

**TTKK**  
**Ympäristötekniikan osasto**  
**Energia- ja prosessitekniikan laitos**

**25300. Lämmönsiirron perusteet (3 ov)**

**Tentti 09.02.98**

**(aikaa 3 h)**

**Kirjallisuuden käyttö sallittu**

1. Suuressa kuution muotoisessa huoneessa (5 x 5 x 5 m) riippuu katosta ohut suorakaiteen muotoinen teräslevy (mitat 10 x 20 x 1 cm). Levyn sisälle on asetettu sähkövastus, jossa kehittyy lämpöteho 450 W. Huone on pumpattu tyhjäksi kaasusta eli ainoa lämmönsiirtymismuoto on säteily. Huoneen seinälämpötila on +26 °C ja seinien emissiviteetti 0,4. Laske metallilevyn pinta-lämpötila.
2. Maan pintalämpötila vaihtelee keskipäivän (klo 12) lämpötilan +35 °C ja keskiyön +25 °C välillä sinimuotoisesti. Laske millä syvyydellä lämpötilavaihtelu on ±1 °C. Mikä on lämpövirran suunta ja suuruus maan pinnassa iltapäivällä klo 15.00 ja mikä on tällöin lämpötila 8 cm:n syvyydessä.
3. Vakiolämpötilassa (+25 °C) oleva tiiliseinäelementti tuodaan elementti-tehtaasta ulos ajanhetkellä  $t = 0$  pakkaseen (-10 °C). Tarkastele seinä-elementin lämpötilajakautuman kehittymistä Schmidtin graafisella menetelmällä, kun pinnan konvektiivinen lämmönsiirtokerroin on 10 W/(m<sup>2</sup>K). Elementissä on ulkopinnassa 12 cm tiilikerros, jonka sisäpuolella on lasivillaeristys ( $\lambda \approx 0$ ). Valitse tarkastelupisteiksi tiilirakenteen neljä sisäpistettä sekä tiilen pinta ja tiilen ja eristeen rajapinta. Lämmönjohtuminen on seinässä 1-dimensioista.
4. 0,45 m sivun mitaltaan oleva ohut neliömuotoinen levy sijoitetaan pystysuoraan suuren +50 °C:n lämpötilaisen vesialtaan sisään. Laske suurin mahdollinen levyssä kehittyvä lämpöteho, kun levyn pintalämpötila ei saa ylittää +75 °C. Levyssä ei ole lämpötilaeroja. Laske pystytäänkö levyn lämmönsiirtoa parantamaan tarkastelutilanteessa 3 mm paksuin pystysuunnassa olevin levyrivoin ( $\lambda = 12$  W/mK), jos rivat eivät vaikuta lämmönsiirtokertoimeen.
5. Normaalipaineista 400 K lämpötilaista CO-kaasua on tarkoitus jäähdyttää ristivirtalämmönsiirtimessä ( $d = 1$  cm,  $S_T = S_L = 2,5$  cm). Kaasu virtaa putkien ulkopuolella. Tutki mikä on lämpöpinnan kaasupuolen lämmönsiirtokerroin, kun putket ovat a) rivissä b) porrastetut. Putkirivien määrä on 4 ja kaasun massavirta 1,1 kg/s sekä virtauskanavan vapaa poikkipinta-ala 0,15 m<sup>2</sup>.