

Hydraulikcertifiering

Kurs för konstruktörer – Facit till Självtest

UPPGIFT 1

Cylinder a)

Cylinderdimension 80/50 x 400

$$F_+ = 80000 \text{ N} \quad t_+ = 3 \text{ sek}$$

$$F_- = 10000 \text{ N} \quad t_- = 1 \text{ sek}$$

$$A_+ = 50,26 \text{ cm}^2 = 0,5026 \text{ dm}^2 = 50,26 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$A_- = 30,63 \text{ cm}^2 = 0,3063 \text{ dm}^2 = 30,63 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$\eta_{\text{mek}} = 0,9$$

Tryck

$$\boxed{p \cdot A \cdot \eta_{\text{mek}} = F} \quad \Rightarrow \quad \boxed{p = \frac{F}{A \cdot \eta_{\text{mek}}}}$$

$$p_+ = \frac{80000 \text{ N}}{50,26 \cdot 10^{-4} \cdot 0,9} \approx 17,69 \cdot 10^6 \text{ Pa} \approx \underline{177 \text{ bar}}$$

$$p_- = \frac{10000 \text{ N}}{30,63 \cdot 10^{-4} \cdot 0,9} \approx 3,63 \cdot 10^6 \text{ Pa} \approx \underline{36 \text{ bar}}$$

Flöde

$$Q = v \cdot A \quad v = \frac{s}{t}$$

$$v_+ = \frac{0,4}{3} \approx 0,133 \text{ m/s} = 1,33 \cdot 60 \text{ dm/min} \approx 80 \text{ dm/min}$$

$$Q_+ = 80 \cdot 0,5026 = 40,2 \text{ dm}^3/\text{min} = \underline{40,2 \text{ l/min}}$$

$$v_- = \frac{0,4}{1} = 0,4 \text{ m/s} = 4 \cdot 60 \text{ dm/min} = 240 \text{ dm/min}$$

$$Q_- = 240 \cdot 0,3063 = \underline{73,5 \text{ l/min}}$$

Hydraulikcertifiering

Kurs för konstruktörer – Facit till Självtest

$$Q = \frac{V}{t}$$

$$V_+ = 0,5026 \cdot 4 = 2,01 \text{ liter}$$

$$Q_+ = \frac{2,01}{3} = 0,67 \text{ l/sek} = 60 \cdot 0,67 \approx \underline{40,2 \text{ l/min}}$$

$$V_- = 0,3063 \cdot 4 = 1,23 \text{ liter}$$

$$Q = \frac{1,23}{1} = 1,23 \text{ l/sek} = 60 \cdot 1,23 = \underline{73,5 \text{ l/min}}$$

Hydraulikcertifiering

Kurs för konstruktörer – Facit till Självtest

Cylinder b

Endast räkna på lyftrörelse

$$F_{\text{tot.}} = F_{\text{lyft}} + F_a$$

$$\left. \begin{array}{l} F_a = m \cdot a \\ a = \frac{v}{t} \end{array} \right\} \quad F_a = 2000 \text{ N} \quad \text{lägg på 20\%} \Rightarrow \quad F_{a+} = 2400 \text{ N}$$

$$F_{\text{tot.}} = 50000 + 2400 = 52400 \text{ N}$$

Antag trycknivån 170 bar

$$F = p \cdot A \Rightarrow A = \frac{F}{p}$$

$$A = \frac{52400}{170 \cdot 10^5} = 30,8 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 = 30,8 \text{ cm}^2$$

Välj cylinder

$$\text{Alt. 1: } 63/40 \times 500 \Rightarrow A_+ = 31,17 \text{ cm}^2$$

Kontrollera verklig trycknivå

$$p = \frac{F / \eta_{\text{mek}}}{A} = \frac{52400}{31,17 \cdot 10^{-4} \cdot 0,9} = 18,67 \cdot 10^6 \text{ Pa} \approx 187 \text{ bar}$$

$$Q = \frac{v \cdot A}{\eta_{\text{vol}}} \quad \eta_{\text{vol}} = 1 \quad v = 0,2 \text{ m/s} \quad A_+ = 31,17 \text{ cm}^2$$

$$Q_+ = 0,2 \cdot 31,17 \cdot 10^{-4} \approx 0,623 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s} \approx 37,4 \text{ l/min}$$

$$\text{Alt. } Q_+ = 0,2 \cdot 31,17 \cdot 6 \approx 37,4 \text{ l/min}$$

Hydraulikcertifiering

Kurs för konstruktörer – Facit till Självtest

Alt. 2: Cylinder 80/50 x 500 $\Rightarrow A_+ = 50,26 \text{ m}^2$

Kontrollera verklig trycknivå

$$p = \frac{F / \eta_{\text{mek}}}{A} = \frac{52400}{50,26 \cdot 10^{-4}} = 11,58 \cdot 10^6 \text{ Pa} \approx 116 \text{ bar}$$

$$Q = \frac{v \cdot A}{\eta_{\text{vol}}} \quad \eta_{\text{vol}} = 1 \quad v = 0,2 \text{ m/s} \quad A_+ = 50,26 \text{ cm}^2$$

$$Q_+ = 0,2 \cdot 50,26 \cdot 10^{-4} \approx 1,005 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s} \approx 60,3 \text{ l/min}$$

Alt:

$$Q_+ = 0,2 \cdot 78,54 \cdot 6 \approx 60,3 \text{ l/min}$$

Hydraulikcertifiering

Kurs för konstruktörer – Facit till Självtest

UPPGIFT 2

Val av motor

$$M_v = 400 \text{ Nm}, n = 300 \text{ r/min}$$

Val ur diagram:

OMT 200

$$\Delta p \approx 140 \text{ bar}$$
$$Q \approx 63 \text{ l/min}$$

OMT 160

$$\Delta p \approx 170 \text{ bar}$$
$$Q \approx 55 \text{ l/min}$$

Beräkning med formler:

$$\Delta p = \frac{M \cdot 2\pi}{D \cdot \eta_{hm}} \quad Q = \frac{n \cdot D}{1000 \cdot \eta_{vol}}$$

OMT 200

$$D = 201,4 \text{ cm}^3/\text{varv}$$
$$D = 201,4 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3/\text{varv}$$

$$Q = \frac{300 \cdot 201,4}{1000 \cdot \eta_{vol}}$$

$$Q = \frac{60,4 \text{ l/min}}{\eta_{vol}}$$

$$\Delta p = \frac{400 \cdot 2\pi}{201,4 \cdot 10^{-6} \cdot \eta_{hm}}$$

$$\Delta p = \frac{12,5 \text{ MPa}}{\eta_{hm}} = \frac{125 \text{ bar}}{\eta_{hm}}$$

Tryckfall ca 3,5 bar enl. datablad.

$$\Delta p \approx 128 \text{ bar}$$

$$Q_{\text{läck}} = 1,5 \text{ l/min}$$

$$Q = 62 \text{ l/min}$$

OMT 160

$$D = 161,1 \text{ cm}^3/\text{varv}$$
$$D = 161,1 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3/\text{varv}$$

$$Q = \frac{300 \cdot 161,1}{1000 \cdot \eta_{vol}}$$

$$Q = \frac{48,31 \text{ l/min}}{\eta_{vol}}$$

$$\Delta p = \frac{400 \cdot 2\pi}{161,1 \cdot 10^{-6} \cdot \eta_{hm}}$$

$$\Delta p = \frac{15,6 \text{ MPa}}{\eta_{hm}} = \frac{156 \text{ bar}}{\eta_{hm}}$$

Tryckfall ca 2,5 bar enl. datablad.

$$\Delta p \approx 159 \text{ bar}$$

$$Q_{\text{läck}} = 1,5 \text{ l/min}$$

$$Q = 50 \text{ l/min}$$

Hydraulikcertifiering

Kurs för konstruktörer – Facit till Självtest

UPPGIFT 3

Dimensionering och val av pump

Förutsättning motorn och en cylinder samtidigt.

$$\left. \begin{array}{l} C1 \Rightarrow Q_{\max} = 73,5 \text{ l/min} \\ C2 \Rightarrow Q_{\max} = 37,4 \text{ l/min} \\ M1 \Rightarrow Q = 50 \text{ l/min} \end{array} \right\} Q_{\text{pump}_{\max}} = 73,5 + 50 = 123,5 \text{ l/min}$$

$$\text{Systemtryck} = 187 \text{ bar} \cdot 1,15 \approx \underline{215 \text{ bar}} \quad (21,5 \text{ MPa})$$

Välj pumpstorlek ur respektive tillverkares tabell eller diagram

Alt. 1 F1-101 (fast depl.)

$$D = 102,9 \text{ cm}^3/\text{varv} = 102,9 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3/\text{varv}$$

$$n = 1200 \text{ r/min} = 20 \text{ r/s}$$

$$\eta_{\text{vol}} = 0,98$$

$$Q = D \cdot n \cdot \eta_{\text{vol}}$$

$$Q = 102,9 \cdot 10^{-6} \cdot 20 \cdot 0,98 = 2016,84 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3/\text{s} = 2,017 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s} = 2,017 \text{ dm}^3/\text{s} = \underline{121 \text{ l/min}}$$

Alt. 2 KVA7V O 107 (variabelt depl.)

$$D = 107 \text{ cm}^3/\text{varv} = 107 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3/\text{varv}$$

$$n = 1200 \text{ r/min} = 20 \text{ r/s}$$

$$\eta_{\text{vol}} = 0,98$$

$$Q = D \cdot n \cdot \eta_{\text{vol}}$$

$$Q = 107 \cdot 10^{-6} \cdot 20 \cdot 0,98 = 2097,2 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3/\text{s} = 2,097 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s} = 2,097 \text{ dm}^3/\text{s} = \underline{126 \text{ l/min}}$$

Kontrollera erforderlig driveffekt $P = \frac{p \cdot Q}{\eta_{\text{tot}}}$

$$\text{Sätt } \eta_{\text{tot}} = 0,9 \quad \Rightarrow \quad P = \frac{21,5 \cdot 10^6 \cdot 2,1 \cdot 10^{-3}}{0,9} = 50,2 \cdot 10^3 \text{ W} = 50,2 \text{ kW}$$

Hydraulikcertifiering

Kurs för konstruktörer – Facit till Självtest

UPPGIFT 4

Lösning övning: Effektförluster

Motor:

8000 varv/min och 55 Nm

$$P_{\text{avg.}} = \omega \cdot M \qquad P_{\text{avg.}} = \frac{8000 \cdot 2 \cdot \pi}{60} \cdot 55 = 46,1 \text{ kW}$$

$$Q = \frac{8000 \cdot 19}{1000 \cdot 0,98} = 155,1 \text{ l/min}$$

$$\Delta p_m = \frac{55 \cdot 2 \cdot \pi}{19 \cdot 10^{-6} \cdot 0,96} = 18,95 \text{ MPa} = 190 \text{ bar}$$

System A

Driveffekt pumpar:

$$P = \frac{190 \cdot 155,1}{600 \cdot 0,9} = 54,6 \text{ kW}$$

$$P_{\text{förl.}} = 54,6 - 46,1 = 8,5 \text{ kW}$$

System B

Driveffekt pump:

$$P = \frac{250 \cdot 155,1}{600 \cdot 0,9} = 71,8 \text{ kW}$$

$$P_{\text{förl.}} = 71,8 - 46,1 = 25,7 \text{ kW}$$

Hydraulikcertifiering

Kurs för konstruktörer – Facit till Självtest

System C

Driveffekt pump:

$$P = \frac{250 \cdot \frac{1500 \cdot 117 \cdot 0,97}{1000}}{600 \cdot 0,92} = 77,1 \text{ kW}$$

$$P_{\text{förl.}} = 77,1 - 46,1 = 31 \text{ kW}$$

System D

Driveffekt pump:

$$P = \frac{210 \cdot 155,1}{600 \cdot 0,9} = 60,3 \text{ kW}$$

$$P_{\text{förl.}} = 60,3 - 46,1 = 14,2 \text{ kW}$$

Hydraulikcertifiering

Kurs för konstruktörer – Facit till Självtest

UPPGIFT 5

Lösning: "Dim. Kylare" del 1.

Effektförluster
System A

8000 varv/min och 55 Nm

Motor:

$$P_{\text{avg.}} = \frac{8000 \cdot 2 \cdot \pi}{60} \cdot 55 = 46,1 \text{ kW}$$

Driveffekt pump:

$$\Delta p_{\text{Last}} = \frac{55 \cdot 2 \cdot \pi}{19 \cdot 10^{-6} \cdot 0,96} = 18,9 \text{ MPa} = 190 \text{ bar}$$

$$P = \frac{(190 + 15) \cdot \frac{8000 \cdot 19}{1000 \cdot 0,98}}{600 \cdot 0,9} = 58,9 \text{ kW}$$

$$P_{\text{förl.}} = 58,9 - 46,1 = 12,8 \text{ kW}$$

Medelförlust

$$P_{\text{medel}} = \frac{12,8}{2} = 6,4 \text{ kW}$$

System B

8000 varv/min och 55 Nm

Motor:

$$P_{\text{avg.}} = \frac{8000 \cdot 2 \cdot \pi}{60} \cdot 55 = 46,1 \text{ kW}$$

Driveffekt pump:

$$P = \frac{250 \cdot \frac{8000 \cdot 19}{1000 \cdot 0,98}}{600 \cdot 0,9} = 71,8 \text{ kW}$$

$$P_{\text{förl.}} = 71,8 - 46,1 = 25,7 \text{ kW}$$

$$\text{Medelförlust } P_{\text{medel}} = \frac{25,7}{2} = 12,9 \text{ kW}$$

Hydraulikcertifiering

Kurs för konstruktörer – Facit till Självtest

Lösning: "Dim. Kylare" del 2.

P_{tillförd}

Uträkning se del 1

System A tryckkomp. pump: 6,4 kW
System B lastkännande pump: 12,9 kW

P_{avg}

Kyleffekt tank

Q_{pump} ca 155 l/min.

Välj tank $V = 200 \text{ liter} \Rightarrow A = 2,7 \text{ m}^2$
 $V = 600 \text{ liter} \Rightarrow A = 5,6 \text{ m}^2$

Omgivningstemp 20° C }
Max oljetemp. 60° C } $\Delta T = 40^\circ \text{ C} = 40^\circ \text{ K}$

$P_{\text{avg tank}} = A \cdot \Delta T \cdot K \cdot 1,1$ } $P_{\text{avg tank 200 l}} = 2,7 \cdot 40 \cdot 5 \cdot 1,1$
Sätt värmeöverf. tal $K = 5$ } $P_{\text{avg tank 200 l}} = 594 \text{ W}$

$P_{\text{avg tank}} = A \cdot \Delta T \cdot K \cdot 1,1$ } $P_{\text{avg tank 600 l}} = 5,6 \cdot 40 \cdot 5 \cdot 1,1$
Sätt värmeöverf. tal $K = 5$ } $P_{\text{avg tank 600 l}} = 1232 \text{ W} \approx 1,2 \text{ kW}$

System A 6,4 – 0,6 ≈ 5,8 kW skall kylas

System 4 12,9 – 0,6 ≈ 12,3 kW skall kylas

Hydraulikcertifiering

Kurs för konstruktörer – Facit till Självtest

Luftoljekylare

System A

$$P_{\text{kylbehov}} = 5,8 \text{ kW}$$

$$Q_{\text{max}} = 155 \text{ l/min}$$

$$\left. \begin{array}{l} t_{\text{olja}} = 60^\circ \text{ C} \\ t_{\text{luft}} = 20^\circ \text{ C} \end{array} \right\} \Delta t = 40^\circ \text{ C}$$

System B

$$P_{\text{kylbehov}} = 12,3 \text{ kW}$$

$$Q_{\text{max}} = 155 \text{ l/min}$$

$$\left. \begin{array}{l} t_{\text{olja}} = 60^\circ \text{ C} \\ t_{\text{luft}} = 20^\circ \text{ C} \end{array} \right\} \Delta t = 40^\circ \text{ C}$$

Kylare LHC/LDC 011 eller 016 kan väljas

LHC/LDC 011 ger: kyleffekten vid 155 l/min, ca 0,31 kW/ °C

för större marginal:

LHC/LDC 016 ger: kyleffekten vid 155 l/min, ca 0,37 kW/ °C

Slutsummering

Ett annat alternativ kan vara att installera kylaren i en separat cirkuleringskrets tillsammans med ex. ett filter.

Man kan då anpassa flödet och valet av kylaren till aktuella kylbehov det vill säga vi kan välja mindre kylare.

Hydraulikcertifiering

Kurs för konstruktörer – Facit till Självtest

UPPGIFT 6

Lösning övning: Tryck i sugledning

$$\text{Re} = \frac{v \cdot d}{\nu}$$

Kontrollera:

$$\text{Re} = \frac{2,59 \cdot 0,032}{100 \cdot 10^{-6}} = 829 \Rightarrow \text{Laminär strömning}$$

$$\Delta p_f = \lambda \cdot \frac{l \cdot \rho \cdot v_m^2}{d \cdot 2}$$

$$\Delta p_f = \frac{64}{829} \cdot \frac{0,8 \cdot 906 \cdot 2,59^2}{0,032 \cdot 2} = 5865 \text{ Pa} = 0,059 \text{ bar}$$

$$\lambda = \frac{64}{\text{Re}}$$

Laminär strömning
 $\text{Re} \leq 2300$

$$\lambda = \frac{0,316}{\text{Re}^{0,25}}$$

Turbulent strömning
 $\text{Re} \geq 2300$

System 1

$$\rho \cdot g \cdot h_1 + p_1 + \rho \cdot \frac{v_1^2}{2} = \rho \cdot g \cdot h_2 + p_2 + \rho \cdot \frac{v_2^2}{2} + \Delta p_f$$

$$h_1 = 0$$

$$p_1 = 0,5 \cdot 906 \cdot 9,81 \text{ Pa}$$

$$v_1 = 0$$

$$h_2 = 0,8 \text{ m}$$

$$p_2 = ?$$

$$v_2 = 2,59 \text{ m/s}$$

$$\Delta p_f = 5865 \text{ Pa}$$

$$0 + 0,5 \cdot 906 \cdot 9,81 + 0 = 906 \cdot 9,81 \cdot 0,8 + p_2 + 906 \cdot \frac{2,59^2}{2} + 5865$$

$$4444 - 7110 - 3039 - 5865 = p_2$$

$$p_2 \approx -11600 \text{ Pa} (-0,116 \text{ bar})$$

Hydraulikcertifiering

Kurs för konstruktörer – Facit till Självtest

System 2

$$h_1 = 0$$

$$p_1 = 0,5 \cdot 870 \cdot 9,81 \text{ Pa}$$

$$v_1 = 0$$

$$h_2 = 0$$

$$p_2 = ?$$

$$v_2 = 2,59 \text{ m/s}$$

$$\Delta p_f = 5865 \text{ Pa}$$

$$0 + 0,5 \cdot 906 \cdot 9,81 + 0 = 906 \cdot 9,81 \cdot 0 + p_2 + 906 \cdot \frac{2,59^2}{2} + \Delta p_f$$

$$4444 - 3039 - 5865 = p_2$$

$$p_2 = -4460 \text{ Pa} \text{ (-0,0446 bar)}$$

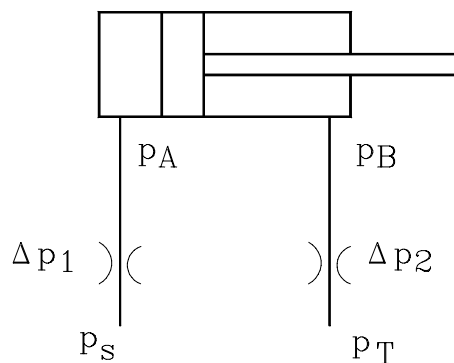
Hydraulikcertifiering

Kurs för konstruktörer – Facit till Självtest

UPPGIFT 7

a/

+ rörelse



$$Q_B = \frac{A_-}{A_+} \cdot Q_A$$

$$Q_A = k \cdot A_{st} \sqrt{\Delta p_1}$$

$$Q_A \cdot \frac{A_-}{A_+} = k \cdot A_{st} \sqrt{\Delta p_2}$$

$$\sqrt{\Delta p_1} = \frac{A_+}{A_-} \sqrt{\Delta p_2}$$

$$\Delta p_1 = \left(\frac{A_+}{A_-} \right)^2 \Delta p_2$$

$$\left(\frac{A_+}{A_-} \right)^2 = 2,12$$

$$p_A \cdot A_+ - p_B \cdot A_- = \frac{F}{\eta_{mek}}$$

$$p_A = p_s - \Delta p_1$$

$$p_B = \Delta p_2 + p_T$$

Sätt $\Delta p_2 = 5 \text{ bar}$

$p_B = 10 \text{ bar}$

$\Delta p_1 = 2,12 \cdot 5 = 10,6 \text{ bar}$

Hydraulikcertifiering

Kurs för konstruktörer – Facit till Självtest

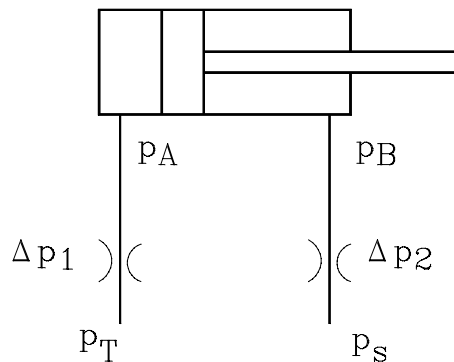
$$p_A \cdot 78,5 \cdot 10^{-4} - 10 \cdot 10^5 \cdot 53,9 \cdot 10^{-4} = \frac{90 \cdot 10^3}{0,9}$$

$$p_A = \frac{\frac{90 \cdot 10^3}{0,9} + 10 \cdot 10^5 \cdot 53,9 \cdot 10^{-4}}{78,5 \cdot 10^{-4}}$$

$$p_A = 134 \text{ bar}$$

$$p_s \approx 145 \text{ bar}$$

- rörelse



$$p_B \cdot A_- - p_A \cdot A_- = \frac{F}{\eta_{mek}}$$

$$p_A = \Delta p_1 + p_T$$

$$p_B = p_s - \Delta p_2$$

$$\Delta p_1 = 2,12 \cdot \Delta p_2$$

$$\Delta p_2 = 5 \text{ bar}$$

$$p_A = 10,6 + 5 \approx 16 \text{ bar}$$

$$p_B \cdot 53,9 \cdot 10^{-4} - 16 \cdot 10^5 \cdot 78,5 \cdot 10^{-4} = \frac{70 \cdot 10^3}{0,9}$$

$$p_B = \frac{\frac{70 \cdot 10^3}{0,9} + 16 \cdot 10^5 \cdot 78,5 \cdot 10^{-4}}{53,9 \cdot 10^{-4}}$$

$$p_B = 168 \text{ bar}$$

$$p_s = 168 + 5 \approx 173 \text{ bar}$$

$$\text{Sätt } p_s = 175 \text{ bar}$$

Hydraulikcertifiering

Kurs för konstruktörer – Facit till Självtest

b/ Räkna om tryckfall i +rörelse

$$p_A \cdot A_+ - p_B \cdot A_- = \frac{F}{\eta_{mek}}$$

$$p_A \cdot 78,5 \cdot 10^{-4} - p_B \cdot 53,9 \cdot 10^{-4} = \frac{90 \cdot 10^3}{0,9}$$

$$p_B = \Delta p_2 + 5 \cdot 10^5$$

$$p_A = 175 \cdot 10^5 - \Delta p_1$$

$$\Delta p_1 = 2,12 \cdot \Delta p_2$$

$$p_A = 175 \cdot 10^5 - 2,12 \cdot \Delta p_2$$

$$(175 \cdot 10^5 - 2,12 \cdot \Delta p_2) \cdot 78,5 \cdot 10^{-4} - (\Delta p_2 + 5 \cdot 10^5) \cdot 53,9 \cdot 10^{-4} = \frac{90 \cdot 10^3}{0,9}$$

$$137 \cdot 10^3 - 1,66 \cdot 10^{-2} \Delta p_2 - 53,9 \cdot 10^{-4} \Delta p_2^2 - 2695 = 100000$$

$$137 \cdot 10^3 - 2695 - 100000 = \Delta p_2 (1,66 \cdot 10^{-2} + 53,9 \cdot 10^{-4})$$

$$\frac{34305}{2,2 \cdot 10^{-2}} = \Delta p_2$$

$$\Delta p_2 = 16 \text{ bar}$$

$$\Delta p_1 = 2,12 \cdot 16 = 34 \text{ bar}$$

$$Q_+ = 78,5 \cdot 10^{-4} \cdot 0,2 = 1,57 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s} \approx 94 \text{ l/min}$$

$$\Delta p_v = 2 \cdot \Delta p_1 = 2 \cdot 34 = 68 \text{ bar}$$

- rörelse

$$Q_- = 53,9 \cdot 10^{-4} \cdot 0,2 = 1,078 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{sek} \approx 65 \text{ l/min}$$

$$\Delta p_v = 2 \cdot \Delta p_2 = 2 \cdot 5 = 10 \text{ bar}$$

Detta ger 84 % utstyrning med 85 l/min ventil. Det ger ungefär samma med nästa storlek. Någon av dessa två kan väljas.

Välj ventil 85 l/min vid 10 bar. Detta ger följande utstyrning:

$$+rörelse Q = 94 \text{ l/min} \quad \Delta p_v = 68 \text{ bar}$$

$$\text{ev. räkna om } 94 \sqrt{\frac{50}{68}} \approx 81 \text{ l/min kurva } \Delta p_v = 50 \text{ bar} \text{ Detta ger 65 \% utstyrning i +rörelse}$$

$$-rörelse Q = 65 \text{ l/min} \quad \Delta p_v = 10 \text{ bar. Detta ger 84 \% utstyrning}$$

Hydraulikcertifiering

Kurs för konstruktörer – Facit till Självtest

UPPGIFT 8

$$a/ \Delta p_m = \frac{M \cdot 2 \cdot \pi}{D \cdot \eta_{mek}} = \frac{6000 \cdot 2 \cdot \pi}{3,982 \cdot 10^{-3} \cdot 0,9} = 105 \text{ bar}$$

$$Q_{10} = n \cdot D + Q_{läck} = 10 \cdot 3,982 + 10 \approx 50 \text{ l/min}$$

$$Q_{20} = 20 \cdot 3,982 + 10 \approx 90 \text{ l/min}$$

Vänstra förslaget:

$$\Delta p \text{ en strypning } 190 - 105 = 85 \text{ bar} \Rightarrow \Delta p_v = 170 \text{ bar}$$

$$Q_{10} = 50 \text{ l/min} \Rightarrow \text{räkna om } 50 \cdot \sqrt{\frac{100}{170}} = 38 \text{ l/min} \Rightarrow 47\%$$

$$Q_{20} = 90 \text{ l/min} \text{ räkna om } 90 \cdot \sqrt{\frac{100}{170}} = 69 \text{ l/min} \Rightarrow 62\%$$

Högra förslaget: Flödet delas på två strypningar

$$\Delta p \text{ en strypning } 20 \text{ bar} \Rightarrow \Delta p_v = 40 \text{ bar}$$

$$Q_{10} \text{ diagram} = \frac{50}{2} \text{ räkna om för kurva 3: } 25 \cdot \sqrt{\frac{30}{40}} = 21,7 \text{ l/min} \Rightarrow 51\%$$

$$Q_{20} \text{ diagram} = \frac{90}{2} \text{ räkna om för kurva 3: } 45 \cdot \sqrt{\frac{30}{40}} = 39 \text{ l/min} \Rightarrow 64\%$$

$$b/ \Delta p_m = \frac{9000 \cdot 2 \cdot \pi}{3,982 \cdot 10^{-3} \cdot 0,9} = 158 \text{ bar}$$

Detta ger $Q_{läck} \approx 17 \text{ l/min}$

Vänstra förslaget:

$$\Delta p_v = 2 \cdot (190 - 158) = 64 \text{ bar och } 62\% \Rightarrow \approx 58 \text{ l/min.}$$

Detta ger ett varvtal på $\frac{(58 - 17)}{3,982} = 10,3 \text{ varv/min}$, minskning med ca 10 varv/min.

Högra förslaget:

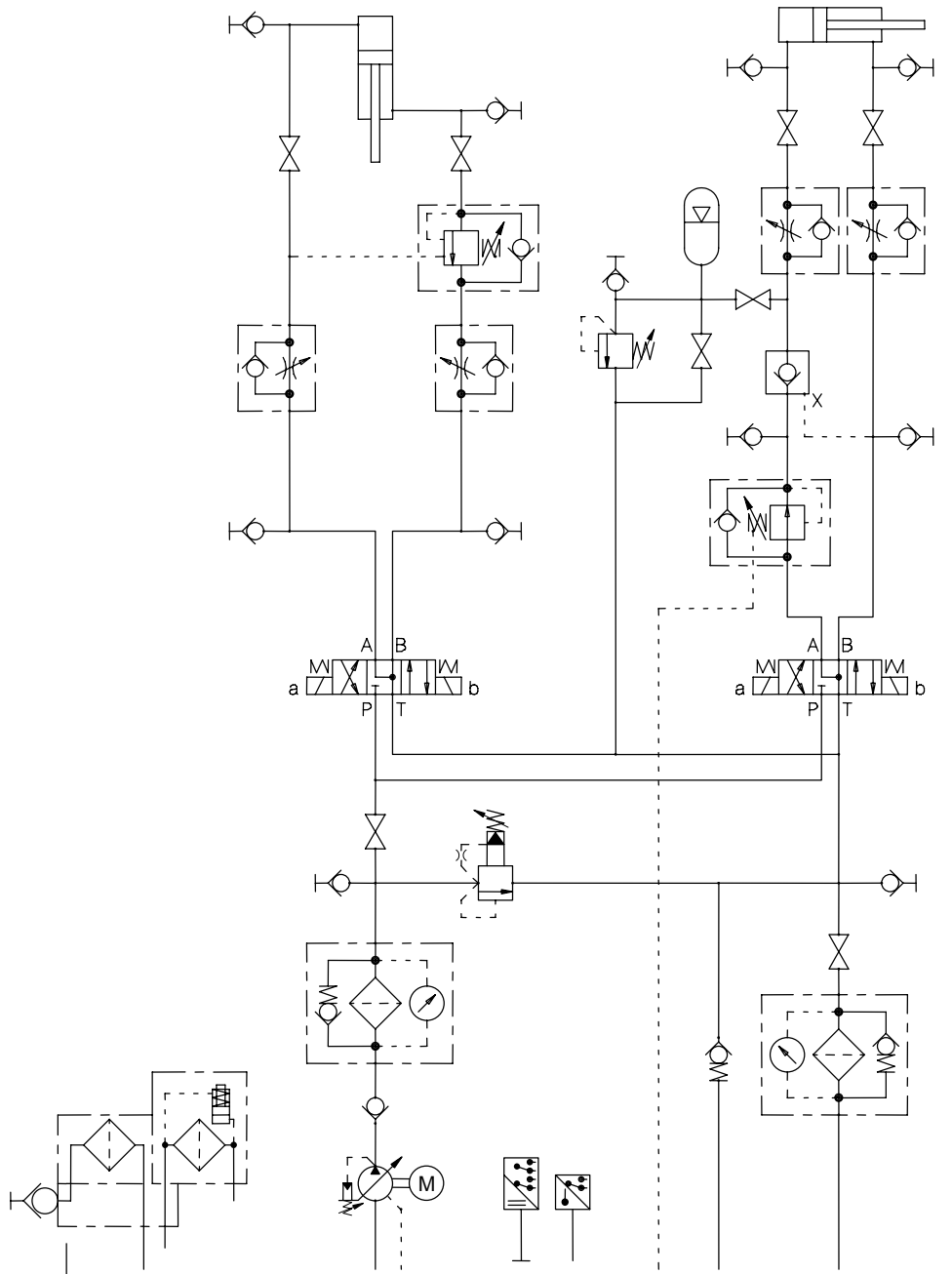
Samma tryckfall $\Rightarrow Q = 90 \text{ l/min}$

Detta ger ett varvtal på $\frac{(90 - 17)}{3,982} = 18,3 \text{ varv/min}$, minskning med 2 varv/min

Hydraulikcertifiering

Kurs för konstruktörer – Facit till Självtest

UPPGIFT 9



Hydraulikcertifiering

Kurs för konstruktörer – Facit till Självtest

UPPGIFT 10 (ÖVERKURS)

Antag $t_a = t_r$

$$\text{a/ } 0,5 = \frac{0,4}{2} \cdot t_a + 0,4(2 - 2t_a) + \frac{0,4}{2} \cdot t_a \Rightarrow 0,5 = 0,4t_a + 0,8 - 0,8t_a \Rightarrow 0,4t_a = 0,3$$

$$t_a = \frac{0,3}{0,4} = 0,75 \text{ sek}$$

$$a = \frac{0,4}{0,75} \approx 0,53 \text{ m/s}^2$$

$$F_a = 8000 \cdot 0,53 \approx 4300 \text{ N}$$

$$F_{\text{tot } a} = 4300 + 5000 = 9300 \text{ N}$$

$$A_{\text{cyl}} = \frac{0,063^2 \cdot \pi}{4} - \frac{0,045^2 \cdot \pi}{4} = 1,53 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$P_a = \frac{9300}{1,53 \cdot 10^{-3} \cdot 0,9} = 68 \text{ bar}$$

$$Q = 1,53 \cdot 10^{-3} \cdot 0,4 = 6,12 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s} = 36,71/\text{min}$$

max. acceleration:

$$C_1 = C_2 = \frac{1,4 \cdot 10^9 \cdot 0,00153^2 \cdot 2}{1,53 \cdot 10^{-3} \cdot 0,6} = 7,14 \cdot 10^6$$

$$\omega_h = \sqrt{\frac{2 \cdot 7,14 \cdot 10^6}{8000}} = 42,2 \text{ rad/sek}$$

min. accelerationstid:

$$t_{a \text{ min}} = \frac{5}{0,2 \cdot 42,2} = 0,59 \text{ sek OK}$$

$$\text{b/ } \Delta p_v = 120 - 68 = 52 \text{ bar}$$

$$\frac{36,7}{0,9} \cdot \sqrt{\frac{70}{52}} = 47,31/\text{min vid 70 bar}$$

Hydraulikcertifiering

Kurs för konstruktörer – Facit till Självtest

Välj ventil SM4-20 47 l/min vid 70 bar

c/ Välj K_V så att amplitudförhållandet blir - 6 dB när fasförskjutningen är 180° för överföringsfunktionen, alltså när

$$\omega = \omega_0$$

$$\omega_V = 70 \cdot 2\pi = 440 \text{ rad / sek}$$

$$\omega_V > 2 \cdot \omega_h \Rightarrow \omega_0 = \omega_h$$

$$20 \cdot \log \frac{K_V}{42,2 \cdot 2 \cdot 0,2} = -6$$

$$\frac{K_V}{42,2 \cdot 2 \cdot 0,2} = 10^{-\frac{6}{20}}$$

$$K_V = 0,5 \cdot 42,2 \cdot 2 \cdot 0,2 = 8,44 \text{ rad / sek}$$

Fasförskjutning:

$$-90 - \arctan \frac{2 \cdot 0,2 \cdot 8,44}{42,2 \left(1 - \frac{8,44^2}{42,2^2} \right)} = -94,8^\circ$$

Fasmarginal, bör vara större än 45°

$$180 - 94,8 = 85,2^\circ$$

$$\mathbf{d/} \quad v_{\max} = \frac{Q_{\max}}{A}$$

$$Q_{\max} = 47 \sqrt{\frac{120}{70}} = 61,5 \text{ l / min} = 1,026 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 / \text{s}$$

$$v_{\max} = \frac{1,026 \cdot 10^{-3}}{1,53 \cdot 10^{-3}} = 0,67 \text{ m / s}$$

$$\Delta x = \frac{0,05 \cdot 0,67}{8,44} \approx 4 \text{ mm}$$