

Maskinmestereksamen 3. årsprøve juni 1992

Opg 1)

1.1:

Tilstand efter kedel

T	540 °C
p	55 Bar
v_gas	0,06584 m ³ /kg
h_gas	3521,68 kJ/kg
s_gas	7044,48 J/(kg*K)

Isentropisk tilstand efter 1. trin

T_gas	396,3 °C
p	23 Bar
v_gas	0,1301 m ³ /kg
h_gas	3234,07 kJ/kg
s_gas	7044,48 J/(kg*K)

$$h_{1, \text{udtag}} = h_{\text{efter kedel}} - (h_{\text{efter kedel}} - h_{\text{is.1. udtag}}) \cdot \eta_{\text{is.1. trin}} \Rightarrow$$

$$h_{1, \text{udtag}} = 3521,68 \text{ kJ/kg} - (3521,68 \text{ kJ/kg} - 3234,07 \text{ kJ/kg}) \cdot 0,76 \Rightarrow h_{1, \text{udtag}} = 3303,10 \text{ kJ/kg}$$

Tilstand ved 1. udtag

T_gas	427,4 °C
p	23 Bar
v_gas	0,13688 m ³ /kg
h_gas	3303,10 kJ/kg
s_gas	7145,27 J/(kg*K)

Isentropisk tilstand efter 2. trin

T_gas	331 °C
p	12 Bar
v_gas	0,22671 m ³ /kg
h_gas	3112,47 kJ/kg
s_gas	7145,27 J/(kg*K)

$$h_{2, \text{udtag}} = h_{1, \text{udtag}} - (h_{1, \text{udtag}} - h_{\text{is.2. udtag}}) \cdot \eta_{\text{is.2. trin}} \Rightarrow$$

$$h_{2, \text{udtag}} = 3303,10 \text{ kJ/kg} - (3303,10 \text{ kJ/kg} - 3112,47 \text{ kJ/kg}) \cdot 0,71 \Rightarrow h_{2, \text{udtag}} = 3167,75 \text{ kJ/kg}$$

Tilstand ved 2. udtag

T_gas	356,76 °C
p	12 Bar
v_gas	0,23727 m ³ /kg
h_gas	3167,75 kJ/kg
s_gas	7234,88 J/(kg*K)

Isentropisk tilstand efter 3. trin

T_gas	182,83 °C
p	3 Bar
v_gas	0,68833 m ³ /kg
h_gas	2829,75 kJ/kg
s_gas	7234,88 J/(kg*K)

$$h_{3,udtag} = h_{2,udtag} - (h_{2,udtag} - h_{is,3,udtag}) \cdot \eta_{is,3,trin} \Rightarrow$$

$$h_{3,udtag} = 3167,75 \text{ kJ/kg} - (3167,75 \text{ kJ/kg} - 2829,75 \text{ kJ/kg}) \cdot 0,67 \Rightarrow h_{3,udtag} = 2941,29 \text{ kJ/kg}$$

Tilstand ved 3. udtag

T_gas	237,23 °C
p	3 Bar
v_gas	0,77602 m ³ /kg
h_gas	2941,29 kJ/kg
s_gas	7466,02 J/(kg*K)

Isentropisk tilstand efter 4. trin

T_gas	50,69 °C
p	0,45 Bar
v_gas	3,27631 m ³ /kg
h_gas	2586,01 kJ/kg
s_gas	7466,02 J/(kg*K)

$$h_{afg,turbine} = h_{3,udtag} - (h_{3,udtag} - h_{is,turbine}) \cdot \eta_{is,4,trin} \Rightarrow$$

$$h_{afg,turbine} = 2941,29 \text{ kJ/kg} - (2941,29 \text{ kJ/kg} - 2586,01 \text{ kJ/kg}) \cdot 0,61 \Rightarrow h_{afg,turbine} = 2724,57 \text{ kJ/kg}$$

Tilstand afgang turbine

T_gas	121,43 °C
p	0,45 Bar
v_gas	4,02557 m ³ /kg
h_gas	2724,57 kJ/kg
s_gas	7853,11 J/(kg*K)

Tilstand kondensator

T_bub	78,73 °C
p	0,45 Bar
v_Bub	0,00103 m ³ /kg
h_bub	330,52 kJ/kg
s_bub	1062,75 J/(kg*K)

Kedlens dampflow udregnes:

$$\dot{m}_{kedel} = 23 \frac{\text{ton}}{\text{hr}} \Leftrightarrow \dot{m}_{kedel} = \frac{23 \frac{\text{ton}}{\text{hr}} \cdot 1000 \frac{\text{kg}}{\text{ton}}}{3600 \frac{\text{s}}{\text{hr}}} \Leftrightarrow \dot{m}_{kedel} = 6,39 \frac{\text{kg}}{\text{s}}$$

Dampflowet fra 1. dampudtag udregnes:

$$\dot{m}_{1. \text{udtag}} = \frac{\dot{m}_{kedel} \cdot 7\%}{100\%} \Rightarrow \dot{m}_{1. \text{udtag}} = \frac{6,39 \frac{\text{kg}}{\text{s}} \cdot 7\%}{100\%} \Rightarrow \dot{m}_{1. \text{udtag}} = 0,447 \frac{\text{kg}}{\text{s}}$$

Den til fødevandsforvarmer 1, af dampen, tilførte effekt:

$$h_{tur \rightarrow FV FV 1} = 3303,10 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

$$\dot{Q}_{tur \rightarrow FV FV 1} = \dot{m}_{1. \text{udtag}} \cdot h_{tur \rightarrow FV FV 1} \Rightarrow \dot{Q}_{tur \rightarrow FV FV 1} = 0,447 \frac{\text{kg}}{\text{s}} \cdot 3303,10 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \Rightarrow \dot{Q}_{tur \rightarrow FV FV 1} = 1477 \text{ kW}$$

Afgangsdampens effekt fra fødevandsforvarmer 1:

$$h_{FV FV 1 \rightarrow FV FV 2} = 942 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

$$\dot{Q}_{FV FV 1 \rightarrow FV FV 2} = \dot{m}_{1. \text{udtag}} \cdot h_{FV FV 1 \rightarrow FV FV 2} \Rightarrow \dot{Q}_{FV FV 1 \rightarrow FV FV 2} = 0,447 \frac{\text{kg}}{\text{s}} \cdot 942 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \Rightarrow \dot{Q}_{FV FV 1 \rightarrow FV FV 2} = 421 \text{ kW}$$

Dampflowet fra 2. dampudtag udregnes:

$$\dot{m}_{2. \text{udtag}} = \frac{\dot{m}_{kedel} \cdot 9\%}{100\%} \Rightarrow \dot{m}_{2. \text{udtag}} = \frac{6,39 \frac{\text{kg}}{\text{s}} \cdot 9\%}{100\%} \Rightarrow \dot{m}_{2. \text{udtag}} = 0,575 \frac{\text{kg}}{\text{s}}$$

Den til fødevandsforvarmer 2, af dampen, tilførte effekt:

$$h_{tur \rightarrow FV FV 2} = 3167,75 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

$$\dot{Q}_{tur \rightarrow FV FV 2} = \dot{m}_{2. \text{udtag}} \cdot h_{tur \rightarrow FV FV 2} \Rightarrow \dot{Q}_{tur \rightarrow FV FV 2} = 0,575 \frac{\text{kg}}{\text{s}} \cdot 3167,75 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \Rightarrow \dot{Q}_{tur \rightarrow FV FV 2} = 1821 \text{ kW}$$

$$\dot{Q}_{tilf. FV FV 2} = \dot{Q}_{FV FV 1 \rightarrow FV FV 2} + \dot{Q}_{tur \rightarrow FV FV 2} \Rightarrow \dot{Q}_{tilf. FV FV 2} = 421 \text{ kW} + 1821 \text{ kW} \Rightarrow \dot{Q}_{tilf. FV FV 2} = 2243 \text{ kW}$$

Afgangsdampens effekt fra fødevandsforvarmer 2:

$$\dot{m}_{FV2 \rightarrow FV3} = \dot{m}_{1, \text{udtag}} + \dot{m}_{2, \text{udtag}} \Rightarrow \dot{m}_{FV2 \rightarrow FV3} = 0,447 \frac{\text{kg}}{\text{s}} + 0,575 \frac{\text{kg}}{\text{s}} \Rightarrow \dot{m}_{FV2 \rightarrow FV3} = 1,022 \frac{\text{kg}}{\text{s}}$$

$$h_{FV2 \rightarrow FV3} = 798 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

$$\dot{Q}_{FV2 \rightarrow FV3} = \dot{m}_{FV2 \rightarrow FV3} \cdot h_{FV2 \rightarrow FV3} \Rightarrow \dot{Q}_{FV2 \rightarrow FV3} = 1,022 \frac{\text{kg}}{\text{s}} \cdot 798 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \Rightarrow$$

$$\dot{Q}_{FV2 \rightarrow FV3} = 816 \text{ kW}$$

Dampflowet fra 3. dampudtag udregnes:

$$\dot{m}_{3, \text{udtag}} = \frac{\dot{m}_{\text{kedel}} \cdot 5\%}{100\%} \Rightarrow \dot{m}_{3, \text{udtag}} = \frac{6,39 \frac{\text{kg}}{\text{s}} \cdot 9\%}{100\%} \Rightarrow \dot{m}_{3, \text{udtag}} = 0,319 \frac{\text{kg}}{\text{s}}$$

Den til fødevandsforvarmer 3, af dampen, tilførte effekt:

$$h_{\text{tur} \rightarrow FV3} = 2841,29 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

$$\dot{Q}_{\text{tur} \rightarrow FV3} = \dot{m}_{3, \text{udtag}} \cdot h_{\text{tur} \rightarrow FV3} \Rightarrow \dot{Q}_{\text{tur} \rightarrow FV3} = 0,319 \frac{\text{kg}}{\text{s}} \cdot 2841,29 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \Rightarrow \dot{Q}_{\text{tur} \rightarrow FV3} = 940 \text{ kW}$$

$$\dot{Q}_{\text{tilf. FV3}} = \dot{Q}_{FV2 \rightarrow FV3} + \dot{Q}_{\text{tur} \rightarrow FV3} \Rightarrow \dot{Q}_{\text{tilf. FV3}} = 816 \text{ kW} + 940 \text{ kW} \Rightarrow \dot{Q}_{\text{tilf. FV3}} = 1755 \text{ kW}$$

Afgangsdampens effekt fra fødevandsforvarmer 3:

$$\dot{m}_{FV3 \rightarrow \text{kond}} = \dot{m}_{1, \text{udtag}} + \dot{m}_{2, \text{udtag}} + \dot{m}_{3, \text{udtag}} \Rightarrow \dot{m}_{FV3 \rightarrow \text{kond}} = 0,447 \frac{\text{kg}}{\text{s}} + 0,575 \frac{\text{kg}}{\text{s}} + 0,319 \frac{\text{kg}}{\text{s}} \Rightarrow$$

$$\dot{m}_{FV3 \rightarrow \text{kond}} = 1,342 \frac{\text{kg}}{\text{s}}$$

$$\dot{Q}_{FV3 \rightarrow \text{kond}} = \dot{m}_{FV3 \rightarrow \text{kond}} \cdot h_{FV2 \rightarrow FV3} \Rightarrow \dot{Q}_{FV3 \rightarrow \text{kond}} = 1,342 \frac{\text{kg}}{\text{s}} \cdot 561 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \Rightarrow$$

$$\dot{Q}_{FV3 \rightarrow \text{kond}} = 753 \text{ kW}$$

Varmeafgivelsen i fødevandsforvarmer 3:

$$\dot{Q}_{\text{afgivet FV3}} = \dot{Q}_{\text{tilf. FV3}} - \dot{Q}_{FV3 \rightarrow \text{kond}} \Rightarrow \dot{Q}_{\text{afgivet FV3}} = 1755 \text{ kW} - 753 \text{ kW} \Rightarrow$$

$$\underline{\underline{\dot{Q}_{\text{afgivet FV3}} = 1003 \text{ kW}}}$$