



**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

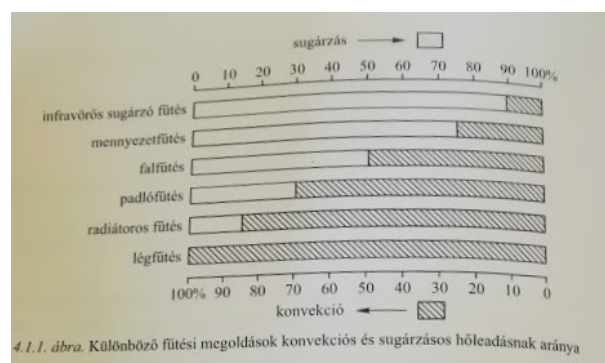
<b>1. Modellalkotás, irodalomkutatás</b>	<b>2</b>
1.1. Radiátor modelljének felírása . . . . .	3
1.1.1. Hőleadás . . . . .	3
1.1.2. Hőfelvétel . . . . .	4
1.1.3. Energiamérleg állandósult állapotban . . . . .	4
1.1.4. Modellparaméterek . . . . .	5
<b>2. Fűtőtestek modellezése</b>	<b>6</b>

# 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



1. ábra. Alacsony hőmérsékletű fűtés és magas hőmérsékletű hűtés c. könyv ábrája

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 szimulációban a legbefűvós fűtés modelljének teljesítmény kimenete van, fel akartam állítani egy olyan modellt, ami beillesztható az eredeti légbefűvó rendszer helyére. A ház hőveszteségeit a Matlab számolja<sup>1</sup>, ebből pedig adódik a szoba levegőjének hőmérséklete. A rendszer szabályozását így visszavezettem a leadott teljesítmény szabályzására. A levezetett egyenletnek köszönhetően egy teljesítményigényhez meg tudom majd mondani hogy mennyire kell a szabályzó szelepeket kinyitni.

Az *Épületgépészet a gyakorlatban*<sup>2</sup> c. könyvben szó esik fűtési rendszerek méretezéséről. Itt adatként szerepel egy épületre a szobák hőigénye<sup>3</sup> és névleges hőmérséklete. Ehhez választanak megfelelő méretű radiátort, hogy azokban a kiszámolt sebességgel vizet keringetve a hőleadás elég legyen az adott helyiségbe. (Ehhez figyelembe kell venni minden radiátorra a keringő víz hőmérsékletét is, különösen ha azok sorba vannak kötve és a hőmérsékletesések is jelentősek.)

Hasonlóan méretezési feladatot mutat be a [1, 4.2.7.3] is. Ezek alapján vezettem le a leadott hő mennyiségét állandósult állapotra. Természetesen a felmelegedés és lehűlés idejét is figyelembe kell majd venni, de ezzel érthető módon a méretezésnél sem számolnak.

### 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

$k_e$  [ $\frac{W}{m^2 K}$ ] hőleadási tényező - ezt hőmérsékletfüggetlennek tekintem.

$A_e$  [ $m^2$ ] a radiátor felülete

$\Delta t_m$  [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.

<sup>1</sup>Pontosításra szorul ez a modell is, mert valószínűleg csak a konvektív hővezetéssel számol (a sugárzásával pedig nem). A légbefűvás a ház levegőjét melegíti. Ám a modellben a ház hőtároló tömege nem jelenik meg, csak egy hőellenállás a veszteségek modellezéséhez.

<sup>2</sup>Könyvtári könyv, Verlag. 5.11.6, 2. o.

<sup>3</sup>Pontosan nem tudom még, hogyan definiálják a hőigényt: mekkora kültéri hőmérsékletet vesznek pl. figyelembe, illetve hogy radiátor méretezésénél ezt nyilván felül kell becsülni.

### 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  $\Delta t$  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.