(1) $T_1 = 800\ K$ $T_2 = 370\ K$

CARNOTIN HYÖTYSUHDE:

$$\eta = \frac{T_1 - T_2}{T_1} = \frac{800\ K - 370\ K}{800\ K} = \frac{430\ K}{800\ K} = 0{,}5375$$

$$\approx 54\%$$

---

(2) $T_2 = 42\,^\circ C = 315\ K$, $T_1 = ?$

$\eta = 0{,}38$ CARNOTIN HYÖTYSUHDE

$$\eta = \frac{T_1 - T_2}{T_1}$$

$$\eta T_1 = T_1 - T_2$$

$$\eta T_1 - T_1 = -T_2$$

$$T_1(1 - \eta) = T_2$$

$$T_1 = \frac{T_2}{1 - \eta} = \frac{315\ K}{1 - 0{,}38} = 508{,}1\ K = 235\ ^\circ C$$

---

(3) a) $P_{HUOTTO} = 170\ MW$ $h = 24\ m$, $\frac{V}{t} = 930\ m^3/s$, $\rho_{VESI} = 1000\ kg/m^3$

$$\eta = \frac{P_{HUOTTO}}{P_{OTTO}} = \frac{P_{HUOTTO}}{E_{OTTO}/t} = \frac{P_{HUOTTO}}{mgh/t}$$ MISSÄ $m = V\rho$

$$= \frac{P_{HUOTTO}}{V\rho gh/t} = \frac{P_{HUOTTO}}{\rho gh\frac{V}{t}} = \frac{170 \cdot 10^6\ W}{1000\ kg/m^3 \cdot 9{,}81\ m/s^2 \cdot 24\ m \cdot 930\ m^3/s}$$

$$= \frac{170\,000\,000\ W}{218\,059\,200\ W} = 0{,}7764$$ HYÖTYSUHDE $0{,}78$

b) $T_1 = 290\,^\circ C = 563\ K$ (PAINEELLA EI OLE MERKITYSTÄ)

$T_2 = 20\,^\circ C = 293\ K$

Teoreettinen hyötysuhde Carnotin-hyötysuhteella

$$\eta = \frac{T_1 - T_2}{T_1} = \frac{563\,K - 293\,K}{563\,K} = 0{,}4796$$

Hyötysuhde voisi olla suurimmillaan 0,48

(4) $P_{moottori} = 1{,}3\ GW$ 1 kg C, tuottaa 6,2 MJ energiaa

$\eta = 0{,}39$

$1{,}3\ GW = 1{,}3 \cdot 10^9\ \frac{J}{s}$ ELI ENERGIAN SEKUNNISSA

$$\eta = \frac{E_{moott}}{E_{otto}} \Rightarrow E_{otto} = \frac{E_{moott}}{\eta}$$

SEKUNNISSA TARVITTU ENERGIA

$$E_{otto} = \frac{E_{moott}}{\eta} = \frac{1{,}3 \cdot 10^9\ J}{0{,}39} = 3333333333{,}3\ J = 3333{,}33\ MJ$$

JOLLOIN TUNNISSA SEKUNNISSA

$$\frac{3333{,}33\ MJ}{6{,}2\ MJ/kg} = 537{,}6\ kg$$

VASTAUS: Voimala tarvitsee sekunnissa 540 kg hiiltä

5) $\eta = 0{,}33$ $\quad P_{útil} = 450\ MW$

VIRTAUS NOPEUS $V = 25\ m^3/s = \frac{V}{\Delta t}$

$c_{VESI} = 4{,}19\ kJ/kg°C$, $\rho = 1000\ kg/m^3$

KOSKA HYÖTY ON 33 %, ON OTTOTEHO

$$\eta = \frac{P_{hyöty}}{P_{otto}} \Rightarrow P_{otto} = \frac{P_{hyöty}}{\eta} = \frac{450\ MW}{0{,}33} \approx 1363{,}64\ MW$$

JOS HUKKATEHO SIIRTYY KOKONAAN LÄMMITYSVEDEN

SIIRTYY TEHO

$$P = P_{otto} - P_{hyöty} = 1363{,}64\ MW - 450\ MW = 913{,}64\ MW$$

KUN VEDEEN SIIRTYVÄ ENERGIA ON $Q = cm\Delta\theta$ NIIN

$$P = \frac{Q}{\Delta t} = \frac{cm\Delta\theta}{\Delta t}$$

LÄMPÖTILAN MUUTOS

$$\Rightarrow \Delta\theta = \frac{P\Delta t}{cm}$$ MISSÄ $m = \rho V$

$$\Delta\theta = \frac{P\Delta t}{c \cdot \rho V} = \frac{P}{c\rho \frac{V}{\Delta t}} = \frac{913{,}64 \cdot 10^6\ W}{4{,}19 \cdot 10^3\ J/kg°C \cdot 1000\ kg/m^3 \cdot 25\ m^3/s}$$

$$= 8{,}7\ °C$$

VEDEN LÄMPÖTILA KOHOAA 8,7 °C