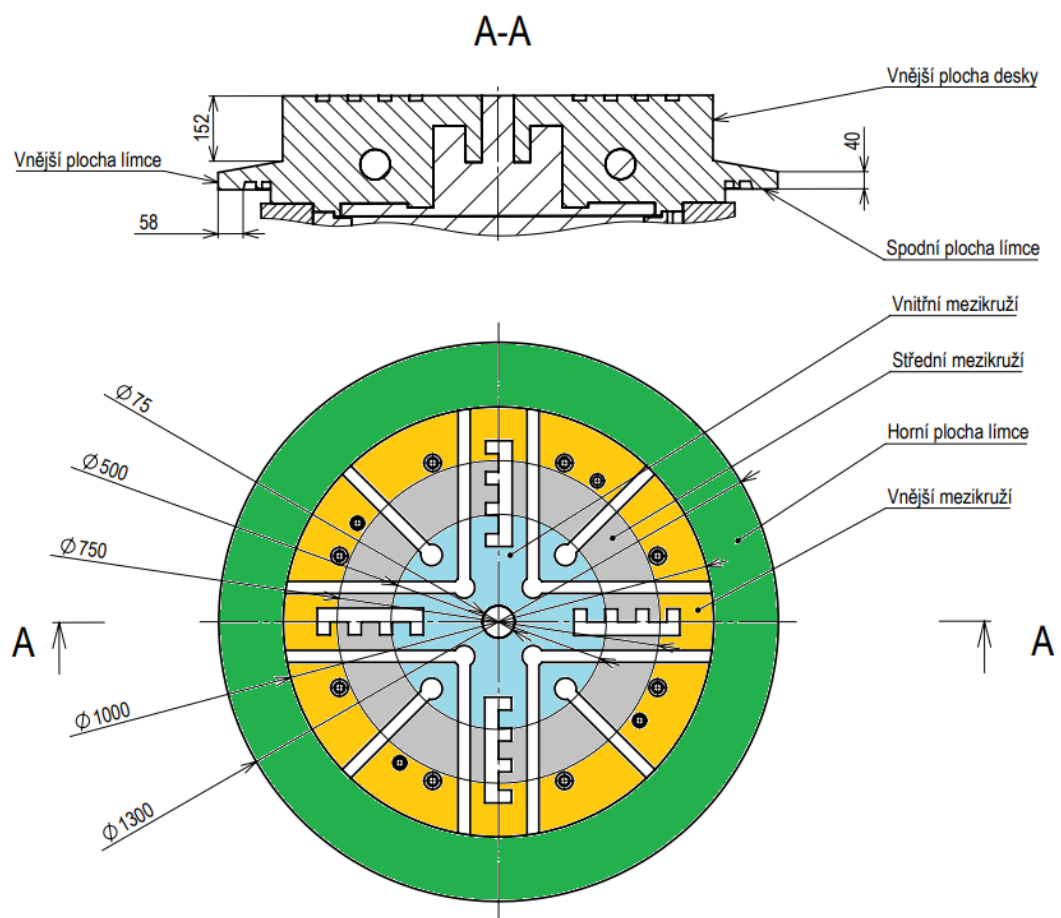


Příloha 2

Výpočty konvekce povrchu upínací desky

Pro stanovení se tedy použil výpočet izotermické ploché desky ofukované vzduchem.

Výpočty plochy spočívají v převedení mezikruží na obdélník, kde délka L je pro zjednodušení obvod středního mezikruží. Rychlost toku se uvažuje jako obvodová rychlost také středního mezikruží



Obrázek 1 Rozdělení povrchu desky pro stanovení konvekce

Vnitřní mezikruží

Vnitřní průměr	D_1	0,075	[m]
Vnější průměr	D_2	0,500	[m]
Šířka mezikruží	W	0,2125	[m]
Střední průměr	D_s	0,288	[m]
Obvod středního průměru	L	0,903	[m]
Střední rychlost upínací části desky	U_s	4,74	[m/s]

Vlastnosti kapaliny při teplotě filmu (výchozí nastavení je pro vzduch při 20 °C)			
Teplota filmu tekutiny = $(T_p + T_a) / 2$	T_f	24,9	[°C]
Specifické teplo	C_{str}	1007	[J/kg°C]
Tepelná vodivost	k	0,0261	[W/m°C]
Dynamická viskozita	μ	0,0000185	[kg/ms]
Hustota	ρ	1,201	[kg/m ³]
Kinematická viskozita = μ/ρ	ν	1,54038E-05	[Pa·s]

Rozměry desky			
Šířka desky (přes tok)	W_d	0,213	[m]
Délka desky (podél toku)	L_d	0,903	[m]
Teplota desky	T_p	28,9	[°C]
Teplota okolí	T_a	21	[°C]
Rychlost proudění	u_m	4,74	[m/s]

Výsledky			
Prandtlovo číslo = ν/a	Pr	0,714	[-]
Reynoldsovo číslo = $u_m \cdot L/\nu$	Re	278039,20	[-]
Nusseltovo číslo	Nu		[-]
Laminární proudění $0,664 \cdot Re^{0,5} \cdot Pr^{0,33}$ ($Re > 3 \cdot 10^5$)		312,90	[-]
Turbulentní proudění $Pr^{0,33} \cdot (0,037 \cdot Re^{0,8}) - 871$		-29,11	[-]

Nusseltovo číslo použitého proudění	Nu	312,9	[-]
Koeficient přenosu tepla = $Nu \cdot k/L$	h	9,04	[W/m ² °C]
Teplo odvedené z desky = $h \cdot W \cdot L \cdot (T_p - T_a)$	q	13,68	[W]

Střední mezikruží

Vnitřní průměr	D_2	0,500	[m]
Vnější průměr	D_3	0,750	[m]
Šířka mezikruží	W	0,125	[m]
Střední průměr	D_s	0,625	[m]
Obvod středního průměru	L	1,963	[m]
Střední rychlost upínací části desky	U_s	10,31	[m/s]

Vlastnosti kapaliny při teplotě filmu (výchozí nastavení je pro vzduch při 20 °C)			
Teplota filmu tekutiny = $(T_p + T_a) / 2$	T_f	24,9	[°C]
Specifické teplo	C_{str}	1007	[J/kg°C]
Tepelná vodivost	k	0,0261	[W/m°C]
Dynamická viskozita	μ	0,0000185	[kg/ms]
Hustota	ρ	1,201	[kg/m ³]
Kinematická viskozita= μ/ρ	ν	1,54038E-05	[Pa·s]

Rozměry desky			
Šířka desky (přes tok)	W_d	0,125	[m]
Délka desky (podél toku)	L_d	1,963	[m]
Teplota desky	T_p	28,9	[°C]
Teplota okolí	T_a	21	[°C]
Rychlost proudění	u_m	10,31	[m/s]

Výsledky			
Prandtlovo číslo= ν/a	Pr	0,714	[-]
Reynoldsovo číslo = $u_m \cdot L/\nu$	Re	1313984,864	[-]
Nusseltovo číslo	Nu		[-]
Laminární proudění $0,664 \cdot Re^{0,5} \cdot Pr^{0,33}$ ($Re > 3 \cdot 10^5$)		680,2	[-]
Turbulentní proudění $Pr^{0,33} \cdot (0,037 \cdot Re^{0,8}) - 871$		1819,4	[-]

Nusseltovo číslo použitého proudění	Nu	1819,38	[-]
Koeficient přenosu tepla = $Nu \cdot k/L$	h	24,18	[W/m ² °C]
Teplo odvedené z desky = $h \cdot W \cdot L \cdot (T_p - T_a)$	q	46,80	[W]

Vnější mezikruží

Vnitřní průměr	D_3	0,750	[m]
Vnější průměr	D_4	1,000	[m]
Šířka mezikruží	W	0,125	[m]
Střední průměr	D_s	0,875	[m]
Obvod středního průměru	L	2,748	[m]
Střední rychlost upínací části desky	U_s	14,43	[m/s]

Vlastnosti kapaliny při teplotě filmu (výchozí nastavení je pro vzduch při 20 °C)			
Teplota filmu tekutiny = $(T_p + T_a) / 2$	T_f	24,9	[°C]
Specifické teplo	C_{str}	1007	[J/kg°C]
Tepelná vodivost	k	0,0261	[W/m°C]
Dynamická viskozita	μ	0,0000185	[kg/ms]
Hustota	ρ	1,201	[kg/m ³]
Kinematická viskozita = μ/ρ	ν	1,54038E-05	[Pa·s]

Rozměry desky			
Šířka desky (přes tok)	W_d	0,125	[m]
Délka desky (podél toku)	L_d	2,749	[m]
Teplota desky	T_p	28,9	[°C]
Teplota okolí	T_a	21	[°C]
Rychlost proudění	u_m	14,43	[m/s]

Výsledky			
Prandtlovo číslo = ν/a	Pr	0,714	[-]
Reynoldsovo číslo = $u_m \cdot L/\nu$	Re	2575410,3	[-]
Nusseltovo číslo	Nu		[-]
Laminární proudění $0,664 \cdot Re^{0,5} \cdot Pr^{0,33}$ ($Re > 3 \cdot 10^5$)		952,3	[-]
Turbulentní proudění $Pr^{0,33} \cdot (0,037 \cdot Re^{0,8} - 871)$		3672,7	[-]

Nusseltovo číslo použitého proudění	Nu	3672,71	[-]
Koeficient přenosu tepla = $Nu \cdot k/L$	h	34,87	[W/m ² °C]
Teplo odvedené z desky = $h \cdot W \cdot L \cdot (T_p - T_a)$	q	94,47	[W]

Horní plocha límce

Vnitřní průměr	D_4	1,000	[m]
Vnější průměr	D_5	1,300	[m]
Šířka mezikruží	W	0,15	[m]
Střední průměr	D_s	1,150	[m]
Obvod středního průměru	L	3,612	[m]
Střední rychlost upínací části desky	U_s	18,96	[m/s]

Vlastnosti kapaliny při teplotě filmu (výchozí nastavení je pro vzduch při 20 °C)			
Teplota filmu tekutiny = $(T_p + T_a) / 2$	T_f	24,9	[°C]
Specifické teplo	C_{str}	1007	[J/kg°C]
Tepelná vodivost	k	0,0261	[W/m°C]
Dynamická viskozita	μ	1,9E-05	[kg/ms]
Hustota	ρ	1,201	[kg/m ³]
Kinematická viskozita= μ/ρ	ν	1,5E-05	[Pa·s]

Rozměry desky			
Šířka desky (přes tok)	W_d	0,150	[m]
Délka desky (podél toku)	L_d	3,613	[m]
Teplota desky	T_p	28,9	[°C]
Teplota okolí	T_a	21	[°C]
Rychlost proudění	u_m	18,97	[m/s]

Výsledky			
Prandtlovo číslo= ν/a	Pr	0,714	[-]
Reynoldsovo číslo = $u_m \cdot L/\nu$	Re	4448627,2	[-]
Nusseltovo číslo	Nu		[-]
Laminární proudění $0,664 \cdot Re^{0,5} \cdot Pr^{0,33}$ ($Re > 3 \cdot 10^5$)		1251,6	[-]
Turbulentní proudění $Pr^{0,33} \cdot (0,037 \cdot Re^{0,8}) - 871$		6114,5	[-]

Nusseltovo číslo použitého proudění	Nu	6114,5	[-]
Koeficient přenosu tepla = $Nu \cdot k/L$	h	44,1	[W/m ² °C]
Teplo odvedené z desky = $h \cdot W \cdot L \cdot (T_p - T_a)$	q	188,7	[W]

Vnější plocha límce

Šířka mezikruží	W	0,04	[m]
Střední průměr	D_s	1,300	[m]
Obvod středního průměru	L	4,084	[m]
Střední rychlost upínací části desky	U_s	21,44	[m/s]

Vlastnosti kapaliny při teplotě filmu (výchozí nastavení je pro vzduch při 20 °C)			
Teplota filmu tekutiny = $(T_p + T_a) / 2$	T_f	24,9	[°C]
Specifické teplo	C_{str}	1007	[J/kg°C]
Tepelná vodivost	k	0,0261	[W/m°C]
Dynamická viskozita	μ	1,9E-05	[kg/ms]
Hustota	ρ	1,201	[kg/m³]
Kinematická viskozita= μ/ρ	ν	1,54E-05	[Pa·s]

Rozměry desky			
Šířka desky (přes tok)	W_d	0,04	[m]
Délka desky (podél toku)	L_d	4,084	[m]
Teplota desky	T_p	28,9	[°C]
Teplota okolí	T_a	21	[°C]
Rychlost proudění	u_m	21,44	[m/s]

Výsledky			
Prandtlovo číslo= ν/a	Pr	0,714	[-]
Reynoldsovo číslo = $u_m \cdot L/\nu$	Re	5684824,115	[-]
Nusseltovo číslo	Nu		[-]
Laminární proudění $0,664 \cdot Re^{0,5} \cdot Pr^{0,33}$ ($Re > 3 \cdot 10^5$)		1414,86	[-]
Turbulentní proudění $Pr^{0,33} \cdot (0,037 \cdot Re^{0,8}) - 871$		7608,56	[-]

Nusseltovo číslo použitého proudění	Nu	7608,56	[-]
Koeficient přenosu tepla = $Nu \cdot k/L$	h	48,62	[W/m²°C]
Teplo odvedené z desky = $h \cdot W \cdot L \cdot (T_p - T_a)$	q	62,62	[W]

Vnější plocha desky

Šířka mezikruží	W	152	[m]
Střední průměr	D_s	1,000	[m]
Obvod středního průměru	L	3,142	[m]
Střední rychlost upínací části desky	U_s	16,49	[m/s]

Vlastnosti kapaliny při teplotě filmu (výchozí nastavení je pro vzduch při 20 °C)			
Teplota filmu tekutiny = $(T_p + T_a) / 2$	T_f	24,9	[°C]
Specifické teplo	C_{str}	1007	[J/kg°C]
Tepelná vodivost	k	0,0261	[W/m°C]
Dynamická viskozita	μ	1,9E-05	[kg/ms]
Hustota	ρ	1,201	[kg/m ³]
Kinematická viskozita= μ/ρ	ν	1,54E-05	[Pa·s]

Rozměry desky			
Šířka desky (přes tok)	W_d	152	[m]
Délka desky (podél toku)	L_d	3,142	[m]
Teplota desky	T_p	28,9	[°C]
Teplota okolí	T_a	21	[°C]
Rychlost proudění	u_m	16,493	[m/s]

Výsledky			
Prandtlovo číslo= ν/a	Pr	0,714	[-]
Reynoldsovo číslo = $u_m \cdot L/\nu$	Re	3363801,251	[-]
Nusseltovo číslo	Nu		[-]
Laminární proudění $0,664 \cdot Re^{0,5} \cdot Pr^{0,33}$ ($Re > 3 \cdot 10^5$)		1088,354	[-]
Turbulentní proudění $Pr^{0,33} \cdot (0,037 \cdot Re^{0,8} - 871)$		4733,124	[-]

Nusseltovo číslo použitého proudění	Nu	4733,124	[-]
Koeficient přenosu tepla = $Nu \cdot k/L$	h	39,322	[W/m ² °C]
Teplo odvedené z desky = $h \cdot W \cdot L \cdot (T_p - T_a)$	q	148043,600	[W]

Spodní plocha límce

Vnitřní průměr	D_5	1,184	[m]
Vnější průměr	D_6	1,300	[m]
Šířka mezikruží	W	0,058	[m]
Střední průměr	D_s	1,242	[m]
Obvod středního průměru	L	3,901	[m]
Střední rychlost upínací části desky	U_s	20,48	[m/s]

Vlastnosti kapaliny při teplotě filmu (výchozí nastavení je pro vzduch při 21 °C)			
Teplota filmu tekutiny = $(T_p + T_a) / 2$	T_f	24,9	[°C]
Specifické teplo	C_{str}	1007	[J/kg°C]
Tepelná vodivost	k	0,0261	[W/m°C]
Dynamická viskozita	μ	1,9E-05	[kg/ms]
Hustota	ρ	1,201	[kg/m ³]
Kinematická viskozita= μ/ρ	ν	1,54E-05	[Pa·s]

Rozměry desky			
Šířka desky (přes tok)	W_d	0,058	[m]
Délka desky (podél toku)	L_d	3,902	[m]
Teplota desky	T_p	28,9	[°C]
Teplota okolí	T_a	21	[°C]
Rychlost proudění	u_m	20,48	[m/s]

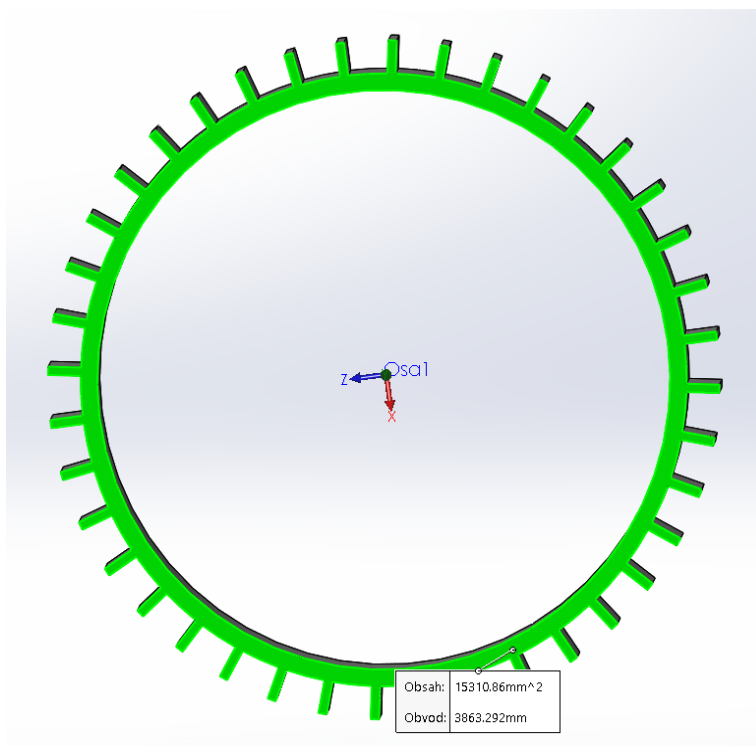
Výsledky			
Prandtlovo číslo= ν/a	Pr	0,71	[-]
Reynoldsovo číslo = $u_m \cdot L/\nu$	Re	5188878,7	[-]
Nusseltovo číslo	Nu		[-]
Laminární proudění $0,664 \cdot Re^{0,5} \cdot Pr^{0,33}$ ($Re > 3 \cdot 10^5$)		1351,7	[-]
Turbulentní proudění $Pr^{0,33} \cdot (0,037 \cdot Re^{0,8}) - 871$		7017,8	[-]

Nusseltovo číslo použitého proudění	Nu	7017,86	[-]
Koeficient přenosu tepla = $Nu \cdot k/L$	h	46,94	[W/m ² °C]
Teplo odvedené z desky = $h \cdot W \cdot L \cdot (T_p - T_a)$	q	83,75	[W]

Konvekce povrch žeber vzduchového chladiče

Výpočty plochy spočívají v převedení chladicí plochy chladiče na obdélník, kde délka L je jeho výška a šířka je rozvinutá plocha žeber.

Rychlost toku vzduchu se vypočítala dle objemového průtoku protékajícím přes průřez vzduchové dutiny, která je tvořená chladičem a jeho válcovým krytem.



Obrázek 2 Průřez vzduchové dutiny protékajícího vzduchu

Průřez protékané části	S	0,0199	[m ²]
Objemový průtok vzduchu	v _o	0,0278	[m ³ /s]
Střední průřezová rychlost	v _s	1,402	[m/s]
Výška chladiče	h	0,145	[m]
Počet výstupků	n		
Celková šířka rozvinuté 1/40		0,033305	[m]
Celková šířka ofukované plochy	W _d	2,830925	[m]
Celková plocha ofukované plochy	S _c	0,410484	[m]

Vlastnosti kapaliny při teplotě filmu (výchozí nastavení je pro vzduch při 20 °C)			
Teplota filmu tekutiny = $(T_p + T_a) / 2$	T _f	27,0096	[°C]
Specifické teplo	C _{str}	1007	[J/kg°C]
Tepelná vodivost	k	0,0261	[W/m°C]
Dynamická viskozita	μ	1,9E-05	[kg/ms]
Hustota	ρ	1,201	[kg/m ³]
Kinematická viskozita = μ/ρ	ν	1,54E-05	[Pa·s]

Rozměry desky			
Šířka desky (přes tok)	W _d	2,831	[m]
Délka desky (podél toku)	L _d	0,145	[m]
Teplota chladiče	T _{ch}	33,0	[°C]
Teplota okolí	T _a	21	[°C]
Rychlost proudění	u _m	1,40	[m/s]

Výsledky			
Prandtlovo číslo = ν/a	Pr	0,714	[-]
Reynoldsovo číslo = $u_m \cdot L/\nu$	Re	13198,010	[-]
Nusseltovo číslo	Nu		[-]
Laminární proudění $0,664 \cdot Re^{0,5} \cdot Pr^{0,33}$ ($Re > 3 \cdot 10^5$)		68,172	[-]
Turbulentní proudění $Pr^{0,33} \cdot (0,037 \cdot Re^{0,8}) - 871$		-713,773	[-]

Nusseltovo číslo použitého proudění	Nu	68,172	[-]
Koeficient přenosu tepla = $Nu \cdot k/L$	h	12,271	[W/m ² °C]
Teplo odvedené z desky = $h \cdot W \cdot L \cdot (T_p - T_a)$	q	60,542	[W]

Seznam použité literatury

- [1] Schlichting, H., *Boundary Layer Theory*, 7th ed., McGraw Hill Book Company, New York, 1979.
- [2] Schultz-Grunow, F., *Nues Widerstandsgesetz fur glatte Platten Luftfahrtforschung*, vol. 17, p. 239, 1940.
- [3] Holman, J.P., *Heat Transfer*, 7th ed., McGraw Hill Book Company, New York, 1990.