Szigma, XXII. (1991) 1–4.

GYÁRTELEPÍTÉSI TERVEK TÖBBKRITÉRIUMOS ANALÍZISE[1]

EWA KONARZEWSKA–GUBAŁA
Oskar Lange Közgazdasági Akadémia, Lengyelország

Az alapvető kérdés, ami gyártelepítéssel kapcsolatban a gyakorlatban felvetődik, „Milyen jó gyárunk telepítési terve?”. Módszertanilag ez egy többkritériumos értékelési probléma. A kérdés megválaszolására ebben a cikkben PC-re kidolgozott, többkritériumos döntéselőkészítés (MCDM) céljaira használható módszert javaslunk. A módszer lényege a döntési alternatívák (telepítési tervek) ütköztetésében rejlik, melyeket kardinális és ordinális kritériumok alapján értékelünk, kétféle referencia objektum felhasználásával, nevezetesen: az ún. „kívánatos” és a „nem elfogadható” változatok segítségével (MCDM modell bipoláris referencia rendszerrel). A módszer alkalmazását egy esettanulmány segítségével reprezentáljuk.

1. Bevezetés

Napjainkra nyilvánvalóvá vált, hogy a különböző tevékenységek összehasonlítása előnyösségük alapján, a kivitelezhető alternatívák megítélése és az optimális megoldás megkeresése döntési problémákban sok esetben nem megvalósítható egy kritérium vagy egy célfüggvény alkalmazásával. Ez az oka annak, hogy a vezetéstudomány, az operációkutatás és a közgazdaságtan számos ágának szakirodalmában a figyelem a diszkrét többkritériumos, vagy a folytonos többcélfüggvényes programozási modellek, mint a modern döntéshozási folyamat eszközei felé fordult. A kompromisszum, vagy a kielégítő megoldás koncepciója az optimalitás hagyományos koncepciójának figyelemre méltó versenytársává vált.

A „legjobb” kompromisszum keresése során a legtöbb többcélfüggvényes módszer kihasználja a „legjobb” geometriai definícióját. Az „ideális pont koncepció” és általánosabb változata, a „referenciapont koncepció” a szakirodalomban igen sok helyen megjelenik (lásd pl. 10. fejezet [11]-ben és [1]-ben).

A referencia célkoncepció a döntéshozó preferenciáinak rendezéséhez a céltérben értelmezett pontokat (halmazt) használ, amelyek a döntéshozó által kitűzött, elérendő (vagy kielégítő) szintet reprezentálják. Ez a távolságon alapuló megközelítés nem igényli sem a döntéshozó preferenciáinak explicit kifejezését vagy meghatározását, sem az egymásnak ellentmondó célok közötti kapcsolatok, arányok explicit számszerű megfogalmazását.

[1]Fordította: Gyetván Ferenc, JPTE Közgazdaságtudományi Kar

Mindezek ellenére a modellek többségét elsősorban folytonos problémák kisszámú kvantitatív kritérium alapján történő megoldására dolgozták ki. Sőt mi több, ezek a modellek általában nem veszik figyelembe azt a lehetőséget, hogy a döntéshozó preferenciáit nem csak a pozitív referencia megoldás halmaz, hanem a negatív, ún. „anti-ideális" megoldáshalmaz is befolyásolja. Bár az ideálishoz a lehető legközelebbi megoldás nem azonos az „anti-ideálistól" a lehető legtávolabbi megoldással (a kompromisszumos megoldások halmazai különbözők, [11], p. 330), mindkét koncepció ugyanazon döntéselőkészítő analízis szimmetrikusan kapcsolódó változatának tekinthető és inkább vagylagosan használatos, semmint párhuzamosan [1], p. 305.

A leíró döntési modellekből következik, hogy a siker (S) elérésére és a kudarc (N) elkerülésére való törekvés nem teljesen szimmetrikus szerepet kap. A két motiváció (S és N) külön-külön befolyásolja a döntést, nemcsak $S-N$ különbségük révén (lásd [7], p. 49). Az elmondottak miatt vezettük be a már korábbi közleményeinkben ([3], [4]) is bemutatott bipoláris referenciarendszer koncepcióját.

Az analízis lényege abban áll, hogy a döntési változatokat, melyeket egyébként kardinális és ordinális kritériumok alapján értékelünk, nem hasonlítjuk egymáshoz. E helyett, az alternatívákat a két referenciaobjektummal, a kívánatos és a nem elfogadható megoldással mérjük össze, így minden alternatívához egy „pozíció" vektort rendelünk. A vektor két komponense egymástól függetlenül értékeli a siker elérésének és a kudarc elkerülésének mértékét.

Szerintünk a közgazdaságtan számos területén vannak olyan döntési problémák, amelyek a fentiekben vázolt elvek, módszerek felhasználásával oldhatók, sőt inkább oldandók meg. A gyártelepítési tervek ezen problémák közé tartoznak. A 2. fejezetben megpróbáljuk igazolni ezt az állítást és megalkotni a többkritériumos tervelemző modellt bipoláris referenciarendszerrel, egy jellemző példa segítségével. Az elemzési folyamat főbb lépéseit a 3. fejezetben részletezzük. Ezeket szintén számszerű példával illusztráljuk. A 4. fejezet a mintapélda eredményeivel és a kiindulási probléma újraelemzési lehetőségei még általánosabb specifikációjával teszi teljessé gondolatmenetünket.

2. A probléma megfogalmazása. Egy jellemző példa

A berendezések, munkaterületek telepítése, elhelyezése, elrendezése elkerülhetetlen probléma ipari üzemekben. Így azután a kérdés nem az, „Legyen-e telepítés?", hanem sokkal inkább az, „Milyen jó a telepítési tervünk?" (R. MUTHER [6], p. 3). Erre a válasz talán sokkal fontosabb, mint bármilyen más kérdés. Amikor a „gyártelepítés" terminológiát használjuk, hol a meglévő struktúrát, hol a tervet értjük rajta. Mindkét esetben azonban ugyanazon értékelési problémával kerülünk szembe. Természetesen többkritériumos értékelési, illetve többcélfüggvényes döntési feladatról van szó. R. Muther „Gyártelepítés a gyakorlatban" című klasszikus művében 15 célfüggvényt sorol fel. A legfontosabbak elvek formájában vannak megfogalmazva. A gyártelepítési tervek értékelésének hat alapelve a következő ([6], p. 7-8):

1) Az átfogó integráció elve
2) A minimális anyagmozgatás elve
3) A folyamatosság, a soronkövetkezőség elve
4) A minimális tér, a maximális térkihasználás elve
5) A munkáselégedettség és biztonság elve
6) A rugalmasság elve

Általánosan fogalmazva, azt a „telepítési tervet" keressük, amelyet adott előírt produktum esetén a leggazdaságosabb működtetni, és emellett biztonságos és sikerélményt nyújtó a dolgozók számára. Pontosabban, pl. a minimális anyagmozgatás elve szerint „az a telepítés a legjobb, amely minden mást változatlannak tekintve a lehető legkisebb anyagmozgatással jár" ([6]. p. 7). Egy másik, pl. a rugalmasság elve szerint „az a telepítés a legjobb, amely minden mást változatlannak tekintve, minimális költséggel és kényelmetlenséggel átrendezhető" ([6], p. 8).

Nagy valószínűséggel lehetetlen minden célt egyszerre elérni. Különböző telepítési tervek különböző módon fognak megfelelni a követelményeknek, minthogy a tervező szakemberek szempontjai különbözők voltak. Mindazonáltal a döntéshozó egyes terveket jónak, másokat rossznak fog ítélni.

A „jó" telepítési terv kialakításának előzőekben is említett elvei ezen probléma esetében a „tudásbázis" részét képezik. Ez lehetővé teszi a döntéshozó számára, hogy megfogalmazza magának azt, ami kívánatos, és azt, ami nem elfogadható. A „tudásbázis" egy másik része a döntéshozó tapasztalata pl. meglévő, működő gyárak üzemeltetésében. Más, többé-kevésbé határozatlan, többé-kevésbé szubjektív elemek szintén szerepelni fognak. A vizsgált probléma esetében a célalternatívák a döntéshozó személyes preferenciáival kombinált tudásbázisa figyelembevételére igen egyszerű és kényelmes módszernek tűnik, ha bizonyos valóságos vagy fiktív telepítési terveket ezen „holisztikus tudásbázis" (vagy ésszerűség) reprezentációjának fogadjuk el.

Az 1. fejezetben részben bemutatott leíró döntéselmélet új eredményeinek figyelembevételével kétfajta referenciatelepítési terv definiálását javasoljuk: a „jó" és a „rossz" értékelésű változatokét. Ezek képezik a bipoláris referenciarendszert értékelési feladatunkban.

Feltételezhetjük, hogy a döntéshozó szeretné tudni a „Milyen jó gyárunk telepítési terve?" kérdésre a választ, éppen annak javítása érdekében. Ezért szakembereivel különböző tervezeteket dolgoztat ki. Bármilyen változás az adott struktúrában pótlólagos költségeket és termelési zavarokat okoz. Így az előnyöknek kétségteleneknek kell lenniük.

Módszertani szempontból kevés döntési alternatívánk és sok (kvantitatív és kvalitatív) értékelési kritériumunk van. Ez utóbbi jellemvonás tervezési munkák kezdeti szakaszában tipikus. Emellett az értékelendő alternatívák közötti kapcsolatok nem érdekesek számunkra. Célunk összhang megteremtése ezek közül bármelyik, és a döntéshozó követelményei között, melyet a termelési tervek bipoláris referenciarendszere reprezentál. Más szavakkal, a speciális döntéstámogató eszköz a vizsgált tervnek az elfogadott referenciarendszer két pólusához viszonyított „helyzete" meghatározásához szükséges. Ilyen döntéstámogató eljárást már korábbi közleményeinkben javasoltunk [3], [4].

Az eljárás alapgondolata és főbb lépései a következő fejezetben szerepelnek, és egy jellemző gyártelepítési probléma többkritériumos döntéselőkészítő analízisének számszerű példája illusztrálja az eljárás lényegét.

Általános esetben a bipoláris referenciarendszerre alapozott MCDM modell megkonstruálása a következő elemek meghatározását jelenti:

- a döntési alternatívák véges $O = \{o_i\}$ halmaza;
- a $K = \{f_j\}$, $f_j(o_i) : O \to E_j$ értékelő kritériumok halmaza, ahol E_j kardinális vagy ordinális vagy bináris skála;
- a $P = [p_j]$, $\sum p_j = 1$ halmaz, a kritériumok relatív fontosságának súlyai;
- a bipoláris referencia célrendszer $R = \{r_t\}$ két véges halmaz formájában: „jó" $D = \{d_h\}$ és „rossz" $Z = \{z_k\}$ úgy, hogy $D \cup Z = R$, $D \cap Z = \emptyset$;
- a z küszöbérték az ELECTRE II módszer alapján számított sorbarendező indikátorok előállításához úgy, hogy $\min p_j \leq z \leq 1$.

Mintapélda: A mintapéldában a „Milyen jó gyárunk telepítési terve?" kérdésre kell válaszolnunk, adott esetben gépipari összeszerelő üzemrész egy meglévő és három javasolt fiktív telepítési terve, mint döntési alternatívák elemzése útján (az adatok esettanulmány eredményén alapulnak). Jelöljük az értékelt tervek halmazát a következőképpen:

$$O = \{o_1(\text{meglévő}), o_2, o_3, o_4\}$$

Minden tervet 12 kritérium alapján értékeltünk, amelyeket a döntéshozó segítségével határoztunk meg.

Ezek közül hét szigorúan kvantitatív:

$f_1 =$ a belső anyagmozgatás távolságának csökkenése [%]: maximalizálandó;

$f_2 =$ az adminisztrációs és közvetett munka (ellenőrzés, információ, adatközlés, szállítás stb. növekedése [%]: minimalizálandó;

$f_4 =$ a területkihasználás [arány]: maximalizálandó;

$f_5 =$ a műveleti blokkok és a karbantartó terület közötti átlagos távolság [m (méter)]: minimalizálandó;

$f_7 =$ a blokkok közötti hetenkénti szállítási egységek maximális száma: minimalizálandó;

$f_8 =$ a blokkok közötti hetenkénti szállítási egységek átlagos száma: minimalizálandó;

$f_9 =$ a munkahelyek, a kiszolgáló helyek és a raktárak közötti átlagos távolság [m]: minimalizálandó.

Négy ordinális kritérium van:

$f_3 =$ a munkahelyek ellenőrzöttségének jósága (jó, kielégítő, nem kielégítő): maximalizálandó;

$f_6 =$ a munkahelybővítés költségeinek szintje (alacsony, közepes, magas, nagyon magas): minimalizálandó;

$f_{10} =$ a szerelő üzemrész és a raktárak integrációjának szintje (jó, kielégítő, nem kielégítő): maximalizálandó;

$f_{11} =$ a vibráció, zaj szintje az adminisztratív munkahelyeken (alacsony, közepes, magas, nagyon magas): minimalizálandó;

Egy bináris kritérium van:

$f_{12} =$ figyelembe veszi-e a telepítési terv a meglévő épületeket? (igen, nem). Az előnyös válasz: igen.

Ezek után, a döntéshozó jelzései alapján a referenciaobjektumok két halmazát azonosítjuk: a „jó" D és a „rossz" Z változatok halmazait.

A „jó" halmazba három változatot soroltunk:

$$D = \{d_h\}, \quad h = 1,2,3$$

A „rossz" halmazba négy fiktív változat került:

$$Z = \{z_k\}, \quad k = 1,2,3,4$$

Az összes objektumot, vagyis a vizsgált o_i tervváltozatokat és a d_h, z_k referenciaobjektumokat a 12 kritérium szerint kiértékeltük. Az értékelés eredménye, a pozíciómátrix az 1. táblázatban látható. A küszöbérték $z = 0.5$, a kritériumok súlyozására a következő vektort fogadtuk el:

$$P = [0.20, 0.04, 0.04, 0.05, 0.05, 0.15, 0.07, 0.07, 0.04, 0.05, 0.04, 0.20]$$

1. táblázat: Kritériumértékelések

	f_1	f_2	f_3	f_4	f_5	f_6	f_7	f_8	f_9	f_{10}	f_{11}	f_{12}
o_1	0.0	8.3	K	2.12	98	A	457	185	126	J	A	I
o_2	5.0	0.0	K	2.79	97	N	457	185	126	J	M	I
o_3	53.3	8.3	J	1.45	71	K	1112	303	60	K		N
o_4	33.6	8.3	J	1.79	112	M	548	235	97	K	K	I
d_1	5.0	0.0	K	2.00	100	A	460	225	80	J	A	I
d_2	30.0	0.0	K	2.50	80	M	750	375	80	J	A	I
d_3	30.0	0.0	J	2.50	80	A	750	375	80	J	A	N
z_1	5.0	10.0	N	1.50	100	M	750	450	118	N	M	I
z_2	5.0	10.0	N	2.50	80	M	750	450	118	K	K	I
z_3	20.0	10.0	N	1.50	100	N	1050	450	118	N	M	I
z_4	0.0	10.0	N	2.50	80	A	460	450	118	N	K	I

3. Az analízis alapgondolata és fázisai

Az általunk javasolt analitikus eljárás célja az o_i döntési változatok összevetése az $R = D \cup Z$ bipoláris referenciarendszer elemeivel a vizsgált változatok referenciarendszerhez viszonyított helyzetének meghatározása érdekében. Formálisan az összehasonlítás az $O \times R$ halmazon értelmezett bináris leképezés definiálását jelenti. A modellfeltételek (a változatok véges halmaza, kvantitatív és kvalitatív kritériumok) és a sorbarendezés speciális tulajdonságai tették szükségessé, hogy ezt a fajta bináris relációt használjuk.

A sorbarendező struktúrát a többkritériumos analízis francia iskolája vezette be. Az itt használatos terminológia „az egyik alternatíva felülmúlja a másikat" azt jelenti, hogy az előbbi legalább olyan jó, mint az utóbbi, vagy az előbbi kedvező volta figyelembe véve a rendelkezésre álló információkat, megnyugtatónak ítéltetett (lásd ROY [8], [9]).

A preferencia és a közömbösség klasszikus kapcsolata mellett egy rendezési elv lehetővé teszi a szakember számára, hogy olyan változatokat is összehasonlítson, amelyeket a döntéshozó nem hajlandó, vagy nem tudja, hogy hogyan kell összehasonlítani.

A kapcsolódó modellben az $O \times R$ halmazon értelmezett rendezési transzformáció a vektoros kritérium-értékelésen alapul. Minthogy ez az információ gyakran a preferenciastruktúra bizonytalanságának és kétértelműségének okozója, bevezetjük az ún. „fuzzy rendezési elv" fogalmát, mely a páronkénti összehasonlítás valósághűbb képét adja, mint a determinisztikus struktúra.

1. definíció: Az $X \times Y$ halmazon definiált $d : X \times Y \to [0, 1]$ „fuzzy" sorbarendezési relációt tagfüggvénynek nevezzük, melynek $d(x, y)$ értékei bármely két

$x \epsilon X$ és $y \epsilon Y$ elem közötti kapcsolat erősségét jelzik abban az értelemben, hogy „x kedvezőbb, mint y".

2. definíció: Vezessük be a következő jelöléseket: $d(o_i, r_t) = d^+_{it}$, $d(r_t, o_i) = d^-_{it}$. A d^+_{it} és d^-_{it} értékeket o_i-nak r_t-re, ill. r_t-nek o_i-ra vonatkozó rendezési indikátorának nevezzük.

A definiált összefüggések és a döntéshozó által feltételezett döntési paraméterek lehetővé teszik a tervezett összevetést. Ezt három szakaszban tehetjük meg.

I. szakasz: Az o_i objektumok összehasonlítása az $R = D \cup Z$ referenciarendszer elemeivel

A. A rendezési indikátorok meghatározása. Az összehasonlítást az $O = \{o_i\}$ halmaz elemei és az $R = \{r_i\}$ halmaz elemei között tesszük, nem vizsgáljuk a O-ban és az R-ben a belső viszonyokat.

Minden (o_i, r_t) pár esetében az „o_i felülmúlja r_t-t" definíciójú hipotézist vizsgáljuk meg (hasonlóan az „r_t felülmúlja o_i" hipotézist is).

Az ELECTRE II módszer szerint a hipotézist elfogadjuk, ha két tesztet kiáll: az összhang tesztet és az ellentmondásmentességi tesztet (lásd [8]). Ebből a célból minden (o_i, r_t) párhoz számítsuk ki a következő három számot:

$$P^+(o_i, r_t) = \sum p_{j^+} \qquad j^+ \epsilon \{j : f_j(o_i) > f_j(r_t)\}$$

$$P^-(o_i, r_t) = \sum p_{j^-} \qquad j^- \epsilon \{j : f_j(o_i) < f_j(r_t)\}$$

$$P^=(o_i, r_t) = \sum p_{j^=} \qquad j^= \epsilon \{j : f_j(o_i) = f_j(r_t)\}$$

Az összhangteszt akkor teljesül az (o_i, r_t) párra, ha

$$P^+(o_i, r_t) + \min p_j > P^-(o_i, r_t)$$

Az ellentmondásmentességi teszt akkor teljesül az (o_i, r_t) párra, ha

$$(f_j(o_i), f_j(r_t)) \notin N_j \qquad \forall j \epsilon J^-$$

ahol $N_j \subset E_j \times E_j$ a nem elfogadható ellentmondások halmaza a j-edik kritériumra vonatkozóan.

Ha mindkét teszt teljesül valamely (o_i, r_t) párra, az o_i objektum d^+_{it} rendezési indikátora az r_t referenciaobjektumra vonatkozólag a következőképpen számítható ki:

$$d^+_{it} = P^+ + P^=$$

Példa: Mintapéldánkban az (o_i, r_t) és (r_t, o_i) párok rendezési indikátorainak az értékeit mutatja a 2. és a 3. táblázat.

2. táblázat: Összehasonlítás a „jó" változatokkal

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	p^+	p^-	d^+	d^-
(o_1, d_1)	−	−	=	+	+	=	+	+	−	=	=	=	.24	.28	.72	.76
(o_1, d_2)	−	−	=	−	−	+	+	+	−	=	=	=	.29	.38	.00	.71
(o_1, d_3)	−	−	−	−	−	=	+	+	−	=	=	+	.34	.42	.00	.66
(o_2, d_1)	=	=	=	+	+	−	+	+	−	=	−	=	.24	.23	.77	.76
(o_2, d_2)	−	=	=	+	−	−	+	+	−	=	−	=	.19	.46	.00	.81
(o_2, d_3)	−	=	−	+	−	−	+	+	−	=	−	+	.39	.52	.00	.81
(o_3, d_1)	+	−	+	−	+	−	−	−	+	−	+	−	.37	.63	.00	.63
(o_3, d_2)	+	−	+	−	+	+	−	+	+	−	+	−	.59	.41	.59	.00
(o_3, d_3)	+	−	=	−	+	−	−	+	+	−	+	=	.40	.36	.64	.60
(o_4, d_1)	+	−	+	−	−	−	−	−	−	−	−	=	.24	.56	.00	.86
(o_4, d_2)	+	−	+	−	−	=	+	+	−	−	−	=	.36	.27	.79	.00
(o_4, d_3)	+	−	=	−	−	−	+	+	−	−	−	+	.54	.42	.58	.00

3. táblázat: Összehasonlítás a „rossz" változatokkal

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	d^+	d^-
(o_1, z_1)	−	+	+	+	+	+	+	+	−	+	+	=	.76	.00
(o_1, z_2)	−	+	+	−	−	+	+	+	−	+	+	+	.66	.00
(o_1, z_3)	−	+	+	+	+	+	+	+	−	+	+	=	.76	.00
(o_1, z_4)	=	+	+	−	−	=	+	+	−	+	+	+	.86	.00
(o_2, z_1)	=	+	+	+	+	−	+	+	−	+	=	=	.81	.00
(o_2, z_2)	=	+	+	+	−	−	+	+	−	+	−	+	.72	.00
(o_2, z_3)	−	+	+	+	+	=	+	+	−	+	=	=	.76	.00
(o_2, z_4)	+	+	+	+	−	−	+	+	−	+	−	+	.72	.00
(o_3, z_1)	+	+	+	−	+	+	−	+	+	+	+	−	.68	.00
(o_3, z_2)	+	+	+	−	+	+	−	+	+	=	+	=	.88	.00
(o_3, z_3)	+	+	+	−	+	+	−	+	+	+	+	−	.68	.00
(o_3, z_4)	+	+	+	−	+	−	−	+	+	+	+	=	.73	.00
(o_4, z_1)	+	+	+	+	−	=	+	+	+	+	+	=	.95	.00
(o_4, z_2)	+	+	+	−	−	=	+	+	+	=	=	+	.90	.00
(o_4, z_3)	+	+	+	+	−	+	+	+	+	+	+	=	.95	.00
(o_4, z_4)	+	+	+	−	−	−	−	+	+	+	=	+	.68	.00

B. A preferenciastruktúra meghatározása. Legyen $s = z - \min p_j$ az új küszöbérték. A d_{it}^+ és d_{it}^- rendezési indikátorok és az s küszöbérték segítségével definiáljuk a következő bináris relációkat:

– preferálja "$\succ$"

$$o_i \succ r_t \Leftrightarrow d_{it}^+ > s \wedge d_{it}^- = 0$$

$$r_t \succ o_i \Leftrightarrow d_{it}^+ = 0 \wedge d_{it}^- > s$$

– indifferens "$\simeq$"

$$o_i \simeq r_t \Leftrightarrow d_{it}^+ > s \wedge d_{it}^- > s$$

– nem összehasonlítható "!"

$$o_i \,!\, r_t \quad \Leftrightarrow \quad (d_{it}^+ < s \wedge d_{it}^- < s) \vee (d_{it}^+ < s \wedge d_{it}^- = 0) \vee (d_{it}^+ = 0 \wedge d_{it}^- < s) \vee (d_{it}^+ = 0 \wedge d_{it}^- = 0)$$

II. szakasz: Az o_i objektumok összehasonlítása a „jó" halmazzal (D) és a „rossz" halmazzal (Z)

A. Az o_i összehasonlítása a „jó" $D = \{d_h\}$ halmazzal. Minden o_i objektumhoz meghatározzuk a d_S számot, mely a „siker elérésének a fokát" mutatja:

1) Ha $\exists h : o_i \succ d_h \vee o_i \simeq d_h$ akkor $d_S = d_{iD}^+ = \max_{h^*} d_{ih}^+$, ahol $h^* = \{h : o_i \succ d_h \vee o_i \simeq d_h\}$

2) Ha $\nexists h : o_i \succ d_h \vee o_i \simeq d_h$ és $\exists h : d_h \succ o_i$ akkor $d_S = d_{iD}^- = \min_h d_{ih}^-$

3) Egyébként o_i nem összehasonlítható a D halmazzal: $d_S = d_{iD}^+ = d_{iD}^- = 0$

Példa: A négy terv összevetése a „jó" tervek halmazával azt adja, hogy a második tervet jellemzi a siker elérésének a legnagyobb foka:

o_1 : $d_S = d_{iD}^+ = \max_{h^*} d_{ih} = 0.72$
o_2 : $d_S = d_{iD}^+ = \max_{h^*} d_{ih} = 0.77$
o_3 : $d_S = d_{iD}^+ = \max_{h^*} d_{ih} = 0.64$
o_4 : $d_S = d_{iD}^+ = \max_{h^*} d_{ih} = 0.73$

B. Az o_i összehasonlítása a „rossz" $Z = \{z_k\}$ halmazzal. Minden o_i objektumhoz meghatározzuk a d_N számot, mely a „kudarc elkerülésének a fokát" mutatja:

1) Ha $\exists k : z_k \succ o_i \vee z_k \simeq o_i$ akkor $d_N = d_{iZ}^- = \max_{k^*} d_{ik}^-$, ahol $k^* = \{k : z_k \succ o_i \vee z_k \simeq o_i\}$

2) Ha $\nexists k : z_k \succ o_i \vee z_k \simeq o_i$ és $\exists k : o_i \succ z_k$ akkor $d_N = d_{iZ}^+ = \min_k d_{ik}^+$

3) Egyébként o_i nem összehasonlítható a D halmazzal: $d_N = d_{iZ}^- = d_{iZ}^+ = 0$

Példa: A négy terv összevetése a „rossz" tervek halmazával azt adja, hogy a második tervet jellemzi a legnagyobb szám, amely a kudarc elkerülésének a mértékét mutatja:

o_1 : $d_N = d_{iZ}^+ = \min_{k^*} d_{ik} = 0.66$
o_2 : $d_N = d_{iZ}^+ = \min_{k^*} d_{ik} = 0.72$
o_3 : $d_N = d_{iZ}^+ = \min_{k^*} d_{ik} = 0.68$
o_4 : $d_N = d_{iZ}^+ = \min_{k^*} d_{ik} = 0.68$

III. szakasz: Az o_i objektumok pozíciójának meghatározása a (D, Z) bipoláris referenciarendszerre vonatkozóan

Az első és második lépés eredményeként minden o_i alternatíva jellemezhető a $[d_S, d_N]$ vektor segítségével. Összegezzük az o_i objektumok lehetséges állapotait:

	$d_{iD}^+ > 0$	$d_{iD}^- > 0$	$d_{iD}^+ = d_{iD}^- = 0$
$d_{iZ}^- > 0$	(0)	(1)	(2)
$d_{iZ}^+ > 0$	(3)	(4)	(5)
$d_{iZ}^- = d_{iZ}^+ = 0$	(6)	(7)	(8)

Az o_i objektumok lehetséges állapotai: (1), (2), (3), (4), (5), (6), (7), (8). Mivel $D \cap Z = \emptyset$, a (0) állapot nem fordulhat elő.

Példa: Az alternatívák „pozícióját" a bipoláris referenciarendszerre vonatkozóan az alábbi vektorok mutatják:

$o_1 : [d_S = 0.72,\ d_N = 0.66]$ (3)-as állapot
$o_2 : [d_S = 0.77,\ d_N = 0.72]$ (3)-as állapot
$o_3 : [d_S = 0.64,\ d_N = 0.68]$ (3)-as állapot
$o_4 : [d_S = 0.73,\ d_N = 0.68]$ (3)-as állapot

Minden tekintetbe vett alternatíva összehasonlítható az elfogadott referenciarendszer elemeivel a választott döntési paraméterek (súlyok, a legalacsonyabb sorbarendezési küszöbérték) mellett. Ezen alternatívák közül lehet kiválasztani a végső megoldást.

4. Az analízis befejezése és újrakezdése

Az előzőekben leírt összehasonlítás eredményeként minden egyes objektumra a

$$[d_S > 0,\ d_N > 0] \tag{1}$$

formátumú vektorban meghatározott jellemzőt kaptunk ($d_S = 1$ és $d_N = 1$ értékek a leginkább óhajtottak). Az (1)-es, (3)-as vagy (4)-es állapotú alternatívák a vizsgált bipoláris referenciarendszerre vonatkozóan egyforma „pozícióval" rendelkeznek. A végső döntés meghozatala a döntéshozó feladata.

Mintapéldánkban az eredmények azt mutatják, hogy az egyetlen valóságos alternatíva (o_1) közel olyan jó, mint a javítása céljából kifejlesztett bármelyik változat. Figyelembe véve a d_S és d_N fuzzy természetét, az o_2 alternatíva dominanciája nem szignifikáns. Azonban a modell általános koncepciója és a d_S és d_N komponensek konstrukciós elve különösen az alábbi esetek fellépésének lehetőségét foglalja magába:

a) az értékelt terv nem összehasonlítható vagy a „jó" tervekkel – (2)-es és (5)-ös állapot –, és ekkor $d_S = 0$, vagy a „rossz" tervekkel – (6)-os és (7)-es állapot –, és ekkor $d_N = 0$.

b) az értékelt terv nem összehasonlítható a bipoláris referenciarendszer egyik szegmensével sem – (8)-as állapot –, és ekkor $d_S = d_N = 0$.

Más szavakkal a következő tervjellemzők lehetségesek:

$$[d_S = 0, d_N > 0] \quad \text{vagy} \quad [d_S > 0, d_N = 0] \tag{2}$$

$$[d_S = 0,\ d_N = 0] \tag{3}$$

Hivatkozva a mintapéldánkra, a döntési paraméterek, pl. a küszöbérték bizonyos megváltoztatása (a még szigorúbb $z = 0.8$ vagy $z = 0.9$ értékre), a tervek értékelésében a (2)-es vagy méginkább a (3)-as állapotot eredményezi.

Figyeljük meg, hogy az elemzésben elfogadott referenciarendszer visszatükrözi (vagy vissza kellene tükröznie) a döntéshozó preferenciáit, elvárásait, a megoldás kívánatos minőségi jellemzőit, valamint az elkerülendő hibákat. Ez az egyik alapvető modell-követelmény, mely az alábbi következtetéshez vezet: azok az alternatívák, melyek nem összevethetők a referenciarendszerrel, nem vehetők figyelembe a döntéshozó által a végső választási folyamatban. Ekkor, ha bizonyos alternatívákat a (2)-es vagy (3)-as értékelés jellemez, az eljárás befejezése az lehet, hogy az alternatívák között egy végső összehasonlítást javasolunk csak az (1)-es értékeléssel.

Ugyanakkor alternatív módon javasolni lehet a döntéshozónak az elfogadott döntési paraméterek fölülvizsgálatát, illetve megváltoztatását, és el lehet végezni a probléma újbóli analizálását pl. módosított küszöbérték- vagy ellentmondásmentességi teszt segítségével.

Tegyük fel, hogy egy alternatíva nem összehasonlítható a referenciarendszerrel, bár a legalacsonyabb küszöbértéket ($z = 0.5$) elfogadtuk. Ez azt bizonyítja, hogy az ellentmondásmentességi teszt nem teljesül (lásd a 3. fejezetet). Ha bármiféle ellentmondásosság áll fenn, az alternatívák összehasonlíthatósága bizonyos esetekben a kritériumok súlyainak megváltoztatásával elérhető.

Nyilvánvaló, hogy az itt javasolt újraelemzés a döntéshozónak abban az esetben ajánlott, ha a tekintett összes alternatívát a (2)-es vagy a (3)-as állapot jellemzi. Ebben az esetben a lehetséges paraméterek módosításai érinthetik a referenciacélok halmazait és a kritériumértékelést is.

Ha a döntéshozó nem alkalmazza az újraanalizálás lehetőségét, vagy annak eredménye negatív (azaz az összes alternatíva még mindig nem összehasonlítható az elfogadott bipoláris referenciarendszerrel), akkor a döntési alternatívák halmazának újbóli meghatározása tanácsolható. Hogy a döntéshozó figyelmét felhívjuk erre a szükségességre, ezt tartja a szerző a fent javasolt és PC-n implementált (lásd [5]) döntéstámogató eszköz fontos előnyének.

Ez utóbbi eshetőség, mely ismert a leíró döntési elméletben is (lásd [11], p. 135–137), egy új irányt nyit az MCDM kutatásában.

IRODALOM

1. L. DUCKSTAIN, F. SZIDAROVSZKY (1986): Dynamic multiobjective optimization: A framework with application to regional water and mining management. European J. of Oper. Research, Vol. 24. No. 2, pp. 305-317
2. E. KONARZEWSKA–GUBALA (1980): Programowanie przy wielorakosci celow (Multiobjektive Programming). PWN, Warszawa
3. E. KONARZEWSKA–GUBALA (1986): On the use of bipolar reference objectives in multiple criteria decision making. Preprints of VII-th International Conference on MCDM, Kyoto, August 18-22, 1986, pp. 329-339
4. E. KONARZEWSKA–GUBALA (1987): On the use of bipolar reference objectives in multiple criteria decision making, in: Y. Savaragi, K. Inoue, H. Nakayama (eds): Toward Interactive and Intelligent Decision Support Systems, Volume 1. Lecture Notes in Economics and Math. Systems, Vol. 285, Springer Verlag, Berlin, pp. 132-141
5. E. KONARZEWSKA–GUBALA (1988): PC – Implementation of the Multicriteria Decision Analysis with Bipolar Reference System. Paper submitted at VIII-th International Conference on MCDM, Manchester, August 21-26.
6. R. MUTHER (1955): Practical Plant Layout, McGraw-Hill, New York
7. M. NOWAKOWSKA (1980): Nowe idee w naukach spotecznych (New Ideas in the Social Science). Instytut Filozofii i Socjologii PAN, Ossolineum, Wroclaw
8. B. ROY (1974): Criteres multiples et modelisation des preferences (l'apport des relations de surclassement). Revue d'Economie Politique, No. 1
9. B. ROY (1976): Outranking and fuzzy outranking: a concept making operational partial order analysis, in: L. Raiffa, R. Keeny (eds.): Decision Making with Multiple Conflicting Objectives. IIASA, Vienna
10. A. P. WIERZIBICKI (1980): The use of reference objectives in multiobjective optimisation, in: G. Fandel and T. Gal (eds.): Multiple Criteria Decision Making Theory and Application. Springer Verlag, New York, pp. 468-487
11. M. ZELENY (1982): Multiple Criteria Decision Making. McGraw-Hill Book Company, New York

ABSTRACT

The fundamental question in the practical plant layout is: "How good is a layout we have?" Methodologically it is a multicriteria evaluation problem. The answer to this in the form of MCDM support analysis implemented on PC is proposed. The essence of the analysis consists in confrontation of the decision alternatives (layout projects), evaluated by cardinal or ordinal criteria to the two kinds of reference objects: desirable and non-acceptable ones (MCDM model with bipolar reference system). An illustrative example concerning the real case study is presented.