



Předepjatý 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

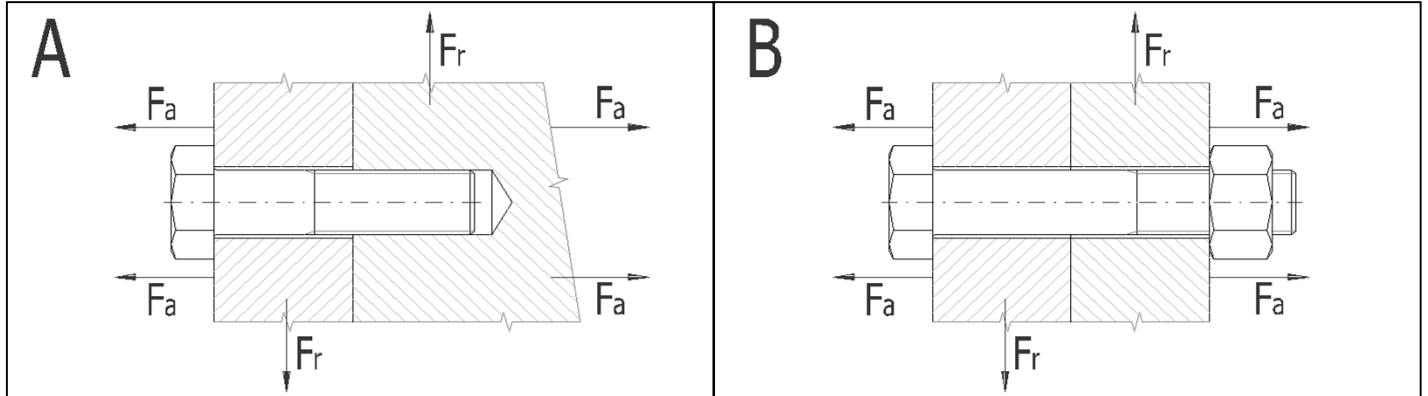
B ... Spojení součástí průchozím šroubem s maticí

1.4 Zatížení šroubového spoje

Kombinované zatížení

1.5 Průběh zatížení

Střídavé zatížení



1.6 **Zatížení spoje**

1.7 Maximální osová síla

F_{amax}

2454,00

[N]

1.8 Minimální osová síla

F_{amin}

-418,00

[N]

1.9 Maximální radiální síla

F_r

1402,00

[N]

2.0 Provozní a montážní parametry spoje.

2.1 Požadovaný součinitel těsnosti (předpětí) spoje

q_a

1,800

2.2 Požadovaná bezpečnost proti bočnímu posunutí

q_r

1,300

2.3 Požadované zbytkové předpětí sevřených částí spoje

F_{2min}

10126,00



[N]

2.4 Požadovaná bezpečnost šroubu na mezi kluzu

n_s

2,000

2.5 Součinitel tření v závitech

μ_t

0,140

2.6 Součinitel tření ve stykové ploše hlavy (matice) šroubu

μ_c

0,140

2.7 Součinitel tření mezi spojovanými plochami

μ_q

0,180

2.8 Uvažovat přídatná ohybová napětí

Ne

2.9 Úhlová výchylka kolmosti dosedací plochy hlavy šroubu

δ

0,100

[°]

2.10 Montážní teplota

T_0

20,0

[° C]

2.11 Uvažovat vliv provozní teploty na předpětí spoje

Ano

2.12 Provozní teplota šroubu

T_b

100,0

[° C]

2.13 Provozní teplota spojovaných částí

T_m

100,0

[° 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

ΔL

0,01000

[mm]

2.17 **Faktor zavedení provozní síly**

2.18 Faktor zavedení provozní síly

n

0,750

2.19 Vzdálenost působiště provozní síly od hlavy šroubu

L_{F1}

0,000

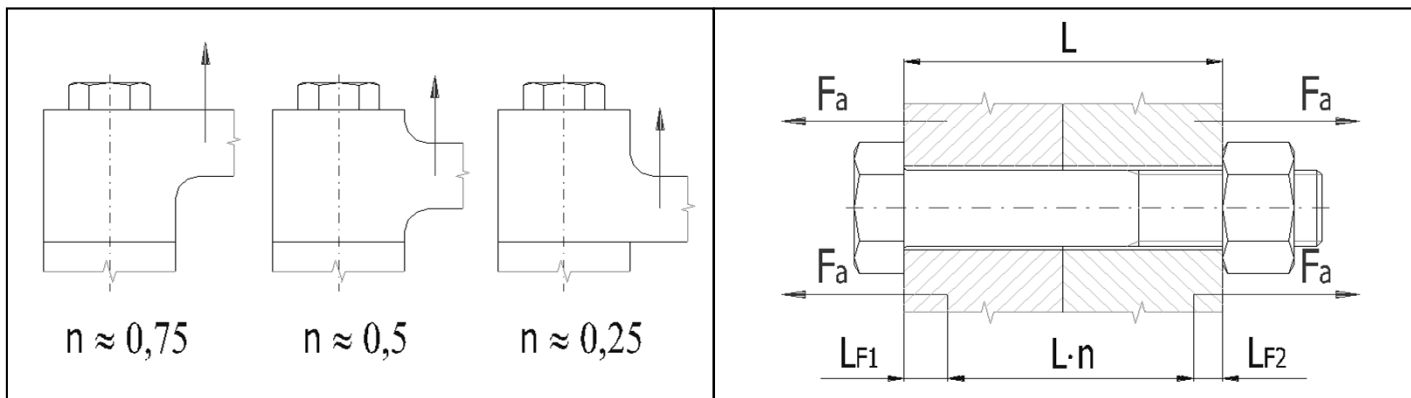
[mm]

2.20 Vzdálenost působiště provozní síly od matice

L_{F2}

0,000

[mm]



2.21 Parametry dynamicky zatíženého spoje

2.22 Speciální úpravy spoje

2.23 Provedení závitu

2.24 Požadovaná životnost spoje v cyklech

2.25 Požadovaná spolehlivost spoje

2.26 Požadovaná dynamická bezpečnost

Běžné provedení spoje

Řezaný závit

1,0E+09

99,5 [%]

n_f 2,000

3.0 Provedení, rozměry a materiál spojovaných částí.

3.1 Provedení spojovaných částí

3.2 Počet sevřených částí

3.3 Náhradní vnější průměr sevřených částí

3.4 Náhradní vnější průměr sevřených částí

3.5 Celková výška sevřených částí

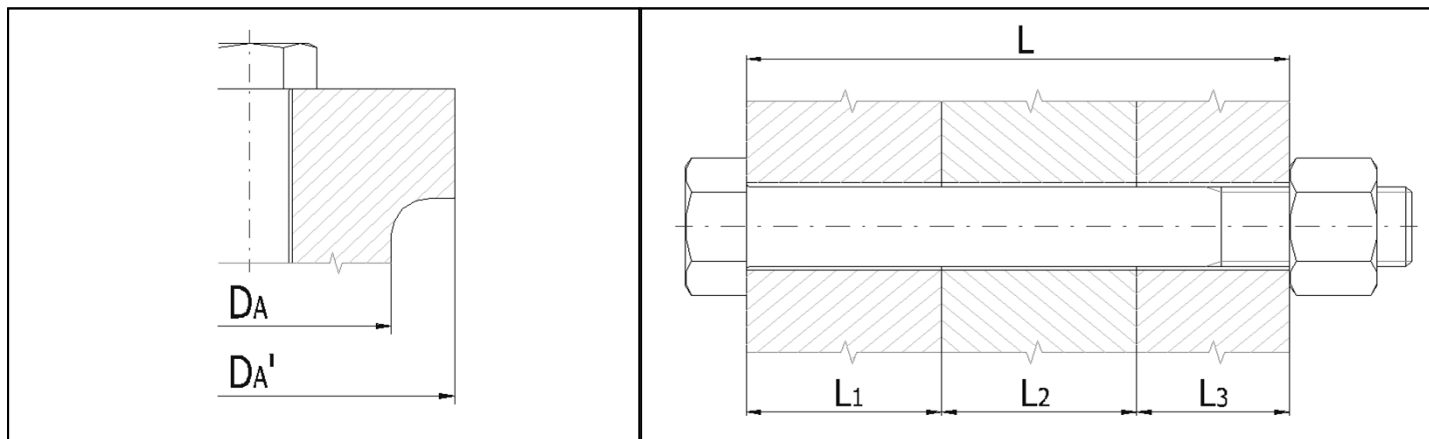
B ... Válec

i 1

D_A 110,000 [mm]

D_A' 110,000 [mm]

L 23,000 [mm]



3.6	L_i	E	α	p_D	Materiál	AISI/SAE/ASTM
Část 1	23,000	72000	23,4	640	Tvářená hliníková slitina 7075-T6	

4.0 Návrh spojovacího šroubu.

4.1 Typ šroubu, materiálová norma Šrouby vyrobené z neželezných kovů [ISO 8839, EN 28839]

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

	AL1	AL2	AL3	AL4	AL5	AL6	TI1	TI2
MC	M16	M16	M14	M14	M12	M12	M16	M8
MF	M16	M16	M14	M14	M12	M10	M16	M8
UNC	3/4	5/8	9/16	9/16	1/2	7/16	3/4	3/8
UNF	5/8	5/8	1/2	1/2	7/16	7/16	5/8	5/16
UNEF	5/8	9/16	1/2	1/2	7/16	3/8	5/8	5/16

4.3 Materiál šroubu

4.4 Pevnostní třída (material) šroubu AL6 AlZn5,5MgCu [7075]

- 4.5 Modul pružnosti v tahu
- 4.6 Mez pevnosti v tahu
- 4.7 Mez kluzu
- 4.8 Součinitel tepelné roztažnosti
- 4.9 Hustota

E	72000	[MPa]
R _m	510	[MPa]
R _e , R _{p0,2}	440	[MPa]
α	23,5	[10 ⁻⁶ /°C]
ρ	2810	[kg/m ³]

4.11 Parametry závitu

4.12 Typ závitu

Metrický závit - jemný

4.13 Automatický návrh šroubu

4.14 Velikost závitu

M68x3

4.15 Velký průměr závitu šroubu

d 68,0000 [mm]

4.16 Rozteč závitu

p 3,0000 [mm]

4.17 Malý průměr závitu šroubu

d_r 64,3190 [mm]

4.18 Střední průměr závitu šroubu

d_m 66,0510 [mm]

4.19 Provedení a geometrie šroubu

4.20 Typ šroubu

A ... Průchozí šroub s hlavou a maticí

4.21 Provedení šroubu

Dutý šroub

4.22 Provedení hlavy šroubu

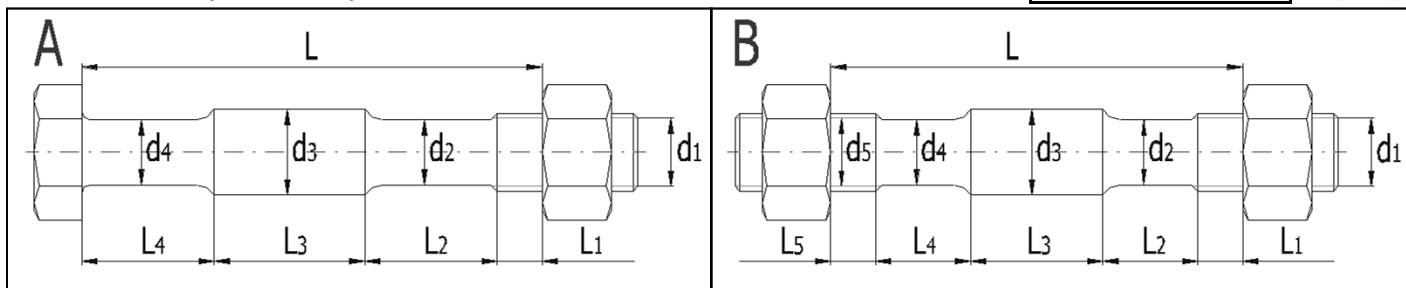
Válcová hlava

4.23 Počet jednotlivých úseků šroubu s rozdílným průřezem

i 2

4.24 Celková výška sevřených částí

L 23 [mm]



4.25 Úsek šroubu

4.26 Délka úseku

	1	2	3	4	5	6	
L _i	12,500	10,500	0,000	0,000	0,000	0,000	[mm]
d _i	64,319	72,000	0,000	0,000	0,000	0,000	[mm]

4.27 Průměr úseku

4.28 Vnitřní průměr dutého šroubu

d_h 60,000 [mm]

4.29 Geometrie spoje

4.30 Provedení dosedacích ploch pod hlavou (maticí) šroubu

B ... Kuželová styková plocha

4.31 Průměr díry pro spojovací šroub

D 72,000 [mm]

4.32 Vnější průměr dosedací (stykové) plochy

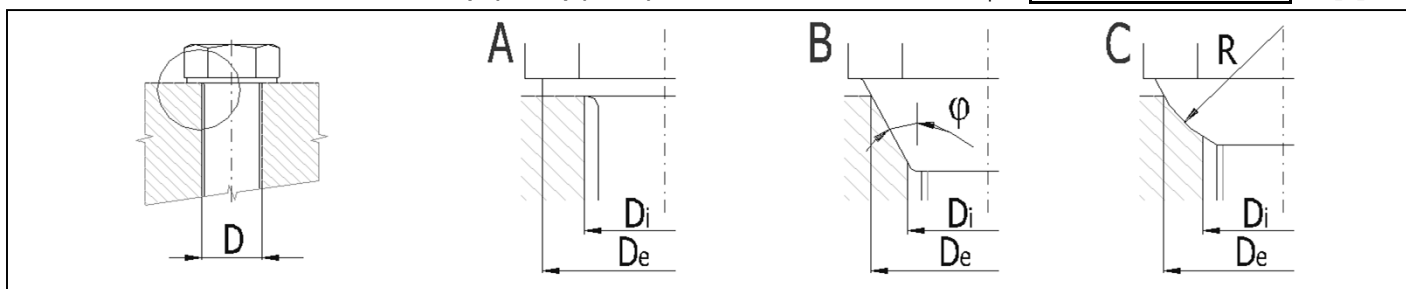
D_e 90,000 [mm]

4.33 Vnitřní průměr dosedací (stykové) plochy

D_i 72,000 [mm]

4.34 Úhel sklonu kuželové dosedací (stykové) plochy

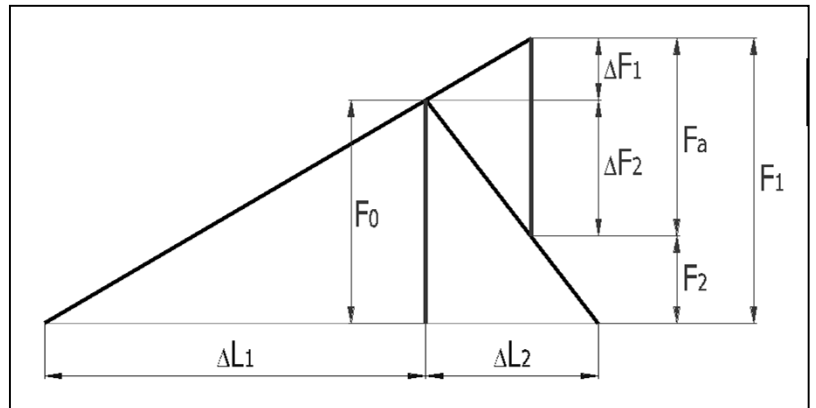
φ 45,0 [°]



Kapitola výsledků

5.0 Předpětí, silové poměry a pracovní diagram spoje.

5.1	Konstanty tuhosti spoje			
5.2	Tuhost spojovacího šroubu	C_b	449954,18	[N/mm]
5.3	Tuhost sevřených částí	C_m	8765675,19	[N/mm]
5.4	Výsledná tuhost skupiny přitěžovaných částí spoje	C_1	444253,15	[N/mm]
5.5	Výsledná tuhost skupiny odlehčovaných částí spoje	C_2	11687566,92	[N/mm]
5.6	Montážní předpětí šroubového spoje			
5.7	Maximální osová složka provozní síly	F_a	2454	[N]
5.8	Maximální radiální složka provozní síly	F_r	1402	[N]
5.9	Minimální potřebná svěrná síla pro přenos radiální síly	F_{cmin}	7788,89	[N]
5.10	Část osově složky provozní síly přitěžující šroub	ΔF_1	89,86	[N]
5.11	Část osově složky provozní síly odlehčující sevřené součásti	ΔF_2	2364,14	[N]
5.12	Minimální potřebné montážní předpětí spoje	F_{0min}	17392	[N]
5.13	Montážní předpětí spoje	F_0	17392,0	[N] <input checked="" type="checkbox"/>
5.14	Utahovací moment	M	228,36	[Nm]
5.15	Silové poměry zatíženého spoje			
5.16	Změna předpětí ohřátím spoje na provozní teplotu	ΔF_{0T}	-621,81	[N]
5.17	Ztráta předpětí trvalou deformací (sednutím) spoje	ΔF_{0L}	-4279,85	[N]
5.18	Provozní předpětí spoje	F_0'	12490,34	[N]
5.19	Zbytkové předpětí sevřených částí spoje	F_2	10126,20	[N]
5.20	Výsledná vnitřní osová síla ve šroubu	F_1	12580,20	[N]
5.21	Součinitel těsnosti (předpětí) spoje	q_a	4,126	
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	12580,20	[N]
6.3	Tahové napětí v jádře šroubu od osově síly	σ	24,68	[MPa]
6.4	Napětí v krutu v jádře šroubu od utahovacího momentu	τ	5,79	[MPa]
6.5	Přídavné ohybové napětí	σ_b	0,00	[MPa]
6.6	Výsledné redukované napětí v jádře šroubu	σ_{red}	25,18	[MPa]
6.7	Mez kluzu materiálu šroubu	R_e	440	[MPa]
6.8	Bezpečnost na mezi kluzu	n	17,47	
6.9	Pevnostní kontrola spoje v montážním stavu			
6.10	Montážní předpětí spoje	F_0	17392,00	[N]
6.11	Tahové napětí v jádře šroubu od montážního předpětí	σ	34,12	[MPa]

6.12	Výsledné redukované napětí v jádře šroubu	σ_{red}	35,56	[MPa]
6.13	Dovolené napětí (90% Re)	σ_D	396	[MPa]
6.14	Kontrola tlaku v dosedací ploše hlavy šroubu			
6.15	Tlak v dosedací ploše hlavy (matice) šroubu	p	5,49	[MPa]
6.16	Dovolený tlak v krajní sevřené části	p_D	640	[MPa]
6.17	Pevnostní kontrola spoje pro maximální předpětí			
6.18	Maximální provozní předpětí spoje	$F_{0\ max}$	17392,00	[N]
6.19	Maximální vnitřní osová síla ve šroubu	$F_{1\ max}$	17481,86	[N]
6.20	Tahové napětí v jádře šroubu od maximální osové síly	σ_{max}	34,29	[MPa]
6.21	Výsledné redukované napětí v jádře šroubu	σ_{red}	34,66	[MPa]
6.22	Maximální tlak v dosedací ploše hlavy (matice) šroubu	p_{max}	7,63	[MPa]

7.0 Pevnostní kontroly dynamicky zatíženého šroubového spoje.

7.1	Pevnostní kontrola v jádře závitu			
7.2	Střední osová síla cyklu zatěžující šroub	F_m	12527,62	[N]
7.3	Amplituda osové síly cyklu zatěžující šroub	F_a	52,58	[N]
7.4	Střední napětí cyklu v jádře závitu	σ_m	24,57	[MPa]
7.5	Amplituda napětí cyklu v jádře závitu	σ_a	0,10	[MPa]
7.6	Smluvní mez únavy / při N cyklech	σ_c' / N	153 5,0E+08	[MPa]
7.7	Mez únavy v tahu při požadované životnosti	σ_f'	148	[MPa]
7.8	Korigovaná mez únavy v tahu daného šroubu	σ_f	29	<input checked="" type="checkbox"/> [MPa]
7.9	Max. únavová pevnost šroubu pro daný průběh zatížení	σ_A	26,54	[MPa]
7.10	Dynamická bezpečnost v tahu	n_σ	257,27	
7.11	Pevnostní kontrola v zeslabeném dřívku			
7.12	Střední napětí cyklu v zeslabeném dřívku	σ_m	15,58	[MPa]
7.13	Amplituda napětí cyklu v zeslabeném dřívku	σ_a	0,07	[MPa]
7.14	Korigovaná mez únavy v tahu daného šroubu	σ_f	148	<input checked="" type="checkbox"/> [MPa]
7.15	Max. únavová pevnost šroubu pro daný průběh zatížení	σ_A	119,01	[MPa]
7.16	Dynamická bezpečnost v tahu	n_σ	---	

Kapitola doplňků

8.0 Montážní parametry spoje.

8.1 Montážní předpětí spoje

8.2	Minimální montážní předpětí	F_{0min}	17392,0	[N]	<input checked="" type="checkbox"/>
8.3	Součinitel utahování	α_A	1,70		
8.4		F_{0max}	29566,4	[N]	

8.5 Utahovací moment

8.6	Součinitel tření v závitech (min/max)		0,130	0,170	
8.7	Součinitel tření ve stykové ploše hlavy (matice) šroubu (min/max)		0,130	0,170	
8.8	Minimálně možný utahovací moment	M_{min}	212,63		[Nm]
8.9	Maximálně možný utahovací moment	M_{max}	468,44		[Nm]

8.10 Pevnostní kontrola spoje v montážním stavu

8.11	Tahové napětí v jádře šroubu od montážního předpětí	σ_{max}	58,00		[MPa]
8.12	Napětí v krutu v jádře šroubu od utahovacího momentu	τ_{max}	11,77		[MPa]
8.13	Výsledné redukované napětí v jádře šroubu	σ_{red}	61,47		[MPa]
8.14	Dovolené napětí (90% Re)	σ_D	396		[MPa]

8.15 Pevnostní kontrola spoje v provozním stavu

8.16	Provozní předpětí spoje	$F_{0' max}$	24664,7		[N]
8.17	Vnitřní osová síla ve šroubu	F_{1max}	24754,6		[N]
8.18	Tahové napětí v jádře šroubu od osově síly	σ_{max}	48,56		[MPa]
8.19	Výsledné redukované napětí v jádře šroubu	σ_{red}	49,62		[MPa]
8.20	Mez kluzu materiálu šroubu	R_e	440		[MPa]
8.21	Bezpečnost na mezi kluzu	n	8,87		

8.22 Kontrola tlaku v dosedací ploše hlavy šroubu

8.23	Tlak v dosedací ploše hlavy (matice) šroubu	p_{max}	10,81		[MPa]
8.24	Dovolený tlak v krajní sevřené části	p_D	640		[MPa]

8.25 Únavová kontrola spoje

8.26	Střední napětí cyklu v jádře závitu	σ_m	48,46		[MPa]
8.27	Amplituda napětí cyklu v jádře závitu	σ_a	0,10		[MPa]
8.28	Max. únavová pevnost šroubu pro daný průběh zatížení	σ_A	25,23		[MPa]
8.29	Dynamická bezpečnost v tahu	n_σ	244,61		

9.0 Parametry spoje pro specifickou pracovní teplotu.

9.1 Teplota spoje

9.2	Montážní teplota	T_0	20,0	[° C]	Rozdílné teploty ve spoji <input type="checkbox"/>
9.3	Provozní teplota šroubu	T_b	120,0	[° C]	
9.4	Provozní teplota spojovaných částí	T_m	120,0	[° C]	

9.5 Materiál šroubu

9.6	Modul pružnosti v tahu	E_{20}	72000	E_T	68000	[MPa]
9.7	Součinitel tepelné roztažnosti	α_{20-100}	23,5	α_{T0-T}	23,7	[10 ⁻⁶ /°C]
9.8	Mez kluzu	R_{e20}	440	$R_{p0,2 T}$	347	[MPa]

9.9 Materiál spojovaných částí.

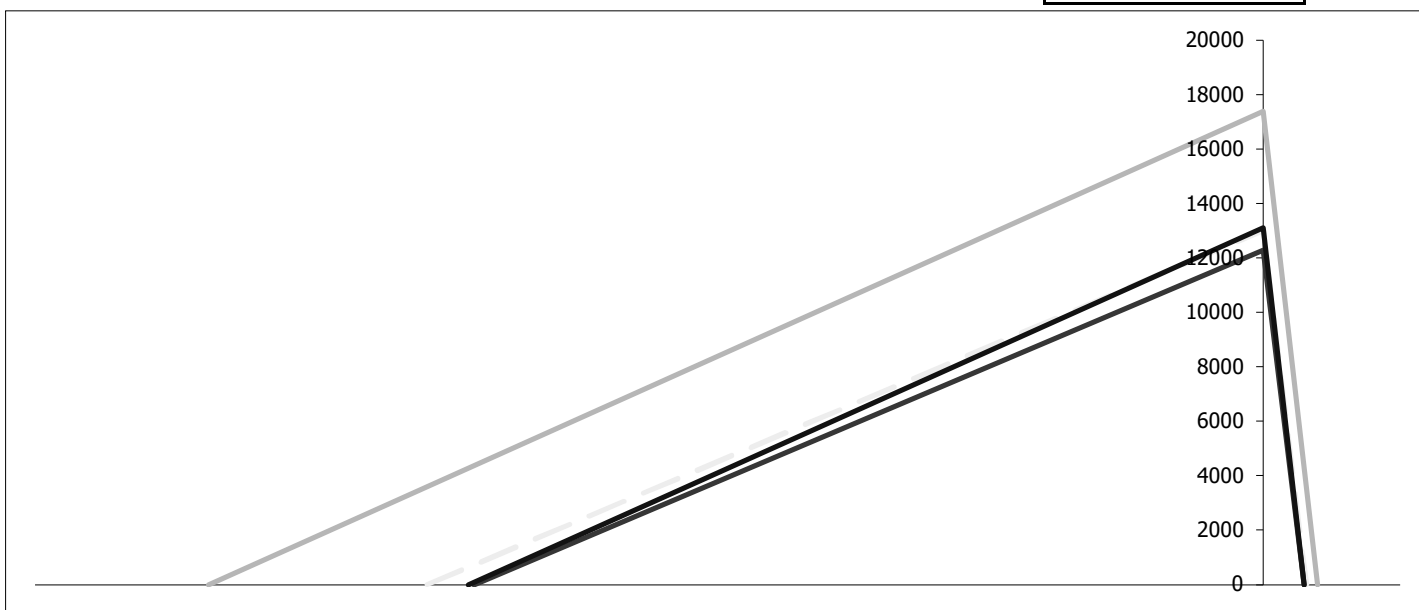
9.10	Tvářená hliníková slitina 7075-T6	E_{20}	72000	E_T	68000	α_{20-100}	23,4	α_{T0-T}	23,6
------	-----------------------------------	----------	-------	-------	-------	-------------------	------	-----------------	------

9.15 Parametry spoje

9.16	Montážní předpětí spoje	F_0	17392,0	[N]	<input checked="" type="checkbox"/>
9.17	Provozní předpětí spoje při teplotě T0	$F_{0'}$	13112,1	[N]	
9.18	Změna předpětí ohřátím spoje na provozní teplotu				

- 9.19 - vlivem tepelné roztažnosti
- 9.20 - v důsledku změny tuhosti
- 9.21 Předpětí spoje při provozní teplotě
- 9.22 Zbytkové předpětí sevřených částí spoje
- 9.23 Součinitel těsnosti (předpětí) spoje
- 9.24 Bezpečnost proti bočnímu posunutí
- 9.25 Výsledná vnitřní osová síla ve šroubu
- 9.26 Tahové napětí v jádře šroubu od osově síly
- 9.27 Výsledné redukované napětí v jádře šroubu
- 9.28 Bezpečnost na mezi kluzu

ΔF_{0Ta}	-93,0	[N]
ΔF_{0Tc}	-728,5	[N]
$F_{0T'}$	12290,7	[N]
F_{2T}	9926,6	[N]
q_{aT}	4,045	
q_{rT}	1,274	
F_{1T}	12380,6	[N]
σ_T	24,3	[MPa]
σ_{redT}	24,8	[MPa]
n_T	13,99	



10.0 Grafický výstup, CAD systémy

- 10.1 Výstup 2D výkresu do:
- 10.2 Provedení hlavy šroubu
- 10.3 Provedení matice
- 10.4 Počet podložek pod hlavou šroubu
- 10.5 Počet podložek pod maticí
- 10.6 Výpočtová svěrná výška
- 10.7 Skutečná výška sevřených částí

DXF soubor	▼
Šestihránná hlava	▼
Šestihránná matice	▼
	0 ▼
	1 ▼
L	23 [mm]
L_c	23,000 <input checked="" type="checkbox"/> [mm]

