

FABULYA ZOLTÁN*

Hőkezelési folyamat modellezési adatainak előkészítése, elemzése húskonzerv-gyártás gázfogyasztásának optimalásához

Summary

We have been looking for the possibility to build a computer model of costly gas utilization in the course of heat treatment of canned meat. This was necessary for us, as the first part of our long-term research, to be able to accomplish minimized costs by synchronizing heat treatment processes running side by side and by production programming to define completion time of the cans. First, because of our multiple data (paper based, text file, image file, Excel file), we have arranged them under a common user interface, while defining the best one from the data with different precision appearing in several sources. Based on the accurate data we did correlation and regression analysis to define the data influencing the gas consumption and to see whether our present data was enough to develop a model. Since the furnace has to ensure the steam supply of the heat treatment equipment and the heating of the buildings too, we defined the gas consumption of the furnace which is dependent on the environmental temperature.

Bevezetés

Húskonzervet előállító vállalatok számára jelentős költséggel jár a hőkezelés folyamata. E költségek közül csak a fűtőgázra fordítandót vizsgáljuk, mely két részből tevődik össze. Az egyik, jelentősebb rész a felhasznált mennyiség költsége, a másik a felhasználásra lekötött gázmennyiségé. Ez utóbbi nagyfogyasztók esetén kötelező, meg kell adniuk fél évvel korábban a következő egy évre vonatkoztatva az óránként felhasználandó gázmennyiségük felső határát. Ha viszont ezt egy hónap folyamán akár csak egy óra alkalmával túllépi, akkor a túllépés mértékével arányos további igen magas, büntető jellegű költséget kell fizetniük (www.egaz-degaz.hu/hu). Tehát változatlan gázfelhasználás mellett a költség lehet kissé alacsonyabb, amennyiben kisebb lekötött mennyiséget kérnek, de ezzel kockáztatva az esetleges túllépés miatti sokkal magasabb fizetendő összeget. E probléma miatt indokolt a vállalat gázfogyasztásának modellezése, az optimális lekötött gázmennyiség meghatározása.

A modell meghatározásához adatgyűjtés és adatelőkészítés után az adatok elemzésével eldönthetjük, hogy adataink alkalmasak-e a gázfogyasztás modellezésére, s melyek a gőzfogyasztást befolyásolók. E munkánkban bemutatjuk ez irányú kutatómunkánkat, eredményeinket.

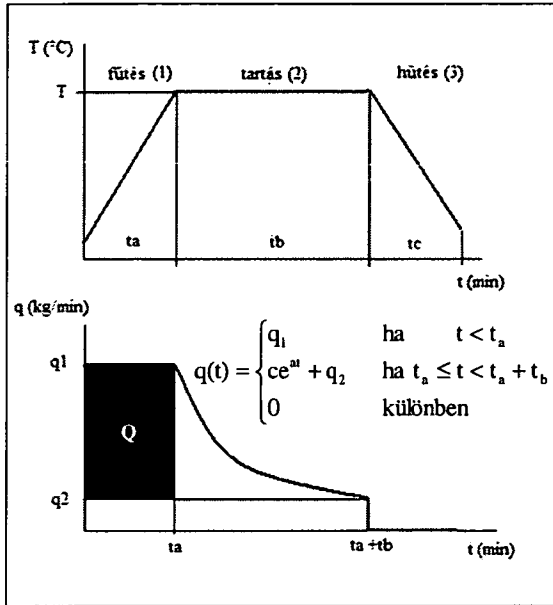
A modell ismeretében gyártásprogramozással a hőkezelendő termékek beérkezési ideje, további várakoztatással a hőkezelési folyamat megkezdése ütemezhetővé válik. Így elkerülhető a párhuzamosan zajló folyamatok intenzív gőzigényű fázisainak találkozásából származó csúcok kialakulása, és az ebből származó esetleges lekötött gázmennyiség feletti felhasználás, vagyis meghatározható és alacsonyabb szinten tartható a lekötött gázmennyiség értéke. Távlati célunk e gyártásprogramozás és ütemezés megvalósítása, melynek alapját az elkészült modell biztosítaná.

Anyag és módszer

A hőkezelést zárt, nyomástartó berendezésekben (autoklávokban) végzik, melyekből jellemzően 10-20 tudja biztosítani (Eszes et al., 2003) a több gyártósorról eltérő ütemben érkező, különböző méretű, geometriájú, tartalmú konzervek hőkezelését. Egy berendezés-

* Adjunktus – Szegedi Tudományegyetem Mémöki Kar.

ben akkor indul el a hőkezelési folyamat, amikor az azonos hőkezelési előírású termékek-ből összegyűlt mennyiség tele töltetet eredményez. Így biztosítható a minimális fajlagos költség. Az előírások termékenként tartalmazzák az elérendő hőmérsékletet, a felfűtési időt, a hőntartási időt és a hűtési időt. Automatika szabályozza az előírások betartását a megfelelő gőzmennyiség adagolásával a felfűtési és hőntartási fázisban, míg a hűtés során hűtővíz bevezetésével. Az 1. ábra felső részén az idő függvényében látható az előírt hőmérséklet (ismert adatok), alatta az ehhez szükséges gőz tömegáram időbeli alakulása (ismeretlen, meghatározandó).



1. ábra. Az előírt hőmérséklet és a gőz tömegáram időbeli alakulása (Forrás: A szerző saját szerkesztése)

Ismert, termékfüggő adatok:

T – elérendő hőmérséklet (°C)

t_a – felfűtési idő (perc)

t_b – hőntartási idő (perc)

t_c – hűtési idő (perc)

Meghatározandó:

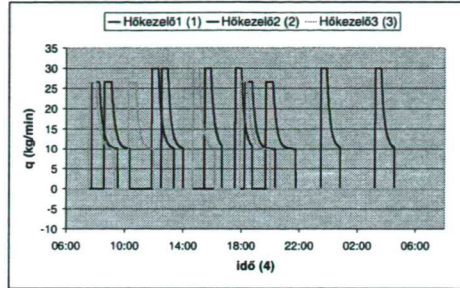
$q(t)$ – gőz tömegáram (kg/perc)

Q – felfűtés gőzigénye (kg)

q_2 – gőz tömegáram vesztesége (kg/perc)

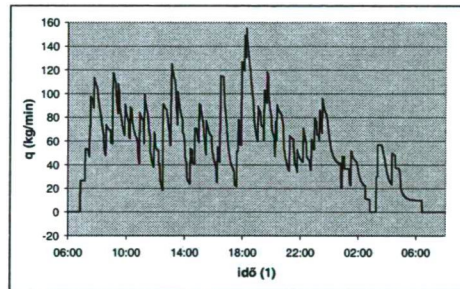
c, a – $q(t)$ függvény paraméterei

A modell ismeretében megkaphatjuk az egyes berendezések gőzigényének időbeli alakulását, mely függ a kezelendő termékektől (így a hőkezelési előírástól) és a kezdési időpontoktól. A 2. ábrán három párhuzamosan működő berendezés modellezéssel kapott gőzfelhasználása látható egy nap folyamán (három műszak).



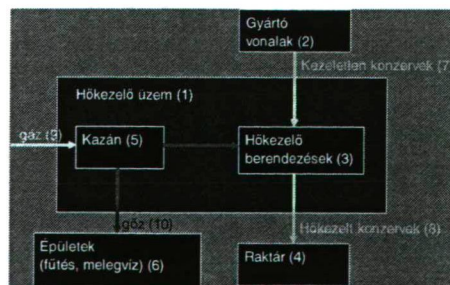
2. ábra. Gőzfogyasztás három párhuzamosan működő berendezésben
(Forrás: A szerző saját szerkesztése)

Az egyes berendezésekre kapott értékek összegeként kapjuk a hőkezelések együttes gőz-igényét az idő függvényében (3. ábra), melyet egy gázfűtésű kazánnak kell biztosítania.



3. ábra. Több párhuzamosan működő berendezés összegzett gőzfogyasztása
(Forrás: A szerző saját szerkesztése)

A 2. és 3. ábra modellünk kezdeti paraméterértékei mellett adódtak az adatokat biztosító vállalatnál egy nap alkalmával ténylegesen lejátszódó hőkezelések alapján. A paraméterértékek finomítása legegyszerűbben úgy történhetne, ha mérések alapján ismert lenne a hőkezelő berendezések egyenkénti, vagy rosszabb esetben együttes gőzfelhasználása az idő függvényében. De ilyen adatok nem voltak, s a vállalat nem is tervezi csak a modell egyszerűbb meghatározásához szükséges igen költséges műszer beszerzését. Ezért a modell paramétereinek pontosítása a gőzt előállító kazánnál mért gázelhasználás alapján történhet. Viszont itt újabb problémába ütköztünk. A gáztüzelésű kazánnak a hőkezelő berendezések gőzellátásán túl feladata az épületek, irodák fűtése is téli időszakban. Emiatt kérdéses a modellezés adatellátottságának elegendősége, valamint szükséges a rendelkezésre álló adatok, anyag- és erőforrás-áramlások (4. ábra) részletesebb vizsgálata.



4. ábra. Anyagok és erőforrások áramlása (Forrás: A szerző saját szerkesztése)

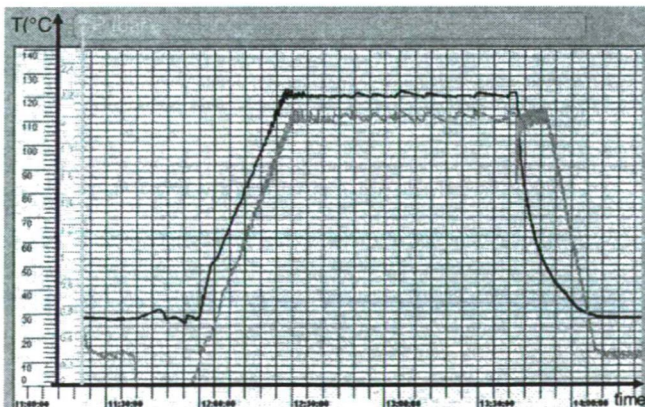
A gázfogyasztás modellezéséhez szükséges kinyerhető adatok:

- A hőkezelendő termékek esetén a sajnos nem mérhető gőzfogyasztás helyett:
 - A hőkezelés megkezdésének időpontja,
 - Tömeg,
 - Hőkezelési folyamat lefolyása:
 - Elért hőmérséklet,
 - Felfűtési idő,
 - Hőntartási idő.
- Fűtési időszakban a fűtésre fordított gőzfogyasztás helyett:
 - hőmérséklet.
- A felhasznált gázra vonatkozó rendelkezésre álló adatok:
 - A fogyasztott mennyiség időbeli alakulása, mely alapján tesztelhető modellünk jósága.

Hipotézisünk szerint összefüggésnek kell mutatkoznia a hőkezelt termék mennyiség és a felhasznált gáz mennyisége között. Amennyiben az így kapott korreláció nem mutat eleendően szoros kapcsolatot, akkor az épületek fűtésére fordított gőzmennyiség adatának hiányában a korrelációs vizsgálatokba be kell vonnunk az ismert környezeti hőmérséklet adatokat is, mely ezt helyettesítheti. Ha ekkor sem kapnánk megfelelő korrelációt, más alapokra kellene helyezni a modell kialakítását. Ellenkező esetben lineáris regressziós vizsgálattal kaphatjuk meg a gyártóvonalakról érkező ismert termék mennyiség (és esetleg a hőmérséklet) függvényében a felhasználandó gázmennyiséget.

Az elérhető adatok a következő változatos formában állnak rendelkezésre:

1. Hőkezelési napló fájl (xls fájl, kézzel begépelte adatokkal):
 - Berendezés sorszáma (melyben történt a kezelés),
 - Termék neve,
 - Tömeg,
 - Hőkezelés kezdési és befejezési időpontja.
2. Egy berendezésben egy hőkezelési folyamat befejezésekor automatikusan generálódó fájl (jpg képfájl)
 - Az idő függvényében látható a hőkezelés hőmérsékletének alakulása (5. ábra);
 - A fájl nevében lévő adatok:
 - Befejezés időpontja,
 - Berendezés sorszáma,
 - Hőkezelési előírás kódszáma.



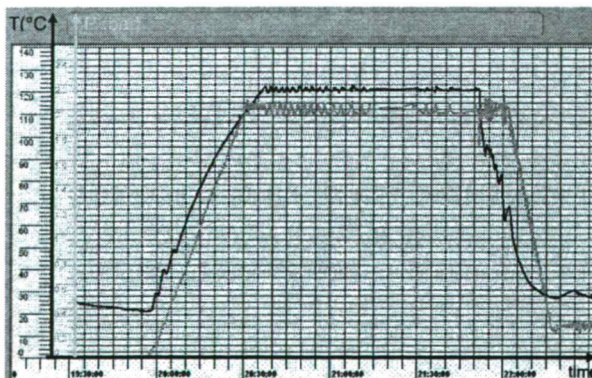
5. ábra. Egy berendezés egy hőkezelési folyamatát megjelenítő képfájl
(Forrás: A szerző saját szerkesztése)

3. Termékekre vonatkozó hőkezelési előírások (Papír):
 - Hőkezelési előírás kódszáma,
 - Elérendő hőmérséklet,
 - Felfűtési idő,
 - Hőntartási idő,
 - Hűtési idő.
4. Órákenti gázfogyasztás (txt szövegfájl):
 - Egy órás időintervallumban fogyasztott mennyiség (m3),
 - Az intervallum kezdő időpontja,
 - A gáz hőmérséklete (mely fűtési időszakban a légköri, „időjárás” hőmérsékletnek tekinthető).

Eredmény és értékelés

Adatainkat először egy közös felhasználói felületen kezelhetővé hoztuk. Erre a célra az Excel környezetet találtuk a legalkalmasabbnak. Itt elvégezhető a modellezés, valamint a korreláció és regresszió analízis is. A papír alapú adatokat begépeltek, a szöveg (Txt) fájlokat importáltuk, míg a kép (jpg) fájlok nevéből megfelelő DOS (dir) parancs kimenetének átirányításával text fájlt készítettünk, melyet már tudunk importálni.

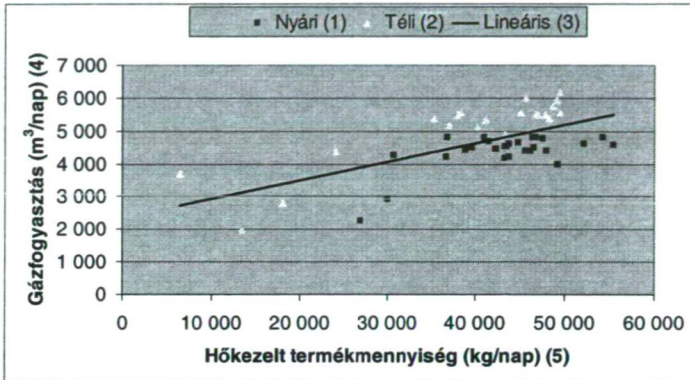
Egyedül a képfájl tartalmában látható adatok kinyerése nem volt automatizálható. Ezekre azért lett volna szükség, mert a ténylegesen bekövetkezett, pontos, automatizált mérésen alapuló értékeket tartalmazta, szemben a naplófájl kézi begépelésű adataival. A hőkezelés pontos kezdeti időpontjának meghatározása okozta a legnagyobb problémát. A jpg fájl neve a pontos befejezési időpontot tartalmazza, valamint a hőkezelési előírás kódszámát, mely alapján megkapható a hőkezelés előírás szerinti időtartama. Ebből számítható a kezdés időpontja, amit néha még korrigálni kell a képfájl alapján csak szemmel látható előírásokhoz képesti felfűtési idő megnövekedése miatt, melyet az elégtelen gőzellátás okoz. Egy ilyen esetet mutat a 6. ábra, melyen az előírásoknak megfelelő lineáris felfűtési fázist nem sikerült betartani. A pontos adat tehát három forrásra támaszkodott: a képfájl nevére, tartalmára és a hőkezelési előírások adataira.



6. ábra. Elégtelen gőzellátás (Forrás: A szerző saját szerkesztése)

A pontos adatok birtokában először arra kerestük a választ, hogy a napi hőkezelt termékmennyiség és a napi gázfogyasztás között kellően szoros-e a kapcsolat. Ekkor még nem vettük figyelembe, hogy az épületek fűtésére is fordítódik fűtési időszakban valamikora rész a kazán által termelt gőzből. A vizsgálathoz szükséges napi gázfogyasztást az órákenti adatok 6:00–6:00-ig adódó összegeként, míg a hőkezelt termékmennyiséget a

naplófájl adatainak naponkénti összesítésével kaptuk a 09.12–11.16 időszak munkanapjainak esetében. A korreláció 64%-ra adódott, mely alacsony érték nem mutatott kellően szoros kapcsolatot, modellezésünk valamilyen hibájára utalt. Emiatt részletesebben megvizsgáltuk eredményeinket, elemeztük a lineáris regresszió egyenesétől való eltéréseket (7. ábra), melyek pár kivételtől eltekintve október 15 előtti is utáni napok esetében ellentétes előjelűek voltak. Október 15 volt a fűtési időszak kezdete, tehát a gázfogyasztás modellezésében szerepet kellett kapnia a fűtésnek, mely a hőmérséklettel mutathat összefüggést.



7. ábra. Nyári és téli napokon mért gázfogyasztás a termékmennyiség függvényében
(Forrás: A szerző saját szerkesztése)

Következő lineáris regresszió és korreláció vizsgálatunk már csak a fűtési időszakban kereste a kapcsolatot a termékmennyiség és a hőmérséklet függvényében a gázfogyasztással. Ekkor már kellően szoros kapcsolatot kaptunk, s így értelmezhetjük a lineáris regresszióra kapott adatokat is:

- Korreláció: 91%.
- A koefficiens a tengelymetszet kivételével 5% alatti hibát jeleznek.
- 1 °C hőmérséklet csökkenés 98 m³ gázfogyasztás növekedéssel jár.
- 1 t termékmennyiség változás 75 m³ gázfogyasztás változást okoz.

Következtetések

A keresendő modellhez szükséges információk nehezen hozzáférhetők, adattisztítás után rendelkezésünkre állhatnak.

A fűtés gázigénye valószínűleg elkülöníthető a hőkezelés igényétől.

Távlati cél a jelenleg kézi vezérlésű – a gyártósorral kezdődő – ütemezési problémának a korlátok betartását biztosító számítógépesítése.

Irodalomjegyzék

- Eszes, F., Rajkó, R., Szabó, G. (2003): Energia- és vízfelhasználás-csökkentés lehetőségeinek feltárása a húsparban. 10 Symposium on Analytical and Environmental Problems, MTA Szegedi Akadémiai Bizottság Kémiai Szakbizottság Környezetvédelmi és Analitikai Munkabizottsága, Szegedi Tudományegyetem, Szeged, 2003. szeptember 29. Proceedings, pp. 169–174.
www.egaz-degaz.hu/hu (letöltve 2008.05.19.)