

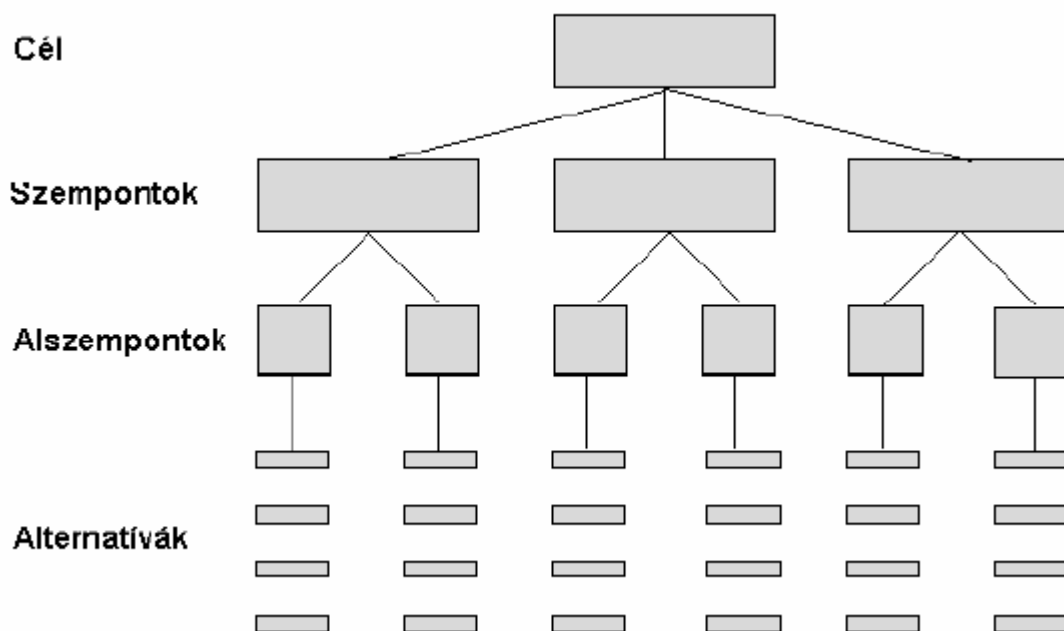
HARCÁSZATI REPÜLŐGÉPEK ÖSSZEHASONLÍTÁSÁRA HASZNÁLHATÓ ANALYTIC HIERARCHY PROCESS

A különböző alternatívák összemérésének a célja nem feltétlenül a preferencia sorrend pontos megállapítása. Elképzelhető olyan döntés előkészítési vagy döntési helyzet, amikor az alternatívák egymáshoz viszonyított helyzetéről csak közelítő jellegű információt akarunk szerezni de úgy, hogy a rendelkezésre álló adatok a legszemléletesebb formájukban legyenek ábrázolva. Ebben az esetben olyan eljárásra lesz szükség, melyek viszonylag kis számú és kevésbé pontos adat segítségével olyan összemérést tesz lehetővé, mely segítségével vizuális információt kaphatunk az összemérendő alternatívákról.

AZ AHP (ANALYTIC HIERARCHY PROCESS) ELJÁRÁS

Az AHP többszemponútú döntési problémák megoldására alkalmas eljárás, ami lehetővé teszi a döntési feladatok logikus rendszerbe foglalását. Az eljárás az amerikai iskola legkidolgozottabb képviselője, módszertana alapján dolgozták ki az Expert Choice döntéstámogató szoftverrendszert. Az amerikai iskola alapvető különbsége az európaival szemben (PROMETHEE, KIPA), hogy az alternatívák tulajdonságait közvetlenül homogenizálja hasznossági függvényeivel, míg az európai iskola az alternatívapárok tulajdonságai különbségét használja ugyanerre. Az európai iskola az alternatívák előnyeit és a hátrányait elemzi, az amerikai pedig az egyes alternatívákat próbálja mérni és a mérés eredményei alapján hasonlít.

Az AHP-ben a döntési probléma az áttekinthetőség érdekében egy többszintű fastruktúráként van ábrázolva (1. ábra). [1]



1. ábra. Az AHP döntési modellek szerkezete

Az AHP az alternatívák arányskálázású mérésére alkalmas. Módszertanának csak a lényegét ismertetem, az eljárást az [1] és a [2] irodalmak részletesen tartalmazzák.

Legyen $p \in R^m$ vektor és képezzük az A mátrixot a p_i/p_j elemek felhasználásával:

$$A = \begin{bmatrix} p_1/p_1 & p_1/p_2 & \dots & p_1/p_m \\ p_2/p_1 & p_2/p_2 & \dots & p_2/p_m \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ p_m/p_1 & p_m/p_2 & \dots & p_m/p_m \end{bmatrix}$$

Az A definíciója alapján belátható, hogy:

$$A p = m p$$

A fenti egyenlet viszont az A lineáris transzformáció sajátérték-sajátvektor problémájával egyezik meg, ahol m a sajátérték, és a p az m sajátértékhez tartozó sajátvektor.

Az A mátrix a következő tulajdonságokkal rendelkezik:

1. Reciprok

$$a_{ij} = \frac{1}{a_{ji}}$$

2. Konzisztens

$$a_{ij} = a_{ik} a_{kj}$$

A rangja 1 ezért az [1] 21. oldal szerint csak egy nullától különböző sajátértéke van, ami esetünkben m .

Legyen m darab objektum, melyek meghatározott szempontbeli értékét közvetlenül nem lehet mérni. Párunként becsülhetőek viszont az egymáshoz viszonyított értékarányok vagyis a p_i/p_j hányadosok. Az így előálló A mátrix legnagyobb sajátértékéhez tartozó sajátvektor tartalmazza az objektumokhoz rendelhető és az őket jellemző p_i értékeket.

Az összehasonlítások eredményeként keletkező tapasztalati páros Összehasonlító mátrixok nem lesznek feltétlenül konzisztensek. Az inkonzisztencia mérésére az AHP módszertan a

$$\frac{\lambda_{\max} - m}{m - 1}$$

kifejezést használja, melynek maximális értékére 0,1-et javasol. $\lambda_{\max}$ a legnagyobb sajátérték és m a páros összehasonlító mátrix sorainak a száma. A páros összehasonlítást a következő kilenc fokozatú skálán kell elvégezni:

- 1: egyformán fontos/előnyös;
- 3: mérsékelten fontosabb/előnyösebb;
- 5: sokkal fontosabb/előnyösebb;
- 7: nagyon sokkal fontosabb/előnyösebb;
- 9: rendkívüli mértékben fontosabb/előnyösebb.

Természetesen felhasználhatók a 2, 4, 6, 8 közbenső értékek is. Az eljárás segítségével meghatározhatók az egyes alternatívákat jellemző szempontok súlyszámai, valamint számíthatók az egyes alternatívák meghatározott szempont szerinti egymáshoz viszonyított értékei. Az összehasonlítás menete:

1. Szempontok súlyainak a meghatározása

Minden egyes szempontot párunként az AHP kilencfokozatú skáláján kell összehasonlítani egymással. Az így képzett páros összehasonlító mátrix legnagyobb sajátértékéhez tartozó sajátvektor adja az egyes szempontok súlyait. Amennyiben a

$$A x = \lambda x$$

egyenlőség fennáll, akkor fennáll az

$$A c x = c \lambda x$$

Egyenlőség is, ezért az eredményül kapott sajátvektort 1-re kell normálni, vagyis minden egyes komponenst a komponensek összegével osztani kell.

2. Az alternatívák (haditechnikai eszközök) szempontonkénti értékelése

Szempontonként kell elkészíteni az alternatívák összehasonlításából a páros összehasonlító mátrixot. Az így képzett mátrixok 1-re normált sajátvektorai megadják az egyes alternatívák szempontonkénti pontértékeit.

3. Az egyes alternatívák pontértékeinek a meghatározása

A páros összehasonlító mátrixok sajátvektorainak a meghatározását követően a következő döntési problémához jutunk:

$$\begin{matrix} & x_1 & x_2 & \dots & x_n \\ & A_1 & A_2 & \dots & A_n \\ \omega_1 & C_1 & \left[\begin{matrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \end{matrix} \right] \\ \omega_2 & C_2 & \left[\begin{matrix} a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \end{matrix} \right] \\ \vdots & \vdots & \left[\begin{matrix} \vdots & \vdots & & \vdots \end{matrix} \right] \\ \omega_m & C_m & \left[\begin{matrix} a_{m1} & a_{m1} & \dots & a_{mn} \end{matrix} \right] \end{matrix}$$

ahol az $\mathbf{a}_j$ vektorok tartalmazzák az A_j szempont C_i szempontok szerinti pontértékeit $i = 1 \dots m$ és

$\sum_{j=1}^n a_{ij} = 1$. Az ω_i értékek tartalmazzák az egyes szempontok 1-re normált súlyszámaát. Az $\mathbf{x}$ vektor

tartalmazza az egyes szempontok pontértékeit. Feladat olyan $\mathbf{x}$ vektor keresése, amely a legjobban illeszkedik az $\mathbf{a}_i$ sorvektorokhoz. Csak a három legfontosabb összegzési modellt ismertetjük, ezen kívül számos más modellt mutat be az [3] és a [4] irodalom.

Disztributív modell

$$x_j = \sum_{i=1}^m \omega_i a_{i,j}$$

és

$$0 < x_j < 1 \quad \sum_{j=1}^n x_j = 1$$

Az eredményül kapott x_j értékeknek önmagukban nincs információ tartalmuk, értelmezhetőek viszont az x_i/x_j hányadosok, ezért ezt az összegzési módot akkor célszerű alkalmazni, ha az alternatívák preferencia sorrendjére vagyunk kíváncsiak.

Ideális modell

$$x_j = \sum_{i=1}^m \omega_i a_{i,j} \frac{1}{\max_j a_{i,j}}$$

Az x_j értékeknek itt önmagukban is van információ tartalmuk. Az összegzési modell itt egy olyan ideális alternatívához hasonlítja a többit, amely minden egyes szempont szerint a legjobb tulajdonsággal rendelkezik, és ehhez az ideális alternatívához rendeli az 1 értéket. Az eredményül kapott értékeknek az 1-hez viszonyítva van értelmük. Sok szempont esetén nem célszerű alkalmazni, ugyanis ekkor ez az információ tartalom fog torzulni. Minél több szempont szerint történik a vizsgálat annál valószínűtlenebb, hogy létezik vagy egyáltalán létezhet az 1-es értékkel rendelkező ideális alternatíva. A mérés során tehát elképzelhető, hogy egy nem létező alternatívához képest állapítjuk meg a többi pontértékét. Másik jelentős hibája abból ered, hogy mindig lesznek egymással ellentétes hatású tulajdonságok, például ilyenek lesznek a teljesítménymutatók és a pénzügyi- gazdasági mutatók, melyek egyszerre a legjobbak nem lehetnek. Az ideális itt a legnagyobb teljesítőképességűt és egyben a legolcsóbbat jelentené.

Minősítő modell

$$x_j = \sum_{i=1}^m \omega_i a_{i,j} \frac{1}{a_{i,0}}$$

ahol az a_{i0} szempontként meghatározott olyan érték, amely a döntéshozói értékrend szerint a legoptimálisabb. Ez a modell az l értékhez rendeli a szempontenkénti minősítő értékekből álló fiktív, esetleg valóságos alternatívát. Ennek megfelelően azon alternatívák x_j értéke, amelyek összességében jobbak mint a minősítő alternatíva, l -nél nagyobbak is lehetnek.

Az eljárás előnye, hogy alkalmas csak szubjektíven becsülhető tulajdonságok értékeinek a meghatározására. Alkalmazható ugyan objektíven arányskála szinten mérhető tulajdonságok szerinti összehasonlításra is viszont, ha az alternatívákat csak ilyen szempontokkal hasonlítjuk össze akkor a páros összehasonlítást követően az eredeti értékeket kapjuk vissza, ezért ebben az esetben az eljárás alkalmazása értelmetlen.

Hátrányos tulajdonsága, hogy sok szempont esetén nehéz helyzet elé állítja a páros összehasonlítást végző szakértőt. Az AHP módszertanra épülő szoftver az Expert Choice maximálisan 9 szempont összehasonlítását teszi lehetővé.

Az összehasonlítás során bármely szempont legfeljebb 9-szer lehet jobb a többinél. A preferencia sorrendet növekvőnek feltételezve:

$$a_{19} = a_{12} a_{23} a_{34} a_{45} a_{56} a_{67} a_{78} a_{89}$$

ahol $1 \leq a_{ij} \leq 9$

Ennek megfelelően a konzisztencia feltételét valamennyi esetre nehéz biztosítani, figyelembe véve a kombinációk magas számát.

A szempontok fontosságát meghatározó súlyszámokat csak valamilyen pontossággal lehet meghatározni.

Az összegzési módszerekből viszont következik, hogy a súlyszámok befolyásolják az alternatívák rangsorát. Fontos információt kaphatunk akkor, ha az alternatívákhoz nem egy pontértéket rendelünk, hanem egy intervallumot ami megmutatja, hogy a súlyszámok meghatározott tartományban való változása mennyire befolyásolja az alternatívák pontértékeit. Az ilyen típusú vizsgálatokat érzékenységvizsgálatnak nevezzük.

Az érzékenységvizsgálatot az [3] alapján a következő döntési elvre mutatjuk be:

$$x_j = \sum_{i=1}^m \frac{\omega_i}{\omega} a_{ij} \quad ; \quad j = 1, \dots, n$$

ahol $\omega = \sum_{i=1}^m \omega_i$. A döntési elv megegyezik a disztribúciós modellel, az eltérés jelen esetben abban

rejlik, hogy a súlyszámok összege nem feltétlenül egységnyi.

A súlyszámok egy előre meghatározott intervallumban mozognak:

$$\omega_i \in [\omega_i^-, \omega_i^+] \quad , \quad i = 1, \dots, m$$

Az érzékenységvizsgálat célja meghatározni azokat az

$$[x_i^-, x_i^+] \quad , \quad i = 1, \dots, n$$

intervallumokat, melyekben az alternatívák pontértékei a súlyszámok engedett intervallumon belüli változásának a hatására mozoghatnak. A feladat hiperbolikus programozás segítségével oldható meg:

$$x_j^- = \min_t \sum_{i=1}^m \frac{t_i a_{ij}}{\sum_{k=1}^m t_k} \quad , \quad t_i \in [\omega_i^-, \omega_i^+] \quad , \quad i = 1, \dots, m \quad ; \quad j = 1, \dots, n$$

$$x_j^+ = \max_t \sum_{i=1}^m \frac{t_i a_{ij}}{\sum_{k=1}^m t_k} \quad , \quad t_i \in [\omega_i^-, \omega_i^+] \quad , \quad i = 1, \dots, m \quad ; \quad j = 1, \dots, n$$

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] Rapcsák, T., Többszemponútú döntési problémák AHP modellek, Egyetemi oktatáshoz segédanyag, Budapesti Közgazdaságtudományi és Államigazgatási Egyetem MTA Számítástechnikai és Automatizálási Kutatóintézetében kihelyezett Gazdasági Döntések Tanszék.
- [2] Rapcsák, T., Többszemponútú döntési problémák Csoportos döntési modellek, Egyetemi oktatáshoz segédanyag, Budapesti Közgazdaságtudományi és Államigazgatási Egyetem MTA Számítástechnikai és Automatizálási Kutatóintézetében kihelyezett Gazdasági Döntések Tanszék.
- [3] Rapcsák, T. Sági, Z. Tóth, T. Kétszeri, L., Evaluation of tenders in information technology, Decision Support Systems, 30 (2000) 1-10.
- [4] Mészáros, Cs. Rapcsák, T., On sensitivity analysis for a class of decision systems, Decision Support Systems, 16 (1996) 231-240.
- [5] Dr. Turcsányi Károly- Dr. Kende György- Gyarmati József: Haditechnikai eszközök összehasonlításának korszerű módszerei és ezek alkalmazása. Tanulmány, Budapest 2002.