

SPOJE

Slouží ke spojení částí nosných systémů (rámy) i pohybujících se komponent (členy mechanismů).

Řeší se :

- pouze úpravou spojovaných součástí (přímé spoje)
- úpravou a použitím spojovacích součástí (nepřímé spoje)

Spoje mohou dovolovat vzájemný pohyb spojovaných součástí v určitém směru. Spoj má zaručit přenos síly pro stanovený směr – např. přesuvná kola či řemenice musí být spojena s hřídelem tak, aby se přenesl krouticí moment, ale je možný osový pohyb těchto součástí po hřídeli.

PŘEHLED SPOJŮ

Spoje

- ❑ rozebíratelné
- ❑ nerozebíratelné

Rozebíratelné spoje

- závitové
- drážkování, kolíky, klíny, pera aj.
- svěrné a nalisované
- pružné s ozuby

Spojovací materiál (součásti)

- šrouby, matice, podložky
- kolíky, čepy, pera, klíny, závlačky
- stavěcí a pojistné kroužky
- nýty, hřeby

Nerozebíratelné spoje

- nýťované a vytvořené deformací
- svařované
- pájené
- lepené

Používané spojovací součásti jsou většinou normalizovány.

Nejčastěji používané normalizované součásti jsou skladovány v podniku (předzásobení).

Pro méně často používané součásti je třeba zajistit nákup od velkoobchodních firem.

Málo běžné normalizované součásti (např. velké rozměry) musí být vyrobeny.

ZÁVITOVÉ (ŠROUBOVÉ) SPOJE

- závity přímo na součásti
- použití normalizovaných součástí

NORMALIZACE ZÁVITŮ

Závity metrické a palcové pro všeobecné použití

Whitworthovy závity

Trubkové závity

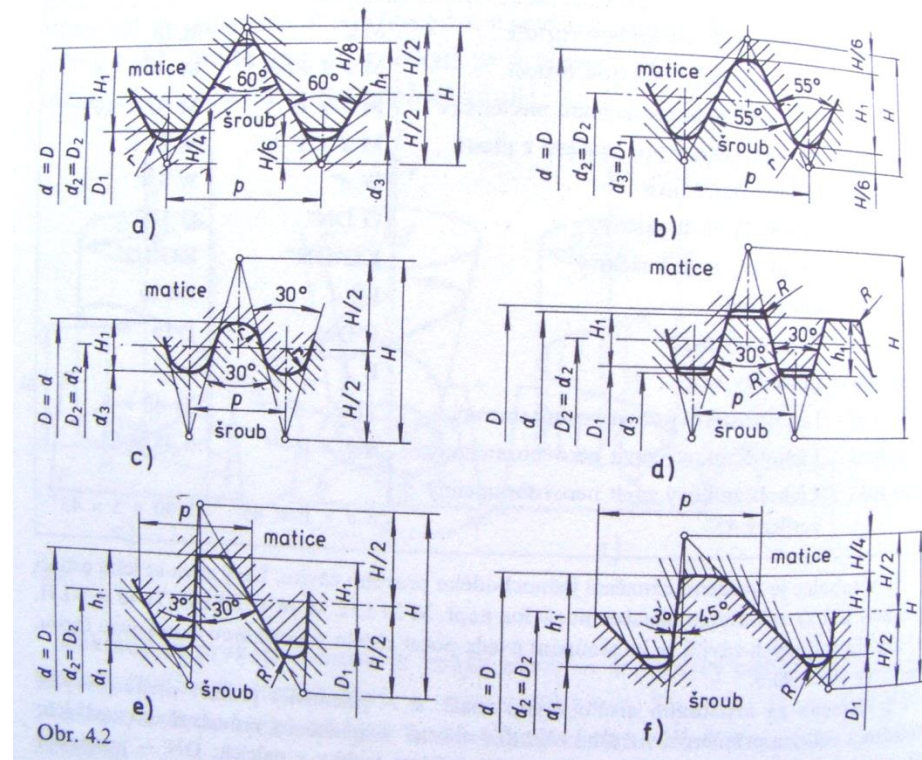
Lichoběžníkové (trapézové) závity

Závity používané dříve a **méněběžné** závity

Lichoběžníkový nerovnoramenný (Selersův)

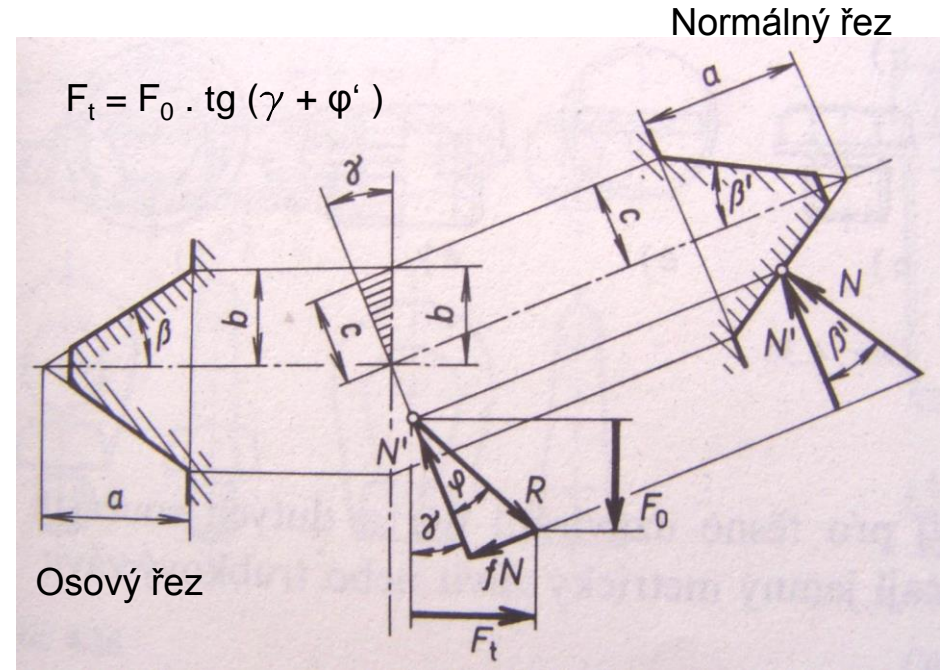
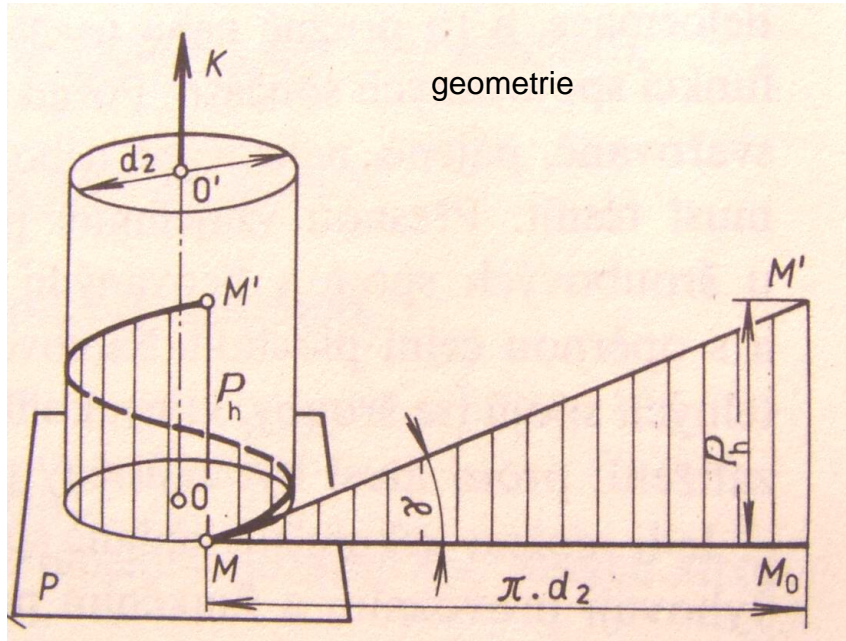
Oblý závit

Edisonův závit, pancéřový a pro pojistky (ESČ)



Normalizace závitů řeší vyrovnaní únosnosti na tah jádra šroubu a únosnosti boků závitů na otláčení.

Poměry na šroubu – geometrie, síly



Rozvinutí válce (o středním průměru závitu)

Silové poměry na šroubu

Střední průměr d_2

Vrcholový úhel závitu v normálním řezu β'

Úhel stoupání závitu γ

Vrcholový úhel závitu v osovém řezu β

$$\operatorname{tg} \beta' = \operatorname{tg} \beta \cdot \cos \gamma$$

Rozteč závitu P_n

Součinitel tření f , třecí úhel φ

Stoupání s

Účinek drážky (zvětšení normály) dává tření v drážce

$$\operatorname{tg} \gamma = s / (\pi \cdot d_2)$$

$$\operatorname{tg} \varphi' = \operatorname{tg} \varphi / \cos \beta' = f / \cos \beta'$$

$$F_0 = N \cdot \cos \beta' \cdot \cos \gamma - f \cdot N \cdot \sin \gamma$$

$$F_t = N \cdot \cos \beta' \cdot \sin \gamma + f \cdot N \cdot \cos \gamma$$

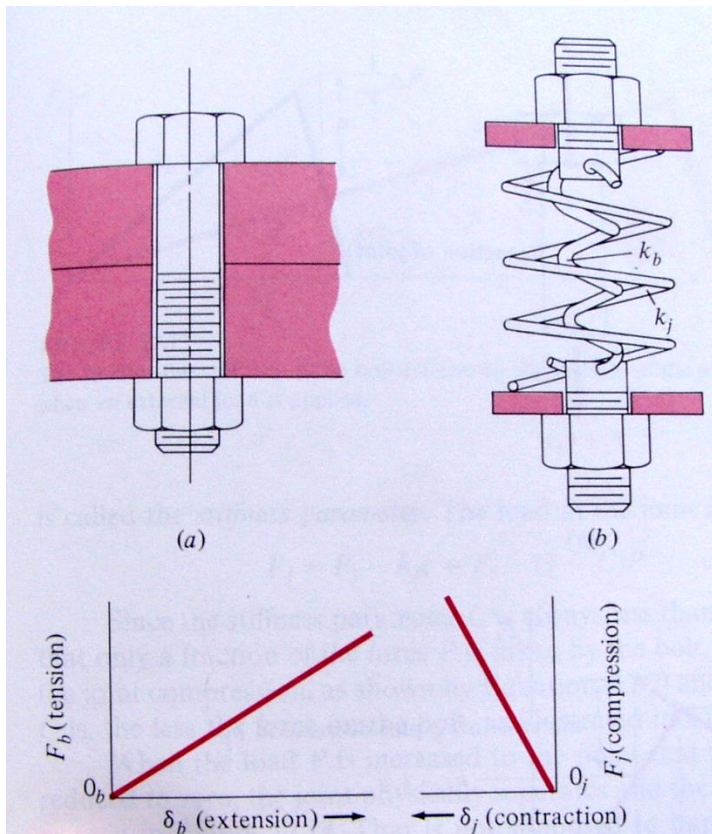
Silové poměry na šroubu

Silové poměry jsou podobné, jako na nakloněné rovině. Úhel stoupání $\gamma = s / (\pi \cdot d_2)$.

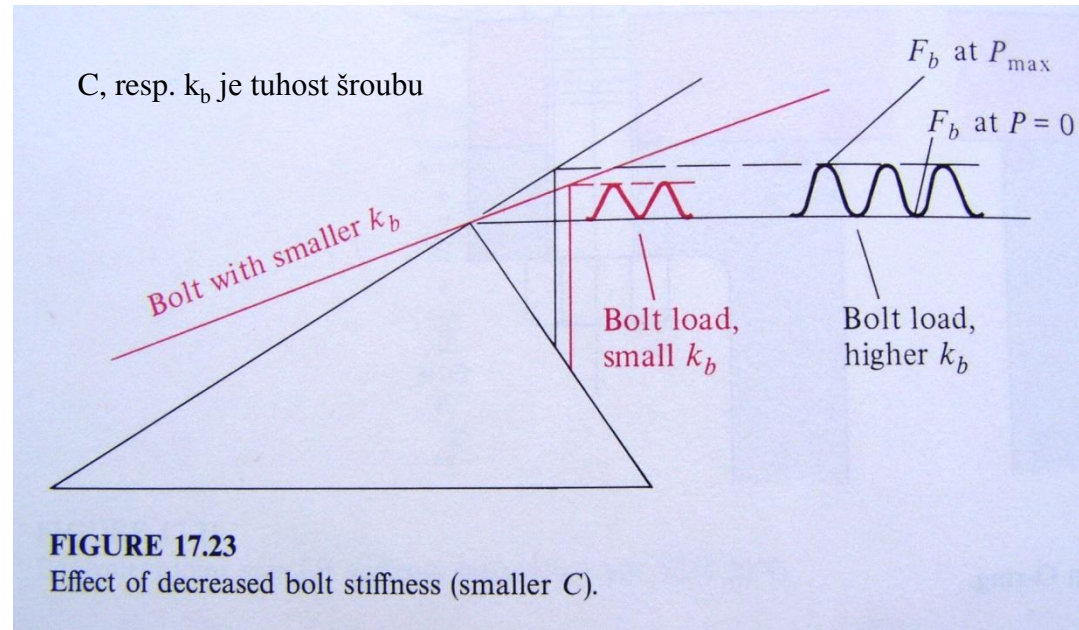
Osová síla na šroubu F_0 vyžaduje krouticí moment pro zvedání (spouštění) $M_k = 0,5 \cdot F_0 \cdot d_2 \cdot \text{tg}(\gamma \pm \varphi')$.

Samosvornost – spouštění vyžaduje $M_k \leq 0$ (opačný smysl než při zvedání), tj. $\gamma < \varphi'$.

Cyklicky zatěžovaný předepjatý šroubový spoj :



Přítěžované a odlehčované části spoje a jejich tuhost
Amplituda namáhání šroubu



Předejpatý šroubový spoj

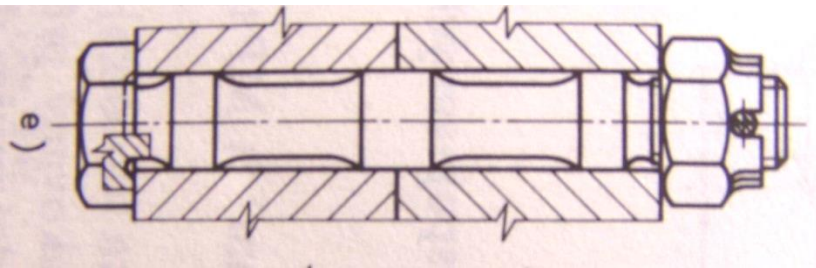


diagram síla – deformace pro části přitěžované – odlehčované

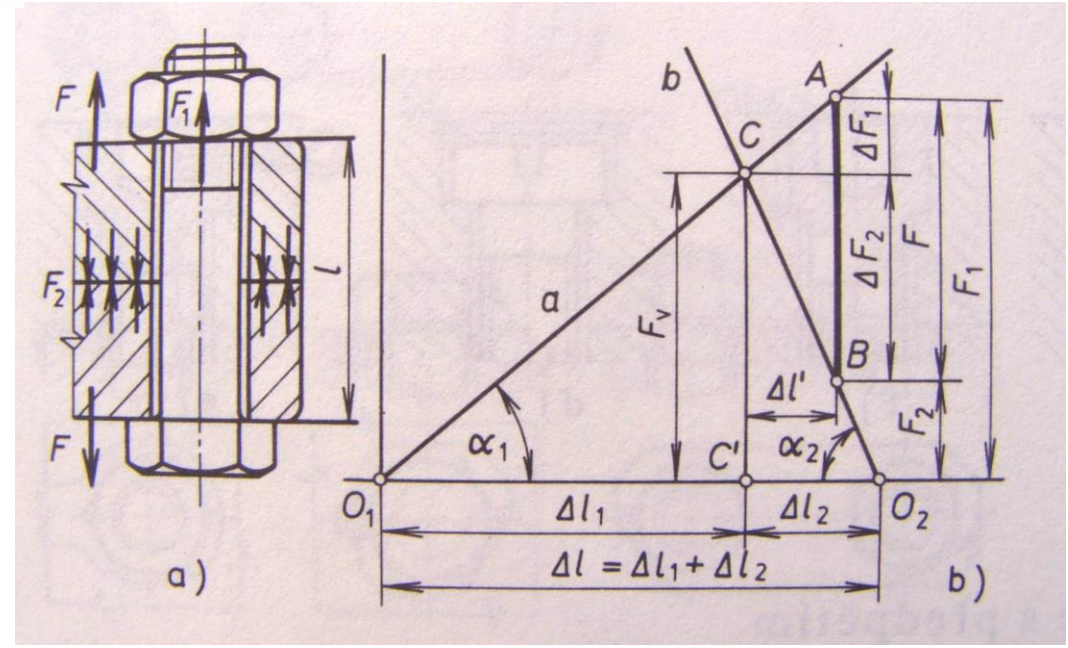
předpětí $F_v = A_1 \cdot \sigma_v$

změna délky $\Delta l_i = F_i \cdot l_i / (E \cdot A_i) = F_i / C_i$

úhel sklonu α_i $\text{tg } \alpha_i = C_i = E \cdot A / l_i$

pro šroub s osazovaným dříkem

$1 / C_1 = 1 / E \cdot (\sum l_i / A_i)$



odlehčované části jako trubka (vnější průměr 2,5 x vnitřní)

zatížení částí přitěžovaných (odlehčovaných) $F_{1,2} = F_v \pm \Delta F_{1,2}$

Při působení největší provozní síly se zatížení částí změní o hodnotu

$$\Delta F_{1,2} = F \cdot \frac{C_{1,2}}{C_1 + C_2}$$

Bezpečnost předepjatého šroubového spoje

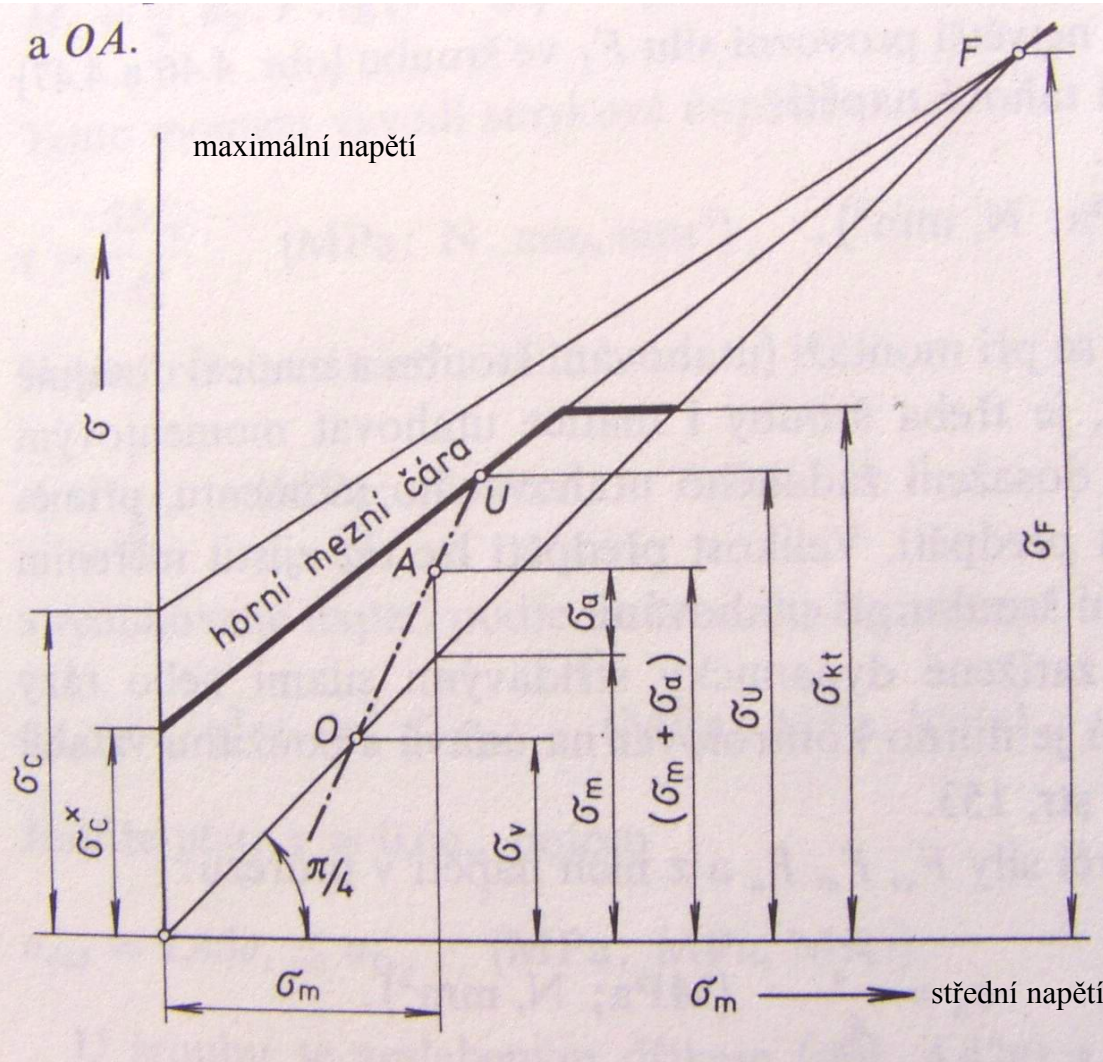
Zatížení šroubu – amplituda

$$F_a = \pm 0,5 \cdot \Delta F_1$$

Smithův diagram

-- střední hodnota síly $F_m = F_v + F_a$

a OA.



napětí ve šroubu amplituda a střední

$$\sigma_{a,m} = F_{a,m} / A_1$$

bezpečnost pro normální napětí

$$k_\sigma = (\sigma_U - \sigma_v) / (\sigma_m + \sigma_a - \sigma_v)$$

$$k_\sigma = \frac{OU}{OA}$$

bezpečnost pro smykové napětí

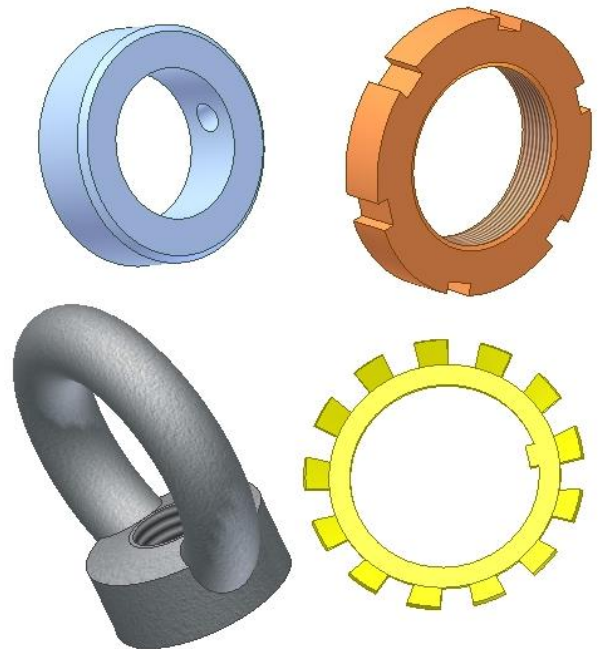
$$k_T = \tau_k / \tau \quad \tau = 5 \cdot M_k / d_j^3$$

celková bezpečnost

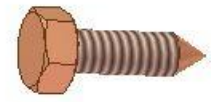
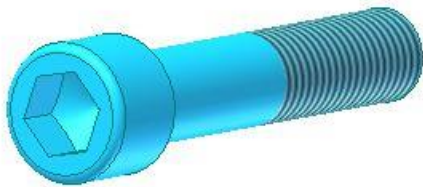
$$k = \frac{k_\sigma \cdot k_T}{\sqrt{k_\sigma^2 + k_T^2}}$$

NORMALIZOVANÉ ŠROUBY A MATICE

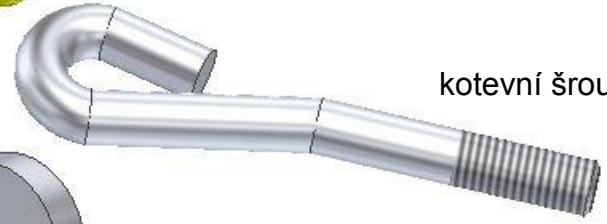
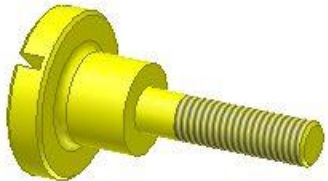
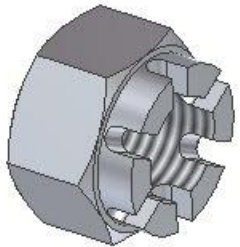
- Šrouby se šestihrannou hlavou (ČSN, ČSN EN, ISO, DIN)
- Šrouby se šestihrannou hlavou a závitem k hlavě
- Lícované šrouby
- Závrtné šrouby
- Šrouby s válcovou hlavou a vnitřním šestihranem (imbus)
- Šrouby s válcovou hlavou s drážkou
- Zápustné šrouby (s kuželovou hlavou) s drážkou, s křížovou drážkou H nebo Z
- Zápustné šrouby s čočkovitou hlavou a s drážkou
- Šrouby s hlavou T, upínací šrouby, šrouby do T drážek
- Stavěcí šrouby (s drážkou, s různou úpravou konce, s vnitřním šestihranem)
- Otočné šrouby s okem, závěsné šrouby, napínače
- Šrouby do základů a do zdiva
- Šrouby do plechu, samořezné, závitořezné, vruty aj.
- Šestihranné matice normální a nízké
- Korunové matice normální a nízké
- Uzavřené matice
- Pojistné matice dvoudílné, samojistné
- Matice rýhované, křídlaté
- Matice čtyřhranné
- Matice hřidelové upínací a stahovací (KM, HM)
- Matice závěsné, pro napínače, válcové s drážkou aj.



imbus

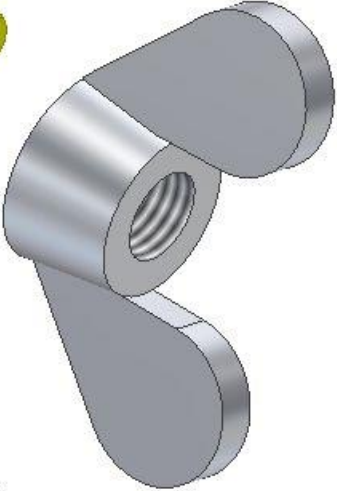


korunová matice

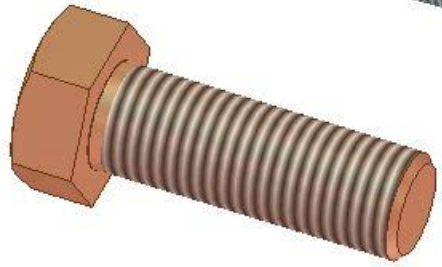


kotevní šroub

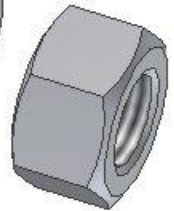
křídlatá matice



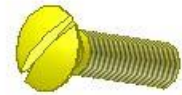
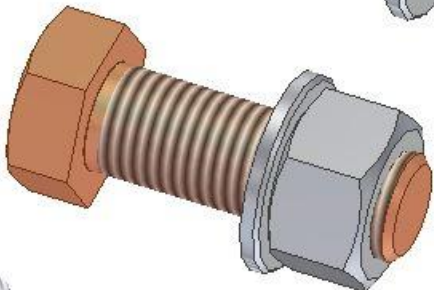
nízká korunová matice



hmoždinka








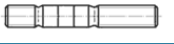
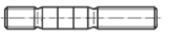


závěsný šroub












Ukázka nabídky spojovacího materiálu velkoobchodní firmy KEBEK


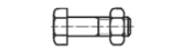
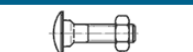







Sortiment šroubů část 1

ČSN	DIN	ČSN EN	NÁZEV VÝROBKU
021101	931	24014	šrouby přesné se šestihrannou hlavou a dřikem
	Dodáváno v provedení: ocel 8.8, 10.9, nerez A2, A4 Rozměrová řada: M4 - M56		
021103	933	24017	šrouby se šestihr. hlavou pro ocel. konstr. včetně matice
	Dodáváno v provedení: ocel 5.8, 8.8 a 10.9, nerez A2, A4 mosaz, plast Rozměrová řada: M3 - M56		
021131	84	ISO 1207	šrouby s válcovou hlavou zaoblenou a průběžnou drážkou
	Dodáváno v provedení: ocel 4.8, 5.8, nerez A2, mosaz, plast Rozměrová řada: M3 - M12		
021143	912	ISO 4762	šrouby s válcovou hlavou a vnitřním šestihranem
	Dodáváno v provedení: ocel 8.8, 10.9, 12.9, nerez A2, A4 Rozměrová řada: M3 - M64		
021151	963	ISO 2009	šrouby záпустné s průběžnou drážkou
	Dodáváno v provedení: ocel 4.8, nerez A2, A4, mosaz, plast Rozměrová řada: M2 - M16		
021152	965	ISO 7046 -1	šrouby se záпустnou hlavou a křížovou drážkou
	Dodáváno v provedení: ocel 4.8, nerez A2 Rozměrová řada: M2 - M10		
021155	964	ISO 2010	šrouby záпустné s čokovitou hlavou
	Dodáváno v provedení: ocel 4.8, nerez A2, A4, mosaz Rozměrová řada: M2 - M10		
021174	938		šrouby závrtné do oceli
	Dodáváno v provedení: ocel 5.8, 8.8 Rozměrová řada: M6 - M20		
021176	939		šrouby závrtné do litiny
	Dodáváno v provedení: ocel 5.8, 8.8 Rozměrová řada: M5 - M20		
021181	551	24766	šrouby stavěcí s drážkou a kuželovým koncem











Sortiment šroubů pokračování 2

021185	553	27434	šrouby stavěcí s průběžnou drážkou a hrotem
	Dodáváno v provedení: ocel Rozměrová řada: M2 - M16		
021187	913	ISO 4026	šrouby stavěcí s vnitřním šestihr. a kuželovým koncem
	Dodáváno v provedení: ocel, nerez A2 Rozměrová řada: M1.6 - M24		
021189	915	ISO 4028	šrouby stavěcí s vnitřním šestihr. a čípkem
	Dodáváno v provedení: ocel Rozměrová řada: M2 - M24		
021191	914	ISO 4027	šrouby stavěcí s vnitřním šestihranem a hrotem
	Dodáváno v provedení: ocel, nerez A2 Rozměrová řada: M1.6 - M20		
021226	7513		šrouby závitové s válcovou hlavou
	Dodáváno v provedení: ocel Rozměrová řada: M2.5 - M8		
021232	7971	ISO 1481	šrouby do plechu s válc. hlavou a průběžnou drážkou
	Dodáváno v provedení: ocel, nerez A2 Rozměrová řada: 2.2 - 6.3		
021235	7981	ISO 7049	šrouby do plechu s válc. hlavou zaobl. a kříš. drážkou
	Dodáváno v provedení: ocel, nerez A2 Rozměrová řada: 2.2 - 4.8		
021236	7972	ISO 1482	šrouby do plechu se záпустnou hlavou a průběš. drážkou
	Dodáváno v provedení: ocel, nerez A2 Rozměrová řada: 2.2 - 6.3		
021237	7982	ISO 7050	šrouby do plechu se záпустnou hlavou a kříšovou drážkou
	Dodáváno v provedení: ocel, nerez A2 Rozměrová řada: 2.2 - 6.3		
021239	7983	ISO 7051	šrouby do plechu se záp. hl. čokovitou a kříš. drážkou









Sortiment šroubů pokračování 2

021239	7983	ISO 7051	šrouby do plechu se záp. hl. čokovitou a kříš. drážkou
			Dodáváno v provedení: ocel, nerez A2 Rozměrová řada: 2.2 - 6.3
021308	7990		šrouby se šestihr. hlavou pro ocel. konstr. včetně matice
			Dodáváno v provedení: ocel Rozměrová řada: 12 - 27
021319	603	ISO 8677	šrouby s plochou kul. hlavou a s čtyřhranem, vč. matice
			Dodáváno v provedení: ocel 4.6, nerez A2 Rozměrová řada: M5 - M16
021343	186		šrouby s hlavou T a čtyřhranem
			Dodáváno v provedení: ocel 4.6 Rozměrová řada: M8 - M16
021365	316		šrouby křídlaté
			Dodáváno v provedení: temperovaná litina Rozměrová řada: M4 - M12
021369	580		šrouby závěsné
			Dodáváno v provedení: ocel C15, nerez Rozměrová řada: M6 - M100
	6914		šrouby se zvětšeným šestihranem (HV)
			Dodáváno v provedení: ocel 10.9 Rozměrová řada: M12 - M30
	7504		šrouby samovrtné ECO DRILL (TEKX)
			Dodáváno v provedení: ocel Rozměrová řada: 2.9 - 6.3 mm
	7984		šrouby s válč. hlavou nízkou a vnitřním šestihranem
			Dodáváno v provedení: ocel 8.8 Rozměrová řada: M3 - M24
	7991	10642	šrouby se zápusnou hlavou a vnitřním šestihranem
			Dodáváno v provedení: ocel 8.8, nerez A2, A4 Rozměrová řada: M3 - M20

Sortiment matic

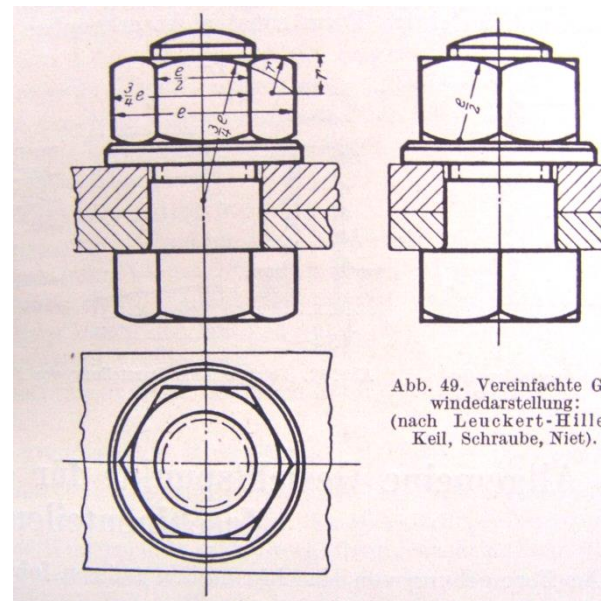
ČSN	DIN	ČSN EN	NÁZEV VÝROBKU
021401	934	24032	Matice přesné šestihhranné
			Dodáváno v provedení: ocel 8, 10, 12, nerez A2, A4, mosaz, plast Rozměrová řada: M3 - M100
021403	936	24035	Matice přesné šestihhranné nízké
			Dodáváno v provedení: ocel, nerez A2, mosaz Rozměrová řada: M8 - M36
021411	935		Matice korunové
			Dodáváno v provedení: ocel 8, automatová ocel 6 Rozměrová řada: M5 - M100
021455	929		Matice šestihhranné pro přivařování
			Dodáváno v provedení: ocel Rozměrová řada: M3 - M16
021482	980	ISO 7719	Matice samojistné šestihhranné provedení V - celokovové
			Dodáváno v provedení: ocel Rozměrová řada: M3 - M30
021492	985	ISO 7040	Matice samojistné šestihhranné s polyamidovým kroužkem
			Dodáváno v provedení: ocel, polyamidový kroužek Rozměrová řada: M3 - M30
021665	315		Matice křídlaté
			Dodáváno v provedení: temperovaná litina, mosaz Rozměrová řada: M3 - M20
021669	582		Matice závěsné
			Dodáváno v provedení: ocel C15, nerez Rozměrová řada: M8 - M100
	6330		Matice šestihhranné 1,5 d vysoké
			Dodáváno v provedení: ocel Rozměrová řada: M8 - M30
	6915		Matice šestihr. se zvětšeným šestihr. pro ocel. konstr.
			Dodáváno v provedení: ocel Rozměrová řada: M12 - M30

Sortiment podložek

ČSN	DIN	ČSN EN	NÁZEV VÝROBKU
021702	125		Podložky pro šrouby se šestihl. hlavou a šestihl. matice  Dodáváno v provedení: ocel, nerez A2, A4, mosaz Rozměrová řada: průměr: 2.2 (M2) - 104 (M100)
021708	7989-1		Podložky kruhové pro ocelové konstrukce  Dodáváno v provedení: ocel Rozměrová řada: průměr: 11 (M10) - 39 (M36)
021721	126		Podložky hrubé  Dodáváno v provedení: ocel Rozměrová řada: průměr: 5.5 (M5) - 96 (M90)
021739	434		Podložky čtyřhranné šikmé pro U nosník (sklon 8 %)  Dodáváno v provedení: ocel Rozměrová řada: průměr: 9 (M8) - 56 (M52)
021739	435		Podložky čtyřhranné šikmé pro I nosník (sklon 14 %)  Dodáváno v provedení: ocel Rozměrová řada: průměr: 9 (M8) - 56 (M52)
021740	7980		Podložky pružné se čtvercovým průřezem  Dodáváno v provedení: ocel, nerez A2 Rozměrová řada: průměr: 3 (M3) - 101 (M100)
021741	127		Podložky pružné s obdélníkovým průřezem  Dodáváno v provedení: ocel, nerez A2, A4 Rozměrová řada: průměr: 3 (M3) - 36 (M36)
021745	6798		Podložky vějířové  Dodáváno v provedení: ocel, nerez Rozměrová řada: průměr: 2.2 (M2) - 31 (M30)

Sortiment vrtů

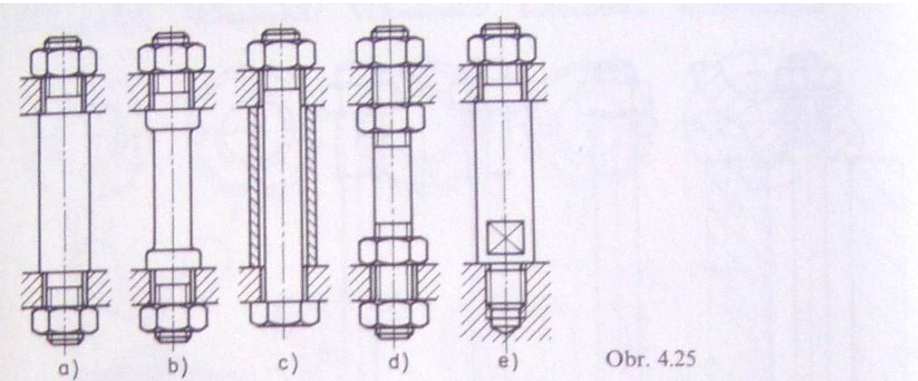
ČSN	DIN	ČSN EN	NÁZEV VÝROBKU
021810	571	ISO 8735	Vruty se šestihrannou hlavou  Dodáváno v provedení: ocel, nerez A2 Rozměrová řada: průměr: 5 - 10 mm
021812	96		Vruty do dřeva s půlkulovou hlavou a průběžnou drážkou  Dodáváno v provedení: nerez A2, mosaz Rozměrová řada: průměr: 2.5 - 6 mm
021814	97		Vruty do dřeva se zápustnou hlavou  Dodáváno v provedení: ocel, nerez A2, mosaz Rozměrová řada: průměr: 2.5 - 6 mm
021824			Vrut univerzální se záp. hlavou a kříž. drážkou (Pozidriv)  Dodáváno v provedení: ocel Rozměrová řada: průměr: 3 - 6 mm



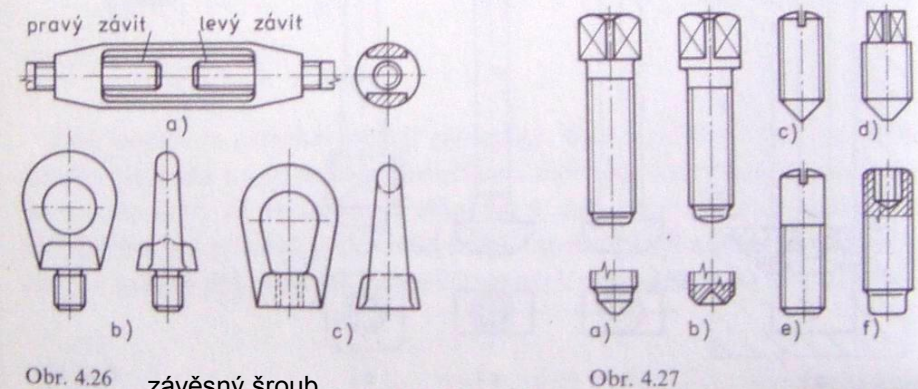
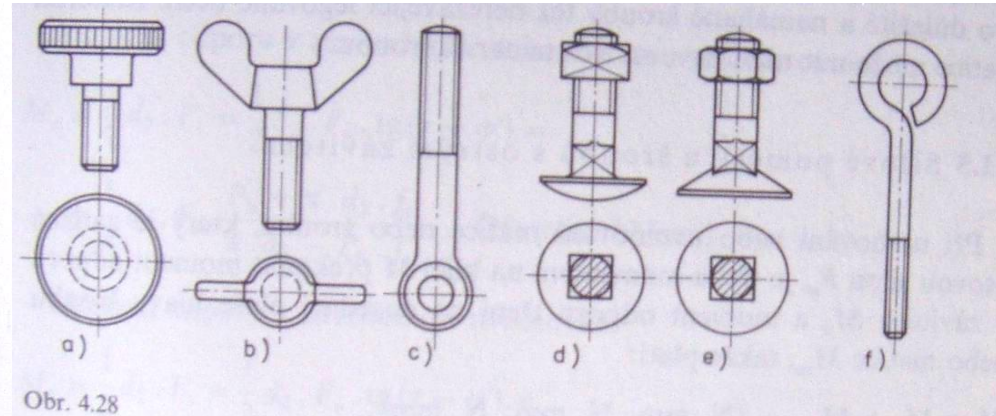
Kreslení šroubů a matic

Různé druhy šroubů a matic

rozpěrné šrouby

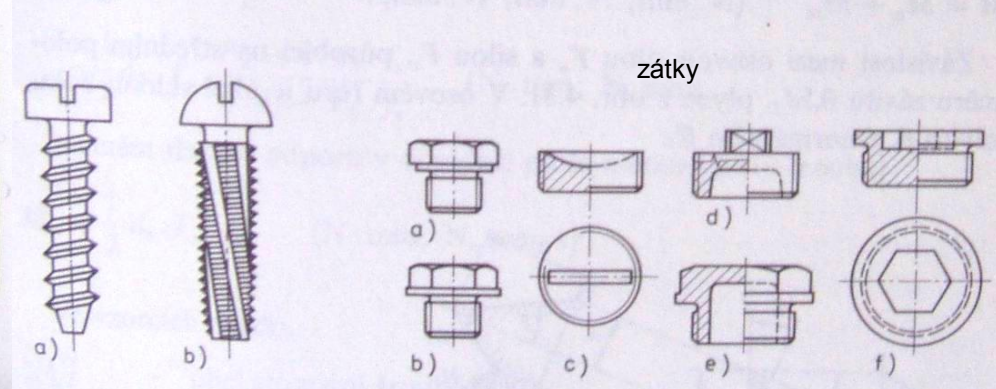


křídlatý šroub, šroub s okem, vratový šroub



závěsný šroub

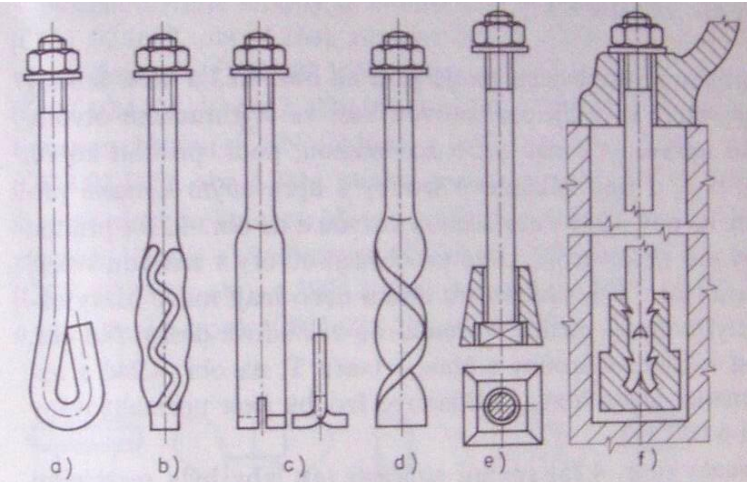
stavěcí šrouby



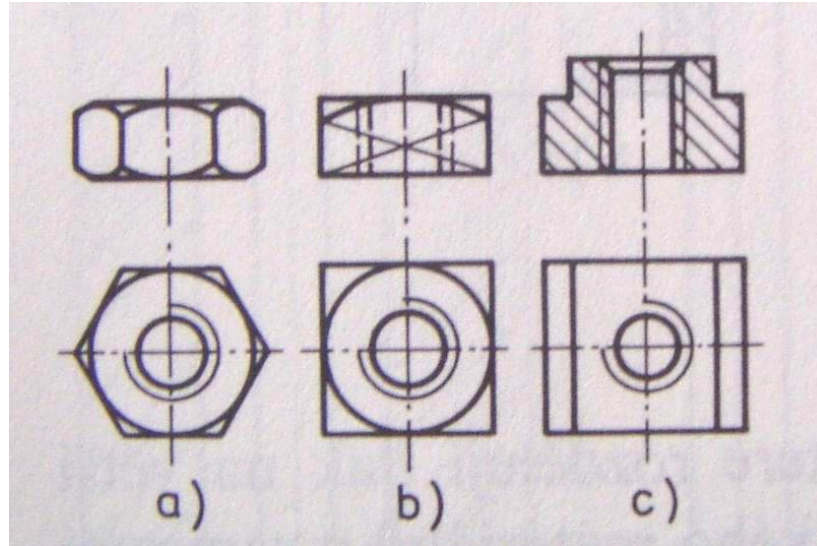
závitorezný šroub

zátky

Příklady kotevních šroubů

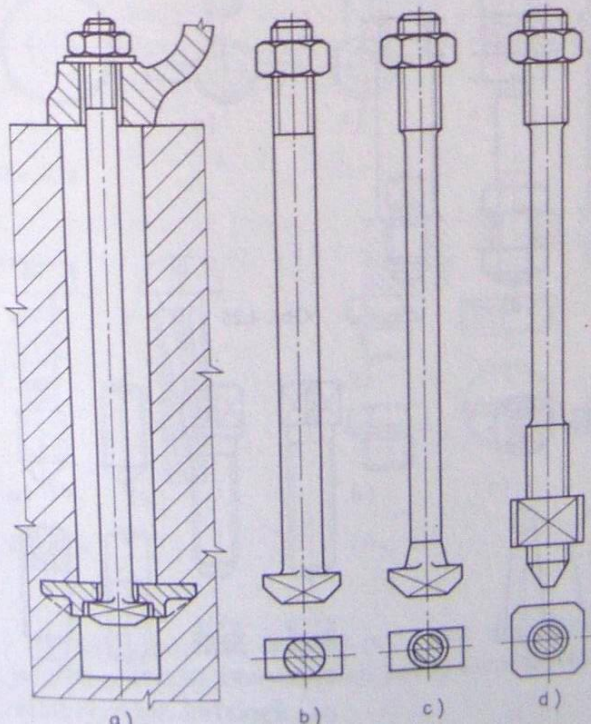


Různé typy matic

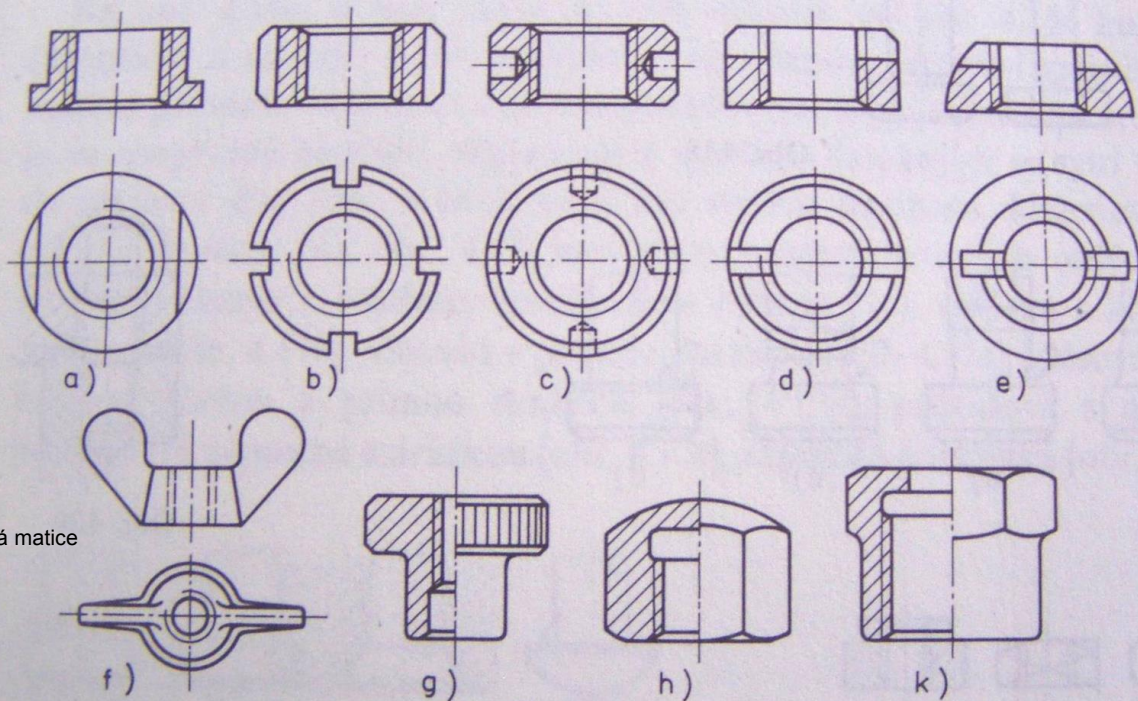


matice do T-drážky

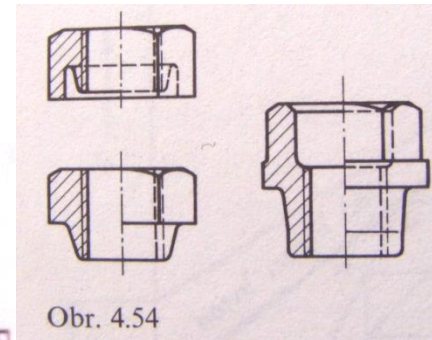
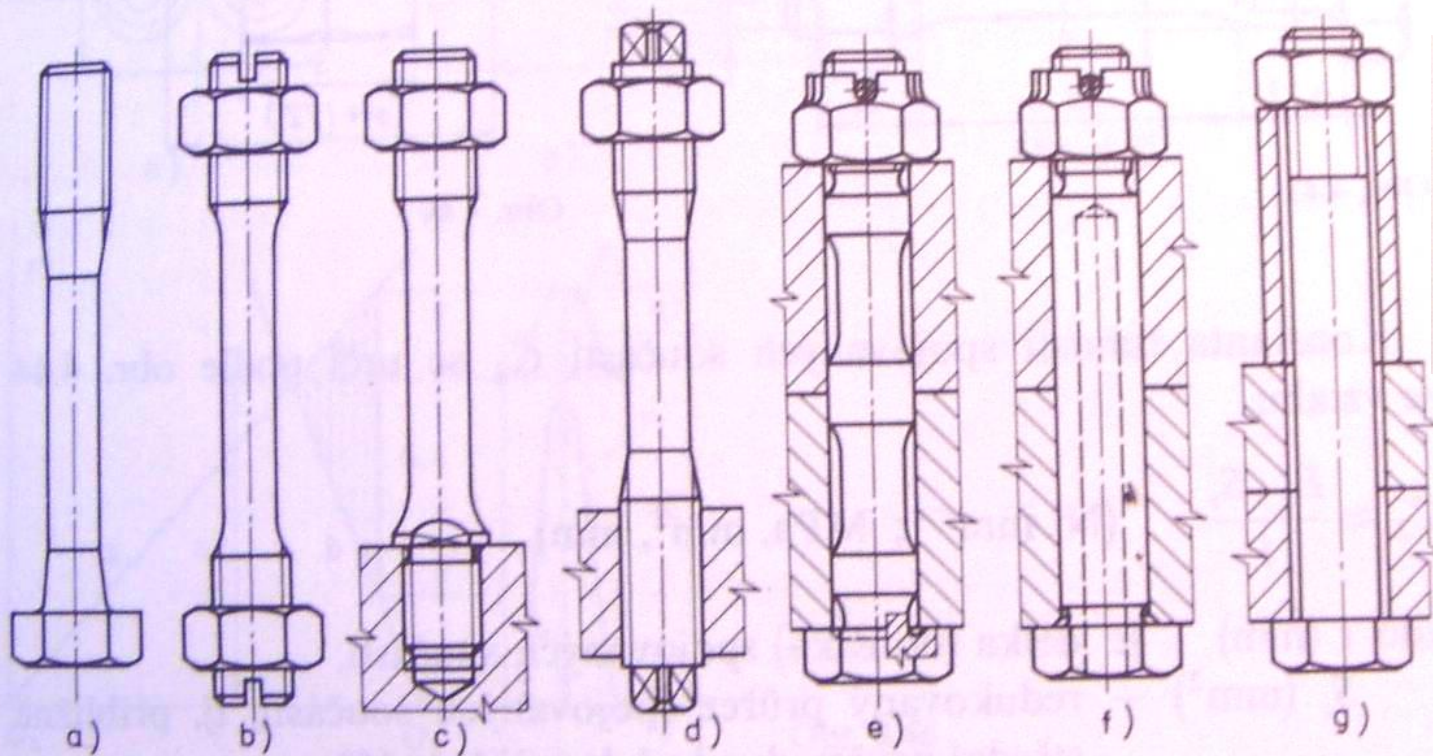
hřídelové matice



křídlatá matice



Šrouby a matice **dynamicky** zatěžované



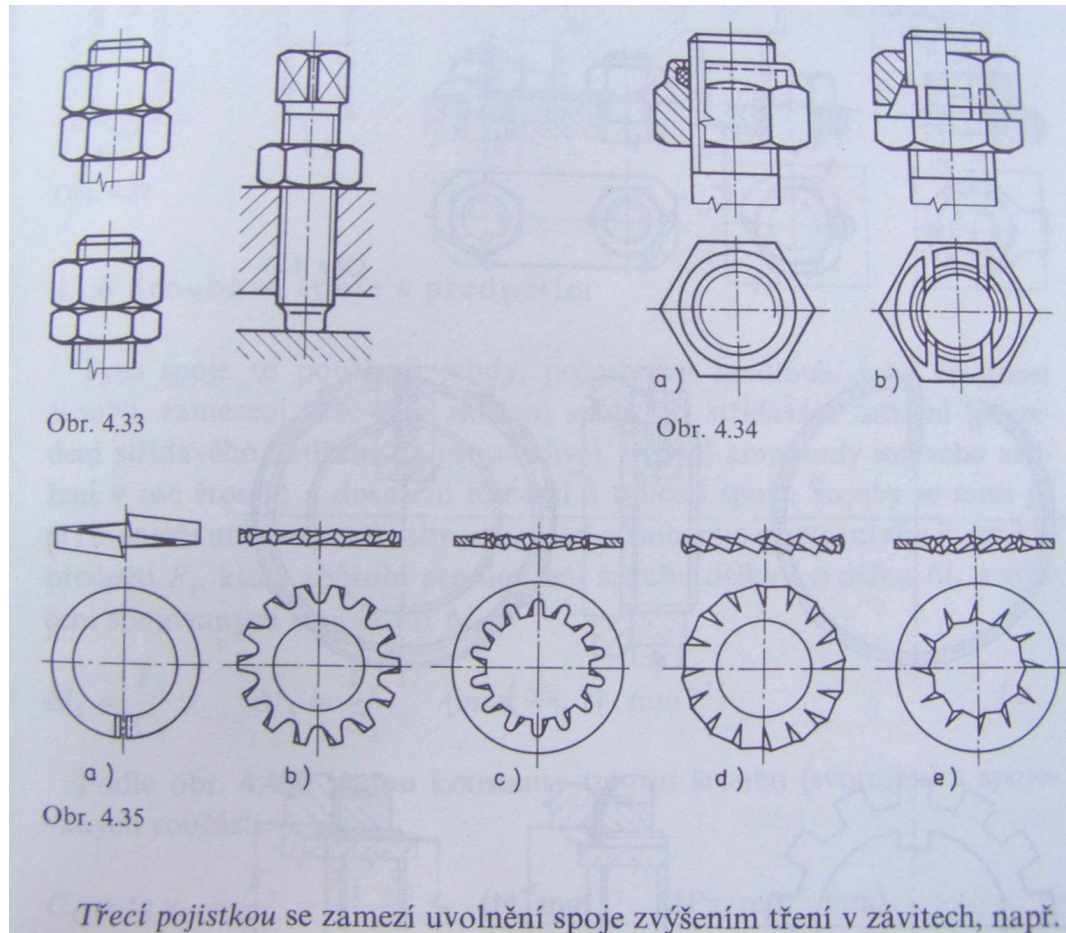
Šrouby zatěžované cyklickým zatížením (míjivým, tepavým) jsou předepjaté. Předpětí se omezuje momentovým klíčem. Pro odstranění napětí v krutu mohou být šrouby předeřtá a jen volně dotaženy matice.

Pojištění šroubových spojů proti uvolnění

Pojištění šroubů a matic

- třením (jistý stupeň nejistoty)
- plastickou deformací některé části spoje nebo přidané součásti

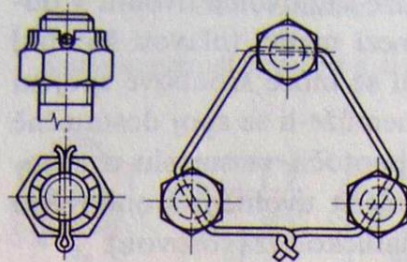
Pojištění třením



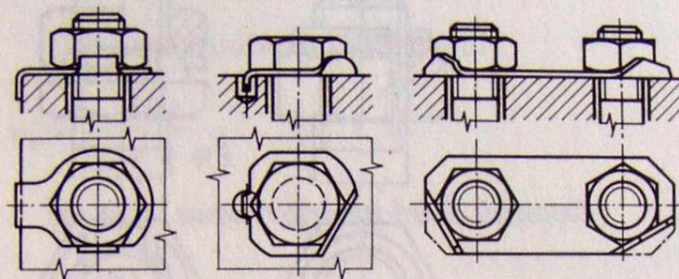
Pojištění šroubů a matic proti uvolnění

pomocí **deformací** součástí

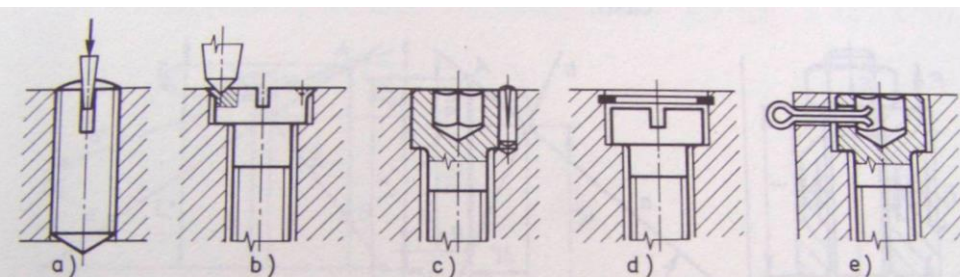
- plastické přetvoření součásti (důlčíky)
- drátěné pojistky
- plechové podložky
- kolíky, závlačky, hřeby, pojistky



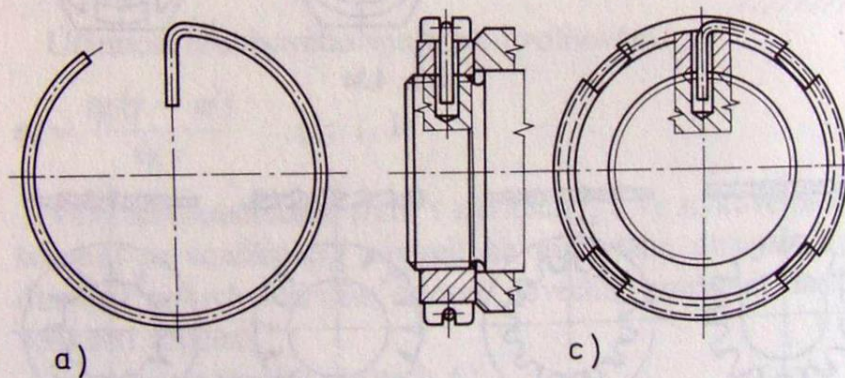
Obr. 4.36



Obr. 4.37



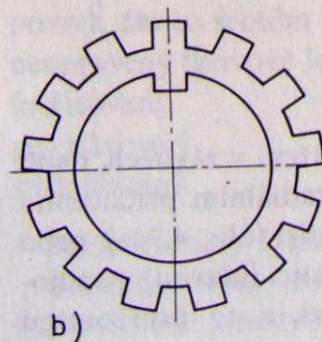
Obr. 4.39



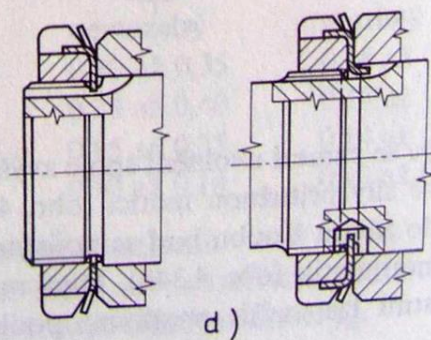
a)

c)

- vějířové podložky
- podložky s jazýčkem, s nosem



b)



d)

Rozměr klíče pro šrouby s šestihrannou hlavou a imbus

Rozměr závitu	Otvor vnějšího klíče s	Tloušťka šestihranu imbus
M1,6	3,2	
M2	4	
M2,5	5	
M3	5,5	
M4	7	3
M5	9 (8)	4
M6	10	5
M8	14 (13)	6
M10	17	8
M12	19	10
(M14)	22	12
M16	24	14
(M18)	27	
M20	30	17
(M22)	32	
M24	36	19
(M27)	41	
M30	46	22
(M33)	50	
M36x3	55	27
(M39x3)	60	
M42x3	65	32
(M45x3)	70	
M48x3	75	36



Montáž a demontáž šroubových spojů – prostředky a nástroje. Klíče pro šrouby se zapuštěnou hlavou.
 Opravy šroubových spojů – náhrady.

Nářadí a klíče pro šrouby a matice





Pozidriv

PZ0, PZ1, PZ2,
PZ3



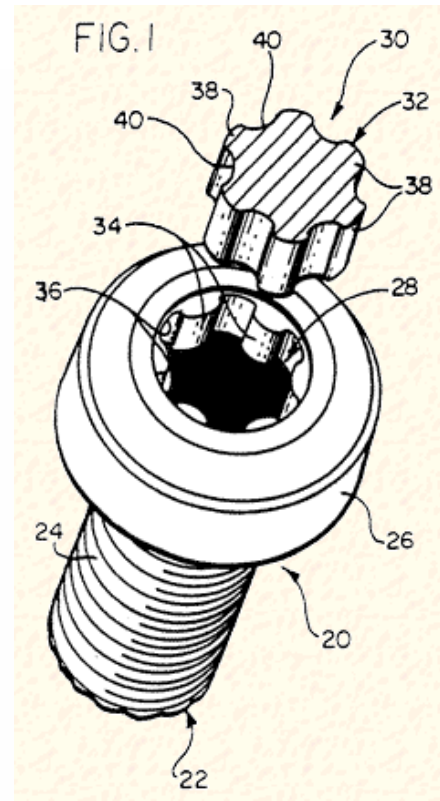
Phillips

PH000, PH00,
PH0, PH2, PH3, PH4, #5



Torx

T7, T10, T15,
T20, T25, T30,
T40





otevřené klíče - sada



otevřené a očkové klíče



Ráčna – přenos síly jen pro jeden smysl otáčení (také řehačka aj.).

sada nástrčných klíčů Gola



nástavec šroubováku Pozidriv

Aku-elektrický šroubovák



Nářadí na šrouby a matice

Momentový klíč

Jeho použitím se omezí velikost utahovacího krouticího momentu.

Mechanický – kalibrovaná pružina.



Digitální – piezelektrický snímač el. napětí apod.

Pohybové šrouby

Pohybové šrouby jsou určeny k převodu rotačního pohybu na přímočarý. Je třeba volit parametry tak, aby se minimalizoval odpor proti pohybu – třecí síly – závit lichoběžníkový nebo plochý nebo kuličkový šroub a matice. Patří mezi mechanismy.



kuličkový šroub



pohybový šroub s plochým závitem

