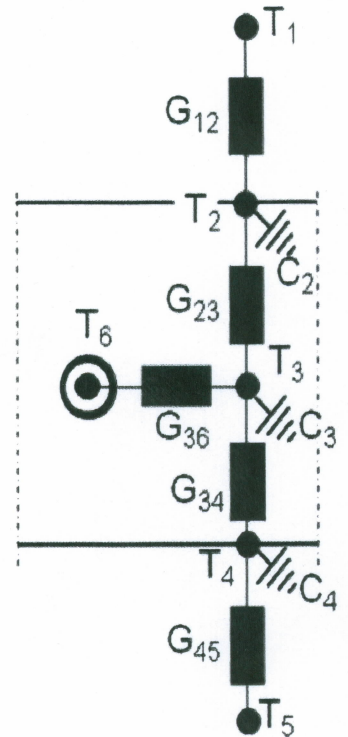


TENTTI 13.12.2011

- 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 €/m^2 . Lämpöenergian hinta on $0,09 \text{ €/kWh}$, eskalaatio 1 %/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?