

Kavas László

A SÚLYSZÁMOK PROBLEMATIKÁJA KOMPLEX RENDSZEREK ÉRTÉKELÉSE SORÁN

BEVEZETŐ

A többszemponútú döntési feladatok megoldásakor az egyik lényeges elem a értékelési szempontok fontossági sorrendjének minél pontosabb meghatározása, vagy másképpen a fontossági sorrend súlyozása. A szempontrendszer kialakítása folyamatában a szempontokhoz tartozó konzisztencia meghatározása az egyik legfontosabb és legnehezebb feladat. A komplex és realiztikus adatértékelés elképzelhetetlen súlyozási lépések végrehajtása nélkül, mert a legjobb döntési alternatíva mellett a lehetséges választások rangsora is kialakítható.

I. AZ ÉRTÉKELÉSI TÉNYEZŐK SÚLYOZÁSA

A rendszerek értékelése mindig valamilyen emberek, szakmai csoportok szempontjából történik. Az érdekek eltérése, a csoportok céljainak különbözősége egyes véleményezési eljárásban kifejezésre kell hogy kerüljön. Kinek mely szempont fontosabb? A felvetett kérdésre nincs egyértelmű válasz. Vizsgálataim azt mutatják, hogy a haditechnikai eszközök megítélésében sem alakult ki az egységes álláspont a kérdésben vizsgálódók között. A legalapvetőbb szemléletbeli és értékrendbeli különbségeket mutattam ki a eltérő szakmai csoportok között. A felmért csoportok:

- mérnökök
- gazdasági, logisztikai szakemberek
- repülőgép vezetők, repülésirányítók

A harcászati repülőgépek beszerzésével kapcsolatos döntésben külön szakember csoportként elméletileg vizsgálni kellene a politikai döntéshozói területet is, ám ez jelenleg nem látszik elég stabilnak egy 5-8 éves intervallumban.

A súlyozás kérdése elengedhetetlenül kapcsolódik a *preferálás*, azaz az *előnyben részesítés* fogalmához. A preferenciareláció kötött tulajdonságok teljesülésén alapul, melyeket az [1. 32. o.] részletesen kifejt. Röviden kiemelhető az *irreflexitás*, az *aszimmetria*, a *transzitivitás* és a *trichotómia*, mint alapvetően meghatározó tulajdonságok. A szakirodalom elméleti alapjait kidolgozók szabályként szögezik le (1): ” a preferencia reláció mindig értékelést fejez ki”.

A súlyozási folyamat elvégzésének lehetséges esetei

1. Sorrendi skálán történő súlyozás

A módszer lényegében értékelési tényezők egymáshoz viszonyított súlyát képes meghatározni. Az eljárás folyamatában először az értékelési tényezők preferenciasorrendjét kell meghatározni, majd számokkal kell jellemezni az értékelési szempontokat.

A értékelés történhet közvetlen rangsorolással vagy páros összehasonlítás alkalmazásával.

A gyakorlatban mindkét eljárás használatos, de ha az értékelő döntéseinek következetessége, annak mértéke is mérendő, egyedül a páros összehasonlító eljárás alkalmazható. Az értékelés végén csak annyit tudunk, hogy melyik összehasonlítási tényező a preferáltabb (preferenciasorrend megállapítása), a szempontok súlya közötti különbség nem lesz ismert.

2. Intervallumskálán történő súlyozás

Az előző pontban ismertetett egyoldalú értékeléshez képest ez az eljárás adatokat szolgáltat a preferencia mértékéről is, tehát a preferenciák intenzitásának intervallumszintű meghatározása a végeredmény.

Az eljárás végrehajtása érdekében számba vehető matematikai módszerek:

- közvetlen becslés
- Churchmann-Ackoff eljárás
- Guilford eljárás

Az egyes módszerek részletes ismertetése a [2, 3] irodalmakban került kifejtésre.

A súlyozási eljárás megválasztása

A súlyozási eljárás megválasztása nem definiálható kategorikusan, az irodalom a körülmények függvényében megválasztandónak határozza meg. Az előzőekben felvázolt lehetőségek ismeretében, előnyök és hátrányok mérlegelésével, az optimális módszer alkalmazását kell megcélózni.

Az egyszerűség szempontjából a közvetlen becslés a legkézenfekvőbb. Alkalmazásának legfőbb alapja, hogy főként jól ismert adatok esetében tekinthetjük elég pontos, megbízható módszernek, Vizsgálataim során ilyen jellegű adatoknak tekinthetők a repülőgépek geometriai adatai, a hajtómű tolóerő, a harcászati-technikai adatok halmaza. Az eljárás mindenképpen hátrányos jellemzője, hogy sohasem tekinthető hibátlannak a becslés.

A Churchman-Ackoff módszer jóval pontosabb matematikai eszköz. Alkalmazását leginkább akkor javasolja az [1] irodalom, ha az értékelés, minősítés egyetlen szakember értékrendjére támaszkodik. Matematikai eszközszerrendszere bonyolultabb az esőként említett esetnél. Amennyiben több személy vesz részt a döntési folyamatban, a becsléssel kapott súlyszámok átlagolása szükséges.

Mind alkalmazhatóság, mind megbízhatóság, pontosság szempontjából a Guilford- féle eljárás a legelfogadottabb. Egyszemélyes döntéshozatal esetén nem javasolt a módszer alkalmazása, csoportos munkamódszernél is követelmény a nem teljes egyetértés teljesülése. Nagy előnye továbbá, hogy az elemző, összehasonlító munkát csupán az összevetendő tényezők párosaiban szükséges elvégezni, a súlyszámok már automatikusan adódnak az eljárás lépéseinek során. További gyakorlati tapasztalat az elemző csoport vonatkozásában, a szükséges minimális létszám. A Guilford- eljárást legkevesebb 5 fős csoport létszám esetében ajánlatos alkalmazni.

II. A SÚLYSZÁMOK MEGHATÁROZÁSA A GYAKORLATBAN

A repülőgépek összevethetősége érdekében létrehoztam egy, a legfontosabb szempontokat tartalmazó rendszert, igazodva az AHP módszer megkívánta formái, tartalmi megkövetésekhez. Az eszközök összemérésének célja, hogy kialakítsam azt a kompromisszumos megfontolásokat tükröző értékrendet, amely révén ajánlás formájában, a beszerzésben döntési joggal rendelkező szervezet részére összefoglaló áttekintést biztosíthatok.

A beszerzési eljárásban a költség- hatékonyság szerint megfelelő eszköz kiválasztására, a beszerzési feltételek optimális kialakítására kell törekedni. Olyan légi eszközt keresünk, amely ár / érték optimum elv alapján kedvező és a beszerzési, vásárlási feltételek is elfogadhatóak az ország szempontjából. Általános esetként kijelenthető, hogy a hatékony, nagy harcértékkel bíró repülőgépek drágák, az olcsó eszközök pedig nem biztosítják az elvárt harcászati célok elérését.

Az optimális döntés meghozatala érdekében egy célszerűen elkészített összefoglaló táblázat került kialakításra (1. táblázat). Alapvető vezető elv az AHP modellnek való megfelelés volt. Az értékelés folyamatában a következő fő lépéseket tartalmazta:

- Az értékelési tényezők páros elrendezése
- A páros összehasonlítások végrehajtása

- A preferencia táblázat elkészítése
- Az értékelési tényezők súlyszámainak kiszámítása

Értékelési szempontok

1. táblázat

| FŐSZEMPONT | | | ALSZEMPONT | | |
|------------------------------------|------|----------------|------------------------------------|------|----------------|
| megnevezése | jele | súlyozó értéke | megnevezése | jele | súlyozó értéke |
| Harcászati jellemzők | F1 | | Légtérvédelmi képesség | A1,1 | |
| | | | Légi harc jellemzők | A1,2 | |
| | | | Földi célok elleni tevékenység | A1,3 | |
| Repülőműszaki -technikai jellemzők | F2 | | Műszaki – technikai adatok | A2,1 | |
| | | | Fegyverzet | A2,2 | |
| | | | Navigáció | A2,3 | |
| | | | Kommunikáció | A2,4 | |
| | | | Túlélő képesség | A2,5 | |
| Üzemeltethetőségi mutatók | F3 | | Meghibásodások közötti repült idő | A3,1 | |
| | | | Élőkészítési normaidő | A3,2 | |
| | | | Automatizáltság szintje | A3,3 | |
| | | | Repülőgép vezetői ergonómia | A3,4 | |
| Pénzügyi jellemzők | F4 | | 1 repülőgép beszerzési ára | A4,1 | |
| | | | 1 repült óra költsége | A4,2 | |
| | | | Repülőtéri infrastruktúra költsége | A4,3 | |

Katonai szempontok: A haditechnikai eszközt alkalmazók (üzemeltetők) céljait és értékrendjét képviselő szempontok olyan együttese, melyek az alkalmazás minőségét közvetlenül határozzák meg, ilyenek lesznek a harci és az üzemeltetési tulajdonságok.

Műszaki szempontok: A haditechnikai eszköz üzemben tartását végzők céljait és értékrendjét képviselő szempontok olyan együttese, melyek az alkalmazás minőségét közvetve határozzák meg.

Pénzügyi és gazdasági szempontok: Azon szintű döntéshozói célokat kifejező szempontok együttese, amely szint, illetve szervezet finanszírozza a kérdéses haditechnikai eszköz beszerzését, illetve fejlesztését.

A párok elrendezésének elve

Az eredményes vizsgálat megköveteli, hogy a páros összehasonlítás során az alábbi elveknek eleget tegyünk:

- elkerülendők a szabályos ismétlődések az összehasonlításban (döntéshatásoló pszichológiai hatásuk miatt)

- a lehető legtávolabb álljanak egymástól az azonos tagokat tartalmazó párok

A fenti elveknek megfelelő kérdés elrendezést a vonatkozó irodalom [4] véletlenszerű elrendezés módszerével javasolja megoldani. Az eljárás csak részben felel meg az elvi követelményeknek, azaz csak az első követelményt elégíti ki, mégis a gyakorlati életben elterjedten alkalmazzák. Technikai szempontból a véletlen elrendezést két módszerrel alakíthatjuk ki:

- I. sorsolással
- II. Ross – féle elrendezési táblázat segítségével

A feladat megoldása során ez utóbbi lehetőséget választottam, mivel ily módon mindkét elrendezésbeli követelménynek eleget lehet tenni. A[4] szakirodalom 117. oldalának I. oszlopát választva kiindulási alapul, azt látjuk hogy alapesetként páratlan számú és 5-nél több elemű szempontrendszerre került kidolgozásra. Mivel esetemben 4 elemű a főszempontok száma, a páros összehasonlítás elvégzéséhez az 5 elemhez tartozó oszlop párosai közül elhagytam minden olyan párost, ahol az 5-ös szám szerepel. Így az összevetésben a párosok a következő módon adódtak (2. táblázat):

| Szempont párosok | F1 - F2 | F4 - F1 | F3 - F2 | F1 - F3 | F2 - F4 | F3 - F4 |
|----------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Preferáltabb tényező | X | X | X | X | X | X |

A páros összehasonlító táblázat elkészítése után a preferencia táblázat kerül kialakításra, melynek sorai is és oszlopai is az értékelési tényezőket tartalmazza. Az oszlopok és sorok találkozásánál a szempont párok viszonyát tüntetem fel. Értelmezését tekintve a megjelölés azt fejezi ki, hogy az aktuális sorban feltüntetett elem fontosabb az oszlopban található elemnél. Esetemben a preferencia táblázatot a 3. táblázat mutatja be.

| | F1 | F2 | F3 | F4 | a |
|------------|----|----|----|----|---|
| F1 | O | I | I | | 2 |
| F2 | | O | I | | 1 |
| F3 | | | O | | 0 |
| F4 | I | I | I | O | 3 |
| ΣH | 1 | 2 | 3 | 0 | |

A táblázat utolsó „a” oszlopa azokat a számértékeket tartalmazza, amely az adott sorhoz tartozó szempont preferáltsági mértékéhez tartozik. Vagyis az F1 főszempont 2 esetben bizonyult fontosabbnak a páros összehasonlítások során, az F2 főszempont 1 esetben, az F4 pedig három alkalommal volt fontosabbnak ítélve. A statisztikai definíció szerint a bemutatott „a” oszlopbeli számok a preferenciagyakoriságot jelentik a vizsgált szempont esetében. A táblázat utolsó sorában hasonló „gyakoriság” jellegű mutató került kidolgozásra, mégpedig konkrét értelmezésben a vizsgált oszlopnak megfeleltetett főszempont hátrányossági mutatója.

A súlyszámok kiszámítása

A preferenciatáblázat előállítását követően kerülhet sor a feladatul meghatározott fontossági mérőszámok meghatározására. A páros összehasonlítások eredményeként csak annyi információt szereztünk be, hogy melyik szempont fontosabb, de nem kaptunk választ a mennyivel fontosabb kérdésre.

A vizsgált repülőgép- összehasonlító főszempontok problematikája estében a következő részfeladatok elvégzése révén juthatunk el a végeredményhez:

- Preferencia-arányok kiszámítása
- A kapott értékek standardizált normális eloszlás u értékeivé transzformálása
- Intervallum skálabeli értékek kialakítása, és a súlyszámok hozzárendelése

A preferencia arányok és azok transzformálása:

Kiindulásképpen a preferencia táblázat „a” oszlopának értékeit vettem alapul. A számítások elvégzésére a

$$P_a = \frac{a_i + \frac{k}{2}}{k * n}$$

egyenletet alkalmaztam. Az egyenletben alkalmazott jelölések:

P_a – preferencia arány

a_i – az „i”-edik sorban szereplő főszempont preferenciagyakorisága

k – az értékelő csoport létszáma

n – az értékelési tényezők száma

A számítások eredményeinek áttekinthető formában történő összegzése a 4. számú táblázatban látható.

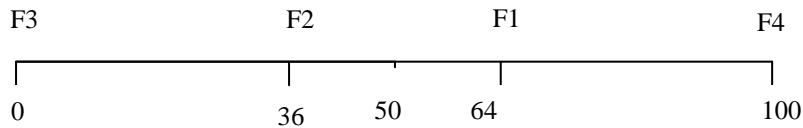
4. számú táblázat

| | a | P_a | u | Főszempont skálaértéke | Súlyszám |
|----|---|-------|--------|------------------------|----------|
| F1 | 2 | 0.625 | +0.32 | 64 | 0.356 |
| F2 | 1 | 0.375 | - 0.32 | 36 | 0.228 |
| F3 | 0 | 0.125 | - 1.15 | 0 | 0.1 |
| F4 | 3 | 0.875 | + 1.15 | 100 | 0.5 |

A P_a számértékek átkonvertálását az [1] irodalom 44. oldalán található 1.3. táblázat alapján végeztem, miután az egyes P_a értékeket %-os formára alakítottam.

Az intervallum skála és a főszempontok értékeinek meghatározása:

Az eljárás utolsó részeként az „u” értékek súlyszámmá alakítása következik. A témával foglalkozó [1, 2, 3, 4, 5] irodalmak ajánlása alapján 0-100 érték intervallumban határoztam meg a felvehető súlyszám terjedelmet. A skálán a 0 értékhez az „u_{min}” értéket rendeltem (esetemben ez -1.15), a 100 értékhez az „u_{max}” értékét rendeltem (esetemben + 1.15). A köztes értékeket interpolálással határoztam meg.



A súlyszámok kiszámítása érdekében százalékos formává alakítottam át a főszempont skálaértékeket. Ennek megfelelően:

| | | | |
|-----------------------------|-----|---|-------------------------------------------|
| F1-hez tartozó skálaérték: | 64, | ⇒ | százalékban meghatározott formában: 64 %, |
| F2- hoz tartozó skálaérték: | 36 | ⇒ | 32 %., |
| 3- hoz tartozó skálaérték: | 0 | ⇒ | 0 %, |
| F4- hez tartozó skálaérték: | 100 | ⇒ | 100 %, |

A súlyszámok értékének meghatározásakor a %- os mérőszámok kerültek megfeleltetésre a következő törvényszerűség alkalmazásával:

$$S_{Fi} = 0.1 + \frac{0.1 \cdot F_i(\%)}{25}$$

A képlettel a főszempont skálaértékekhez 25%-onként 0.1 mértékű súlyszámot társítottam. Elvileg lehetséges a megfeleltetés ettől nagyobb mérőszámokra is, de rögzíteni kell előre, a vizsgálat kezdetén a súlyszámok és a rendszer tulajdonságait mérő mennyiségek intervallumát. Amennyiben a súlyszámok terjedelme 1-100 tartományban helyezkedik el, akkora a rendszerelemekre vonatkozó mérőszámok csak 0-1 intervallumban változhatnak. A másik megoldás, amikor fordított módon alakítjuk ki a mérési tartományokat. Esetemben az általam választott értékelési eljárás célszerűbb, mivel sok esetben nagyon kis mértékben különböző rendszerek értékelését kell elvégezni, és a csekély eltérések jobban kifejezhetők egy nagyobb terjedelmű értékelési intervallumban.

A bemutatott eljárással csupán a főszempontok súlyozásának folyamatát ismertettem, a komplex értékelési módszerben a következő lépés, hasonló módon végig számolni az alszempontok minden egyes csoportját.

További kitételként itt jegyzem meg, a módszer levezetése egy értékelő személy tevékenységét ismertette. Mint a dolgozat elején bemutattam, a valóságos elemző, ajánló csoport több tagból, és természetesen több szakterület képviselőjéből áll. A különböző vélemények, értékalkotások értékelhetősége, figyelembe vehetősége más, egyéb matematikai, statisztikai eljárásokat is szükségessé tesznek (konzisztencia mutatók, egyetértési együtthatók meghatározása).

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] DR. KINDLER J, DR. PAPP O: Komplex rendszerek vizsgálata. Műszaki könyvkiadó, Budapest, 1977.
- [2] DR. TURCSÁNYI K., DR: KENDE GY., GYARMATI J.: Haditechnikai eszközök összehasonlításának korszerű módszerei és ezek alkalmazása, Tanulmány, Budapest, 2002
- [3] DR. GYARMATI J.: Haditechnikai eszközök összehasonlítása közbeszerzési eljárás során. Hadmérnök I. évf. 2. szám, 2006. szeptember, 68-93. old.
- [4] DR. GAÁL Z. : A döntéshozatal alapjai. Kézirat, Veszprém, 1989.
- [5] DR. ZSIGMOND GY.: Komplex villamos rendszerek minőségszemléletű vizsgálatáról. Elektrotechnika, 2001/7-8. (269-272) o.