

**Mechanické vlastnosti a minimální hodnoty meze kluzu 0,2 % při zvýšených teplotách**

podle DIN EN 10269 (stará norma DIN 17240)

| Materiálová zkratka       |                 | Rozsah průměrů | Pevnost v tahu             | Tažnost       | Hodnota nárazové práce | Hodnoty smluvní meze kluzu kluzu $R_{p0,2}$ [N/mm <sup>2</sup> ] při teplotě [°C] |     |     |     |     |     |     |
|---------------------------|-----------------|----------------|----------------------------|---------------|------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Název                     | Číslo materiálu | d [mm]         | $R_m$ [N/mm <sup>2</sup> ] | $A_{min}$ [%] | $K_{Vmin}$ [J]         | 20                                                                                | 100 | 200 | 300 | 400 | 500 | 600 |
| kalené a popouštěné ocele |                 |                |                            |               |                        |                                                                                   |     |     |     |     |     |     |
| C35E                      | 1.1181          | $d \leq 60$    | 500 až 650                 | 22            | 55                     | 300                                                                               | 270 | 229 | 192 | 173 |     |     |
| 35B2                      | 1.5511          | $d \leq 60$    | 500 až 650                 | 22            | 55                     | 300                                                                               | 270 | 229 | 192 | 173 |     |     |
| 25CrMo4                   | 1.7218          | $d \leq 100$   | 600 až 750                 | 18            | 60                     | 440                                                                               | 428 | 412 | 363 | 304 | 235 |     |
| 42CrMo4                   | 1.7225          | $d \leq 60$    | 860 až 1060                | 14            | 50                     | 730                                                                               | 702 | 640 | 562 | 475 | 375 |     |
| 40CrMoV4-6                | 1.7711          | $d \leq 100$   | 850 až 1000                | 14            | 30                     | 700                                                                               | 670 | 631 | 593 | 554 | 470 | 293 |
| X22CrMoV12-1              | 1.4923          | $d \leq 160$   | 800 až 950                 | 14            | 27                     | 600                                                                               | 560 | 530 | 480 | 420 | 335 |     |
| X19CrMoNbVN11-1           | 1.4913          | $d \leq 160$   | 900 až 1050                | 12            | 20                     | 750                                                                               | 701 | 651 | 627 | 577 | 495 | 305 |
| austenitické ocele žíhané |                 |                |                            |               |                        |                                                                                   |     |     |     |     |     |     |
| X5CrNi18-10               | 1.4301          | $d \leq 35$    | 500 až 700                 | 45            | 100                    | 190                                                                               | 155 | 127 | 110 | 98  | 92  |     |
| X5CrNiMo17-12-2           | 1.4401          | $d \leq 35$    | 500 až 700                 | 40            | 100                    | 200                                                                               | 175 | 145 | 127 | 115 | 110 |     |
| X5NiCrTi26-5              | 1.4980          | $d \leq 160$   | 900 až 1150                | 15            | 50                     | 600                                                                               | 580 | 560 | 540 | 520 | 490 | 430 |

► Hodnoty mechanických vlastností spojovacích materiálů vyrobených z austenitické nerezové ocele

Strana F.028

**Orientační hodnoty měrné hmotnosti a statického modulu pružnosti**

podle DIN EN 10269 (stará norma DIN 17240)

| Materiálová zkratka       |                 | Měrná hmotnost $\rho$ | Statický modul pružnosti E v [kN/mm <sup>2</sup> ] při teplotě [°C] |                   |                   |                   |                   |                   |                   |
|---------------------------|-----------------|-----------------------|---------------------------------------------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Název                     | Číslo materiálu | [kg/dm <sup>3</sup> ] | 20                                                                  | 100               | 200               | 300               | 400               | 500               | 600               |
| kalené a popouštěné ocele |                 |                       |                                                                     |                   |                   |                   |                   |                   |                   |
| C35E                      | 1.1181          | 7,85                  | 211                                                                 | 204               | 196               | 186               | 177               | 164               | 127               |
| 40CrMoV4-7                | 1.7711          |                       |                                                                     |                   |                   |                   |                   |                   |                   |
| X19CrMoNbVN11-1           | 1.4913          | 7,7                   | 216                                                                 | 209               | 200               | 190               | 179               | 167               | 127               |
| X22 CrMoV12-1             | 1.4923          |                       |                                                                     |                   |                   |                   |                   |                   |                   |
| austenitické ocele žíhané |                 |                       |                                                                     |                   |                   |                   |                   |                   |                   |
| X5CrNi18-10               | 1.4301          | 7,9                   | 200                                                                 | 194               | 186               | 179               | 172               | 165               | –                 |
| X5CrNiMo17-12-2           | 1.4401          | 8,0                   |                                                                     |                   |                   |                   |                   |                   |                   |
| X5NiCrTi26-15             | 1.4980          | 8,0                   | 211 <sup>1)</sup>                                                   | 206 <sup>1)</sup> | 200 <sup>1)</sup> | 192 <sup>1)</sup> | 183 <sup>1)</sup> | 173 <sup>1)</sup> | 162 <sup>1)</sup> |

<sup>1)</sup> Dynamický modul pružnosti**Orientační hodnoty součinitele tepelné roztažnosti, tepelné vodivosti a tepelné kapacity**

podle DIN EN 10269 (stará norma DIN 17240)

| Materiálová zkratka       |                 | Součinitel tepelné roztažnosti v $10^{-6}/K$ mezi 20 °C a |        |        |        |        |        | Tepelná vodivost při 20 °C | Specifická tepelná vodivost při 20 °C |
|---------------------------|-----------------|-----------------------------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|----------------------------|---------------------------------------|
| Název                     | Číslo materiálu | 100 °C                                                    | 200 °C | 300 °C | 400 °C | 500 °C | 600 °C | [ $\frac{W}{m \cdot K}$ ]  | [J/(kg · K)]                          |
| kalené a popouštěné ocele |                 |                                                           |        |        |        |        |        |                            |                                       |
| C35E                      | 1.1181          | 11,1                                                      | 12,1   | 12,9   | 13,5   | 13,9   | 14,1   | 42                         | 460                                   |
| 40CrMoV4-7                | 1.7711          |                                                           |        |        |        |        |        | 33                         |                                       |
| austenitické ocele žíhané |                 |                                                           |        |        |        |        |        |                            |                                       |
| X5CrNi18-10               | 1.4301          | 16,0                                                      | 16,5   | 17,0   | 17,5   | 18,0   | n. a.  | 15                         | 500                                   |
| X5CrNiMo17-12-2           | 1.4401          |                                                           |        |        |        |        |        |                            |                                       |
| X5NiCrTi26-15             | 1.4980          | 17,0                                                      | 17,5   | 17,7   | 18,0   | 18,2   | n. a.  | n. a.                      | n. a.                                 |

n. a. = žádné dostupné údaje

Šrouby a matice pro vysoké a nízké teploty

Tabulka materiálů pro teploty nad + 300 °C  
podle DIN 267, část 13

| Materiálová zkratka    |                 |                                    |                        |
|------------------------|-----------------|------------------------------------|------------------------|
| Název                  | Číslo materiálu | Značení                            | Hranice teplot použití |
| C35E (N) <sup>1)</sup> | 1.1181          | Y                                  | +350 °C                |
| C35E (QT)              | 1.1181          | YK                                 | +350 °C <sup>2)</sup>  |
| 35B2                   | 1.5511          | YB                                 | +350 °C <sup>2)</sup>  |
| 24CrMo5                | 1.7258          | G                                  | +400 °C                |
| 25CrMo4                | 1.7218          | KG                                 | +550 °C                |
| 42CrMo4                | 1.7225          | GC                                 | +500 °C                |
| 21CrMoV5-7             | 1.7709          | GA                                 | +550 °C                |
| 40CrMoV4-6             | 1.7711          | GB                                 | +520 °C                |
| X22CrMoV12-1           | 1.4923          | V <sup>3)</sup> , VH <sup>4)</sup> | +580 °C                |
| X19CrMoNbVN11-1        | 1.4913          | VW                                 | +580 °C                |
| X7CrNiMoBNb16-16       | 1.4986          | S                                  | +650 °C                |
| X6NiCrTiMoVB25-15-2    | 1.4980          | SD                                 | +650 °C                |
| NiCr20TiAl             | 2.4952          | SB                                 | +700 °C                |

<sup>1)</sup> Týká se jen matic  
<sup>2)</sup> U matic jsou tyto obvyklé horní hranice provozních teplot vyšší asi o 50 °C.  
<sup>3)</sup> Symbol V pro materiál se smluvní mezí kluzu  $R_{p0.2} \geq 600 \text{ N/mm}^2$   
<sup>4)</sup> Symbol VH pro materiál se smluvní mezí kluzu  $R_{p0.2} \geq 700 \text{ N/mm}^2$

Tabulka materiálů pro nízké teploty od -200 °C do -10 °C  
podle DIN 267, část 13

| Materiálová zkratka |                 |                   |                                                   |                        |
|---------------------|-----------------|-------------------|---------------------------------------------------|------------------------|
| Název               | Číslo materiálu | Značení           | Šrouby                                            | Hranice teplot použití |
| 25CrMo4             | 1.7218          | KG                |                                                   | -60 °C                 |
| X12Ni5              | 1.5680          | KB                |                                                   | -120 °C                |
| X5CrNi18-10         | 1.4301          | A2 <sup>1)</sup>  |                                                   | -200 °C                |
| X4CrNi18-12         | 1.4303          | A2 <sup>1)</sup>  |                                                   | -200 °C                |
| X2CrNi18-9          | 1.4307          | A2L <sup>1)</sup> |                                                   | -200 °C                |
| X6CrNiMoTi-17-12-2  | 1.4571          | A5 <sup>1)</sup>  | s hlavou <sup>2)</sup><br>bez hlavy <sup>2)</sup> | -60 °C<br>-200 °C      |
| X2CrNi17-12-2       | 1.4404          | A4L <sup>1)</sup> | s hlavou <sup>2)</sup><br>bez hlavy <sup>2)</sup> | -60 °C<br>-200 °C      |

<sup>1)</sup> U austenitické ocele musí být k označení uvedena jakost ocele, např. A2-70.  
Aplicační teploty až do -200 °C pro šrouby třídy pevnosti 70 a 80, matice třídy 80. Nižší pevnost až do -60 °C.  
<sup>2)</sup> Vzhledem k obsahu molybdenu již nelze při nižší než uvedené teplotě počítat s homogenní austenitickou mikrostrukturou.

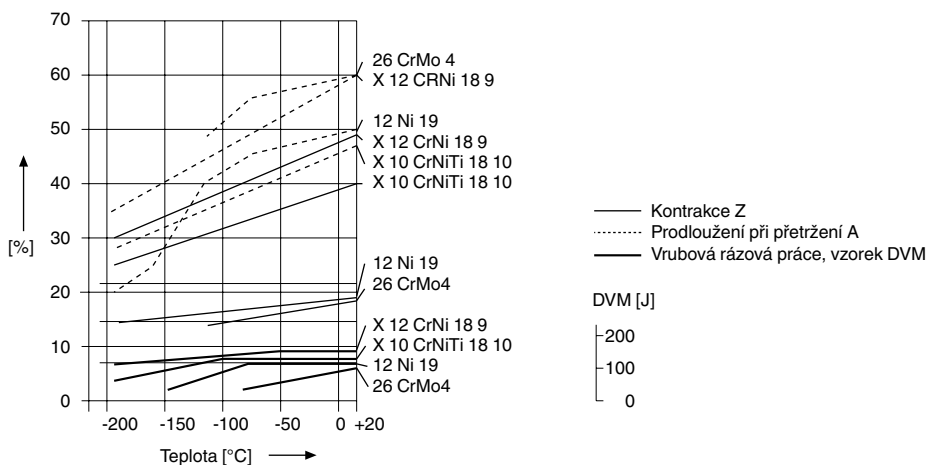
**! Poznámka**  
U nižších hodnot provozní teploty v tabulce musí být rázová práce ( $K_v$ ) alespoň 40 Joulů.

Párování materiálů šroubů a matic  
podle DIN 267, část 13

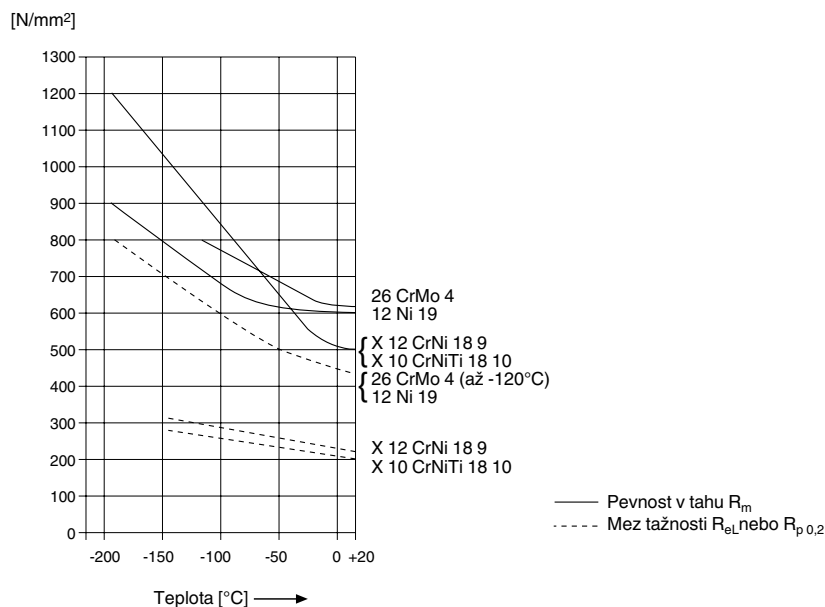
| Materiál šroubu     | Materiál matice           |
|---------------------|---------------------------|
| C35E (QT), 35B2     | C35E (N), C35E (QT), 35B2 |
| 25CrMo4, 24CrMo5    | C35E (QT), 35B2, 25CrMo4  |
| 21CrMoV5-7          | 25CrMo4, 21CrMoV5-7       |
| 40CrMoV47, 42CrMo4  | 21CrMoV5-7, 42CrMo4       |
| X22CrMoV12-1        | X22CrMoV12-1              |
| X19CrMoNbVN11-1     | X22CrMoV12-1              |
| X7CrNiMoBNb16-16    | X7CrNiMoBNb16-16          |
| X6NiCrTiMoVB25-15-2 | X6NiCrTiMoVB25-15-2       |
| NiCr20TiAl          | NiCr20TiAl                |

**Tažnost ocelí při nízkých teplotách**

podle údajů výrobců

**Mez kluzu a pevnost v tahu u ocelí při nízkých teplotách**

podle údajů výrobců



Pružné prodloužení svorníků s redukováným dříkem  
podle DIN 2510

Přehled materiálů  
Strana F.018

| Materiály                              | Pružné prodloužení λ [mm] při předpětí na cca 70 % meze kluzu při pokojové teplotě |       |       |       |       |       |       |       |
|----------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| L [mm]                                 | YK                                                                                 | G     | GA    | GB    | V     | VW    | S     | SB    |
| E [10 <sup>3</sup> N/mm <sup>2</sup> ] | 211                                                                                | 211   | 211   | 211   | 216   | 216   | 196   | 216   |
| 60                                     | 0,056                                                                              | 0,088 | 0,109 | 0,139 | 0,116 | 0,152 | 0,107 | 0,116 |
| 70                                     | 0,065                                                                              | 0,102 | 0,127 | 0,162 | 0,136 | 0,177 | 0,125 | 0,136 |
| 80                                     | 0,074                                                                              | 0,117 | 0,146 | 0,186 | 0,155 | 0,202 | 0,143 | 0,155 |
| 90                                     | 0,084                                                                              | 0,131 | 0,164 | 0,209 | 0,175 | 0,228 | 0,161 | 0,175 |
| 100                                    | 0,093                                                                              | 0,146 | 0,182 | 0,232 | 0,194 | 0,253 | 0,179 | 0,194 |
| 110                                    | 0,102                                                                              | 0,161 | 0,200 | 0,255 | 0,213 | 0,278 | 0,197 | 0,213 |
| 120                                    | 0,112                                                                              | 0,175 | 0,218 | 0,278 | 0,233 | 0,304 | 0,215 | 0,233 |
| 130                                    | 0,121                                                                              | 0,190 | 0,237 | 0,302 | 0,252 | 0,329 | 0,233 | 0,252 |
| 140                                    | 0,130                                                                              | 0,204 | 0,255 | 0,325 | 0,272 | 0,354 | 0,251 | 0,272 |
| 150                                    | 0,140                                                                              | 0,291 | 0,273 | 0,348 | 0,291 | 0,280 | 0,269 | 0,291 |
| 160                                    | 0,149                                                                              | 0,234 | 0,291 | 0,371 | 0,310 | 0,405 | 0,286 | 0,310 |
| 170                                    | 0,158                                                                              | 0,248 | 0,309 | 0,394 | 0,330 | 0,430 | 0,304 | 0,330 |
| 180                                    | 0,167                                                                              | 0,263 | 0,328 | 0,418 | 0,349 | 0,455 | 0,322 | 0,349 |
| 190                                    | 0,177                                                                              | 0,277 | 0,346 | 0,441 | 0,369 | 0,481 | 0,340 | 0,690 |
| 200                                    | 0,186                                                                              | 0,292 | 0,364 | 0,464 | 0,388 | 0,506 | 0,358 | 0,388 |
| 210                                    | 0,195                                                                              | 0,307 | 0,382 | 0,487 | 0,407 | 0,531 | 0,376 | 0,407 |
| 220                                    | 0,205                                                                              | 0,321 | 0,400 | 0,510 | 0,427 | 0,557 | 0,394 | 0,427 |
| 230                                    | 0,214                                                                              | 0,336 | 0,419 | 0,534 | 0,446 | 0,582 | 0,412 | 0,446 |
| 240                                    | 0,223                                                                              | 0,350 | 0,437 | 0,557 | 0,466 | 0,607 | 0,430 | 0,466 |
| 250                                    | 0,233                                                                              | 0,365 | 0,455 | 0,580 | 0,485 | 0,633 | 0,448 | 0,485 |
| 260                                    | 0,242                                                                              | 0,380 | 0,473 | 0,603 | 0,504 | 0,658 | 0,465 | 0,504 |
| 270                                    | 0,251                                                                              | 0,394 | 0,491 | 0,626 | 0,524 | 0,683 | 0,483 | 0,524 |
| 280                                    | 0,260                                                                              | 0,409 | 0,510 | 0,650 | 0,543 | 0,708 | 0,501 | 0,543 |
| 290                                    | 0,270                                                                              | 0,423 | 0,528 | 0,673 | 0,563 | 0,734 | 0,519 | 0,563 |
| 300                                    | 0,279                                                                              | 0,438 | 0,546 | 0,696 | 0,582 | 0,759 | 0,537 | 0,582 |

Výpočet

$\lambda = \frac{F_V \cdot L}{E \cdot A}$  [mm]  
λ [mm] = pružné prodloužení  
při předpětí  $F_V$   
 $F_V$  [N] = předpětí šroubu  
 $E$  [N/mm<sup>2</sup>] = modul pružnosti  
 $A$  [mm<sup>2</sup>] = plocha průřezu redukováného dříku  
 $L$  [mm] = délka redukováného dříku

přičemž:  
 $0,7 \cdot \frac{F_V}{A} = 70 \% R_{p0,2}$

Příklad

X8CrNiMoBNb16-16 = [S]  
 $R_{p0,2} = 500 \text{ N/mm}^2$   
délka redukováného dříku  $L = 220 \text{ mm}$

Pružné prodloužení  
 $\lambda = 0,7 \cdot 500 \cdot \frac{220}{196000} = 0,394 \text{ mm}$   
viz tabulka:  
sloupec S pro L = 220 mm

