



- i Výpočet bez chyb.
- ii Informace o projektu

Kapitola vstupních parametrů

1.0 Výběr materiálu a nastavení jednotek

1.1	Jednotky výpočtu	SI Units (N, mm, kW...)	
1.2	Materiál	Konstrukční ocel EC 3, EN 10025; Fe 360 / Sy=235 MPa	
1.3	Modul pružnosti v tahu	E	210000 [MPa] <input checked="" type="checkbox"/>
1.4	Modul pružnosti ve smyku	G	80769 [MPa]
1.5	Poissonova konstanta	ν	0.300
1.6	Teplotní roztažnost	γ	11.700 [m/m/C*e-6]
1.7	Měrná hmotnost	Ro	7850.00 [kg/m^3]
1.8	Mez pevnosti v kluzu	σ_y	235.00 [MPa]

2.0 Válcové skořepiny (tenkostěnné)

2.1 Tvar a způsob zatížení

03. Jednotný vnitřní nebo vnější přetlak (uzavřené konce)

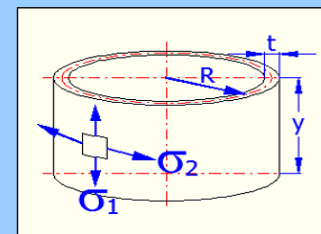
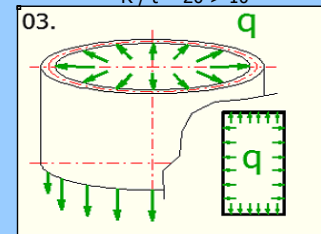
2.2	Tloušťka skořepiny	t	10.000	[mm]
2.3	Poloměr zaoblení (střední poloměr)	R	200.000	[mm]
2.4	Délka válcové skořepiny	y	508.000	[mm]
2.5	Délka válcové skořepiny	l		[mm]
2.6	Síla na délkovou jednotku / Celková síla	P		[N]
2.7	Zatížení na jednotku plochy	q	10.000	[MPa]
2.8	Rychlost	ω		[rpm]

2.9 Výsledky

2.10	Poměr poloměru zaoblení a tloušťky stěny	R / t	20.000	
2.11	Hmotnost skořepiny	m	50.11	[kg]
2.12	Meridiální napětí	σ_1	100.00	[MPa]
2.13	Obvodové napětí	σ_2	200.00	[MPa]
2.14	Radiální změna obvodové kružnice	dR	0.1619048	[mm]
2.15	Změna výškového rozměru	dy	0.0967619	[mm]
2.16	Natočení povrchové přímky z nezátížené pozice	Ψ	0.0000E+00	[deg]

Podmínky:

$R / t = 20 > 10$



3.0 Kuželové skořepiny (tenkostěnné)

3.1 Tvar a způsob zatížení

01. Jednotný vnitřní nebo vnější přetlak, tangenciální podpora

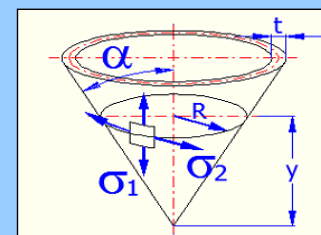
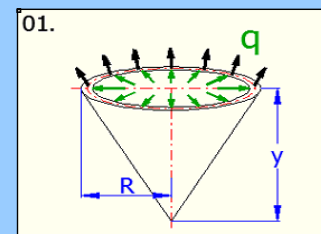
3.2	Tloušťka skořepiny	t	10.000	[mm]
3.3	Poloměr zaoblení (střední poloměr)	R	200.000	[mm]
3.4	Délka kuželové skořepiny	y	549.495	[mm]
3.5	Poloviční úhel kužele	α	20.000	[deg]
3.6	Poloměr zaoblení (střední poloměr)	r		[mm]
3.7	Hloubka naplnění kapalinou	d		[mm]
3.8	Měrná hmotnost kapaliny	Ro		[kg/m^3]
3.9	Síla na délkovou jednotku / Celková síla	p		[N/mm]
3.10	Zatížení na jednotku plochy	q	10.000	[MPa]
3.11	Rychlost	ω		[rpm]

3.12 Výsledky

3.13	Poměr poloměru zaoblení a tloušťky stěny	R / t	20.000	
3.14	Hmotnost skořepiny	m	28.842	[kg]
3.15	Meridiální napětí	σ_1	106.42	[MPa]
3.16	Obvodové napětí	σ_2	212.83	[MPa]
3.17	Radiální změna obvodové kružnice	dR	0.172295449	[mm]
3.18	Změna výškového rozměru	dy	0.0003588	[mm]
3.19	Natočení povrchové přímky z nezátížené pozice	Ψ	0.0317033	[deg]
3.20	Meridiální napětí - max. hodnota	σ_{1max}	~	[MPa]
3.21	Obvodové napětí - max.hodnota	σ_{2max}	~	[MPa]

Podmínky:

$R / t = 20 > 10$



4.0 Kulové skořepiny (tenkostěnné)

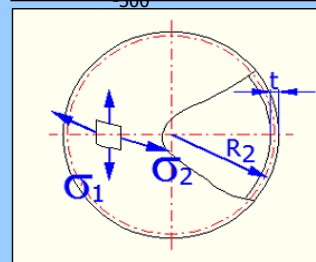
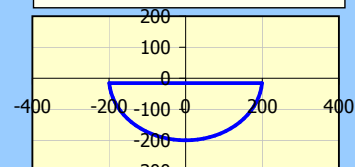
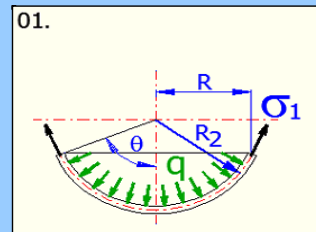
4.1 Tvar a způsob zatížení

01. Jednotný vnitřní nebo vnější přetlak, tangenciální podpora

4.2 Tloušťka skořepiny	t	10.000	[mm]
4.3 Střední poloměr kulové skořepiny	R2	200.000	[mm]
4.4 Úhel od osy k okraji	θ	90.000	[deg]
4.5 Úhel od osy k okraji	θ_0		[deg]
4.6 Vzdálenost od osy k hraně	R	200.000	[mm]
4.7 Vzdálenost od osy k hraně	r		[mm]
4.8 Výška sekce	y	200.000	[mm]
4.9 Hloubka naplnění kapalinou	d		[mm]
4.10 Měrná hmotnost kapaliny	Ro		[kg/m ³]
4.11 Síla na délkovou jednotku / Celková síla	p		[N/mm]
4.12 Zatížení na jednotku plochy	q	10.000	[MPa]
4.13 Rychlost	ω		[rpm]
4.14 Výsledky			
4.15 Poměr poloměru zaoblení a tloušťky stěny	R2 / t	20.000	
4.16 Hmotnost skořepiny	m	19.729	[kg]
4.17 Meridiální napětí	σ_1	100.00	[MPa]
4.18 Obvodové napětí	σ_2	100.00	[MPa]
4.19 Radiální změna obvodové kružnice	dR	0.0666667	[mm]
4.20 Radiální změna obvodové kružnice	dR2	0.0666667	[mm]
4.21 Změna výškového rozměru	dy	0.0666667	[mm]
4.22 Natočení povrchové přímky z nezátížené pozice	Ψ	0.00000000	[deg]
4.23 Hmotnost kapaliny	mL		[kg]

Podmínky:

$$R2 / t = 20 > 10$$

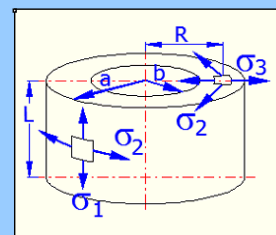


5.0 Válcové a kulové skořepiny (tlustostěnné)

5.1 Tvar a způsob zatížení

01. Válec - Jednotný vnitřní radiální tlak, axiální tlak nulový (nebo externě vyrušený), pro disk nebo skořepinu

5.2 Vnější poloměr	a	200.000	[mm]
5.3 Vnitřní poloměr	b	160.000	[mm]
5.4 Délka válcové skořepiny	L	500.000	[mm]
5.5 Zatížení na jednotku plochy	q	10.000	[MPa]
5.6 Výsledky			
5.7 Hmotnost skořepiny	m	177.562	[kg]
5.8 Napětí v podélném směru	σ_{1max}	0.00	[MPa]
5.9 Napětí v obvodovém směru	σ_{2max}	45.56	[MPa]
5.10 Napětí v radiálním směru	σ_{3max}	-10.00	[MPa]
5.11 Smykové napětí (max.) na vnitřním poloměru	τ_{max}	27.78	[MPa]
5.12 Změna vnějšího poloměru	da	0.03386243	[mm]
5.13 Změna vnitřního poloměru	db	0.03699471	[mm]
5.14 Změna délky	dL	-0.02540	[mm]
5.15 Bod zájmu podél poloměru	R [mm]	161.600	<160...200>
5.16 Napětí v podélném směru	σ_1	0.00	[MPa]
5.17 Napětí v obvodovém směru	σ_2	45.01	[MPa]
5.18 Napětí v radiálním směru	σ_3	-9.45	[MPa]



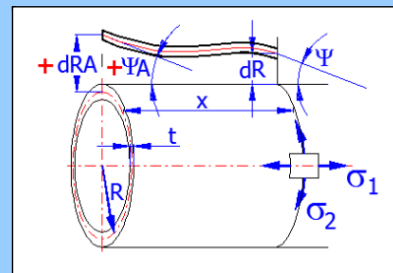
6.0 Válcové skořepiny zatížené koncovým momentem, radiální silou, přetlakem a axiální silou

6.1 První výpočet (levá strana)

6.2	Modul pružnosti v tahu	E	210000	[MPa]	<input checked="" type="checkbox"/>
6.3	Poissonova konstanta	ν	0.300		
6.4	Poloměr zaoblení (střední poloměr)	R	200.000	[mm]	
6.5	Tloušťka skořepiny	t	5.000	[mm]	
6.6	Zatížení na jednotku plochy	q	10.000	[MPa]	
6.7	Axiální síla od působení tlaku q	Fx	975.156	[N/mm]	
6.8	Síla na délkovou jednotku / Celková síla	p	0.000	[N/mm]	Síla/mm ▼
6.9	Síla na délkovou jednotku (obvod)	Vo	53.741	[N/mm]	
6.10	Moment na délkovou jednotku (obvod)	Mo	0.422	[Nm/mm]	

Podmínky:

$L > 148.53$ [mm]; $R / t = 40 > 10$

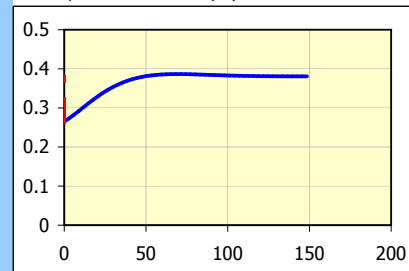


6.11 Výsledky

6.12	Změna poloměru na obvodu (A)	dRA	0.265148591	[mm]	
6.13	Změna meridiálního natočení (A)	ΨA	-0.143595281	[deg]	
6.14	Souřadnice, kde jsou počítané hodnoty	x	0.00000	[mm]	
6.15	Výsledky pro typ zatížení a typ grafu	Sum			
6.16	Meridiální radiální posuvná síla	V(x)	-53.74089	[N/mm]	
6.17	Meridiální ohybový moment	M(x)	0.42180	[Nm/mm]	
6.18	Změna poloměru na obvodu	dR(x)	0.26515	[mm]	
6.19	Změna meridiálního natočení	$\Psi(x)$	-0.14360	[deg]	
6.20	Meridiální membránové napětí	$\sigma_1(x)$	0.00	[MPa]	
6.21	Obvodové membránové napětí	$\sigma_2(x)$	279.91	[MPa]	
6.22	Meridiální ohybové napětí	$\sigma_1'(x)$	-101.23	[MPa]	
6.23	Obvodové ohybové napětí	$\sigma_2'(x)$	-30.37	[MPa]	
6.24	Meridiální smykové napětí	$\tau_1(\omega)$	-10.75	[MPa]	

do: 148.53000

Změna poloměru na obvodu (dR)



6.25 Druhý výpočet (pravá strana)

6.26	Modul pružnosti v tahu	E	210000	[MPa]	<input checked="" type="checkbox"/>
6.27	Poissonova konstanta	ν	0.300		
6.28	Poloměr zaoblení (střední poloměr)	R	200.000	[mm]	
6.29	Tloušťka skořepiny	t	10.000	[mm]	
6.30	Zatížení na jednotku plochy	q	10.000	[MPa]	
6.31	Axiální síla od působení tlaku q	Fx	950.625	[N/mm]	
6.32	Síla na délkovou jednotku / Celková síla	p	0.000	[N/mm]	Síla/mm ▼
6.33	Síla na délkovou jednotku (obvod)	Vo	-53.741	[N/mm]	
6.34	Moment na délkovou jednotku (obvod)	Mo	0.422	[Nm/mm]	

Podmínky:

$L > 211.34$ [mm]; $R / t = 20 > 10$

6.35 Výsledky

6.36	Změna poloměru na obvodu (A)	dR	0.265147667	[mm]	
6.37	Změna meridiálního natočení (A)	ΨA	0.143595281	[deg]	

7.0 Kulové skořepiny zatížené koncovým momentem, radiální silou, přetlakem a axiální silou

7.1 První výpočet (levá strana)

7.2	Modul pružnosti v tahu	E	210000	[MPa]	<input checked="" type="checkbox"/>
7.3	Poissonova konstanta	ν	0.300		
7.4	Úhel od osy k okraji	ϕ	150.000	[deg]	
7.5	Tloušťka skořepiny	t	6.350	[mm]	
7.6	Střední poloměr kulové skořepiny	-> R2	R2	304.800	[mm]
7.7	Vzdálenost od osy k hraně	R	152.400	[mm]	
7.8	Zatížení na jednotku plochy	q	0.069	[MPa]	
7.9	Tečná síla od působení tlaku q	Ft	9.650	[N/mm]	
7.10	Radiální složka tečné síly Ft	Fty	-8.357	[N/mm]	
7.11	Axiální složka tečné síly Ft	Ftx	4.825	[N/mm]	
7.12	Síla na délkovou jednotku / Celková síla	Síla/mm	p	4.825	[N/mm]
7.13	Síla na délkovou jednotku (obvod)	Vo	-4.312	[N/mm]	
7.14	Moment na délkovou jednotku (obvod)	Mo	-0.038	[Nm/mm]	

7.15 Výsledky

7.16	Změna poloměru na obvodu	dRA($\omega=0$)	0.003330745	[mm]	
7.17	Změna meridiálního natočení	Ψ A($\omega=0$)	-0.000307044	[deg]	
7.18	Souřadnice, kde jsou počítané hodnoty	ω	0.000	[deg]	
7.19	Výsledky pro typ zatížení a typ grafu	Sum			
7.20	Meridiální radiální posuvná síla	V(ω)	2.15618	[N/mm]	
7.21	Meridiální ohybový moment	M1(ω)	-0.03770	[Nm/mm]	
7.22	Obvodový ohybový moment	M2(ω)	-0.01117	[Nm/mm]	
7.23	Změna poloměru na obvodu	dR(ω)	0.0033307	[mm]	
7.24	Změna meridiálního natočení	Ψ (ω)	-0.0003070	[deg]	
7.25	Meridiální membránové napětí	σ_1 (ω)	1.07	[MPa]	
7.26	Obvodové membránové napětí	σ_2 (ω)	4.91	[MPa]	
7.27	Meridiální ohybové napětí	σ_1' (ω)	5.61	[MPa]	
7.28	Obvodové ohybové napětí	σ_2' (ω)	1.66	[MPa]	
7.29	Meridiální smykové napětí	τ_2 (ω)	0.34	[MPa]	

7.30 Druhý výpočet (pravá strana)

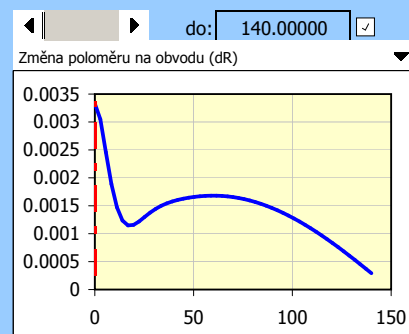
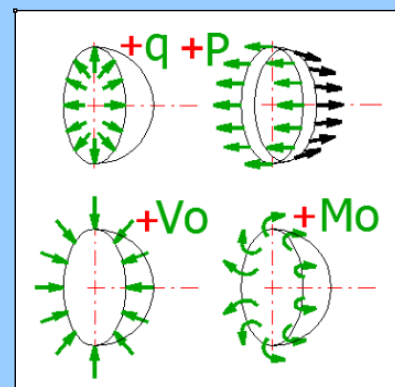
7.31	Modul pružnosti v tahu	E	210000	[MPa]	<input checked="" type="checkbox"/>
7.32	Poissonova konstanta	ν	0.300		
7.33	Úhel od osy k okraji	ϕ	150.000	[deg]	
7.34	Tloušťka skořepiny	t	6.350	[mm]	
7.35	Střední poloměr kulové skořepiny	-> R	R2	304.800	[mm]
7.36	Vzdálenost od osy k hraně	R	152.400	[mm]	
7.37	Zatížení na jednotku plochy	q	0.069	[MPa]	
7.38	Tečná síla od působení tlaku q	Ft	9.650	[N/mm]	
7.39	Radiální složka tečné síly Ft	Fty	-8.357	[N/mm]	
7.40	Axiální složka tečné síly Ft	Ftx	4.825	[N/mm]	
7.41	Síla na délkovou jednotku / Celková síla	Síla/mm	p	4.825	[N/mm]
7.42	Síla na délkovou jednotku (obvod)	Vo	-8.357	[N/mm]	
7.43	Moment na délkovou jednotku (obvod)	Mo	-0.072	[Nm/mm]	

7.44 Výsledky

7.45	Změna poloměru na obvodu	dR($\omega=0$)	0.005755321	[mm]	
7.46	Změna meridiálního natočení	Ψ ($\omega=0$)	1.2424E-17	[deg]	

Podmínky:

$$19.3 < \phi < 160.7 \quad R2 / t = 48 > 10$$



Podmínky:

$$19.3 < \phi < 160.7 \quad R2 / t = 48 > 10$$

$$\phi = 30 \quad \phi = 150$$

8.0 Kuželové skořepiny zatížené koncovým momentem, radiální silou, přetlakem a axiální silou

8.1 První výpočet (levá strana)

8.2	Modul pružnosti v tahu	E	210000	[MPa]	<input checked="" type="checkbox"/>
8.3	Poissonova konstanta	ν	0.300		
8.4	Poloměr zaoblení (střední poloměr)	RA	200.000	[mm]	
8.5	Tloušťka skořepiny	t	10.000	[mm]	
8.6	Poloviční úhel kužele	α	10.000	[deg]	
8.7	Zatížení na jednotku plochy	q	10.000	[MPa]	
8.8	Tečná síla od působení tlaku q	Ft	964.522	[N/mm]	
8.9	Radiální složka tečné síly Ft	Fty	167.487	[N/mm]	
8.10	Axiální složka tečné síly Ft	Ftx	949.868	[N/mm]	
8.11	Síla na délkovou jednotku / Celková síla	p	4.825	[N/mm]	Síla/mm ▼
8.12	Síla na délkovou jednotku (obvod)	Vo	-3.194	[N/mm]	
8.13	Moment na délkovou jednotku (obvod)	Mo	-0.038	[Nm/mm]	

8.14 Výsledky

8.15	Změna poloměru na obvodu (A)	dRA	0.194074528	[mm]	
8.16	Změna meridiálního natočení (A)	Ψ_A	0.02108924	[deg]	
8.17	Souřadnice, kde jsou počítané hodnoty	x	0.00000	[mm]	
8.18	Výsledky pro typ zatížení a typ grafu	Sum			
8.19	Poloměr zaoblení (střední radius) v bodě x	R	200.00000	[mm]	
8.20	Tečná meridiální posuvná síla	N1(x)	56.35401	[N/mm]	
8.21	Tečná obvodová posuvná síla	N2(x)	2054.67397	[N/mm]	
8.22	Meridiální ohybový moment	M1(x)	-0.03770	[Nm/mm]	
8.23	Obvodový ohybový moment	M2(x)	-0.01083	[Nm/mm]	
8.24	Změna poloměru na obvodu	dR(x)	0.19407	[mm]	
8.25	Změna meridiálního natočení	$\Psi(x)$	0.02109	[deg]	
8.26	Meridiální membránové napětí	$\sigma_1(x)$	5.64	[MPa]	
8.27	Obvodové membránové napětí	$\sigma_2(x)$	205.47	[MPa]	
8.28	Meridiální ohybové napětí	$\sigma'_1(x)$	2.26	[MPa]	
8.29	Obvodové ohybové napětí	$\sigma'_2(x)$	0.65	[MPa]	
8.30	Meridiální radiální posuvná síla	V1(x)	0.12	[N/mm]	

8.31 Druhý výpočet (pravá strana)

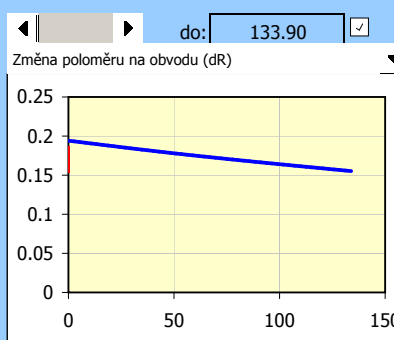
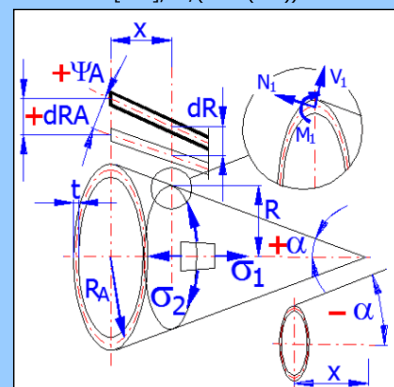
8.32	Modul pružnosti v tahu	E	210000	[MPa]	<input checked="" type="checkbox"/>
8.33	Poissonova konstanta	ν	0.300		
8.34	Poloměr zaoblení (střední poloměr)	RA	200.000	[mm]	
8.35	Tloušťka skořepiny	t	5.000	[mm]	
8.36	Poloviční úhel kužele	α	20.000	[deg]	
8.37	Zatížení na jednotku plochy	q	10.000	[MPa]	
8.38	Tečná síla od působení tlaku q	Ft	1036.049	[N/mm]	
8.39	Radiální složka tečné síly Ft	Fty	354.350	[N/mm]	
8.40	Axiální složka tečné síly Ft	Ftx	973.568	[N/mm]	
8.41	Síla na délkovou jednotku / Celková síla	p	852.493	[N/mm]	Síla/mm ▼
8.42	Síla na délkovou jednotku (obvod)	Vo	310.282	[N/mm]	
8.43	Moment na délkovou jednotku (obvod)	Mo	4.735	[Nm/mm]	

8.44 Výsledky

8.45	Změna poloměru na obvodu (A)	dR	0.027168865	[mm]	
8.46	Změna meridiálního natočení (A)	Ψ_A	0.691257072	[deg]	

Podmínky: $\text{abs}(k)=87.3>5$

$L>133.9$ [mm]; $R/(t*\cos(\alpha))=17.9>10$



Podmínky: $\text{abs}(k)=59.5>5$

$L>91.25$ [mm]; $R/(t*\cos(\alpha))=35.5>10$

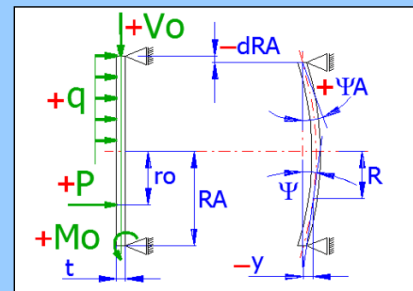
9.0 Kruhové desky zatížené koncovým momentem, radiální silou, přetlakem a axiální silou

9.1 Kruhová deska

9.2 Modul pružnosti v tahu	E	210000	[MPa]	<input checked="" type="checkbox"/>
9.3 Poissonova konstanta	ν	0.300		
9.4 Vnější poloměr	RA	200.000	[mm]	
9.5 Tloušťka desky	t	10.000	[mm]	
9.6 Zatížení na jednotku plochy	q	0.500	[MPa]	
9.7 Celková velikost síly	P	0.000	[N]	
9.8 Poloměr zatížení P	ro	0.000	[mm]	
9.9 Síla na délkovou jednotku (obvod)	Vo	0.000	[N/mm]	
9.10 Moment na délkovou jednotku (obvod)	Mo	0.000	[Nm/mm]	

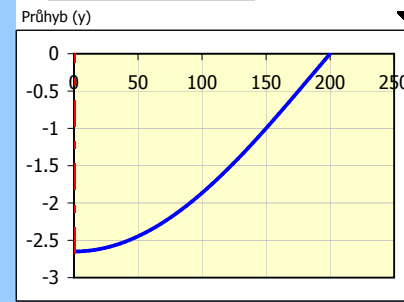
Podmínky:

$Ra / t = 20 > 10; y_{max} < t / 2$



9.11 Výsledky

9.12 Změna poloměru na obvodu (A)	dRA	-0.021547348	[mm]
9.13 Změna natočení (A)	Ψ_A	1.14591559	[deg]
9.14 Souřadnice, kde jsou počítané hodnoty	R	0.00000	[mm]
9.15 Výsledky pro typ zatížení a typ grafu	Sum		
9.16 Průhyb	$\gamma(R)$	-2.65000	[mm]
9.17 Natočení	$\Psi(R)$	0.00002	[deg]
9.18 Radiální ohybový moment	$M_r(R)$	4.12497	[Nm/mm]
9.19 Tangenciální ohybový moment	$M_t(R)$	4.12497	[Nm/mm]
9.20 Smykové napětí	$\tau(R)$	-0.00063	[MPa]
9.21 Radiální ohybové napětí	$\sigma_r(R)$	247.499	[MPa]
9.22 Tangenciální ohybové napětí	$\sigma_t(R)$	247.499	[MPa]
9.23 Průhyb max.	$\gamma(max)$	0.00000	[mm]
9.24 Průhyb min.	$\gamma(min)$	-2.65000	[mm]



? Kapitola doplňků

10.0 Řešení spojení dvou skořepin a dalších staticky neurčitých úloh

10.1 Typ spojení, uvolnění, vzorce 10.2 Odstranit vzorce

01. Válec - Válec (vnitřní/vnější přetlak + osová zatížení), $R1=R2$, $dR1=dR2$, $\Psi_{s1}=-\Psi_{s2}$

10.3 Počet kroků aproximace	i	10
10.4 Citlivost vyhodnocení rovnice		1000 100000
10.5 Měněný parametr 1	Variable1	53.74100242
10.6 Měněný parametr 2	Variable2	0.421801016
10.7 Měněný parametr 3	Variable3	0
10.8 Rovnice 1		0.000924072
10.9 Výsledek 1	=	0.000
10.10 Rovnice 2		0.000000
10.11 Výsledek 2	=	0.000
10.12 Rovnice 3		0.000000
10.13 Výsledek 3	=	0.000

