



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING

**ÚSTAV AUTOMOBILNÍHO A DOPRAVNÍHO
INŽENÝRSTVÍ**

INSTITUTE OF AUTOMOTIVE ENGINEERING

**MOŽNOSTI ZVĚTŠENÍ ZDVIHOVÉHO OBJEMU
ČTYŘVÁLCOVÉHO MOTORU ZETOR**

THE POSSIBILITIES OF DISPLACEMENT INCREASE OF 4C ZETOR ENGINE

VÝPOČTOVÁ PŘÍLOHA DIPLOMOVÉ PRÁCE

ANNEX TO MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Jan Zloch

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Radim Dundálek, Ph.D.

BRNO 2016



OBSAH PŘÍLOHY

1	Koncept zvětšeného zdvihového objemu	4
1.1	Charakteristiky původního motoru	4
1.2	Parametry původního motoru UŘ III	6
1.3	Návrhové parametry pro motor se zvětšeným zdvihovým objemem	7
1.3.1	Koncept 1	7
1.3.2	Koncept 2	8
1.3.3	Koncept 3	9
1.3.4	Koncept 4	10
1.3.5	Koncept 5	11
1.4	Předpokládané charakteristiky navrhovaných konceptů	12
1.4.1	Návrhový výpočet výkonových a momentových charakteristik	12
1.4.2	Průběhy točivých momentů	13
1.4.3	Průběhy výkonových křivek	13
1.5	Parametry motorů jiných výrobců	14
1.5.1	John Deere 4045HFC09	14
1.5.2	Deutz TCD 4.1	15
1.5.3	Caterpillar C 7.1 ACERT Tier IV	16
2	Výsledky simulací a výpočty parametrů ložisek	17
2.1	Hlavní ložiska- oblast maximálního točivého momentu	17
2.1.1	Relativní excentricity hlavních ložisek	17
2.1.2	Velikost silových zatížení hlavních ložisek	20
2.1.3	Maximální tlaky v mazacích vrstvách hlavních ložisek	23
2.1.4	Minimální tloušťky mazacích vrstev hlavních ložisek	24
2.1.5	Oteplení olejových vrstev hlavních ložisek	25
2.2	Ojniční ložiska – oblast maximálního točivého momentu	28
2.2.1	Relativní excentricity ojnicích ložisek	28
2.2.2	Velikost silového zatížení ojnicích ložisek	30
2.2.3	Maximální tlaky v mazacích vrstvách ojnicích ložisek	32
2.2.4	Minimální tloušťky mazacích vrstev ojnicích ložisek	33
2.2.5	Oteplení olejových vrstev ojnicích ložisek	34
2.3	Hlavní ložiska – oblast maximálního výkonu	37
2.3.1	Relativní excentricity hlavních ložisek	37
2.3.2	Velikost silových zatížení hlavních ložisek	39
2.3.3	Maximální tlaky v mazacích vrstvách hlavních ložisek	42
2.3.4	Minimální tloušťky mazacích vrstev hlavních ložisek	43

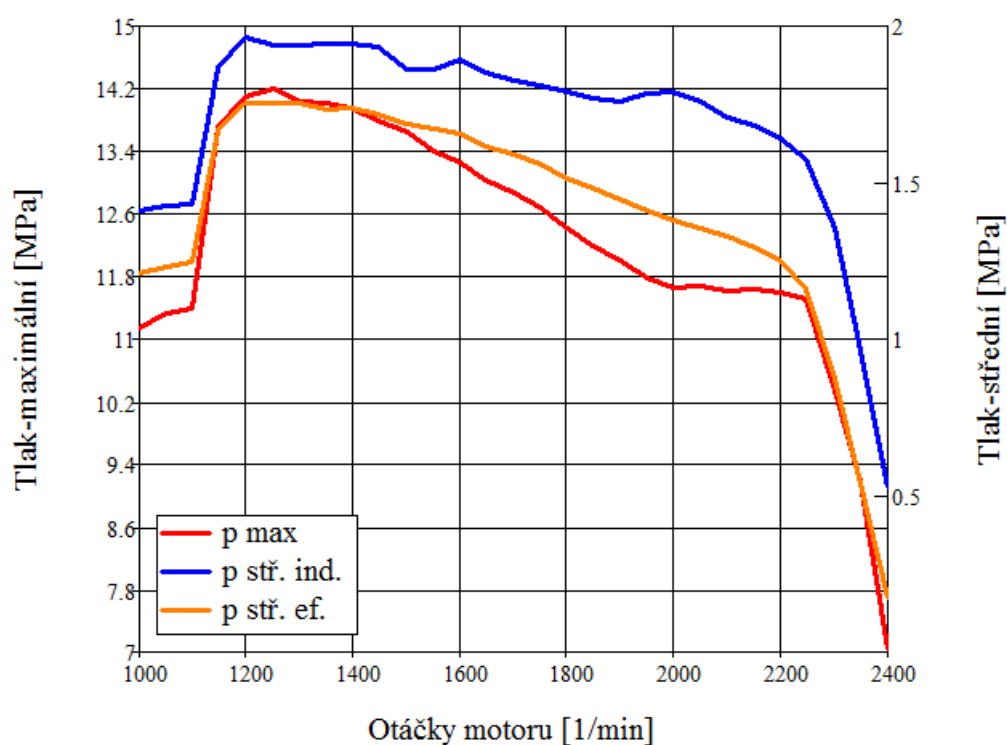
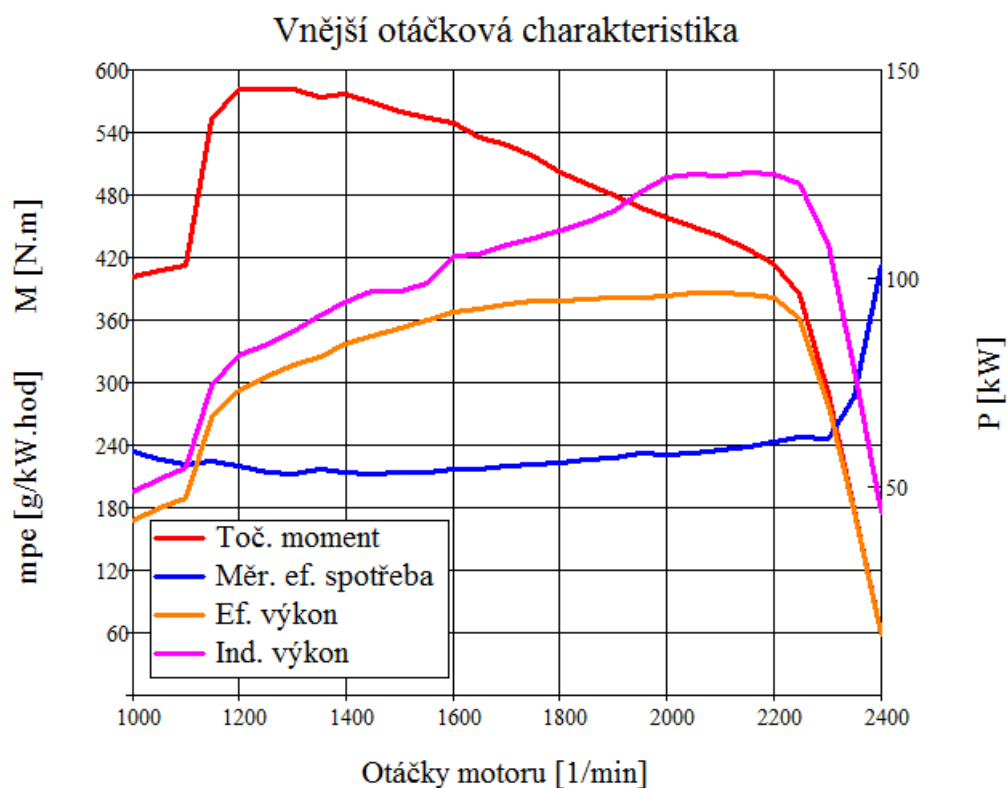


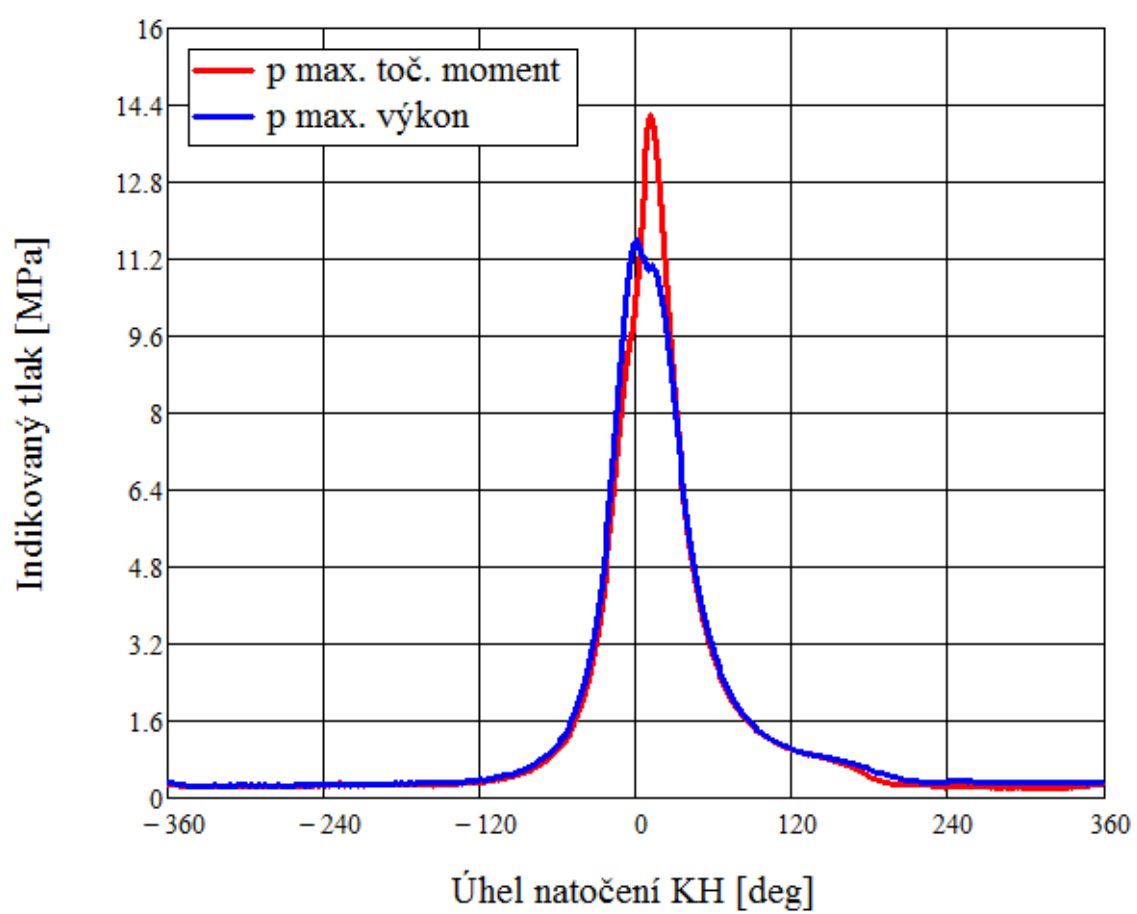
2.3.5	Oteplení olejové vrstvy hlavních ložisek	44
2.4	Ojniční ložiska – oblast maximálního výkonu	47
2.4.1	Relativní excentricity ojnicních ložisek	47
2.4.2	Silová zatížení ojnicních ložisek	49
2.4.3	Maximální tlaky v mazacích vrstvách ojnicních ložisek.....	51
2.4.4	Minimální tloušťky mazacích vrstev ojnicních ložisek.....	52
2.4.5	Oteplení olejové vrstvy ojnicních ložisek	53
3	Souhrn extrémních hodnot vyhodnocovaných veličin	56
3.1	Hlavní ložiska	56
3.1.1	Maximální hodnoty relativních excentricit.....	56
3.1.2	Extrémní hodnoty maximálních tlaků mazacích vrstvách ložisek	57
3.1.3	Extrémní hodnoty silových zatížení a měrných tlaků na ložiska	58
3.1.4	Extrémní hodnoty minimálních tlouštěk mazacích vrstev ložisek	60
3.1.5	Výpočet minimálních hodnot parametrů mazání.....	61
3.2	Ojniční ložiska	63
3.2.1	Extrémní hodnoty relativních excentricit	63
3.2.2	Extrémní hodnoty maximálních tlaků v mazacích vrstvách ložisek	64
3.2.3	Extrémní hodnoty silových zatížení a měrných tlaků na ložiska	65
3.2.4	Extrémní hodnoty minimálních tlouštěk mazacích vrstev ložisek	67
3.2.5	Výpočet minimálních hodnot parametrů mazání.....	68



1 KONCEPT ZVĚTŠENÉHO ZDVIHOVÉHO OBJEMU

1.1 CHARAKTERISTIKY PŮVODNÍHO MOTORU







1.2 PARAMETRY PŮVODNÍHO MOTORU UŘ III

Efektivní výkon:	$P_{e0} := \max(P_e) = 96.7 \cdot \text{kW}$
Vrtání:	$D_0 := 105 \text{mm}$
Zdvih:	$Z_0 := 120 \text{mm}$
Zdvihový poměr r (Z/D):	$K_0 := \frac{Z_0}{D_0} = 1.143$
Délka ramena kliky:	$r_0 := \frac{Z_0}{2} = 60 \cdot \text{mm}$
Délka ojnice:	$l_0 := 215 \text{mm}$
Ojniční poměr r (r/l):	$\lambda_0 := \frac{r_0}{l_0} = 0.279$
Počet válců:	$i_0 := 4$
Zdvihový objem:	$V_{z0} := \frac{\pi \cdot D_0^2}{4} \cdot Z_0 \cdot i_0 = 4156.327 \cdot \text{cm}^3$
Jmenovité otáčky:	$n_{j0} := 2200 \text{min}^{-1}$
Maximální otáčky:	$n_{\max 0} := 2460 \text{min}^{-1}$
Taktnost motoru:	$\tau := 0.5 \quad (\text{čtyřdobý motor})$
Střední efektivní tlak:	$p_{e0} := \frac{P_{e0}}{n_{j0} \cdot V_{z0} \cdot \tau} = 1.269 \cdot \text{MPa}$
Střední pístová rychlost:	$c_{s0} := 2 \cdot Z_0 \cdot n_{j0} = 8.8 \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$
Litrový výkon:	$P_{l0} := \frac{P_{e0}}{V_{z0}} = 23.266 \cdot \frac{\text{kW}}{\text{l}}$



1.3 NÁVRHOVÉ PARAMETRY PRO MOTOR SE ZVĚTŠENÝM ZDVIHOVÝM OBJEMEM

1.3.1 KONCEPT 1

Vrtání:	$D_{n1} := 115\text{mm}$
Zdvih:	$Z_{n1} := 136\text{mm}$
Zdvihový poměr r (Z/D):	$K_{n1} := \frac{Z_{n1}}{D_{n1}} = 1.183$
Délka ramene kliky:	$r_{n1} := \frac{Z_{n1}}{2} = 68\cdot\text{mm}$
Délka ojnice:	$l_{n1} := 207\text{mm}$
Ojniční poměr r (r/l)	$\lambda_{n1} := \frac{r_{n1}}{l_{n1}} = 0.329$
Počet válců:	$i_{n1} := 4$
Zdvihový objem:	$V_{zn1} := \frac{\pi \cdot D_{n1}^2}{4} \cdot Z_{n1} \cdot i_{n1} = 5650.469\text{cm}^3$
Jmenovité otáčky:	$n_{jn1} := 2200\text{min}^{-1}$
Taktnost motoru:	$\tau = 0.5$ (čtyřdobý motor)
Střední efektivní tlak:	$p_{en1} := p_{e0} = 1.269\cdot\text{MPa}$
Střední pístová rychlost:	$c_{sn1} := 2 \cdot Z_{n1} \cdot n_{jn1} = 9.973\cdot\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$
Efektivní výkon navrhované koncepce motoru:	$P_{en1} := p_{en1} \cdot V_{zn1} \cdot n_{jn1} \tau = 131.462\cdot\text{kW}$



1.3.2 KONCEPT 2

Vrtání:	$D_{n2} := 112\text{mm}$
Zdvih:	$Z_{n2} := 134\text{mm}$
Zdvihový poměr r (Z/D):	$K_{n2} := \frac{Z_{n2}}{D_{n2}} = 1.196$
Délka ramene kliky:	$r_{n2} := \frac{Z_{n2}}{2} = 67\text{mm}$
Délka ojnice:	$l_{n2} := 208\text{mm}$
Ojniční poměr (r/l)	$\lambda_{n2} := \frac{r_{n2}}{l_{n2}} = 0.322$
Počet válců:	$i_{n2} := 4$
Zdvihový objem:	$V_{zn2} := \frac{\pi \cdot D_{n2}^2}{4} \cdot Z_{n2} \cdot i_{n2} = 5280.691\text{cm}^3$
Jmenovité otáčky:	$n_{jn2} := 2200\text{min}^{-1}$
Taktnost motoru:	$\tau = 0.5$ (čtyřdobý motor)
Střední efektivní tlak:	$p_{en2} := p_{e0} = 1.269\text{MPa}$
Střední pístová rychlost:	$c_{sn2} := 2 \cdot Z_{n2} \cdot n_{jn2} = 9.827\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$
Efektivní výkon navrhované koncepce motoru:	$P_{en2\text{MAX}} := p_{en2} \cdot V_{zn2} \cdot n_{jn2} \cdot \tau = 122.859\text{kW}$



1.3.3 KONCEPT 3

Vrtání:	$D_{n3} := 112\text{mm}$
Zdvih:	$Z_{n3} := 130\text{mm}$
Zdvihový poměr r (Z/D):	$K_{n3} := \frac{Z_{n3}}{D_{n3}} = 1.161$
Délka ramene kliky:	$r_{n3} := \frac{Z_{n3}}{2} = 65\cdot\text{mm}$
Délka ojnice:	$l_{n3} := 210\text{mm}$
Ojniční poměr (r/l)	$\lambda_{n3} := \frac{r_{n3}}{l_{n3}} = 0.31$
Počet válců:	$i_{n3} := 4$
Zdvihový objem:	$V_{zn3} := \frac{\pi \cdot D_{n3}^2}{4} \cdot Z_{n3} \cdot i_{n3} = 5123.058\text{cm}^3$
Jmenovité otáčky:	$n_{jn3} := 2200\text{min}^{-1}$
Taktnost motoru:	$\tau = 0.5$ (čtyřdobý motor)
Střední efektivní tlak:	$p_{en3} := p_{e0} = 1.269\cdot\text{MPa}$
Střední pístová rychlost:	$c_{sn3} := 2 \cdot Z_{n3} \cdot n_{jn3} = 9.533\cdot\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$
Efektivní výkon navrhované koncepce motoru:	$P_{en3} := p_{en3} \cdot V_{zn3} \cdot n_{jn3} \tau = 119.192\cdot\text{kW}$



1.3.4 KONCEPT 4

Vrtání:	$D_{n4} := 112\text{mm}$
Zdvih:	$Z_{n4} := 128\text{mm}$
Zdvihový poměr r (Z/D):	$K_{n4} := \frac{Z_{n4}}{D_{n4}} = 1.143$
Délka ramene kliky:	$r_{n4} := \frac{Z_{n4}}{2} = 64\cdot\text{mm}$
Délka ojnice:	$l_{n4} := 211\text{mm}$
Ojniční poměr (r/l)	$\lambda_{n4} := \frac{r_{n4}}{l_{n4}} = 0.303$
Počet válců:	$i_{n4} := 4$
Zdvihový objem:	$V_{zn4} := \frac{\pi \cdot D_{n4}^2}{4} \cdot Z_{n4} \cdot i_{n4} = 5044.242\cdot\text{cm}^3$
Jmenovité otáčky:	$n_{jn4} := 2200\text{min}^{-1}$
Taktnost motoru:	$\tau = 0.5$ (čtyřdobý motor)
Střední efektivní tlak:	$p_{en4} := p_{e0} = 1.269\cdot\text{MPa}$
Střední pístová rychlost:	$c_{sn4} := 2 \cdot Z_{n4} \cdot n_{jn4} = 9.387\cdot\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$
Efektivní výkon navrhované koncepce motoru:	$P_{en4} := p_{en4} \cdot V_{zn4} \cdot n_{jn4} \tau = 117.358\cdot\text{kW}$



1.3.5 KONCEPT 5

Vrtání:	$D_{n5} := 110\text{mm}$
Zdvih:	$Z_{n5} := 126\text{mm}$
Zdvihový poměr (Z/D):	$K_{n5} := \frac{Z_{n5}}{D_{n5}} = 1.145$
Délka ramene kliky:	$r_{n5} := \frac{Z_{n5}}{2} = 63\cdot\text{mm}$
Délka ojnice:	$l_{n5} := 212\text{mm}$
Ojniční poměr r (r/l)	$\lambda_{n5} := \frac{r_{n5}}{l_{n5}} = 0.297$
Počet válců:	$i_{n5} := 4$
Zdvihový objem:	$V_{zn5} := \frac{\pi \cdot D_{n5}^2}{4} \cdot Z_{n5} \cdot i_{n5} = 4789.672\text{cm}^3$
Jmenovité otáčky:	$n_{jn5} := 2200\text{min}^{-1}$
Taktnost motoru:	$\tau = 0.5$ (čtyřdobý motor)
Střední efektivní tlak:	$p_{en5} := p_{e0} = 1.269\cdot\text{MPa}$
Střední pístová rychlost:	$c_{sn5} := 2 \cdot Z_{n5} \cdot n_{jn5} = 9.24\cdot\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$
Efektivní výkon navrhované koncepce motoru:	$P_{en5} := p_{en5} \cdot V_{zn5} \cdot n_{jn5} \cdot \tau = 111.435\cdot\text{kW}$



1.4 PŘEDPOKLÁDANÉ CHARAKTERISTIKY NAVRHOVANÝCH KONCEPTŮ

1.4.1 NÁVRHOVÝ VÝPOČET VÝKONOVÝCH A MOMENTOVÝCH CHARAKTERISTIK

$$i := 0..28$$

$$P_{e00_i} := p_{me_i} \cdot n_i \cdot V_{z0} \cdot \tau$$

$$P_{en11_i} := p_{me_i} \cdot n_i \cdot V_{zn1} \cdot \tau$$

$$M_{00_i} := \frac{P_{e00_i}}{n_i \cdot 2 \cdot \pi}$$

$$M_{n11_i} := \frac{P_{en11_i}}{n_i \cdot 2 \cdot \pi}$$

$$P_{en22_i} := p_{me_i} \cdot n_i \cdot V_{zn2} \cdot \tau$$

$$P_{en33_i} := p_{me_i} \cdot n_i \cdot V_{zn3} \cdot \tau$$

$$M_{n22_i} := \frac{P_{en22_i}}{n_i \cdot 2 \cdot \pi}$$

$$M_{n33_i} := \frac{P_{en33_i}}{n_i \cdot 2 \cdot \pi}$$

$$P_{en44_i} := p_{me_i} \cdot n_i \cdot V_{zn4} \cdot \tau$$

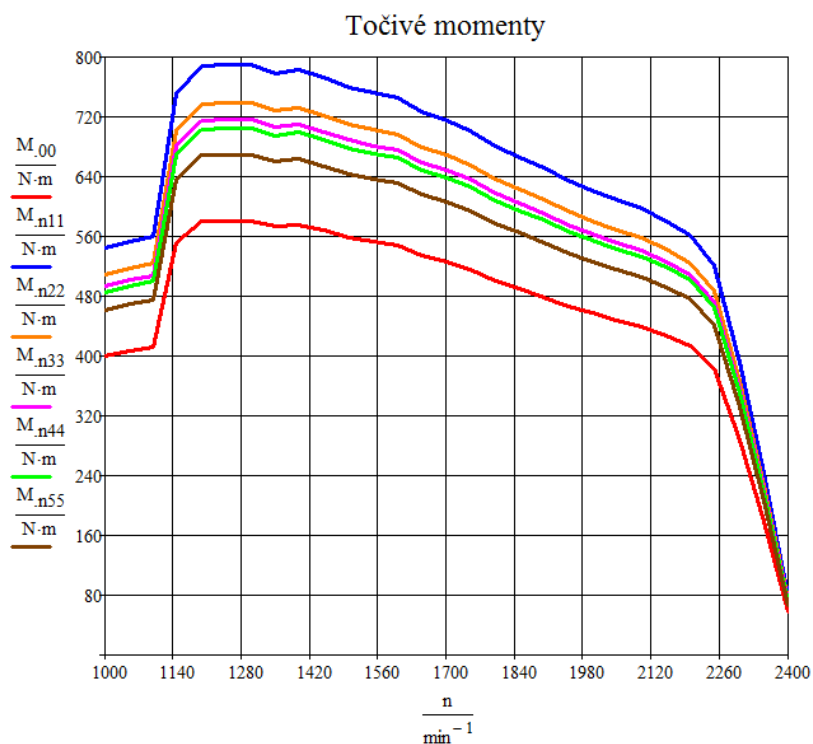
$$P_{en55_i} := p_{me_i} \cdot n_i \cdot V_{zn5} \cdot \tau$$

$$M_{n44_i} := \frac{P_{en44_i}}{n_i \cdot 2 \cdot \pi}$$

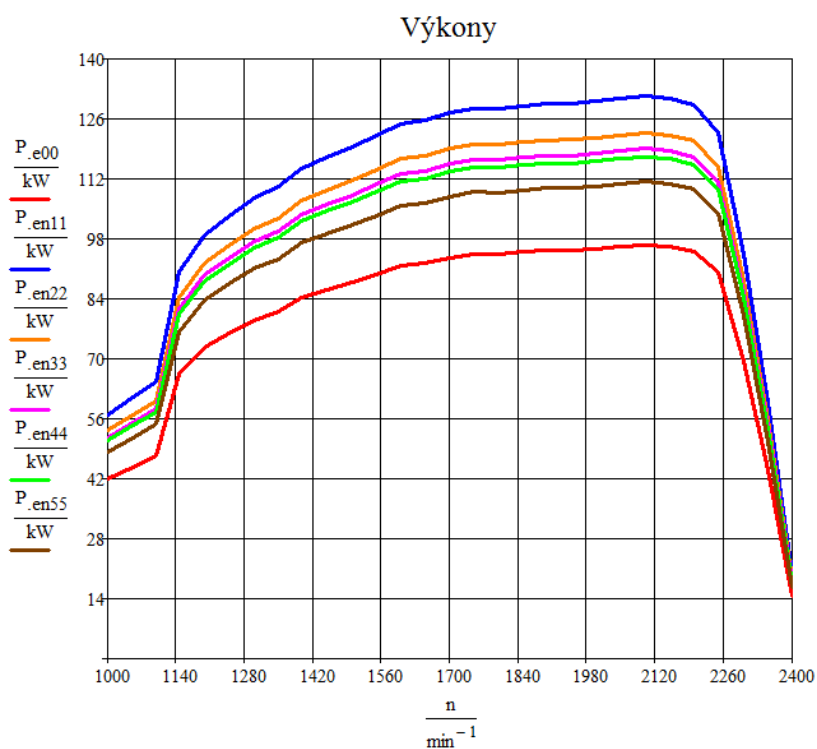
$$M_{n55_i} := \frac{P_{en55_i}}{n_i \cdot 2 \cdot \pi}$$



1.4.2 PRŮBĚHY TOČIVÝCH MOMENTŮ



1.4.3 PRŮBĚHY VÝKONOVÝCH KŘIVEK





1.5 PARAMETRY MOTORŮ JINÝCH VÝROBCŮ

1.5.1 JOHN DEERE 4045HFC09

Efektivní výkon:	$P_{eJD} := 119 \text{ kW}$
Vrtání:	$D_{JD} := 106 \text{ mm}$
Zdvih:	$Z_{JD} := 127 \text{ mm}$
Zdvihový poměr (Z/D):	$K_{JD} := \frac{Z_{JD}}{D_{JD}} = 1.198$
Délka ramena kliky:	$r_{JD} := \frac{Z_{JD}}{2} = 63.5 \text{ mm}$
Počet válců:	$i_{JD} := 4$
Zdvihový objem:	$V_{zJD} := \frac{\pi \cdot D_{JD}^2}{4} \cdot Z_{JD} \cdot i_{JD} = 4482.965 \text{ cm}^3$
Jmenovité otáčky:	$n_{jJD} := 2200 \text{ min}^{-1}$
Střední efektivní tlak:	$p_{eJD} := \frac{P_{eJD}}{n_{jJD} \cdot V_{zJD} \cdot \tau} = 1.448 \text{ MPa}$
Střední pístová rychlost:	$c_{sJD} := 2 \cdot Z_{JD} \cdot n_{jJD} = 9.313 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$



1.5.2 DEUTZ TCD 4.1

Efektivní výkon:

$$P_{eD} := 115 \text{ kW}$$

Vrtání:

$$D_D := 101 \text{ mm}$$

Zdvih:

$$Z_D := 126 \text{ mm}$$

Zdvihový poměr r (Z/D):

$$K_D := \frac{Z_D}{D_D} = 1.248$$

Délka ramena kliky:

$$r_D := \frac{Z_D}{2} = 63 \cdot \text{mm}$$

Počet válců:

$$i_D := 4$$

Zdvihový objem:

$$V_{zD} := \frac{\pi \cdot D_D^2}{4} \cdot Z_D \cdot i_D = 4037.971 \cdot \text{cm}^3$$

Jmenovité otáčky:

$$n_{jD} := 2300 \text{ min}^{-1}$$

Střední efektivní tlak:

$$p_{eD} := \frac{P_{eD}}{n_{jD} \cdot V_{zD} \cdot \tau} = 1.486 \text{ MPa}$$

Střední pístová rychlost:

$$c_{sD} := 2 \cdot Z_D \cdot n_{jD} = 9.66 \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$$



1.5.3 CATERPILLAR C 7.1 ACERT TIER IV

Efektivní výkon: $P_{eC} := 225 \text{ kW}$

Vrtání: $D_C := 105 \text{ mm}$

Zdvih: $Z_C := 135 \text{ mm}$

Zdvihový poměr $r (Z/D)$: $K_C := \frac{Z_C}{D_C} = 1.286$

Délka ramena kliky: $r_C := \frac{Z_C}{2} = 67.5 \text{ mm}$

Počet válců: $i_C := 6$

Zdvihový objem: $V_{zC} := \frac{\pi \cdot D_C^2}{4} \cdot Z_C \cdot i_C = 7013.802 \text{ cm}^3$

Jmenovité otáčky: $n_{jC} := 2200 \text{ min}^{-1}$

Střední efektivní tlak: $p_{eC} := \frac{P_{eC}}{n_{jC} \cdot V_{zC} \cdot \tau} = 1.75 \text{ MPa}$

Střední pístová rychlost: $c_{sC} := 2 \cdot Z_C \cdot n_{jC} = 9.9 \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$



2 VÝSLEDKY SIMULACÍ A VÝPOČTY PARAMETRŮ LOŽISEK

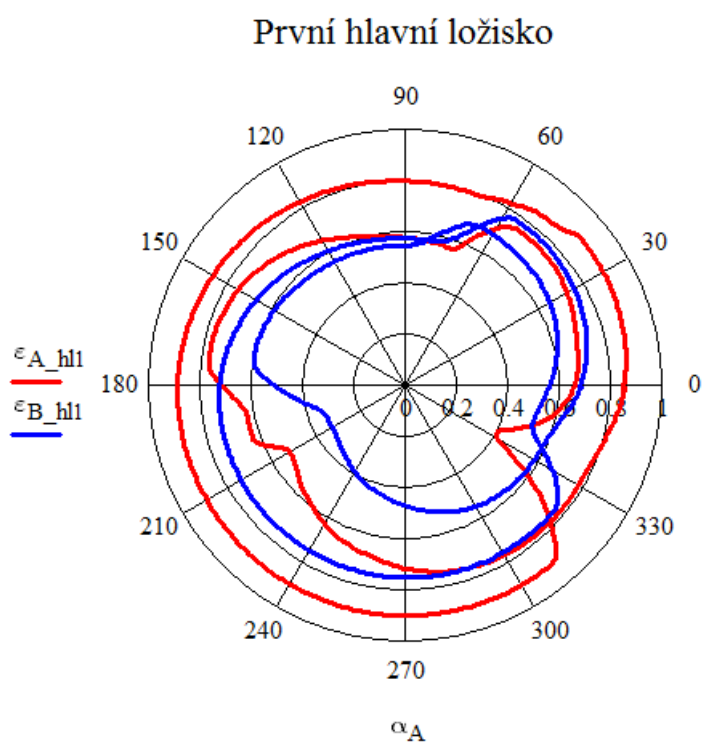
Oblast $M_{\max}$ ($n=1250 \text{ min}^{-1}$)

Režim index A: Maximální ložiskové vůle $_{1250 \text{ min}^{-1}}$

Režim index B: Minimální ložiskové vůle $_{1250 \text{ min}^{-1}}$

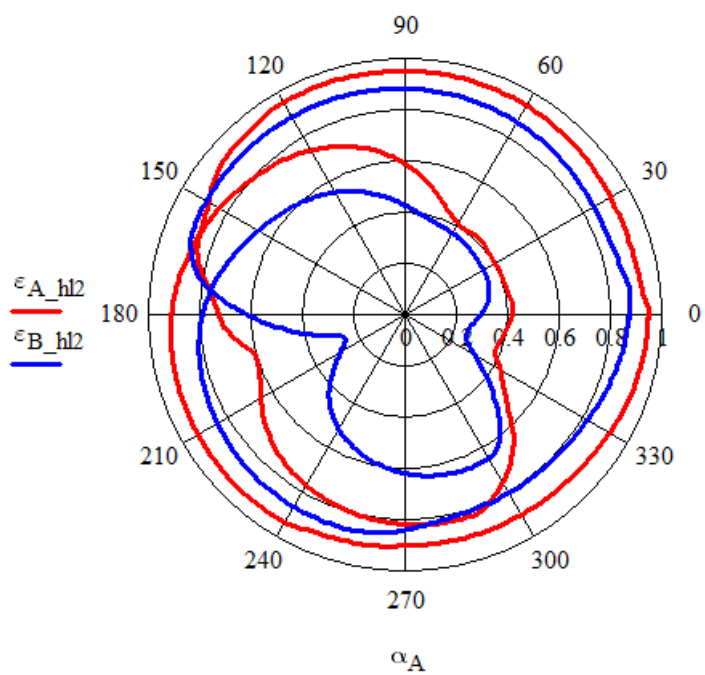
2.1 HLAVNÍ LOŽISKA- OBLAST MAXIMÁLNÍHO TOČIVÉHO MOMENTU

2.1.1 RELATIVNÍ EXCENTRICITY HLAVNÍCH LOŽISEK

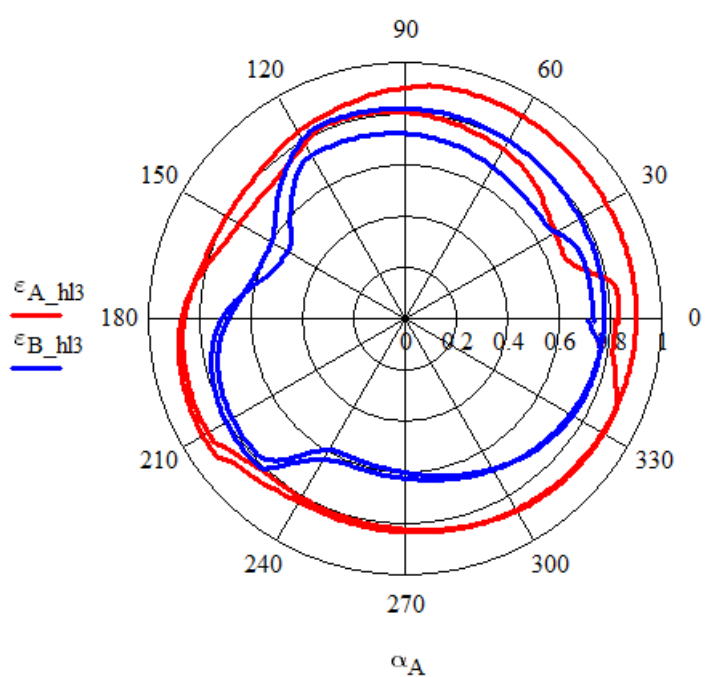




Druhé hlavní ložisko

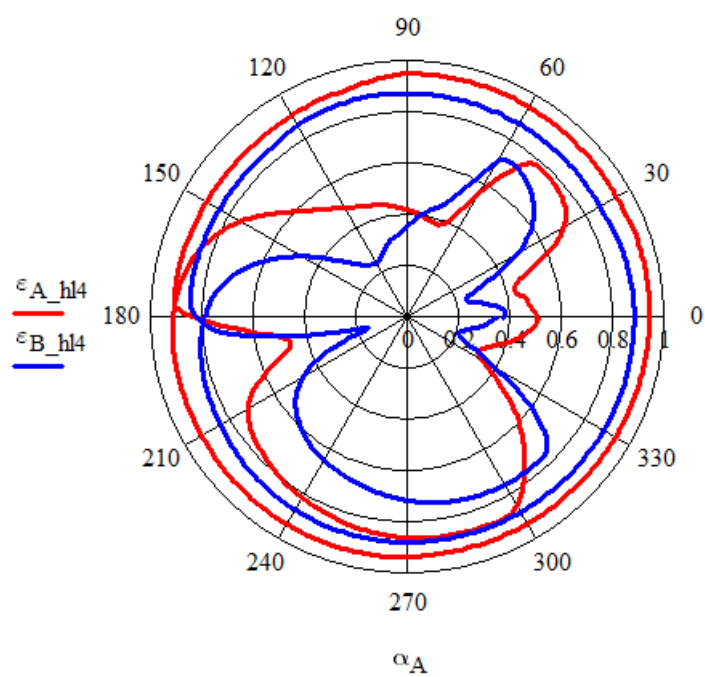


Třetí hlavní ložisko

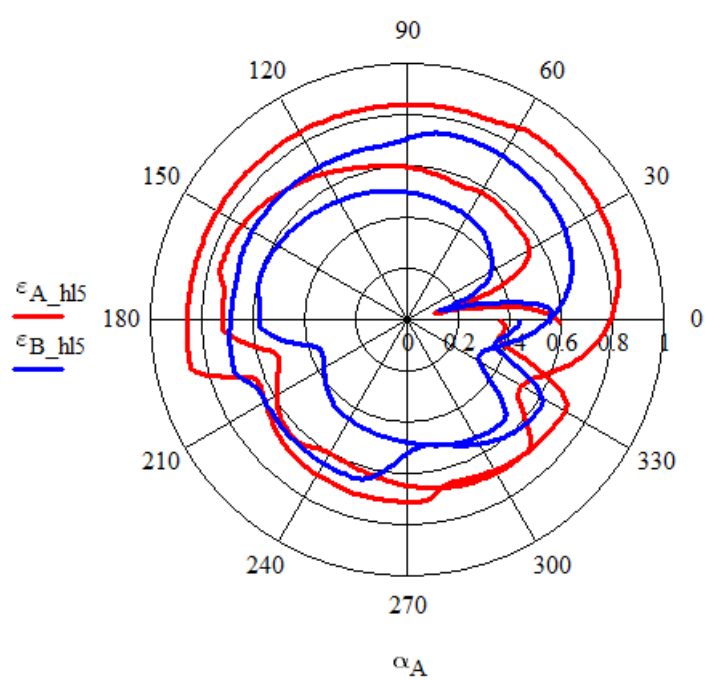




Čtvrté hlavní ložisko



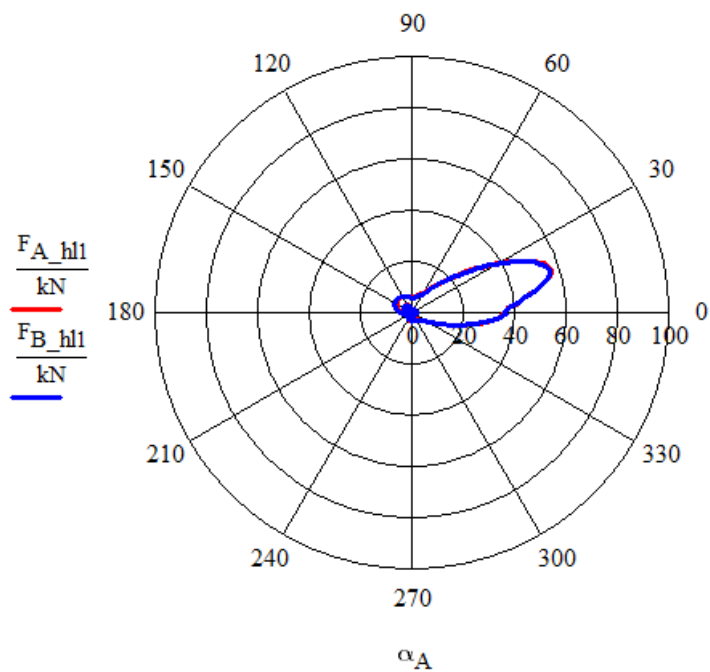
Páté hlavní ložisko



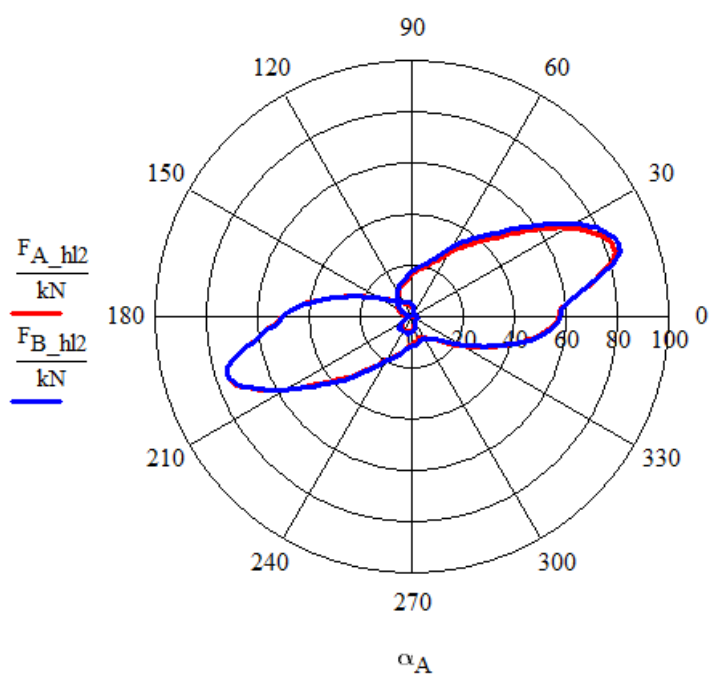


2.1.2 VELIKOST SILOVÝCH ZATÍŽENÍ HLAVNÍCH LOŽISEK

První hlavní ložisko

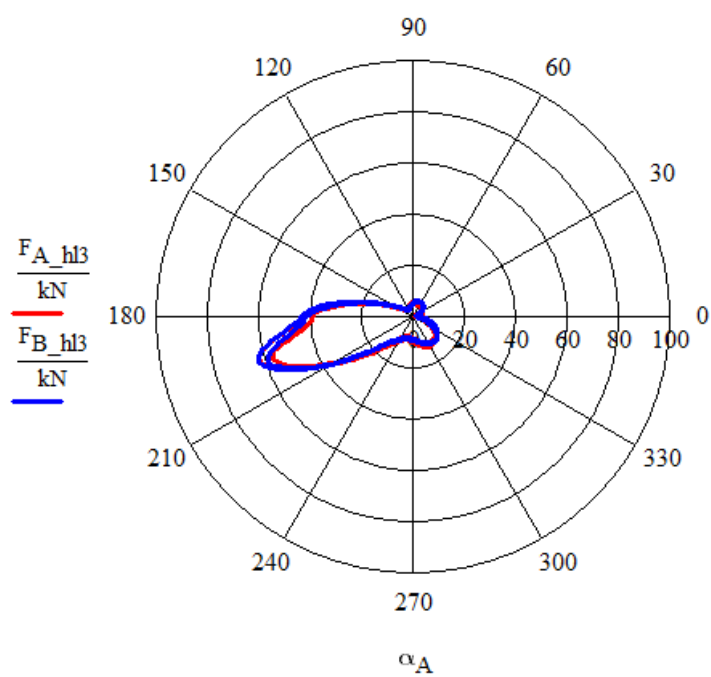


Druhé hlavní ložisko

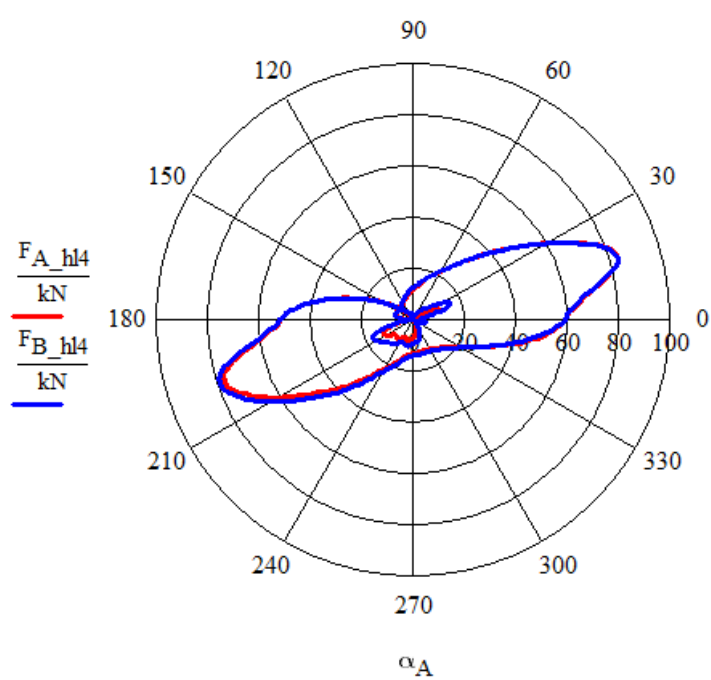




Třetí hlavní ložisko

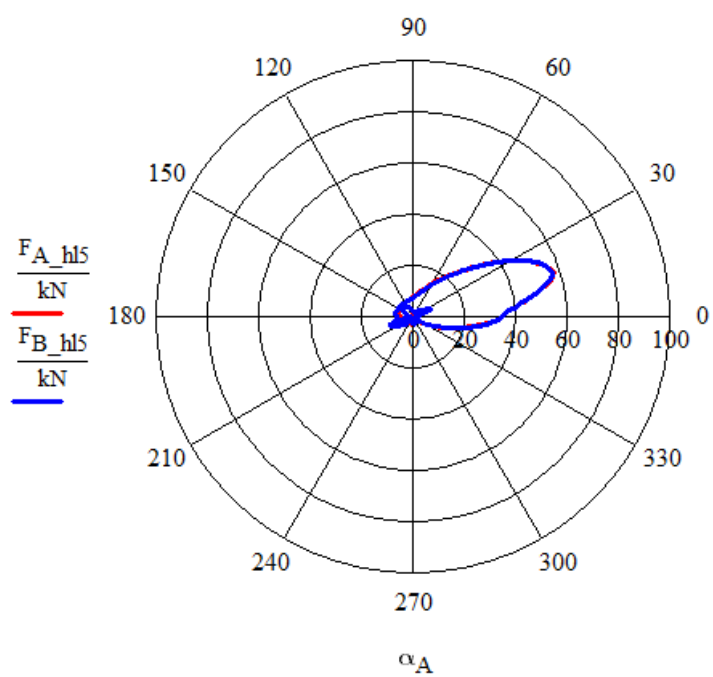


Čtvrté hlavní ložisko





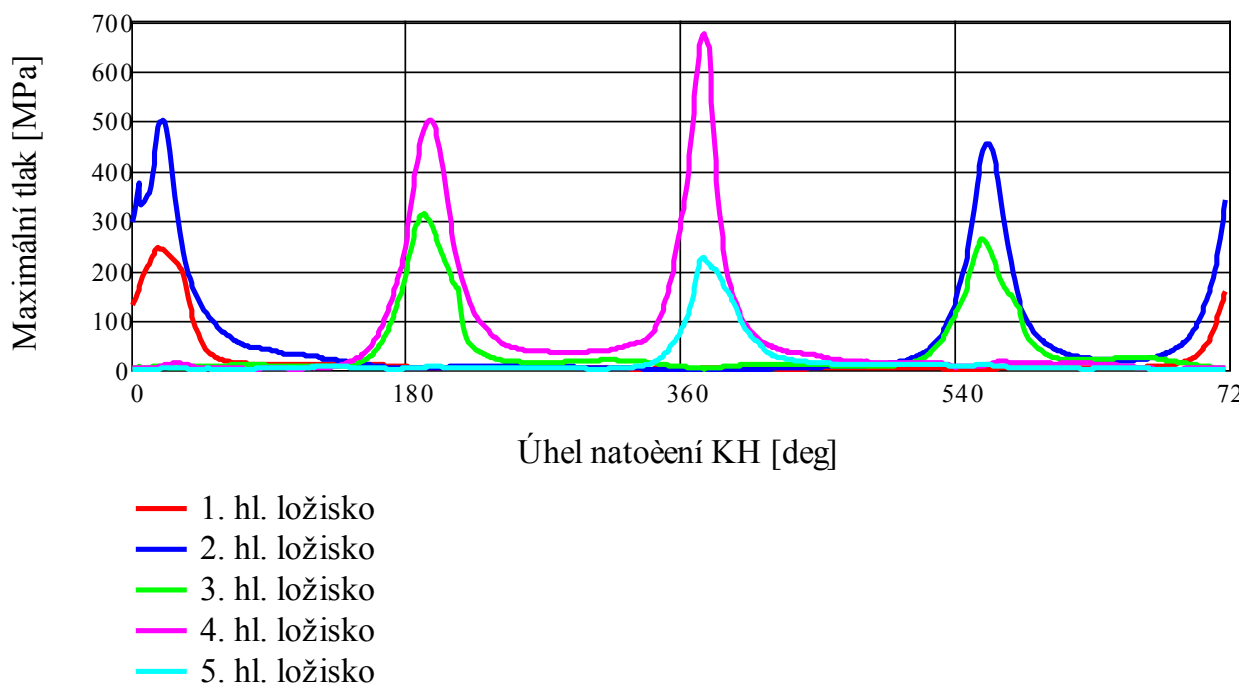
Páté hlavní ložisko



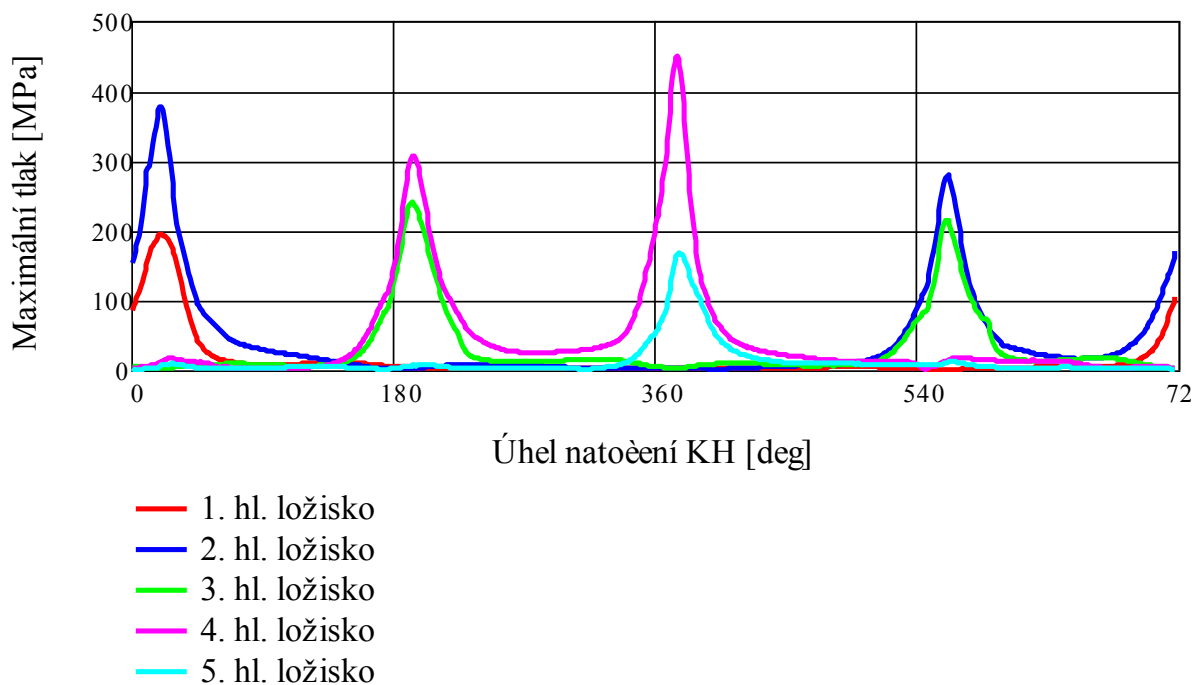


2.1.3 MAXIMÁLNÍ TLAKY V MAZACÍCH VRSTVÁCH HLAVNÍCH LOŽISEK

Maximální vůle

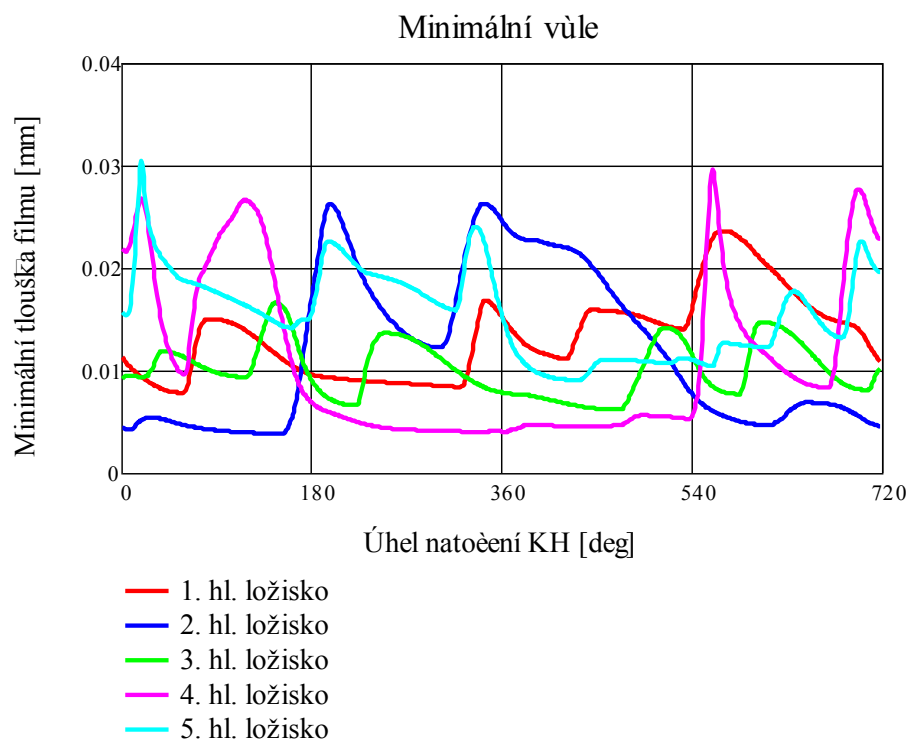
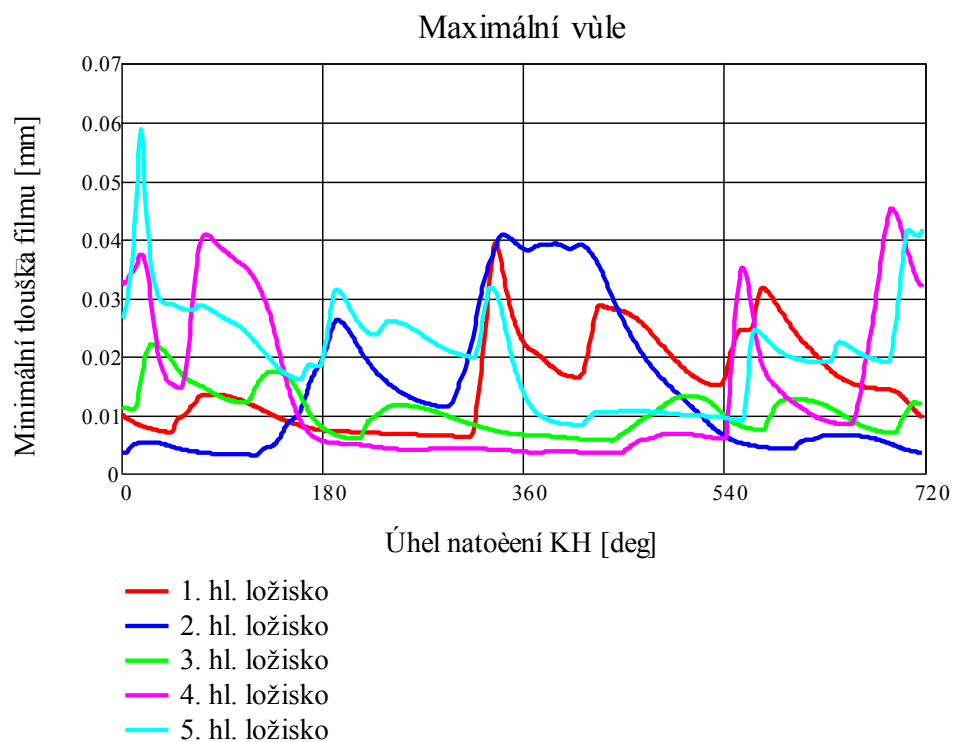


Minimální vůle





2.1.4 MINIMÁLNÍ TLOUŠTKY MAZACÍCH VRSTEV HLAVNÍCH LOŽISEK





2.1.5 OTEPLENÍ OLEJOVÝCH VRSTEV HLAVNÍCH LOŽISEK

Výpočet ztrátových výkonů ložisek:

$$i := 0..720$$

$$P_{Azr_hl1_okamzity} := M_{At0_hl1} \cdot \omega_{A_hl1}$$

$$P_{Azr_hl1_stredni} := \left| \text{mean} \left(P_{Azr_hl1_okamzity} \right) \right|$$

$$P_{Azr_hl2_okamzity} := M_{At0_hl2} \cdot \omega_{A_hl2}$$

$$P_{Azr_hl2_stredni} := \left| \text{mean} \left(P_{Azr_hl2_okamzity} \right) \right|$$

$$P_{Azr_hl3_okamzity} := M_{At0_hl3} \cdot \omega_{A_hl3}$$

$$P_{Azr_hl3_stredni} := \left| \text{mean} \left(P_{Azr_hl3_okamzity} \right) \right|$$

$$P_{Azr_hl4_okamzity} := M_{At0_hl4} \cdot \omega_{A_hl4}$$

$$P_{Azr_hl4_stredni} := \left| \text{mean} \left(P_{Azr_hl4_okamzity} \right) \right|$$

$$P_{Azr_hl5_okamzity} := M_{At0_hl5} \cdot \omega_{A_hl5}$$

$$P_{Azr_hl5_stredni} := \left| \text{mean} \left(P_{Azr_hl5_okamzity} \right) \right|$$

$$P_{Bztr_hl1_okamzity} := M_{Bt0_hl1} \cdot \omega_{B_hl1}$$

$$P_{Bztr_hl1_stredni} := \left| \text{mean} \left(P_{Bztr_hl1_okamzity} \right) \right|$$

$$P_{Bztr_hl2_okamzity} := M_{Bt0_hl2} \cdot \omega_{B_hl2}$$

$$P_{Bztr_hl2_stredni} := \left| \text{mean} \left(P_{Bztr_hl2_okamzity} \right) \right|$$

$$P_{Bztr_hl3_okamzity} := M_{Bt0_hl3} \cdot \omega_{B_hl3}$$

$$P_{Bztr_hl3_stredni} := \left| \text{mean} \left(P_{Bztr_hl3_okamzity} \right) \right|$$

$$P_{Bztr_hl4_okamzity} := M_{Bt0_hl4} \cdot \omega_{B_hl4}$$

$$P_{Bztr_hl4_stredni} := \left| \text{mean} \left(P_{Bztr_hl4_okamzity} \right) \right|$$

$$P_{Bztr_hl5_okamzity} := M_{Bt0_hl5} \cdot \omega_{B_hl5}$$

$$P_{Bztr_hl5_stredni} := \left| \text{mean} \left(P_{Bztr_hl5_okamzity} \right) \right|$$

**Střední ztrátové výkony hlavních ložisek:**

$$P_{Aztr_hl1_stredni} = 186.717 \cdot W$$

$$P_{Bztr_hl1_stredni} = 266.936 \cdot W$$

$$P_{Aztr_hl2_stredni} = 238.52 \cdot W$$

$$P_{Bztr_hl2_stredni} = 327.166 \cdot W$$

$$P_{Aztr_hl3_stredni} = 219.286 \cdot W$$

$$P_{Bztr_hl3_stredni} = 300.073 \cdot W$$

$$P_{Aztr_hl4_stredni} = 242.838 \cdot W$$

$$P_{Bztr_hl4_stredni} = 337.24 \cdot W$$

$$P_{Aztr_hl5_stredni} = 185.221 \cdot W$$

$$P_{Bztr_hl5_stredni} = 285.703 \cdot W$$

Měrná tepelná kapacita oleje 15W40:

$$c_{olej} := 2000 \frac{J}{kg \cdot K}$$

Hustota oleje 15W40 při pracovní teplotě:

$$\rho_{olej} := 870 \frac{kg}{m^3}$$

Objemové průtoky oleje hlavními ložisky:

$$V_{Aolej_hl1_stredni} = 5.516 \times 10^4 \cdot \frac{mm^3}{sec}$$

$$V_{Bolej_hl1_stredni} = 1.056 \times 10^4 \cdot \frac{mm^3}{sec}$$

$$V_{Aolej_hl2_stredni} = 5.716 \times 10^4 \cdot \frac{mm^3}{sec}$$

$$V_{Bolej_hl2_stredni} = 1.185 \times 10^4 \cdot \frac{mm^3}{sec}$$

$$V_{Aolej_hl3_stredni} = 5.956 \times 10^4 \cdot \frac{mm^3}{sec}$$

$$V_{Bolej_hl3_stredni} = 1.189 \times 10^4 \cdot \frac{mm^3}{sec}$$

$$V_{Aolej_hl4_stredni} = 6.228 \times 10^4 \cdot \frac{mm^3}{sec}$$

$$V_{Bolej_hl4_stredni} = 1.443 \times 10^4 \cdot \frac{mm^3}{sec}$$

$$V_{Aolej_hl5_stredni} = 5.259 \times 10^4 \cdot \frac{mm^3}{sec}$$

$$V_{Bolej_hl5_stredni} = 1.225 \times 10^4 \cdot \frac{mm^3}{sec}$$

**Výpočet oteplení olejové vrstvy hlavních ložisek:**

$$\Delta T_{A_hl1} := \frac{P_{Aztr_hl1_stredni}}{V_{Aolej_hl1_stredni} \rho_{olej}}$$

$$\Delta T_{B_hl1} := \frac{P_{Bztr_hl1_stredni}}{V_{Bolej_hl1_stredni} \rho_{olej}}$$

$$\Delta T_{A_hl2} := \frac{P_{Aztr_hl2_stredni}}{V_{Aolej_hl2_stredni} \rho_{olej}}$$

$$\Delta T_{B_hl2} := \frac{P_{Bztr_hl2_stredni}}{V_{Bolej_hl2_stredni} \rho_{olej}}$$

$$\Delta T_{A_hl3} := \frac{P_{Aztr_hl3_stredni}}{V_{Aolej_hl3_stredni} \rho_{olej}}$$

$$\Delta T_{B_hl3} := \frac{P_{Bztr_hl3_stredni}}{V_{Bolej_hl3_stredni} \rho_{olej}}$$

$$\Delta T_{A_hl4} := \frac{P_{Aztr_hl4_stredni}}{V_{Aolej_hl4_stredni} \rho_{olej}}$$

$$\Delta T_{B_hl4} := \frac{P_{Bztr_hl4_stredni}}{V_{Bolej_hl4_stredni} \rho_{olej}}$$

$$\Delta T_{A_hl5} := \frac{P_{Aztr_hl5_stredni}}{V_{Aolej_hl5_stredni} \rho_{olej}}$$

$$\Delta T_{B_hl5} := \frac{P_{Bztr_hl5_stredni}}{V_{Bolej_hl5_stredni} \rho_{olej}}$$

Oteplení olejové vrstvy hlavních ložisek:

$$\Delta T_{A_hl1} = 1.945 \cdot K$$

$$\Delta T_{B_hl1} = 14.527 \cdot K$$

$$\Delta T_{A_hl2} = 2.398 \cdot K$$

$$\Delta T_{B_hl2} = 15.861 \cdot K$$

$$\Delta T_{A_hl3} = 2.116 \cdot K$$

$$\Delta T_{B_hl3} = 14.502 \cdot K$$

$$\Delta T_{A_hl4} = 2.241 \cdot K$$

$$\Delta T_{B_hl4} = 13.431 \cdot K$$

$$\Delta T_{A_hl5} = 2.024 \cdot K$$

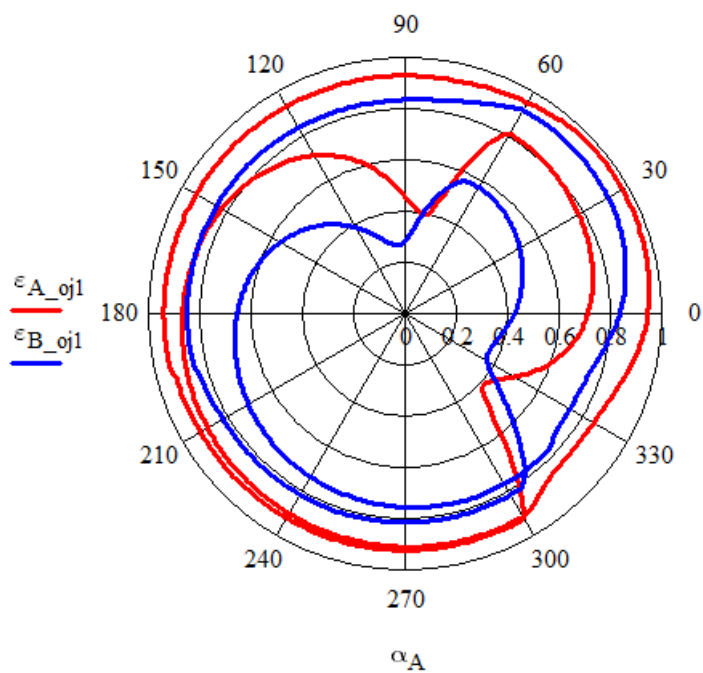
$$\Delta T_{B_hl5} = 13.407 \cdot K$$



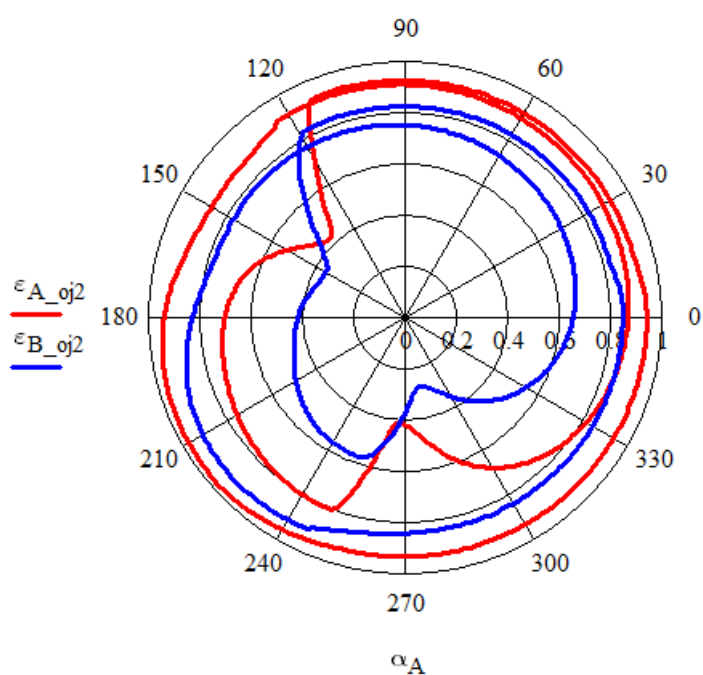
2.2 OJNÍČNÍ LOŽISKA – OBLAST MAXIMÁLNÍHO TOČIVÉHO MOMENTU

2.2.1 RELATIVNÍ EXCENTRICITY OJNÍČNÍCH LOŽISEK

První ojníční ložisko

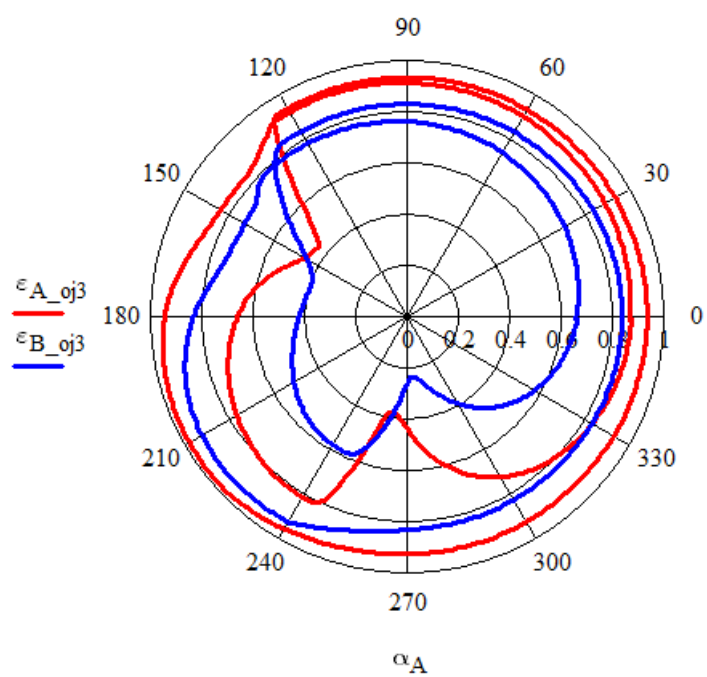


Druhé ojníční ložisko

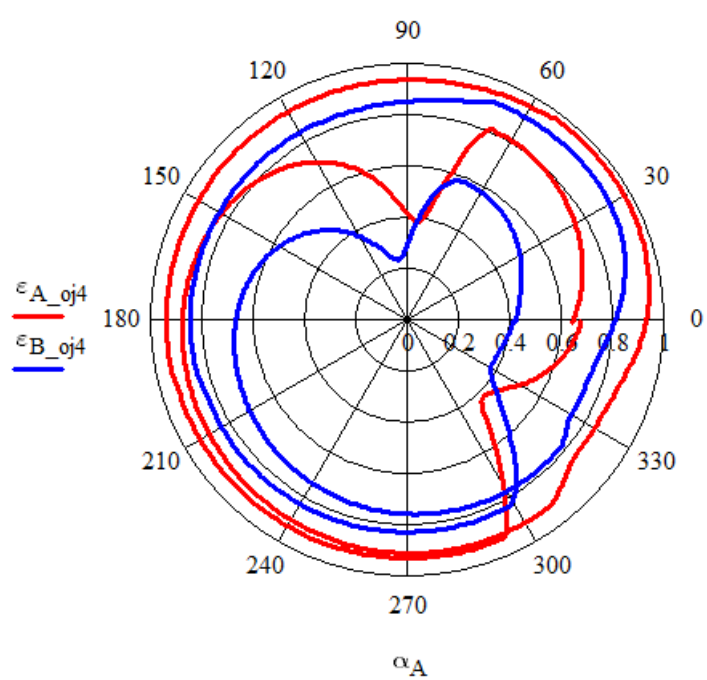




Třetí ojnicí ložisko



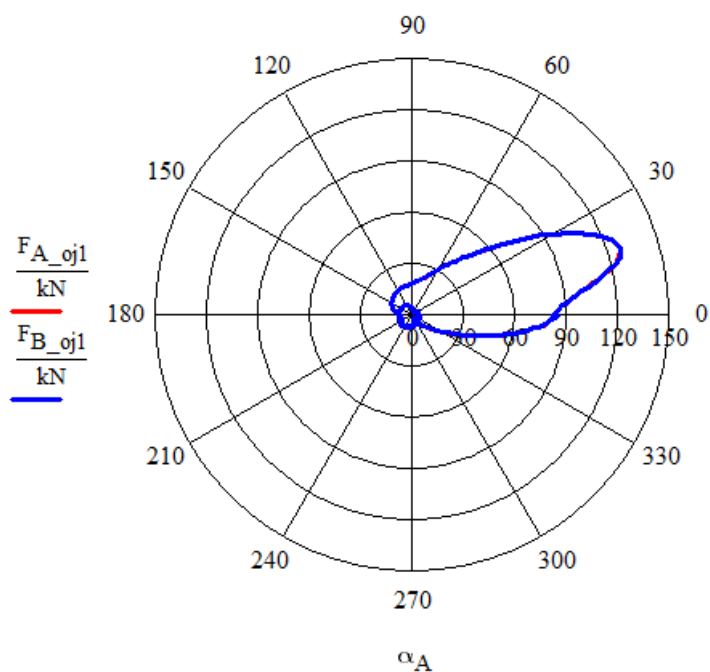
Čtvrté ojnicí ložisko



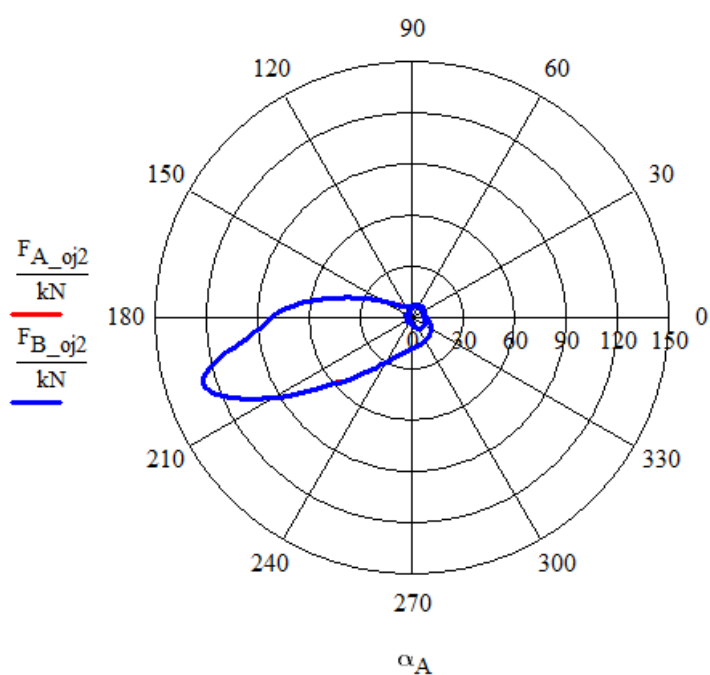


2.2.2 VELIKOST SILOVÉHO ZATÍŽENÍ OJNÍČNÍCH LOŽISEK

První ojniční ložisko

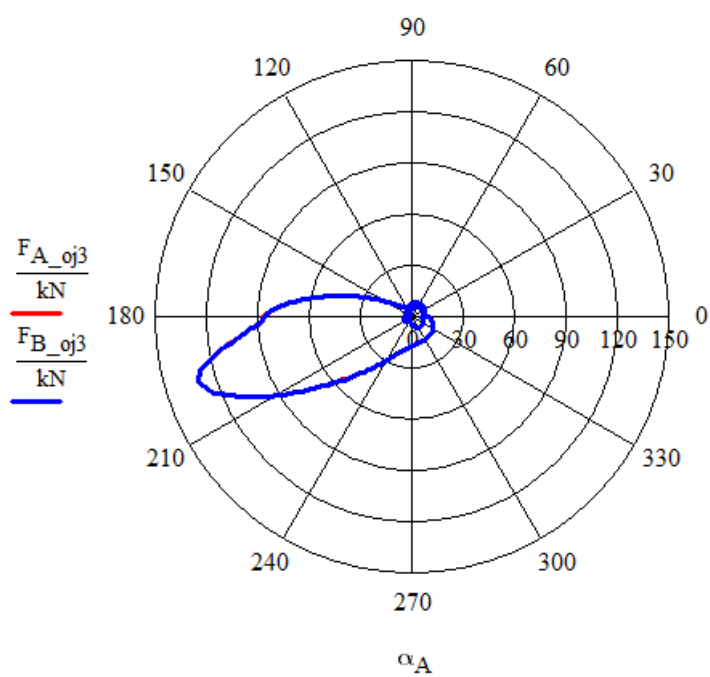


Druhé ojniční ložisko

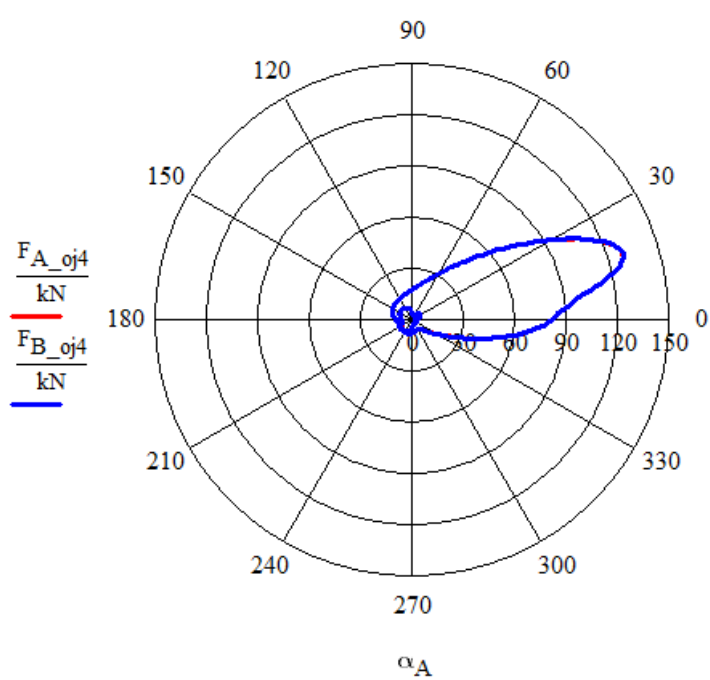




Třetí ojnicí ložisko

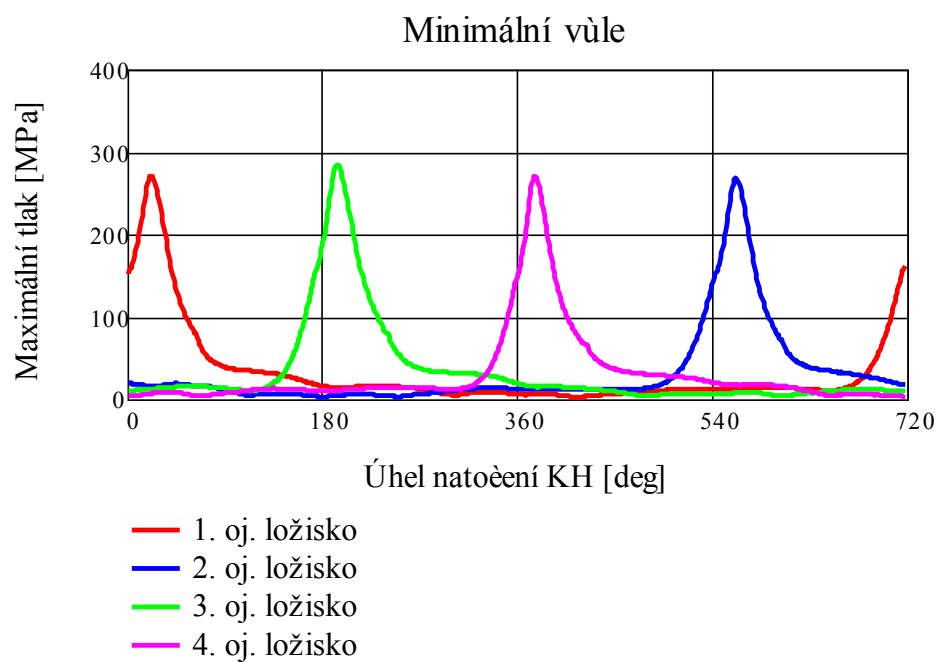
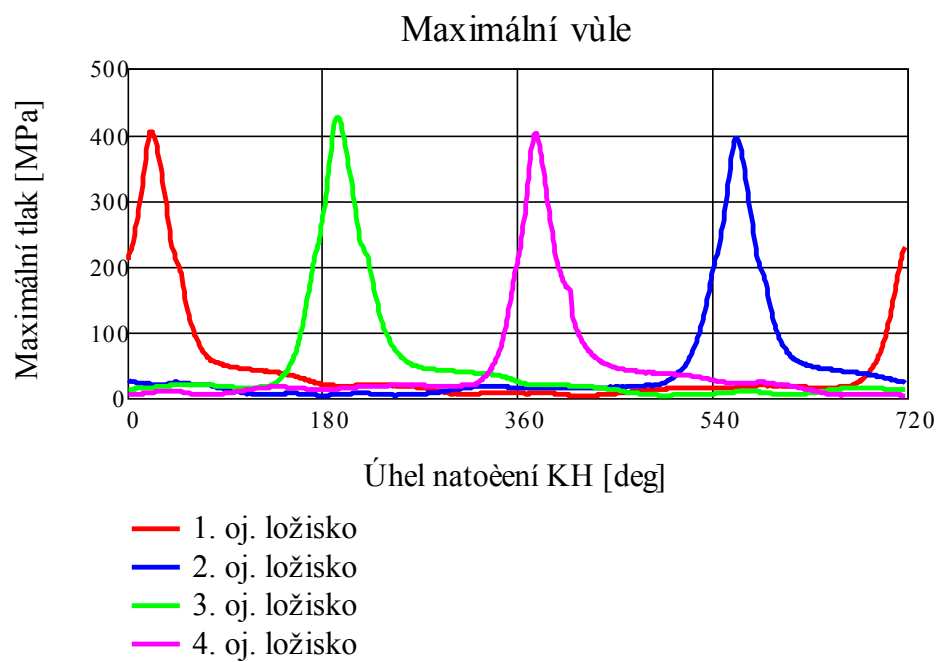


Čtvrté ojnicí ložisko



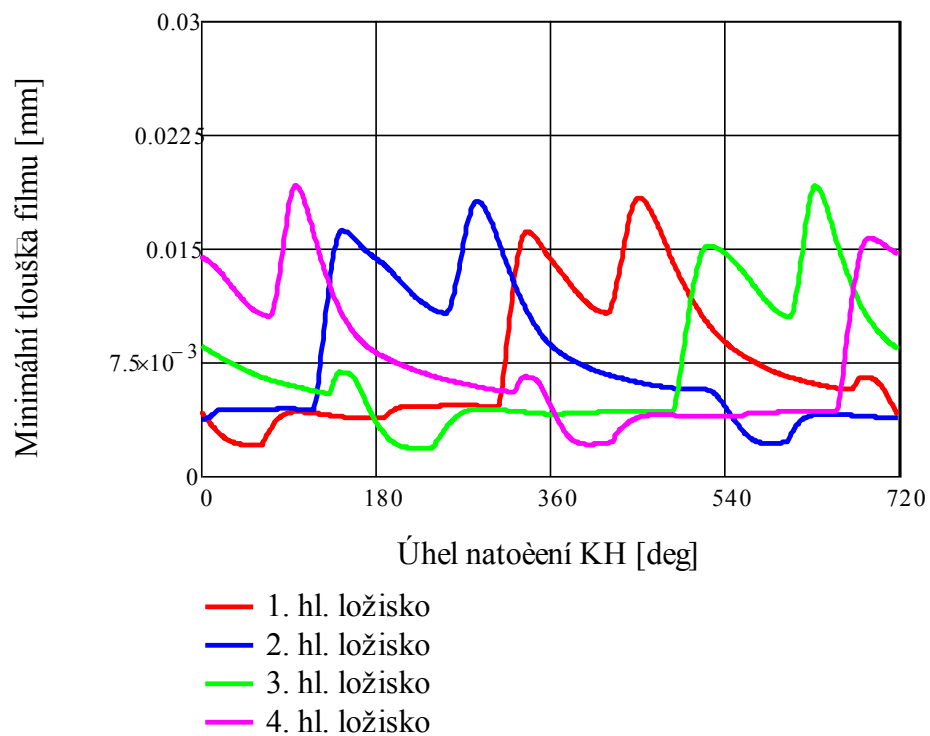
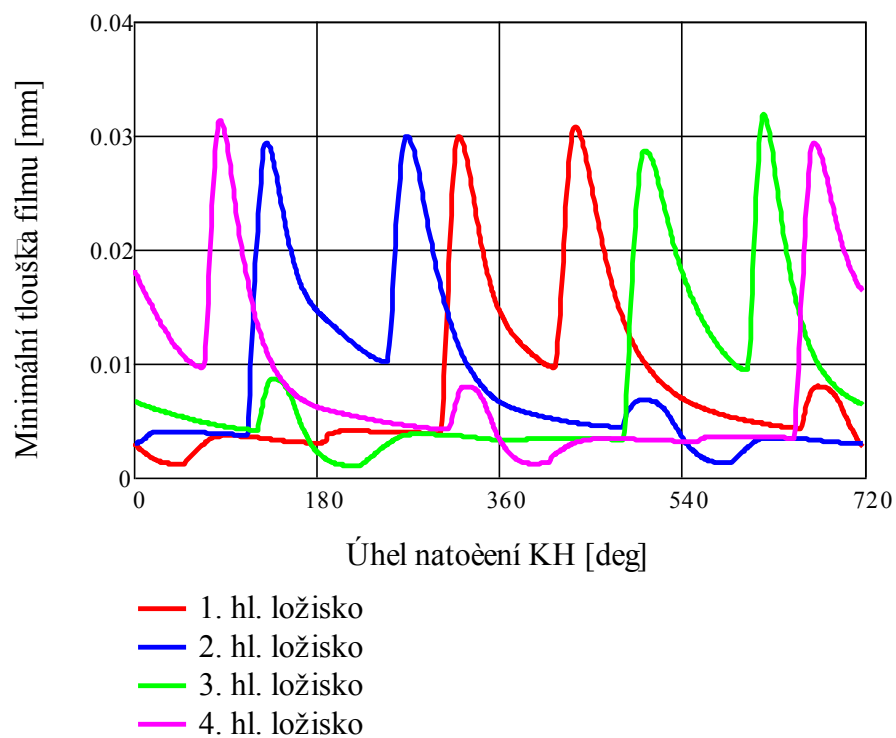


2.2.3 MAXIMÁLNÍ TLAKY V MAZACÍCH VRSTVÁCH OJNÍČNÍCH LOŽISEK





2.2.4 MINIMÁLNÍ TLOUŠTKY MAZACÍCH VRSTEV OJNÍČNÍCH LOŽISEK





2.2.5 OTEPLENÍ OLEJOVÝCH VRSTEV OJNÍČNÍCH LOŽISEK

Výpočet ztrátových výkonů ložisek:

$$i := 0..720$$

$$P_{Aztr_oj1_okanzity} := M_{At\theta_oj1} \cdot \omega_{A_oj1} \quad P_{Bztr_oj1_okanzity} := M_{Bt\theta_oj1} \cdot \omega_{A_oj1}$$

$$P_{Aztr_oj1_stredni} := \left| \text{mean} \left(P_{Aztr_oj1_okanzity} \right) \right| \quad P_{Bztr_oj1_stredni} := \left| \text{mean} \left(P_{Bztr_oj1_okanzity} \right) \right|$$

$$P_{Aztr_oj2_okanzity} := M_{At\theta_oj2} \cdot \omega_{A_oj2} \quad P_{Bztr_oj2_okanzity} := M_{Bt\theta_oj2} \cdot \omega_{B_oj2}$$

$$P_{Aztr_oj2_stredni} := \left| \text{mean} \left(P_{Aztr_oj2_okanzity} \right) \right| \quad P_{Bztr_oj2_stredni} := \left| \text{mean} \left(P_{Bztr_oj2_okanzity} \right) \right|$$

$$P_{Aztr_oj3_okanzity} := M_{At\theta_oj3} \cdot \omega_{A_oj3} \quad P_{Bztr_oj3_okanzity} := M_{Bt\theta_oj3} \cdot \omega_{B_oj3}$$

$$P_{Aztr_oj3_stredni} := \left| \text{mean} \left(P_{Aztr_oj3_okanzity} \right) \right| \quad P_{Bztr_oj3_stredni} := \left| \text{mean} \left(P_{Bztr_oj3_okanzity} \right) \right|$$

$$P_{Aztr_oj4_okanzity} := M_{At\theta_oj4} \cdot \omega_{A_oj4} \quad P_{Bztr_oj4_okanzity} := M_{Bt\theta_oj4} \cdot \omega_{B_oj4}$$

$$P_{Aztr_oj4_stredni} := \left| \text{mean} \left(P_{Aztr_oj4_okanzity} \right) \right| \quad P_{Bztr_oj4_stredni} := \left| \text{mean} \left(P_{Bztr_oj4_okanzity} \right) \right|$$

Střední ztrátové výkony ojníčnických ložisek:

$$P_{Aztr_oj1_stredni} = 102.791 \cdot W \quad P_{Bztr_oj1_stredni} = 136.62 \cdot W$$

$$P_{Aztr_oj2_stredni} = 93.303 \cdot W \quad P_{Bztr_oj2_stredni} = 135.64 \cdot W$$

$$P_{Aztr_oj3_stredni} = 93.288 \cdot W \quad P_{Bztr_oj3_stredni} = 135.422 \cdot W$$

$$P_{Aztr_oj4_stredni} = 102.742 \cdot W \quad P_{Bztr_oj4_stredni} = 135.711 \cdot W$$

**Objemové průtoky oleje ojnicními ložisky:**

$$V_{Aolej_oj1_stredni} = 1.538 \times 10^4 \cdot \frac{\text{mm}^3}{\text{sec}}$$

$$V_{Bolej_oj1_stredni} = 3.548 \times 10^3 \cdot \frac{\text{mm}^3}{\text{sec}}$$

$$V_{Aolej_oj2_stredni} = 1.528 \times 10^4 \cdot \frac{\text{mm}^3}{\text{sec}}$$

$$V_{Bolej_oj2_stredni} = 3.464 \times 10^3 \cdot \frac{\text{mm}^3}{\text{sec}}$$

$$V_{Aolej_oj3_stredni} = 1.534 \times 10^4 \cdot \frac{\text{mm}^3}{\text{sec}}$$

$$V_{Bolej_oj3_stredni} = 3.53 \times 10^3 \cdot \frac{\text{mm}^3}{\text{sec}}$$

$$V_{Aolej_oj4_stredni} = 1.534 \times 10^4 \cdot \frac{\text{mm}^3}{\text{sec}}$$

$$V_{Bolej_oj4_stredni} = 3.548 \times 10^3 \cdot \frac{\text{mm}^3}{\text{sec}}$$

Výpočet oteplení olejové vrstvy ojnicních ložisek:

$$\Delta T_{A_oj1} := \frac{P_{Azr_oj1_stredni}}{V_{Aolej_oj1_stredni} \cdot \rho_{olej}}$$

$$\Delta T_{B_oj1} := \frac{P_{Bzr_oj1_stredni}}{V_{Bolej_oj1_stredni} \cdot \rho_{olej}}$$

$$\Delta T_{A_oj2} := \frac{P_{Azr_oj2_stredni}}{V_{Aolej_oj2_stredni} \cdot \rho_{olej}}$$

$$\Delta T_{B_oj2} := \frac{P_{Bzr_oj2_stredni}}{V_{Bolej_oj2_stredni} \cdot \rho_{olej}}$$

$$\Delta T_{A_oj3} := \frac{P_{Azr_oj3_stredni}}{V_{Aolej_oj3_stredni} \cdot \rho_{olej}}$$

$$\Delta T_{B_oj3} := \frac{P_{Bzr_oj3_stredni}}{V_{Bolej_oj3_stredni} \cdot \rho_{olej}}$$

$$\Delta T_{A_oj4} := \frac{P_{Azr_oj4_stredni}}{V_{Aolej_oj4_stredni} \cdot \rho_{olej}}$$

$$\Delta T_{B_oj4} := \frac{P_{Bzr_oj4_stredni}}{V_{Bolej_oj4_stredni} \cdot \rho_{olej}}$$

**Oteplení olejové vrstvy ojnicních ložisek:**

$$\Delta T_{A_{oj1}} = 3.84 \cdot K$$

$$\Delta T_{B_{oj1}} = 22.132 \cdot K$$

$$\Delta T_{A_{oj2}} = 3.509 \cdot K$$

$$\Delta T_{B_{oj2}} = 22.506 \cdot K$$

$$\Delta T_{A_{oj3}} = 3.494 \cdot K$$

$$\Delta T_{B_{oj3}} = 22.051 \cdot K$$

$$\Delta T_{A_{oj4}} = 3.849 \cdot K$$

$$\Delta T_{B_{oj4}} = 16.642 \cdot K$$



2.3 HLAVNÍ LOŽISKA – OBLAST MAXIMÁLNÍHO VÝKONU

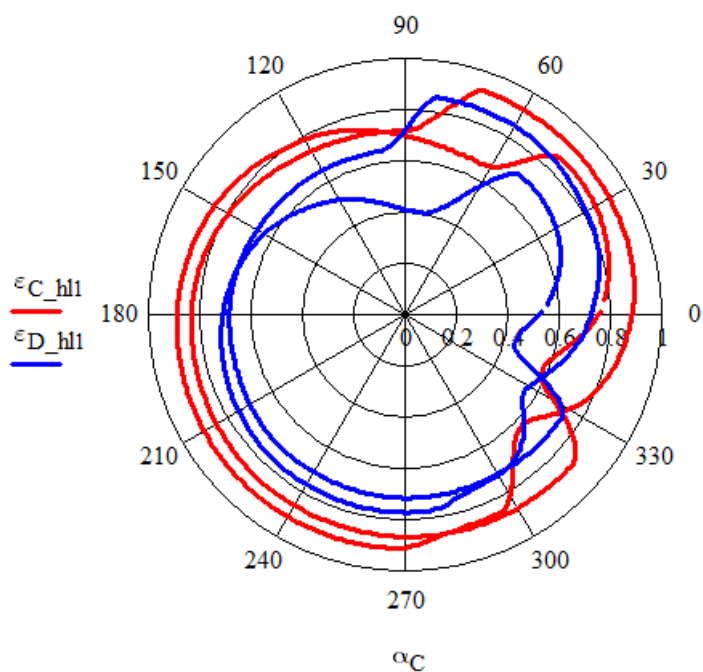
2.3.1 RELATIVNÍ EXCENTRICITY HLAVNÍCH LOŽISEK

Oblast $P_{\max}$ ($n=2200 \text{ min}^{-1}$)

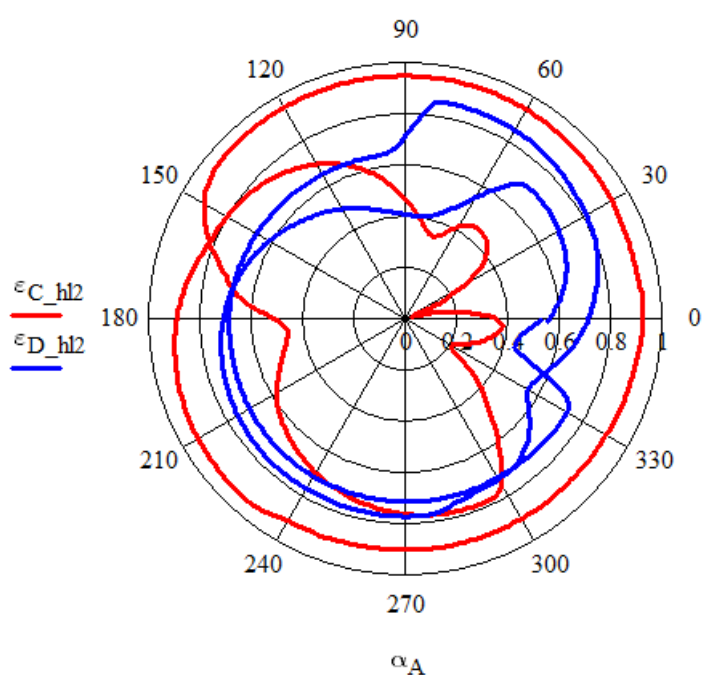
Režim index C: Maximální ložiskové vůle $_{2200 \text{ min}^{-1}}$

Režim index D: Minimální ložiskové vůle $_{2200 \text{ min}^{-1}}$

První hlavní ložisko

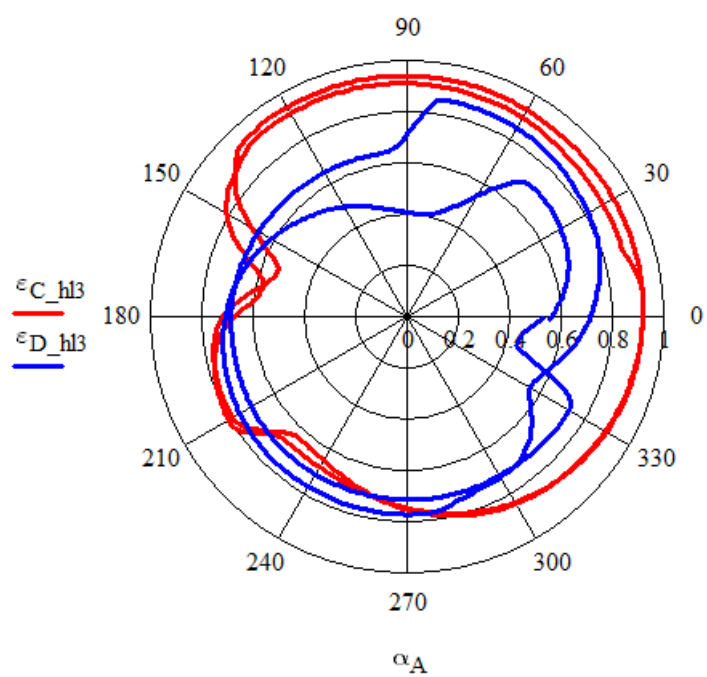


Druhé hlavní ložisko

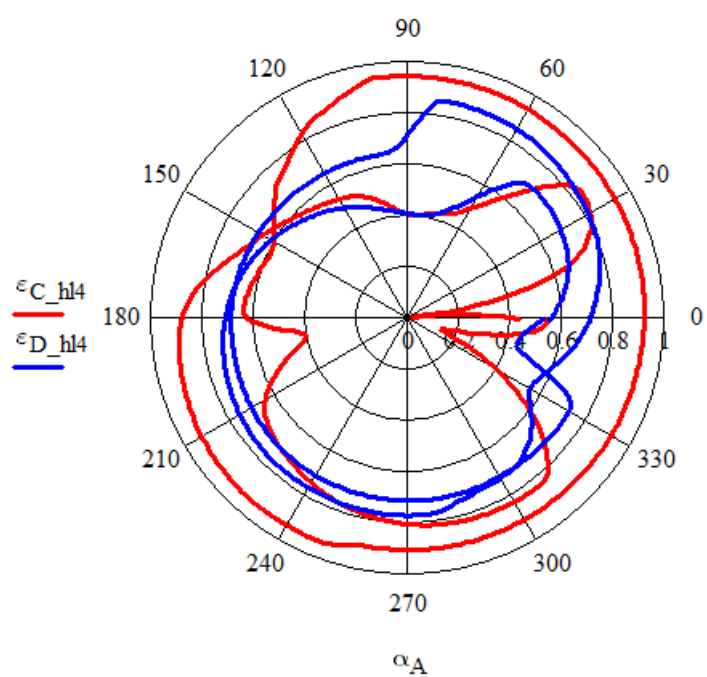




Třetí hlavní ložisko

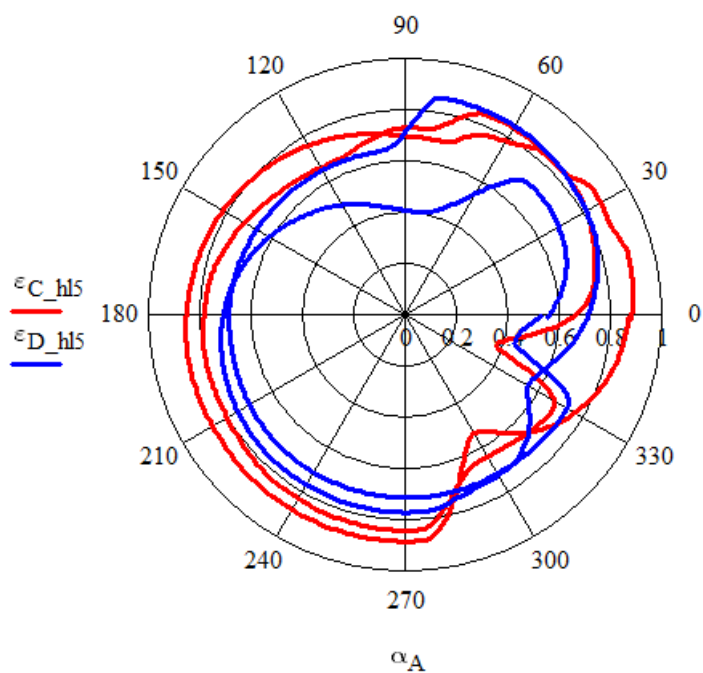


Čtvrté hlavní ložisko



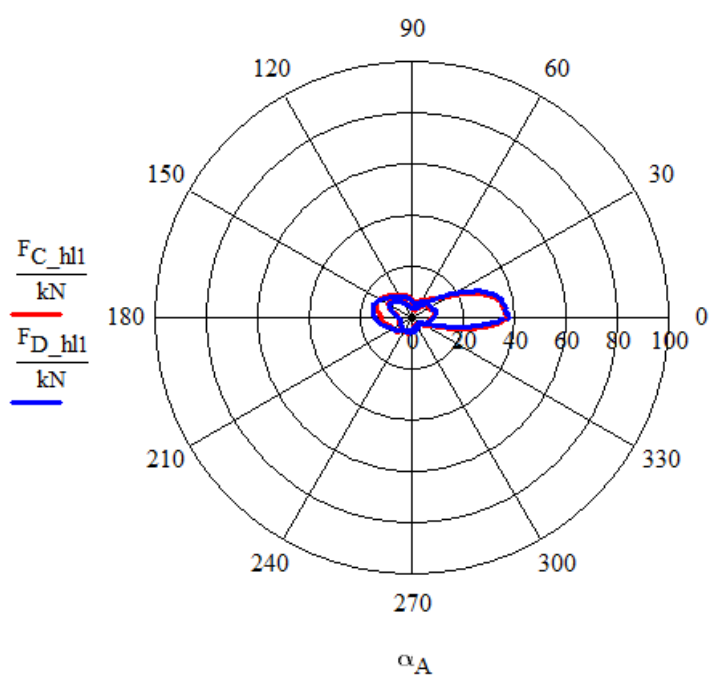


Páté hlavní ložisko



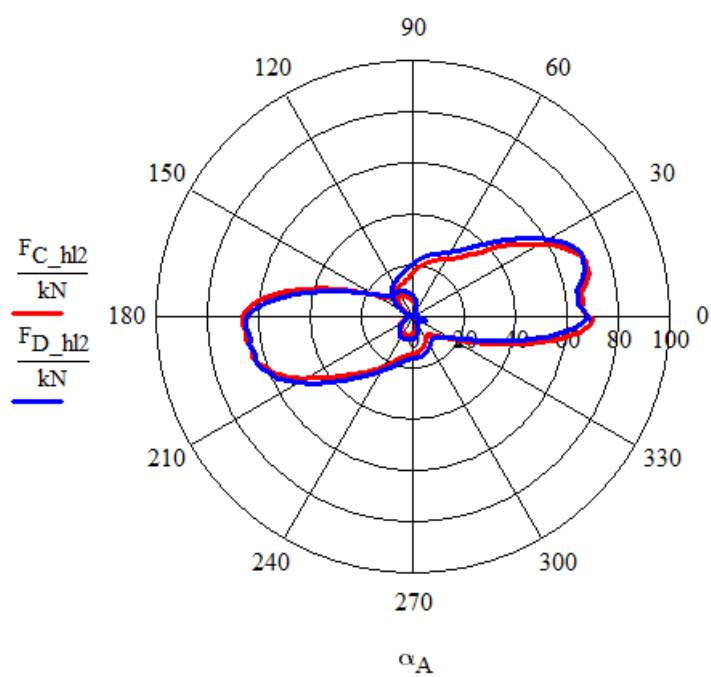
2.3.2 VELIKOST SILOVÝCH ZATÍŽENÍ HLAVNÍCH LOŽISEK

První hlavní ložisko

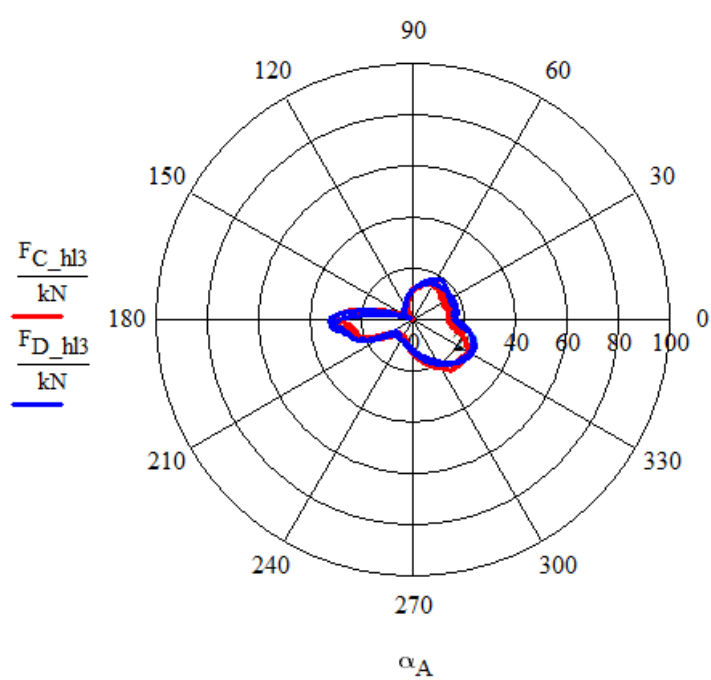




Druhé hlavní ložisko

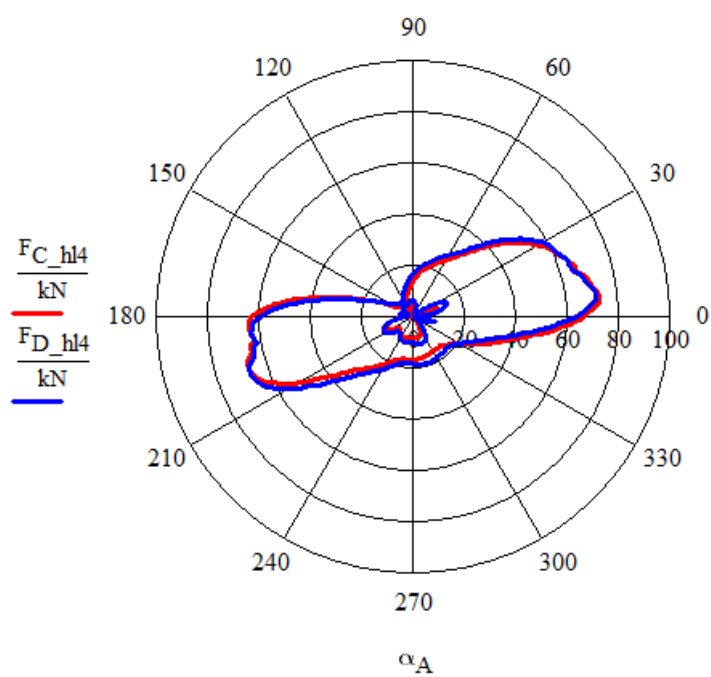


Třetí hlavní ložisko

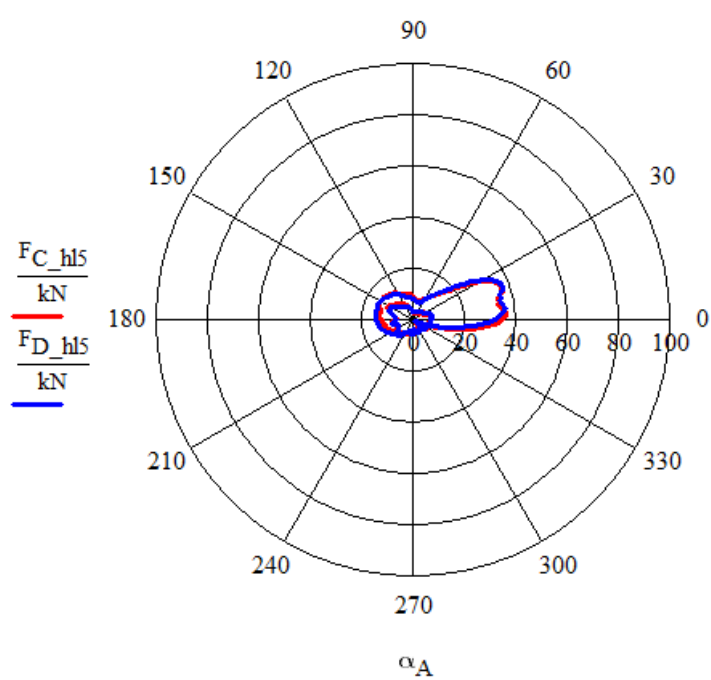




Čtvrté hlavní ložisko

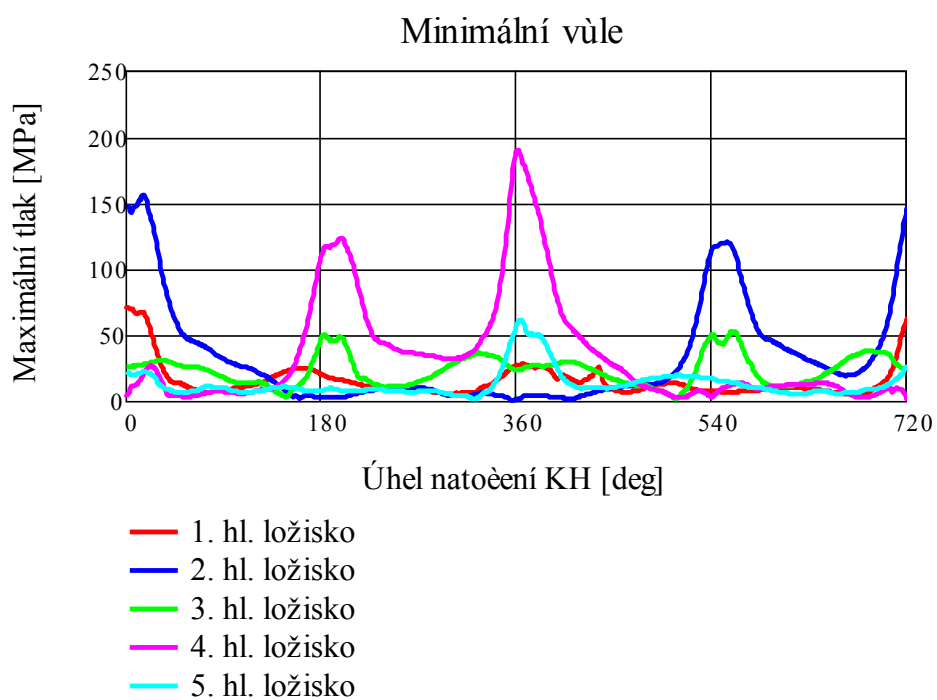
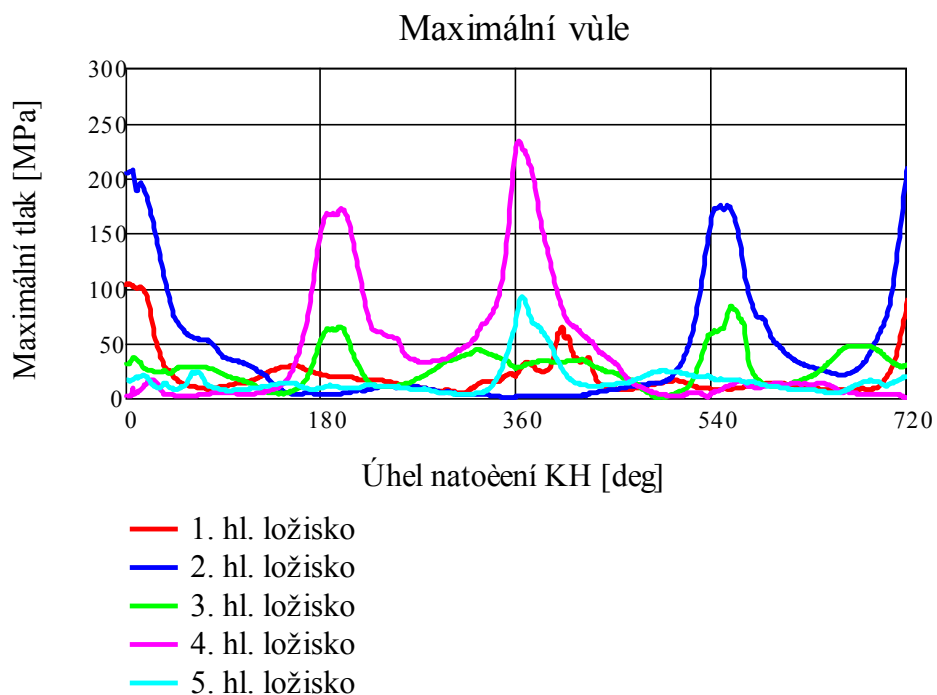


Páté hlavní ložisko



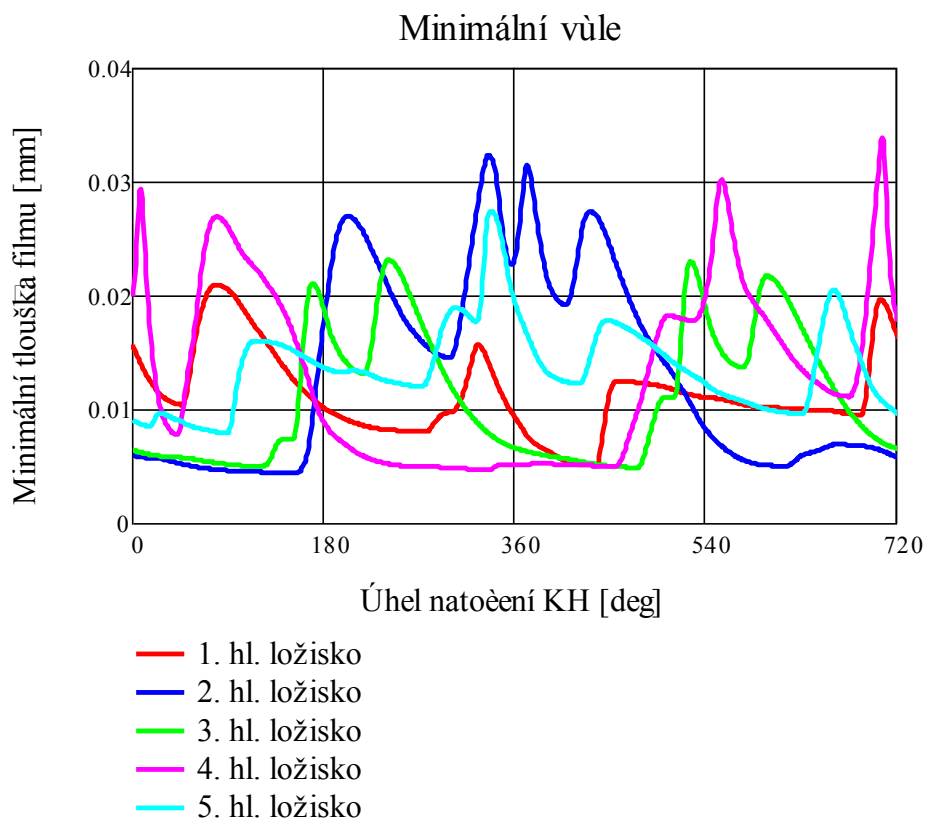
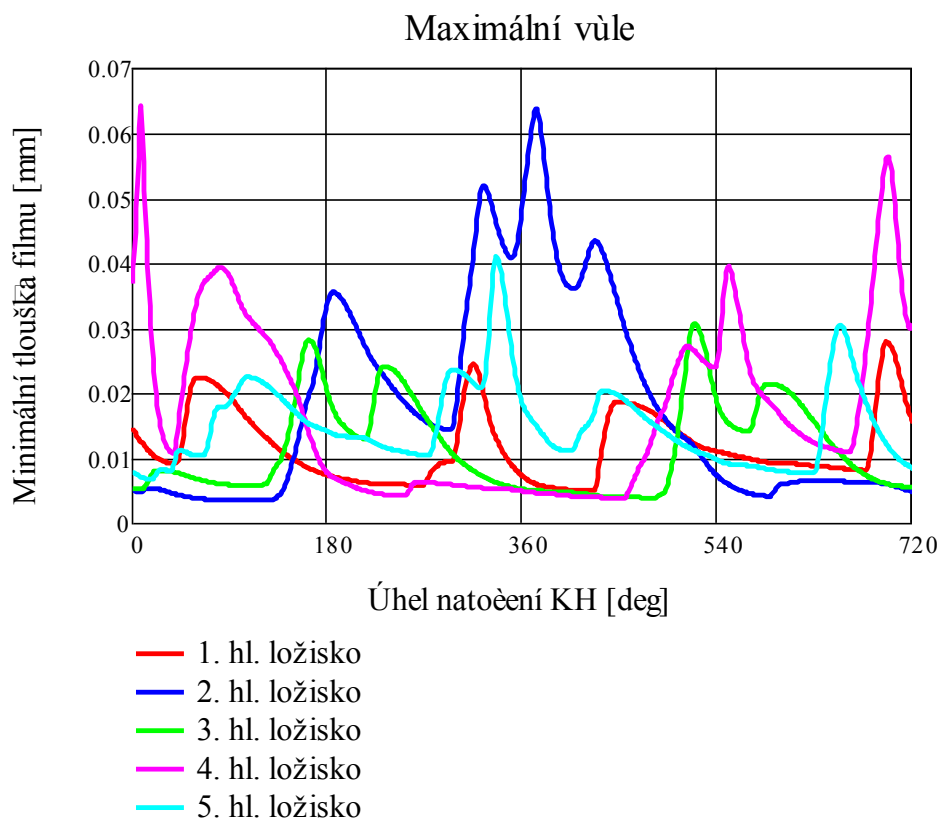


2.3.3 MAXIMÁLNÍ TLAKY V MAZACÍCH VRSTVÁCH HLAVNÍCH LOŽISEK





2.3.4 MINIMÁLNÍ TLOUŠTKY MAZACÍCH VRSTEV HLAVNÍCH LOŽISEK





2.3.5 OTEPLENÍ OLEJOVÉ VRSTVY HLAVNÍCH LOŽISEK

Výpočet ztrátových výkonů ložisek:

$$i := 0..720$$

$$P_{Cztr_hl1_okanzity} := M_{Ct0_hl1} \cdot \omega_{C_hl1}$$

$$P_{Dztr_hl1_okanzity} := M_{Dt0_hl1} \cdot \omega_{D_hl1}$$

$$P_{Cztr_hl1_stredni} := \left| \text{mean} \left(P_{Cztr_hl1_okanzity} \right) \right|$$

$$P_{Dztr_hl1_stredni} := \left| \text{mean} \left(P_{Dztr_hl1_okanzity} \right) \right|$$

$$P_{Cztr_hl2_okanzity} := M_{Ct0_hl2} \cdot \omega_{C_hl2}$$

$$P_{Dztr_hl2_okanzity} := M_{Dt0_hl2} \cdot \omega_{D_hl2}$$

$$P_{Cztr_hl2_stredni} := \left| \text{mean} \left(P_{Cztr_hl2_okanzity} \right) \right|$$

$$P_{Dztr_hl2_stredni} := \left| \text{mean} \left(P_{Dztr_hl2_okanzity} \right) \right|$$

$$P_{Cztr_hl3_okanzity} := M_{Ct0_hl3} \cdot \omega_{C_hl3}$$

$$P_{Dztr_hl3_okanzity} := M_{Dt0_hl3} \cdot \omega_{D_hl3}$$

$$P_{Cztr_hl3_stredni} := \left| \text{mean} \left(P_{Cztr_hl3_okanzity} \right) \right|$$

$$P_{Dztr_hl3_stredni} := \left| \text{mean} \left(P_{Dztr_hl3_okanzity} \right) \right|$$

$$P_{Cztr_hl4_okanzity} := M_{Ct0_hl4} \cdot \omega_{C_hl4}$$

$$P_{Dztr_hl4_okanzity} := M_{Dt0_hl4} \cdot \omega_{D_hl4}$$

$$P_{Cztr_hl4_stredni} := \left| \text{mean} \left(P_{Cztr_hl4_okanzity} \right) \right|$$

$$P_{Dztr_hl4_stredni} := \left| \text{mean} \left(P_{Dztr_hl4_okanzity} \right) \right|$$

$$P_{Cztr_hl5_okanzity} := M_{Ct0_hl5} \cdot \omega_{C_hl5}$$

$$P_{Dztr_hl5_okanzity} := M_{Dt0_hl5} \cdot \omega_{D_hl5}$$

$$P_{Cztr_hl5_stredni} := \left| \text{mean} \left(P_{Cztr_hl5_okanzity} \right) \right|$$

$$P_{Dztr_hl5_stredni} := \left| \text{mean} \left(P_{Dztr_hl5_okanzity} \right) \right|$$

Střední ztrátové výkony hlavních ložisek:

$$P_{Cztr_hl1_stredni} = 589.456 \cdot W$$

$$P_{Dztr_hl1_stredni} = 817.484 \cdot W$$

$$P_{Cztr_hl2_stredni} = 619.057 \cdot W$$

$$P_{Dztr_hl2_stredni} = 878.356 \cdot W$$

$$P_{Cztr_hl3_stredni} = 642.106 \cdot W$$

$$P_{Dztr_hl3_stredni} = 877.923 \cdot W$$

$$P_{Cztr_hl4_stredni} = 589.49 \cdot W$$

$$P_{Dztr_hl4_stredni} = 878.469 \cdot W$$

$$P_{Cztr_hl5_stredni} = 587.121 \cdot W$$

$$P_{Dztr_hl5_stredni} = 851.57 \cdot W$$

**Objemové průtoky oleje hlavními ložisky:**

$$V_{\text{Colej_hl1_střední}} = 7.061 \times 10^4 \cdot \frac{\text{mm}^3}{\text{sec}}$$

$$V_{\text{Dolej_hl1_střední}} = 1.577 \times 10^4 \cdot \frac{\text{mm}^3}{\text{sec}}$$

$$V_{\text{Colej_hl2_střední}} = 7.188 \times 10^4 \cdot \frac{\text{mm}^3}{\text{sec}}$$

$$V_{\text{Dolej_hl2_střední}} = 1.891 \times 10^4 \cdot \frac{\text{mm}^3}{\text{sec}}$$

$$V_{\text{Colej_hl3_střední}} = 7.127 \times 10^4 \cdot \frac{\text{mm}^3}{\text{sec}}$$

$$V_{\text{Dolej_hl3_střední}} = 1.705 \times 10^4 \cdot \frac{\text{mm}^3}{\text{sec}}$$

$$V_{\text{Colej_hl4_střední}} = 7.709 \times 10^4 \cdot \frac{\text{mm}^3}{\text{sec}}$$

$$V_{\text{Dolej_hl4_střední}} = 2.128 \times 10^4 \cdot \frac{\text{mm}^3}{\text{sec}}$$

$$V_{\text{Colej_hl5_střední}} = 6.726 \times 10^4 \cdot \frac{\text{mm}^3}{\text{sec}}$$

$$V_{\text{Dolej_hl5_střední}} = 1.674 \times 10^4 \cdot \frac{\text{mm}^3}{\text{sec}}$$

**Výpočet oteplení olejové vrstvy hlavních ložisek:**

$$\Delta T_{C_hl1} := \frac{P_{Cztr_hl1_stredni}}{V_{Colej_hl1_stredni} \rho_{olej}}$$

$$\Delta T_{D_hl1} := \frac{P_{Dztr_hl1_stredni}}{V_{Dolej_hl1_stredni} \rho_{olej}}$$

$$\Delta T_{C_hl2} := \frac{P_{Cztr_hl2_stredni}}{V_{Colej_hl2_stredni} \rho_{olej}}$$

$$\Delta T_{D_hl2} := \frac{P_{Dztr_hl2_stredni}}{V_{Dolej_hl2_stredni} \rho_{olej}}$$

$$\Delta T_{C_hl3} := \frac{P_{Cztr_hl3_stredni}}{V_{Colej_hl3_stredni} \rho_{olej}}$$

$$\Delta T_{D_hl3} := \frac{P_{Dztr_hl3_stredni}}{V_{Dolej_hl3_stredni} \rho_{olej}}$$

$$\Delta T_{C_hl4} := \frac{P_{Cztr_hl4_stredni}}{V_{Colej_hl4_stredni} \rho_{olej}}$$

$$\Delta T_{D_hl4} := \frac{P_{Dztr_hl4_stredni}}{V_{Dolej_hl4_stredni} \rho_{olej}}$$

$$\Delta T_{C_hl5} := \frac{P_{Cztr_hl5_stredni}}{V_{Colej_hl5_stredni} \rho_{olej}}$$

$$\Delta T_{D_hl5} := \frac{P_{Dztr_hl5_stredni}}{V_{Dolej_hl5_stredni} \rho_{olej}}$$

Oteplení olejové vrstvy hlavních ložisek:

$$\Delta T_{C_hl1} = 4.797 \cdot K$$

$$\Delta T_{D_hl1} = 29.784 \cdot K$$

$$\Delta T_{C_hl2} = 4.95 \cdot K$$

$$\Delta T_{D_hl2} = 26.694 \cdot K$$

$$\Delta T_{C_hl3} = 5.178 \cdot K$$

$$\Delta T_{D_hl3} = 29.597 \cdot K$$

$$\Delta T_{C_hl4} = 4.395 \cdot K$$

$$\Delta T_{D_hl4} = 23.73 \cdot K$$

$$\Delta T_{C_hl5} = 5.017 \cdot K$$

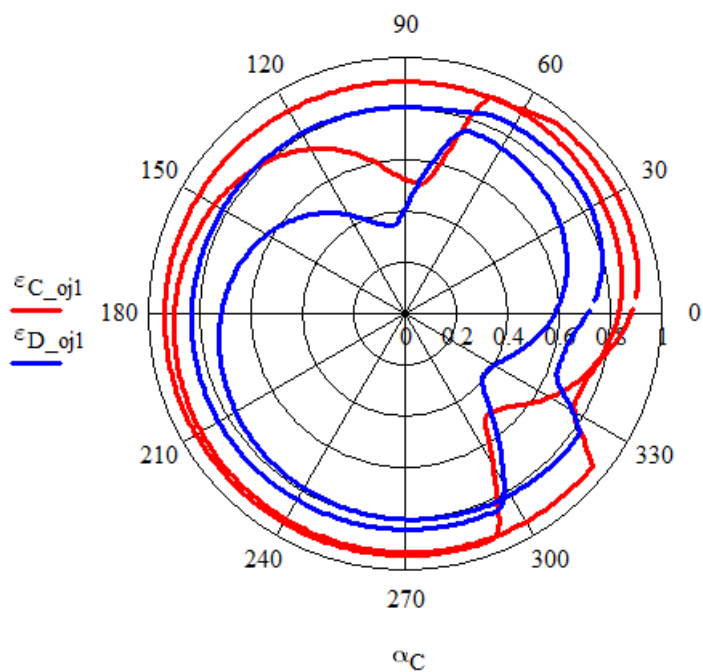
$$\Delta T_{D_hl5} = 29.239 \cdot K$$



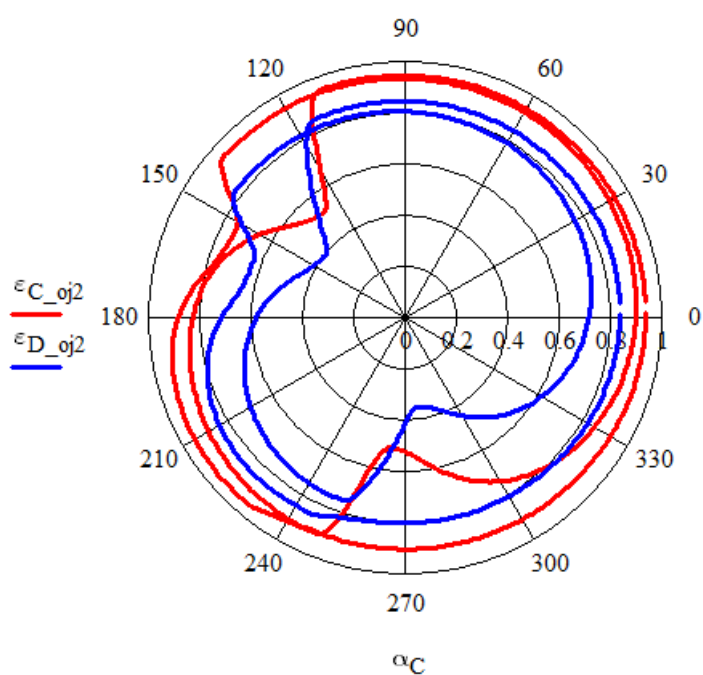
2.4 OJNÍČNÍ LOŽISKA – OBLAST MAXIMÁLNÍHO VÝKONU

2.4.1 RELATIVNÍ EXCENTRICITY OJNÍČNÍCH LOŽISEK

První ojníční ložisko

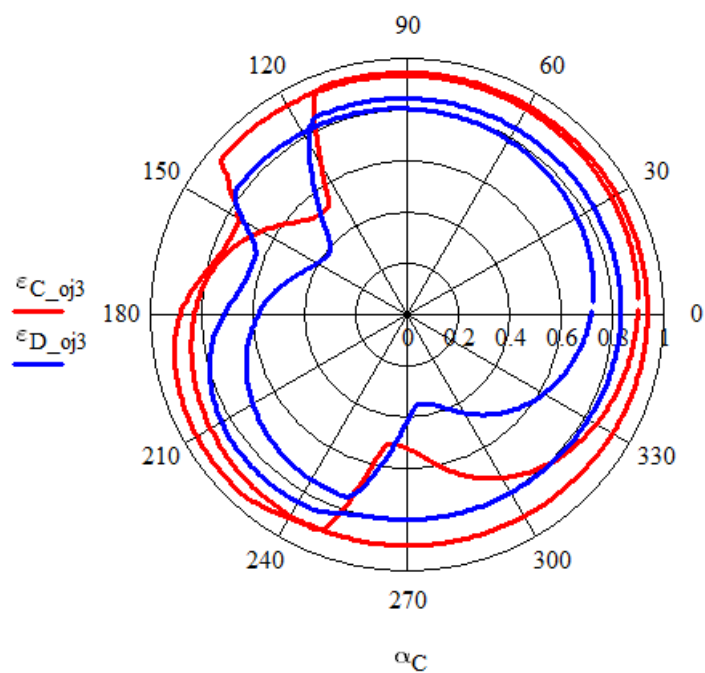


Druhé ojníční ložisko

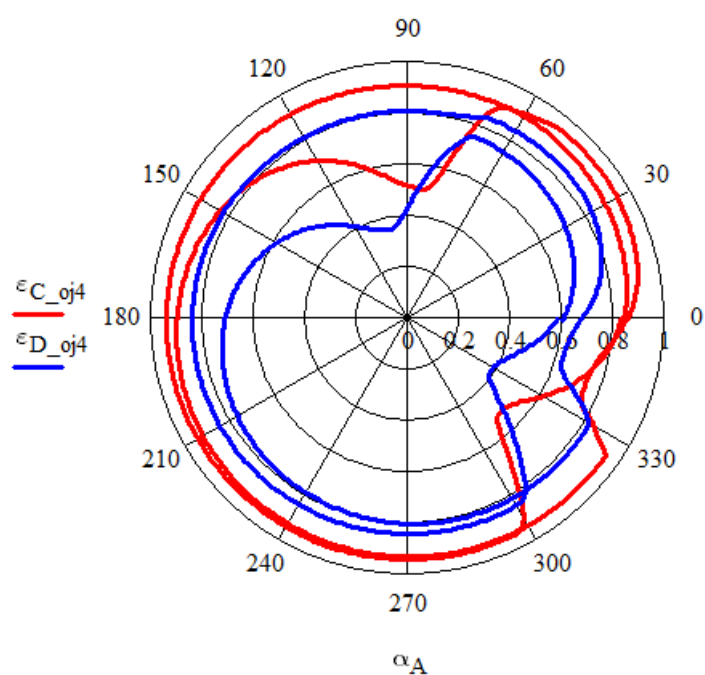




Třetí ojnicí ložisko



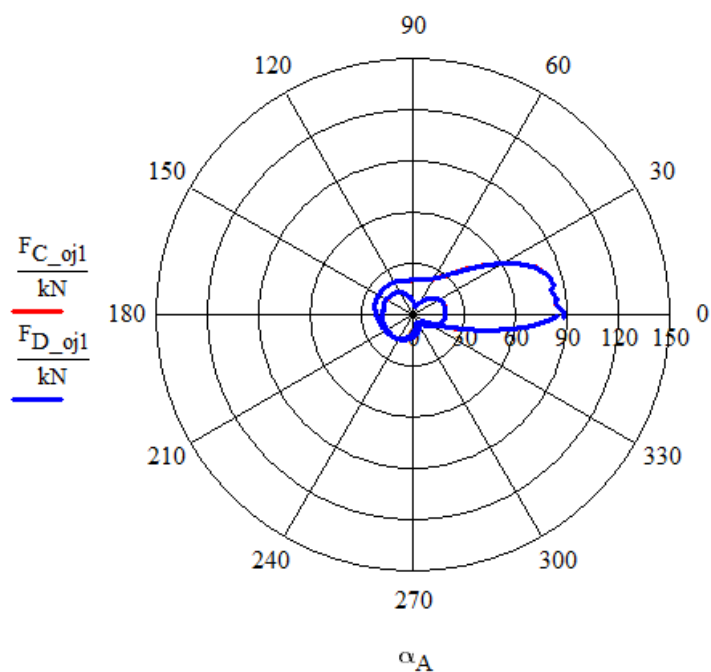
Čtvrté ojnicí ložisko



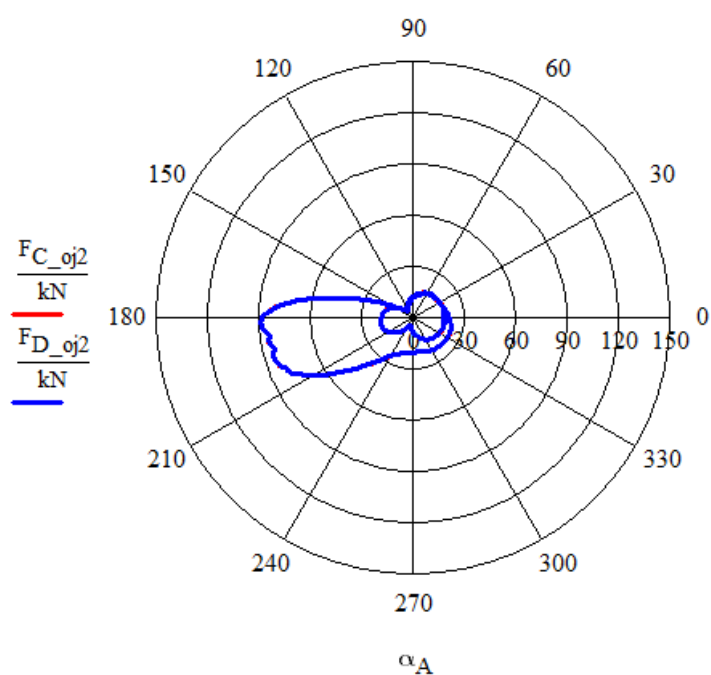


2.4.2 SILOVÁ ZATÍŽENÍ OJNIČNÍCH LOŽISEK

První ojnicí ložisko

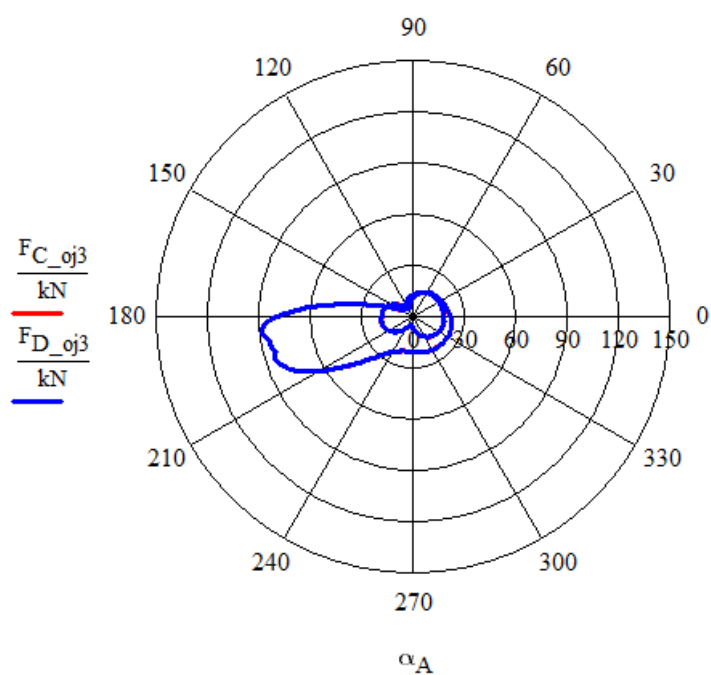


Druhé ojnicí ložisko

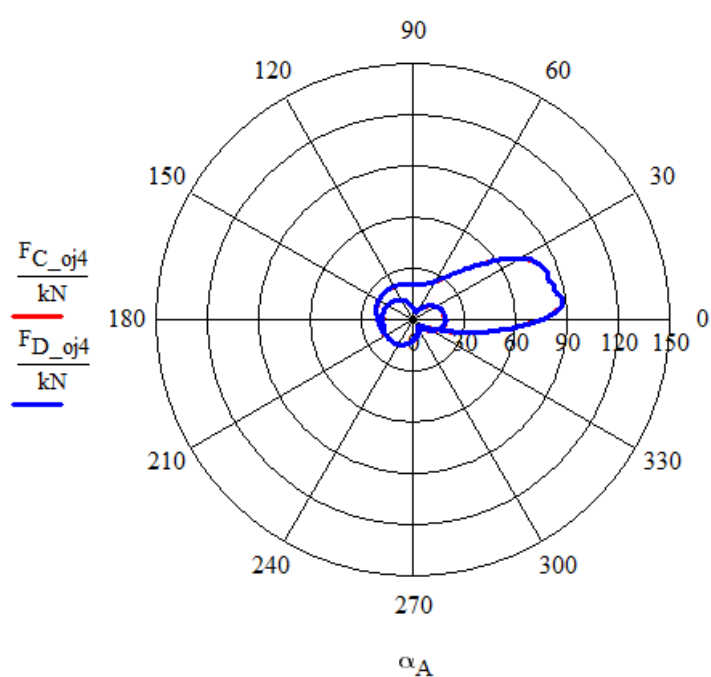




Třetí ojnicí ložisko

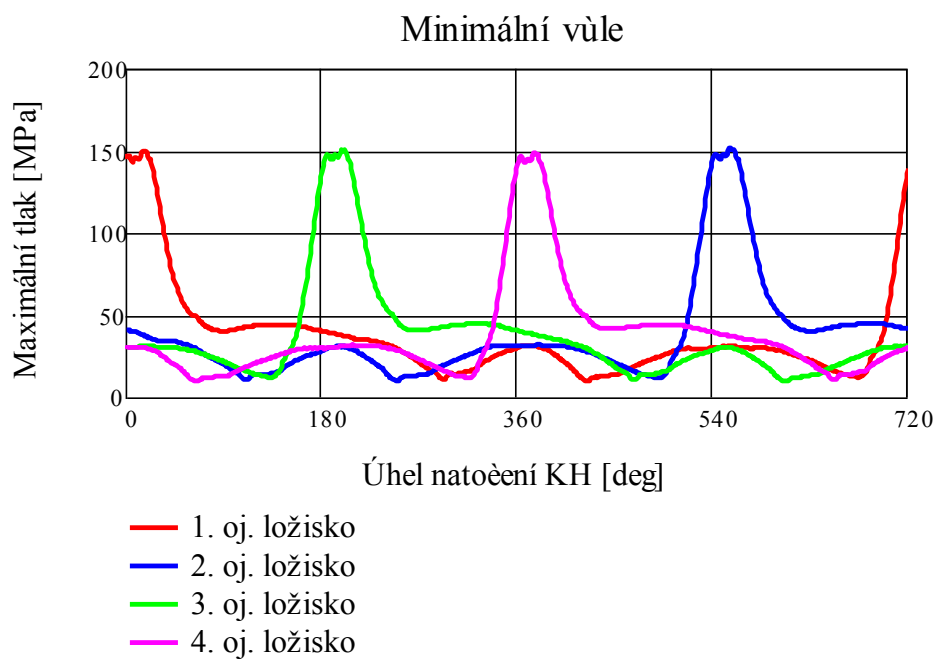
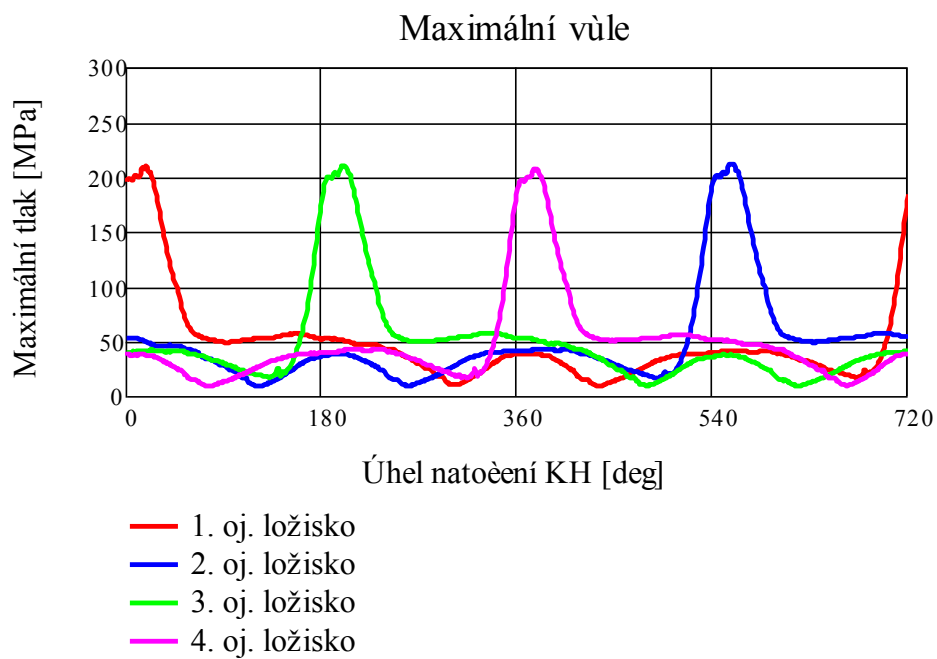


Čtvrté ojnicí ložisko



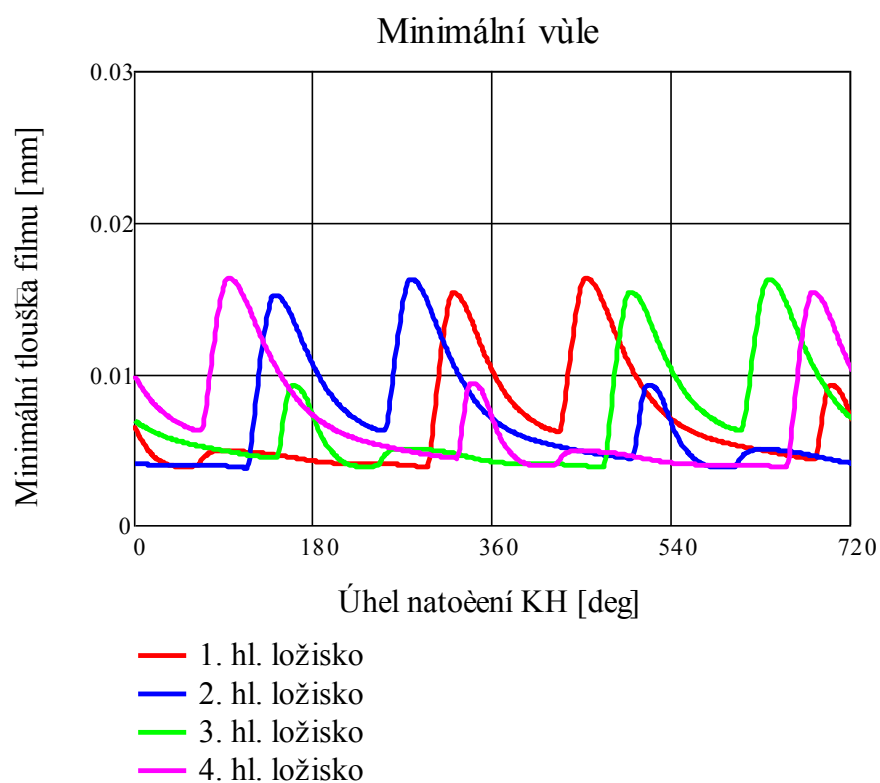
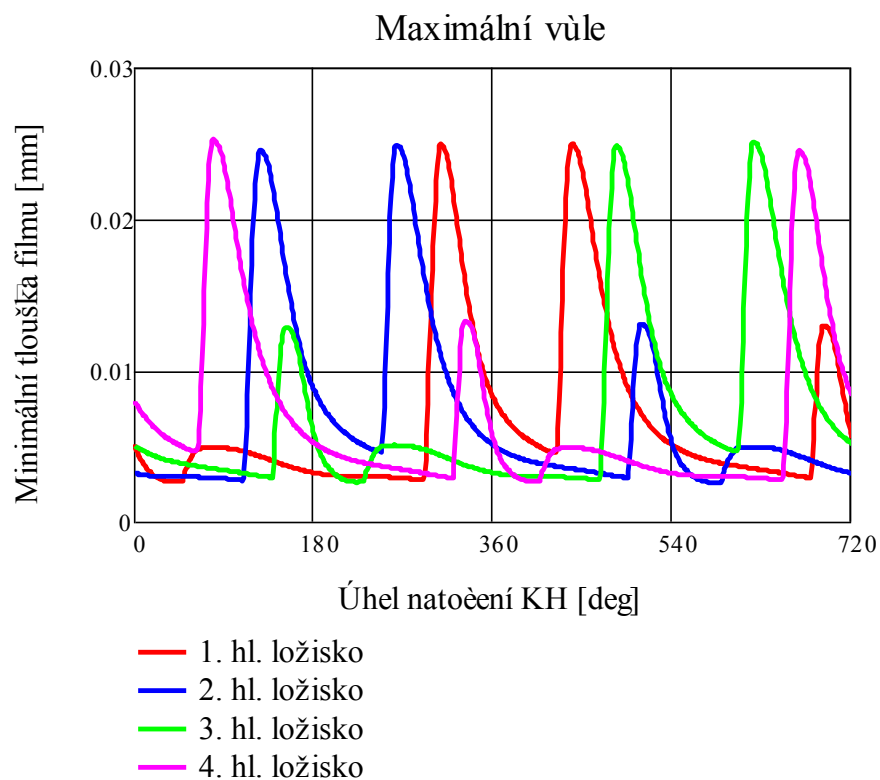


2.4.3 MAXIMÁLNÍ TLAKY V MAZACÍCH VRSTVÁCH OJNÍČNÍCH LOŽISEK





2.4.4 MINIMÁLNÍ TLOUŠTKY MAZACÍCH VRSTEV OJNÍČNÍCH LOŽISEK





2.4.5 OTEPLENÍ OLEJOVÉ VRSTVY OJNÍČNÍCH LOŽISEK

Výpočet ztrátových výkonů ložisek:

$$i := 0..720$$

$$P_{Cztr_oj1_okanzity} := M_{Ct\theta_oj1} \cdot \omega_{C_oj1i}$$

$$P_{Dztr_oj1_okanzity} := M_{Dt\theta_oj1} \cdot \omega_{D_oj1i}$$

$$P_{Cztr_oj1_stredni} := \left| \text{mean} \left(P_{Cztr_oj1_okanzity} \right) \right|$$

$$P_{Dztr_oj1_stredni} := \left| \text{mean} \left(P_{Dztr_oj1_okanzity} \right) \right|$$

$$P_{Cztr_oj2_okanzity} := M_{Ct\theta_oj2} \cdot \omega_{C_oj2i}$$

$$P_{Dztr_oj2_okanzity} := M_{Dt\theta_oj2} \cdot \omega_{D_oj2i}$$

$$P_{Cztr_oj2_stredni} := \left| \text{mean} \left(P_{Cztr_oj2_okanzity} \right) \right|$$

$$P_{Dztr_oj2_stredni} := \left| \text{mean} \left(P_{Dztr_oj2_okanzity} \right) \right|$$

$$P_{Cztr_oj3_okanzity} := M_{Ct\theta_oj3} \cdot \omega_{C_oj3i}$$

$$P_{Dztr_oj3_okanzity} := M_{Dt\theta_oj3} \cdot \omega_{D_oj3i}$$

$$P_{Cztr_oj3_stredni} := \left| \text{mean} \left(P_{Cztr_oj3_okanzity} \right) \right|$$

$$P_{Dztr_oj3_stredni} := \left| \text{mean} \left(P_{Dztr_oj3_okanzity} \right) \right|$$

$$P_{Cztr_oj4_okanzity} := M_{Ct\theta_oj4} \cdot \omega_{C_oj4i}$$

$$P_{Dztr_oj4_okanzity} := M_{Dt\theta_oj4} \cdot \omega_{D_oj4i}$$

$$P_{Cztr_oj4_stredni} := \left| \text{mean} \left(P_{Cztr_oj4_okanzity} \right) \right|$$

$$P_{Dztr_oj4_stredni} := \left| \text{mean} \left(P_{Dztr_oj4_okanzity} \right) \right|$$

Střední ztrátové výkony ojníčnických ložisek:

$$P_{Cztr_oj1_stredni} = 280.188 \cdot W$$

$$P_{Dztr_oj1_stredni} = 374.166 \cdot W$$

$$P_{Cztr_oj2_stredni} = 279.227 \cdot W$$

$$P_{Dztr_oj2_stredni} = 373.608 \cdot W$$

$$P_{Cztr_oj3_stredni} = 278.97 \cdot W$$

$$P_{Dztr_oj3_stredni} = 372.962 \cdot W$$

$$P_{Cztr_oj4_stredni} = 280.099 \cdot W$$

$$P_{Dztr_oj4_stredni} = 374.384 \cdot W$$

**Objemové průtoky oleje ojnicními ložisky:**

$$V_{\text{Colej_oj1_stredni}} = 2.164 \times 10^4 \cdot \frac{\text{mm}^3}{\text{sec}}$$

$$V_{\text{Dolej_oj1_stredni}} = 6.032 \times 10^3 \cdot \frac{\text{mm}^3}{\text{sec}}$$

$$V_{\text{Colej_oj2_stredni}} = 2.161 \times 10^4 \cdot \frac{\text{mm}^3}{\text{sec}}$$

$$V_{\text{Dolej_oj2_stredni}} = 6.023 \times 10^3 \cdot \frac{\text{mm}^3}{\text{sec}}$$

$$V_{\text{Colej_oj3_stredni}} = 2.164 \times 10^4 \cdot \frac{\text{mm}^3}{\text{sec}}$$

$$V_{\text{Dolej_oj3_stredni}} = 6.04 \times 10^3 \cdot \frac{\text{mm}^3}{\text{sec}}$$

$$V_{\text{Colej_oj4_stredni}} = 2.162 \times 10^4 \cdot \frac{\text{mm}^3}{\text{sec}}$$

$$V_{\text{Dolej_oj4_stredni}} = 6.029 \times 10^3 \cdot \frac{\text{mm}^3}{\text{sec}}$$

**Výpočet oteplení olejové vrstvy ojnicích ložisek:**

$$\Delta T_{C_oj1} := \frac{P_{Czr_oj1_stredni}}{V_{Colej_oj1_stredni} \rho_{olej}}$$

$$\Delta T_{D_oj1} := \frac{P_{Dzr_oj1_stredni}}{V_{Dolej_oj1_stredni} \rho_{olej}}$$

$$\Delta T_{C_oj2} := \frac{P_{Czr_oj2_stredni}}{V_{Colej_oj2_stredni} \rho_{olej}}$$

$$\Delta T_{D_oj2} := \frac{P_{Dzr_oj2_stredni}}{V_{Dolej_oj2_stredni} \rho_{olej}}$$

$$\Delta T_{C_oj3} := \frac{P_{Czr_oj3_stredni}}{V_{Colej_oj3_stredni} \rho_{olej}}$$

$$\Delta T_{D_oj3} := \frac{P_{Dzr_oj3_stredni}}{V_{Dolej_oj3_stredni} \rho_{olej}}$$

$$\Delta T_{C_oj4} := \frac{P_{Czr_oj4_stredni}}{V_{Colej_oj4_stredni} \rho_{olej}}$$

$$\Delta T_{D_oj4} := \frac{P_{Dzr_oj4_stredni}}{V_{Dolej_oj4_stredni} \rho_{olej}}$$

Oteplení olejové vrstvy ojnicích ložisek:

$$\Delta T_{C_oj1} = 7.44 \cdot K$$

$$\Delta T_{D_oj1} = 35.65 \cdot K$$

$$\Delta T_{C_oj2} = 7.425 \cdot K$$

$$\Delta T_{D_oj2} = 35.647 \cdot K$$

$$\Delta T_{C_oj3} = 7.407 \cdot K$$

$$\Delta T_{D_oj3} = 35.485 \cdot K$$

$$\Delta T_{C_oj4} = 7.445 \cdot K$$

$$\Delta T_{D_oj4} = 35.687 \cdot K$$



3 SOUHRN EXTRÉMNÍCH HODNOT VYHODNOCOVANÝCH VELIČIN

3.1 HLAVNÍ LOŽISKA

3.1.1 MAXIMÁLNÍ HODNOTY RELATIVNÍCH EXCENTRICIT

MAXIMÁLNÍ TOČ IVÝ MOMENT
V_{max}

$$\varepsilon_{\max A_hl1} := \max(\varepsilon_{A_hl1}) = 0.905$$

$$\varepsilon_{\max A_hl2} := \max(\varepsilon_{A_hl2}) = 0.953$$

$$\varepsilon_{\max A_hl3} := \max(\varepsilon_{A_hl3}) = 0.915$$

$$\varepsilon_{\max A_hl4} := \max(\varepsilon_{A_hl4}) = 0.949$$

$$\varepsilon_{\max A_hl5} := \max(\varepsilon_{A_hl5}) = 0.875$$

MAXIMÁLNÍ VÝKON
V_{max}

$$\varepsilon_{\max C_hl1} := \max(\varepsilon_{C_hl1}) = 0.924$$

$$\varepsilon_{\max C_hl2} := \max(\varepsilon_{C_hl2}) = 0.949$$

$$\varepsilon_{\max C_hl3} := \max(\varepsilon_{C_hl3}) = 0.942$$

$$\varepsilon_{\max C_hl4} := \max(\varepsilon_{C_hl4}) = 0.943$$

$$\varepsilon_{\max C_hl5} := \max(\varepsilon_{C_hl5}) = 0.899$$

MAXIMÁLNÍ TOČ IVÝ MOMENT
V_{min}

$$\varepsilon_{\max B_hl1} := \max(\varepsilon_{B_hl1}) = 0.777$$

$$\varepsilon_{\max B_hl2} := \max(\varepsilon_{B_hl2}) = 0.891$$

$$\varepsilon_{\max B_hl3} := \max(\varepsilon_{B_hl3}) = 0.824$$

$$\varepsilon_{\max B_hl4} := \max(\varepsilon_{B_hl4}) = 0.887$$

$$\varepsilon_{\max B_hl5} := \max(\varepsilon_{B_hl5}) = 0.742$$

MAXIMÁLNÍ VÝKON
V_{min}

$$\varepsilon_{\max D_hl1} := \max(\varepsilon_{D_hl1}) = 0.857$$

$$\varepsilon_{\max D_hl2} := \max(\varepsilon_{D_hl2}) = 0.857$$

$$\varepsilon_{\max D_hl3} := \max(\varepsilon_{D_hl3}) = 0.857$$

$$\varepsilon_{\max D_hl4} := \max(\varepsilon_{D_hl4}) = 0.857$$

$$\varepsilon_{\max D_hl5} := \max(\varepsilon_{D_hl5}) = 0.857$$



3.1.2 EXTRÉMNÍ HODNOTY MAXIMÁLNÍCH TLAKŮ MAZACÍCH VRSTVÁCH LOŽISEK

MAXIMÁLNÍ TOČ IVÝ MOMENT
V_{max}

$$p_{\max A_hl1} := \max(p_{A\max_hl1}) = 243.022 \cdot \text{MPa}$$

$$p_{\max A_hl2} := \max(p_{A\max_hl2}) = 500.683 \cdot \text{MPa}$$

$$p_{\max A_hl3} := \max(p_{A\max_hl3}) = 311.108 \cdot \text{MPa}$$

$$p_{\max A_hl4} := \max(p_{A\max_hl4}) = 672.229 \cdot \text{MPa}$$

$$p_{\max A_hl5} := \max(p_{A\max_hl5}) = 224.426 \cdot \text{MPa}$$

MAXIMÁLNÍ TOČ IVÝ MOMENT
V_{min}

$$p_{\max B_hl1} := \max(p_{B\max_hl1}) = 194.521 \cdot \text{MPa}$$

$$p_{\max B_hl2} := \max(p_{B\max_hl2}) = 377.37 \cdot \text{MPa}$$

$$p_{\max B_hl3} := \max(p_{B\max_hl3}) = 241.207 \cdot \text{MPa}$$

$$p_{\max B_hl4} := \max(p_{B\max_hl4}) = 449.049 \cdot \text{MPa}$$

$$p_{\max B_hl5} := \max(p_{B\max_hl5}) = 166.422 \cdot \text{MPa}$$

MAXIMÁLNÍ VÝKON
V_{max}

$$p_{\max C_hl1} := \max(p_{C\max_hl1}) = 104.085 \cdot \text{MPa}$$

$$p_{\max C_hl2} := \max(p_{C\max_hl2}) = 210.323 \cdot \text{MPa}$$

$$p_{\max C_hl3} := \max(p_{C\max_hl3}) = 83.669 \cdot \text{MPa}$$

$$p_{\max C_hl4} := \max(p_{C\max_hl4}) = 233.297 \cdot \text{MPa}$$

$$p_{\max C_hl5} := \max(p_{C\max_hl5}) = 91.416 \cdot \text{MPa}$$

MAXIMÁLNÍ VÝKON
V_{min}

$$p_{\max D_hl1} := \max(p_{D\max_hl1}) = 70.198 \cdot \text{MPa}$$

$$p_{\max D_hl2} := \max(p_{D\max_hl2}) = 155.902 \cdot \text{MPa}$$

$$p_{\max D_hl3} := \max(p_{D\max_hl3}) = 52.149 \cdot \text{MPa}$$

$$p_{\max D_hl4} := \max(p_{D\max_hl4}) = 189.568 \cdot \text{MPa}$$

$$p_{\max D_hl5} := \max(p_{D\max_hl5}) = 61.217 \cdot \text{MPa}$$



3.1.3 EXTRÉMNÍ HODNOTY SILOVÝCH ZATÍŽENÍ A MĚRNÝCH TLAKŮ NA LOŽISKA

MAXIMÁLNÍ TOČ IVÝ MOMENT
V_{max}

$$F_{A_hl1max} := \max(F_{A_hl1}) = 56.959 \cdot \text{kN}$$

$$F_{A_hl2max} := \max(F_{A_hl2}) = 83.173 \cdot \text{kN}$$

$$F_{A_hl3max} := \max(F_{A_hl3}) = 62.111 \cdot \text{kN}$$

$$F_{A_hl4max} := \max(F_{A_hl4}) = 83.402 \cdot \text{kN}$$

$$F_{A_hl5max} := \max(F_{A_hl5}) = 57.491 \cdot \text{kN}$$

MAXIMÁLNÍ TOČ IVÝ MOMENT
V_{min}

$$F_{B_hl1max} := \max(F_{B_hl1}) = 56.43 \cdot \text{kN}$$

$$F_{B_hl2max} := \max(F_{B_hl2}) = 85.33 \cdot \text{kN}$$

$$F_{B_hl3max} := \max(F_{B_hl3}) = 62.324 \cdot \text{kN}$$

$$F_{B_hl4max} := \max(F_{B_hl4}) = 83.312 \cdot \text{kN}$$

$$F_{B_hl5max} := \max(F_{B_hl5}) = 57.245 \cdot \text{kN}$$

MAXIMÁLNÍ VÝKON
V_{max}

$$F_{C_hl1max} := \max(F_{C_hl1}) = 37.486 \cdot \text{kN}$$

$$F_{C_hl2max} := \max(F_{C_hl2}) = 70.811 \cdot \text{kN}$$

$$F_{C_hl3max} := \max(F_{C_hl3}) = 29.992 \cdot \text{kN}$$

$$F_{C_hl4max} := \max(F_{C_hl4}) = 72.87 \cdot \text{kN}$$

$$F_{C_hl5max} := \max(F_{C_hl5}) = 36.926 \cdot \text{kN}$$

MAXIMÁLNÍ VÝKON
V_{min}

$$F_{D_hl1max} := \max(F_{D_hl1}) = 37.853 \cdot \text{kN}$$

$$F_{D_hl2max} := \max(F_{D_hl2}) = 70.089 \cdot \text{kN}$$

$$F_{D_hl3max} := \max(F_{D_hl3}) = 32.282 \cdot \text{kN}$$

$$F_{D_hl4max} := \max(F_{D_hl4}) = 71.697 \cdot \text{kN}$$

$$F_{D_hl5max} := \max(F_{D_hl5}) = 37.244 \cdot \text{kN}$$

$$D_{hl} := 80 \text{ mm}$$

$$L_{hl} := 32 \text{ mm}$$

$$D_{hlAX} := 80 \text{ mm}$$

$$L_{hlAX} := 36 \text{ mm}$$


MAXIMÁLNÍ TOČ IVÝ MOMENT
V_{max}

$$p_{A_hl1mean} := \frac{F_{A_hl1max}}{D_{hl} \cdot L_{hl}} = 22.25 \cdot \text{MPa}$$

$$p_{A_hl2mean} := \frac{F_{A_hl2max}}{D_{hl} \cdot L_{hl}} = 32.49 \cdot \text{MPa}$$

$$p_{A_hl3mean} := \frac{F_{A_hl3max}}{D_{hl} \cdot L_{hl}} = 24.262 \cdot \text{MPa}$$

$$p_{A_hl4mean} := \frac{F_{A_hl4max}}{D_{hl} \cdot L_{hl}} = 32.579 \cdot \text{MPa}$$

$$p_{A_hl5mean} := \frac{F_{A_hl5max}}{D_{hlAX} \cdot L_{hlAX}} = 19.962 \cdot \text{MPa}$$

MAXIMÁLNÍ TOČ IVÝ MOMENT
V_{min}

$$p_{B_hl1mean} := \frac{F_{B_hl1max}}{D_{hl} \cdot L_{hl}} = 22.043 \cdot \text{MPa}$$

$$p_{B_hl2mean} := \frac{F_{B_hl2max}}{D_{hl} \cdot L_{hl}} = 33.332 \cdot \text{MPa}$$

$$p_{B_hl3mean} := \frac{F_{B_hl3max}}{D_{hl} \cdot L_{hl}} = 24.345 \cdot \text{MPa}$$

$$p_{B_hl4mean} := \frac{F_{B_hl4max}}{D_{hl} \cdot L_{hl}} = 32.544 \cdot \text{MPa}$$

$$p_{B_hl5mean} := \frac{F_{B_hl5max}}{D_{hlAX} \cdot L_{hlAX}} = 19.594 \cdot \text{MPa}$$

MAXIMÁLNÍ VÝKON
V_{max}

$$p_{C_hl1mean} := \frac{F_{C_hl1max}}{D_{hl} \cdot L_{hl}} = 14.643 \cdot \text{MPa}$$

$$p_{C_hl2mean} := \frac{F_{C_hl2max}}{D_{hl} \cdot L_{hl}} = 27.66 \cdot \text{MPa}$$

$$p_{C_hl3mean} := \frac{F_{C_hl3max}}{D_{hl} \cdot L_{hl}} = 11.716 \cdot \text{MPa}$$

$$p_{C_hl4mean} := \frac{F_{C_hl4max}}{D_{hl} \cdot L_{hl}} = 28.465 \cdot \text{MPa}$$

$$p_{C_hl5mean} := \frac{F_{C_hl5max}}{D_{hlAX} \cdot L_{hlAX}} = 12.822 \cdot \text{MPa}$$

MAXIMÁLNÍ VÝKON
V_{min}

$$p_{D_hl1mean} := \frac{F_{D_hl1max}}{D_{hl} \cdot L_{hl}} = 14.786 \cdot \text{MPa}$$

$$p_{D_hl2mean} := \frac{F_{D_hl2max}}{D_{hl} \cdot L_{hl}} = 27.378 \cdot \text{MPa}$$

$$p_{D_hl3mean} := \frac{F_{D_hl3max}}{D_{hl} \cdot L_{hl}} = 12.61 \cdot \text{MPa}$$

$$p_{D_hl4mean} := \frac{F_{D_hl4max}}{D_{hl} \cdot L_{hl}} = 28.007 \cdot \text{MPa}$$

$$p_{D_hl5mean} := \frac{F_{D_hl5max}}{D_{hlAX} \cdot L_{hlAX}} = 12.932 \cdot \text{MPa}$$



3.1.4 EXTRÉMNÍ HODNOTY MINIMÁLNÍCH TLOUŠŤEK MAZACÍCH VRSTEV LOŽISEK

MAXIMÁLNÍ TOČ IVÝ MOMENT
V_{max}

$$h_{\min A_hl1} := \min(h_{A\min_hl1}) = 6.225 \cdot \mu\text{m}$$

$$h_{\min A_hl2} := \min(h_{A\min_hl2}) = 3.076 \cdot \mu\text{m}$$

$$h_{\min A_hl3} := \min(h_{A\min_hl3}) = 5.546 \cdot \mu\text{m}$$

$$h_{\min A_hl4} := \min(h_{A\min_hl4}) = 3.351 \cdot \mu\text{m}$$

$$h_{\min A_hl5} := \min(h_{A\min_hl5}) = 8.189 \cdot \mu\text{m}$$

MAXIMÁLNÍ TOČ IVÝ MOMENT
V_{min}

$$h_{\min B_hl1} := \min(h_{B\min_hl1}) = 7.792 \cdot \mu\text{m}$$

$$h_{\min B_hl2} := \min(h_{B\min_hl2}) = 3.816 \cdot \mu\text{m}$$

$$h_{\min B_hl3} := \min(h_{B\min_hl3}) = 6.148 \cdot \mu\text{m}$$

$$h_{\min B_hl4} := \min(h_{B\min_hl4}) = 3.941 \cdot \mu\text{m}$$

$$h_{\min B_hl5} := \min(h_{B\min_hl5}) = 9.041 \cdot \mu\text{m}$$

MAXIMÁLNÍ VÝKON
V_{max}

$$h_{\min C_hl1} := \min(h_{C\min_hl1}) = 4.947 \cdot \mu\text{m}$$

$$h_{\min C_hl2} := \min(h_{C\min_hl2}) = 3.361 \cdot \mu\text{m}$$

$$h_{\min C_hl3} := \min(h_{C\min_hl3}) = 3.814 \cdot \mu\text{m}$$

$$h_{\min C_hl4} := \min(h_{C\min_hl4}) = 3.703 \cdot \mu\text{m}$$

$$h_{\min C_hl5} := \min(h_{C\min_hl5}) = 6.595 \cdot \mu\text{m}$$

MAXIMÁLNÍ VÝKON
V_{min}

$$h_{\min D_hl1} := \min(h_{D\min_hl1}) = 4.998 \cdot \mu\text{m}$$

$$h_{\min D_hl2} := \min(h_{D\min_hl2}) = 4.409 \cdot \mu\text{m}$$

$$h_{\min D_hl3} := \min(h_{D\min_hl3}) = 4.835 \cdot \mu\text{m}$$

$$h_{\min D_hl4} := \min(h_{D\min_hl4}) = 4.617 \cdot \mu\text{m}$$

$$h_{\min D_hl5} := \min(h_{D\min_hl5}) = 7.841 \cdot \mu\text{m}$$



3.1.5 VÝPOČET MINIMÁLNÍCH HODNOT PARAMETRŮ MAZÁNÍ

$$Ra_{hl_pan} := 0.4 \mu m$$

$$Ra_{hl_cep} := 0.2 \mu m$$

$$\Delta A_{hl1} := \frac{h_{minA_hl1}}{\sqrt{(Ra_{hl_pan}^2 + Ra_{hl_cep}^2)}} = 13.919$$

$$\Delta A_{hl2} := \frac{h_{minA_hl2}}{\sqrt{(Ra_{hl_pan}^2 + Ra_{hl_cep}^2)}} = 6.877$$

$$\Delta A_{hl3} := \frac{h_{minA_hl3}}{\sqrt{(Ra_{hl_pan}^2 + Ra_{hl_cep}^2)}} = 12.401$$

$$\Delta A_{hl4} := \frac{h_{minA_hl4}}{\sqrt{(Ra_{hl_pan}^2 + Ra_{hl_cep}^2)}} = 7.494$$

$$\Delta A_{hl5} := \frac{h_{minA_hl5}}{\sqrt{(Ra_{hl_pan}^2 + Ra_{hl_cep}^2)}} = 18.312$$

$$\Delta B_{hl1} := \frac{h_{minB_hl1}}{\sqrt{(Ra_{hl_pan}^2 + Ra_{hl_cep}^2)}} = 17.423$$

$$\Delta B_{hl2} := \frac{h_{minB_hl2}}{\sqrt{(Ra_{hl_pan}^2 + Ra_{hl_cep}^2)}} = 8.533$$

$$\Delta B_{hl3} := \frac{h_{minB_hl3}}{\sqrt{(Ra_{hl_pan}^2 + Ra_{hl_cep}^2)}} = 13.748$$

$$\Delta B_{hl4} := \frac{h_{minB_hl4}}{\sqrt{(Ra_{hl_pan}^2 + Ra_{hl_cep}^2)}} = 8.813$$

$$\Delta B_{hl5} := \frac{h_{minB_hl5}}{\sqrt{(Ra_{hl_pan}^2 + Ra_{hl_cep}^2)}} = 20.216$$



$$\Delta_{C_hl1} := \frac{h_{\min C_hl1}}{\sqrt{(Ra_{hl_pan}^2 + Ra_{hl_cep}^2)}} = 11.062$$

$$\Delta_{C_hl2} := \frac{h_{\min C_hl2}}{\sqrt{(Ra_{hl_pan}^2 + Ra_{hl_cep}^2)}} = 7.515$$

$$\Delta_{C_hl3} := \frac{h_{\min C_hl3}}{\sqrt{(Ra_{hl_pan}^2 + Ra_{hl_cep}^2)}} = 8.529$$

$$\Delta_{C_hl4} := \frac{h_{\min C_hl4}}{\sqrt{(Ra_{hl_pan}^2 + Ra_{hl_cep}^2)}} = 8.281$$

$$\Delta_{C_hl5} := \frac{h_{\min C_hl5}}{\sqrt{(Ra_{hl_pan}^2 + Ra_{hl_cep}^2)}} = 14.746$$

$$\Delta_{D_hl1} := \frac{h_{\min D_hl1}}{\sqrt{(Ra_{hl_pan}^2 + Ra_{hl_cep}^2)}} = 11.176$$

$$\Delta_{D_hl2} := \frac{h_{\min D_hl2}}{\sqrt{(Ra_{hl_pan}^2 + Ra_{hl_cep}^2)}} = 9.858$$

$$\Delta_{D_hl3} := \frac{h_{\min D_hl3}}{\sqrt{(Ra_{hl_pan}^2 + Ra_{hl_cep}^2)}} = 10.81$$

$$\Delta_{D_hl4} := \frac{h_{\min D_hl4}}{\sqrt{(Ra_{hl_pan}^2 + Ra_{hl_cep}^2)}} = 10.324$$

$$\Delta_{D_hl5} := \frac{h_{\min D_hl5}}{\sqrt{(Ra_{hl_pan}^2 + Ra_{hl_cep}^2)}} = 17.533$$



3.2 OJNICNÍ LOŽISKA

3.2.1 EXTRÉMNÍ HODNOTY RELATIVNÍCH EXCENTRICIT

MAXIMÁLNÍ TOČ IVÝ MOMENT
V_{max}

$$\varepsilon_{\max A_oj1} := \max(\varepsilon_{A_oj1}) = 0.977$$

$$\varepsilon_{\max A_oj2} := \max(\varepsilon_{A_oj2}) = 0.976$$

$$\varepsilon_{\max A_oj3} := \max(\varepsilon_{A_oj3}) = 0.981$$

$$\varepsilon_{\max A_oj4} := \max(\varepsilon_{A_oj4}) = 0.977$$

MAXIMÁLNÍ TOČ IVÝ MOMENT
V_{min}

$$\varepsilon_{\max B_oj1} := \max(\varepsilon_{B_oj1}) = 0.92$$

$$\varepsilon_{\max B_oj2} := \max(\varepsilon_{B_oj2}) = 0.917$$

$$\varepsilon_{\max B_oj3} := \max(\varepsilon_{B_oj3}) = 0.929$$

$$\varepsilon_{\max B_oj4} := \max(\varepsilon_{B_oj4}) = 0.918$$

MAXIMÁLNÍ VÝKON
V_{max}

$$\varepsilon_{\max C_oj1} := \max(\varepsilon_{C_oj1}) = 0.949$$

$$\varepsilon_{\max C_oj2} := \max(\varepsilon_{C_oj2}) = 0.95$$

$$\varepsilon_{\max C_oj3} := \max(\varepsilon_{C_oj3}) = 0.949$$

$$\varepsilon_{\max C_oj4} := \max(\varepsilon_{C_oj4}) = 0.948$$

MAXIMÁLNÍ VÝKON
V_{min}

$$\varepsilon_{\max D_oj1} := \max(\varepsilon_{D_oj1}) = 0.848$$

$$\varepsilon_{\max D_oj2} := \max(\varepsilon_{D_oj2}) = 0.85$$

$$\varepsilon_{\max D_oj3} := \max(\varepsilon_{D_oj3}) = 0.849$$

$$\varepsilon_{\max D_oj4} := \max(\varepsilon_{D_oj4}) = 0.85$$



3.2.2 EXTRÉMNI HODNOTY MAXIMÁLNÍCH TLAKŮ V MAZACÍCH VRSTVÁCH LOŽISEK

MAXIMÁLNÍ TOČ IVÝ MOMENT
V_{max}

$$p_{\max A_oj1} := \max(p_{A\max_oj1}) = 402.895 \cdot \text{MPa}$$

$$p_{\max A_oj2} := \max(p_{A\max_oj2}) = 392.534 \cdot \text{MPa}$$

$$p_{\max A_oj3} := \max(p_{A\max_oj3}) = 424.42 \cdot \text{MPa}$$

$$p_{\max A_oj4} := \max(p_{A\max_oj4}) = 400.404 \cdot \text{MPa}$$

MAXIMÁLNÍ TOČ IVÝ MOMENT
V_{min}

$$p_{\max B_oj1} := \max(p_{B\max_oj1}) = 270.026 \cdot \text{MPa}$$

$$p_{\max B_oj2} := \max(p_{B\max_oj2}) = 267.131 \cdot \text{MPa}$$

$$p_{\max B_oj3} := \max(p_{B\max_oj3}) = 284.36 \cdot \text{MPa}$$

$$p_{\max B_oj4} := \max(p_{B\max_oj4}) = 269.654 \cdot \text{MPa}$$

MAXIMÁLNÍ VÝKON
V_{max}

$$p_{\max C_oj1} := \max(p_{C\max_oj1}) = 209.47 \cdot \text{MPa}$$

$$p_{\max C_oj2} := \max(p_{C\max_oj2}) = 211.213 \cdot \text{MPa}$$

$$p_{\max C_oj3} := \max(p_{C\max_oj3}) = 209.85 \cdot \text{MPa}$$

$$p_{\max C_oj4} := \max(p_{C\max_oj4}) = 206.439 \cdot \text{MPa}$$

MAXIMÁLNÍ VÝKON
V_{min}

$$p_{\max D_oj1} := \max(p_{D\max_oj1}) = 149.671 \cdot \text{MPa}$$

$$p_{\max D_oj2} := \max(p_{D\max_oj2}) = 151.42 \cdot \text{MPa}$$

$$p_{\max D_oj3} := \max(p_{D\max_oj3}) = 150.599 \cdot \text{MPa}$$

$$p_{\max D_oj4} := \max(p_{D\max_oj4}) = 148.57 \cdot \text{MPa}$$



3.2.3 EXTRÉMNÍ HODNOTY SILOVÝCH ZATÍŽENÍ A MĚRNÝCH TLAKŮ NA LOŽISKA

MAXIMÁLNÍ TOČ IVÝ MOMENT
V_{max}

$$F_{A_oj1max} := \max(F_{A_oj1}) = 128.112 \cdot \text{kN}$$

$$F_{A_oj2max} := \max(F_{A_oj2}) = 127.885 \cdot \text{kN}$$

$$F_{A_oj3max} := \max(F_{A_oj3}) = 130.065 \cdot \text{kN}$$

$$F_{A_oj4max} := \max(F_{A_oj4}) = 129.303 \cdot \text{kN}$$

MAXIMÁLNÍ TOČ IVÝ MOMENT
V_{min}

$$F_{B_oj1max} := \max(F_{B_oj1}) = 128.106 \cdot \text{kN}$$

$$F_{B_oj2max} := \max(F_{B_oj2}) = 127.696 \cdot \text{kN}$$

$$F_{B_oj3max} := \max(F_{B_oj3}) = 130.068 \cdot \text{kN}$$

$$F_{B_oj4max} := \max(F_{B_oj4}) = 129.361 \cdot \text{kN}$$

MAXIMÁLNÍ VÝKON
V_{max}

$$F_{C_oj1max} := \max(F_{C_oj1}) = 88.279 \cdot \text{kN}$$

$$F_{C_oj2max} := \max(F_{C_oj2}) = 88.729 \cdot \text{kN}$$

$$F_{C_oj3max} := \max(F_{C_oj3}) = 88.67 \cdot \text{kN}$$

$$F_{C_oj4max} := \max(F_{C_oj4}) = 88.054 \cdot \text{kN}$$

MAXIMÁLNÍ VÝKON
V_{min}

$$F_{D_oj1max} := \max(F_{D_oj1}) = 88.278 \cdot \text{kN}$$

$$F_{D_oj2max} := \max(F_{D_oj2}) = 88.8 \cdot \text{kN}$$

$$F_{D_oj3max} := \max(F_{D_oj3}) = 88.681 \cdot \text{kN}$$

$$F_{D_oj4max} := \max(F_{D_oj4}) = 88.065 \cdot \text{kN}$$

$$D_{oj} := 66 \text{ mm}$$

$$L_{oj} := 29.5 \text{ mm}$$



MAXIMÁLNÍ TOČ IVÝ MOMENT
V_{max}

$$p_{A_oj1mean} := \frac{F_{A_oj1max}}{D_{oj} \cdot L_{oj}} = 65.8 \cdot \text{MPa}$$

$$p_{A_oj2mean} := \frac{F_{A_oj2max}}{D_{oj} \cdot L_{oj}} = 65.683 \cdot \text{MPa}$$

$$p_{A_oj3mean} := \frac{F_{A_oj3max}}{D_{oj} \cdot L_{oj}} = 66.803 \cdot \text{MPa}$$

$$p_{A_oj4mean} := \frac{F_{A_oj4max}}{D_{oj} \cdot L_{oj}} = 66.411 \cdot \text{MPa}$$

MAXIMÁLNÍ TOČ IVÝ MOMENT
V_{min}

$$p_{B_oj1mean} := \frac{F_{B_oj1max}}{D_{oj} \cdot L_{oj}} = 65.797 \cdot \text{MPa}$$

$$p_{B_oj2mean} := \frac{F_{B_oj2max}}{D_{oj} \cdot L_{oj}} = 65.586 \cdot \text{MPa}$$

$$p_{B_oj3mean} := \frac{F_{B_oj3max}}{D_{oj} \cdot L_{oj}} = 66.804 \cdot \text{MPa}$$

$$p_{B_oj4mean} := \frac{F_{B_oj4max}}{D_{oj} \cdot L_{oj}} = 66.441 \cdot \text{MPa}$$

MAXIMÁLNÍ VÝKON
V_{max}

$$p_{C_oj1mean} := \frac{F_{C_oj1max}}{D_{oj} \cdot L_{oj}} = 45.341 \cdot \text{MPa}$$

$$p_{C_oj2mean} := \frac{F_{C_oj2max}}{D_{oj} \cdot L_{oj}} = 45.572 \cdot \text{MPa}$$

$$p_{C_oj3mean} := \frac{F_{C_oj3max}}{D_{oj} \cdot L_{oj}} = 45.542 \cdot \text{MPa}$$

$$p_{C_oj4mean} := \frac{F_{C_oj4max}}{D_{oj} \cdot L_{oj}} = 45.226 \cdot \text{MPa}$$

MAXIMÁLNÍ VÝKON
V_{min}

$$p_{D_oj1mean} := \frac{F_{D_oj1max}}{D_{oj} \cdot L_{oj}} = 45.341 \cdot \text{MPa}$$

$$p_{D_oj2mean} := \frac{F_{D_oj2max}}{D_{oj} \cdot L_{oj}} = 45.609 \cdot \text{MPa}$$

$$p_{D_oj3mean} := \frac{F_{D_oj3max}}{D_{oj} \cdot L_{oj}} = 45.547 \cdot \text{MPa}$$

$$p_{D_oj4mean} := \frac{F_{D_oj4max}}{D_{oj} \cdot L_{oj}} = 45.231 \cdot \text{MPa}$$



3.2.4 EXTRÉMNÍ HODNOTY MINIMÁLNÍCH TLOUŠŤEK MAZACÍCH VRSTEV LOŽISEK

MAXIMÁLNÍ TOČ IVÝ MOMENT
V_{max}

$$h_{\min A_oj1} := \min(h_{A\min_oj1}) = 1.163 \cdot \mu\text{m}$$

$$h_{\min A_oj2} := \min(h_{A\min_oj2}) = 1.222 \cdot \mu\text{m}$$

$$h_{\min A_oj3} := \min(h_{A\min_oj3}) = 0.985 \cdot \mu\text{m}$$

$$h_{\min A_oj4} := \min(h_{A\min_oj4}) = 1.171 \cdot \mu\text{m}$$

MAXIMÁLNÍ TOČ IVÝ MOMENT
V_{min}

$$h_{\min B_oj1} := \min(h_{B\min_oj1}) = 1.995 \cdot \mu\text{m}$$

$$h_{\min B_oj2} := \min(h_{B\min_oj2}) = 2.069 \cdot \mu\text{m}$$

$$h_{\min B_oj3} := \min(h_{B\min_oj3}) = 1.77 \cdot \mu\text{m}$$

$$h_{\min B_oj4} := \min(h_{B\min_oj4}) = 2.049 \cdot \mu\text{m}$$

MAXIMÁLNÍ VÝKON
V_{max}

$$h_{\min C_oj1} := \min(h_{C\min_oj1}) = 2.597 \cdot \mu\text{m}$$

$$h_{\min C_oj2} := \min(h_{C\min_oj2}) = 2.556 \cdot \mu\text{m}$$

$$h_{\min C_oj3} := \min(h_{C\min_oj3}) = 2.586 \cdot \mu\text{m}$$

$$h_{\min C_oj4} := \min(h_{C\min_oj4}) = 2.649 \cdot \mu\text{m}$$

MAXIMÁLNÍ VÝKON
V_{min}

$$h_{\min D_oj1} := \min(h_{D\min_oj1}) = 3.81 \cdot \mu\text{m}$$

$$h_{\min D_oj2} := \min(h_{D\min_oj2}) = 3.741 \cdot \mu\text{m}$$

$$h_{\min D_oj3} := \min(h_{D\min_oj3}) = 3.786 \cdot \mu\text{m}$$

$$h_{\min D_oj4} := \min(h_{D\min_oj4}) = 3.755 \cdot \mu\text{m}$$

**3.2.5 VÝPOČET MINIMÁLNÍCH HODNOT PARAMETRŮ MAZÁNÍ**

$$Ra_{oj_pan} := 0.4\mu m$$

$$Ra_{oj_cep} := 0.2\mu m$$

$$\Delta A_{oj1} := \frac{h_{minA_oj1}}{\sqrt{(Ra_{oj_pan}^2 + Ra_{oj_cep}^2)}} = 2.6$$

$$\Delta A_{oj2} := \frac{h_{minA_oj2}}{\sqrt{(Ra_{oj_pan}^2 + Ra_{oj_cep}^2)}} = 2.732$$

$$\Delta A_{oj3} := \frac{h_{minA_oj3}}{\sqrt{(Ra_{oj_pan}^2 + Ra_{oj_cep}^2)}} = 2.202$$

$$\Delta A_{oj4} := \frac{h_{minA_oj4}}{\sqrt{(Ra_{oj_pan}^2 + Ra_{oj_cep}^2)}} = 2.619$$

$$\Delta B_{oj1} := \frac{h_{minB_oj1}}{\sqrt{(Ra_{oj_pan}^2 + Ra_{oj_cep}^2)}} = 4.461$$

$$\Delta B_{oj2} := \frac{h_{minB_oj2}}{\sqrt{(Ra_{oj_pan}^2 + Ra_{oj_cep}^2)}} = 4.627$$

$$\Delta B_{oj3} := \frac{h_{minB_oj3}}{\sqrt{(Ra_{oj_pan}^2 + Ra_{oj_cep}^2)}} = 3.958$$

$$\Delta B_{oj4} := \frac{h_{minB_oj4}}{\sqrt{(Ra_{oj_pan}^2 + Ra_{oj_cep}^2)}} = 4.581$$



$$\Delta C_{oj1} := \frac{h_{\min C_{oj1}}}{\sqrt{(Ra_{oj_pan}^2 + Ra_{oj_cep}^2)}} = 5.807$$

$$\Delta C_{oj2} := \frac{h_{\min C_{oj2}}}{\sqrt{(Ra_{oj_pan}^2 + Ra_{oj_cep}^2)}} = 5.716$$

$$\Delta C_{oj3} := \frac{h_{\min C_{oj3}}}{\sqrt{(Ra_{oj_pan}^2 + Ra_{oj_cep}^2)}} = 5.783$$

$$\Delta C_{oj4} := \frac{h_{\min C_{oj4}}}{\sqrt{(Ra_{oj_pan}^2 + Ra_{oj_cep}^2)}} = 5.923$$

$$\Delta D_{oj1} := \frac{h_{\min D_{oj1}}}{\sqrt{(Ra_{oj_pan}^2 + Ra_{oj_cep}^2)}} = 8.52$$

$$\Delta D_{oj2} := \frac{h_{\min D_{oj2}}}{\sqrt{(Ra_{oj_pan}^2 + Ra_{oj_cep}^2)}} = 8.366$$

$$\Delta D_{oj3} := \frac{h_{\min D_{oj3}}}{\sqrt{(Ra_{oj_pan}^2 + Ra_{oj_cep}^2)}} = 8.465$$

$$\Delta D_{oj4} := \frac{h_{\min D_{oj4}}}{\sqrt{(Ra_{oj_pan}^2 + Ra_{oj_cep}^2)}} = 8.396$$