

A döntéelmélet megközelítési modelljeinek alkalmazási nehézségeiről a román iparban

Bakos Levente
Marosvásárhely

A döntéelmélet mindennapi alkalmazása az iparban gyakran nehézségekbe ütközik, elsősorban a tapasztalattal rendelkező szakemberek hiánya miatt. Az átlagos vezető nem rendelkezik a megfelelő matematikai ismeretekkel hogy döntési modelleket alkalmazzon. A modellek alkalmazása időigényes tevékenység és ráadásul a valós helyzettel az összekapcsolás rendszerint nehéz. A továbbiakban megpróbálunk néhány olyan döntési problémát is bemutatni, amelyek a vállalatok rugalmasságával kapcsolatos. Ugyanakkor néhány gyakran használható döntést elősegítő módszert is bemutatunk.

The decision making process in the industrial environment using mathematical methods has several difficulties especially because of the lack of the experts. The average manager, with its economical or technical studies, does not have the necessary knowledge to decide which model to apply. Beside this, the majority of these methods takes time, and the connection with the reality sometimes is not easy. The present work tries to give some arguments concerning the decisional processes in industrial organizations in order to increase the adaptability and flexibility to the market. Also there are presented some practical decisional methods for some frequent tasks.

Bevezetés

Műszaki-gazdasági rendszerek irányítói, függetlenül a hierarchián elfoglalt helyüktől és az általuk vezetett rendszer méreteitől, optimális döntésekre töreksenek. A döntési szituációk magva a döntési probléma, a „mi”, „mit”, „hol”, „mikor”, „mivel”, „mily módon”, „milyen mértékig”, stb. kérdésekből tevődik össze. A döntési problémák megoldására számtalan döntési modell keres és talál válaszokat a szakirodalomban. A kevés kivételtől (mert valószínűleg van) eltekintve a döntési modellek az operáció kutatás és az alkalmazott matematika elméleti kutatási szintjén maradnak. A gyakorlati döntéshozatalban az általában mérnök, illetve közgazdász (és nem matematikus!) végzettségű vezetők nagyrészt intuitív vagy empirikus módon döntenek. Az ok egyrészt az, hogy nem rendelkeznek, sem ők sem a beosztottak, a megfelelő matematikai ismeretekkel, másrészt hogy a modell és a valóság összekapcsolása egyáltalán nem könnyű és gyorsan elvégezhető dolog.

1. Rugalmas gyártó rendszerek, döntés, optimum keresés

A hazai ipar vezetői, úgy üzemi mint makrogazdasági ágazati szinten, rendkívüli fontosságú döntéseket kell(ene) meghozzanak a fejlesztési stratégiákat illetően. Az optimum keresés a stratégiákat illetően elsősorban a „rugalmasság” fogalom köré kell csoportosuljon.

A rugalmas gyártó illetve gyártási rendszerek fogalmával a legtöbb műszaki végzettségű személy találkozott, annak ellenére, hogy alig pár évtizedes régiséggel rendelkeznek. Bár a terminológiát felületesen ismerők a rugalmas gyártó illetve gyártási rendszereket könnyen összetéveszthetik. A gyártórendszer magába foglalja nem csak gyártással kap-

csolatos tevékenységeket, hanem a szállítást, a készletek kezelését, illetve egyes irodákat, osztályokat a vállalatban belül. A gyártási rendszerek általában egy termék előállítására irányuló tevékenységet feltételeznek, elsősorban az anyag megmunkálásán keresztül. A technikailag meghatározott szó legszorosabb értelmében valószínűleg utópikus dolog beszélni a rugalmas gyártó rendszerek romániai bevezetési lehetőségeiről, hiszen a szakterminológiai értelmében vett rugalmas gyártó rendszerek (Flexible manufacturing systems-FMS) bevezetése drága mulatság még nagyon gazdag cégek számára is. Elegendő annyit mondani, hogy egy FMS-ben egy rugalmas gyártási cella elképzelhetetlen robotizált elem nélkül.

Kiindulva a fentiekből elemezzük a gyártó rendszereket egy kissé „rugalmasabb” szempontból, azaz tekintsük rugalmasnak mindazon gyártó rendszereket, amelyek könnyen képesek átállni egyik típusú termék megmunkálásától, egy másik, esetleg lényegesen különböző, termék megmunkálására. Az ilyen értelemben vett rugalmasság, bizony mindennapi gond bármely üzemvezető számára. Hogy ez nem csak gazdasági, hanem műszaki döntési probléma is, a következő tények is bizonyítják, a teljesség igénye nélkül:

1. Napjainkban a leggyakoribb ipari tevékenység az egyedi vagy kissorozatú darabok megmunkálása felé irányul. Tisztelet a szerencsés kivételnek. A külföldi partnerek is elsősorban az ilyen rendelésekben érdekeltek. Az ilyen típusú darabok megmunkálásához olyan technológiai, infrastrukturális döntések szükségesek, amelyhez elsősorban műszaki szakemberekre van szükség.
2. A piacgazdaság elvét komolyan gondoló bármely vezető, a piaci igényekhez való reagálást csak gyorsan átállítható rendszereken át tudja

elképzelni. Ehhez megfelelő felszereltséget kell igényeljen a műszaki vezetés, ami szintén egy alapos döntési folyamat eredménye

3. A jelenlegi piaci körülmények megkövetelik a kitűnő minőséget. A minőséget elsősorban megtervezik, és csak másodsorban biztosítják. Már az is egy komoly döntési folyamatot feltételez, hogy minőségbiztosítási rendszert hogyan kell egy adott üzemben megszervezni.
4. A számítástechnika térhódítása a hazai iparban is jelentős. CAD szakemberek nélkül szerencsére nem nagyon létezik, saját magát tisztelő, tervező osztály. A numerikus vezérlés, a CAM (Computer Aided Manufacturing), a termelés követési rendszerek (PPS), stb. elterjedése már rég csak anyagi kérdés. Eldönteni melyek a prioritások ezen a területen, bizony komoly kihívás bárki számára.

A gazdasági vagy műszaki értelemben vett rugalmasságnak ára van. Komoly feladat megkeresni azt a rugalmassági optimumot amit meg tudunk fizetni. Bármikor fennáll a veszély hogy valamit alul optimalizálunk, azaz úgy keressük az optimumot, hogy nem veszünk elegendő tényezőt figyelembe. Így például a gazdasági szakembernek az az optimális ha nincsenek raktárkészletek, sem szerszámokból, sem nyersanyagból, sem végtermékből, hiszen ekkor nem áll bennük a pénz. A műszaki szakembernek például az az optimum, ha mindig a teljes kapacitással dolgozik az üzem.

Az elméleti modellek is tanácstalanok az optimalizációs probléma idő intervallumra vonatkozó határait illetően. Megtörténhet, hogy az optimumot nem megfelelő időszak figyelembe vételével tervezzük, hiszen ismeretes hogy a pillanatnyi és a hosszútávú optimum lényegesen eltérhet.

2. Néhány egyszerű elemzés, amelyet minden vállalatban akár középszintű vezetők is elvégezhetnek

A továbbiakban nem a szokásos döntés elméleti kérdésekkel fogunk foglalkozni, mint lineáris vagy nem lineáris programozási módszerek, szimplex vagy Electra módszer, esetleg duális keresés vagy heurisztikus algoritmusok. Ellentétben az elméleti (és természetesen a gyakorlatban is alkalmazható) komplex modellek helyett a továbbiakban a cél olyan módszereket bemutatni, amelyeket azért lehet a gyakorlatban használni mivel nem szükségeltetnek különleges matematikai, gazdasági, műszaki ismereteket. Megfelelően használva sokkal pontosabb, megalapozottabb következtetéseket lehet levonni, mint mondjuk egy egyszerű empirikus vagy intuitív módszerrel. A módszerek bemutatásában az elsődleges szempont a gyakorlati használhatóság. Így egyes esetekben a lehető legegyszerűbb,

leegyszerűsített változatot mutatjuk be. Mindezek akik kedvet kapnak az elemzésre, természetesen a felsorolt irodalomban találnak olyan módszereket amellyel pontosabb, tudományosan megalapozottabb eredményeket lehet elérni.

2.1 SWOT elemzés

A dinamikus változó piaci körülmények arra késztetnek minden vezetőt hogy fokozott figyelemmel kövessék mindazon változásokat amelyek a vállalatát, vállalkozását érintheti. Az hogy valamely változás illetve tendencia a vállalat környezete körül fenyegetést vagy lehetőséget jelent a vállalat számára, az a vállalat erősségeitől illetve gyengeségeitől függ. Ezeknek megismerése az első feladat a megfelelő döntések meghozatala előtt.

A SWOT-elemzést (*Strengths, Opportunities, Weaknesses, Threats*) elsősorban marketing illetve management szakemberek (kellene) használják, a teljes vállalati szintű kiértékelésre. A módszer ugyanolyan eredményességgel használható kizárólag műszaki problémák megoldására, így például a jelenlegi technológiai folyamatok kiértékelésére, a géppark állagának elemzésére vagy a termékkála módosítására történő stratégiai terv összeállításánál.

A módszer lényege minél több illetékes személy bevonásával, de eleinte külön-külön dolgozva, ki-elemezni a rendelkezésre álló eszközöket, a gyenge és erős oldalait a felvetett kérdéskörnek a külső veszélyekkel, illetve lehetőségekkel szemben. Ezeket a meglátásokat, véleményeket négy különálló négyzetbe kell csoportosítani aszerint hogy *erősségről, gyengeségről, veszélyről* vagy *esélyről* van szó. A SWOT elemzést *brainstorming* szerű csoportos megbeszéléssel lehet hatékonyra tenni.

Az elemzés elvégzése után derül általában ki hogy mennyire nem azonosak a vélemények ezekben a mindenki számára „magától értődő” dolgokban, és ami egyeseknél erősség az másoknál gyengeség, vagy csak lehetőség stb.

A SWOT elemzés meghatározza a problémakör helyzetét a belső illetve külső környezete felé. A SWOT általában egy belső vagy külső audit végső következtetései is lehetnek, és bármely fejlesztési program kiindulópontja kell legyen.

A továbbiakban egy olyan SWOT elemzést mutatunk be, amelyben egy gépgyártó vállalat részlegvezetői a termékfejlesztési stratégia kidolgozása kapcsán végeztek. Az elemzést, az első fázisban, gazdasági szakemberek bevonása nélkül végezték, de figyelembe véve:

- rendelkezésre álló technológiákat;
- a termelési kapacitást;
- termékek jelenlegi helyzetét;
- a műszaki vezetők képesítését, tudását;
- a dolgozók képesítését illetve összetételét;
- a vállalat pénzügyi helyzetét.

| <i>Erősségek</i> | <i>Gyengeségek</i> |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Szakismeret, kompetencia, tapasztalat Ismertség a piacon A piac jó ismerete Versenyhelyzet hiánya Megfelelő technológiai feltételek Jól működő management Jó reklámpolitika Megújulásra való készség Nagy termelő kapacitás A technológiák megfelelő kihasználása | Jól körvonalazott stratégia hiánya Elavult géppark Szakemberhiány egyes új technológiákhoz Megfelelő kompetenciák hiánya Tapasztalat hiánya egyes tervek életbeléptetésére Belső működési hiányosságok Fejlesztés illetve kutatás hiánya Túl széles termékkála Rossz pénzügyi helyzet Rosszul kidolgozott saját forgalmazói hálózat Átlagosnál gyengébb marketing tevékenység Magasabb egységárak a versenytársakénál |
| <i>Lehetőségek</i> | <i>Veszélyek</i> |
| Új partnerek megjelenése egyes versenytársak csődje miatt Új külföldi piacok felfedezése A termékkála kibővítésének lehetősége Komplemetáris termékek felé bővítés lehetősége Transznacionális cégek beszállítói minőségének elnyerése | Külföldi cégek potenciális inváziója alacsony árakkal Helyettesítő termékek piaci szegmensének növekedése A piac nem fejlődik Új és költséges lépéseket előíró törvényes előírások A beszállítók illetve a vevők tárgyaló helyzetének erősödése Változások a vevői preferenciákban |

A SWOT elemzés lényege az, hogy a legnagyobb gondok körülhatárolhatók. Minden egyes SWOT négyzetre úgy rövid távú mint hosszú távú lépéseket lehet tervezni. A cél az erős pontokat fejleszteni, megerősíteni a gyenge pontokat, kihasználni a lehetőségeket és ellensúlyozni a veszélyeket.

2.2 ABC analízis (Pareto diagram)

Az ABC analízis egyike a legegyszerűbb, leggyakrabban használatos elemzési módszereknek. Általában nagyszámú, homogén halmazok elemzésére használható. Így például kitűnően alkalmas egy vállalat vevőkörének, termékcsaládjának elemzésére. Ugyanolyan eredményesen lehet egy gyártó rendszer tervezésénél az eljövendő termelési profil meghatározására.

Az ABC analízis azt mutatja meg, melyek azok a halmaz elemek (termékek, partenterek), amelyekre egy meghatározott szempont szerint figyelni kell. A módszer egy diagram megszerkesztésére irányul, Pareto-diagram, amelyből következtetéseket lehet levonni a halmaz elemeinek fontossági eloszlását illetően.

A továbbiakban egy olyan példán keresztül mutatjuk be az ABC analízis módszerét, amelyben egy üzem termékcsaládjának tagjait próbáljuk rangsorolni.

A példában bemutatott üzem 112 különböző terméket gyárt. Az elemzés első lépéseként a termékeket egy olyan táblázatba csoportosítottuk

amelyben aszerint tettük őket csökkenő sorrendbe, hogy mennyi idő szükséges a jelenlegi megrendelések alapján, egy 1 év alatt az előállításukhoz. A táblázatba végül is a 12 legfontosabb terméket írtuk be, mivel már az elsődleges megvizsgálásból is látszott, hogy körülbelül 100 olyan termék van amelynek a jelentősége kicsi. Ezeket a darabokat az év folyamán alkalmilag, vagy kísérleti jelleggel gyártották.

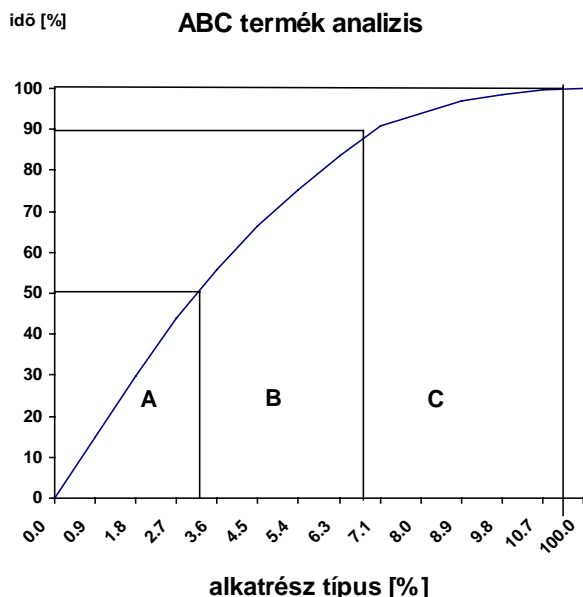
| Termék típus | Megtöltési idő | | | Termékek % | |
|-----------------|----------------|---------------|---------|---------------|---------|
| | Óra | % | % össz. | % | % össz. |
| I | II | III | IV | V | VI |
| 1 | 101234 | 15.03 | 15.03 | 0.89 | 0.89 |
| 2 | 98756 | 14.66 | 29.70 | 0.89 | 1.79 |
| 3 | 95678 | 14.21 | 43.90 | 0.89 | 2.68 |
| 4 | 78435 | 11.65 | 55.55 | 0.89 | 3.57 |
| 5 | 72180 | 10.72 | 66.27 | 0.89 | 4.46 |
| 6 | 60112 | 8.93 | 75.19 | 0.89 | 5.36 |
| 7 | 55768 | 8.28 | 83.47 | 0.89 | 6.25 |
| 8 | 50113 | 7.44 | 90.91 | 0.89 | 7.14 |
| 9 | 21000 | 3.12 | 94.03 | 0.89 | 8.04 |
| 10 | 19675 | 2.92 | 96.95 | 0.89 | 8.93 |
| 11 | 11325 | 1.68 | 98.63 | 0.89 | 9.82 |
| 12 | 5800 | 0.86 | 99.50 | 0.89 | 10.71 |
| A többi 100 | 3400 | 0.50 | 100.00 | 89.30 | 100.01 |
| Össz:112 | 673476 | 100.00 | | 100.00 | |

Az elemzés szempontjából a fontos IV. illetve a VI oszlop. Ezekben az oszlopokban összegeztük additív módon egyes alkatrészek százalékos arányát a megtöltésükhöz szükséges idő, illetve a termékcsaládban elfoglalt helyük szerint. Az első következtetés az, hogy bár a termékkála 89,3%-át teszi ki az a 100 darab, amelyet a táblázat utolsó sorában tüntettünk fel, ezek a megtöltési idő mindössze elenyésző százalékát, 0,5%-ot, teszik ki.

Az olyan elemzéseknél ahol nagyon nagyszámú terméket kell megvizsgálni, ott a táblázat sorait úgy lehet rövidíteni, hogy az itt bemutatott példa utolsó sorához hasonlóan termékcsoportokat teszünk be az egyes sorokba. Ebben az esetben a megtöltési időintervallumokra osztjuk a táblázatot, a termékcsoportoknak pedig megtöltési intervallumok felelnek majd meg. Ilyenkor tanácsos még egy oszlopot bevinni a táblázatba, amelyben egyes csoportokban levő termékek számát lehet feltüntetni. Ebben az esetben az V. oszlopban az alkatrészek %-os aránya változó lesz, aszerint hogy egyes időintervallumban hány termék található. Az általunk tárgyalt esetben az V. oszlopban levő érték általában 0,89%, hiszen a darabokat egyenként elemeztük. $(1/112 * 100 = 0.89\%)$

Az ABC módszer második lépése az IV. illetve a VI. oszlop grafikus ábrázolása. A vízszintes ten-

gely a termékek százalékos eloszlását jelzi (VI oszlop), míg a függőleges tengely az évi megmunkálási idő százalékos eloszlását (IV oszlop). A feladatban adott értékek alapján, a keletkező Pareto diagramot az alábbi ábra mutatja be.



Az ABC elemzés onnan kapta a nevét, hogy a grafikon alatti területet 3 részre kell osztani. A szakirodalomban tapasztalati alapon az A terület a 5-15% -nál zárul, a B 20-30% -nál. Az előbb említett értékek rugalmasan kezelhetők az elemzés során. Amennyiben a javasolt százalékokat használjuk, homogén termékskála esetén rendszerint a következő eredményekhez jutunk:

| Terület | X tengely | Y tengely |
|---------|-----------|-----------|
| A | 5-15% | 50-60% |
| B | 20-30% | 25-40% |
| C | 55-75% | 5-15% |

Az általunk választott példában a fenti értékek nem érvényesülnek, az alkatrészek százalékos eloszlása aránytalanul heterogén.

Megfigyelhető, hogy ha az A terület határát 3%-ra tesszük, ez aösszmegmunkálási idő 50%-át jelenti. Ebbe a csoportban 3-4 termék tartozik. A B terület határát szintén a javasoltnál jóval kisebb határhoz tettük, 7% -hoz. Ebben az esetben itt azössztermékek megmunkálási idejének 40%-a található, de ez is mindössze 4-5 terméknek felel meg. A C területen a megmunkálási idő maradék 10%-a marad, amely termékek 93% -át jelenti, azaz 104-105 terméket.

Az ABC analízis abban segít hogy meghatározzuk azokat a termékeket amelyek a A csoportba tartoznak. Ezek azok a termékek amelyek a legfontosabbak, ezekre kell összpontosítani a techno-

lógiai folyamatok szervezése során. Mindazon gépek, berendezések, személyzet, akik ezeknek a daraboknak az előállításához kellene stratégiai fontosságúak. Meg kell előzni minden olyan eseményt, amely ezeknek a termékek a gyártását akadályozhatja. Ilyen esemény lehet például:

- egy kulcsfontosságú gép meghibásodása (az ilyen gépeken kötelező megelőző, illetve tervszerű karbantartási munkákat végezni);
- fontos műveleteket végző dolgozó(k) távozása az üzemből;
- a nyersanyag beszállító nem képes a rendeléseket teljesíteni.

Magától értetődő módon, azokat a megrendelőket, akiknek ezek a termékek készülnek, megkülönböztetett figyelemmel kell kezelni. Különösen akkor van a baj, ha ezeknek a megrendelőknak a száma alacsony. Ez azt jelenti, hogy ha közülük egy pár úgy dönt, hogy valamilyen okból nem rendel többet, akkor komoly gazdasági illetve műszaki problémák merülhetnek fel.

A B területen található termékek kiegészítik a legfontosabb részét a termékcsaládnak, rendszerint kevés energiát kell fordítani a figyelemmel követésükre. Technológiai szempontból is közepes figyelmet kell rájuk fordítani, egy esetleges üzemzavar nem okoz komoly károkat, ha rövid idő alatt helyrehozható.

A C területen található termékekre nem érdemes különösebben időt illetve pénzt pazarolni. Ezekkel rendszerint több baj van mint haszon. Csak abban az esetben kell a gyártásukkal foglalkozni ha:

- kihasználatlan vagy kihasználhatatlan szabad (emberi vagy technológiai) kapacitást akarunk fedezni;
- hamarosan jelentős módosulás állhat be a megrendelésekben;
- saját igényeket elégít ki.

Az ABC módszer egyik gyenge pontja a fenti példára nézve, hogy nem veszi figyelembe a holtidők minimalizálását, a munkaidő maximális kihasználását. Ugyanakkor a módszert ajánlatos több szempont szerint elvégezni. A fent említett csoportosítás mindössze a megmunkálási időt vette figyelembe. Ugyanilyen fontosak lehetnek a termékskála megállapításánál más szempontok is, mint például:

- profit (nem feltétlenül a leghosszabb megmunkálást igénylő termék hozza a legnagyobb árbevételt);
- megrendelő (a fontos partnert akkor is ki kell szolgálni ha számunkra kevésbé fontos terméket rendel);
- előállítási költségek, stb.

Az ABC elemzés az egyszerűsége miatt bárhol használható. Könnyen alkalmazható és megtanulható, ellentétben a nagyobb pontosságot mutató modern optimalizálási módszerekével, ahol még a szakemberek is nehezen boldogulnak konkrét feladatok esetében.

2.3 Multikriteriális döntések.

Használhatósági elmélet

Az optimális megoldás megtalálása mellett gyakran arra is szükség van, hogy az összes megoldásokat rangsoroljuk. A matematikai modellel az a legnagyobb gond, hogy általában a döntést hozó személyek nem rendelkeznek elegendő matematikai ismeretekkel arra, hogy egyrészt a problémát megfogalmazzák, másrészt hogy melyik modellt mikor érdemes alkalmazni.

A továbbiakban egyik legismertebb és leggyakrabban használható modellt fogjuk használni. Az itt bemutatott módszer az egyik legjobban leegyszerűsített módszer. Általában a szakirodalom bevezető fejezeteiben is sokkal komplexebb módszereket szoktak bemutatni. Az optimum kereséssel foglalkozó tanulmányok igyekeznek általános érvényű módszereket bemutatni. Mi a továbbiakban egy konkrét feladat megoldására törekedünk.

A gyakorlatban szinte naponta fejfájást okozó kérdés az, hogy hogyan válasszuk ki a legelőnyösebb változatot több árajánlat közül. Hogy az árajánlat patkószeg típusokra vonatkozik vagy rugalmas gyártási rendszerben működő cellára, az algoritmus szempontjából természetesen nincs jelentősége. Tekintettel arra, hogy talán a legegyszerűbb modell bemutatásáról van szó, a modell csak akkor használható, ha csak azokat a jellemzőket vesszük figyelembe, amelyek mindegyik változatban közösek. Másképpen fogalmazva előre meghatározott kitételek alapján hasonlítom össze a változatokat. Ilyen kitétel lehet a megvásárlási ár, átlagos élettartam, gazdaságosság, karbantartási költségek, tömeg, az eladó megbízhatósága, szín, stb. Mint a felsorolt tulajdonságokból is kiderül nem feltétlenül szükséges az, hogy az illető tulajdonság mérhető legyen, hanem az a fontos, hogy az illető tulajdonsággal *mindegyik* változat rendelkezzen. Szintén az egyszerűsítés végett feltételeztük hogy nincsenek megkötések a jellemzők értékeit illetően.

Ajánlom a módszert az olyan középvezetők figyelmébe mint: szekcióvezetők, beszerzési osztályvezetők, karbantartó műhelyfőnökök. Egyike a leghatásosabb, és relatív kevés munkát igénylő módszereknek, amellyel egy egészséges beruházási politikát folytathatunk és szükség esetén, miért ne, arra is használhatjuk hogy meggyőzzük a főnökünket.

I. lépés: Táblázatban összegezzük a változatok tulajdonságait

Az alábbi táblázatban $V = \{V_1, V_2, \dots, V_n\}$ halmaz a rendelkezésünkre álló változatok halmaza, a $C = \{C_1, C_2, \dots, C_m\}$ halmaz az általunk fontosnak tartott jellemzők, tulajdonságok halmaza, míg c_{ij} jel az i tulajdonság értékét jelöltük a j változatban.

| | | | | |
|-------|----------|----------|-----|----------|
| | V_1 | V_2 | ... | V_n |
| C_1 | c_{11} | c_{12} | ... | c_{1n} |
| C_2 | c_{21} | c_{22} | ... | c_{2n} |
| ... | ... | ... | ... | ... |
| C_m | c_{m1} | c_{m2} | ... | c_{mn} |

II. lépés: Kiszámítjuk a használhatósági mátrixot

A használhatósági mátrix, U , egy olyan mátrix melynek elemeit *használhatósági együtthatóknak* nevezzük.

$$U = \begin{bmatrix} & & & \dots & \\ & u_{11} & u_{12} & \dots & u_{1n} \\ & u_{21} & u_{22} & \dots & u_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ & u_{m1} & u_{m2} & \dots & u_{mn} \end{bmatrix}$$

Ebben a lépésben az a cél, hogy mindegyik tulajdonság értékét, egy 0 és 1 közötti számmal helyettesítsük.

$$u_k = \frac{a_k - \min}{\max - \min} \quad (a)$$

Számértékkel rendelkező mennyiségek esetén a leggyakrabban a következő képleteket használjuk a használhatósági együtthatóknak kiszámítására:

$$u_k = \frac{\max - a_k}{\max - \min} \quad (b)$$

ahol,

min, max – az illető tulajdonság szélső értékeit jelenti

a_k – az adott tulajdonság k változatra vonatkozó értéke

u_k – a k változat használhatósági együtthatója

Az (a) képletet abban az esetben használjuk, ha az illető tulajdonság minimális értéke az optimális (pl. eladási ár, megmunkálási idő, stb.) Az (b) képletet abban az esetben használjuk ha a maximum az optimális. (pl. élettartam, hatások, stb.)

Azon tulajdonságok esetén amelyek nem számértékkel vannak kifejezve az u_k értékét legkönnyebben empirikus módon határozzuk meg, úgy hogy a legkedvezőbb változatot 1-el, a legkedvezőtlenebbet 0-val, a közbeesőket pedig a két érték között határozzuk meg, aszerint hogy mennyivel maradnak el a legkedvezőbb értéktől. Természetesen, amennyiben lehetséges a nem kvantifikálható tulajdonságokat lehetőleg ebben a módszerben nem nagyon kell használni, hiszen az ilyen fajta értékadás szubjektivitásra ad lehetőséget.

III. lépés: Fontossági együtthatók meghatározása

A fontossági együtthatók bevezetésére azért van szükség, mivel a kiválasztott jellemzőknek a döntéshozatalban nincs egyforma fontosságuk. Így például egy berendezés ára nyilvánvalóan fontosabb mint mondjuk a hozzávaló hűtőfolyadék típusa. A fontossági együtthatók meghatározását analitikus módszerekkel is meg lehet határozni [2], de az itt megmutatott módszerben, könnyen alkalmazhatóság végett, ismét a tapasztalatot, vagy a szubjektív véleményt használjuk a p_i , a fontossági együttható meghatározására.

$$\sum_{i=1}^m p_i = 1$$

A p_i az i tulajdonságnak tulajdonított fontosságot jelenti. Minden egyes tulajdonság mellé egy 0 és 1 közötti értéket határozunk meg úgy, hogy a legfontosabb kapja legnagyobb, a legkevésbé fontos kapja a legkisebb, de nullától különböző értéket. A fontosságok összege 1 kell legyen. Azok akik szeretik a precíz munkát, a szakirodalomban gazdagon találhatnak olyan képleteket amely a p_i meghatározására szolgálnak. A nem nagy fontosságú esetekben, illetve rutinfeladatoknál sokkal egyszerűbb ez a megközelítési módszer. Még akkor is, ha esetleg 2-3-szor is újraszámoljuk a hátralevő lépéseket új p_i elosztásban. Ez egyáltalán nem bonyolult feladat, különösen akkor nem ha egy táblázatkezelő szoftverrel történik a számolás (pl. Excel).

A p_i értékek szerepe az hogy a hasznosítási mátrix elemeit össze lehessen hasonlítani.

$$Z_i = \prod_{i=1}^m p_i * u_{ij}$$

IV. lépés

Az optimalizálandó Z célfüggvény kiszámítása

A Z célfüggvény értékét mindegyik változatra kiszámítjuk, és kapott érték szerint rangsoroljuk.

Ott ahol a Z értéke maximális az a változat a legmegfelelőbb a meghatározott jellemzők figyelembevételével. Abban az esetben amennyiben nagyon kö-

zeli értékeket kapunk az optimális változat körül, akkor ajánlatos újabb jellemzőket figyelembe venni vagy újraelemezni a fontossági együtthatók eloszlását.

A továbbiakban a módszert egy olyan példán keresztül mutatjuk be, amelyben arról kell dönteni hogy öt lehetséges berendezés közül melyiket legelőnyösebb megvásárolni. Az összehasonlítást azon hét jellemző alapján végezzük, amelyeket a beszállítóhoz elküldött feladatfüzetben számunkra fontosnak jelöltünk meg.

I. lépés

| Nr. | Jellemző | Mértékegység | I. | II. | III. | IV. | V. |
|-----|------------------------|----------------|-------|------|-------|------|-------|
| 1 | Beszerezési költségek | mil.lej | 10000 | 8000 | 18000 | 9000 | 11000 |
| 2 | Üzemeltetési órabér | lej/óra | 2500 | 4000 | 2500 | 2000 | 1500 |
| 3 | Villamos energia fogy. | KW | 3000 | 3000 | 3200 | 3500 | 4000 |
| 4 | Víz fogy. | m ³ | 1000 | 1200 | 1000 | 1000 | 1200 |
| 5 | Gáz fogy. | m ³ | 3 | 4 | 5 | 3 | 2 |
| 6 | Selejt | % | 10 | 15 | 10 | 8 | 0 |
| 7 | Profit | % | 8 | 10 | 8 | 6 | 2 |
| 8 | Csomagolási költség | lej/db. | 15000 | 1000 | 1800 | 2000 | 2200 |

II. lépés

Az U mátrix elemeit a 7. jellemzőre az (a), illetve az 1.,2.,3.,4.,5.,6.,8. jellemzőkre a (b) képlettel határoztuk meg.

$$u_{14} = \frac{1800 - 9000}{18000 - 8000} = 0.9$$

$$\text{, vagy } u_{73} = \frac{8 - 2}{10 - 2} = 0.75 \approx 0.8$$

Például:

$$U = \begin{pmatrix} 0.8 & 1 & 0 & 0.9 & 0.7 \\ 0.6 & 0 & 0.6 & 0.8 & 1 \\ 1 & 1 & 0.8 & 0.5 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 0.7 & 0.3 & 0 & 0.7 & 1 \\ 0.3 & 0 & 0.3 & 0.5 & 1 \\ 0.8 & 1 & 0.8 & 0.5 & 0 \\ 0.6 & 1 & 0.3 & 0.2 & 0 \end{pmatrix}$$

III. lépés

Az üzem szakembereiből álló csoport úgy döntött hogy a p_i fontossági együttható eloszlása az alábbi táblázat szerint történjen:

| Nr. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|-------|-----|-----|-----|------|-----|------|-----|------|
| p_i | 0.3 | 0.3 | 0.1 | 0.05 | 0.1 | 0.02 | 0.1 | 0.03 |

IV. lépés

A Z célfüggvény értékét a következő módon számoltuk ki:

$$Z1=0.3 \times 0.8 + 0.3 \times 0.6 + 0.1 \times 1 + 0.05 \times 1 + 0.1 \times 0.7 + 0.02 \times 0.3 + 0.1 \times 0.8 + 0.03 \times 0.6 = 0.735$$

$$Z2=0.563$$

$$Z3=0.402$$

$$Z4=0.741$$

$$Z5=0.63$$

Az optimális megoldásnak a negyedik változat tűnik. Tekintettel arra hogy nagyon közeli értéket kaptunk az első változathoz képest, ajánlatos vagy további jellemzőket figyelembe venni vagy újra elemezni a fontossági együtthatókat.

Irodalom

- [1.] Abrudan Ioan, Sisteme flexibile de fabricație Ed. Dacia, 1996.
- [2.] Andrasiu, M: Metode de decizii multicriteriale, Editura Tehnica, Bucuresti 1988.
- [3.] Cojocaru, Kovacs: Roboți în actiune. Sisteme flexibile și fabricația de serie. Editura Facla Timișoara 1985.
- [4.] Crișan: Tehnologia ca sistem . Ed. Stiinț. și encicl. 1980.
- [5.] Dr. Marian, Liviu: Managementul producției industriale, Curs litografiat 1996.
- [6.] Dr. Jándy Géza: Rendszerelemzés és operációkutatás, Műszaki Kiadó 1980.
- [7.] Varga József: Alkalmazott programozás, Tankönyvkiadó, Budapest 1981.