Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
Gazdaság- és Társadalomtudományi Kar
Ipari Menedzsment és Vállalkozásgazdaságtan Tanszék

Korszerű költségszámítási módszerek alkalmazása termelésmenedzsment döntéseknél

Ph.D. értekezés tézisei

Írta:
Sebestyén Zoltán
egyetemi tanársegéd

Tudományos témavezető:
Dr. Koltai Tamás
egyetemi tanár

Budapest, 2003

Tartalomjegyzék

I. A kutatási feladat tudományos előzményei és célkitűzései 2

II. A kutatás módszere 4

III. Az új tudományos eredmények összefoglalása 6

IV. Gyakorlati hasznosítás eredményei és lehetőségei 12

V. Értekezés témaköréből készült publikációk jegyzéke 13

VI. Értekezés tézisei angol nyelven 15

I. A kutatási feladat tudományos előzményei és célkitűzései

A huszadik századra jellemző népességgyarapodás és az emberiség életkörülményeinek javulása iránti igény előidézte gazdasági folyamatok a Második Világháború után felgyorsultak. Ennek eredményeként az ipari, valamint mezőgazdasági termékek és a szolgáltatások iránti igény jelentős mértékben nőtt. Az utóbbi néhány évtizedben a termelő és a szolgáltató rendszerek céljainak középpontjában a volumen növelése mellett egyre nagyobb hangsúlyt kapott a költségek csökkentésének, a minőség javításának és a vevők minél jobb kiszolgálásának célja. A vállalatok éles minőségi és árversennyel szembesültek és a piac nyomása meghatározó tényezővé vált működésükben. A vállalatok a versenyképesség növelése érdekében bővítették termékskálájukat, csökkentették termékeik ciklusidejét, növelték a gyártás rugalmasságát és gépeik valamint gyártóeszközeik fejlesztésével üzemeik modern, magasan automatizált rendszerré váltak. Az automatizáltsági szint nőtt, amelyet a robotok számának növekedése, a számítógéppel segített tervezőrendszerek (CAD: Computer-Aided Design), a számítógéppel segített gyártórendszerek (CAM: Computer-Aided Manufacturing), az anyagmozgató rendszerek, az éppen-időben gyártási rendszerek (JIT: Just-In-Time), a fejlett anyagszükséglet-tervező rendszerek (MRP: Material Requirements Planning), a számítógéppel integrált gyártás (CIM: Computer Integrated Manufacturing) és a rugalmas gyártórendszerek (FMS: Flexible Manufacturing Systems) tömeges elterjedése támaszt alá. A technológia versenytényező lett, akik pedig ennek jelentőségét idejében felismerték, azok kezében versenyelőnnyé vált.

Az említett fejlődés eredménye hatott a költségszerkezetre is. A modern gyártástervezési és –szervezési módszerek elterjedése, a gyártás szerkezetének megváltozása, az automatizáltság növekedése stb. miatt a szervezetek költségstruktúrája megváltozott. A vállalat fő termelő vagy szolgáltató tevékenységeihez közvetlenül kapcsolódó költségek mellett a különböző egyéb kiszolgáló folyamatok, például a marketing, a logisztika, a beszerzés, a mérnöki munka, a technológia és az adatfeldolgozás költségének aránya megnőtt. Az általános költségek aránya a közvetlen költségekhez képest, a fix költségek aránya a változó költségekhez képest nőtt.

A jelentős mértékben megváltozott költségszerkezet szükségessé tette pontosabb információkon alapuló költségrendszerek bevezetését. A költségrendszerek által szolgáltatott információk pontatlanságának problémáját a 80-as évektől kezdve egyre több vállalat vetette fel, azonban az információrendszerek beruházási és működtetési költsége kezdetben nem tette lehetővé a modern költségszámítási rendszerek tömeges elterjedését. A számítástechnika

robbanásszerű fejlődése, az információs rendszerek egyre alacsonyabb költsége a vállalatok széles körében technikailag is elérhetővé tette a modern számítástechnikai alapokon nyugvó pontosabb költségszámítási rendszereket. Az integrált vállalatirányítási és ügyviteli rendszerek képesek olcsón nyomon követni a vállalat tevékenységeit; termékeinek, szolgáltatásainak és vevőinek költségeit.

A gyártás körülményeiben bekövetkezett változások, a költségstruktúra átalakulása és a fejlett információs rendszerek széles körben elérhetővé válása együttesen járult hozzá ahhoz, hogy a tevékenységalapú költségkalkulációs rendszerek (ABC: Activity-Based Costing) többek között Cooper, Kalpan, Brimson és Johnson munkája nyomán elterjedjenek. Míg a hagyományos költségszámítási rendszerek a pénzügyi számvitel alapvető céljait szolgálják, addig az ABC-rendszerek fő funkciója a menedzserek, vezetők döntéstámogatása. A hagyományos költségszámítási rendszerek a költségek felosztásához önkényes mennyiségalapú, a fizikai folyamatokra fókuszáló vetítési alapokat (például közvetlen munka–, közvetlen anyagfelhasználás) használnak. Ezzel szemben a tevékenységalapú költségszámítási folyamat több lépésben gyűjti az erőforrásokhoz tapadó költségeket, azokat erőforrás alapú költségokozókkal tevékenységekhez, majd tevékenységalapú költségokozók segítségével költségviselőkhöz (termékekhez, szolgáltatásokhoz vagy vevőkhöz) rendeli. A korszerű költségszámítási rendszerek elsősorban Ladó, Koltai és Maczó munkáinak köszönhetően ma már itthon is ismertek. A termelő és szolgáltató rendszerek költségelemzése területén a teljesség igénye nélkül Magyarországon még Kocsis, Kövesi, Chickán, Bodnár és Pilicsi emelhetők ki.

A kapacitás a termelésben résztvevő erőforrások egyik legfontosabb mérőszáma, ezért annak meghatározása és elemzése a termelésmenedzsment egyik meghatározó területe. A kapacitás kihasználtság elemzésére számos hagyományos mennyiségorientált mutatót használnak (pl. kapacitáskihasználás, hatékonyság). A fix költségeket ilyenkor valamilyen mennyiségorientált, termékegység-szintű költségokozóval rendelik a termékhez az erőforrás kihasználtságától függetlenül. A hagyományos mutatók használata gyakran vezet hibás döntésekhez. A hagyományos mutatókkal kapcsolatos problémák, a gazdasági tartalom hiánya, a mennyiségorientáltság és a műszaki folyamatok túlzott előtérbe helyezése, szükségessé tette olyan kapacitásmutató kidolgozását, amely megfelel a vele szemben támasztott új követelményeknek. A probléma kezelésére Ladó, Maczó és Koltai a passzív költség mutató alkalmazását javasolta. Cooper és Kaplan kutatásaik eredményeként meghatározták a kihasználatlan kapacitás költségét, melyet az ipari gyakorlatban is sikerrel alkalmaztak a kapacitáskihasználtság gazdasági jellemzésére. A kihasználatlan kapacitás

költsége a fajlagos erőforrásköltség, a tényleges erőforrás-felhasználás, valamint a tervezési kapacitás ismeretében kiszámítható. A számításhoz szükséges adatokat az ABC-rendszer megfelelő pontosságban szolgáltatja. Az előre biztosított erőforrás teljes fix költsége oszlik meg a működés miatt jogosan felmerülő, más néven igénybe vett, és a fölöslegesen lekötött, vagyis kihasználatlan kapacitás költségére.

A fentiekben említett tendenciák felvetik a kapacitáselemzés és –tervezés eddigi koncepciójának átértékelését és szükségessé teszik a megváltozott költségstruktúrának a legfontosabb termelésmenedzsment döntésekre kifejtett hatásának vizsgálatát. A termelésmenedzsment és a menedzseri költségszámítás (managerial accounting) problématerületén kutatásaink fő céljai az alábbiakban fogalmazhatók meg:

- A költségszámítási rendszerek témakörébe tartozó fogalmak áttekintése, és kritikai értékelése. A költségszámítás legújabb elveinek a jövőbeni fejlődési irányait is figyelembe vevő koncepcióba való illesztése.
- A tevékenység típusú költségszámítási rendszer bevezetési lehetőségének vizsgálata. A pontosabb költségszámítási rendszer várható sikerességének előrejelzése egy adott tulajdonságú vállalatcsoport számára.
- Olyan kapacitástervezési modellek kidolgozása, amelyek lehetővé teszik a legújabb követelményeket is kielégítő gazdasági szemléletmód érvényesülését mind a kutatási célú, mint pedig az alkalmazásorientált termelési, szolgáltatási munkában.
- A kihasználatlan kapacitást figyelembe vevő döntések hatásának bemutatása a termelésmenedzsment különböző problémáinál. Az alkalmazás lehetséges területeinek és a már meglévő tapasztalatainak összefoglalása.

II. A kutatás módszere

Kutatásaim problématerülete a gazdasági életben végbemenő változások hatásának eredményeképpen igényként megjelenő modern költségszámítási rendszerek vizsgálata. A kutatási feladat tudományos előzményeivel és célkitűzéseivel foglalkozó fejezetben részletesen vázolt problématerületen található problémák felvázolására törekedtem. A problémák világos elkülönítése és meghatározása után a megoldás keresése, illusztrációja és igazolása következett.

Alapvető kutatási módszer volt a szakirodalom-kutatás, a módszerfejlesztés és a matematikai modellezés. A kutatás folyamatát végigkísérte a módszerek szakemberekkel

történő közös értékelése, az eredmények verifikálhatóságának megvitatása és a részeredmények szakmai körökben történő megvitatása, publikálása.

A kutatás első fázisát tehát a vonatkozó irodalom tanulmányozása, a témával kapcsolatban felmerült új fogalmak rendezése, definiálása alkotta. A problématerületen azonosított problémák meghatározása, feltárása után történt továbblépés a hipotézisek megfogalmazása irányában.

A következő fázisban a két elkülöníthető kutatási irány kidolgozására törekedtem. Az irodalomkutatás alapján megvizsgáltam a legújabb módszereket és egyes területeken fejlesztéseket végeztem. Elemeztem a kiértékelhetőség kvantitatív – kvalitatív vonatkozásait, majd az elemzés eredményeinek birtokában a saját felméréshez megfelelő módszert alakítottam ki. A módszert hazai vállalatokon teszteltem és a felmérés eredményeként feltételezésemet igazoltam. A másik kutatási irány a modellalkotás volt, amelynek kiindulópontja az ismeretháttérben bemutatott hagyományos tervezési modellek voltak. A hagyományos elven működő modelleket az új koncepció keretében kiegészítettem gazdasági tartalommal a kapacitásbővítési problémák és a rugalmas gyártórendszerek termeléstervezési problémáinak kezelése érdekében. A modellek felállítása után azok adatokkal történő feltöltése, majd a feladatok megoldása következett. A modellek segítségével elvégezhető vizsgálatok kísérleti jellegű kipróbálása a valóságos gyártási környezet számítógépes modellezésével történt. A gyakorlati munka során figyelembe kellett venni, hogy nem egy már bevált módszer továbbfejlesztett változatának kipróbálásáról, hanem alapvetően új szemléletű eljárás elfogadtatásáról kellett gondoskodni, ezért meg kellett győződni az alkalmazhatóságról, valamint a nyerhető információk hasznáról. A kísérleti eredmények alapján került sor a hipotézisek verifikálására, részbeni módosítására. A kapacitásbővítési modellt egytermékes, folyamatos gyártórendszerben, egy vegyipari technológiai folyamat (Beghin-Say) segítségével illusztráltam, hipotéziseimet az eredmények segítségével igazoltam. A rugalmas gyártórendszerek termeléstervezésére használható modelljét egy pneumatikai és hidraulikai alkatrészeket gyártó vállalat (FESTO) termeléstervezése segítségével illusztráltam. A feladatokat matematikai programozási szoftverekkel oldottam meg (LINGO, STORM).

III. Az új tudományos eredmények összefoglalása

1. tézis

Egy pontosabb költségszámítási rendszer megvalósítása költség– és időigényes, ezért a menedzserek már a bevezetés előtt képet szeretnének kapni az új rendszer megvalósításának várható eredményességéről. Szükséges ezért a bevezetés indokoltságát jelezni képes módszer kidolgozása.

> Kidolgoztam egy módszert, amellyel megválaszolható az a kérdés, hogy egy vállalatnál érdemes-e az ABC-rendszer bevezetése. A kérdőíves vizsgálat során a vállalatokat egy kétdimenziós koordináta-rendszerben helyeztem el aszerint, hogy egyrészt a vállalat fizikai folyamatai, szervezeti felépítése mennyire indokolják az ABC bevezetését, másrészt, hogy a vállalat döntéshozatali mechanizmusa mennyire teszi lehetővé a pontosabb költséginformációk felhasználását. Az eljárással több vállalat együttes elemzése és összehasonlítása válik lehetővé. A vizsgált vállalatok a tulajdonos, a tevékenység jellege, az alkalmazotti létszám és a forgalom alapján, metszetek szerint együttesen elemezhetők [3, 5, 7, 11].

A kidolgozott módszer működését hazai vállalatok körében végzett empirikus kutatással igazoltam. A fenti kutatás eredményeképpen általánosan kijelenthető, hogy a szervezetekben zajló folyamatok alapján a vállalatok többségénél szükséges lenne az ABC-rendszer bevezetése, szignifikánsan különböző költségadatokat szolgáltatna a bevezetés előtt egyedüliként működtetett hagyományos költségszámítási rendszer információitól. A vizsgálat alapján nem lehet egyértelműen eldönteni, hogy mennyire képes a menedzsment a kapott pontosabb információkkal a vállalat helyzetét megváltoztató döntéseket hozni.

> Az alkalmazotti létszám metszetében a nagy létszámú vállalatoknál a fizikai folyamatok indokolják az ABC alkalmazását. A fizikai folyamatok által indokolt ABC bevezetése az éves forgalom szerinti nagy és közepes vállalatokra is igaz. A tevékenység jellegét vizsgálva látszik, hogy a menedzsment hajlandósága és a fizikai folyamatok szempontjából is kedvezőek a körülmények az ABC kalkulációs rendszer bevezetéséhez. Az ipari vállalatoknak érdemes az ABC bevezetése mellett dönteni. A tevékenység szempontjából vegyes vállalatok folyamatai indokolják az ABC bevezetését, de a menedzsment hajlandósága kétségessé teszi az új költségszámítási rendszer bevezetésének

sikerét. A külföldi tulajdonban lévő vállalatokról a vizsgálat alapján nem állapítható meg egyértelműen a bevezetés sikere. A vegyes és hazai tulajdonú vállalatok esetén a tevékenységalapú költségszámítási rendszer bevezetése eredményes lehet.

2.a. tézis

A hagyományos kapacitásmutatókon alapuló kapacitástervezési modellek használata számos problémát vet fel. A legnagyobb gondot az okozhatja, hogy a hagyományos mutatók műszaki jellegüknél fogva nem utalnak a vizsgált berendezés értékére, így alkalmazásuk hibás döntésekhez vezethet. A termelő és szolgáltató folyamatok területén végbemenő változások új szemléletű, gazdasági tartalommal rendelkező kapacitásmutatóra épülő kapacitástervezési módszer kifejlesztését tették szükségessé.

Ha kapacitástervezésnél a kihasználatlan kapacitás költségét figyelembe vesszük, akkor az értékes gépek kihasználatlansága csökkenthető, továbbá hatékonyabb kapacitásbővítés hajtható végre. Ha a bővített és a már meglévő erőforrás fajlagos erőforrásköltsége közelítőleg azonos, akkor egyetlen terméket készítő folyamatos gyártás esetén a következő linearizálható vegyes egészértékű programozási modell írható fel.

$$z = \mathrm{Max}(Bf - \sum_{i=1}^{N} c_i s_i - \sum_{i=1}^{N} b_i x_i)$$

feltéve, hogy

$$B = \mathrm{Min}[K_i + x_i \Delta K_i] \qquad i = 1,...,N$$

$$s_i = K_i + x_i \Delta K_i - B \qquad i = 1,...,N$$

$$B \le M$$

$$B \ge 0;\ s_i \ge 0;\ x_i \ge 0;\ x_i \in \mathbf{Z} \qquad i = 1,...,N$$

ahol:

N - rendszer erőforráscsoportjainak száma,

B - rendszer szűk keresztmetszetének kapacitása,

K_i - erőforráscsoport i kapacitása (i=1,…,N),

ΔK_i - erőforráscsoport i kapacitásnövelésének egysége (i=1,…,N),

s_i - erőforráscsoport i szabad kapacitása (i=1,…,N),

c_i - erőforráscsoport i fajlagos költsége (i=1,…,N),

f - termék fajlagos fedezete,

b_i - erőforráscsoport i bővítés miatti fixköltség növekedése (i=1,…,N),

M - piacon eladható termékek maximális mennyisége,

x_i - döntési változó, erőforráscsoport i bővítési egységeinek száma (i=1,…,N).

A modell működését egy vegyipari technológiai folyamat kapacitásbővítési szempontból lényeges erőforrásaival illusztráltam; hatékonyságát, előnyeit igazoltam [4, 9, 10].

2.b. tézis

A gazdasági tartalommal rendelkező kapacitásmutatóra épülő kapacitástervezési módszer a piaci korlát által meghatározott mennyiséghez képest a rendszert hatékonyan bővíti. A módszerhez kialakított modell azonban nem minden rendszernél eredményez hatékonyabb kapacitásbővítést.

> A kihasználatlan kapacitás költségének a kapacitásbővítésre gyakorolt hatását vizsgálva kijelenthető, hogy létezik a fajlagos fedezet–fixköltség aránynak egy olyan tartománya, amelyen belül érdemes figyelembe venni a kihasználatlan kapacitás költségét. A tartományon belül a kihasználatlan kapacitás költségét figyelembe vevő modell eltérő, gazdaságilag jobb kapacitásbővítési stratégiát javasol.

Az érzékenységvizsgálatot egy vegyipari technológiai folyamat kapacitásbővítési szempontból lényeges erőforrásaival illusztráltam. A működési tartomány létezését empirikusan igazoltam. A tartomány alsó és felső határának megléte két egymástól független hatást igazol. A felső határ esetén a fajlagos fedezet értéke olyan magas, hogy a modell a kihasználatlan kapacitás költségétől független eredményt ad. Az alsó határ esetén a fajlagos fedezet értéke olyan alacsony, hogy kapacitásbővítést nem, vagy csak kis mértékben érdemes végrehajtani, mert a bővítés költségére a többlettermelés nem nyújt fedezetet [2].

3. tézis

A meglévő és a bővített erőforrások fajlagos költsége sok esetben közelítőleg azonos. Vannak azonban olyan rendszerek, amelyeknél az erőforrás-bővítést nem lehet azonos fajlagos költséggel végrehajtani, mert a bővített kapacitásegységek fajlagos költsége jelentősen eltér a már meglévő egységnyi kapacitásra eső költségtől.

Olyan rendszer termeléstervezésénél, amelynél az erőforrás-bővítést nem lehet az eredeti erőforrásokéval azonos fajlagos költségen végrehajtani, mert a bővítő kapacitás fajlagos költsége nem egyezik meg az eredeti kapacitás fajlagos költségével, az alábbi vegyes egészértékű programozási modell javasolható.

$$z = \mathrm{Max}\left[Bf - \sum_{i=1}^{N} \left[1 - \delta(x_i)\right] c_i s_i - \sum_{i=1}^{N} \delta(x_i) c_i' s_i - \sum_{i=1}^{N} b_i x_i \right]$$

feltéve, hogy

$$B = \mathrm{Min}\left[K_i + x_i \Delta K_i\right] \qquad i = 1,\ldots,N$$

$$s_i = K_i + x_i \Delta K_i - B \qquad i = 1,\ldots,N$$

$$B \le M$$

$$\delta(x_i) = \begin{cases} 0 & \text{ha} \quad x_i = 0; \\ 1 & \text{ha} \quad x_i > 0. \end{cases} \qquad i = 1,\ldots,N$$

$$B \ge 0;\ s_i \ge 0;\ x_i \ge 0;\ x_i \in \mathbf{Z} \qquad i = 1,\ldots,N$$

ahol:

N - rendszer erőforráscsoportjainak száma,

B - rendszer szűk keresztmetszetének kapacitása,

K_i - erőforráscsoport i kapacitása (i=1,…,N),

ΔK_i - erőforráscsoport i kapacitásnövelésének egysége (i=1,…,N),

s_i - erőforráscsoport i szabad kapacitása (i=1,…,N),

c_i - erőforráscsoport i fajlagos költsége (i=1,…,N),

c_i' - bővített erőforráscsoport i fajlagos költsége (i=1,…,N),

$\delta(x_i)$ - Bool-típusú változó; 0, ha erőforrás i bővített; 1, ha erőforrás i nem bővített,

f - termék fajlagos fedezete,

b_i - erőforráscsoport i bővítése miatti fixköltség növekedése (i=1,…,N),

M - piacon eladható termékek maximális száma,

x_i - döntési változó, erőforráscsoport i bővítési egységeinek száma (i=1,…,N).

A modellt a feladatmegoldás érdekében vegyes egészértékű lineáris programozási modellé kell alakítani. Az átalakított, vegyes egészértékű lineáris programozási modell a következőképpen alakul [6].

$$z = \mathrm{Max}\left[Bf - \sum_{i=1}^{N} c_i s_i - \sum_{i=1}^{N} c_i^{'} s_i^{'} - \sum_{i=1}^{N} b_i x_i \right]$$

feltéve, hogy

$$\begin{array}{ll}
K_i + x_i \Delta K_i \geq B & i = 1,...,N \\
s_i \geq K_i - B & i = 1,...,N \\
s_i^{'} \geq K_i + x_i \Delta K_i - B - I_i \left[K_i - B_0 \right] & i = 1,...,N \\
1 - I_i \leq Q x_i & i = 1,...,N \\
Q(1 - I_i) \geq x_i & i = 1,...,N \\
B \leq M & \\
B \geq 0;\ s_i \geq 0;\ x_i \geq 0;\ x_i \in \mathbf{Z};\ I_i = [0,1] & i = 1,...,N
\end{array}$$

ahol a bővítéshez bevezetett paraméterek:

I_i - Bool-típusú változó; 0, ha az erőforráscsoport *i* bővített; 1, ha az erőforráscsoport *i* nem bővített,

s_i' - bővített erőforráscsoport *i* szabad kapacitása (i=1,…,N),

Q - végtelen nagy szám (Q=∞),

B_0 - eredeti rendszer szűk keresztmetszetének kapacitása.

A bővített, nemlineáris modell működését egy vegyipari technológiai folyamat kapacitásbővítési szempontból lényeges erőforrásaival illusztráltam; hatékonyságát, előnyeit igazoltam.

4. tézis

A komplex, nagy értékű rendszerekben gyakran keletkezik kihasználatlan kapacitás. A termelésmenedzser célja olyan termelési terv készítése, amely egyrészt minél jobban hozzájárul a vállalati fedezethez, másrészt a rugalmas gyártórendszerekben található nagy értékű gépek kihasználása hatékonyan történik. A rugalmas gyártórendszerek komplexitása az elvégezhető műveletek és a megmunkálandó termékeken elvégzendő műveletek nagy számából ered. A termékek számos útvonalon gyárthatók azonos minőségben, különböző

gépek és szerszámok igénybevételével. A különböző útvonalak eltérő termékköltséget eredményeznek, ezért a termeléstervezés bonyolultabbá válik.

A rugalmas gyártórendszerek erőforrás-termék adatbázison alapuló kapacitáselemzési elvére építve, a kihasználatlan kapacitás ésszerűbb felhasználásának céljával lineáris programozási feladatot fogalmaztam meg. A felállított modell lehetőséget nyújt arra, hogy rugalmas gyártórendszerekben a fedezetnövelés mellett az egyes gépek kihasználatlan kapacitásait eltérő mértékben vegyük figyelembe. A probléma megoldására az alábbi modell javasolható.

$$z = \mathrm{Max}\left[\sum_p f_p \sum_r x_{pr} + \sum_m c_m (k_m - \sum_p \sum_r t_{prm} x_{pr})\right]$$

feltéve, hogy

$$\sum_p \sum_r t_{prm} x_{pr} \le k_m \qquad \begin{array}{l} p = 1,...,P \\ r = 1,...,R_p \\ m = 1,...,M \end{array}$$

$$l_p \le x_p \le u_p \qquad p = 1,...,P$$

$$\sum_r x_{pr} = x_p \qquad \begin{array}{l} p = 1,...,P \\ r = 1,...,R_p \end{array}$$

ahol:

x_p - adott időszak alatt gyártott mennyiség termék p-ből (p=1,…,P),

x_{pr} - időszak alatt r úton gyártott mennyiség termék p-ből (p=1,…,P), (r=1,…,R_p),

k_m - erőforrás m adott időszak alatt rendelkezésre álló kapacitása (m=1,…,M),

t_{prm} - termék p gyártásához, az r útvonalon és gép m-en szükséges idő (p=1,…,P), (r=1,…,R_p), (m=1,…,M),

u_p - termék p piacon eladható maximális mennyisége (p=1,…,P),

l_p - termék p minimálisan legyártandó mennyisége (p=1,…,P),

f_p - termék p eladásával realizálható fedezet (p=1,…,P),

c_m - erőforrás m fajlagos költsége (m=1,…,M).

A termeléstervezési modell használatát egy ipari példa segítségével illusztráltam. A szemléltetéshez szükséges adatok és a gyártási környezet jellemzői egy hidraulikai és pneumatikai alkatrészek és részegységek gyártásával foglalkozó üzemből származnak [1, 8].

IV. Gyakorlati hasznosítás eredményei és lehetőségei

A tevékenységalapú költségszámítási rendszerek bevezetésének és üzemeltetésének várható sikerével kapcsolatos tézisem (1) gyakorlati jelentősége az, hogy a felmérés segítségével a bevezetés mellett döntő vállalatok menedzserei a kérdőív kitöltésével már a bevezetés előtt képet kapnak az új rendszer megvalósításának várható eredményességéről. A felmérés új költségrendszer bevezetése előtti döntéshozatal támogatására használható.

A gazdasági tartalommal rendelkező kapacitásmutatóra épülő modellek eredményeként felállított tézisek gyakorlati alkalmazhatósági lehetőségei a következők. A kapacitásbővítési problémára felállított modell (2.a, 3) a termelőrendszerek erőforrásait a piaci korlát által meghatározott mennyiséghez képest hatékonyan bővíti. Empirikus érzékenységvizsgálattal meghatározható azon rendszerek köre, ahol érdemes az új koncepció szerinti bővítési modellt alkalmazni (2.b). A modell kísérleti jellegű kipróbálására a Beghin-Say egyik cukorgyárában került sor. Igazoltam a modell alkalmazhatóságát, a szükséges adatbázis felállíthatóságát, továbbá a szolgáltatott eredmények hasznosságát és újszerűségét. A rugalmas gyártórendszerekben a termékek számos útvonalon gyárthatók azonos minőségben, különböző gépek igénybevételével, ezért tervezésük bonyolult. A termeléstervezésre felállított modell (4) rugalmas gyártórendszerekben található nagy értékű gépek termeléstervezésére és elemzésére használható. A modell működését a FESTO hidraulikus és pneumatikus elemeket gyártó üzeménél vizsgáltuk. Az üzem adataival illusztráltam és igazoltam a modell újszerűségét, melyet az eredmények és a szakemberekkel történő megbeszélések alátámasztanak. A modellek a megfelelő feltételek mellett új létesítmények tervezésénél és meglévő rendszerek elemzésénél hasznosíthatóak.

Az értekezés eredményeire épülő további kutatásokra elsősorban a modellek továbbfejlesztésénél kerül sor. A kidolgozott eljárások finomítását, az egytermékes modellek többtermékessé történő kiterjesztését és az új koncepció más diszciplínákra gyakorolt hatásának vizsgálatát javaslom.

V. Értekezés témaköréből készült publikációk jegyzéke

Idegen nyelvű folyóiratcikkek

[1] Sebestyén Z., Juhász V.: The Impact of Cost of Unused Capacity on Production Planning of FMSs. Periodica Politechnica, 2003, (megjelenés alatt)

[2] Sebestyén Z.: Capacity Analysis of a Sugar Production Process Based on the Cost of Unused Capacity. Periodica Politechnica, Vol. 1999, No. 7., 1999, pp. 65-77.

Magyar nyelvű folyóiratcikkek

[3] Koltai T., Sebestyén Z.: A tevékenységalapú költségkalkuláció esélyei Magyarországon. Számvitel-Adó-Könyvvizsgálat, Szeptember, 2003, (megjelenés alatt)

[4] Sebestyén Z.: A kihasználatlan kapacitás költségének jelentősége és gyakorlati alkalmazásának feltételei. Gazdaság, Vállalkozás, Vezetés, A Szervezési és Vezetési Tudományos Társaság Negyedévi Folyóirata, 4 évf., 1999, 31-40. o.

[5] Koltai T., Sebestyén Z.: Kapacitáselemzés tevékenységalapú költségszámítással. Számvitel és Könyvvizsgálat, 41. évf., 10. sz., 1998, 423.-429. o.

Megjelent nemzetközi konferencia előadások

[6] Koltai T., Sebestyén Z.: New Directions of Developing a Production Planning Model Based on the Cost of Unused Capacity Approach. Proceedings of the 12th International Conference on Flexible Automation and Intelligent Manufacturing 2002, Drezda, 2002, pp. 654-663.

[7] Sebestyén Z.: Analysing the Application Possibility of Activity-Based Costing in Hungarian Companies. An Enterprise Odyssey: Economics and Business in the New Millenium, Zágráb, 2002, pp. 1494-1502.

[8] Koltai T., Sebestyén Z., Juhász V.: Production scheduling of a part manufacturing process based on the concept of operation types. MicroCAD'2001, International Computer Science Conference. Management Section, Miskolci Egyetem Innovációs és Technológia Transzfer Centruma. Miskolc, 2001, pp. 99.-104.

[9] Sebestyén Z.: Development of a Model Based on the Cost of Unused Capacity Approach. Enterprise in Transition, Split-Hvar, 2001, pp. 230-236.

Megjelent hazai konferencia előadások

[10] Koltai T., Sebestyén Z.: Kapacitáskiegyenlítés a "kihasználatlan kapacitás költsége", alapján. A stratégia, termelés, logisztika és minoség menedzsmentje. Nemzetközi vezetési konferencia, Veszprémi Egyetem, 1999, 301.-307. o.

[11] Sebestyén Z.: A tevékenység alapú költségszámítás jelentősége a gépiparban. Országos Gépészeti Találkozó, Hargitafürdő, 1998, 106-109 o.

Könyvrészletek

[12] Sebestyén Z.: Projektmenedzsment. In: Kövesi J. (szerk.): Műszaki vezető. Verlag Dashöfer, 2000, 5.7.1.-5.11.2. o. (40 o.)

Nem publikáció értékű munka

[13] Koltai T., Sebestyén Z.: Termelésmenedzsment. MBA oktatási segédanyag, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, 2000-2003.

[14] Sebestyén Z.: Projektmenedzsment. MBA oktatási segédanyag, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, 2000-2003.

[15] Sebestyén Z.: A tevékenység típusú költségszámítás (ABC) bevezetésének sikerét mérő módszer, BME GTK TDK Konferencia, Ph.D. Szekció, Budapest, 1998.

VI. Az értekezés tézisei angol nyelven (THESES)

Thesis 1

The implementation of a precise cost calculation system involves cost and time so managers would like to have a picture of the expected efficiency of a new system even before its introduction. Therefore a method showing the feasibility of introducing the system is necessary.

> I have worked out a method which can show whether the ABC system is worth introducing in a company. In the course of surveys I put companies in a two-dimensional coordinate system based on how much their physical processes and organizational structure justify the introduction of the ABC system, and how much the decision-making mechanism of the company makes the utilization of more precise cost information possible. Using the method several companies can be analyzed simultaneously and compared. The examined companies can be analyzed together based on ownership, activity, size of workforce, and turnover [3, 5, 7, 11].

I have proved with an empirical study that my method works with Hungarian companies. Based on the study it can be generally stated that looking at the processes in the organizations, the ABC system should be introduced in the majority of companies; it would provide significantly different cost data from the traditional costing system used exclusively before the introduction of the ABC system. However, from the study it cannot be decided unequivocally how much the management would be able to make important decisions changing the situation of the company using the more precise information.

> If we look at companies from the point of view of the size of workforce, physical processes justify the introduction of the ABC system. The introduction of ABC is also justified by the physical processes in large and medium-sized companies (based on turnover). Examining the activity it can be seen that the introduction of the ABC system is justified from the point of view of both the willingness of the management and the physical processes. It pays to introduce the ABC system in industrial companies. The processes of mixed-activity companies justify the introduction of ABC but the willingness (or the lack of it) of the management makes the success of the new costing system doubtful. It cannot be decided of foreign companies whether the introduction of the system would be successful. In companies of Hungarian ownership or joint (Hungarian and foreign)

ownership the introduction of the ABC system can be successful.

Thesis 2a

When using capacity-planning models based on traditional capacity indicators, several problems arise. The biggest problem can be that because of their technological character, conventional indicators do not say anything about the value of the equipment in question and so their application can lead to wrong decisions. The changes going on in production and service processes have necessitated the development of a capacity-planning method based on a new-approach capacity indicator, which has economic content.

If the cost of unused capacity is taken into account, the idle time of valuable machinery can be reduced and capacity can be expanded more efficiently. If the fixed cost of unit capacity of expanded and existing resources are approximately the same, then in the case of continuous production of a single product the following mixed integer linear programming model can be established:

$$z = \mathrm{Max}(Bf - \sum_{i=1}^{N} c_i s_i - \sum_{i=1}^{N} b_i x_i)$$

subject to

$$B = \mathrm{Min}[K_i + x_i \Delta K_i] \qquad i = 1,\ldots,N$$

$$s_i = K_i + x_i \Delta K_i - B \qquad i = 1,\ldots,N$$

$$B \le M$$

$$B \ge 0;\ s_i \ge 0;\ x_i \ge 0;\ x_i \in \mathbf{Z} \qquad i = 1,\ldots,N$$

where:

N - is the number of the resource groups of the system,

B - is the capacity of the bottleneck of the system,

K_i - is the capacity of resource group i (i=1,…,N),

ΔK_i - is the unit of capacity increase of resource group i (i=1,…,N),

s_i - is the free capacity of resource group i (i=1,…,N),

c_i - is the unit cost of resource group i (i=1,…,N),

f - is the contribution margin of the product,

b_i - is the increase of fixed costs of resource group i because of the expansion (i=1,…,N),

M - the maximal amount of products sellable on the market,

x_i - decision variable, the number of expansion units of resource group i (i=1,…,N).

I have illustrated the working of the model with the resource groups of a chemical technology process which are relevant from the point of view of capacity expansion; I have proved the efficiency and advantages of the model. [4, 9, 10].

Thesis 2b

The capacity planning approach using a capacity indicator having economic content efficiently expands the system up to the amount defined by the market limit. The model designed for the method, however, does not result in more efficient capacity expansion in every system.

> Examining the effect of the cost of unused capacity on capacity expansion it can be stated that there is a range of the contribution margin – fixed costs ratio within which it is worth taking into account the cost of unused capacity. Within this range the model taking into account the cost of unused capacity suggests a different, economically better capacity-expanding strategy.

I have illustrated the sensitivity test with the resources of a chemical technology process relevant from the point of view of expanding capacity. I empirically proved the existence of an operating range. The existence of the lower and upper boundary of the range proves two independent effects. In the case of the upper boundary the value of the contribution margin is so high that the model gives a result that is independent of the cost of the unused capacity. In the case of the lower boundary the contribution margin is so low that it is not worth expanding the capacity or only a little because the extra production does not cover the cost of expansion [2].

Thesis 3

The unit cost of the existing and expanded resources is in many cases approximately the same. There are some systems however, where capacity cannot be expanded with the same unit cost because the unit cost of the expanded capacity units is significantly different from the cost of the existing unit of capacity.

In the production planning of such a system where capacity cannot be expanded at the same unit cost as that of the original resources because the unit cost of the expanding capacity is not the same of the unit cost of the original capacity, the following mixed integer programming model can be suggested:

$$z = \text{Max}\left[Bf - \sum_{i=1}^{N} [1 - \delta(x_i)] c_i s_i - \sum_{i=1}^{N} \delta(x_i) c_i' s_i - \sum_{i=1}^{N} b_i x_i \right]$$

subject to

$$B = \text{Min}[K_i + x_i \Delta K_i] \qquad i = 1,...,N$$

$$s_i = K_i + x_i \Delta K_i - B \qquad i = 1,...,N$$

$$B \le M$$

$$\delta(x_i) = \begin{cases} 0 & \text{ha} \quad x_i = 0; \\ 1 & \text{ha} \quad x_i > 0. \end{cases} \qquad i = 1,...,N$$

$$B \ge 0;\ s_i \ge 0;\ x_i \ge 0;\ x_i \in \mathbf{Z} \qquad i = 1,...,N$$

where:

- N - is the number of the resource groups of the system,
- B - is the capacity of the bottleneck of the system,
- K_i - is the capacity of resource groups i (i=1,…,N),
- ΔK_i - is the unit of capacity increase of resource group i (i=1,…,N),
- s_i - is the free capacity of resource group i (i=1,…,N),
- c_i - is the unit cost of resource group i (i=1,…,N),
- c_i' - is the unit cost of expanded resource group i (i=1,…,N),
- $\delta(x_i)$ - is a Bool-type variable; 0, if resource i is expanded; 1 if resource i is not expanded,
- f - is the contribution margin of the product,
- b_i - is the increase of fixed costs because of expansion of resource group i (i=1,…,N),
- M - is the maximum number of marketable products,
- x_i - is a decision variable, the number of expansion units of resource group i (i=1,…,N).

The model has to be converted to a mixed integer programming model. The converted, mixed integer linear programming model is the following [6].

$$z = \text{Max}\left[Bf - \sum_{i=1}^{N} c_i s_i - \sum_{i=1}^{N} c_i^{'} s_i^{'} - \sum_{i=1}^{N} b_i x_i \right]$$

subject to

$$\begin{array}{ll}
K_i + x_i \Delta K_i \geq B & i = 1,\ldots,N \\
s_i \geq K_i - B & i = 1,\ldots,N \\
s_i^{'} \geq K_i + x_i \Delta K_i - B - I_i \left[K_i - B_0 \right] & i = 1,\ldots,N \\
1 - I_i \leq Q x_i & i = 1,\ldots,N \\
Q(1 - I_i) \geq x_i & i = 1,\ldots,N \\
B \leq M & \\
B \geq 0;\ s_i \geq 0;\ x_i \geq 0;\ x_i \in \mathbf{Z};\ I_i = [0,1] & i = 1,\ldots,N
\end{array}$$

where the parameters introduced for the expansion are:

I_i - a Bool-type variable; 0 if resource group i is expanded; 1 if resource group i is not expanded,

s_i' - the free capacity of resource group i (i=1,…,N),

Q - an infinitely large number (Q=∞),

B_0 - the capacity of the bottleneck of the original system.

I have illustrated the use of the expanded nonlinear model with the resources of a chemical technology process which are relevant from the point of view of capacity expansion; I have proved its efficiency and advantages.

Thesis 4

In complex, high value systems unused capacity often develops. The goal of the production manager is to make a production plan which on the one hand contributes to company contribution as much as possible, on the other hand the high value machinery found in flexible manufacturing systems is used effectively. The complexity of flexible manufacturing systems stem from the large number of operations that can be performed and the large number of operations to be performed on the product. Products can be manufactured at the same quality on several routes, using different machines and tools. The different routes mean different product costs so production planning becomes more complex.

I have composed a linear programming task building on the resource-product based capacity analysis principle of flexible manufacturing systems, with the aim of utilizing unused capacity better. With this model, besides increasing contribution, we can take into account in flexible manufacturing systems the unused capacity of individual machines in different degrees. The model below is suggested as a solution to the problem.

$$z = \text{Max}\left[\sum_p f_p \sum_r x_{pr} + \sum_m c_m (k_m - \sum_p \sum_r t_{prm} x_{pr})\right]$$

subject to

$$\sum_p \sum_r t_{prm} x_{pr} \le k_m \qquad \begin{array}{l} p = 1,\ldots,P \\ r = 1,\ldots,R_p \\ m = 1,\ldots,M \end{array}$$

$$l_p \le x_p \le u_p \qquad p = 1,\ldots,P$$

$$\sum_r x_{pr} = x_p \qquad \begin{array}{l} p = 1,\ldots,P \\ r = 1,\ldots,R_p \end{array}$$

where:

x_p - is the amount of product p manufactured in a given period (p=1,…,P),

x_{pr} - is the amount of product p manufactured using route r during the period (p=1,…,P), (r=1,…,R_p),

k_m - is the capacity of resource m available in the given period (m=1,…,M),

t_{prm} - is the time necessary for the production of product p on machine m using route r (p=1,…,P), (r=1,…,R_p), (m=1,…,M),

u_p - is the maximal amount of marketable product p (p=1,…,P),

l_p - the minimal amount of product p to be manufactured (p=1,…,P),

f_p - the contribution realizable by selling p (p=1,…,P),

c_m - the unit cost of resource m (m=1,…,M).

I have illustrated the use of the production planning model with an industry example. The data necessary for illustration and the characteristics of the production environment are from a plant manufacturing hydraulic and pneumatic parts [1, 8].