

# DOKTORI (PHD) ÉRTEKEZÉS TÉZISEI

KAPOSVÁRI EGYETEM  
GAZDASÁGTUDOMÁNYI KAR  
Matematika és Fizika Tanszék

A doktori iskola vezetője  
PROF. DR. UDOVECZ GÁBOR  
az MTA doktora, egyetemi tanár

Témavezető  
DR. BÁNKUTI GYÖNGYI PhD  
egyetemi docens

Társ-témavezető  
DR. habil. CSUKÁS BÉLA CSc  
egyetemi docens

KÖLTSÉGGAZDÁLKODÁSI, SZERVEZÉSI ÉS  
MINŐSÉGMEGŐRZÉSI FELADATOK MEGOLDÁSA  
AUTOKLÁVOS KONZERVIPARI ÜZEM PÉLDÁJÁN

Készítette  
FABULYA ZOLTÁN

KAPOSVÁR

2010

# 1. A KUTATÁS ELŐZMÉNYEI, CÉLKITŰZÉSEK

A minőség növelése elsődleges szempontként jelenik meg az élelmiszeripari kutatásokban. Követendő cél, hogy minél kisebb tartósítás, beavatkozás érje az élelmiszert, hogy megőrizze eredeti tulajdonságát, élvezeti- és tápértékét. Egyre erősödő fogyasztói trendként jelenik meg a gyorsabb ételkészítés lehetősége, a biztonságos és higiénikus alkalmazás, a hosszú szavatossági idő, az állandó jó és ellenőrzött minőség, a széles körű felhasználhatóság, valamint a nem várt, sükséghelyzetek megoldása. Mindezt a konzerv gyártók tudnák leginkább kihasználni, de ehhez korunk elvárásainak megfelelő modern munkaszervezést kell alkalmazni.

A hőkezelés mikrobiológiai veszély elhárítására szolgál, így teszi lehetővé a hosszú eltarthatóságot. Minőségromlás következik be túlbiztosított hőkezeléskor. Az élelmiszer érzékszervi sajátosságait, állományát, ízét, illatát érheti súlyos károsodás (felületi elszíneződés kenőmájásoknál, lé eresztés és zselé kiválás húsoknál, pürésedés, stb.).

A konzervek hőkezelése, különösen húskonzervek esetén nagy energiaigényű folyamat, mivel sterilizéssel, 120 °C körüli, hosszú időtartamú hőhatással jár. Mindeközben a természeti erőforrások felhasználásának csökkentése is fontos szempontként jelenik meg.

A termékek minősége és a költséghatékony termelés érdekében mérnöki számításokat, modellezést, számítógépes szimulációt érdemes bevonni a témakör kutatásába. Olyan munkaszervezést kell kialakítani, mely garantálja a mikrobiológiai szempontból biztonságos termék előállítását, az előírások pontosabb betarthatóságát a magasabb minőség és alacsonyabb költségek érdekében. Ehhez szükséges olyan informatikai háttér, mely a kutatási eredmények alapján támogatást nyújt megfelelő munkaszervezés

kialakításában. Mindez a kor igényeinek megfelelő felhasználóbarát kezelőfelületekkel, szimulációs optimalizáló technikával, előrejelző, problémafeltáró szolgáltatásokkal biztosítható, egyúttal rugalmas bővítési lehetőségekkel tehető meg.

A konzervek minőségét, gazdaságosságát (az alapanyag minősége, recept jósága, gyártósorok milyensége, mint adottságok mellett) hőkezelésük, ennek munkaszervezése határozza meg. A nem kellő körültekintéssel megtervezett gyártásütemezés minőségi problémákhoz és jelentős költségnövekedéshez vezethet. Ennek számítógépes támogatása ma Magyarországon még nem gyakorlat.

Fő célom a konzervgyártásban autokláv csoportot alkalmazó technológiák esetében egy szimulációra támaszkodó programrendszer készítése, mellyel csökkenthető a hőkezelés közvetlen költsége és megelőzhető a termék minőségi károsodása. Ehhez további részfeladatok, vizsgálatok szükségesek, melyek eredményeit be kell építeni a rendszerbe:

- **Az ütemezés és a termék minősége közötti összefüggések vizsgálata.** A gyártósorról érkező konzervek hőkezelése a jelenlegi üzemi gyakorlatban ütemezetlenül történik.
- **A hőkezeléshez szükséges gőzt előállító gázfűtésű kazán terhelésfüggő határfok jelleggörbéjének szimulációs elemzése.** Ennek segítségével megtalálhatók az optimális üzemeltetés feltételei, és kiszámítható az ebből adódó költségcsökkenés.
- **A nagyfogyasztókra vonatkozó speciális gázdíj elszámolási módhoz alkalmazkodó költségcsökkentési lehetőségek vizsgálata.**
- **Adatbázis kialakítása a szimulációs optimalizáló, ütemező program adatellátottságához.**

- **Kísérleti program kifejlesztése, és a heti gyártási terv problémáit feltáró és előrejelző szoftverkomponensek kialakítása.** Ennek célja az optimalizálási funkciót ellátó algoritmus megtalálása, tesztelése, ezáltal megfelelő alap biztosítása egy üzemi adaptációhoz a program paraméterezhetőségével. Valamint a heti gyártási terv problémáit feltáró komponens segítségével módosítási javaslattétel.

## **2. ANYAG ÉS MÓDSZER**

A kutatást alapvetően meghatározó, a munka szinte minden részletében markánsan megjelenő elem a számítógépes modellezés volt. Ezért elsősorban e szakterület alkalmazott módszereit, technikáit alkalmaztam a megfigyeléstől, adatgyűjtéstől kezdve a modellépítés, programozás sokszor nagyfokú kreativitást igénylő részletein keresztül a modell ellenőrzésének (verifikálás) és érvényesítésének (validálás) statisztikai módszerein át a modellen végzett kísérletekkel (szimuláció) kapott eredmények statisztikai feldolgozásáig.

A kutatáshoz felhasznált adatok két csoportot alkotnak. Időrendben az első (1988-1990) az egykori Szekszárdi Húsipari Vállalattól származik, ahol a húskonzervek hőkezelésének termékminőségi javításához végeztünk méréseket. Ehhez fejlesztettem adatgyűjtő szoftvert. Így jelen kutatáshoz archív fájlokban álltak rendelkezésemre a szükséges adatok a modell megalkotásához és verifikálásához, valamint a kísérleti szimulációs optimalizáló program fejlesztéséhez, az ütemező algoritmus megtalálásához, teszteléséhez, tehát a vizsgálati módszerek kidolgozásához. Az adatok újabb csoportjára, amit egy másik vállalat biztosított, a további vizsgálatok és kutatási irányok (költségoptimalizálás, munkaszervezés) miatt volt szükség.

A modellezéshez, a szimulációs optimalizáláshoz a Microsoft Excel és Access 2003 programokat használtam mind a felmerült program fejlesztéséhez a programokba épített Visual Basic for Applications (VBA) szolgáltatással, mind az Excel bővítményeiként elérhető Solver és Adatelemzés funkciókkal a függvényillesztéshez és a statisztikai eljárásokhoz.

A kutatás során több esetben volt szükség függvényillesztésre, vagyis paramétereiktől függő számítógépes modellhez megtalálni a paramétereknek azt az értékkombinációját, amikor a modellel adódó eredmények minél pontosabb közelítést adják az ismert, megfigyelt adatoknak. Ehhez az Excel táblázatkezelő program Solver bővítményét alkalmaztam a legkisebb négyzetek módszerével. Ennek technikája, hogy egy-egy cellában megadjuk a keresett paramétereknek egy lehetséges kezdőértékét, valamint kialakítunk egy olyan számológépet, mely a paraméterek megváltozásakor automatikusan képezi egy cellában az összetartozó számított (szimulált) és ismert értékpárok különbségeinek négyzetösszegét. Ezután a Solver működtetéséhez beállítjuk, hogy melyek a keresett paraméterek cellái, mint módosuló cellák és a négyzetösszeg cellája, mint minimalizálandó érték. A Solverrel a megoldást kérve megkapjuk a paraméterek keresett értékkombinációját.

Az adatelemzések során a következőkre volt szükségem:

- átlag,
- szórás,
- korreláció,
- lineáris regresszió,
- kétmintás párosított t-próba,
- véletlenszám-generálás.

Átlag és szórás kellett az egyes műszakok Solverrel kapott eltérő modellparamétereinek elemzéséhez. Lineáris regressziót és korrelációt alkalmaztam a gyűjtött adatok közötti összefüggések és ennek szorosságának meghatározására, a gázfelhasználás modellezhetőségéhez szükséges adatok elegendőségének ellenőrzésére. Kétmintás párosított t-próbát alkalmaztam a modellek verifikálása és validálása során. Különböző eloszlású kazánterhelés adatokat szimuláltam véletlenszám-generálással (Monte Carlo módszer), hogy a modellel adódó eredmények alapján elemezhessem az egyenetlen kazánterhelés hatását a költségekre. A Monte Carlo módszer lényege, hogy mért adatok helyett azok szimulált (véletlenszámként generált) értékeit alkalmazzuk a számítógépes modell bemenetén, s az így kapott eredményeket értékeljük ki a mért hatás helyett.

### **3. EREDMÉNYEK**

#### ***3.1. Ütemezetlenség hatása a termék minőségére***

Egy termék hőkezelési előírásának, sterilképletének meghatározása során laboratóriumi körülmények között végzett vizsgálatokkal, számításokkal nagy gondot fordítanak arra, hogy a mikrobapusztításban egyenértékű hőkezelések közül meghatározzák a termék minősége szempontjából a legkedvezőbbet. Amennyiben az üzemi gyakorlat hőkezelése eltérne ettől az előírástól, akkor súlyosabb esetben a termék biztonsági okokból nem lenne megfelelő, vagyis nem érnék el a szükséges mértékű mikrobapusztítást. Ekkor a termék a szavatossági idő lejárta előtt megromlana, nagy kárt okozva ezzel az egész vállalat fogyasztói megítélésében. A sterilképletben meghatározottól eltérő hőkezelés enyhébb

esetében a termék minősége tér el az optimálistól kisebb vagy nagyobb mértékben. Mindezek miatt az autoklávok megfelelő műszerezettséggel, automatikával rendelkeznek, hogy emberi beavatkozás nélkül biztosított legyen a hőkezelési folyamat előírások szerinti lefutása. Átmeneti elégtelen gőzellátás esetén az automatika sem tudja az előírt időtartam alatt felfűteni a berendezést és/vagy tartani a hőmérsékletet és/vagy a hűtési fázist megfelelően biztosítani a szükséges intenzitású hűtővíz hiányában. E problémák azért léphetnek fel, mert a több autoklávban párhuzamosan zajló hőkezelési folyamatok intenzívebb erőforrás-igényű fázisai találkoznak. Az automatika feladata, hogy a termék biztonsága, mint elsődleges prioritású tényező, ekkor is garantált legyen.

A felfűtés kezdetén az automatika megállapítja a szükséges percenkénti hőmérsékletnövekményt. Ehhez megméri a kezdeti hőmérsékletet, majd a sterilképletben adott elérendő hőmérsékletből ezt levonja és osztja a felfűtés előírt időtartamával. Ezzel a meredekséggel próbálja tartani lineárisan a hőmérséklet emelését. Gőzellátási gondok miatti lemaradást a meredekség emelésével nem oldhatja meg, mert a hőmérséklet intenzívebb növelése a termék minőségére káros. Mindez azt jelenti, hogy a fázis időtartama csak hosszabb lehet az előírtnál, rövidebb nem a termék minősége érdekében. A megnövekvő felfűtési idő a szükségesnél magasabb főzöttségi egyenértéket (C-érték) mutató, rosszabb minőségű terméket eredményez, de kevésbé rossz minőségűt, mint az előírtnál intenzívebb hőmérsékletemelésnél bekövetkező felületi hőkárosodás esetén adódna.

A hőntartás csak akkor kezdődhet el, ha elértük a szükséges hőmérsékletet, s nem lehet rövidebb az előírtnál akkor sem, ha a felfűtés időtartama megnövekedett. Persze rövidülhetne ekkor a hőntartás időtartama a tervezettnél nagyobb mikrobapusztítás miatt a felfűtés során, de kisebb

mértékben, mint a felfűtés időnövekménye, s ennek pontos mértéke csak bonyolult, hőmérséklettől is függő számítással adódna. Ennek az az indoka, hogy alacsonyabb hőmérsékleten hosszabb idő szükséges ugyanakkora pusztításhoz. Viszont elégtelen gőzellátás miatt megnövekedhet e fázis időtartama annyival, amennyi ideig az előírt hőmérsékletet nem sikerült tartani.

Hűtéskor már termékbiztonsági problémák nincsenek, viszont eltérő módon történik a szabályozás attól függően, hogy az autokláv vízfürdővel, vagy vízpermettel valósítja meg a hűtést, és hogy méri-e a konzerv belső hőmérsékletét (maghőmérséklet) vagy csak a hűtő közeg hőmérsékletét (térhőmérséklet). Vízfürdő alkalmazásakor megvalósítható a térhőmérséklet lineáris csökkentése a kívánt 40 °C eléréséig, de a hűtés meredekségét korlátozva analóg módon, mint a felfűtési fázisban. Tehát ekkor megnövekedhet a hűtés időtartama. Permetező technikájú hűtéskor a térhőmérséklet azonnal lecsökken, s a fázis az előírt időtartamig, vagy tovább tart addig, amíg a maghőmérséklet 40 °C feletti. Ha nem méri a maghőmérsékletet, akkor az előírt időpontban, de esetleg magasabb hőmérsékletű termékkel fejeződik be a hőkezelés.

Az eddigiek alapján elmondható, hogy az automatika biztosítja a termék mikrobiológiai megbízhatóságát elégtelen erőforrás-ellátottság mellett is, de ekkor a fázisok időtartamának növelésével vagy magasabb hőmérsékletű késztermékkel. Ezek a problémák viszont a labor körülmények között meghatározott optimális termékminőségtől kisebb-nagyobb mértékű eltérést eredményeznek. Ha hosszabb ideig magas hőmérsékletű a termék, tovább főzik a terméket, rosszabb minőségű lesz (súlyosabb esetben megpürésedik, elszíneződik, stb.).



Még azt a feltevést kell igazolni, hogy a megnövekedett kezelési időtartamok valóban a párhuzamosan zajló folyamatok ütemezetlenségéből erednek. Ehhez az adatokat biztosító vállalatnál kiválasztottam egy hónapot, melynek az összes hőkezelését megvizsgáltam, és kiválasztottam az előírástól eltérő időtartammal kezelteket. Ezek mindegyikét megvizsgáltam, és kivétel nélkül azt tapasztaltam, hogy 5-10 perces eltéréssel további 3-4 hőkezelés is ekkor kezdődött más autoklávokban. Vagyis az intenzív gőzigényű fázisok egyszerre jelentkeztek. Ütemezve a párhuzamos hőkezelési folyamatok indítását az automatika biztosítani tudná a sterilképletben meghatározott előírások betartását, s így a jobb minőségű termék előállítását. Tehát ütemezni kell a jobb minőség érdekében.

### ***3.2. Egyenetlen kazánterhelés költségének vizsgálata***

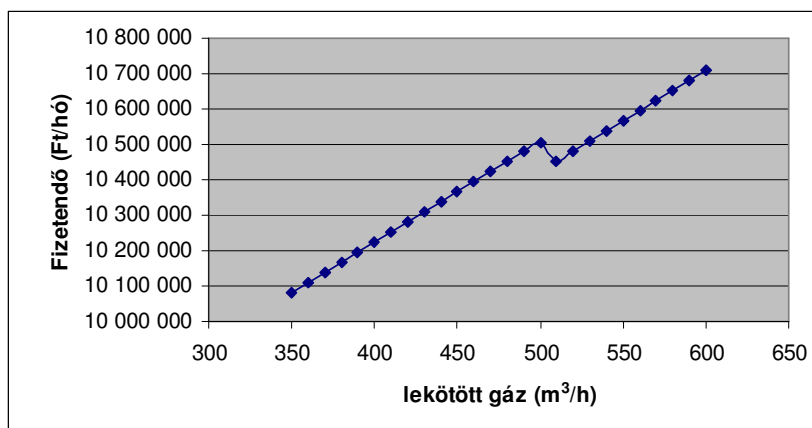
#### ***3.2.1. Speciális gázdíj-fizetési szabályok költségei***

A fűtőgázra fordítandó költség jelentősebb része a felhasznált mennyiség költsége, a másik a felhasználásra lekötött mennyiségé. 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 túllépik, akkor a havi legnagyobb túllépés mértékével arányos, további igen magas, büntető jellegű költséget kell fizetniük:

$$\text{pótdíj} = \text{túllépés} \times \text{fajlagos másféléves lekötésdíj}$$

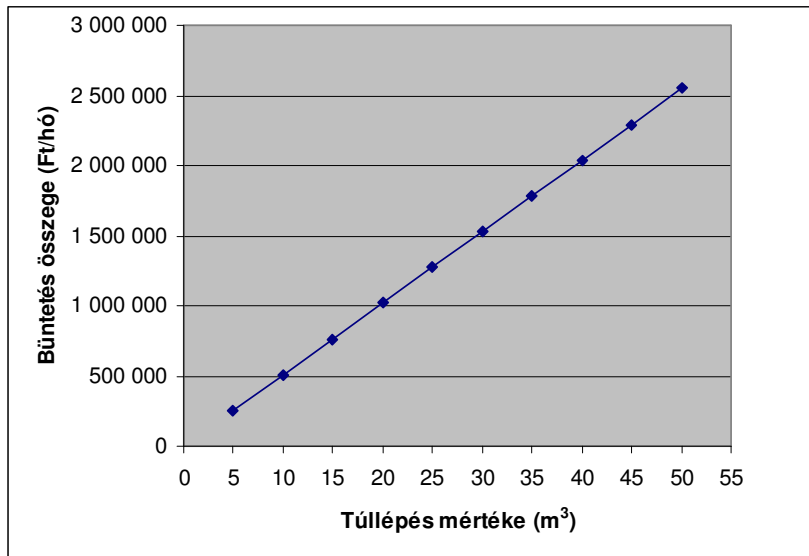
Először változatlan, esetleges korlát alatti felhasználás esetén vizsgáltam a havi összköltség alakulását a lekötött mennyiség függvényében. Az 1. ábrán látható, hogy 350 helyett 600 m<sup>3</sup>/h lekötött

menyiség 10,1 millió Ft-ról csak 10,7 millió Ft-ra növeli a költséget. Vagyis jelentősebb (csaknem kétszeres) lekötött mennyiség is csak csekély mértékű (10%-nál kevesebb) összköltség emelkedést okoz. Az ábrán azért látható törés, mert 500 m<sup>3</sup>/h feletti lekötésnél már alacsonyabb egységárú a ténylegesen felhasznált mennyiség, míg a meredekség azért nem változik, mert a lekötött mennyiség egységára változatlan marad.



1. ábra: Havi gázszámla a lekötött gáz függvényében változatlan felhasználás mellett

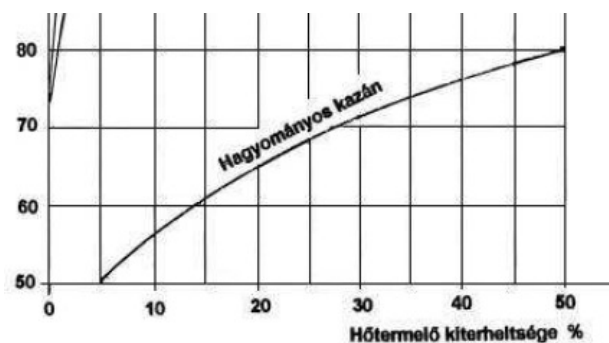
Ezután megvizsgáltam a korlát túllépése esetén jelentkező büntetés összegének alakulását a túllépés mértékének függvényében. A 2. ábrán látható diagram azt mutatja, hogy akár összességében változatlan felhasználás mellett, de kiegyensúlyozatlan kazánterhelés esetén, ha egy hónap folyamán csak egy óra alkalmával túllépnénk a korlátot, ez mekkora havi büntetési összeget jelent a túllépés mértékének függvényében.



2. ábra: A büntetés összege a túllépés mértékének függvényében

### 3.2.2. A kazán terhelés-hatásfok jelleggörbéjének elemzése

A vizsgálathoz szükséges jelleggörbe kritikus, intenzívebb hatásfok változását mutató szakaszát ábrázoló diagram (3. ábra) az adatokat biztosító vállalat kazánjának dokumentációjában állt rendelkezésre azzal a szöveges kiegészítéssel, hogy 50% terhelés felett is folyamatosan nő a hatásfok, és 100% terhelésnél éri el a 90%-ot. Az ábra függőleges tengelyén a hatásfok azt fejezi ki, hogy a kazán fűtésére felhasznált gázmennyiségből kalkulálható hőmennyiség hány százaléka jelenik meg a kazánból kilépő gőz hőenergiájában. Ez azt jelenti, hogy a hőkezeléshez szükséges mennyiségű hőenergiát alacsonyabb hatásfok esetén nagyobb mennyiségű fűtőgáz tudja csak fedezni. Az ábra vízszintes tengelyén a kazán terhelése százalékban azt fejezi ki, hogy az időegység alatt maximálisan biztosítható, gőz formájában kilépő hőmennyiség hány százalékaival terheljük a kazánt.



3. ábra: Kazán hatásfoka a terhelés függvényében  
(forrás: kazán dokumentációja)

Hipotézisem szerint az időben változatlan értékű kazánterhelés biztosítja az elérhető maximális átlagos hatásfokot, míg a nagyobb ingadozású, szórású terhelések alacsonyabb átlagos hatásfokot eredményeznek ugyanakkora átlagos terhelés mellett, vagyis ugyanakkora mennyiségű termék hőkezelése során.

Ahhoz, hogy adott terheléshez automatikusan megkaphassuk a hatásfokot, szükségünk volt a jelleggörbét leíró matematikai formájú függvényre. Tehát egy olyan függvényt kerestem, mely a  $[0, 1]$  intervallum értékeihez (ami a  $[0\%, 100\%]$  terheléstartomány megfelelője,) hozzárendeli a grafikonon látható hatásfok értékeket. A görbe jellegéhez illeszkedő 0 és 1 közötti kitevőjű  $f(x)=x^n$  hatványfüggvényt (gyökös) választottam. A függvény lefelé eltolására (transzformációjára) is szükség volt (kb. 10%-kal), így a pontos érték megtalálása érdekében ezt is paraméternek tekintettem. Tehát a terhelés és a hatásfok kapcsolatát leíró függvényt a következő formában kerestem:

$$y = f(x) = x^n - d, \quad (1)$$

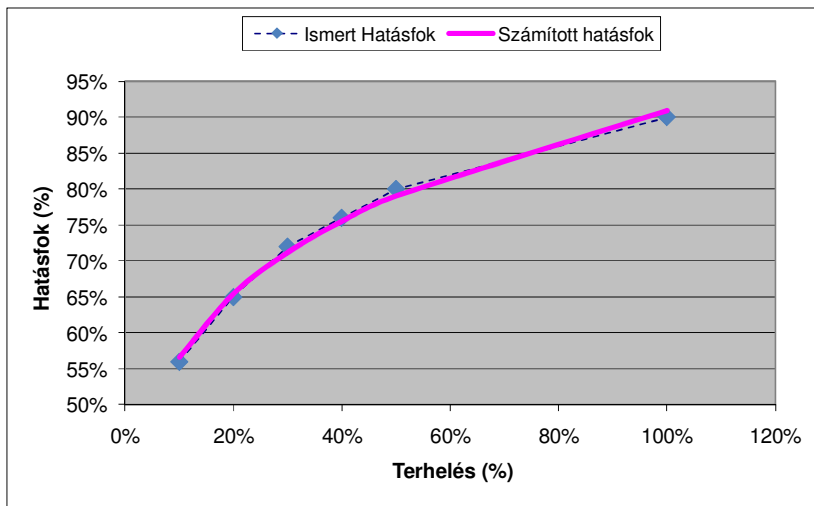
ahol:

- x – terhelés,
- y – hatásfok,
- n, d – keresett paraméterek.

A paraméterek értékét az Excel program Solver bővítményével kerestem meg a legkisebb négyzetek módszerét alkalmazva. Így a következő függvény adódott:

$$y = f(x) = x^{0,2} - 0,09. \quad (2)$$

Az ismert hatásfok adatokból képzett grafikon és a modelljéül szolgáló függvény ábrázolása mutatta (4. ábra), hogy a két adatsor statisztikai egyezőségének vizsgálatára már nincs szükség. A függvény segítségével már tetszőleges értékű terheléshez megkapható a hatásfok.



4. ábra: Ismert és számított hatásfokgörbék a terhelés függvényében.

Az elemzés során arra kerestem a választ, hogy adott átlagértékű, de különböző szórású, eloszlású kazánterhelések, milyen átlagértékű hatásfokot eredményeznek (1. táblázat). Így megkapható, hogy adott termékmennyiség hőkezelése (kazánterhelés) mekkora hatásfokkal, ebből következően

gázfelhasználással biztosítható a terhelés egyenletességétől függően. A hatásfok relatív vesztesége azt mutatja, hogy az adott átlagos terhelés mellett maximálisan elérhető hatásfokhoz viszonyítva, mekkora veszteség jelenik meg százalékban. A terhelés eloszlása azt az értéktartományt jelenti, melyben mozog a kazán terhelése.

1. táblázat: Kazán hatásfokának elemzése különböző terhelések mellett

Átlagos terhelés	Terhelés eloszlása	Átlagos hatásfok	Hatásfok relatív vesztesége
70%	70%-70%	84,11%	0,0%
	65%-75%	84,06%	0,1%
	40%-100%	82,66%	1,8%
50%	50%-50%	78,06%	0,0%
	30%-70%	75,83%	2,9%
	20%-80%	75,39%	3,5%
	10%-90%	74,39%	4,9%
30%	30%-30%	69,60%	0,0%
	10%-50%	65,58%	6,1%

A kazánterhelések százalékos adatának generálásához a gyakorlatban lehetséges átlagértékeket és közelítő eloszlásukat vettem figyelembe. A kazán terhelésének éves átlaga 50% körüli. Egyenetlen terhelés egyik fő indoka a szezonáltság, amikor az egyes termékek igen nagy eltéréssel igényelnek hőkezelést. Természetesen ekkor nincs mód a terhelés kiegyensúlyozására. Egy másik, kutatásom szempontjából lényegesebb eset, amikor egyszerre többfajta, eltérő terheléssel járó terméket készítenek, s a gyártás műszakokra bontása során ezt nem veszik figyelembe, mint ahogy a jelenlegi gyakorlatban is ezt tapasztaltam. Ekkor például a műszakonkénti 50%-os átlagos terhelés helyett jellemző, hogy az egymást követő műszakokban akár 30%-os és 70%-os átlagterhelés jelentkezik. Viszont egy

műszakon belül is nagy eltérések adódhatnak, amikor a párhuzamosan, több autoklávban zajló hőkezeléseket nem hangolják össze.

Mindebből látható, hogy a terhelések eloszlása nagyon széles skálán mozoghat, de például normális eloszlásúnak biztosan nem tekinthető. Emiatt a terhelés kiegyensúlyozatlanságára jellemző, különböző értékhatárok közötti egyenletes eloszlású adatsort generáltam. Meghatároztam az így adódó hatásfokok átlagát és a relatív eltérést a kiegyensúlyozott állapothoz képest. E relatív vesztesége a hatásfoknak egyúttal a kazán gázfelhasználásának vesztesége.

A vizsgálat során 30, 50 és 70% átlagos terhelések mindegyikénél megvizsgáltam, hogy a szórás milyen mértékben befolyásolja a hatásfokot. Az 1. táblázat utolsó oszlopában látható, hogy az adott átlagterhelés mellett mekkora relatív eltérése adódik a hatásfoknak, s így a költségnek a maximálisan elérhető, szórás nélküli esettől.

Az eredményekből látható, hogy a terhelés kiegyensúlyozatlanságának növekedésével a veszteség is emelkedik. Kisebb átlagterhelések mellett nagyobb jelentősége van a terhelés kiegyenlítésének, hiszen ekkor 6% is lehet a relatív veszteség. Az éves átlagnak tekinthető 50%-os terhelés mellett a legrosszabb esetben csaknem 5% veszteség adódott, ami például 100 millió Ft éves gázdíj esetén 5 millió Ft költségnövekedést jelent.

### ***3.3. Költségcsökkentés gyártásprogramozással***

A vállalatok valamilyen rendszerességgel gyártási tervet készítenek a következő időszakra. A kutatási terepet biztosító vállalatnál heti rendszerességgel a következő hét gyártási tervét állítják össze, melynek

legfontosabb eleme, hogy az egyes műszakokban mely termékeik gyártására kerüljön sor. Több gyártósorral rendelkeznek, és termékfüggő, hogy a termék melyik soron gyártható. Több termék is készíthető egy adott gyártósoron amennyiben a doboz mérete ezt lehetővé teszi, de az átállítási időveszteség miatt műszakonként csak egyikük. A heti terv nem tartalmazza, hogy a termék gyártása melyik soron történjen, mert a termék egyértelműen meghatározza a gyártósort. Ez viszont olyan hibáját tartogatja a tervnek, hogy annak ellenére, hogy különböző termékeket állítanak be egy műszak során, mégis termékütközés következhet be a gyártósoroknál. A terv és az abból adódó folyamatok adatai a jelenlegi gyakorlatban számítógépes ellenőrzés nélküliek, emiatt emberi figyelmetlenség folytán könnyen adódhat ilyen probléma.

Nehezebben látható tervezési hiba, amikor olyan termékek készülnek párhuzamosan a gyártósorokon, melyek hőkezelése külön-külön is nagy kapacitást igényel, s emiatt együttesen meghaladják az autoklávok számából adódó korlátot. Ráadásul ez a hiba már csak akkor derül ki, mikor a gyártósorokról a hőkezelő üzembe érkeznek a termékek, ahol folyamatosan növekvő várakozási sort alkotnak. Viszont szigorú előírás tartalmazza, hogy mennyi lehet maximálisan a várakozási idő a hőkezelés megkezdéséig. Ha ezt nem tudják betartani, akkor átmeneti hűtőtárolást kell biztosítani, mert ennek hiányában nagyságrendekkel megnövekedhet a csíraszám a konzervekben. Az ilyen körülményeket szokták biztonsági okokból rátartással bekalkulálni a sterilképletbe, de egy mértéken felüli mikroba aktivitás a konzervek felrobbanásával jár. Ez nem a pár órás várakozó sorban következne be, hanem a hőkezelést követő egy-két hetes kötelező karantén tárolás során, vagy rosszabb esetben a vásárló otthonában amiatt, mert nem az irreálisan megnövekedett kezdeti csíraszámra határozták meg a



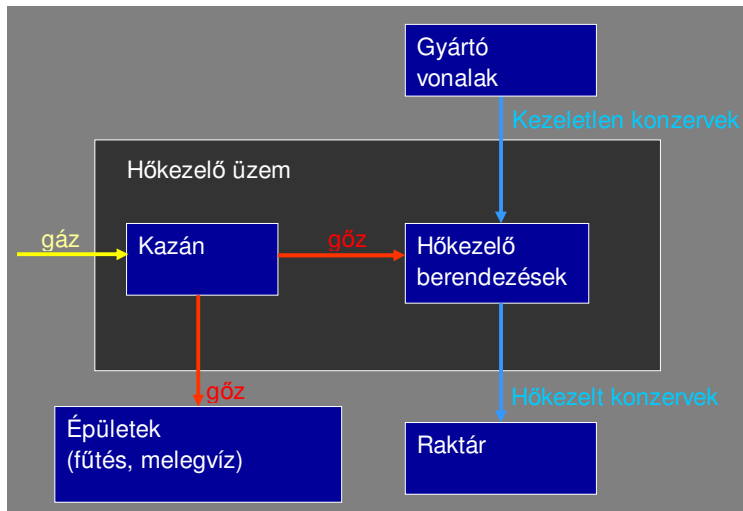
sterilképletet. Az anyagi kár jelentős, mert ekkor a teljes hőkezelési adag (kb. 1 tonna) vagy akár a műszakban gyártott mennyiség veszélyeztetett, s így laborvizsgálat után további hőkezelést igényel, vagy megsemmisítésre kerül.

Költségvonzatában nem ennyire markánsan jelentkezik, és emiatt a jelenlegi gyakorlat nem is tud róla vagy számítások hiányában és/vagy a probléma kezelésének bonyolultsága folytán elhanyagolhatónak tekinti, hogy az egyes műszakokra tervezett termékek előállítása nagy eltéréseket okozhat a kazán terheltségében. Ennek költségeiben megjelenő hatását egy korábbi részben tárgyaltam.

### ***3.4. Rendszer kifejlesztése egy vállalat számára***

#### ***3.4.1. Adatelőkészítés, elemzés***

A modellezéshez szükséges a rendelkezésre álló adatok, anyag- és erőforrás-áramlások (5. ábra) részletesebb vizsgálata. Több gyártósorról eltérő ütemben érkeznek a hőkezelő üzembe a még kezeletlen konzervek. Az egyes gyártósorokon különböző termékek készülnek, s így eltérő hőkezelési előírások vonatkozhatnak rájuk. A hőkezelést több autokláv biztosítja. Egy berendezésben akkor indul el a hőkezelési folyamat, amikor az azonos hőkezelési előírású termékekből összegyűlt mennyiség tele töltetet eredményez. Így biztosítható a minimális fajlagos költség. A hőkezelő berendezések gőzellátását egy gáztüzelésű kazán biztosítja, melynek feladata az épületek, irodák fűtése is téli időszakban.



5. ábra: Anyagok és erőforrások áramlása

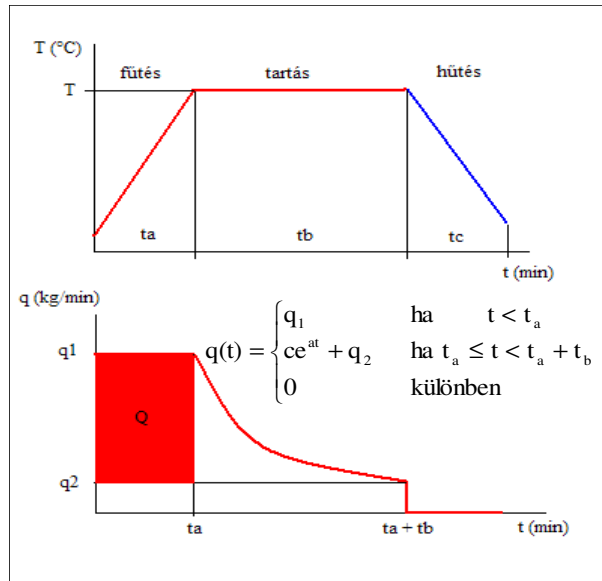
Adatainkat először egy közös felhasználói felületen kezelhetővé hoztam. Erre a célra az Excel környezetet találtam a legalkalmasabbnak. Itt elvégezhető a modellezés, valamint a korreláció és regresszió analízis is. A papír alapú adatokat begépeltem, a szöveg (Txt) fájlokat importáltam, míg a kép (jpg)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

Lineáris regresszió és korreláció vizsgálattal kerestem kapcsolatot a termékmennyiség és a hőmérséklet függvényében a gázfogyasztással. Az adatok elegendőségére a modellezéshez pozitív választ kaptam, mert kellően szoros kapcsolat adódott, s így értelmezhettem a lineáris regresszióra kapott adatokat is:

- Korreláció: 91%.
- A koefficiensek a tengelymetszet kivételével 5% alatti hibát jeleztek.
- 1 °C hőmérséklet csökkenés 98 m<sup>3</sup> gázfogyasztás növekedéssel jár.
- 1 t termékmennyiség változás 75 m<sup>3</sup> gázfogyasztás változást okoz.

### 3.4.2. Egy hőkezelési folyamat gőzszükségletének modellezése

A 6. ábra felső részén az idő függvényében látható az előírt (a termékhez rendelt sterilképletből ismert) gőztér hőmérséklet, alatta az ehhez szükséges gőz tömegáram időbeli alakulása (ismeretlen, meghatározandó).



6. ábra: Az előírt hőmérséklet és a gőz tömegáram időbeli alakulása

Hőkezelési előírásból ismert termékfüggő adatok:

$T$  - elérendő hőmérséklet ( $^{\circ}\text{C}$ )

$t_a$  - felfűtési idő (perc)

$t_b$  - hőntartási idő (perc)

$t_c$  - hűtési idő (perc)

Meghatározandó a  $q(t)$  gőz tömegáram (kg/perc) paraméterei:

$Q$  - felfűtés gőzigénye (kg), termék tömegétől függő érték

$q_2$  - gőz tömegáram vesztesége (kg/perc), terméktől független  
állandó

c, a -  $q(t)$  függvény görbületi paraméterei, egyikük terméktől független, mely a másikat meghatározza.

A modell ismeretében megkaphatom az egyes berendezések gőzigényének időbeli alakulását, mely függ a kezelendő termékektől (így a hőkezelési előírástól) és a kezdési időpontoktól. Excelben kialakított szimulátorral képeztem egy nap összes hőkezelése alapján az együttes gőzigény napi adatsorát óránkénti bontásban. Ebből a 24 adatból kell képezni a gázigény adatait, de ehhez figyelembe kell azt is venni, hogy az előállított gőz egy része veszteségekre fordítódik. Ez szintén ismeretlen, s a modell egy újabb paramétereként ( $G$ ) jelenik meg, mint az a gázmennyiség, ami a veszteségeket fedezi  $m^3/h$  mértékegységben. Ezt időben állandónak tekinthetjük. A kazán műszaki leírásában szereplő adat volt, hogy egy tonna gőz előállításához körülbelül  $80 m^3$  gáz szükséges. Tehát így kiszámítható a hőkezelések gőzszükségletének átváltásával és a veszteségből együttesen megjelenő, modellezéssel kapott óránkénti gázfogyasztás. Ezt lehet összevetni a mért óránkénti gázfogyasztással.

A modell paramétereinek ( $q_2$ ,  $k$ ,  $a$ ,  $G$ ) értékeit ezután az Excel Solver bővítményével kaptam meg a legkisebb négyzetek módszerrel. Viszont az egyes napok modellezése eltérő eredményt adott a paraméterekre. Ezért öt nap (egy kiválasztott hét munkanapjai) Solverrel kapott paraméterinek átlagát tekintettem végeredménynek, amit ellenőriznem kellett (modell verifikálás), hogy statisztikailag egyezőnek tekinthető-e az így kapott paraméterekkel modellezett nap gázfelhasználása a mért adatokkal. Ezt mind az 5 nap esetén párosított t-próbával ellenőrizve megfelelőnek találtam, szignifikáns eltérés nem adódott ( $p < 0,05$ ). A következő lépésben azt is megvizsgáltam, hogy a modell olyan hét napjai esetén is megfelel-e, mely nem képezte a modell meghatározását (modell validálás). Hasonló

módszerrel szintén pozitív választ kaptam. Tehát a modell és a szimulátor alkalmazható a szoftverrendszerben is.

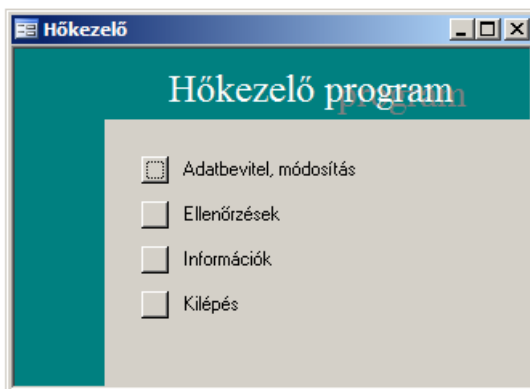
### ***3.4.3. A szoftverrendszer terve***

#### *3.4.3.1. Szoftverkönyezet*

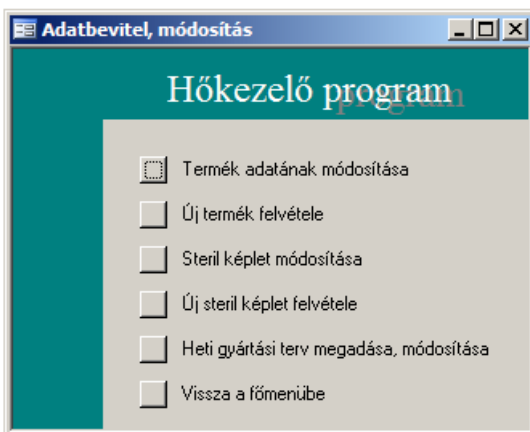
A felhasználó érdekeit leginkább szolgálná egy számára már ismert, Excel táblázatkezelővel elérhető adattár. Így a változó igényeknek megfelelő, előre nem tervezhető adatfeldolgozások, grafikonkészítések könnyen elvégezhetőek lennének. Szintén a táblázatkezelő alkalmazása mellett szól, hogy egyszerű lehetőséget biztosít mind a számítási, mind a grafikonmegjelenítési programfunkciók ellátására, egyúttal fejlesztő környezetként is használható a Visual Basic for Applications (VBA) szolgáltatásával a program elkészítéséhez. Viszont adatbázis-kezelő program használatát indokolja az adattárolás egyszerűbb megvalósítása, a kialakítandó program több funkciója, valamint a kézi adatbevitel felhasználóbarát módját biztosító űrlapos technika alkalmazhatósága. Szerencsére nem kell lemondanunk sem a táblázatkezelő, sem az adatbázis-kezelő alkalmazásáról, mivel az Access adatbázis-kezelő programmal Excel munkalapokat csatolt táblaként tudunk használni. Ez azt jelenti, hogy adataink fizikai tárolása Excel munkalapokon valósul meg, miközben az Access úgy kezeli ezeket az adatokat, mintha saját tábláiban tárolódnának. Tehát az Accessben végzett adatmódosítás is az Excel munkalapon kerül tárolásra.

### 3.4.3.2. Kezelőfelületek, főbb funkciók

A program indításakor megjelenik a főmenü (7. ábra), mely a kilépésen túl három almenüt kínál. Az „Adatbevitel, módosítás” pontot választva a 8. ábrán látható lehetőségek közül választhatunk.



7. ábra: Access rész főmenüje.

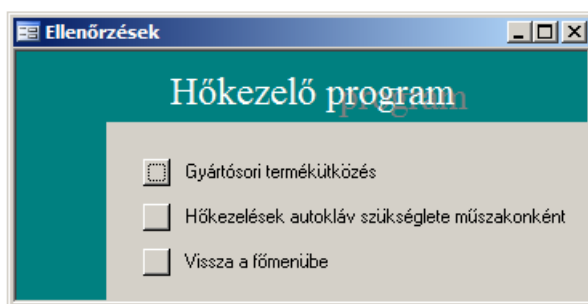


8. ábra: Adatbevitel, módosítás almenü.

Elsőként a „Termék” és „Steril képlet” táblák adatait rögzíthetjük, melyek csak akkor módosulnak, ha új termék gyártását vezetik be, vagy módosítani kellene egy termékhez tartozó hőkezelési előíráson (steril

képleten) a nagyobb biztonság vagy a korábbi túlbiztosított előírások miatt. Ezekre a funkciókra ritkán lesz szüksége a felhasználónak, megvalósításukhoz adatbeviteli űrlapokat biztosít a program.

A programban heti rendszerességgel kerül használatra a heti gyártási terv adatainak megadása, melyet szintén űrlap segítségével végezhetünk el. Az alkalmazott csatolósos technika miatt az Access űrlapokon végzett adatmanipulációk Excel munkalapokon tárolódnak, így az Excelben közvetlenül felhasználhatók.



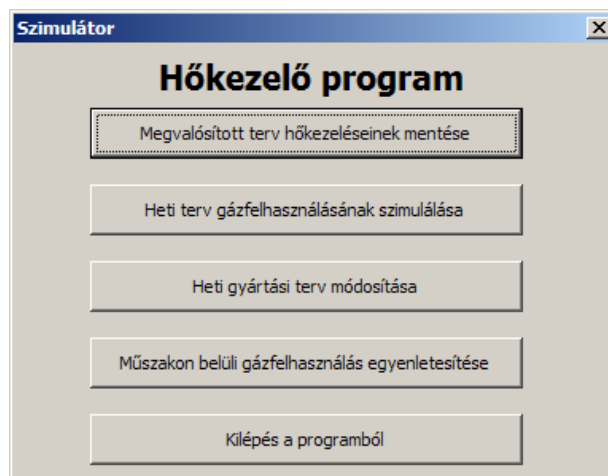
9. ábra: Ellenőrzések almenü.

A terv adatait először ellenőrizni kell. Az „Ellenőrzések” almenü biztosítja e funkciók elérését (9. ábra). Az első azt vizsgálja, hogy a terv tartalmaz-e olyan hibát, mely esetén egy gyártósorra egy időben (egy műszakban) több termék jutna. A gyártósorokon ütköző termékek listáját Access felületen elérhető lekérdezés adja, amit egy jelentés segítségével nyomtatási kép nézetben jelenít meg a program. Mivel a termékek adatai között a táblában az is tárolódik, hogy melyik soron gyártható, ezért szimuláció nélkül megkapható az eredmény.

A másik ellenőrzési funkció a hőkezelések időben elvégezhetőségét vizsgálja. Szintén szimuláció nélkül kapjuk a nyomtatható jelentést, mivel a táblákban tárolt hőkezelési időtartamokból kalkulálható az igényelt

autoklávok száma. Amennyiben valamely műszak igénye meghaladná a kapacitást, a tervet módosítani kell. Ehhez a listán látható, hogy mikor adódik elegendő kapacitás kihasználatlanság, hogy ide áthelyezhessünk terméket a terv módosítását biztosító űrlappal.

Az ellenőrzött terv birtokában az Access adatbázis-kezelőtől az Excel táblázatkezelő veszi át a szerepet a további feladatok elvégzésére. A 10. ábrán látható főmenüvel érhetjük el a funkciókat, melyeket a megjelenítés sorrendjében célszerű elvégezni heti rendszerességgel.



10. ábra: Excel főmenüje

Elsőként a már megvalósult heti terv hőkezeléseit menthetjük, majd a következő hét tervének gázfelhasználását szimulálhatjuk. Ekkor a program generálja a szimulátor bemenetére szükséges hőkezelési adatokat, s jeleníti meg diagramon a kalkulált gázfelhasználási adatsort műszakonkénti bontásban. Az adatgenerálást egy VBA (Visual Basic for Applications) eljárás végzi, míg a diagram megjelenítéséhez a program átkapcsol a megfelelő munkalapra. E funkció feladata, hogy rámutasson a terv módosításának esetleges szükségességére, amennyiben az egyes műszakok gázfelhasználása nagy eltérést mutat. A kézi adatmódosítást az



adatbevitelhez kialakított űrlappal végezhetjük el, de kérhetünk automatikus termvmódosítást is, mely esetén egy VBA eljárás átcsoportosítja a terv termékeit a műszakok között. A módosítást egy munkalap táblázatában követheti a felhasználó és kinyomtathatja.

A program utolsó funkciója a műszakon belüli gázfelhasználás egyenletességét biztosítja a termékek hőkezelésének késleltetésével kialakítva a megfelelő ütemezést. Ezt egy olyan VBA algoritmus végzi a szimulátorral együtt, mely a gyártási hét minden műszakában megkeresi a hőkezelések késleltetésének azt az értékvariációját, mely a legalacsonyabb szórású gázfelhasználást okozza, így biztosítva a kazán egyenletes terhelését és a magas gázfelhasználási csúcsok elkerülését. E funkció során korlátként jelenik meg a várakoztatás maximális megengedett ideje, mely a konzervek romlásának elkerülése érdekében nem léphető túl. Végeredményként kapjuk a termékek hőkezelésre várakozási idejének optimális értékvariációját, melyből megkapjuk a hőkezelések elkezdésének ajánlott időpontját.

A program használata a kezdeti beállítási funkcióktól eltekintve heti rendszerességű, és az elvégzett hőkezelések adatainak folyamatos tárolásával azok naplózását is lehetővé teszi. E naplózás a vállalat számára kötelező előírás, de a tárolt adatok kiváló alapot adnak egy információs rendszer számára is. Adatbázisunkban lekérdezések kialakításával egyszerűen készíthetünk kimutatásokat különböző szempontok szerint, akár diagramon megjelenítve adatainkat. Könnyen megfigyelhetjük a termékszerkezetben bekövetkezett változásokat, tendenciákat, szezonálisokat is. Ezek a funkciók alakíthatók ki az „Információk” almenüben. Így például kimutatást kaphatunk a termelés heti összesítéséről, diagramot egy termék gyártott mennyiségének hetenkénti alakulásáról, kiválasztott hét termeléséről termékenként stb.

## 4. KÖVETKEZTETÉSEK

Összehangolva az egyes autoklávokban párhuzamosan futó hőkezelési folyamatok indítását az automatika biztosítani tudná a sterilképletben meghatározott előírások betartását, s így a jobb minőségű termék előállítását. Az automatikus vezérlés, helyesen, az élelmiszerbiztonsági szempontok teljesülését tekinti elsődleges prioritásúnak. Ezért a sterilképletben meghatározott időtartamok (felfűtés, hőntartás, hűtés) rövidebbek nem lehetnek az előírtnál, a felfűtés sebessége nem haladhatja meg az előírásban meghatározott mértéket, a hőntartás csak az előírt hőmérséklet elérésekor kezdődhet. Az átmeneti elégtelen gőzellátás elkerülhető, s így nem növekszik meg a folyamat időtartama, ami indokolatlan hőterhelésével túlfőtt, rosszabb minőségű terméket eredményez. Tehát az alkalmazott ütemezési módszer pozitív hatású a termék minőségére.

Megvizsgálva a nagyfogyasztókra vonatkozó speciális gázdíj elszámolásra vonatkozó számítási módhoz alkalmazkodó költségcsökkentési lehetőségeket, megállapítható, hogy a gázfizetési algoritmus miatt nem célszerű kis óránkénti gázigényt lekötni, illetve ezt minimalizálni, viszont kívánatos a gázfogyasztás lekötött korlát alatt tartása, ami egyetlen kazánterhelés mellett nem lenne lehetséges. A kazánterhelés kiegyensúlyozását két fázisban javaslom biztosítani. Elsőként a műszakokra vonatkozóan a heti gyártási tervben szereplő termékek műszakok közötti cseréjével, áthelyezésével. Másrészt, műszakon belül a hőkezelési folyamatok ütemezésével.

A kazán terhelés-hatásfok jelleggörbéjének vizsgálata rámutatott, hogy a közvetlen költségeket alapvetően meghatározó gázdíj akár 6%-kal

csökkenthető a terhelés kiegyensúlyozásával. A jelenlegi gyakorlatra jellemző, hogy amikor egyszerre többfajta, eltérő terheléssel járó terméket készítenek, akkor a gyártás műszakokra bontása során ezt nem veszik figyelembe. Ekkor például a műszakonkénti 50%-os átlagos terhelés helyett jellemző, hogy az egymást követő műszakokban akár 30%-os és 70%-os átlagterhelés jelentkezik. Viszont egy műszakon belül is nagy eltérések adódnak az ütemezetlenség miatt. Az eredményekből látható, hogy a terhelés kiegyensúlyozatlanságának növekedésével a veszteség is emelkedik. Kisebb átlagterhelések mellett nagyobb jelentősége van a terhelés kiegyenlítésének, hiszen ekkor 6% is lehet a relatív veszteség. Az éves átlagnak tekinthető 50%-os terhelés mellett a legrosszabb esetben csaknem 5% veszteség adódott, ami például 100 millió Ft éves gázdíj esetén 5 millió Ft költségnövekedést jelent.

Az archív adatok alapján fejlesztett szimulációs optimalizáló, ütemező programban a termék minőségét a kapacitás feletti vízfelhasználással jellemezhetjük, míg a közvetlen költséget a gőzfelhasználással. A program beállítása, tesztelése során a több szempontú optimalizálást az egyes célok (maximális minőség, minimális költség) mutatóinak súlyozott összegével kezelve adódott, hogy a semlegeshez viszonyított háromszoros értékű vízre vonatkozó súlyérték alkalmazása célszerű. Így egy olyan közelítőleg Pareto-optimális megoldás adódik, mely a több (közelítőleg) maximális minőséget (minimális vízfelhasználási korlát túllépést) biztosító megoldásból a minimális költségűt eredményezi.

A szoftveres gyártásprogramozás költségekre ható pozitív szerepét vizsgálva megállapítható, hogy szimulációs technikával kivédhető a figyelmetlen tervezésből adódó gyártósori termékütközés, valamint a gyártás szűk keresztmetszetében, a hőkezelő üzemben fellépő

terméktorlódás, és ennek következményeként az időben el nem kezdett hőkezelésből származó termékromlás.

A szimulációs optimalizáláshoz, gyártásprogramozáshoz kialakított szoftverhez az Excel alkalmazható felhasználóbarát módon az adatok tárolására, feldolgozására, grafikus megjelenítésére, programozási feladatok ellátására, míg az Access űrlapos adatbevitelre, lekérdezések és jelentések kialakítására. A kialakított számítógépes rendszer egyszerűen kezelhető lehetőséget biztosít az adatbevitelre, módosításra, gyártósori termékütközés ellenőrzésére, hőkezelési hosszú várakozó sorok elkerülésére autokláv kapacitás ellenőrzésével, műszakok gázfelhasználásának kiegyensúlyozására, valamint gázfelhasználási csúcsok elkerülésére ütemezéssel. Mindezekkel biztosítva a jobb minőségű termékek előállítását alacsonyabb közvetlen költségek mellett.

## **5. ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK**

1. Összefüggést mutattam ki a termék minősége és a hőkezelési folyamatok ütemezettsége között. Megfelelő ütemezés esetén az automatika biztosítani tudná a sterilképletben meghatározott előírások betartását, elkerülve így a rosszabb minőségű termék előállítását.
2. Módszert dolgoztam ki a nagyfogyasztókra vonatkozó speciális gázdíj elszámolási módhoz alkalmazkodó költségcsökkentésre. A gázfogyasztás lekötött korlát alatt tartása egyetlen kazánterhelés mellett nem lenne lehetséges. A kazánterhelés kiegyensúlyozását két fázisban lehet biztosítani. Egyrészt a heti gyártási tervben szereplő termékek műszakok közötti cseréjével, áthelyezésével. Másrészt, műszakon belül a hőkezelési folyamatok ütemezésével. Szimulációs

optimalizáló, ütemező eljárást készítettem e szervezési feladatok ellátásához.

3. Monte Carlo módszerrel elemezve a kazán terhelés-hatásfok jelleggörbáját megmutattam, hogy a terhelés kiegyensúlyozásával csökkenthető a gázdíj. A terhelés szórásának növekedésével a veszteség is emelkedik. Közepes és az alatti átlagterhelések mellett 5-6% gázdíj is megtakarítható.
4. Adatbázis adatokon alapuló technikát és számítási eljárást dolgoztam ki a gyártósori termékütközés, valamint a hőkezelő üzemben fellépő terméktorlódás elkerülésére. Így átszervezési költségek és termékromlás nélküli gyártás valósítható meg.

## **6. JAVASLATOK**

Javaslom az autoklávos technológiájú konzervgyártásban a kialakított szoftver használatát a hőkezelés közvetlen költségének optimalizálására, valamint a rendszer kiegészítését további funkciókkal. A program használata a kezdeti beállítási funkcióktól eltekintve heti rendszerességgű, és az elvégzett hőkezelések adatainak folyamatos tárolásával azok naplózását is lehetővé teszi. E naplózás a vállalat számára kötelező előírás, s ennek elektronikus változata egyszerűbb visszakereshetőséget biztosít. A tárolt adatok kiváló alapot adnak egy információs rendszer számára is. Adatbázisunkban lekérdezések kialakításával egyszerűen készíthetünk kimutatásokat különböző szempontok szerint, akár diagramon megjelenítve adatainkat. Könnyen megfigyelhetjük a termékszerkezetben bekövetkezett változásokat, tendenciákat, szezonálisokat is.

# A DISSZERTÁCIÓ TÉMAKÖRÉBŐL MEGJELENT PUBLIKÁCIÓK

## **Idegen nyelvű cikk tudományos folyóiratban**

Fabulya, Z. (2008): Cost optimizing of autoclaving in Excel environment.

Review of Faculty of Engineering Analecta Technika Szegedinensia 2008, SZTE Mérnöki Kar, Szeged, pp. 19-25. ISSN 1788-6392

Fabulya, Z. (2010): Modelling and optimizing in autoclaving. Review of

Faculty of Engineering Analecta Technika Szegedinensia 2010(2-3), SZTE Mérnöki Kar, Szeged, pp. 62-67. ISSN 1788-6392

## **Külföldi konferencia kiadványban megjelent proceeding**

Fabulya, Z., Nagy, M. (2007): Developing managerial decision preparing

system for food industry enterprises using heat treating autoclave.

Proceedings of the 6th Biennial Conference of European Federation of IT in Agriculture, Glasgow, 2007.07.02-05., Caledonian University, Glasgow, ISBN-10: 1-905866-10-0, ISBN-13: 978-1-90-5866-10-6,

Proceedings in CD-ROM: EFITA Proceeding CD/monday/1400/business\_theme-

dss\_applications/fabulya\_zoltan\_20070331151402.pdf

Fabulya, Z., Hampel, Gy., Nagy, M. (2009): Modelling and simulation in

heat treating. 12th Symposium of Mathematics and its Applications.

„Politehnika” University of Timisoara, November, 5-7, 2009., Bul. St.

Univ. „Politehnica” Timisoara – Transactions on Mathematics – Physics, Timisoara, pp. 332-337. ISSN 1224-6069

## **Külföldi konferencia kiadványban megjelent abstract**

Fabulya, Z. (2007): Decision support in heat treating. 9th International

Symposium Interdisciplinary Regional Research (ISIRR-2007), Novi

Sad, 2007.06.21-23., Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, p. 46. ISBN 978-86-7892-042-4

### **Magyar nyelvű cikk tudományos folyóiratban**

Fabulya, Z. (2007): Autoklávus hőkezelés szimulációja élelmiszeripari vállalatok energia költségének optimalizálására. VI. Alkalmazott Informatika Konferencia. Kaposvár, 2007.05.25., Acta Agraria Kaposváriensis 11(2), Kaposvári Egyetem, Állattudományi Kar, Kaposvár, pp. 125-134, ISSN: 1418-1789, (CD: Disc/14Fabulya.pdf),

Fabulya, Z. (2008): Autoklávus hőkezelés számítógépes modellezése, erőforrásainak optimális felhasználása. Agrár- és Vidékfejlesztési Szemle 3(1), Multifunkcionális Mezőgazdaság nemzetközi tudományos konferencia, Hódmezővásárhely, 2008.04.24., SZTE Mezőgazdasági Kar, Hódmezővásárhely, p. 71., ISSN 1788-5345, Proceedings in CD: SZTE\_2008\_04/pdf/062\_Fabulya.pdf

Fabulya, Z., Bánkuti, Gy. (2008): Adatelőkészítés, elemzés húskonzervgyártás gázfogyasztásának modellezéséhez. VII. Alkalmazott Informatika Konferencia. Kaposvár, 2008.05.23., Acta Agraria Kaposváriensis 12(2), Kaposvári Egyetem, Állattudományi Kar, Kaposvár, pp. 71-81., ISSN: 1418-1789, (URL: <http://oldportal.ke.hu/msites/atk/UserFiles/File/PDF/VOL12NO2/07Fabulya.pdf>),

Fabulya Zoltán, Hampel György (2009): Hőkezelési folyamat számítógépes modellezése. Jelenkori társadalmi és gazdasági folyamatok 4(1), Szegedi Tudományegyetem Mérnöki Kar, Szeged, pp. 117-123., ISSN 1788-7593

Fabulya Zoltán (2009): Hőkezelési folyamat modellezési adatainak előkészítése, elemzése húskonzerv-gyártás gázfogyasztásának optimalizálásához. Jelenkori társadalmi és gazdasági folyamatok 4(2),

Szegedi Tudományegyetem Mérnöki Kar, Szeged, pp. 85-90., ISSN 1788-7593

Fabulya Zoltán, Hampel György (2010): Adatbázis alkalmazási lehetőségei autoklávos hőkezelésnél. Jelenkori társadalmi és gazdasági folyamatok 5(1-2), Szegedi Tudományegyetem Mérnöki Kar, Szeged, pp. 239-243., ISSN 1788-7593

Fabulya Zoltán (2010): Adatgyűjtés, adatelemzés hőkezelési folyamat modellezéséhez. Jelenkori társadalmi és gazdasági folyamatok 5(1-2), Szegedi Tudományegyetem Mérnöki Kar, Szeged, pp. 234-238., ISSN 1788-7593

Fabulya, Z., Hampel, Gy., Nagy, M. (2010): Gőzfogyasztás matematikai modellezése és számítógépes szimulációja konzervgyártás során. „Mezőgazdaság és vidék a klímaváltozás és a válság szorításában” c. IX. Wellmann Oszkár Nemzetközi Tudományos Konferencia. Hódmezővásárhely, 2010.04.22., Agrár- és Vidékfejlesztési Szemle 5(1), SZTE Mezőgazdasági Kar, Hódmezővásárhely, pp. 522-527., ISSN 1788-5345, Proceedings in CD: SZTE\_2010\_04/pdf/Posters.pdf),

### **Hazai konferencia kiadványban megjelent proceeding**

Fabulya, Z. (2006): A Wonderware InTouch szoftver alkalmazása ipari folyamatok vizualizálására az oktatásban. VII. Nemzetközi Élelmiszertudományi Konferencia, Szeged, 2006.04.20., A VII. Nemzetközi Élelmiszertudományi Konferencia előadásának és posztereinek összegoglalói, SZTE Szegedi Élelmiszeripari Főiskolai Kar, Szeged, pp. 150-151., ISBN 963 482 676 8, Proceedings in CD: 7thicofs/sections/6\_Posters/41\_Fabulya.pdf

Fabulya, Z. (2006): The educational application of the Wonderware Intouch software for the visualization of industrial process. V. Alföldi Tudományos Tájégzdálkodási Napok. Mezőtúr, 2006.10.26-27., V.



Alföldi Tudományos Tájgazdálkodási Napok, Összefoglalók, Szolnoki Főiskola Műszaki és Mezőgazdasági Fakultás, Mezőtúr, pp. 150-151., ISBN: 963 06 0817 0, Proceedings in CD: LAND MNGMNT-2006/szovegek/Muszaki fejl/poszter\_Muszaki/Fabulya Zoltan\_The educational.doc

Fabulya, Z. (2007): Autoklávus hőkezelés költség-optimalizálása Excel környezetben. Európai Kihívások IV. Nemzetközi Tudományos Konferencia. Szeged, 2007.10.12., Európai Kihívások IV. Nemzetközi Tudományos Konferencia, SZTE Mérnöki Kar, Szeged, pp. 645-649., ISBN 978-963-482-857-0

Fabulya, Z. (2008): Számítógépes szimuláció alkalmazása konzervek hőkezelésére. International Conference on Science and Technique in the Agri-Food Business. Szeged, 2008.11.5-6., Tudomány és Technika az Agrár- és Élelmiszergazdaságban, ICoSTAF2008 Összefoglalók, SZTE Mérnöki Kar, Szeged, pp. 250-251., ISBN 963 482 676 8, Proceedings in CD: /pdf/MPE/Fabulya\_Zoltan\_full.pdf

Fabulya Zoltán, Hampel György (2009): Húskonzervek hőkezelésének optimalizálása az erőforrás-felhasználás és a termékminőség jegyében. Heat treatment optimization of canned meats in terms of the resource utilization and the quality of the products. 2nd International Economic Conference, Kaposvár, 2009.04.02-03., Abstract of the 2nd International Economic Conference, Kaposvári Egyetem, Gazdaságtudományi Kar, Kaposvár, p. 83., ISBN 978-963-9821-07-1, Proceedings in CD: /cikkek/Fabulya\_Hampel.pdf, ISBN 978-963-9821-08-8