

Kem-42.101/2 Kemian laitetekniikka I  
Laskutentti 10.1.2006

1. Vesiränni rakennetaan  $2,5 \times 15$  cm laudasta naulaamalla sivulaudat pohjalaudan molemmin puolin. Rännin pituus on 100 m ja kaltevuus on 2 %. Laudan pinnan karheus on 0,0015 m. Vedenpinta rännissä on 1/4 rännin yläreunaa alempana. Veden mukana kulkeutuva hiekka ja savi lisäävät virtausvastusta 25 % puhtaaseen veteen verrattuna. Laske rännin veden tilavuusvirta ( $\text{m}^3/\text{h}$ ), kun veden lämpötila on  $10^\circ\text{C}$

2. Vettä ( $10^\circ\text{C}$ ) pumpataan järvestä säiliöön ( $p=1,2$  bar) 300 metriä pitkää, 200 mm sisähalkaisijaltaan olevaa putkea pitkin. Järven veden pinta on 6 m säiliön nestepintaa alempana. Putkimateriaali on valurautaa. Putkessa on sihti ( $\zeta=4,0$ ), kolme lautasventtiiliä ja viisi kpl  $90^\circ$  mutkaa ( $R/D=1,5$ ). Liittymä säiliöön on terävä ja nestepinnan alapuolella. Käytettävissä on kaksi samanlaista keskipakopumpua.

Pumppukarakteristika:

$V/\text{m}^3/\text{h}$	0	60	120	180	240	255
$h/\text{m}$	13,0	12,6	11,3	8,9	2,6	0

- a) Miten pumput on kytkettävä, jotta saataisiin mahdollisimman suuri tilavuusvirtaus  
b) Kuinka suuri on tilavuusvirtaus?

3.  $50 \text{ m}^3/\text{h}$  vettä lämmitetään höyryllä (1-2) -lämmönsiirtimessä  $20^\circ\text{C}$ :sta  $70^\circ\text{C}$ :een. Vaippapuolelle tuleva höyry on kylläistä ja sen paine on 4 bar. Siirtimessä on yhteensä 100 putkea. Putken ulkohalkaisija on 25 mm ja seinämän paksuus 2 mm. Keskimääräinen lämmönsiirtokerroin vaippapuolella on  $11000 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ . Likakerroksen vastusta ei huomioida.

Laske tarvittava höyryn määrä, putken seinämän lämpötila ja lämmönsiirtopinta-ala, kun oletetaan, että höyrystä talteen saadaan vain lauhtumislämpö. Putkimateriaalin lämmönjohtavuus on  $45 \text{ W}/(\text{mK})$ .

4. Kaasuseos sisältää  $\text{SO}_2$ :a ja ilmaa.  $\text{SO}_2$ :a absorboidaan veteen vastavirtaan toimivassa absorptiokolonnissa siten, että kaasuseoksessa olevasta  $\text{SO}_2$ :sta poistetaan 90 %. Kolonniin tulevan kaasuvirran määrä on  $200 \text{ kg}/\text{h}$  ja vesivirran  $1000 \text{ kg}/\text{h}$ . Kolonnissa on 10 pohjaa. Tasapainokäyrä vedelle ja  $\text{SO}_2$ :lle on seuraava:

$x$	0,00075	0,00121	0,00281	0,00422	0,00564	0,00844	0,0141	0,0197	0,028
$y$	0,00079	0,00252	0,0084	0,0137	0,0177	0,0269	0,0474	0,0671	0,0954

- a) Määritä ideaaliaskelten lukumäärä.  
b) Mikä on reaaliaskelen hyötysuhde?

Kuinka paljon  $\text{SO}_2$ :a pystytään poistamaan, kun kaasuvirta kasvaa 25 %. Ideaaliaskelten lukumäärä on sama kuin a)-kohdassa.