



Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem

Villamosmérnöki és Informatikai Kar

Irányítástechnika és Informatika Tanszék

iContrALL

Korszerű fűtési rendszerek szabályzása - munkapéldány

SZAKMAI GYAKORLAT

Készítette

Gyulai László

Belső konzulens

dr. Kiss Bálint

Külső konzulens

Kurbucz Máté

2018. október 1.

Tartalomjegyzék

1. Modellalkotás, irodalomkutatás	2
1.1. Radiátor modelljének felírása	3
1.1.1. Hőleadás	3
1.1.2. Hőfelvétel	4
1.1.3. Energiamérleg állandósult állapotban	4
1.1.4. Modellparaméterek	5
2. Fűtőtestek modellezése	6

1. Modellalkotás, irodalomkutatás

Munkámban elsősorban a különböző fűtési típusok közti különbségeket szeretném megvizsgálni. A ház modelljét először adottnak venném, az eltérést pedig a különböző fűtési módok jelentenék. Azaz megpróbálom felírni a környezet belső hőmérsékletre való ráhatását, eztán pedig modellezem többféle fűtőtest viselkedését.

Ehhez először áttekintettem a hőátadás lehetséges formáit és forrásait. Arra jutottam, hogy ha a levegő hőmérsékletére szabályzok, akkor az abba beleszóló tényezőket veszem sorra:

- konvektív hőátadás: a felszín közelében felmelegedett levegő áramlani kezd
- radiatív hőátadás: sugárzással kibocsátott energia a környezetbe

A levegő hőmérsékletére ezek a következőképp hatnak a leginkább:

- a fűtőtestek konvektív és radiatív hőátadással is melegítik a környezetet
- a radiatív energiát a tárgyak, falak nyelik el, amik ezáltal felmelegszenek (mintegy kapacitásként lesz egy hőtároló tömeg, ami a fűtés kikapcsolásával fenntartja a hőmérsékletet / lassítja a hűlést)
- a fűtetlen falfelületek hűtik a szobát (külső hőmérséklet befolyása)

Így a kezdeti modellben azzal a feltételezéssel élek, hogy ezen kívül más hatás nem lép fel.

A modellben feltételezem, hogy a fűtőtest felületi hőmérsékletével tudunk beavatkozni. A modellben paraméter a fűtőtestek hőátadási tényezője és felülete. Zavarásként (?) hat a külső hőmérséklet értéke, amit mérni is tudunk. Kimenet a belső hőmérséklet (térben konstansnak véve azt / átlagolva a szoba levegőjére)

A modell felírásához a fűtőtest tulajdonságain kívül szükség van a szobában található levegő mennyiségére is. A zavarás hatását is fel kell írni, azaz hogy egy külső hőmérsékletváltozás hogyan jelenik meg a kimeneten. (Célszerű itt egy átviteli függvényt felírni először, szuperpozíciószerűen. A zavarás viszont nem a modell bemenetén és nem is a kimenetén hat.)

A felírandó átviteli függvények:

- levegő felmelegedése konstans külső hőmérsékletet feltételezve, fűtőtest egységugrással
- levegő felmelegedése fűtés kikapcsolt állapota mellett, környezeti hőmérséklet ugrásával

1.1. Radiátor modelljének felírása

Mivel a Matlab heater modelljének teljesítmény kimenete van, fel akartam állítani egy olyan fűtőtest modellt, ami beillesztható az eredeti légbefúvó rendszerhelyére. Ehhez megvizsgáltam a fűtési rendszer tulajdonságait:

Gouda2000 és mások alapján számolva irreális teljesítményértékeket kaptam (150kW), így tovább kutattam a szakirodalmat.

Az *Épületgépészet a gyakorlatban* (5.11.6, 2. o.) egy Dunaferri radiátor tényleges hőleadását vezetik le. Ebben a hőátbocsátási tényezőt is hőmérsékletfüggőnek veszik.

Ez bővebben a [1, 4.2.4.1] (Fűtőtest lehűlése) részben is szerepel.

Pontosabban a 4.2.7.3 - Radiátorok részénél olvasható. Itt a hővesztesség adott. Esetünkben ezt a házra a Matlab számolja és jól méretezett rendszert tételezünk fel. Csupán azért kell a hőleadást jól felírni, hogy a felfutás, hőkapacitás, stb. során átadott energiát is belekalkuláljuk.

Persze ilyenkor egyedi esetekből indulok ki, de remélhetőleg ez paraméterezhetően elvezet az általános, többféle házra alkalmazható megoldáshoz.

1.1.1. Hőleadás

A fűtőtestek hőleadását befolyásolja a fűtőtestek közepes hőmérsékletkülönbsége (ld. a 2. egyenletet), a felülete és a hőleadási tényezője. Ezek közötti kapcsolatot adja az 1. egyenlet ([1, 358. o.]-ból):

$$\dot{Q}_{le} = k_e A_e \Delta t_m \quad (1)$$

ahol

\dot{Q}_{le} [W] a leadott hő

k_e [$\frac{W}{m^2 K}$]

A_e [m²] a radiátor felülete

Δt_m [K] a közepes hőmérsékletkülönbség:

$$\Delta t_m = \frac{t_s + t_r}{2} - t_i \quad (2)$$

ahol

t_s a radiátorba befolyó, t_r az onnan kifolyó víz hőmérséklete °C-ban

t_i a szoba hőmérséklete

A hőátadási tényező is hőmérsékletfüggő, de ezzel egyelőre nem foglalkozom, állandónak tekintem.

1.1.2. Hőfelvétel

A vízből felvett hő felírható:

$$\dot{Q}_{fel} = c \dot{m} \Delta t \quad (3)$$

ahol

\dot{Q}_{fel} [W] a vízből felvett hő, ami annak lehűléséből adódik

c [$\frac{J}{kg K}$] a víz fajhője

\dot{m} [$\frac{kg}{s}$] a víz tömegárama

$\Delta t = t_s - t_r$ [K] a víz lehűlésének mértéke

1.1.3. Energiamérleg állandósult állapotban

Állandósult állapot esetén a leadott hő egyenlő a felvettel, mivel akkor nem történik hőfelhalmozás, hőtárolás.

Azaz ekkor a radiátor hőkapacitását nem kell figyelembe vennem.

Beírva a (2)-ba (1)-t:

$$\dot{Q}_{le} = k_e A_e \left(\frac{t_s + t_r}{2} - t_i \right) = k_e A_e \left(\frac{t_s + (t_s - \Delta t)}{2} - t_i \right) \quad (4)$$

Ahol felhasználtuk azt is, hogy $t_r = t_s - \Delta t$, majd Δt helyére beírhatjuk a (3) átrendezett alakját:

$$\Delta t = \frac{\dot{Q}_{fel}}{c \dot{m}} \quad (5)$$

Beírva (4)-ba (5)-t:

$$\dot{Q}_{le} = k_e A_e \left(t_s - t_i - \frac{\dot{Q}_{fel}}{c \dot{m}} \right)$$

$$\dot{Q}_{le} + \frac{k_e A_e \dot{Q}_{fel}}{2 c \dot{m}} = k_e A_e (t_s - t_i) \quad (6)$$

$$2 c \dot{m} \dot{Q}_{le} + k_e A_e \dot{Q}_{fel} = k_e A_e 2 c \dot{m} (t_s - t_i)$$

Csak abban az esetben, ha $\dot{Q}_{le} = \dot{Q}_{fel}$:

$$\dot{Q}(2 c \dot{m} + k_e A_e) = 2 k_e A_e c \dot{m} (t_s - t_i) \quad (7)$$

$$\dot{Q} = \frac{2 c \dot{m} k_e A_e}{2 c \dot{m} + k_e A_e} (t_s - t_i)$$

1.1.4. Modellparaméterek

2. Fűtőtestek modellezése

A MATLAB egyik demójában egy ház fűtési modelljét valósították meg. Ebben a fűtőtest kimenete teljesítmény dimenziójú. A ház veszteségeit a méretei és az ablakai alapján kiszámítja.

A modellezendő objektum a fűtési rendszer, itt kell számba venni hogy egy jól méretezett rendszernek mennyi a felfutási illetve a beállási ideje. Ezt számolni a kazán, a fűtővíz illetve a fűtőtest teljesítményeiből, illetve kapacitásaiból lehetne.

A fűtőtestek hőátadását számos tényező befolyásolja, ezekre az előzőekben egyenletet is felírtam. Az egyenletet Simulinkben valósítottam meg, a fűtési rendszer így beilleszthető a Matlab példájába.

Hivatkozások

[1] Csoknyai István. *Több, mint hidraulika*. Herz Armatúra Hungária Kft, 2013.