



Kuličkové šrouby

i Výpočet bez chyb.

ii Informace o projektu

Kapitola vstupních parametrů

1.0 Předběžný návrh. Volba jednotek

1.1 Jednotky výpočtu	SI Units (N, mm, kW...)		
1.2 Výpočet otáček, posuvu a stoupání šroubu			
1.3 Stoupání	Ph	20.000	[mm] ● 20 ▼
1.4 Rychlost posuvu	v	800.00	[mm/s] ●
1.5 Otáčky kuličkového šroubu	ns	2400.00	[/min] ●
1.6 Převodový poměr	$i=(z2/z1)$	0.6250	[~] ●
1.7 Otáčky motoru	ne	1500.00	[/min] ●

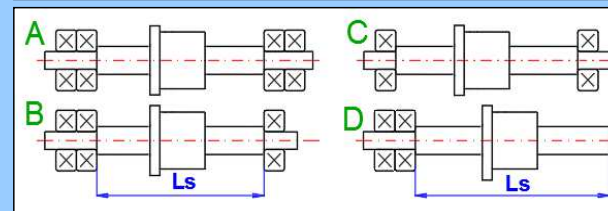
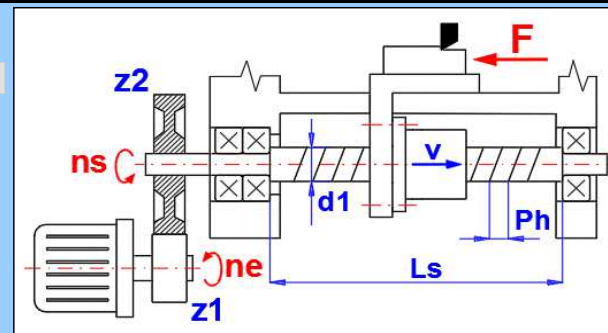
1.8 Předběžný výpočet dynamické únosnosti a průměru šroubu

1.9 Ekvivalentní axiální zatížení	Fm	1000.0	[N]
1.10 Ekvivalentní otáčky	nm	2400.0	[/min] ✓
1.11 Součinitel zatížení	fw	1.20	[~]
1.12 Požadovaná životnost	Lh-req	20000	Lh [h] ▼
1.13 Požadovaná dynamická únosnost (ISO)	Ca-req	17073.1	[N]
1.14 Požadovaná dynamická únosnost (ANSI)	Pi-req	15765.6	[N]
1.15 Předběžný návrh průměru kuličkového šroubu	d1-req	20(5) - 50(1)	[mm]

1.16 Kontrolní hodnoty

1.17 Uložení kuličkového šroubu (konce)	B. Vetrnutí - Podpora ▼		
1.18 Nepodepřená délka kuličkového šroubu	Ls [mm]	1200.00	< 1280
1.19 Nominální průměr šroubu	d1 [mm]	32.0000	> 20
1.20 Dn - otáčkový faktor ($d1*ns$)	Dn	76800	< 110000
1.21 Přípustné tlakové zatížení pro vzpěr	Fmax	42400.1	[N]
1.22 Maximální dovolené otáčky	nmax	2972.9	[/min]
1.23 Součinitel tření šroubu a matice	f	0.01	[~]
1.24 Účinnost (rotační síla / axiální síla)	η	0.9484	[~]
1.25 Krouticí moment	Mk	3.3564	[Nm]
1.26 Výkon motoru	Pw	0.844	[kW]

1.27 Toleranční třída (ISO 3408)		IT 0	IT 1	IT 3	IT 5	IT 7	IT 10	---	---
1.28 Tolerance úchyly zdvíhu	$\pm ep$	9	13	24	47	208	840	---	---
1.29 Tolerance úchyly stoupání	uu	6	9	16	30	52	210	---	---
1.30 Úchyly stoupání	u300p	3.5	6	12	23	52	210	---	---
1.31 Úchyly stoupání	u2pp	3	4	6	8	---	---	---	---



1.32 Tabulka průměrů a stoupání

d1 = 10 ;	Ph = 1, 2, 2.5, 3, 4, 5, 6
d1 = 12 ;	Ph = 2, 2.5, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 12
d1 = 14* ;	Ph = 3, 4, 5
d1 = 15* ;	Ph = 10, 20
d1 = 16 ;	Ph = 2, 2.5, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 12, 16
d1 = 20 ;	Ph = 3, 4, 5, 6, 8, 10, 12, 16, 20
d1 = 25 ;	Ph = 4, 5, 6, 8, 10, 12, 16, 20, 25
d1 = 28* ;	Ph = 6, 10
d1 = 32 ;	Ph = 4, 5, 6, 8, 10, 12, 16, 20, 25, 32
d1 = 36* ;	Ph = 5, 8, 10

2.0 Materiálové parametry

2.1 Materiál kuličkového šroubu

2.2 Modul pružnosti	Es	210000	[MPa]
2.3 Mez kluzu v tahu	Rp0.2	350.0	[MPa]
2.4 Poissonova konstanta	ms	0.300	[~]
2.5 Hustota	ros	7850.0	[kg/m ³]
2.6 Součinitel tepelné roztažnosti	α	11.50	[10 ⁻⁶ /°C]

2.7 Materiál kuličky

2.8	Modul pružnosti	Eb	210000	[MPa]
2.9	Poissonova konstanta	mb	0.300	[~]
2.10	Materiál matice			
2.11	Modul pružnosti	En	210000	[MPa]
2.12	Poissonova konstanta	mn	0.300	[~]

3.0 Definice mechanismu, zatížení a parametrů šroubu

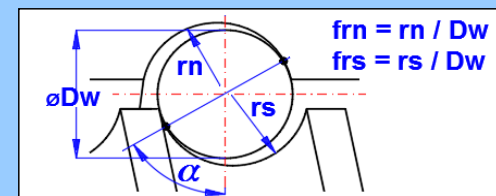
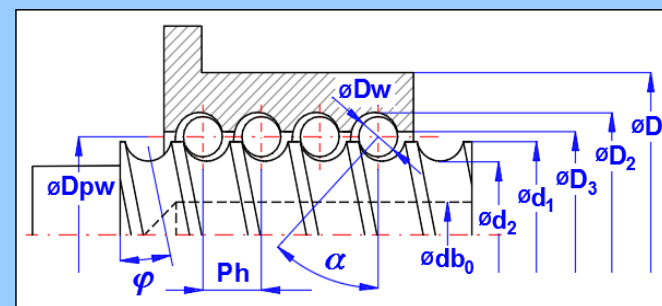
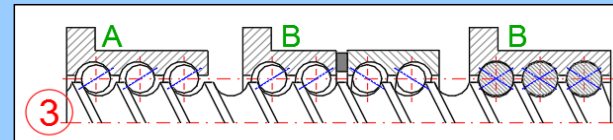
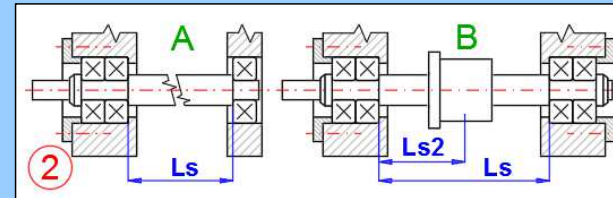
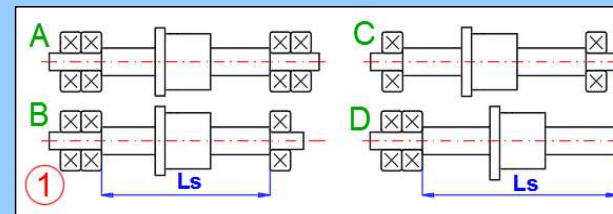
3.1 Přenos hodnot z předběžného návrhu [1]

3.2 Definice přesnosti, konstrukce, zatížení, trvanlivosti

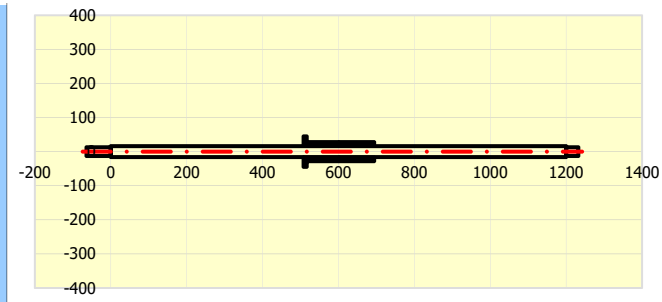
3.3	Toleranční třída	IT 3	
3.4	Požadovaná spolehlivost	90 % (1)	
3.5	1. Uložení kuličkového šroubu (konce)	B. Vetknutí - Podpora	
3.6	2. Uložení kuličkového šroubu (tuhost)	A. Pevné uložení kuličkového šroubu na jednom konci	
3.7	3. Typ matice	B. S předepnutím (dvojitá matice, velikost kuliček, rozdílné stoupání)	
3.8	Ekvivalentní axiální zatížení, směr 1	Fma1	1374.10 [N]
3.9	Ekvivalentní axiální zatížení, směr 2	Fma2	888.30 [N]
3.10	Maximální axiální zatížení	Fmax	1624.21 [N]
3.11	Ekvivalentní otáčky, směr 1	nm1	1273.47 [/min]
3.12	Ekvivalentní otáčky, směr 2	nm2	1273.47 [/min]
3.13	Maximální otáčky	nmax	2400.00 [/min]
3.14	Předepnutí kuličkové matice	Fpr [N]	1700.00 A. 10% Ca (2023)
3.15	Součinitel zatížení	fw	1.20 [~]
3.16	Požadovaná životnost	Lh-req	20000 Lh [h]
3.17	Požadovaná dynamická únosnost (ISO)	Ca-req	20227.5 [N]
3.18	Požadovaná dynamická únosnost (ANSI)	Pi-req	18678.4 [N]

3.19 Výběr, definice parametrů kuličkového šroubu a matice

3.20	Nepodepřená délka kuličkového šroubu	Ls	1200.00 [mm]
3.21	Nepodepřená délka kuličkového šroubu	Ls2	600.00 [mm]
3.22	Počet pracovních závitů (matice)	i	3.00 [~]
3.23	Počet nezatížených kuliček ve vratném systému	zu	0
3.24	Součinitel snížení dynamické únosnosti Ca	exp	0.86 (ISO, ANSI) 1. ISO - Lehká
3.25	Tabulka kuličkových šroubů		
3.26	Rozměry šroubu (d1 x Ph)		32 x 20 (Dw=5.556; Ca=22041; C0a=52810) [mm,N]
3.27	Jmenovitý průměr	d1	32.000 [mm]
3.28	Průměr vnitřní díry	db0	0.000 [mm]
3.29	Průměr kuličky	Dw	5.556 [mm]
3.30	Stoupání	Ph	20.0000 [mm]
3.31	Roztečný průměr	Dpw	33.3890 [mm]
3.32	Úhel stoupání	φ	10.7949 [°]
3.33	Úhel dosedu kuličky	α	45.00 [deg]
3.34	Poměr (rn/Dw)	frn	0.550 0.550 - Podle ISO 3408
3.35	Poměr (rs/Dw)	frs	0.550 0.550 - Podle ISO 3408
3.36	Dynamická axiální únosnost (ISO)	Ca	22041.0 [N]
3.37	Statická axiální únosnost	C0a	52810.0 [N]
3.38	Vnitřní průměr šroubu	d2	27.833 [mm]
3.39	Průměr těla matice	D1	56.0 [mm]



3.40	Vnější průměr dráhy kuliček matice	D2	38.945	[mm]
3.41	Vnitřní průměr matice	D3	34.778	[mm]
3.42	Předepnutí vytvořeno dvojitou maticí	Ano		
3.43	Přibližná délka kuličkové matice	Ln	184	[mm] <input checked="" type="checkbox"/>
3.44	Přibližná pracovní dráha	Lu	1016	[mm]
3.45 Výpis důležitých výsledků				
3.46	Dn - otáčkový faktor ($d1*ns$)	Dn	76800	< 110000 [~]
3.47	Výsledná trvanlivost v hodinách s koeficientem spolehlivosti	Lrhr	25876	> 20000 [h]
3.48	Celková tuhost systému s předepjatou maticí	R,pr	95	[N/μm]
3.49	Elastická deformace pro maximální sílu a maximální délku šroubu	Δmax	17	[μm]
3.50	Úchyly zdvihu ($Lu = 1016$ [mm])	±ep	24	[μm]
3.51	Průhyb (zatížení vlastní hmotností)	y _{max}	0.08481	< 0.36 [mm]
3.52	Součinitel bezpečnosti (tah, tlak, krut)	SF _c	100.72	> 2.00 [~]
3.53	Součinitel bezpečnosti (vzpěr)	SF _b	52.21	> 3.50 [~]
3.54	Statický součinitel bezpečnosti	SF _s	32.51	> 1.4 [~]
3.55	Kritické otáčky	ncr	3680	[/min]
3.56	Poměr dovolených otáček ke kritickým otáčkám	r (n_{max}/n_{cr})	0.652	< 0.80 [~]
3.57	Účinnost	η	0.951	[~]



Kapitola výsledků

4.0 Nominální trvanlivost, modifikovaná trvanlivost (ISO 3408-5, ANSI B5.48)

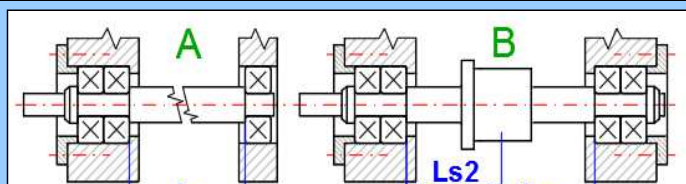
4.1	Požadovaná spolehlivost	90 % (1)		
4.2	Součinitel spolehlivosti	far	1.00	[~]
4.3 Jednosměrné vnější axiální zatížení				
4.4	Trvanlivost v otáčkách	L	2388334360	[rev]
4.5	Trvanlivost v hodinách	Lh	31257.56607	[h]
4.6	Trvanlivost v dráze	Lm	47766687.2	[m]
4.7	Trvanlivost v hodinách s koeficientem spolehlivosti	Lhr	31257.56607	[h]
4.8	Trvanlivost v dráze s koeficientem spolehlivosti	Lmr	47766687.2	[m]

4.9 Obousměrné vnější axiální zatížení a kuličkový šroub s předpjatými kuličkovými maticemi

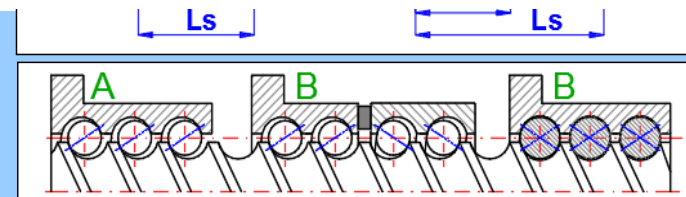
4.10	Trvanlivost v otáčkách	L1	2388334360	[rev]
4.11	Trvanlivost v hodinách	Lh1	31257.56607	[h]
4.12	Trvanlivost v otáčkách	L2	8840384597	[rev]
4.13	Trvanlivost v hodinách	Lh2	115699.4223	[h]
4.14	Výsledná trvanlivost v otáčkách	Lr	1977144917	[rev]
4.15	Výsledná trvanlivost v hodinách	Lrh	25876.0829	[h]
4.16	Výsledná trvanlivost v dráze	Lrm	39542898.34	[m]
4.17	Výsledná trvanlivost v hodinách s koeficientem spolehlivosti	Lrhr	25876.0829	[h]
4.18	Výsledná trvanlivost v dráze s koeficientem spolehlivosti	Lrmr	39542898.34	[m]

5.0 Statická axiální tuhost. Kuličkový šroub, kuličková matice... (ISO 3408-4)

5.1 Statická axiální tuhost				
5.2	Uložení kuličkového šroubu (konce)	A. Pevné uložení kuličkového šroubu na jednom konci		
5.3	Uložení kuličkového šroubu (tuhost)	B. S předepnutím (dvojité matice, velikost kuliček, rozdílné stoupání)		
5.4	Nepodepřená délka kuličkového šroubu	Ls	1200.000	[mm]
5.5	Nepodepřená délka kuličkového šroubu	Ls2	600.000	[mm]
5.6	Průměr dosedů kuliček na hřídeli	dc	29.460	[mm]



5.7	Průměr dosedů kuliček na matici	Dc	37.318	[mm]
5.8	Tuhost kuličkového šroubu (Rs)			
5.9	Tuhost (pevné uložení na jednom konci)	Rs1	119.3	[N/μm]
5.10	Tuhost (pevné uložení na obou koncích)	Rs2	477.2	[N/μm]
5.11	Tuhost kuličkového šroubu pro $L_s=L_s/2$	Rs2,min	477.2	[N/μm]
5.12	Tuhost tělesa matice a hřídele šroubu pro všechny radiálně zatížené části (Rn/s)			
5.13	Axiální tuhost tělesa matice a šroubu	Rn/s	22005.9	[N/μm]
5.14	Tuhost tělesa matice a hřídele šroubu při předpětí	Rn/s,pr	44011.8	[N/μm]
5.15	Tuhost kuliček/dráhy kuliček (Rb/t)			
5.16	Tuhost dráhy kuliček	Rb/t	435.8	[N/μm]
5.17	Tuhost dráhy kuliček s předepnutím	Rb/t,pr	882.2	[N/μm]
5.18	Tuhost sestavy matice (Rnu)			
5.19	Tuhost matice s vůlí	Rnu	427.4	[N/μm]
5.20	Tuhost předepnuté matice	Rnu,pr	864.9	[N/μm]
5.21	Tuhost sestavy matice s korekčním součinitelem (Rnu*far)			
5.22	Korekční součinitel pro zvolenou toleranční třídu	far	0.55	IT 3
5.23	Tuhost matice s korekcí na přesnost	Rnu,ar	235.0	[N/μm]
5.24	Tuhost předepnuté matice s korekcí na přesnost	Rnu,pr,ar	475.7	[N/μm]
5.25	Celková tuhost lineárního pohybového systému			
5.26	Tuhost ložisek šroubu	RS	10000000.0	[N/μm]
5.27	Tuhost uložení matice	RB	10000000.0	[N/μm]
5.28	Celková tuhost systému s maticí s vůlí	R	79.1	[N/μm]
5.29	Celková tuhost systému s předepjatou maticí	R,pr	95.4	[N/μm]
5.30	Elastická deformace pro maximální sílu a maximální délku šroubu	Δmax	17	[μm]



5.31 Pomocné výpočty (ISO 3408-4)

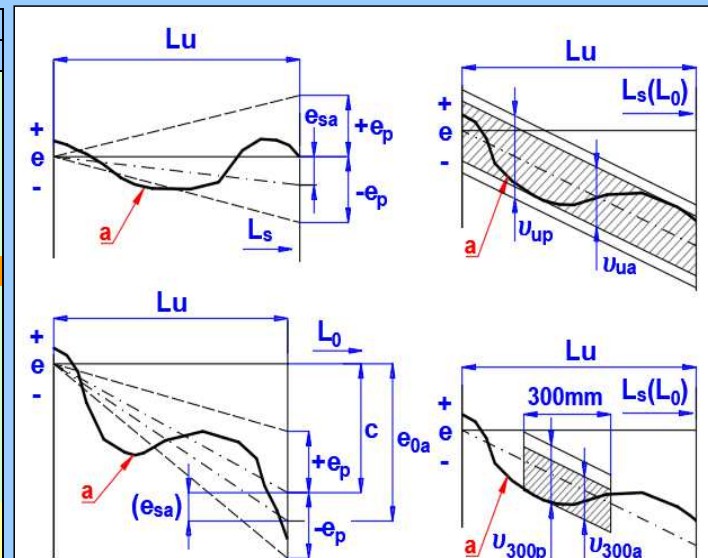
Σr_{os}	Σr_{on}	$\cos \tau_{aus}$	$\cos \tau_{aun}$	$\sin \tau_{aus}$	$\sin \tau_{aun}$
0.4407	0.354799	0.851488	0.815531	0.524374	0.578713
Y_s	Y_n	c_{Es}	c_{En}	z_1	z_2
0.952987	0.998521	0.464314	0.464314	19	0
FN	ck	k			
34.71	1.432106	44.533197			

6.0 Tolerance, přesnost (ISO 3408-3, ANSI B5.48)

6.1	Toleranční třída	IT 3	
6.2	Užitečná dráha	Lu	1016.00 [mm] <input checked="" type="checkbox"/> (~1016 [mm]) (Lu = 1016.00 mm)

6.3 Úchytky zdvihu (±ep) a úchytky stoupání (±eup)

Lu [mm]		IT0		IT1		IT3		IT5	
>	<=	±ep [μm]	±eup [μm]	±ep [μm]	±eup [μm]	±ep [μm]	±eup [μm]	±ep [μm]	±eup [μm]
0	315	4	3.5	6	5	12	8	23	18
315	400	5	3.5	7	5	13	10	25	20
400	500	6	4	8	5	15	10	27	20
500	630	6	4	9	6	16	12	32	23
630	800	7	5	10	7	18	13	36	25
800	1000	8	6	11	8	21	15	40	27
1000	1250	9	6	13	9	24	16	47	30
1250	1600	11	7	15	10	29	18	55	35
1600	2000	-	-	18	11	35	21	65	40
2000	2500	-	-	22	13	41	24	78	46
2500	3150	-	-	26	15	50	29	96	54
3150	4000	-	-	32	18	62	35	115	65
4000	5000	-	-	-	-	76	41	140	77
5000	6300	-	-	-	-	90	50	170	93
6300	8000	-	-	-	-	110	60	213	115
8000	10000	-	-	-	-	-	-	265	140

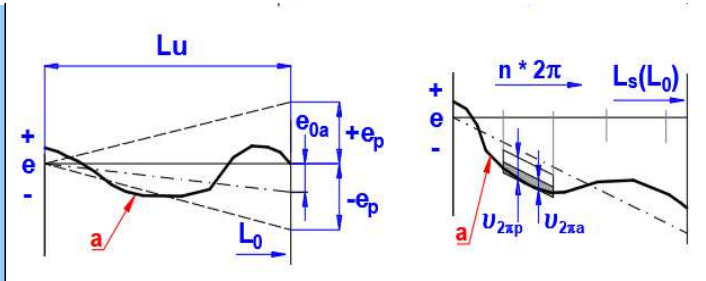


10000	12500	-	-	-	-	-	-	320	170
							ISO	+JIS	+NSK

6.4 Úchytky stoupání a zdvíhu

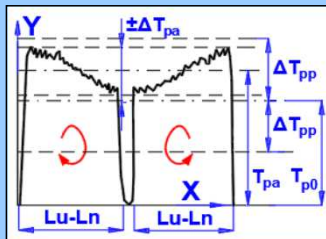
6.5 Toleranční třída		IT0	IT1	IT3	IT5	IT7 (x)	IT10 (x)
6.6 Úchytky zdvíhu	$\pm e_p$ [μm]	9	13	24	47	---	---
6.7 Úchytky zdvíhu (x)	$\pm e_p$ [μm]	11.9	20.3	40.6	77.9	176.1	711.2
6.8 Úchytky stoupání	v_{up} [μm]	6	9	16	30	---	---
6.9 Úchytky stoupání	v_{300p} [μm]	3.5	6	12	23	52	210
6.10 Úchytky stoupání	$v_{2\pi}$ [μm]	3	4	6	8	---	---

(x) Pouze pro transportní šrouby

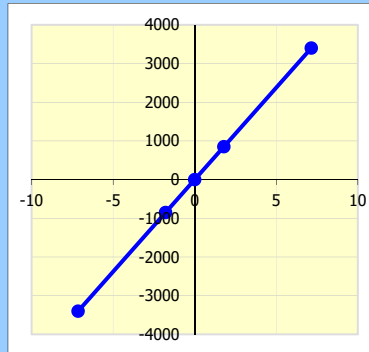


6.11 Mezní úchytky ΔT_{pp} pro dynamický volnoběžný moment T_{p0}

6.12 Dynamický moment od předeprnutí	T_{p0}	0.6196	[Nm]
6.13 Dovolená úchytky	$\pm \Delta T_{pp}$	30	[%]
6.14 Dovolená úchytky	$\pm \Delta T_{pp}$	0.1859	[Nm]

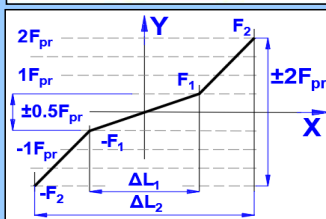


X - Dráha
Y - Moment od předeprnutí



6.15 Měření tuhosti předepjaté matice: R_{nu}

6.16 Axiální zatížení	F_1 [N]	850	[N]	<input checked="" type="checkbox"/>
6.17 Axiální zatížení	F_2 [N]	3400	[N]	
6.18 Pružná deformace	ΔL_1 [μm]	3.57	[μm]	
6.19 Pružná deformace	ΔL_2 [μm]	14.30	[μm]	
6.20 Tuhost v rozsahu +- F1	R_{nu1}	475.7	[N/ μm]	
6.21 Tuhost v rozsahu +F1 do +F2 a -F1 do -F2	R_{nu2}	475.7	[N/ μm]	

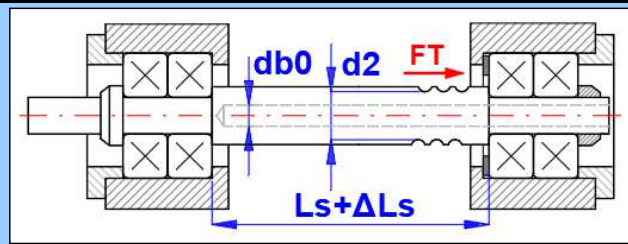


6.22 Toleranční třídy a úchytky (ANSI B5.48)

6.23 Toleranční třída	Class1	Class2	Class3	Class4	Class5	Class6	Class7	Class8	
6.24 Maximální přípustná úchytky zdvíhu (Inch)	0.000472	0.000472	---	0.001181	0.001181	---	---	---	[inch]
6.25 Maximální přípustná úchytky zdvíhu (Micrometer)	11	11	---	28.6	28.6	---	---	---	[μm]
6.26 Maximální úchytky stoupání (inch / 12inch)	---	0.0002	0.0002	---	0.0005	0.0005	0.001	0.006	[inch]
6.27 Maximální úchytky stoupání (μm / 300 mm)	---	5	5	---	13	13	25	150	[μm]
6.28 Úchytky stoupání na otáčku (Inch)	0.0002	0.0002	0.0002	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0015	[inch]
6.29 Úchytky stoupání na otáčku (Micrometer)	5	5	5	10	10	10	10	38	[μm]

7.0 Výpočet oteplení, roztažení a kompenzační síly

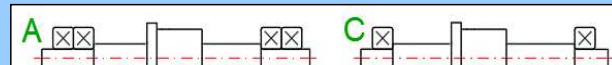
7.1 Délka kuličkového šroubu	L_s	1200.00	[mm]
7.2 Vnitřní průměr šroubu	d_2	27.833	[mm]
7.3 Průměr vnitřní díry	db_0	0.000	[mm]
7.4 Součinitel tepelné roztažnosti	α	11.50	[$10^{-6}/^\circ\text{C}$]
7.5 Zvýšení teploty	Δt	10.0	[$^\circ\text{C}$]
7.6 Tepelné prodloužení šroubu	ΔL_s	0.138000	[mm]
7.7 Požadované předeprnutí šroubu	ΔL_p	0.138000	[mm]
7.8 Předeprná síla	FT	14693.6	[N]



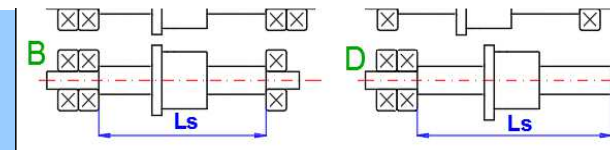
8.0 Kontrola na vzpěr, tah, tlak, krut, kritické otáčky, účinnost

8.1 Vstupní parametry kuličkového šroubu

8.2 Uložení kuličkového šroubu (konce)		B. Vetknutí - Podpora	
8.3 Dodatečná zatěžovací síla (předpětí, tepl. roztažnost...)	F_{add}	0.000	[N]



8.4	Nepodepřená délka kuličkového šroubu	Ls	1200.000	[mm]
8.5	Vnitřní průměr šroubu	d2	27.8330	[mm]
8.6	Vnitřní plocha šroubu	A	608.43	[mm^2]
8.7	Kvadratický moment setrvačnosti	Ix	29458.46	[mm^4]
8.8	Hmotnost šroubu	m	5.731	[kg]
8.9	Průhyb (zatížení vlastní hmotností)	y _{max}	0.08481	< 0.36 [mm]
8.10 Kontrola - tah, tlak, krut				
8.11	Součet zatěžujících sil	F _{max} +F _{add}	1624.21	[N]
8.12	Krouticí moment (max.)	M _k	5.4380	[N/m]
8.13	Tahové napětí / tlakové napětí	σ	2.67	< 350 [MPa]
8.14	Napětí v krutu	τ	1.28	< 210 [MPa]
8.15	Redukované napětí	σ _{red}	3.48	< 350 [MPa]
8.16	Součinitel bezpečnosti (tah, tlak, krut)	SF _c	100.71793	> 2.00 [~]
8.17 Kontrola - vzpěr				
8.18	Součinitel vzpěru	Coeff _b	2.00	[~]
8.19	Zatěžující síla	F _{max} +F _{add}	1624.21	[N]
8.20	Mezní štíhlost (čistý tlak / plastické / pružné)	SR _{cs} /SR _c	17.3 108.8	[~]
8.21	Štíhlostní poměr	SR	138.0	
8.22	Dovolené zatížení na vzpěr	F _b	84800.13	[N]
8.23	Součinitel bezpečnosti (vzpěr)	SF _b	52.21016	> 3.50 [~]
8.24 Kontrola - Kritické otáčky				
8.25	Součinitel kritických otáček	Coeff _{ncr}	3.93	[~]
8.26	Dovolené otáčky	n _{crp}	2400.0	[/min]
8.27	Kritické otáčky	n _{cr}	3680.5	[/min]
8.28	Poměr dovolených otáček ke kritickým otáčkám	r (n _{crp} /n _{cr})	0.65209	< 0.80
8.29 Statický součinitel bezpečnosti				
8.30	Maximální axiální zatížení	F _{max}	1624.21	[N]
8.31	Základní statická axiální únosnost C0a	C0a	52810.00	[N]
8.32	Statický součinitel bezpečnosti	SF _s	32.51	> 1.4 [~]
8.37 Mazání olejem - výpočet účinnosti				
8.38	Doporučené min. množství oleje	ov	2.7	[mm³/min]
8.39	Pracovní teplota	T	30.0	[°C]
8.40	Typ oleje	Převodový olej		
8.41	Doporučená třída viskozity oleje (ISO)	grade	VG46	VG46
8.42	Kinematická viskozita maziva při provozní teplotě		79.8	[cSt]
8.43	Výpočet účinnosti	šroub+ložiska		
8.44	Součinitel tření	f	0.00952	0.00952
8.45	Účinnost (normální provoz)	η	0.9507	[~]
8.46	Účinnost (inverzní provoz)	η _r	0.9484	[~]



? **Kapitola doplňků**

9.0 Vzorce pro výpočet: zrychlení, sil, momentů, otáček, tření ...

1.	Válec - Moment setrvačnosti; Hmotnost: $I = 0.5 * Ro * 3.14 * r^4 * H$; $m = 3.14 * Ro * r^2 * H$ [I-Moment setrvačnosti; r-Rádus; H-Výška; Ro-Hustota; m-Hmotnost]	8.	Otáčky šroubu: $n = 60 * v / Ph$ $n = 1000 * v / Ph$ [n-Otáčky šroubu; v-Rychlost; Ph-Stoupání]							
I [kg*m²]	r [m]	H [m]	Ro[kg/m³]	m [kg]	n [/min]	v [mm/s]	Ph [mm]	n [/min]	v [m/min]	Ph [mm]
0.003196	0.06	0.02	7850	1.775628	600	10	1	10000	10	1

2. Zrychlení: $a = (v2 - v1) / (t2 - t1)$

[a-Zrychlení; v1-Počáteční rychlost; v2-Koncová rychlost; t1-Počáteční čas; t2-Koncový čas]

a [m/s ²]	v1 [m/s]	v2 [m/s]	t1 [s]	t2 [s]
1.0000	0	1	0	1

3. Zrychlení: $a = 0.5 * (v2^2 - v1^2) / s$

[a-Zrychlení; v1-Počáteční rychlost; v2-Koncová rychlost; s-Dráha]

a [m/s ²]	v1 [m/s]	v2 [m/s]	s [m]
0.5000	0	1	1

4. Úhlové zrychlení: $a = 0.1047198 * n / t$

[a-Angular acceleration; n-Speed; t-Time]

a [rad/s ²]	n [rpm]	t [s]
10.4720	100	1

5. Síla: $F = m * a$

[F-Síla; m-Hmotnost; a-Zrychlení]

F [N]	m [kg]	a [m/s ²]
10	1	10

6. Síla: $F = 0.5 * m * (v2^2 - v1^2) / s$

[F-Síla; m-Hmotnost; v1-Počáteční rychlost; v2-Koncová rychlost; s-Dráha]

F [N]	v1 [m/s]	v2 [m/s]	m [kg]	s [m]
150.0000	10	20	1	1

7. Krouticí moment: $Mk = 0.10472 * (n2 - n1) * I / t$

[Mk-Krouticí moment; n1-Počáteční otáčky; n2-Koncové otáčky; I-Moment setrvačnosti; t-Čas]

Mk [Nm]	n1 [1/min]	n2 [1/min]	I [kg*m ²]	t [s]
10.47198	10	20	10	1

9. Stoupání: $Ph = 60 * v / n$ $Ph = 1000 * v / n$

[n-Otáčky šroubu; v-Rychlost; Ph-Stoupání]

Ph [mm]	v [mm/s]	n [1/min]	Ph [mm]	v [m/min]	n [1/min]
1	10	600	100	1	10

10. Smykové tření - síla: $F = Q * f$; $FI = atan(f)$

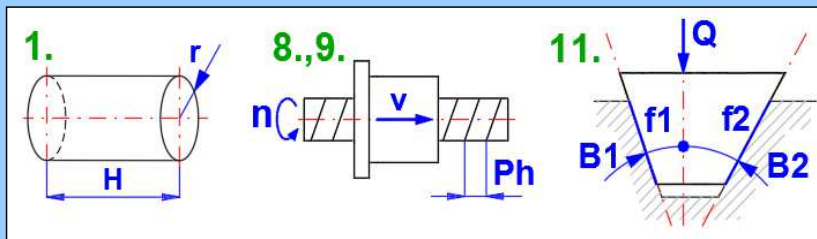
[F-Síla; Q-Normálová síla; f-Součinitel tření; FI-Úhel třecího kužele]

F [N]	Q [N]	f [~]	FI [°]
100	1000	0.1	5.710593

11. Tření v klínové drážce - síla: $F = Q * (f1*cos(B2) + f2*cos(B1))/sin(B1+B2)$

[F-Síla; Q-Normálová síla; f1-Součinitel tření; f2-Součinitel tření; B1-Úhel; B2-Úhel]

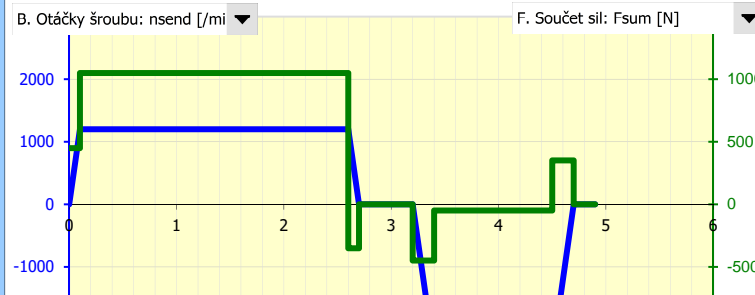
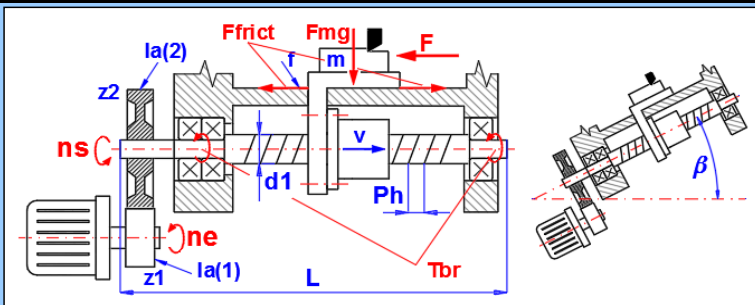
F [N]	Q [N]	f1 [~]	f2 [~]	B1 [°]	B2 [°]
141.42	1000	0.1	0.1	45	45



10.0 Návrh tabulky zatěžovacího spektra

10.1 Definice mechanismu

10.2 Stoupání	Ph	20.000	[mm]	<input checked="" type="checkbox"/>
10.3 Jmenovitý průměr	d1	32.000	[mm]	
10.4 Roztečný průměr	Dpw	33.389	[mm]	
10.5 Celková délka šroubu (hřídele)	L	1520.00	[mm]	
10.6 Vertikální natočení mechanismu	β	0.00	Horizontální (0°)	<input type="checkbox"/>
10.7 Hmotnost pohybujícího se objektu (stůl, obrobek...)	m	100.00	[kg]	
10.8 Moment setrvačnosti převedený z přímočarého pohybu na	Iw	0.001013212	[kg*m ²]	
10.9 Moment setrvačnosti šroubu	Is	0.001228324	[kg*m ²]	
10.10 Moment setrvačnosti kol na straně šroubu	Ia(2)	0.0006	[kg*m ²]	
10.11 Moment setrvačnosti kol na straně motoru	Ia(1)	0.003	[kg*m ²]	
10.12 Převodový poměr	i=(z2/z1)	0.6250	[~]	
10.13 Moment setrvačnosti pro akcelerační moment	Iacc	0.010274333	[kg*m ²]	
10.14 Předepnutí kuličkové matice	Fpr	1700.00	[N]	
10.15 Krouticí moment od předepnutí	Tpr	0.619627519	[Nm]	
10.16 Součinitel tření povrchu (stůl, obrobek...)	f	0.05	[~]	
10.17 Třecí síla od pohybu stolu, obrobku..	Ffrict	49.050	[N]	
10.18 Síla od vlastní hmotnosti (stůl, obrobek)	Fmg	0.000	[N]	
10.19 Účinnost	η	0.97	0.97	<input checked="" type="checkbox"/>
10.20 Krouticí moment z tření (stůl, obrobek...)	Tfrict	0.2575	[Nm]	



10.21 Krouticí moment z vlastní hmotnosti

Tmg 0.0000 [Nm]

10.22 Třecí moment ložisek

Tbr [Nm] 0.0925 0.0925

10.23 Přesunout hodnoty do tabulky ekvivalentního zatížení [11.0]

10.24 Definiční tabulka



i	ne_start [1/min]	ne_end [1/min]	dt [s]	t_end [s]	ns_end [1/min]	α [rad/s ²]	a [m/s ²]	v_start [m/s]	v_end [m/s]	ds [mm]	s [mm]	F [N]	F_acc [N]	F_sum [N]	T_acc [N/m]	T_sum [N/m]	Power [kW]
1	0	750	0.1	0.1	1200	785.3982	4	0	0.4	20.00	20.00		400.0	449.1	8.069	9.502	0.373
2	750	750	2.5	2.6	1200	0	0	0.4	0.4	1000.00	1020.00	1000.0	0.0	1049.1	0.000	6.683	0.525
3	750	0	0.1	2.7	0	-785.3982	-4	0.4	0	20.00	1040.00		-400.0	-351.0	-8.069	-6.637	-0.261
4	0	0	0.5	3.2	0	0	0	0	0	0.00	1040.00		0.0	0.0	0.000	0.000	0.000
5	0	-1500	0.2	3.4	-2400	-785.3982	-4	0	-0.8	-80.00	960.00		-400.0	-449.1	-8.069	-9.502	0.746
6	-1500	-1500	1.1	4.5	-2400	0	0	-0.8	-0.8	-880.00	80.00		0.0	-49.1	0.000	-1.432	0.225
7	-1500	0	0.2	4.7	0	785.3982	4	-0.8	0	-80.00	0.00		400.0	351.0	8.069	6.637	-0.521
8	0	0	0.2	4.9	0	0	0	0	0	0.00	0.00		0.0	0.0	0.000	0.000	0.000
9	0			4.9	0	0	0	0	0	0.00	0.00		0.0	0.0	0.000	0.000	0.000
10	0			4.9	0	0	0	0	0	0.00	0.00		0.0	0.0	0.000	0.000	0.000
11	0			4.9	0	0	0	0	0	0.00	0.00		0.0	0.0	0.000	0.000	0.000
12	0			4.9	0	0	0	0	0	0.00	0.00		0.0	0.0	0.000	0.000	0.000
13	0			4.9	0	0	0	0	0	0.00	0.00		0.0	0.0	0.000	0.000	0.000
14	0			4.9	0	0	0	0	0	0.00	0.00		0.0	0.0	0.000	0.000	0.000
15	0			4.9	0	0	0	0	0	0.00	0.00		0.0	0.0	0.000	0.000	0.000
16	0			4.9	0	0	0	0	0	0.00	0.00		0.0	0.0	0.000	0.000	0.000
17	0			4.9	0	0	0	0	0	0.00	0.00		0.0	0.0	0.000	0.000	0.000
18	0			4.9	0	0	0	0	0	0.00	0.00		0.0	0.0	0.000	0.000	0.000
19	0			4.9	0	0	0	0	0	0.00	0.00		0.0	0.0	0.000	0.000	0.000
20	0			4.9	0	0	0	0	0	0.00	0.00		0.0	0.0	0.000	0.000	0.000

11.0 Ekvivalentní otáčky a ekvivalentní axiální zatížení (ISO3408-5)

11.1 Přenos hodnot do odstavce [3.0]

11.2 Počet různých podmínek zatížení

8

11.3 Typ matice

B. S předepnutím (dvojitá matice, velikost kuliček, rozdílné stoupání

11.4 Předepnutí kuličkové matice

Fpr [N] 1700.00 ~ 750

11.5 Limitující axiální zatížení

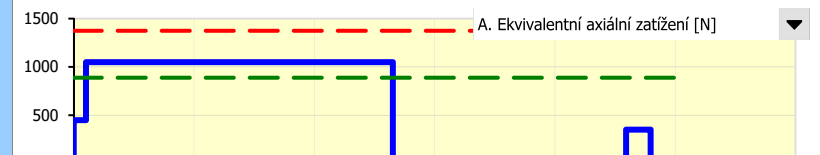
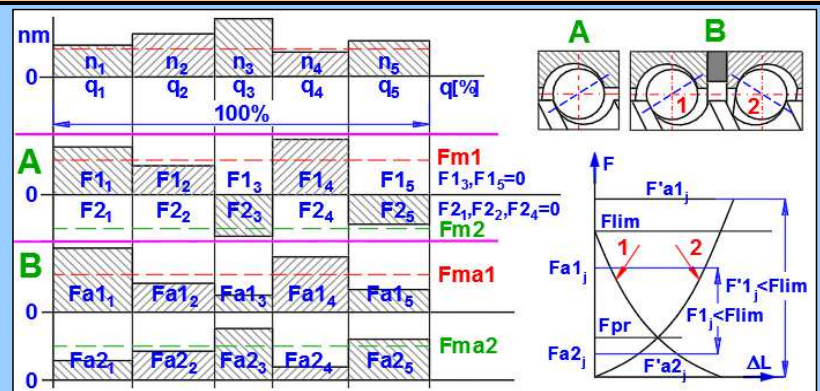
Flim [N] 4808.33

11.6 Provozní faktor předpětí

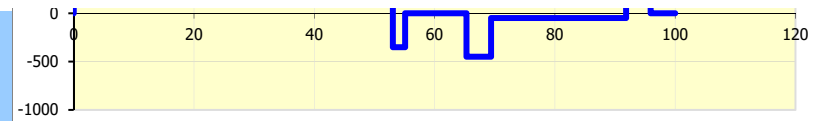
fop [~] 0.60

11.7 Tabulka zatížení

i	F1,2j [N]	Fa1j [N]	Fa2j [N]	nj [1/min]	q [%]	tj [s]	Popis
1	449.1	1267.2	818.1	600.0	2.0	0.10	
2	1049.1	1624.2	575.2	1200.0	51.0	2.50	
3	-351.0	860.7	1211.7	600.0	2.0	0.10	
4	0.0	1020.0	1020.0	0.0	10.2	0.50	
5	-449.1	818.1	1267.2	1200.0	4.1	0.20	
6	-49.1	997.1	1046.1	2400.0	22.4	1.10	
7	351.0	1211.7	860.7	1200.0	4.1	0.20	
8	0.0	1020.0	1020.0	0.0	4.1	0.20	
9		0	0				



10		0	0			
11		0	0			
12		0	0			
13		0	0			
14		0	0			
15		0	0			
16		0	0			
17		0	0			
18		0	0			
19		0	0			
20		0	0			



11.8 Ekvivalentní a maximální otáčky a zatížení

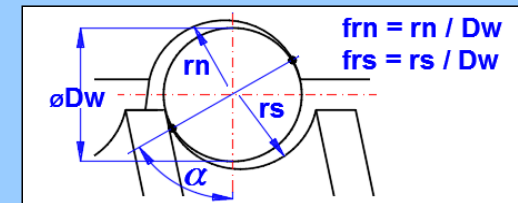
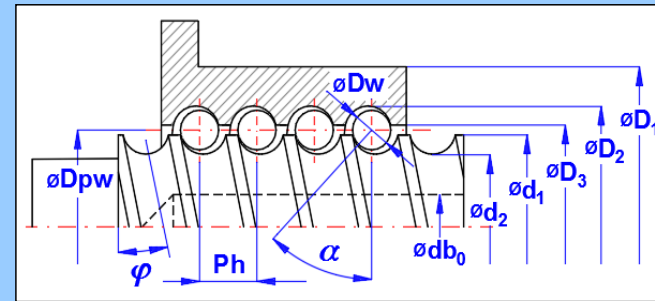
11.9 Ekvivalentní otáčky	nm1	1273.47	[/min]
11.10 Ekvivalentní otáčky	nm2	1273.47	[/min]
11.11 Maximální rychlost otáčení	nmax	2400.0	[/min]
11.12 Ekvivalentní axiální zatížení	Fma1	1374.1	[N]
11.13 Ekvivalentní aktuální axiální zatížení	Fma2	888.3	[N]
11.14 Maximální axiální zatížení	Fmax	1624.2	[N]

12.0 Výpočet základní a modifikované statické a dynamické únosnosti (ISO3408-5, ANSI B5.48)

12.1 Přenos hodnot do odstavce [3.0]

12.2 Vstupní parametry

12.3 Počet pracovních závitů (matice)	i	3.00	[~]	<input checked="" type="checkbox"/>
12.4 Počet nezatížených kuliček ve vratném systému	zu	0	[~]	
12.5 Jmenovitý průměr	d1	32.000	[mm]	
12.6 Průměr kuličky	Dw	5.5560	[mm]	
12.7 Stoupání	Ph	20.000	[mm]	
12.8 Roztečný průměr	Dpw	33.389	[mm]	<input checked="" type="checkbox"/>
12.9 Úhel stoupání	φ	10.7949	[deg]	
12.10 Úhel dosedu kuličky	α	45	[deg]	
12.11 Poměr (rn/Dw)	frn	0.550	0.550 - Podle ISO 3408	<input type="text"/>
12.12 Poměr (rs/Dw)	frs	0.550	0.550 - Podle ISO 3408	<input type="text"/>
12.13 Počet efektivně zatížených kuliček na otáčku závitů	z1	19	[~]	



12.14 Základní statická axiální únosnost C0a

12.15 Charakteristická hodnota pro výpočet základní statické únosnosti	k0	43.21054944	[~]	
12.16 Poloměry vzájemného zakřivení	ro11,ro21	0.359971202	[1/mm]	
12.17 Poloměry vzájemného zakřivení	ro12	-0.327246548	[1/mm]	
12.18 Poloměry vzájemného zakřivení	ro22	0.048004021	[1/mm]	
12.19 Základní statická axiální únosnost C0a	C0a	52810.5	[N]	

12.20 Základní dynamická axiální únosnost Ca

12.21 Dynamická únosnost kuličkového šroubu na jeden pracovní závit	Ci	8568.5	[N]	
12.22 Exponent pro výpočet Cs	exp	0.86	0.86 ... ISO 3408-5	<input type="text"/>
12.23 Dynamická únosnost hřídele kuličkového šroubu na jeden pracovní závit	Cs	9177.4	[N]	
12.24 Dynamická únosnost kuličkové matice na jeden pracovní závit	Cn	13793.3	[N]	
12.25 Geometrický součinitel	fc	81.12787358	[~]	
12.26 Geometrický součinitel	f1	7.642977396	[~]	
12.27 Geometrický součinitel	f2	0.426108899	[~]	
12.28 Geometrický součinitel	f3	0.665353986	[~]	
12.29 Geometrický součinitel	gama	0.117664059	[~]	
12.30 Poměr Cs/Cn	Cs/Cn	0.665353986	[~]	
12.31 Základní dynamická axiální únosnost Ca	Ca	22040.9	[N]	

12.32 Modifikovaná statická a dynamická axiální únosnost C0am, Cam

12.33 Tvrdost povrchu	AH	654.00	[HV10]	
-----------------------	----	--------	--------	--

12.34	Součinitel tvrdosti pro statickou axiální únosnost	fh0	1.00	[~]
12.35	Součinitel toleranční třídy	fac	1.00	[~]
12.36	Modifikovaná statická axiální únosnost	C0am	52810.5	[N]
12.37	Faktor tvrdosti pro dynamickou axiální únosnost	fh	1.00	[~]
12.38	Součinitel zpracování materiálu	fm	1.00	[~]
12.39	Modifikovaná dynamická axiální únosnost	Cam	22040.9	[N]
12.40	Základní únosnost (ANSI B5.48-1977)			
12.41	Základní únosnost (jmenovitá životnost 1 000 000 palců)	Pi	4935.3	[lbf]
12.42	Základní statická únosnost (Imperial)	Ti	27272.9	[lbf]
12.43	Jmenovitá životnost pro X palců	LIix	1000000	[in]
12.44	Únosnost pro pracovní dráhu jinou než milión palců	Pix	4935.3	[lbf]
12.45	Základní únosnost (jmenovitá životnost 25 400 metrů)	Pm	21956.6	[N]
12.46	Základní statická únosnost (Metricky)	Tm	121320.3	[N]
12.47	Jmenovitá životnost pro Y metrů	LImy	25400	[m]
12.48	Únosnost pro pracovní dráhu jinou než 25400 metrů	Pmy	21956.6	[N]
12.49	Přepoččet Pi na Ca	Ca'	23773.7	[N]
12.50	Generování tabulek kuličkových šroubů ISO a ANSI			
12.51	Generování C0am a Cam do ISO tabulky			100% OK
12.52	Generování Pix a Ti do ANSI tabulky			100% OK

13.0 Grafický výstup, CAD systémy

13.1	Výstup 2D výkresu do:	DXF File		
13.2	Měřítko 2D výkresu	Automatic		
13.3	Počet závitů šroubu na výkrese	nts	60	60 [~] <input checked="" type="checkbox"/>
13.4	Počet závitů matice na výkrese	ntn	3	3 [~]
13.5	Délka kuličkové matice	Ln	184	184 [mm]
13.6	Posunutí matice zleva (v počtu závitů)	k	27	27 [~]

