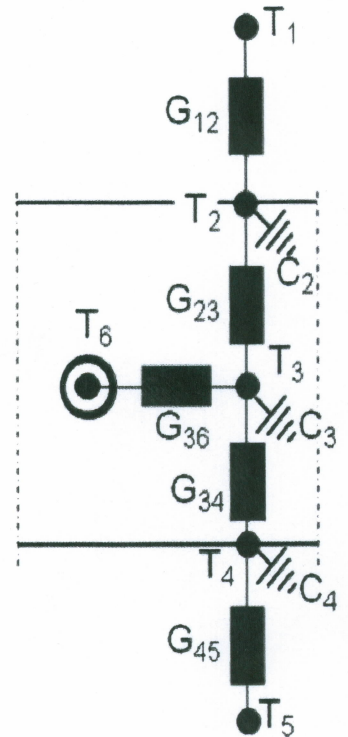


TENTTI 13.12.2011

- 1 Kuvan mukainen välipohja käsitellään kolmen lämpötilan ja kapasiteetin mallina. Huoneilman lämpötilaa edustavat solmupisteet  $T_1$  ja  $T_5$  ovat tunnettuja. Lattialämmitysputkistossa kiertävän veden lämpötila on  $T_6$ . Lattian massaa edustavien kolmen solmupisteen lämpötilat ovat tuntemattomia. Kirjoita kullekin lattian lämpötilasolmupisteille energiatasetta kuvaava taseyhtälö. Muuta näin saadut differentiaaliyhtälöt differenssiyhtälöiksi Euler-tyyppistä diskretointia käyttäen.



- 2 Ilmanvaihdon lämmön talteenottolaitteiston on laskettu säästävän lämpöenergiaa 500 MWh vuodessa. Talteenottokennostosta johtuvan lisääntyneen painehäviön vuoksi puhaltimien ottama sähköteho kasvaa 2,5 kW. LTO-laitteiston huoltokustannus on 2000 € vuodessa ja ilmanvaihdon käyttöaika on 2000 h vuodessa. Lämpöenergian hinta on 40 €/MWh. Sähköenergian hinta on 80 €/MWh ja eskalaatio 1%. Nimelliskoroksi asetetaan 10 %, inflaatio on 2 % ja järjestelmän käyttöajaksi arvioidaan 15 v. Kuinka paljon LTO investointi saa maksaa jotta asetettu tuottovaatimus toteutuisi?
- 3 Millä tavoin valittu korkotekijä (korkea korko vs matala korko) vaikuttaa, nykyarvomenetelmää käytettäessä, eri aikoina toteutuvien kustannuserien painotukseen?
- 4 Rakennukseen suunnitellaan ikkunoiden peruskorjausta siten että kaksilasisten ikkunoiden sisempi lasi korvataan umpiolasielementillä. Ikkunan U-arvo joka alun perin on  $2,0 \text{ W/m}^2\text{K}$  muuttuu toimenpiteellä arvoon  $1,4 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Paikkakunnan astepäiväluku (lämmitystarveluku) on  $4200 \text{ }^\circ\text{Cvrk}$ . Investointi maksaa  $50 \text{ €/m}^2$ . Lämpöenergian hinta on  $0,09 \text{ €/kWh}$ , eskalaatio  $1 \text{ %/a}$  ja investoinnin käyttöiäksi arvioidaan 15 vuotta. Mikä on hankkeen sisäinen reaalikorko?
- 5 Lämmöntalteenottoinvestointi  $I$  [€] on hankittavan lämmönvaihtimen tehokkuuden funktio yhtälön  $I = 3000 + 170 G$  mukaan, missä  $G$  on vaihtimen konduktanssi [W/K]. Samalla vaihtimella talteen saadun energian arvo koko tarkastelujakson ajalta  $K$  [€] on verrannollinen vaihtimen konduktanssin neliöjuureen  $K = 3740 G^{1/2}$ . Optimoi tämän perusteella vaihtimen konduktanssi Newtonin menetelmää käyttäen. Valitse ensimmäiseksi approksimaatioksi  $G_1 = 20$  [W/K].
- 6 Etsi funktion  $E = 0,5x^3 - 3x^2 - 5x + 8$  minimiä alueessa  $0 \leq x \leq 8$  eliminointimenetelmällä ja kuudella lasketulla funktion arvolla. Käytä laskentapisteen puolietäisyytenä  $\epsilon = 0,01$ . Mitkä ovat näin jäävän epävarmuusvälin yläraja ja alaraja?