

A HADITECHNIKAI ESZKÖZÖK ÖSSZEHASONLÍTÁSÁNAK MÓDSZERTANA

Gyarmati József¹

1. Előszó

Napjainkban és várhatóan a közeljövőben a Magyar Honvédség beszerzésben résztvevő szervezetei mind gyakrabban kerülnek olyan döntési helyzetekbe, amely során haditechnikai eszközök meghatározott halmazából kell kiválasztani a legmegfelelőbbet. Ezen szervezetek a csapattagozat, a HVK, az ÖLTP, a TH, a BBBH és a HM Logisztikai és Haditechnikai Fejlesztési és Felügyeleti Főosztály, akik az adott haditechnikai eszközre vonatkozó igény megjelenésétől a beszerzés lebonyolításáig, a döntési folyamat valamely részében szerepet vállalnak. Látható, hogy az általam vizsgált probléma, mivel a megoldásában a HM és a MH számos szervezete vesz részt, általánosnak tekinthető.²

Egy haditechnikai eszközt több szempont³ szerint lehet értékelni. Az összehasonlítások eredményeinek, a figyelembe vett szempontok összességében kell visszatükrözni az összehasonlított haditechnikai eszközök közötti különbségek nagyságát. A feladatot tehát több szempont alapján kell elvégezni, a döntésemélet ezért az ilyen jellegű döntési helyzeteket a **többszempontú döntési problémák** körébe sorolja. A figyelembe vett szempontok egymástól eltérő fontossággal bírnak.

Egy szállítóeszköz esetében például a tüzérő várhatóan kevésbé lesz fontos, mint a szállítókapacitás. Az egyes szempontoknak az eszközt értékelő szakterületek szakemberei más–más fontosságot tulajdonítanak. Az alkalmazók például egy harceszköz esetében a védettséget és a tüzérőt előbbre rangsorolják mint a javíthatóságot és a fenntartási költségeket,

¹ Dr. Gyarmati József mk. őrnagy, PhD., ZMNE Haditechnikai és Minőségügyi Tanszék, egyetemi tanársegéd.

² A probléma általánosságát igazolja miszerint a nagyobb államok hadseregei ennek a megoldására speciális döntési modelleket fejlesztettek ki, ilyen például az Egyesült Államok fegyveres erői részére kifejlesztett TASCFORM (Technique for Assessing Comparative Force Modernizations).

³ Szempont lehet például egy harckocsi esetében a védelem, a mozgékonyosság és a tüzérő, stb, fogalmát a 2.3. pontban definiálom.

míg a logisztikai szakemberek várhatóan ezen szempontoknak nagyobb fontosságot fognak tulajdonítani.

A problémakör ezen rövid felvezetésből láthatóan meglehetősen összetett, hiszen lényegében olyan haditechnikai eszközt keresünk, amely a figyelemben vett szempontok szerint rendelkezik optimális tulajdonságokkal és ez az optimum még elfogadható szinten tükrözi az eszközzel kapcsolatban lévő szakterületek (alkalmazó, logisztika) értékítéleteit. Vagyis a különböző szakterületek értékrendje között és a vizsgált haditechnikai eszközök között egyszerre keresünk kompromisszumos megoldást, illetve választást.

Cikkemben a vázolt problémakör megoldásának a folyamatát foglalom össze. Nem térek ki a matematikai modellek ismertetésére, csak jellemzem őket és javaslatokat teszek a felhasználásuk területeire.

2. A probléma megoldásának folyamata

2.1. A folyamat általános ismertetése

Az problémamegoldás általános folyamatát a szakirodalom a következő lépésekre osztja: felismerés, meghatározás, analízis és szintézis. Esetünkben, figyelembe véve az általános folyamatot és az általunk vizsgált problémakör specifikumait *a következő lépésekről beszélhetünk:*

1. a probléma felismerése és azonosítása,
2. a döntési helyzet meghatározása,
3. az összehasonlításra kerülő haditechnikai eszközök halmazának megállapítása,
4. szempontok felvétele,
5. szempontok mérésének meghatározása,
6. szempontok súlyozása,
7. az összehasonlító módszer kiválasztása,
8. a kiválasztott módszer alkalmazása, preferenciák felállítása,
9. az eredmények értékelése.

A folyamat 4., 5., és 6. elemét együttesen az (1) szerint a **döntéshozói értékrend** definiálásának is nevezhetjük.

A folyamat egyes elemeinek a magyarázatához ismertetem az összehasonlítás általános modelljét:

$$\begin{array}{cccc}
 & A_1 & A_2 & \cdots & A_n \\
 C_1 & w_1 & \left[\begin{array}{cccc} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ a_{m1} & a_{m2} & \cdots & a_{mn} \end{array} \right. & \\
 C_2 & w_2 & & & \\
 \vdots & \vdots & & & \\
 C_m & w_m & & & \\
 & x_1 & x_2 & \cdots & x_n
 \end{array} \cdot (1)$$

- ahol:**
- A_j az összehasonlított haditechnikai eszköz (alternatíva);
 - C_i vizsgálati szempont;
 - w_i az i -edik szempont fontosságát jelző súlyszám;
 - a_{ij} az j -edik haditechnikai eszköz i -edik szempont szerinti értéke;
 - x_j a j -edik haditechnikai eszköz pontszáma.

2.2. A probléma felismerése, meghatározása és az összehasonlításra kerülő eszközök meghatározása

A szakirodalom a probléma felismerését az érzékelt és a kívánatosnak ítélt állapot közötti különbség észleléseként definiálja. A probléma felismerése esetünkben kiegészül az azonosítással, vagyis a probléma többszemponútú jellegének felismerésével.

A probléma meghatározása során a döntés **környezetét** írjuk le. A döntés környezete az (1) szerint mindazon körülmények együttese, amelyek szükségessé teszik a haditechnikai eszközök összehasonlítását. **Az (1) irodalom négy lehetséges környezetet különböztet meg, ezek:**

- beszerzés,
- fejlesztés,
- kiválasztás,
- összemérés.

A *beszerzés* során valamilyen konkrét feladatkör betöltésére keresünk a legmegfelelőbb haditechnikai eszközt. *Sajátosságai*: a várhatóan hosszú –esetenként 25-40 év– rendszerbentartási idő alatt a műszaki tudományos fejlődés, a harceljárások és a biztonságpolitikai környezet változásainak prognosztizálási problémáiból adódó bizonytalanság; a beszerzésekben résztvevő **Gazdasági és Közlekedési Minisztérium** részvétele miatt a makrogazdasági szempontok védelmi szempontok rovására történő figyelembevétele; valamint a jogszabályi korlátozás.

A *fejlesztés* során olyan viszonyszámok meghatározása, amely viszszatükrözi az eredetihez (a fejlesztés kiindulópontjának számító) vagy egy alapnak tekintett haditechnikai eszközhöz képest a kifejlesztett eszköz képességeinek a nagyságát. Erre jó gyakorlati példát mutat be a (2) irodalom. Sajátosságai az arányskála⁴ szintű összehasonlítás szükség-szerűsége, valamint az esetenként pontatlanul meghatározható adatok (üzemeltetési tapasztalatok hiánya, esetleg nem teljesen kész konstrukció).

A *kiválasztás* során konkrétan meghatározott feladatkör betöltésére a legalkalmasabb haditechnikai eszköz meghatározása. Például egy adott területen békemissziót folytató alegységhez a legmegfelelőbb eszközök kijelölése (kerekes vagy láncalpas harcjármű, terepjáró személygépkocsi, vagy harcjármű, stb.). Sajátosságai a tisztán katonai szempontok szerinti döntés, valamint a nem azonos fizikai elven működő haditechnikai eszközök összehasonlítása, (például: páncéltörő ágyú vagy páncéltörő rakétakomplexum).

Az *összemérés* során a harcászati feladatok kidolgozásához szükséges egyenérték mutatókat lehet számítani. Sajátossága a tisztán katonai szempontok szerinti arányskála szintű összehasonlítás.

Az összehasonlításra kerülő haditechnikai eszközök halmazának a megállapítását jelentősen befolyásolja a döntés környezete. Kiválasztás, fejlesztés és összemérés esetén az összehasonlított eszközök halmaza adottnak tekinthető. Beszerzés esetén befolyást gyakorolnak a vonatkozó jogszabályok, ami szükségessé teheti a szűrést. A szűrés során az elérhető eszközök halmazából azokat választjuk ki, amelyek tulajdonságaik alapján alkalmasak a betöltendő funkciók minimális szintű ellátására. Itt tehát

⁴ Az arányskála statisztikai fogalom, jelentése: ha **A** haditechnikai eszköz pontszáma 0,8 és **B** eszköz pontszáma 1,1, akkor $\mathbf{B} \frac{1,1}{0,8} = 1,375$ -szer, vagyis 37,5%-al jobb mint **A**.

egy olyan szintet kell megállapítani, amelyet megütő eszközök már alkalmasak a tervezett feladatkör betöltésére. *A szűrő típusú modellekről a 2.5. pontban még szölok.*

2.3. A szempontok felvétele és mérésük meghatározása

Mielőtt a szempontrendszer felépítésének általános és az általunk vizsgált problémakörből adódó speciális összefüggéseire rátérnék, az (1) alapján definiálom a szempont fogalmát: *A szempont a döntéshozói célokra jellemző ismérv.* A vizsgált eszközhöz csak ezeken a célokon keresztül kapcsolódik. A döntéshozói célok lehetnek funkcionálisak, szabványosításiak, pénzügyiek és gazdaságiak. A funkcionális célok fogalmazzák meg azt a feladatkört, amely betöltésére haditechnikai eszközöt keresünk. A többi felsorolt célban pedig az eszköz környezetével (például a gyártó) szembeni elvárások testesülnek meg.

A feladatkör ellátásának minősége, illetve a gyártóval szembeni elvárások szintje, azok összetettsége folytán csak több vetületen keresztül vizsgálható. A helyesen megválasztott szempontoknak pontosan ezen vetületeket kell takarni, így mérhetővé válik a gyártmány és a gyártó azon képessége, amelyekkel a döntéshozói célokat elégtik ki.

A szempontok által vizsgált vetületek kielégítésének a mértékét az eszköz *paraméterei* határozzák meg, ahol *a paraméter az eszközre jellemző ismérv.* A szempont –mint a döntéshozói célokat megtestesítő ismérv– kielégítésének egy eszközre vonatkoztatott mértékét, az eszköz paraméterei alapján határozhatjuk meg, vagyis az egyes szempontokat az eszközök konkrét paramétereinek segítségével mérhetjük. A két ismérv (szempont és paraméter) bizonyos esetekben egyértelműen nem különíthető el. Pontos elhatárolásuknak főképpen a kiválasztás környezetében lesz jelentősége, ahol olyan eszközök kerülnek összehasonlításra, amelyeket más-más paraméterhalmaz jellemez (például páncéltörő rakéta-komplexum–páncéltörő ágyú).

Az egyes szempontok kielégítésének mértékéhez a döntéshozó értékrendje alapján *hasznosságok* rendelhetők. A szempontok mérésére szolgáló paraméterek és a teljesítési szintekhez tartozó hasznosságok megállapítása együttesen a szempontok *döntéshozói értékrend szerinti mérését* jelenti.

A szempontrendszer kialakítására általános jellegű javaslatokat tesz a szakirodalom (3), ezeket a következőkben röviden ismertetem.

1. ***A teljesség elve:*** A szempontrendszernek teljes mértékben fednie kell a döntéshozói célokat, vagyis minden olyan vetületet meg kell vizsgálni, amelyek szerepet játszanak az esz-köztől elvárt feladatkör teljesítésében. Mindemellett a teljesség elvének a betartásakor megfelelő önmérsékletet kell tanúsítani, vagyis a jelentéktelen vagy a kevésbé jelentős szempontokat nem kell mindenáron figyelembe venni, a túlhatározottat kerülni kell, ilyenkor ugyanis a kevésbé jelentős szempontok tömege elnyomja a jelentőseket. Célszerű ezért a figyelembe vett szempontok számát maximálni, erre a szakirodalom ugyan nem tesz javaslatokat, a tapasztalat viszont 15-20 szempontnál több figyelembevételét nem igazolja.
2. ***Az egymást kizáró szempontok kerülésének elve:*** Kerülni kell az olyan szempontokat, ahol az egyik maximális mértékű teljesítése a másik minimális teljesítését vonja maga után. Például, ha az eszköz funkcióinak a száma mellett a beszerzési árát is vizsgáljuk, akkor a többfunkciós eszköz, ami általában a hazai viszonyokat tekintve előnyösebb, beszerzési ár szerint hátrányba kerül. Megoldás jelen esetben, ha a beszerzési költség helyett, valamilyen fajlagos költséget például funkcióköltséget veszünk figyelembe. A prioritásokat a tervezett alkalmazási terület szerint egyértelműen el kell tudni dönteni. Az előző példát tovább folytatva, ha a többletfunkciók nem szükségesek, akkor csak az alapfunkciókat és a teljes beszerzési költséget kell figyelembe venni.
3. ***A függetlenség elve:*** A szempontoknak egymástól függetlennek kell lennie, vagyis olyan paramétereket kell magukban egyesíteni, amelyek csak a kérdéses szempontra vannak kihatással. A feltétel nem teljesülése esetén az a paraméter, amely például két szempontot is befolyásol duplán lesz figyelembe véve. Például, az ergonómián, a karbantarthatóságon, a környezetvédelmen és a megbízhatóságon felül figyelembe vesszük a korszerűséget, akkor a korszerűségen belül egy gépjármű esetében nem szabad figyelembe venni az emisszió mértékét, ha azt a környezetvédelemtől már megtettük. A korszerűségnek olyan jellemzőit szabad csak figye-

lembe venni, amelyeket a felsorolt szempontok már nem mérnek (pl. fejleszthetőség).

4. **Az éles definíciók elve:** A szempontokat pontosan és élesen kell definiálni, úgy hogy a velük dolgozó különböző szakértői csoportok is ugyanazt értsék alatta. Az elvnek tehát informális jelentősége van.

A felsorolásból a 1. és 4. követelmény teljesítése az esetek többségében nem okoz problémát, nehezebben teljesíthető viszont a 2. és a 3. pont követelménye. Főként a függetlenség feltételének a betartása okoz problémát. Például egy kézifegyver csövének a hosszúsága egyszerre befolyásolja a pontosságot és a harctéri mozgathatóságot, tehát a két szempont, bár mindkettő figyelembe vétele szükséges lehet, egymással összefüggésben van.

A jól kialakított szempontrendszer, az un. főszempontokból kiindulva fastruktúra szerint épül fel. **Haditechnikai eszközök esetében általánosan négy főszempontot különböztethetünk meg, ezek: katonai; műszaki; pénzügyi; gazdasági.** A főszempontokat a következőképpen definiálom:

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 (9). Egy harceszköz esetében a legáltalánosabb katonai szempontok a mozgékonyság, a tüzerő és a védelem. Konkrét példát tekintve egy mesterlövész puská esetében a katonai szempontok a pontosság, az átütőképesség, a harctéri mozgathatóság, ergonómia, stb. Tehát ezen szempontok segítségével a vizsgált eszközök funkcionális képességeit határozhatjuk meg.

Műszaki szempontok: A haditechnikai eszköz üzemeltetését végzők céljait és értékrendjét képviselő szempontok olyan együttese, melyek az alkalmazás minőségét közvetve határozzák meg. Ilyenek lesznek a megbízhatóság, az élettartam, a kiszolgálási igényesség, a karbantarthatóság, a javíthatóság béke és harci körülmények között és a minőségügy. Könnyű összekeverni a műszaki paraméterekkel, pedig itt két különböző dolgról van szó. Ahogy azt a (2) tüzérségi tűzvezető rendszerekre igazolja a műszaki paraméterek együttese a katonai szempontok teljesítési szintjét határozzák meg, például a fegyvercső hosszúsága mint paraméter, a pontosság mint szempont teljesítésének a szintjét befolyásol-

ja (a szempontok és a paraméterek közötti összefüggésekre még ebben a fejezetben kitérek).

Pénzügyi szempontok: Azon szintű döntéshozói célokat kifejező szempontok együttese, amely szint, illetve szervezet finanszírozza a kérdéses haditechnikai eszköz beszerzését, illetve fejlesztését (mivel a pénzügyi szempontok csak ebben a két döntési környezetben jelennek meg). Mérésükre az eszköz beszerzésével, üzemeltetésével és üzemben tartásával kapcsolatosan fellépő pénzbeli ellenszolgáltatások szolgálnak (be-szerzési ár, fenntartási költségek, szükséges karbantartó és javító háttér kiépítésének és fenntartásának a költsége, fajlagos fenntartási költség, stb.).

Gazdasági szempontok: A legfelsőbb (kormány szintű) döntéshozó gazdasági céljait kifejező szempontok. Ebbe a kategóriába lehet sorolni a hadiipari kapacitás létrehozását, az egyéb beruházásokat és az ellentételezést jellemző tulajdonságok együttesét. Csak beszerzési környezetben jelenik meg.

A tovább nem bontható szempontok az ún. levélszempontok, amelyek eszközökre vonatkozó teljesítési szintjét az adott eszköz paramétereinek a segítségével mérjük. Például egy aktív tűzfegyver esetében a tüzérő egyik alszempontja a pontosság, amit mérhetünk a szórás kép nagyságára jellemző R_{50} kör sugarával, vagy az adott távolságon lévő cél eltalálásának a valószínűségével.

Célszerű eredő paramétereket választani a szempontok mérésére, vagyis olyanokat, amelyek az eszközre jellemző fizikai-műszaki összefüggések segítségével több paraméter felhasználásával számítunk, illetve olyan mérhető paramétereket, ahol a mért érték nagyságának a kialakulásában az előzőekhez hasonlóan több paraméter játszik közre. Így a túlhatározottság elkerülésével válik teljesíthetővé a teljesség követelménye. Tehát célszerű előtérbe helyezni a fajlagos mutatókat és a méréssel meghatározható értékeket. **Ez egy egyszerű példán keresztül szemléltethető:** Legyen egy aktív rendszerű páncéltörő fegyver egy mérési szempontja a páncél-átütőképesség. Ez az eszköz sok paraméterétől függ például a torlokati sebességtől, a lövedék geometriájától, tömegétől és anyagától. Az átütőképességet e paraméterek együttese határozza meg úgy, hogy az egyes tényezők szerepének a nagyságát az ide jellemző fizikai összefüggések határozzák meg. A szempontok súlyozása során az egymáshoz viszonyított fontosságukat viszont szubjektív ítéletekkel becsüljük, ami feltétlenül nem egyezik meg a valós, fizikai-műszaki összefüggések által generált fontosságokkal. Ebben az esetben akkor járunk el helyesen, ha

mérési eredmények alapján hasonlítottunk, például adott acéllemezbe való behatolás mélysége szerint. Nem minden esetben ilyen egyszerű a helyzet. **Vegyük például egy terepjáró gépkocsi esetében mindenképpen figyelembe veendő szempontot a terepjáró-képességet.** Itt nincsen olyan számított vagy mért érték, amely egyszerre reprezentálná a makró- (25 centiméternél nagyobb) és a mikroakadály leküzdő képességet, mivel mindkét tulajdonságot más-más összefüggések írják le. A két tulajdonság külön-külön már mérhető egy-egy számított paraméter segítségével, de az egymáshoz viszonyított fontosságukat már nekünk kell megadni.

2. 4. A szempontok súlyozása

Az értékrend meghatározásának második lépése a súlyszámok számítása. A súlyszámok számítására több különböző pontosságot szolgáló eljárást dolgoztak ki. Az eljárások matematikai modelljét a cikk tartalmi lehetőségei miatt nem ismertetem, ezek megtalálhatók a (3; 4; 5; 6) irodalmakban. **Az eljárásokat két alapvető csoportba lehet sorolni, ezek:**

- közvetlen becsléseken alapuló eljárások;
- páros összehasonlításokon alapuló eljárások.

A közvetlen becsléseken alapuló eljárások eredménye, egy vagy több szakértő szubjektív ítéletén alapszik. **A emberi ítélőképesség korlátjai csak rangsor szerinti súlyszámbecsléseket tesznek lehetővé.** Vagyis, ha **A; B; C; D; E** öt szempont, akkor közvetlen becslés segítségével csak preferenciasorrendet vagyunk képesek felállítani, például **B → C → A → D → E⁵**, ahol a legelőnyösebb **B** és a legkevésbé előnyös **E**. Kettőnél több szempont esetében nem vagyunk képesek a súlyszámokat úgy becsülni, ami a rangsoron felül, páronként visszatükrözné a különbségek nagyságát. Ez egy egyszerű példán keresztül könnyen igazolható. Legyen a közvetlen becslés eredménye **A: 0,3 ; B: 0,25 ; C: 0,2 ; D: 0,15 ; E: 0,1**. **Arányskála** –tehát a legmagasabb mérési skála– szintűnek akkor tekinthető, ha a szempontok valamennyi lehetséges párosára a súlyszámok hányadosa visszatükrözi a két kérdéses szempont egymáshoz viszonyított fontosságát. **Vagyis a súlyszámok alapján B 2,5-szer fontosabb, mint E, aminek egyeznie kell a tapasztalattal és valamennyi párra hasonlóan.** A súlyszámok becslésekor viszont közvetlenül nem vagyunk képesek valamennyi kombinációt ellenőrizni, ezek nagy száma miatt. **A példánkban**

⁵ A „→” jel preferenciarelációt jelöl, A **B → C** jelentése: **B** fontosabb (előnyösebb) mint **C**, nincs információ a preferencia nagyságáról.

szereplő öt szempont esetében ez a szám $\binom{5}{2} = 10$, tíz szempont esetében viszont már $\binom{10}{2} = 45$. Mindezek miatt általában csak rangsor felállítására törekszünk és legfeljebb a rangsorban szomszédos szempontok között, tudjuk érzékeltetni a különbségek nagyságát.

A közvetlen becsléseken alapuló eljárások előnyei: meglehetősen egyszerűek; nincs szükség komoly matematikai apparátusra az alkalmazásához; egyszerűen és könnyen alkalmazható egy és több szakértő esetében is. Hátránya, hogy csak rangsor szerinti összehasonlítást tesznek lehetővé, ezért csak előzetes felmérések elvégzésére javaslom, illetve akkor, ha más pontosabb eljárás alkalmazására nincs lehetőség.

A páros összehasonlításon alapuló eljárások a közvetlen becslések pontatlanságát hivatottak kiküszöbölni. Ahogy azt az előzőkben ismerttettem kettőnél több szempont esetében minden egyes kombinációra nem vagyunk képesek az arányskála szintű mérés követelményeit teljesíteni. Kettő szempont esetében viszont képesek vagyunk meghatározni a preferenciarelációt és ezen felül képesek vagyunk becsülni a preferencia nagyságát.

A két legismertebb páros összehasonlításon alapuló eljárás a Guilford és az AHP. Mindkét esetben a szempontokból képezzük a lehetséges összes szempontpárt, melynek száma $\binom{n}{2}$, ahol n a szempontok száma. A két eljárás menete innen különböző. A Guilford esetében a szempontpároknál csak a preferenciarelációt kell eldönteni, vagyis csak egy kedvezőbb–kedvezőtlenebb döntést kell hozni. **Az AHP esetében egy kilencfokozatú skálán kell jelölni a preferencia nagyságát:**

1. egyformán fontos,
3. mérsékelten fontosabb,
5. sokkal fontosabb,
7. nagyon sokkal fontosabb,
9. rendkívüli mértékben fontosabb.

Ezt követően mindkét eljárás esetében a saját matematikai modell szerint határozhatók meg a szempontok súlyszámai.

Az egyszerre összehasonlított szempontok számát az emberi képességek itt is korlátozzák. *Saját tapasztalataim, valamint a szakirodalom ajánlásai alapján a Guilford eljárás esetében 12, míg az AHP eljárásnál 6-7 szempontot lehet egyszerre összehasonlítani.* A szempontrendszer hierarchikus (fastruktúra szerinti) felépítésével ezen követelmények az esetek többségében könnyen teljesíthetők. *Ettől több szempont összehasonlításakor a szakértői következtetés általában olyan mértéket ér el, hogy az eredmények már nem használhatók.* (A szakértői következtetés mértékét mindkét esetben számolni kell, ennek a módszere mindét eljárás esetében adott.)

Az értékrend definiálásakor még egy problémakörrel kell beszélni. Az esetek többségében az értékrend nem egy, hanem több szakértő véleménye alapján készül. Tehát nem egy, hanem több értékrend alapján kell meghatározni az eredőt. A probléma akkor lesz jelentős, ha szakértők álláspontjai között számottevő eltérések vannak. Ekkor ugyanis valamilyen optimumot kell találni a szakértői álláspontok között, de ennek az optimumnak olyannak kell lennie, ami még megfelelő mértékben képviseli azokat az álláspontokat, amelyekből az meg lett határozva. Az eltérő álláspontok között tehát valamilyen módon kompromisszumos megoldást kell találni, de nem minden áron. *A kompromisszumnak olyannak kell lennie, amely minden résztvevő fél álláspontját még megfelelő mértékben tükrözi.* Amennyiben ez nem lehetséges, mivel olyan nagyok az álláspontok közötti különbségek, akkor mindenképpen jobb megoldás a különböző álláspontok azonosítása és az ezek közötti választás, mint egy olyan megoldás választása, amely már semelyik résztvevő álláspontját sem képviseli. *A szakértői véleménycsoportok Sork-, Kendall féle rankorrelációs eljárásokkal vagy pedig clusteranalízissel azonosíthatók és elkülöníthetők (8).*

2. 5 Az összehasonlító módszer kiválasztása

A szakirodalom jelentős számú összehasonlító módszert ismer, valamennyi felsorolását, bemutatását és elemzését jelen cikk tartalmi korlátjai nem teszik lehetővé, ezért csak a legfontosabb jellemzőik szerint csoportosítom a módszereket. A legfontosabb eljárások leírása és elemzése az (1; 3) irodalmakban megtalálhatók.

Az többszemponú döntési modellek két alapvető csoportba sorolhatók, ezek:

- szűrő típusú modellek,
- számszerúsító modellek.

A szűrő típusú modellek nem alkalmasak az egyes alternatívák (haditechnikai eszközök) összehasonlítására, csak megfelelő–nem megfelelő minősítésre. Nem határozható meg a megfelelőség mértéke. ***A szűrő típusú modellek segítségével vizsgálható, hogy:***

- a haditechnikai eszköz rendelkezik-e valamilyen tulajdonsággal,
- a haditechnikai eszköz rendelkezik-e valamilyen tulajdonság meghatározott szintjével.

A szűrő típusú modellek segítségével vizsgálható ***az adott haditechnikai eszköz környezetvédelmi, minőségügyi, jogszabályi előírásnak való megfelelősége.*** Itt írható elő és vizsgálható, hogy a vizsgált haditechnikai eszköz entitásai eleget tesznek-e a rá tervezett feladatkörök betöltésére. Ezen modellek általában csak többszöri iterációk után alkalmasak a legmegfelelőbb eszköz kiválasztására, úgy, hogy az egyes iterációk során az entításokat változtatjuk.

A szűrés során tehát olyan tulajdonságokat vizsgálunk, amelyek lényegében nem képzik az összehasonlítás tárgyát, használatuk segítségével lényegében az összehasonlításra kerülő haditechnikai eszközök halmozát határozhatjuk meg.

A számszerúsító modellek az összehasonlítás filozófiáját és eredményét a mi szemszögunkből tekintve két fő csoportba sorolhatók, ezek:

1. rangsoroló eljárások;
2. összehasonlításra alkalmas eljárások.

Rangsorolásra alkalmas eljárások:

- PROMETHEE (Preference Ranking Organisation METHod for Enrichment Evulation) és az eredmények vizuális megjelenítésére szolgáló GAIA (Geometrical Analysis for Interactive Assistance) (5; 6);

- MARSAN és ELECTRE (3);
- KIPA (*Kindler József–Papp Ottó*) (3).

A felsorolt három eljárás közül legkorszerűbbnek a **PROMETHEE** tekinthető, módszertana alapján fejlesztették ki a **PROMCALC&GAIA** döntéstámogató *szoftverrendszert*. A **KIPA** hazai fejlesztésű, a módszer nevét adó mozaikszó a kifejlesztők nevét takarja. *A KIPA hazai gyakorlatban széleskörben ismert és jól bevált.*

Ezen eljárások az egyes alternatívákat, esetünkben haditechnikai eszközöket, szempontonként hasonlítják össze. A preferenciarelációt a két alternatíva között a szempontonkénti egymáshoz viszonyított előnyök és hátrányok mérlegelése alapján állapítják meg, *vagyis elfogadják azon elvet miszerint egy alternatíva egy hátrányos tulajdonságát egy előnyös tulajdonsága kiegyenlíthet.* Ez a metódus jól modellezi az emberi döntési folyamatot, hiszen ha két bármilyen berendezés, például személygépkocsi közül kell választanunk, akkor szempontonként vizsgáljuk meg a lehetséges változatokat. Ha az egyik drágább, de több funkcióval rendelkezik, akkor azt mérlegeljük, hogy a többletköltség, mint hátrány, megéri-e a szélesebb körű felhasználhatóságot, vagyis a döntési modellekhez hasonlóan a szempontonkénti előnyöket vetjük össze a hátrányokkal.

Az utilitásfüggvények⁶ nem abszolútak, egy alternatíva valamely szempont szerinti hasznosságát csak valamilyen másik alternatívához képest állapítják meg. *Ezt egy példán keresztül a következőképpen mutatom be:* nem azt kell a szakértőnek meghatározni, hogy milyen hasznossága van például 300 milliméteres páncélatütő képességnek önmagában, hanem azt, hogy mennyivel nagyobb hasznóságot jelent mint például 200 milliméteres páncélatütő képesség.

Ezen eljárásokkal csak rangsor felállítására van lehetőség. Nem kapunk információt arról, hogy az alternatívák milyen távolságban vannak egymástól, nem tudható meg, hogy az előrébb sorolt eszköz mennyivel jobb mint az utána következők. Ebből adódóan csak olyan döntési helyze-

⁶ Utilitás (hasznosság) jelentése: valamely szempont teljesítési szintjének döntéshozói értékessége.

tek megoldására alkalmasak, amelyeknél ez az eredmény elegendő, ilyen helyzetek lesznek a kiválasztás és a beszerzés⁷.

A 2. csoportba sorolt eljárások segítségével az egyes alternatívákat intervallum vagy arányskála szinten mérik. Az összehasonlítás, így a mérés eredményeképpen válik lehetővé. **Fontosabb módszerei:**

- AHP (Analytic Hierarchy Process) (4; 7);
- Kesselring (3);
- Combinex (3);
- TENDER. (1)].

A felsoroltak közül legkorszerűbb, legpontosabb és arányskála szintű mérésre alkalmas, de mindezek miatt a legösszetettebb matematikai apparátust igénylő eljárás az AHP, módszertana alapján dolgozták ki az Expert Choice döntéstámogató szoftvert. Egyszerű de mégis megfelelő pontosságot szolgáltató eljárások a **Kesselring**, illetve a **Combinex**. Matematikai modelljük egyszerűsége és közérthetősége lehetővé teszi az operatív szinten való felhasználást, viszont csak *intervallumszintű⁸ összehasonlítást* tesznek lehetővé. Ezen modellek tehát nem teszik lehetővé két haditechnikai eszköz közötti különbség nagyságának önálló megállapítását. *A TENDER⁹* hazai fejlesztésű döntéstámogató szoftver, de mivel önálló döntési modellel rendelkezik, ezért önálló eljárásként is kezelhető.

A hasznossági függvények abszolútak, vagyis a döntési modellt kialakító szakértőknek olyan hasznossági függvényeket kell meghatározni,

⁷ Amennyiben az ide vonatkozó jogszabályok a modell alkalmazását megengedik.

⁸ Az intervallum skála(Celsius, Fahrenheit, tengerszint feletti magasság) statisztikai fogalom, jelentése: ha **A**, **B**, **C** eszközök pontszámai rendre: 0,2; 0,6; 0,8, – mivel az additivitás axiómái itt nem érvényesek– nem következik, hogy **C** 0,8/0,2=4-szer jobb mint **A**, hanem csak az, hogy **C** és **B** között a különbség fele akkora mint **B** és **A** között $2 \times (0,8 - 0,6) = 0,6 - 0,2$. Vagyis csak az egyes eszközök közötti különbségek nagysága vehető össze, az összehasonlításhoz tehát minimum három eszközre van szükség.

⁹ A TENDER a Beszerzési és Biztonsági Beruházási Hivatal tulajdonában lévő döntéstámogató szoftverrendszer, amelyet a MH Gépjármű Fejlesztési Program és a Gépjármű Beszerzési Program során alkalmaztak.

amelyekkel meghatározható a vizsgált szempont valamennyi teljesítési szintjéhez rendelhető hasznosságérték. Az alternatívák szempontenkénti hasznossága tehát nem függ a többi alternatívától. ***Ettől eltérő az AHP eljárás, ahol a szempontenkénti hasznosságértékeket a szakértő egymáshoz viszonyítva állapítja meg.***

3. A módszer alkalmazása és az eredmények értékelése

Az összehasonlítás utolsó két lépése már teljesen objektív. A módszer alkalmazása során esetenként nehézséget okozhat a nagyszámú feldolgozandó adat, ezért célszerű mindenképpen valamilyen számítógépes program használata. ***Könnyebbé tehető, ha van és elérhető valamilyen döntéstámogató szoftver, ugyanis:***

- A manuális számítások terhét leveszi, ezáltal időt takaríthatunk meg és csökkenti az emberi tévedések lehetőségét;
- Adatbiztonságot tesz lehetővé;
- Dokumentálhatóságot tesz lehetővé;
- A különböző adatbázis-kezelő funkciók különböző formájú és tartalmú jelentések azonnali elkészítését teszik lehetővé;
- Az adatokon egyéb számítások elvégzését, például érzékenységvizsgálat tesz lehetővé.

Amennyiben nincs vagy nem áll rendelkezésre ilyen szoftver, abban az esetben valamilyen általánosan használt szoftver (MS Excel) segítségével is elvégezhetők a számítások. ***Az AHP, illetve a GAIA modellje matematikai programcsomag alkalmazását igényli (Maple, Mathematica).***

A folyamat utolsó elemeként az eredményeket kell értékelni. Az értékeléshez ismerni kell az alkalmazott módszer sajátosságait, vagyis, hogy az eredmények rangsor-, intervallum-, vagy arányskálán értelmezhetők. Az (1) megoldást kínál azokra az esetekre, amikor két eszköz számított pontszáma „közel” helyezkedik el egymáshoz, vagyis a preferencia egyértelműen nem dönthető el.

Összefoglalás

Cikkemben általános útmutatással kívántam szolgálni olyan eljárásokról és ezek alkalmazásáról, amelyek segítségével a haditechnikai eszközök válnak összehasonlíthatóvá. Ismertettem az összehasonlítás jelentőségét és lehetséges felhasználási területeit.

Az összehasonlítás folyamatának általános jellemzőit írtam le, jelentős részben a saját tapasztalataim és a vonatkozó szakirodalom szerint.

Az összehasonlítás egyes elemeit külön–külön elemeztem. Az egyes részfolyamatokról leírt javaslatok és általános útmutatások mennyisége alapján kitűnik, hogy részletesebben és alaposabban foglalkoztam az értékrend kialakításának a folyamatával és kevésbé foglalkoztam az összehasonlító módszerekkel. Ezt nem véletlenszerűen, hanem szándékosan alakítottam a cikk írásakor. *Az összehasonlító módszerek leírása a hivatkozott irodalmakban megtalálható, alkalmazásuk teljesen objektív, tehát külön–külön magyarázatot nem igényelnek. Lényegesebb és több magyarázatot igényel a szempontrendszer kialakítása. A folyamat ezen része szubjektív és ahogyan azt az (1) igazolja a végeredményekre ennek lesz a legnagyobb befolyása, tehát szélesebb körű magyarázatot igényel. A szubjektivitás csökkentésére, többváltozós analízis felhasználásával az (1; 8) módszert kínál.*

Felhasznált irodalom:

1. **Gyarmat J.:** Többszemponos döntéelmélet alkalmazása a haditechnikai eszközök összehasonlításában, Ph.D. értekezés, ZMNE Katonai Műszaki Doktori Iskola, Budapest, 2003.
2. **Kende Gy.:** A magyar tábori tüzérség automatizált tűzvezetési rendszer kifejlesztése, eredményei és tapasztalatai, MTA doktori értekezés, Budapest, 2001.
3. **Kindler J., Papp O.:** Komplex rendszerek vizsgálata, Műszaki könyvkiadó, Budapest, 1977.
4. **Rapcsák T.:** Többszemponú döntési problémák AHP modellek, Egyetemi oktatáshoz segédanyag, Budapesti Közgazdaságtudományi és Államigazgatási Egyetem MTA. Számítástechnikai és Automatizálási Kutatóintézetébe Kihelyezett Gazdasági Döntések Tanszék, Budapest, 2000.

5. **Brans J.P.:** L'ingénierie de la décision, Élaboratorion d'instruments d'aide á la décision. Méthode PROMETHEE, Université Laval, Colloque d'Aide á la Décision Quebec Canada (1982) 183-213.
6. **Rapcsák T.:** Többszemponú döntési problémák, A PROMETHEE és a GAIA módszertan, Egyetemi oktatáshoz segédanyag, Budapesti Közgazdaságtudományi és Államigazgatási Egyetem MTA Számítástechnikai és Automatizálási Kutatóintézetébe Kihelyezett Gazdasági Döntések Tanszék, Budapest, 2000.
7. **Saaty T.L.:** The analytic hierarchy process, McGraw-Hill, New York, 1980.
8. **Füstös L., Meszéna Gy., Simonné Mosolygós N.:** A sok-változós adatelemzés statisztikai módszerei, Akadémiai Kiadó, Budapest, 1986.
9. **Turcsányi K.:** A haditechnikai eszközök megbízhatóságának elméleti alapkérdései, ZMNE jegyzet, Budapest, 1999.