |
| Nakrętki | 10  | 30  | 60  | 150 | 300 | 400  | 500  | 750  | 900  | 1000 | 1200 |





| Siła robocza dla śrub    |                           |                                                          |                               |                                       |                 |                 |
|--------------------------|---------------------------|----------------------------------------------------------|-------------------------------|---------------------------------------|-----------------|-----------------|
| Statyczna w kierunku osi | Dynamiczna w kierunku osi | Statyczna i / lub dynamiczna prostopadła do kierunku osi | Siła napinająca <sup>1)</sup> | Średnica nominalna <sup>1)</sup> (mm) |                 |                 |
|                          |                           |                                                          |                               | 8.8                                   | 10.9            | 12.9            |
| F <sub>A</sub><br>(N)    | F <sub>A</sub><br>(N)     | F <sub>Q</sub><br>(N)                                    | F <sub>V</sub><br>(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 <sup>2)</sup>                       | 6               | 5               |
| 10 000                   | 6 300                     | 2 000                                                    | 16 000                        | 8                                     | 7 <sup>2)</sup> | 7 <sup>2)</sup> |
| 16 000                   | 10 000                    | 3 150                                                    | 25 000                        | 10                                    | 92)             | 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) Podane nominalne średnice i siły napinające dotyczą wkrętów ustalających; przy śrubach sprężynujących należy wybrać z powodu mniejszego pola przekroju w przewężeniu ten wymiar, który odpowiada następnemu wyższemu stopniowi obciążenia.

2) Rozmiary M 7 i M 9 stosować tylko w szczególnych przypadkach.

Klejowe zabezpieczenie gwintu w większości przypadków ma wpływ na współczynnik tarcia  $\mu_{ges}$ . Przy zwykłych zabezpieczeniach FK współczynnik tarcia mocno wzrasta. Przy śrubach INBUS-PLUS® i VERBUS-PLUS® (z mikrokłapsowymi środkami klejącymi pokrywającymi śruby) współczynnik tarcia  $\mu_{ges}$  nie zmienia się względem zwyczajowo konserwowanych śrub. Jedynie przy ponownym użyciu śrub zabezpieczających zalecamy w naszym poradniku VFM 34 trochę wyższe momenty obrotowe dokręcające.

| Stan powierzchni $\mu_{ges}$ przy zróżnicowanych substancjach smarnych |                          |                    |                    |                        |
|------------------------------------------------------------------------|--------------------------|--------------------|--------------------|------------------------|
| Śruby                                                                  | Nakrętki                 | Nie smarowane      | Olejone            | Pasta-MoS <sub>2</sub> |
| Bez ponownej obróbki                                                   | bez ponownej obróbki     | <b>0,14</b> - 0,18 | <b>0,14</b> - 0,17 |                        |
| Mn- fosfatyzowane                                                      |                          | <b>0,14</b> - 0,18 | <b>0,14</b> - 0,15 | <b>0,10</b> - 0,12     |
| Zn- fosfatyzowane                                                      |                          | <b>0,14</b> - 0,21 | <b>0,14</b> - 0,17 | <b>0,10</b> - 0,11     |
| oc. galwaniczny ca. 8 µm                                               |                          | <b>0,12</b> - 0,18 | <b>0,12</b> - 0,17 | <b>0,10</b> - 0,12     |
| gal. kadmowany ca. 7 µm                                                |                          | <b>0,08</b> - 0,12 | <b>0,08</b> - 0,11 |                        |
| oc. galwaniczny ca. 8 µm                                               | oc. galwaniczny ca. 5 µm | <b>0,12</b> - 0,17 | <b>0,14</b> - 0,19 |                        |
| gal. kadmowany ca. 7 µm                                                | gal. kadmowany ca. 6 µm  | <b>0,08</b> - 0,12 | <b>0,10</b> - 0,15 |                        |

Śruby bez powłoki galwanicznej należy dodatkowo poddać operacji smarowania celem uzyskania niższej wartości średniej współczynnika tarcia i ograniczenia jego tolerancji względem suchej powierzchni. Jeszcze wyraźniej zostaje zmniejszona wartość współczynnika tarcia i jego tolerancji przy zastosowaniu pasty MoS<sub>2</sub>. Ocynkowane śruby i nakrętki w kompletach (względnie kadmowane śruby i nakrętki) przyczyniają się do wyższego współczynnika tarcia i zakresu rozrzutu. W niekorzystnych przypadkach takie połączenia mogą się zatrzeć w niekontrolowany sposób.

## Siła przy najmniejszej granicy plastyczności

Stopniowanie, pole przekroju i pole przekroju rdzenia

### Śruby z gwintem metrycznym wg DIN 13, str. 13

| Wymiary<br>(ze skokiem P) | Pole przekroju<br><br>As (mm <sup>2</sup> ) | Pole przekroju<br>rdzenia<br><br>A3 (mm <sup>2</sup> ) | Siła przy minimalnej granicy plastyczności<br>F <sub>0,2</sub><br>wyznaczona dla pola przekroju |          |          |
|---------------------------|---------------------------------------------|--------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|----------|
|                           |                                             |                                                        | 8.8 (N)                                                                                         | 10.9 (N) | 12.9 (N) |
|                           |                                             |                                                        |                                                                                                 |          |          |
| M 4 x 0,7                 | 8,78                                        | 7,75                                                   | 5 600                                                                                           | 8 250    | 9 650    |
| 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  |

### Śruby z gwintem metrycznym drobnozwojnym wg DIN 13, str. 13

| Wymiary<br>(ze skokiem P) | Pole przekroju<br><br>As (mm <sup>2</sup> ) | Pole przekroju<br>rdzenia<br><br>A3 (mm <sup>2</sup> ) | Siła przy minimalnej granicy plastyczności<br>F <sub>0,2</sub><br>wyznaczona dla pola przekroju |          |          |
|---------------------------|---------------------------------------------|--------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|----------|
|                           |                                             |                                                        | 8.8 (N)                                                                                         | 10.9 (N) | 12.9 (N) |
|                           |                                             |                                                        |                                                                                                 |          |          |
| M 8 x 1                   | 39,20                                       | 36,00                                                  | 25 100                                                                                          | 36 800   | 43 100   |
| 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  |

### Śruby sprężynujące z gwintem metrycznym wg DIN 13, str. 13

dT = 0,9 d 3

| Wymiary<br>(ze skokiem P) | Średnica w<br>przewężeniu<br><br>dT h13 (mm) | Przekrój w<br>przewężeniu<br><br>AT min (mm <sup>2</sup> ) | Przekrój<br>rdzenia<br><br>A3 (mm <sup>3</sup> ) | Siła przy minimalnej granicy plastyczności<br>F <sub>0,2</sub><br>wyznaczona dla przekroju w przewężeniu |          |          |
|---------------------------|----------------------------------------------|------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|----------|
|                           |                                              |                                                            |                                                  | 8.8 (N)                                                                                                  | 10.9 (N) | 12.9 (N) |
|                           |                                              |                                                            |                                                  |                                                                                                          |          |          |
| M 4 x 0,7                 | 2,7                                          | 5,07                                                       | 7,75                                             | 3 250                                                                                                    | 4 750    | 5 600    |
| 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  |



## Śruby sprężynujące z gwintem metrycznym drobnozwojnym wg DIN 13, str. 13

| Wymiary<br>(ze skokiem P) | Średnica w<br>przewężeniu<br>dT h13 (mm) | Przekrój w<br>przewężeniu<br>AT min (mm <sup>2</sup> ) | Przekrój<br>rdzenia<br>A3 (mm <sup>2</sup> ) | Siła przy minimalnej granicy plastyczności<br>F <sub>0,2</sub><br>wyznaczona dla przekroju w przewężeniu |          |          |
|---------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------------------------|----------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|----------|
|                           |                                          |                                                        |                                              | 8.8 (N)                                                                                                  | 10.9 (N) | 12.9 (N) |
|                           |                                          |                                                        |                                              |                                                                                                          |          |          |
| <b>M 8 x 1</b>            | 5,9                                      | 25,7                                                   | 36,0                                         | 16 400                                                                                                   | 24 200   | 28 300   |
| <b>M 10 x 1,25</b>        | 7,4                                      | 40,5                                                   | 56,3                                         | 25 900                                                                                                   | 38 100   | 44 600   |
| <b>M 12 x 1,25</b>        | 9,2                                      | 63,2                                                   | 86,0                                         | 40 400                                                                                                   | 59 500   | 69 500   |
| <b>M 12 x 1,5</b>         | 8,9                                      | 59,0                                                   | 81,1                                         | 37 800                                                                                                   | 55 500   | 65 000   |
| <b>M 14 x 1,5</b>         | 10,5                                     | 85,0                                                   | 116,0                                        | 54 500                                                                                                   | 80 000   | 93 500   |
| <b>M 16 x 1,5</b>         | 12,5                                     | 117,0                                                  | 157,0                                        | 75 000                                                                                                   | 110 000  | 129 000  |
| <b>M 18 x 1,5</b>         | 14,5                                     | 155,0                                                  | 205,0                                        | 102 000                                                                                                  | 146 000  | 171 000  |
| <b>M 20 x 1,5</b>         | 16,0                                     | 196,0                                                  | 259,0                                        | 129 000                                                                                                  | 184 000  | 216 000  |
| <b>M 22 x 1,5</b>         | 18,0                                     | 244,0                                                  | 319,0                                        | 161 000                                                                                                  | 229 000  | 268 000  |
| <b>M 24 x 2</b>           | 19,0                                     | 275,0                                                  | 365,0                                        | 182 000                                                                                                  | 259 000  | 303 000  |
| <b>M 27 x 2</b>           | 21,5                                     | 360,0                                                  | 473,0                                        | 238 000                                                                                                  | 338 000  | 396 000  |
| <b>M 30 x 2</b>           | 24,5                                     | 458,0                                                  | 596,0                                        | 302 000                                                                                                  | 431 000  | 504 000  |

## Siły napinające i momenty obrotowe dokręcające dla śrub z gwintem metrycznym i powierzchnią przyłożenia łba jak wg DIN 912, 931, 934 ...

Współczynnik tarcia  $\mu_{ges} = 0,08$

Śruby z gwintem metrycznym wg DIN 13, str. 13

| Wymiar | Siła napinająca<br>$F_V$ (N) |         |         | Moment obrotowy dokręcający<br>$M_A$ (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 |

Śruby z gwintem metrycznym drobnozwojnym wg DIN 13, str. 13

| Wymiar      | Siła napinająca<br>$F_V$ (N) |         |         | Moment obrotowy dokręcający<br>$M_A$ (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 |

Śruby sprężynujące z gwintem metrycznym wg DIN 13, str. 13

$d_T = 0,9 d_3$

| Wymiar | Siła napinająca<br>$F_V$ (N) |         |         | Moment obrotowy dokręcający<br>$M_A$ (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 |



**Siły napinające i momenty obrotowe dokręcające dla śrub z gwintem metrycznym i powierzchnią przyłożenia t<sub>ba</sub> jak wg DIN 912, 931, 934 ...**

**Śruby sprężynujące z gwintem metrycznym drobnozwojnym wg DIN 13, str. 13**  
 $d_T = 0,9 d_3$

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

**Współczynnik tarcia  $\mu_{ges} = 0,10$**

**Śruby z gwintem metrycznym wg DIN 13, str. 13**

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

**Śruby z gwintem metrycznym drobnozwojnym wg DIN 13, str. 13**

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

## Siły napinające i momenty obrotowe dokręcające dla śrub z gwintem metrycznym i powierzchnią przyłożenia łba jak wg DIN 912, 931, 934 ...

### Śruby sprężynujące z gwintem metrycznym wg DIN 13, str. 13

$d_T = 0,9 d_3$

| Wymiar | Siła napinająca<br>$F_V$ (N) |         |         | Moment obrotowy dokręcający<br>$M_A$ (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 |

### Śruby sprężynujące z gwintem metrycznym drobnoszwojnym wg DIN 13, str. 13

$d_T = 0,9 d_3$

| Wymiar      | Siła napinająca<br>$F_V$ (N) |         |         | Moment obrotowy dokręcający<br>$M_A$ (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 |

Współczynnik tarcia  $\mu_{ges} = 0,12$

### Śruby z gwintem metrycznym wg DIN 13, str. 13

| Wymiar | Siła napinająca<br>$F_V$ (N) |         |         | Moment obrotowy dokręcający<br>$M_A$ (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 |



**Siły napinające i momenty obrotowe dokręcające dla śrub z gwintem metrycznym i powierzchnią przyłożenia fba jak wg DIN 912, 931, 934 ...**

**Śruby z gwintem metrycznym drobnoszwojnym wg DIN 13, str. 13**

| Wymiar      | Siła napinająca<br>$F_y$ (N) |         |         | Moment obrotowy dokręcający<br>$M_A$ (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 |

**Śruby sprężynujące z gwintem metrycznym wg DIN 13, str. 13**

$d_T = 0,9 d_3$

| Wymiar | Siła napinająca<br>$F_y$ (N) |         |         | Moment obrotowy dokręcający<br>$M_A$ (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 |

**Śruby sprężynujące z gwintem metrycznym drobnoszwojnym wg DIN 13, str. 13**

$d_T = 0,9 d_3$

| Wymiar      | Siła napinająca<br>$F_y$ (N) |         |         | Moment obrotowy dokręcający<br>$M_A$ (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 |



**Siły napinające i momenty obrotowe dokręcające dla śrub z gwintem metrycznym i powierzchnią przyłożenia łba jak wg DIN 912, 931, 934 ...**

**Współczynnik tarcia  $\mu_{ges} = 0,14$**

**Śruby z gwintem metrycznym wg DIN 13, str. 13**

| Wymiar | Siła napinająca<br>FV (N) |         |         | Moment obrotowy dokręcający<br>MA (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 |

**Śruby z gwintem metrycznym drobnozwojnym wg DIN 13, str. 13**

| Wymiar      | Siła napinająca<br>FV (N) |         |         | Moment obrotowy dokręcający<br>MA (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 |

**Śruby sprężynujące z gwintem metrycznym wg DIN 13, str. 13**

dT = 0,9 d3

| Wymiar | Siła napinająca<br>FV (N) |         |         | Moment obrotowy dokręcający<br>MA (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 |



**Siły napinające i momenty obrotowe dokręcające dla śrub z gwintem metrycznym i powierzchnią przyłożenia łba jak wg DIN 912, 931, 934 ...**

**Śruby sprężynujące z gwintem metrycznym drobnozwojnym wg DIN 13, str. 13**

$d_T = 0,9 d_3$

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

**Współczynnik tarcia  $\mu_{ges} = 0,20$**

**Śruby z gwintem metrycznym wg DIN 13, str. 13**

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

**Śruby z gwintem metrycznym drobnozwojnym wg DIN 13, str. 13**

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

**Siły napinające i momenty obrotowe dokręcające dla śrub z gwintem metrycznym i powierzchnią przyłożenia fba jak wg DIN 912, 931, 934 ...**

**Śruby sprężynujące z gwintem metrycznym wg DIN 13, str. 13**

$d_T = 0,9 d_3$

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

**Śruby sprężynujące z gwintem metrycznym drobnoszwojnym wg DIN 13, str. 13**

$d_T = 0,9 d_3$

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



---

## Obliczanie momentu obrotowego przy dokręcaniu

---

Dla innych, nie przytoczonych klas wytrzymałości w naszym katalogu w rozdziale „dobór śrub”, momenty obrotowe przy dokręcaniu i siły napinające mogą być policzone przy niewielkim nakładzie pracy, ponieważ są znane zależności wartości momentów obrotowych przy dokręcaniu i sił napinających dla granicy plastyczności, klas wytrzymałości już znanych i szukanych.

### Przykład:

Dla wymiaru M 10 w klasie wytrzymałości 8.8 wynosi  $M_A = 49$  [Nm], to jest 0,2 % - granicy plastyczności  $R_{p0,2} = 640$  [Nmm<sup>2</sup>]. Poszukiwany jest moment obrotowy dla M 10 w klasie wytrzymałości 5.6 (minimalna granica plastyczności  $R_{eL} = 300$  [Nmm<sup>2</sup>]).

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

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

---

Podobnie można obliczyć moment obrotowy przy dokręcaniu i siły napinające dla wymiarów śrub, które nie zostały podane w naszym katalogu w rozdziale „dobór śrub” :

Siła napinająca śruby dla  $\mu_{ges} = 0,14$  przy założeniu, że całkowite obciążenie przez siłę napinającą i skręcenie wynosi 90 % minimalnej granicy plastyczności (na tej podstawie zostały obliczone wartości w naszych tabelach), obliczana jest w przybliżeniu:

- dla śrub z trzpieniem równym  $F_V = 0,7 \cdot R_{p0,2} \cdot A_S$
- dla śrub z cieńszym trzpieniem  $F_V = 0,7 \cdot R_{p0,2} \cdot A_T$

---

Minimalna granica plastyczności  $R_{p0,2}$  jest znana z DIN ISO 898 część 1. Pole przekroju wynosi

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

Średnicę podziałową gwintu  $d_2$  i średnicę rdzenia  $d_3$  należy przyjąć jako wymiary nominalne podane wg DIN 13 str. 13. Pole przekroju w przewężeniu  $A_T$  wynika z rysunku śruby. Moment obrotowy przy dokręcaniu może zostać obliczony w następujący sposób:

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

#### Oznaczenia

|             |   |                                                                              |
|-------------|---|------------------------------------------------------------------------------|
| P           | = | skok w mm                                                                    |
| $\mu_{ges}$ | = | współczynnik tarcia (= 0,14)                                                 |
| $d_2$       | = | średnica podziałowa gwintu w mm (DIN 13 Bl. 13)                              |
| $D_{km}$    | = | $\frac{d_h + d_w}{2}$ = średnia średnica tarcia powierzchni przyłożenia w mm |
| $d_h$       | = | średnica otworu przelotowego w mm (DIN ISO 273)                              |
| $d_w$       | = | średnica zewnętrzna powierzchni przyłożenia w mm wg rysunku lub normy        |
| $d_3$       | = | pole przekroju rdzenia w mm (DIN 13-13)                                      |

#### Przykład:

Obliczanie momentu obrotowego przy dokręcaniu dla śruby M10 DIN 912 – 10.9.

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

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

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

podstawiając

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

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

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

Wartość zawarta w tabelach w rozdziale „dobór śrub“ wynosi  $M_A = 72 \text{ [Nm]}$ , błąd jest więc niewielki.

Dla śrub smarowanych np. pastą  $\text{MoS}_2$ , współczynnik tarcia wynosi  $\mu_{ges} = 0,1$ , w tym przypadku jest wskazane zredukowanie o 20 % momentu obrotowego przy dokręcaniu, w przeciwnym razie śruba zostanie przeciągnięta. Siła napinająca jest jednak wyższa ca. o 10 %.