

LAAKERIMITOITUS

1 Laakereiden tukivoimat

$$L_1 := 180 \quad L_2 := 150 \quad F_1 := 800 \quad F_2 := 400 \quad F_3 := 1200$$

$$A_x := 1 \quad A_y := 1 \quad B_x := 1 \quad B_y := 1 \quad \text{Alkuarvot joku luku}$$

Given

$$A_y + B_y + F_1 = 0$$

$$A_x + B_x - F_3 = 0$$

$$F_1 \cdot L_1 - F_2 \cdot 70 + B_y \cdot (L_1 + L_2) = 0$$

$$F_3 \cdot L_1 - B_x \cdot (L_1 + L_2) = 0$$

$$\begin{pmatrix} A_x \\ A_y \\ B_x \\ B_y \end{pmatrix} := \text{Find}(A_x, A_y, B_x, B_y)$$

$$A_x = 545.455 \quad A_y = -448.485 \quad B_x = 654.545 \quad B_y = -351.515$$

$$B_z + F_2 = 0 \quad B_z := -F_2 \quad B_z = -400$$

$$T + F_3 \cdot 70 = 0 \quad T := -F_3 \cdot 70 \quad T = -84000$$

Laakeri A

$$F_{Ar} := \sqrt{A_x^2 + A_y^2}$$

$$F_{Ar} = 706.158 \quad F_{Aa} := 0$$

Laakeri B

$$F_{Br} := \sqrt{B_x^2 + B_y^2}$$

$$F_{Ba} := |B_z|$$

$$F_{Br} = 742.962 \quad F_{Ba} = 400$$

2) Laakereiden valinta

$$L_{10h} = \frac{10^6}{60 \cdot n} \cdot \left(\frac{C}{P}\right)^P$$

Kuulalaakereille

$$\text{Jos } \frac{F_a}{F_r} > e \quad P = X \cdot F_r + Y \cdot F_a$$

$$\text{Jos } \frac{F_a}{F_r} < e \quad P = F_r$$

Normaalivällys $0.22 < e < 0.44$

$L_{10h} := 50000$ $n := 1450$

$p := 3$ Kuulalaakeri

Laakeri A

$$F_{Ar} = 706.158 \quad F_{Aa} := 0$$

$$\frac{F_{Aa}}{F_{Ar}} = 0 < e \quad P_A := F_{Ar} \quad P_A = 706.158$$

$C := 10$ Given

$$L_{10h} = \frac{10^6}{60 \cdot n} \cdot \left(\frac{C}{P_A} \right)^p$$

$C := \text{Find}(C)$

$C = 11527.41$

Edullisimmat sarjat ovat 62xx ja 63xx

6303 $C := 14300$ $C_o := 6550$ $d := 17$ $D := 47$ $B := 14$

6204 $C := 13500$ $C_o := 6550$ $d := 20$ $D := 47$ $B := 14$

Valitaan 6204

Laakeri B

$$F_{Br} = 742.962 \quad F_{Ba} = 400$$

$$\frac{F_{Ba}}{F_{Br}} = 0.538 > e \quad P = X \cdot F_r + Y \cdot F_a$$

X ja Y ?

Normaalivällys $X := 0.56$ $1 < Y < 2$

Oletetaan Y-arvo $Y := 1.5$

$$P_B := X \cdot F_{Br} + Y \cdot F_{Ba}$$

$$P_B = 1016.059$$

C := 100 Given

$$L_{10h} = \frac{10^6}{60 \cdot n} \cdot \left(\frac{C}{P_B} \right)^P$$

C := Find(C)

C = 16586.264

Valitaan 6304

6304 C := 16800 C_o := 7800 d := 20 D := 52 B := 15

Kestoiän tarkistus tarkoilla X ja Y arvoilla

$$\frac{F_{Ba}}{C_o} = 0.051 \text{ lähin rivi } 0.04 \quad e := 0.24$$

X := 0.56 Y := 1.8

$$P_B := X \cdot F_{Br} + Y \cdot F_{Ba}$$

$$P_B = 1136.059$$

C := 100 Given

$$L_{10h} = \frac{10^6}{60 \cdot n} \cdot \left(\frac{C}{P_B} \right)^P$$

C := Find(C)

C = 18545.158 6304 C=16800 on liian pieni

Valitaan 6305

6305 C := 23400 C_o := 11600 d := 25 D := 62 B := 17

Kestoiän tarkistus tarkoilla X ja Y arvoilla

$$\frac{F_{Ba}}{C_o} = 0.034 \text{ lähin rivi } 0.04 \quad e := 0.24$$

X := 0.56 Y := 1.8

$$P_B := X \cdot F_{Br} + Y \cdot F_{Ba}$$

$$P_B = 1136.059$$

C := 100 Given

$$L_{10h} = \frac{10^6}{60 \cdot n} \cdot \left(\frac{C}{P_B} \right)^P$$

C := Find(C)

C = 18545.158

Valitaan 6305

6305 $C := 23400$ $C_o := 11600$ $d := 25$ $D := 62$ $B := 17$ OK

$$L_{10h} := \frac{10^6}{60 \cdot n} \cdot \left(\frac{C}{P_B} \right)^P \quad L_{10h} = 100444.446$$

Tarkista kestoikä viskositeetti=25 mm²/s ja lämpötila=50 astetta suhteen

Tarvittava viskositeetti ν_1 kirja kuva 5.2-7 s.453 mukaan

$$d_m := \frac{d + D}{2} \quad d_m = 43.5$$

$$\nu_1 := 17 \quad \text{noin}$$

Kerroin a_{23} kirja kuva 5.2-8 s.454 mukaan

$$\nu := 25$$

$$\kappa := \frac{\nu}{\nu_1} \quad \kappa = 1.471$$

$$a_{23} := 1.2 \quad \text{Kestoikä paranee tällä kertoimella.}$$

Tarkennettu kestoikä kun $\nu=25$ mm²/s kun $t=20$ astetta

$$L_{a1} := a_{23} \cdot L_{10h} \quad L_{a1} = 120533.336$$

Lämpötilan vaikutus kun $t=50$ astetta

$$\nu = \frac{\eta}{\rho} \quad \text{Kun } \eta=20 \quad t = 20$$

$$\text{Kun } \eta=6.5 \quad t = 50$$

$$\nu := \frac{\nu \cdot 6.5}{20} \quad \nu = 8.125$$

$$\kappa := \frac{\nu}{\nu_1} \quad \kappa = 0.478$$

$$a_{23} := 0.3 \quad \text{Jos öljyssä ei ole EP-lisäaineita}$$

Tarkennettu kestoikä kun $\nu=8.125$ mm²/s kun $t=50$ astetta

$$L_{a1} := a_{23} \cdot L_{10h} \quad L_{a1} = 30133.334$$

$$a_{23} := 0.8 \quad \text{Jos öljyssä on EP-lisäaineita}$$

Tarkennettu kestoikä kun $\nu=8.125$ mm²/s kun $t=50$ astetta

$$L_{a1} := a_{23} \cdot L_{10h} \quad L_{a1} = 80355.557$$

c) Kitkamomentti öljyssä 6305 noin 43.6 Nmm

d) Laakerien lukumäärä, joilla $L_{10h} < L_{a1} = 80355$

Jos laakereita on $N := 200$

$N_{ei\text{kesta}} := 0.1 \cdot N$ Luotettavuuskerroin $a_1 := 1$

Taulukko 5.2-3 mukaan s.453

$N_{ei\text{kesta}} = 20$ kpl ei kestä 80355 tuntia

Jos otetaan luotettavuuskerroin $a_1 := 0.21$
joka vastaa luotettavuusprosenttia 1

Vastaava tarkennettu kestoikä on

$L_{a2} := L_{a1} \cdot a_1$ $L_{a2} = 16874.667$

eli 99% saavuttaa kestoiän 16874 h

ja 1% ei saavuta.

e) Sovitteet laakereihin

Laakeri A, G7 ja k5

Laakeri B, J7 ja k5