



## Předejpatý šroubový spoj

- i **Výpočet bez chyb.**
- ii  **Informace o projektu**

### Kapitola vstupních parametrů

#### 1.0 **Zatížení spoje, základní parametry výpočtu.**

1.1 Jednotky výpočtu

SI Units (N, mm, kW...)

#### 1.2 **Režim zatížení, typ spoje**

1.3 Provedení šroubového spoje

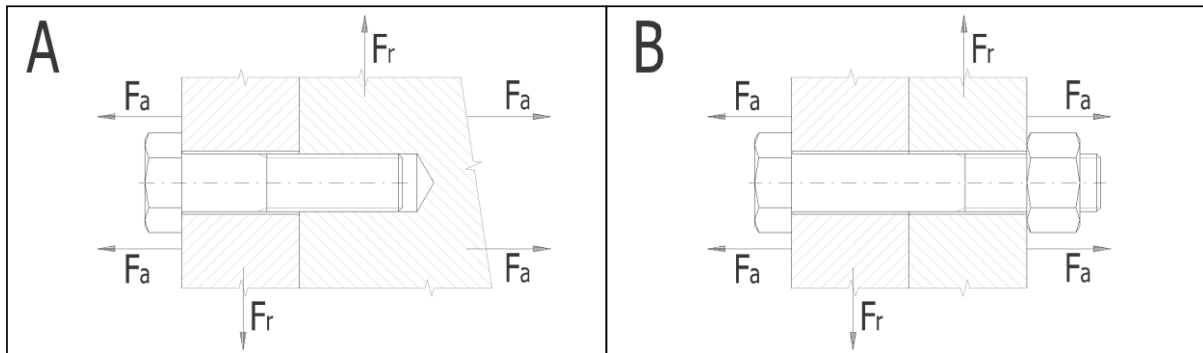
A ... Spojení součástí závrtným šroubem

1.4 Zatížení šroubového spoje

Zatížení kolmé na osu šroubu

1.5 Průběh zatížení

Statické zatížení



#### 1.6 **Zatížení spoje**

1.7 Maximální osová síla

 $F_{amax}$  0,00 [N]

1.8 Minimální osová síla

 $F_{amin}$  0,00 [N]

1.9 Maximální radiální síla

 $F_r$  3593,80 [N]

#### 2.0 **Provozní a montážní parametry spoje.**

2.1 Požadovaný součinitel těsnosti (předpětí) spoje

 $q_a$  0,500

2.2 Požadovaná bezpečnost proti bočnímu posunutí

 $q_r$  1,300

2.3 Požadované zbytkové předpětí sevřených částí spoje

 $F_{zmin}$  25955,00  [N]

2.4 Požadovaná bezpečnost šroubu na mezi kluzu

 $n_s$  1,200

2.5 Součinitel tření v závitech

 $\mu_t$  0,160

2.6 Součinitel tření ve stykové ploše hlavy (matice) šroubu

 $\mu_c$  0,140

2.7 Součinitel tření mezi spojovanými plochami

 $\mu_q$  0,180

2.8 Uvažovat přídatná ohybová napětí

Ne

2.9 Úhlová výchylka kolmosti dosedací plochy hlavy šroubu

 $\delta$  0,100 [°]

2.10 Montážní teplota

 $T_0$  20,0 [° C]

2.11 Uvažovat vliv provozní teploty na předpětí spoje

Ne

2.12 Provozní teplota šroubu

 $T_b$  148,9 [° C]

2.13 Provozní teplota spojovaných částí

 $T_m$  148,9 [° C]2.14  Spoj je zatěžován pouze při provozní teplotě

2.15 Uvažovat snížení montážního předpětí trvalou deformací (sednutím) spoje

Ano

2.16 Trvalá plastická deformace (sednutí) spoje

 $\Delta L$  0,01600 [mm]

#### 3.0 **Provedení, rozměry a materiál spojovaných částí.**

3.1 Provedení spojovaných částí

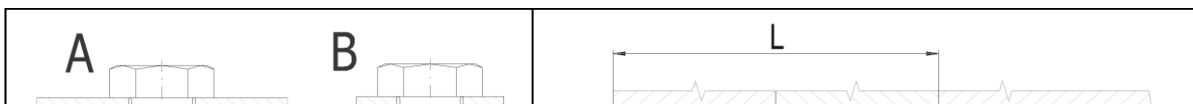
A ... Deska

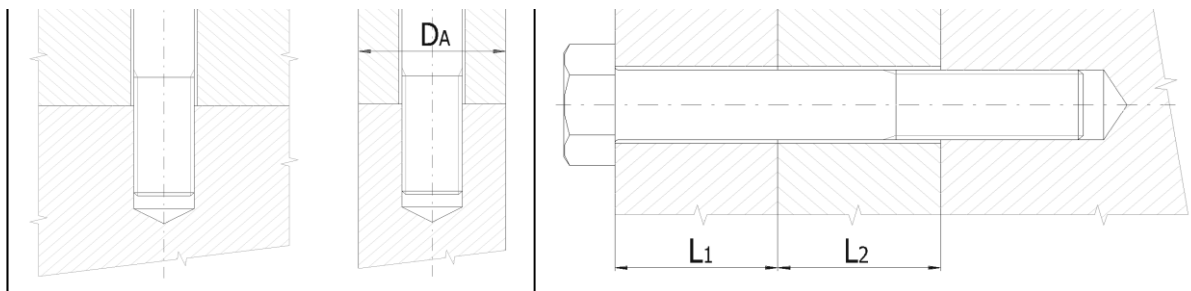
3.2 Počet sevřených částí

i 2

3.5 Celková výška sevřených částí

L 7,500 [mm]





3.6	$L_i$	E	$\alpha$	$p_D$	Materiál	EN
Část 1	2,500	207000	12,6	760	Konstrukční ocel S355J0 [1.0553]	
Část 2	5,000	207000	12	490	Konstrukční ocel S235JR [1.0038]	

#### 4.0 Návrh spojovacího šroubu.

4.1 Typ šroubu, materiálová norma Šrouby z uhlíkových a legovaných ocelí [EN ISO 898]

4.2 **Předběžný návrh minimálních průměrů závitu** 2/2

	ISO 10.9	ISO 12.9						
MC	M10	M10						
MF	M10	M10						
UNC	3/8	3/8						
UNF	3/8	3/8						
UNEF	3/8	5/16						

#### 4.3 Materiál šroubu

4.4 Pevnostní třída (material) šroubu

Class 10.9

4.5 Modul pružnosti v tahu

E 211000 [MPa]

4.6 Mez pevnosti v tahu

$R_m$  1040 [MPa]

4.7 Mez kluzu

$R_e, R_{p0,2}$  940 [MPa]

4.8 Součinitel tepelné roztažnosti

$\alpha$  11,5 [ $10^{-6}/^{\circ}C$ ]

4.9 Hustota

$\rho$  7850 [ $kg/m^3$ ]

4.10 Modul pružnosti části s vnitřním závitem

$E_n$  199900 [MPa]

#### 4.11 Parametry závitu

4.12 Typ závitu

Metrický závit - hrubý

4.13 Automatický návrh šroubu

4.14 Velikost závitu

M12

4.15 Velký průměr závitu šroubu

d 12,0000 [mm]

4.16 Rozteč závitu

p 1,7500 [mm]

4.17 Malý průměr závitu šroubu

$d_r$  9,8530 [mm]

4.18 Střední průměr závitu šroubu

$d_m$  10,8630 [mm]

#### 4.19 Provedení a geometrie šroubu

4.20 Typ šroubu

A ... Závrtný šroub s hlavou

4.21 Provedení šroubu

Plný šroub

4.22 Provedení hlavy šroubu

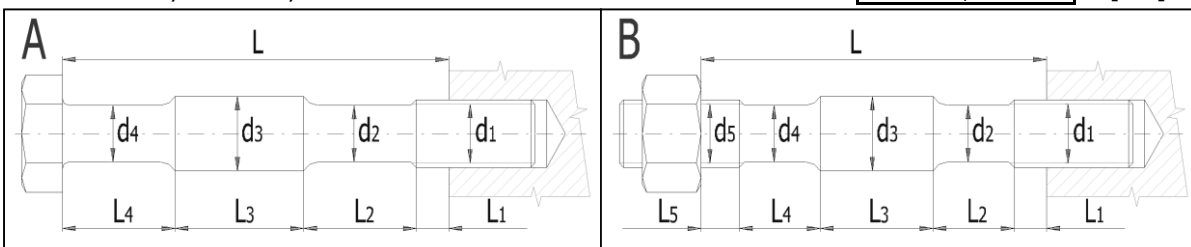
Válcová hlava

4.23 Počet jednotlivých úseků šroubu s rozdílným průřezem

i 2

4.24 Celková výška sevřených částí

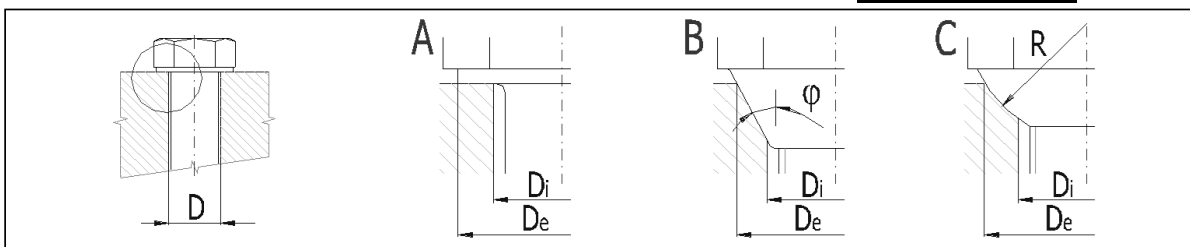
L 7,5 [mm]



4.25	Úsek šroubu		1	2	3	4	5	6	
4.26	Délka úseku	$L_i$	2,500	5,000	0,000	0,000	0,000	0,000	[mm]
4.27	Průměr úseku	$d_i$	9,853	12,000	0,000	0,000	0,000	0,000	[mm]
4.28	Vnitřní průměr dutého šroubu						0,000		[mm]

#### 4.29 Geometrie spoje

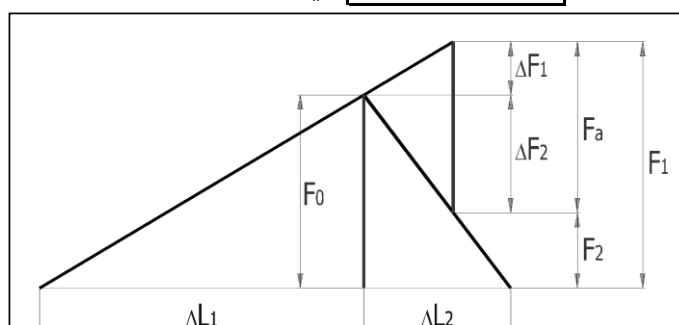
4.30	Provedení dosedacích ploch pod hlavou (maticí) šroubu	A ... Mezikruhová styková plocha	<input checked="" type="checkbox"/>
4.31	Průměr díry pro spojovací šroub	D	13,000 [mm]
4.32	Vnější průměr dosedací (stykové) plochy	$D_e$	18,000 [mm]
4.33	Vnitřní průměr dosedací (stykové) plochy	$D_i$	13,000 [mm]



### Kapitola výsledků

#### 5.0 Předpětí, silové poměry a pracovní diagram spoje.

5.1	<b>Konstanty tuhosti spoje</b>		
5.2	Tuhost spojovacího šroubu	$C_b$	897535,81 [N/mm]
5.3	Tuhost sevřených částí	$C_m$	5605766,48 [N/mm]
5.4	Výsledná tuhost skupiny přitěžovaných částí spoje	$C_1$	897535,81 [N/mm]
5.5	Výsledná tuhost skupiny odlehčovaných částí spoje	$C_2$	5605766,48 [N/mm]
5.6	<b>Montážní předpětí šroubového spoje</b>		
5.7	Maximální osová složka provozní síly	$F_a$	0 [N]
5.8	Maximální radiální složka provozní síly	$F_r$	3593,8 [N]
5.9	Minimální potřebná svěrná síla pro přenos radiální síly	$F_{cmin}$	19965,56 [N]
5.10	Část osová složky provozní síly přitěžující šroub	$\Delta F_1$	0,00 [N]
5.11	Část osová složky provozní síly odlehčující sevřené součásti	$\Delta F_2$	0,00 [N]
5.12	Minimální potřebné montážní předpětí spoje	$F_{0min}$	38334 [N]
5.13	Montážní předpětí spoje	$F_0$	38334,0 <input checked="" type="checkbox"/> [N]
5.14	Utahovací moment	M	85,95 [Nm]
5.15	<b>Silové poměry zatíženého spoje</b>		
5.16	Změna předpětí ohřátím spoje na provozní teplotu	$\Delta F_{0T}$	0,00 [N]
5.17	Ztráta předpětí trvalou deformací (sednutím) spoje	$\Delta F_{0L}$	-12378,64 [N]
5.18	Provozní předpětí spoje	$F_0'$	25955,36 [N]
5.19	Zbytkové předpětí sevřených částí spoje	$F_2$	25955,36 [N]
5.20	Výsledná vnitřní osová síla ve šroubu	$F_1$	25955,36 [N]
5.21	Součinitel těsnosti (předpětí) spoje	$q_a$	0,000
5.22	Bezpečnost proti bočnímu posunutí	$q_r$	1,300



**6.0  Pevnostní kontroly staticky zatíženého šroubového spoje.**

**6.1 Pevnostní kontrola spoje v provozním stavu**

6.2	Vnitřní osová síla ve šroubu	$F_1$	25955,36	[N]
6.3	Tahové napětí v jádře šroubu od osově síly	$\sigma$	308,02	[MPa]
6.4	Napětí v krutu v jádře šroubu od utahovacího momentu	$\tau$	203,27	[MPa]
6.5	Přídavné ohybové napětí	$\sigma_b$	0,00	[MPa]
6.6	Výsledné redukované napětí v jádře šroubu	$\sigma_{red}$	354,78	[MPa]
6.7	Mez kluzu materiálu šroubu	$R_e$	940	[MPa]
6.8	Bezpečnost na mezi kluzu	$n$	2,65	

**6.9 Pevnostní kontrola spoje v montážním stavu**

6.10	Montážní předpětí spoje	$F_0$	38334,00	[N]
6.11	Tahové napětí v jádře šroubu od montážního předpětí	$\sigma$	454,93	[MPa]
6.12	Výsledné redukované napětí v jádře šroubu	$\sigma_{red}$	575,26	[MPa]
6.13	Dovolené napětí (90% $R_e$ )	$S_D$	846	[MPa]

**6.14 Kontrola tlaku v dosedací ploše hlavy šroubu**

6.15	Tlak v dosedací ploše hlavy (matice) šroubu	$p$	213,21	[MPa]
6.16	Dovolený tlak v krajní sevřené části	$p_D$	760	[MPa]

**6.17 Pevnostní kontrola spoje pro maximální předpětí**

6.18	Maximální provozní předpětí spoje	$F_{0' max}$	38334,00	[N]
6.19	Maximální vnitřní osová síla ve šroubu	$F_{1 max}$	38334,00	[N]
6.20	Tahové napětí v jádře šroubu od maximální osově síly	$\sigma_{max}$	454,93	[MPa]
6.21	Výsledné redukované napětí v jádře šroubu	$\sigma_{red}$	487,80	[MPa]
6.22	Maximální tlak v dosedací ploše hlavy (matice) šroubu	$p_{max}$	314,89	[MPa]

**7.0  Pevnostní kontroly dynamicky zatíženého šroubového spoje.**

**Kapitola doplňků**

**8.0  Montážní parametry spoje.**

**8.1 Montážní předpětí spoje**

8.2	Minimální montážní předpětí	$F_{0 min}$	38334,0	[N] <input checked="" type="checkbox"/>
8.3	Součinitel utahování	$\alpha_A$	1,50	
8.4	Maximální montážní předpětí	$F_{0 max}$	57501,0	[N]

**8.5 Utahovací moment**

8.6	Součinitel tření v závitech (min/max)		0,140   0,180	
8.7	Součinitel tření ve stykové ploše hlavy (matice) šroubu (min/max)		0,120   0,160	
8.8	Minimálně možný utahovací moment	$M_{min}$	75,76	[Nm]
8.9	Maximálně možný utahovací moment	$M_{max}$	144,21	[Nm]

**8.10 Pevnostní kontrola spoje v montážním stavu**

8.11	Tahové napětí v jádře šroubu od montážního předpětí	$\sigma_{max}$	682,39	[MPa]
8.12	Napětí v krutu v jádře šroubu od utahovacího momentu	$\tau_{max}$	334,12	[MPa]
8.13	Výsledné redukované napětí v jádře šroubu	$\sigma_{red}$	<b>894,74</b>	[MPa]
8.14	Dovolené napětí (90% $R_e$ )	$S_D$	846	[MPa]

**8.15 Pevnostní kontrola spoje v provozním stavu**

8.16	Provozní předpětí spoje	$F_{0' max}$	45122,4	[N]
8.17	Vnitřní osová síla ve šroubu	$F_{1 max}$	45122,4	[N]
8.18	Tahové napětí v jádře šroubu od osově síly	$\sigma_{max}$	535,49	[MPa]
8.19	Výsledné redukované napětí v jádře šroubu	$\sigma_{red}$	608,67	[MPa]
8.20	Mez kluzu materiálu šroubu	$R_e$	940	[MPa]
8.21	Bezpečnost na mezi kluzu	$n$	1,54	

**8.22 Kontrola tlaku v dosedací ploše hlavy šroubu**

8.23	Tlak v dosedací ploše hlavy (matice) šroubu	$p_{max}$	370,66	[MPa]
8.24	Dovolený tlak v krajní sevřené části	$p_D$	760	[MPa]
<b>8.25 Únavová kontrola spoje</b>				
8.26	Střední napětí cyklu v jádře závitu	$\sigma_m$	535,49	[MPa]
8.27	Amplituda napětí cyklu v jádře závitu	$\sigma_a$	0,00	[MPa]
8.28	Max. únavová pevnost šroubu pro daný průběh zatížení	$\sigma_A$	35,41	[MPa]
8.29	Dynamická bezpečnost v tahu	$n_\sigma$	---	

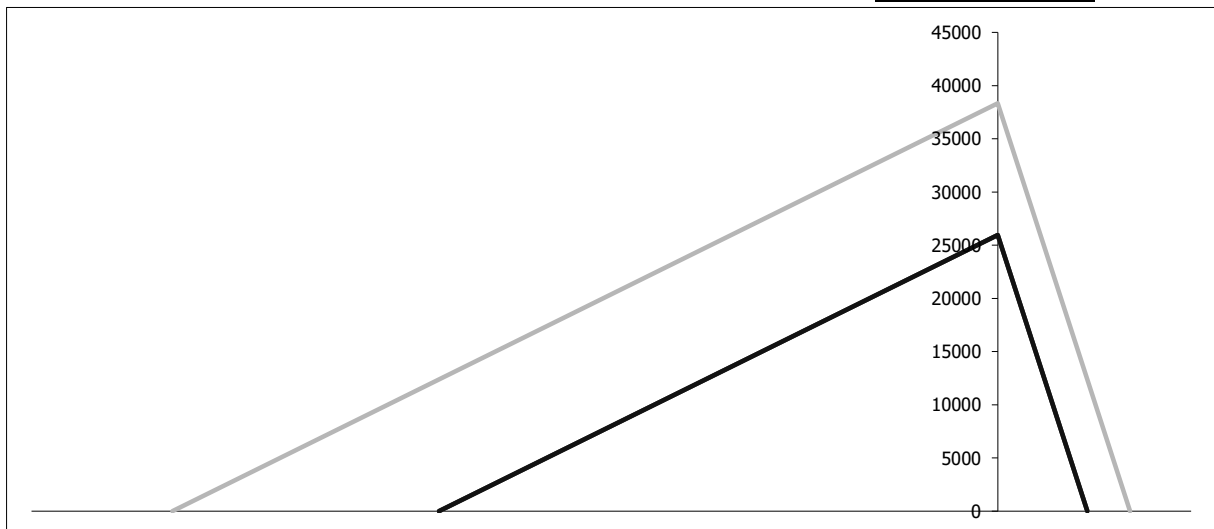
**9.0  Parametry spoje pro specifickou pracovní teplotu.**

9.1	<b>Teplota spoje</b>			Rozdílné teploty ve spoji <input type="checkbox"/>
9.2	Montážní teplota	$T_0$	20,0	[° C]
9.3	Provozní teplota šroubu	$T_b$	20,0	[° C]
9.4	Provozní teplota spojovaných částí	$T_m$	20,0	[° C]

9.5	<b>Materiál šroubu</b>			<input checked="" type="checkbox"/>
9.6	Modul pružnosti v tahu	$E_{20}$	211000	[MPa]
9.7	Součinitel tepelné roztažnosti	$\alpha_{20-100}$	11,5	[10 <sup>-6</sup> /°C]
9.8	Mez kluzu	$R_{e20}$	940	[MPa]

9.9	<b>Materiál spojovaných částí.</b>	$E_{20}$	$E_T$	$\alpha_{20-100}$	$\alpha_{T0-T}$	<input checked="" type="checkbox"/>
9.10	Konstrukční ocel S355J0 [1.0553]	207000	207000	12,6	11,8	
9.11	Konstrukční ocel S235JR [1.0038]	207000	207000	12	11,2	

9.15	<b>Parametry spoje</b>			
9.16	Montážní předpětí spoje	$F_0$	38334,0	[N] <input checked="" type="checkbox"/>
9.17	Provozní předpětí spoje při teplotě T0	$F_0'$	25955,4	[N]
9.18	<u>Změna předpětí ohřátím spoje na provozní teplotu</u>			
9.19	- vlivem tepelné roztažnosti	$\Delta F_{0Ta}$	0,0	[N]
9.20	- v důsledku změny tuhosti	$\Delta F_{0Tc}$	0,0	[N]
9.21	Předpětí spoje při provozní teplotě	$F_{0T}'$	25955,4	[N]
9.22	Zbytkové předpětí sevřených částí spoje	$F_{2T}$	25955,4	[N]
9.23	Součinitel těsnosti (předpětí) spoje	$q_{aT}$	0,000	
9.24	Bezpečnost proti bočnímu posunutí	$q_{rT}$	1,300	
9.25	Výsledná vnitřní osová síla ve šroubu	$F_{1T}$	25955,4	[N]
9.26	Tahové napětí v jádře šroubu od osové síly	$\sigma_T$	308,0	[MPa]
9.27	Výsledné redukované napětí v jádře šroubu	$\sigma_{redT}$	354,8	[MPa]
9.28	Bezpečnost na mezi kluzu	$n_T$	2,65	



**10.0**  **Grafický výstup, CAD systémy**

---

