

Dr. Gyarmati József mk. őrnagy

ZMNE BJKMK

Katonai Logisztikai Minőségügyi és Közlekedésmérnöki Tanszék

DÖNTÉSI MODELL KIALAKÍTÁSA KÖZBESZERZÉSI ELJÁRÁS SORÁN

Absztrakt

A cikk egy olyan algoritmust mutat be, amely segítségével közbeszerzési eljárás során haditechnikai eszközöket lehet összehasonlítani. Az algoritmus és annak matematikai módszere megfelel a közbeszerzési törvény előírásainak. A cikkben bemutatott eljárás hasznos lehet mindazon szakértők vagy döntéshozók számára, akik közbeszerzési eljárások dokumentációinak a kidolgozásában vesznek részt. Kulcsszavak: Döntésmélet, közbeszerzés, haditechnika.

This article show a method which help to compare weapons and military equipments in acquisitions. The mathematical method of this algorithm, suit the direction of the acquisition law. This could be useful for experts and decision makers who make the documentations of acquisition.

ELŐSZÓ

A Magyar Honvédség, és általánosságban egy hadsereg fejlesztésének, korszerűsítésének alapvető eszköze az új haditechnikai eszközök rendszerbe állítása. A honvédelmi tárcán belül K+F folyamatokról lényegében nem beszélhetünk így a fejlesztés ezen részének a beszerzés marad az egyetlen eszköze.

A haditechnikai eszközök beszerzésének folyamatát jogszabályok írja elő, amelyek a döntés előkészítők és döntéshozók mozgásterét és lehetőségeit jelentős mértékben korlátozzák.

Egy haditechnikai eszközt az esetek többségében jelentős – akár több évtized- időtartamban alkalmazzák és a beszerzési költségeik is rendkívül magasak, a döntés előkészítők és döntéshozók felelőssége ezért rendkívül nagy, viszont a cselekvési lehetőségeik jogszabályi korlátok közé vannak szorítva. Cikkemben olyan algoritmizált módszertani útmutatót kínállok, amely e szakértők számára segítséget nyújt a döntési modell összeállításában. Az útmutató megfelel a Kbt. előírásainak, tehát közbeszerzési eljárás során alkalmazható.

Az útmutató az ADATGYŰJTÉS fejezetét leszámítva csak a döntési modell elkészítésére vonatkozó konkrét utasításokat tartalmazza, az utasítások és az eljárások formájának és szükségességének az igazolását az irodalomjegyzékben közölt publikációimban találhatók meg.

Az útmutató hasznos lehet mindazok számára, akik a megbízást készítik az eljáró számára, valamint azoknak, akik a szakértői bizottságok munkájában vesznek részt.

ADATGYŰJTÉS

Egy haditechnikai eszköz esetében meghatározó a használat, vagyis az alkalmazás. Ezért a döntési modell elkészítéséhez pontosan tudni kell, hogy mire lesz használva az eszköz, ezen kívül információval kell rendelkezni az alkalmazás várható körülményeiről is. Egy haditechnikai eszköz minden esetben egy rendszernek az eleme, vagyis ismeretekkel kell rendelkezni azon eszközökről, amelyekhez a beszerzendő eszköz kapcsolódni fog.

Egy haditechnikai eszköz a jellegéből következően más ellenséges eszközökkel szemben lesz bevetve ebből következően ismertekkel kell rendelkezni a várható ellenséges eszközök paramétereiről és képességeiről is.

Az eszközök összehasonlítása ún. szempontokon keresztül történik. Az összehasonlítás szempontjaihoz eljuthatunk a betöltésre váró funkciók keresztül, ugyanis egy eszközt valamely funkció vagy funkciócsoport betöltésére keressük. Az összehasonlítás egy elvét pedig megfogalmazhatjuk úgy is hogy az eszköz keressük, amelyik az elvárt funkciókat a legmagasabb színvonalon elfogadható költséggel tölti be.¹

Ezért első lépésként el kell készíteni (amennyiben ez már rendelkezésre áll akkor itt csak pontosításról beszélhetünk) az eszköztől elvárt funkciók listáját. A következő lépésben meg kell határozni, hogy az egyes funkciók betöltésének minőségét milyen egyértelműen megadható paraméterek segítségével mérhetjük, valamint a paraméterekhez rendelhető és a funkciók elégséges betöltéséhez szükséges szélső értékeket. A modell elemeinek a meghatározásához információval kell rendelkezni a lehetséges ajánlattevők eszközeiről, valamint ezen eszközök általunk vizsgált paramétereiről.

Egy haditechnikai eszköz esetén a korszerűség minden esetben meghatározó, amelyet célszerű összehasonlítási szempontként is megfogalmazni, ezen felül még fontos a korszerűség prognosztizálása illetve prognosztizálhatósága. Kevés, ha csak annyit tudunk egy eszközzel, hogy jelenleg korszerű, ismeretekkel kell rendelkezni arról is, hogy várhatóan meddig marad az. Ezt legjobban a műszaki és a haditechnikai K+F folyamatok nyomon követése révén érhetjük el.

Az adatgyűjtés ennek megfelelően a következő feladatokra osztható:

- funkciólista elkészítése (pontosítása);
- a funkciók betöltésének színvonalát mérő paraméterek, vagy technológiák meghatározása;
- lehetséges ajánlattevők eszközeire vonatkozó adatok gyűjtése;
- ellenséges haditechnikai eszközök adatainak a gyűjtése;
- az alkalmazás körülményeire vonatkozó adatok gyűjtése;
- hazai és főleg külföldi haditechnikai K+F adatok gyűjtése;

KIZÁRÓ FELTÉTELEK MEGFOGALMAZÁSA

A kizáró feltételek olyan előírások, amelyek segítségével azt vizsgáljuk, hogy az ajánlattokban szereplő eszközök teljesítik-e a közbeszerzés tárgyát, vagyis alkalmasak-e a funkciólistán szereplő funkciók betöltésére.

Minden kizáró feltételt ellenőrizni kell, az ellenőrzést célszerű, ha olyan szakérő(k) végzi aki a megfogalmazásukban nem vett részt.

¹ A funkcióbetöltés színvonala és a költség kapcsolatát a pénzügyi lehetőségek valamint a katonai elvárások függvényében másképpen is meg lehet fogalmazni. Erről részletesebb lehet olvasni a Gyarmati (2003) irodalomban.

Az ellenőrzést kérdésekre adott válasz segítségével kell elvégezni.

A kizáró feltétel nem teljesítése pontosan miért teszi számunkra alkalmatlanná az eszközt?

Amennyibe a kérdésre nem tudunk egyértelmű választ adni, akkor a kizáró feltételt törölni kell:

A kizáró feltétel nem teljesítése melyik funkció betöltésére teszi alkalmatlanná az eszközt?

Amennyiben a kérdésre nincs egyértelmű válasz, akkor két lehetőség van: vagy a kizáró feltételt kell törölni vagy pedig előfordulhat, hogy a funkciólistánk nem teljes.

A kizáró feltételek az adatgyűjtésre támaszkodva megfogalmazhatók:

- berendezések, kiegészítők, opciók előírásával, amelyek nélkül az eszköz vagy nem illeszthető a hozzá tartozó rendszerhez, vagy pedig a saját feladat betöltésére alkalmatlanná válik;
- szabványok segítségével;
- paraméterek segítségével, amelyet minimálisan el kell érni, vagy túl nem léphetők.

RÉSSZEMPONTOK MEGHATÁROZÁSA

A eljárások többségében alkalmazott résszempontok:

- harcászati (műszaki);
- minőségügyi;
- pénzügyi;
- ellentételezési és beruházási.

Az *ellentételezési és beruházási résszempont*² meghatározásáért a GKM a felelős ezért ezzel a továbbiakban nem foglalkozom. A *minőségügyi* követelmények a vonatkozó szabványok szerint jól meghatározhatók. A gyakorlatban előfordult korábban a minőségügyi résszempontok megfogalmazása és ezen keresztül az ajánlattevők minőségügyi szabványoknak és előírások való megfelelési szint szerinti rangsorolása, viszont az alkalmazott mérés technika nem teszi lehetővé, hogy valós különbségeket lehessen meghatározni ezen a területen. Az ide vonatkozó szabványok jellege alapvetően csak megfelelt – nem megfelelt minősítések meghatározására adnak lehetőséget. Nem lehet értékelhető és igazolható különbséget tenni a szabványoknak való megfelelés színvonalában. Külön minőségügyi résszempontok meghatározása csak akkor javasolt, ha azok az ELLENŐRZÉS fejezet követelményeinek megfelelnek. A minőségügyi feltételek teljesítését az ide vonatkozó szabványoknak való megfeleléssel kell biztosítani. A feltételek nem teljesítése pedig az ajánlattevőre vonatkozó kizáró ok.

PÉNZÜGYI ALSZEMPONTOK MEGHATÁROZÁSA

A *pénzügyi résszempontok alszempontjai* a különböző eljárások során nagyméretű hasonlóságot mutatnak, ezért ezek általánosíthatók is. Pénzügyi területen belül három vizsgált vetület jól megkülönböztethető és általánosságban is előírható:

- egyszeri (beszerzési) költség;

² A vonatkozó jogszabály által meghatározott összeg feletti beszerzések esetén. Jelenleg egymilliárd forint.

- fajlagos (fenntartási) költség;
- fizetési feltételek.

A beszerzési költség az eljárás legfontosabb alszempontja³. Jól mérhető és lényegében egy valószínűséggel realizálódik. Az egyszeri költségek vizsgálatokor feltétlenül megjegyzendő, hogy a ide bele kell számítani azon esetleges beruházási költségeket, amelyek az eszköz üzembe helyezéséhez szükségesek.

A vizsgált alszempontok közül a legnagyobb problémát a fajlagos vagy fenntartási költségek számítási módjának meghatározása okozza. Itt a következő költségösszetevőket kell figyelembe venni:

- villamos energia, hajtó- és kenőanyag felhasználás;
- megelőző jellegű javítások költsége;
- elhárító jellegű javítások költsége;
- kezelőszemélyzet létszáma.

A fajlagos költségek esetében a problémát az ajánlattevők által ide megajánlott adatok hitelessége jelenti. A vonatkozó jogszabályok lehetőséget adnak az ajánlattevő számára az adatok hitelességének az ellenőrzésére. Az ajánlatkérőnek joga van tanúsítványok jegyzőkönyvek és egyéb hitelesítésre szolgáló dokumentum bekérésére. A hitelesítésre viszont gyakorlatilag csak akkor van lehetőség, ha az adatok a jelenben is léteznek. A fenntartási költség és ennek egy számítási alapja például a meghibásodási ráta csak a beszerzést követően hosszú idő múlva realizálódik és válik mérhetővé. Az ajánlattevő lényegében bármilyen adatot megajánlhat jogi következmény nélkül.⁴

Az alszempont lényeges viszont az ide megajánlott adat hitelesíthetőségére ügyelni kell. A fenntartási költségeket ajánlott a következő paraméterek segítségével mérni:

- leggyakrabban meghibásodó alkatrészek ára;
- részegységek, fődarabok élettartama;
- független üzemeltetési forrás;
- hajtó és kenőanyag felhasználás.

A HARCÁSZATI (MŰSZAKI) ALSZEMPONTOK MEGHATÁROZÁSA

A döntési modell legösszetettebb része. Nem lehet általánosságban értelmezhető alszempontokat megfogalmazni csak a megfogalmazás megközelítési módját. A javasolt eljárás egy előzetes lista összeállítása majd a következő fejezetbe található kérdéssor segítségével történő ellenőrzése. Az alszempontokat egy iterációs eljárással kaphatjuk meg. Az adatgyűjtés során összeállított funkciólistából kell kiindulni. Azon funkciók betöltésének a minőségét kell mérni, amelyek a kizáró feltételeknél nem szerepelnek.

A harcászati (műszaki) alszempontok esetében a következőket Gyarmati(2003:43) szerint minden esetben figyelembe kell venni:

- fejleszthetőség (gyártmány és a gyártó képessége);
- harci alkalmazás tapasztalatai;
- származási hely.

³ Ennek ténynek a súlyszámokból is egyértelműen látszani kell.

⁴ A gyakorlatban előfordul akár 1000%-os eltérés az ide megajánlott adatok között. Az adatok ilyen mértékű szórása a hitelesség hiányával igazolható.

A HARCÁSZATI (MŰSZAKI) ALSZEMPONTOK ELLENŐRZÉSE

Az alszemponatok ellenőrzését a kizáró feltételhez hasonlóan a kidolgozásukban részt nem vevő szakértőknek kell végezni. Az ellenőrzés az alábbiakban megfogalmazott kérdések segítségével történik. Első lépésben egyenként kell végigmenni az alszemponatokon majd összességében.

A harcászati (műszaki) alszemponatok egyenkénti ellenőrzése

Az alszemponat segítségével lehet-e képességbeli különbségeket mérni?

Ha a válasz „NEM” abban az esetben elképzelhető, hogy a kérdéses alszemponat segítségével csak egy minimális képességszintet lehet előírni és a túlteljesítés már nem okoz képességkülönbséget, ha ez igaz akkor az alszemponatot át kell sorolni a kizáró feltételekhez, amennyiben nem akkor törölni kell.

Az alszempontra a várható ajánlattevők számunkra jelentős mértékű különbséggel rendelkező tartalmi elemeket fognak megajánlani?

Amennyibe a válasz „NEM”, abban az esetben az ajánlattevők az alszempontra hasznosságukat tekintve közel azonos tartalmi elemeket fognak megajánlani, tehát nem mérnek hasznossági különbséget. Csak abban az esetben szabad az alszemponatot meghagyni, ha az ide megajánlott tartalmi elemnek a későbbiekben, például a szerződéskötés során jelentősége lehet és a dokumentációba való megjelenítésére más mód nincs. A súlyszámok meghatározásánál viszont ezt figyelembe kell venni.

Az alszempontra egyértelműen meg lehet ajánlani tartalmi elemet?

Ha a válasz „NEM” akkor az alszemponat vélhetően rosszul van megfogalmazva, pontosítani kell!

Az alszempontra ellenőrizhető és hiteles tartalmi elemeket lehet megajánlani?

Amennyiben a válasz „NEM” abban az esetben célszerű az alszemponatot úgy átfogalmazni valamilyen más, de az alszemponat által mért tulajdonság reprezentálására szintén alkalmas paraméterre, amely már ellenőrizhető. Ha ez nem lehetséges, akkor az kell eldönteni, hogy melyik esetben vétünk nagyobb hibát? Akkor, ha hitelesíthetőség hiánya miatt várhatóan pontatlan és nagy szórású tartalmi elemekkel valótlanságokat mérünk, vagy akkor, ha az alszemponatot kihagyjuk a szempontrendszerből. A két lehetőség várható hibáját alaposan mérlegelni kell, és ennek megfelelően kell dönteni!

Az alszempontra megajánlható tartalmi elem jelentős mértékben befolyásolja a funkciólistán szereplő valamelyik funkció teljesítésének minőségét?

Amennyibe a válasz „NEM” át kell gondolni, hogy miért szerepeltetjük a szempontrendszerben! Mit akarunk vele mérni? Lehet-e egyáltalán evvel valamilyen képességbeli különbséget meghatározni?

Az alszempontra megajánlható tartalmi elem korrelál-e valamely más alszempontra megadható tartalmi elemmel?

Amennyiben a válasz „IGEN”, akkor vélhetően ugyanazon tulajdonság duplán van mérve, ez később torzítani fogja a súlyszámokat. A korreláló alszemponatok közül csak az egyiket szabad meghagyni!

A harcászati (műszaki) alszemponatok összességének ellenőrzése

Az eszköz valamennyi tulajdonságát vizsgáljuk az alszemponatok által?

Ha a válasz „NEM” abban az esetben meg kell vizsgálni, hogy a figyelmen kívül hagyott tulajdonság milyen mértékben befolyásolja a funkciólistán szereplő funkciók betöltésének a minőségét. Amennyiben ezt a befolyást jelentősnek értékeljük, akkor szerepeltetni kell, ha nem figyelmen kívül hagyható.

Az alszemponatok száma eléri a 30-at?

Ha a válasz „igen” akkor meg kell vizsgálni a csökkentés lehetőségeit.

SÚLYSZÁMOK SZÁMÍTÁSA

A súlyszámok számítási módszerének a kiválasztásakor az alábbiakat kell figyelembe venni:

- alszemponatok száma;
- rendelkezésre álló szakértelem.

Ha a résszemponatok száma legfeljebb 5 akkor nem indokolt matematikai módszer alkalmazása, a súlyszámok közvetlen becslés itt elegendő.

Az egyes résszemponatokhoz rendelt alszemponatok száma, ha meghaladja az 5-öt akkor már célszerű valamilyen súlyszám-számítási módszer használata.

Két súlyszám számítási eljárás javasolt a Guilford illetve az AHP. Pontosabb értékeket kapunk az AHP segítségével tehát, ha lehetséges mindenképpen ezen eljárás alkalmazása javasolt. Az AHP alkalmazásának feltételei:

- az összemérendő alszemponatok száma legfeljebb 7;
- lineáris algebrához értő szakértő alkalmazásának a lehetősége.

Ha a feltételek nem teljesülnek akkor Guilford eljárás alkalmazása javasolt. Az AHP módszertant az 1. melléklet a Guilford módszertant pedig a 2. melléklet mutatja be.

PONTOZÁSOS MÓDSZEREK KIVÁLASZTÁSA

A hasznossági függvények vagy a vonatkozó jogszabályok szerint „módszer”, amelyek segítségével az alszemponatokra az ajánlattevők által megajánlott adatokat (tartalmi elemeket) pontozzuk. Maximális pontérték 1, minimális pontérték 0. A hasznossági függvényben alkalmazott jelölések:

- t : az ajánlattevő tartalmi eleme;
- t_{max} : a lehető legkedvezőbb érték, az ajánlattevőktől függetlenül általunk kerül meghatározásra, hasznossága 1;
- t_{min} : a lehető legkedvezőtlenebb érték, az ajánlattevőktől függetlenül általunk kerül meghatározásra, hasznossága 0;
- t_j : A legkedvezőbb és a legkedvezőtlenebb érték közötti meghatározható hasznosságú érték;
- $u(t)$: a tartalmi elem pontértéke.

A módszer kiválasztás szerint négy alapesetre osztható. Első lépésben a következő négy alapeset közül kell kiválasztani a kérdéses módszerre jellemzőt, majd ezt követően az kell meghatározni, hogy az alszemponthoz növekvő vagy csökkenő utilitású tartalmi elemekkel rendelkezik. Ennek megfelelően nyolc módszert kiválasztását teszi lehetővé az algoritmus.

1. A pontozást csak az általunk meghatározott legkedvezőbb (t_{max}) adathoz képest akarjuk elvégezni. Minden tartalmi elem rendelkezni fog hasznossággal, nem írunk elő minimális teljesítési szintet, ebből adódóan az alszempontra nem fog kizárni egyetlen ajánlatot sem.
2. A legkedvezőbb teljesítési szint mellett legkedvezőtlenebb teljesítési szintet tudunk is elő tudunk írni. Azon ajánlat, ami ez alatt teljesít érvénytelen.
3. A legkedvezőbb és a legkedvezőtlenebb teljesítési szinten felül a két érték között több olyan értéket is elő tudunk írni, amelyeknek a hasznosságát meg tudjuk határozni.
4. Az alszempontra beérkező tartalmi elemek diszkrétnek, viszonylag kisszámúak, és a hasznosságuk általunk meghatározható.

A fenti négy pontban megfogalmazott módszerek mindegyikét két-két esetben lehet használni. Az a) pontban felsorolom a növekvő hasznosságú tartalmi elemeket, a b) pontban pedig a csökkenőeket. **A módszer akkor használható a kérdéses alszemponthoz, ha az oda leírt feltételeknek megfelel!**

a) HA A NAGYOBB TARTALMI ELEM HASZNOSABB

1/a MÓDSZER

$$u(t) = \begin{cases} \frac{t}{t_{max}} & \text{ha } t < t_{max} \\ 1 & \text{ha } t \geq t_{max} \end{cases} \quad (1)$$

A módszer alkalmazhatóságának feltételei:

- a nagyobb tartalmi elem hasznosabb;
- a t_{max} olyan érték, amelyen felül történő teljesítés nem jelent többlethasznót, ennek ellenőrzése céljából célszerű előzetesen összevetni a várható tartalmi elemeket t_{max} értékével;
- a kétszer nagyobb tartalmi elem kétszer hasznosabb;
- minden tartalmi elem rendelkezik hasznossággal más megfogalmazásban nincs zérus hasznosságú tartalmi elem, és nem lehet előírni minimális teljesítési szintet.

2/a. MÓDSZER

$$u(t) = \begin{cases} 0 & \text{ha } t < t_{min} \\ \frac{t-t_{min}}{t_{max}-t_{min}} & \text{ha } t_{min} \leq t \leq t_{max} \\ 1 & \text{ha } t > t_{max} \end{cases} \quad (2)$$

A módszer alkalmazhatóságának a feltétele:

- a nagyobb tartalmi elem hasznosabb;
- a t_{max} általunk meghatározott, olyan érték, amelyen felül történő teljesítés nem jelent többlethasznót;
- a t_{min} általunk meghatározott, olyan érték, amelynél kisebb teljesítés zérus hasznosságú, vagyis kizáró feltétel;
- a kétszer nagyobb tartalmi elem nem kétszer hasznosabb, ez csak a különbségekre igaz.

3/a. MÓDSZER

$$u(t) = (t - t_j) \frac{u(t_{j+1}) - u(t_j)}{t_{j+1} - t_j} + u(t_j) \quad (3)$$

$$\begin{aligned} &\text{ahol } t_j \leq t < t_{j+1} \\ &u(t) = 0 \text{ ha } t \leq t_1 \\ &u(t) = 1 \text{ ha } t \geq t_n \\ &j = 1, 2, \dots, n-1 \end{aligned}$$

A módszer alkalmazhatóságának a feltétele:

- a nagyobb tartalmi elem hasznosabb;
- a t_j olyan tartalmi elem, amelynek ismerjük az $u(t_j)$ hasznosságát;
- a t_n általunk meghatározott, olyan érték, amelyen felül történő teljesítés nem jelent többlehasznot;
- a t_1 általunk meghatározott, olyan érték, amelynél kisebb teljesítés zérus hasznosságú, vagyis kizáró feltétel.

4/a MÓDSZER

$$u(t): t_j \rightarrow u(t_j) \quad (4)$$

ahol: $j = 1, 2, \dots, n-1$

A módszer alkalmazhatóságának a feltétele:

- a nagyobb tartalmi elem hasznosabb;
- a t_j olyan diszkrét tartalmi elem, amelynek ismerjük az $u(t_j)$ hasznosságát;
- a t_n általunk meghatározott, olyan érték, amelyen felül történő teljesítés nem jelent többlehasznot;
- a t_1 általunk meghatározott, olyan érték, amelynél kisebb teljesítés zérus hasznosságú, vagyis kizáró feltétel.

b) HA A KISEBB TARTALMI ELEM A HASZNOSABB

1/b MÓDSZER

$$u(t) = \begin{cases} \frac{t_{\min}}{t} & \text{ha } t > t_{\min} \\ 1 & \text{ha } t \leq t_{\min} \end{cases} \quad (5)$$

A módszer alkalmazhatóságának feltételei:

- a kisebb tartalmi elem hasznosabb;
- a t_{\min} olyan érték, amelynél jobb teljesítés nem jelent többlehasznot, ennek ellenőrzése céljából célszerű előzetesen összevetni a várható tartalmi elemeket t_{\min} értékével;
- a kétszer kisebb tartalmi elem kétszer hasznosabb;
- minden tartalmi elem rendelkezik hasznossággal más megfogalmazásban nincs zérus hasznosságú tartalmi elem, és nem lehet előírni minimális teljesítési szintet.

2/b MÓDSZER

$$u(t) = \begin{cases} 1 & \text{ha } t < t_{\min} \\ \frac{t_{\max} - t}{t_{\max} - t_{\min}} & \text{ha } t_{\min} \leq t \leq t_{\max} \\ 0 & \text{ha } t > t_{\max} \end{cases} \quad (6)$$

A módszer alkalmazhatóságának a feltétele:

- a kisebb tartalmi elem hasznosabb;
- a t_{\min} általunk meghatározott, olyan érték, amelynél jobb teljesítés nem jelent többlethasznot;
- a t_{\max} általunk meghatározott, olyan érték, amelynél nagyobb teljesítés zérus hasznosságú, vagyis kizáró feltétel;
- a kétszer kisebb tartalmi elem nem kétszer hasznosabb, ez csak a különbségekre igaz.

3/b MÓDSZER

$$u(t) = (t_j - t) \frac{u(t_{j-1}) - u(t_j)}{t_j - t_{j-1}} + u(t_j) \quad (7)$$

ahol:

$$\begin{aligned} t_{j-1} &\leq t < t_j \\ u(t) &= 0 \text{ ha } t \geq t_n \\ u(t) &= 1 \text{ ha } t \leq t_1 \\ j &= 1, 2, \dots, n-1 \end{aligned}$$

A módszer alkalmazhatóságának a feltétele:

- a kisebb tartalmi elem hasznosabb;
- a t_j olyan tartalmi elem, amelynek ismerjük az $u(t_j)$ hasznosságát;
- a t_n általunk meghatározott, olyan érték, amelynél kedvezőtlenebb teljesítés zérus hasznosságú, vagyis kizáró feltétel;
- a t_1 általunk meghatározott, olyan érték, amelynél kisebb teljesítés nem jelent többlethasznot.

4/b MÓDSZER

$$\begin{aligned} u(t) &: t_j \rightarrow u(t_j) \\ \text{ahol: } &j = 1, 2, \dots, n-1 \end{aligned} \quad (8)$$

A módszer alkalmazhatóságának a feltétele:

- a kisebb tartalmi elem hasznosabb;
- a t_j olyan diszkrét tartalmi elem, amelynek ismerjük az $u(t_j)$ hasznosságát;
- a t_n általunk meghatározott, olyan érték, amelynél kedvezőtlenebb teljesítés zérus hasznosságú, vagyis kizáró feltétel;
- a t_1 általunk meghatározott, olyan érték, amelynél kisebb teljesítés nem jelent többlethasznot.

ÖSSZEGZÉS

Az ajánlattevők pontértékeit az alszempontra számított és a súlyszámmal szorzott pontok összegéből kell számolni a következő képlet szerint:

$$x_j = \sum_{i=1}^n w_i \cdot u(t_{ij}) \quad (9)$$

ahol:

x_j a j -edik ajánlattevő pontértéke;

w_i az i -edik alszempontról súlyszáma;

$u(t_{ij})$ a j -edik ajánlattevő i -edik alszempontról szerinti pontértéke.

1. MELLÉKLET

AHP módszertan

Legyen legalább 5 és legfeljebb 9 alszempon. Páronként hasonlítsuk össze a szempontokat úgy, hogy jelöljük a preferáltabb alszemponot és az alábbi verbális skála szerint a hozzájuk rendelt számjegyekkel jelöljük a preferáltság mértékét.

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

Az összehasonlításhoz képezzük az összes lehetséges párt. A párok számát az

$$\binom{n}{2}$$

képlet szerint számoljuk. Ez az 1 táblázat szerinti párokat jelenti.

1. táblázat

Alszemponok száma	Párok száma
5	10
6	15
7	21
8	28
9	36

A páros összehasonlításhoz a 2. táblázatot töltjük ki.

2. táblázat

Alszempon	Alszempon	Preferáltság mértéke
C ₁	C ₂	p_1/p_2
C ₁	C ₃	p_1/p_3
C ₁	C ₄	p_1/p_4
C ₁	C ₅	p_1/p_5
...

A 2. táblázat alapján készítsük el az ún. páros összehasonlító mátrixot:

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

Belátható, hogy \mathbf{A} olyan reciprok mátrix, ahol a főátló elemei egységnyiek, vagyis:

$$p_j/p_k = 1 \text{ és } \frac{p_k}{p_l} = \frac{1}{p_l/p_k} \text{ ahol } j, k = 1, 2, \dots, m.$$

A p_j értékek a j -edik elem súlyszámát jelölik, ehhez a \mathbf{p} vektort kell meghatározni. Az \mathbf{A} definíciója alapján belátható, hogy

$$\mathbf{A} \mathbf{p} = m \mathbf{p}$$

amelyet az

$$\hat{\mathbf{A}} \hat{\mathbf{p}} = \lambda \hat{\mathbf{p}}$$

sajátvektor probléma megoldása révén becsülhetünk. Az egyenletet közelítő eljárások segítségével oldhatjuk meg. Vonjuk ki az egyenlet mindkét oldalából az $m \hat{\mathbf{p}}$ szorzatot, és a bal oldalon maradt különbség mindkét tagjából emeljük ki $\hat{\mathbf{p}}$ vektort az egységvektor felhasználásával, így a következő egyenletet kapjuk:

$$(\hat{\mathbf{A}} - \mathbf{E}\lambda) \hat{\mathbf{p}} = \mathbf{0}.$$

Egy homogén lineáris egyenletrendszernek akkor van a triviálistól különböző megoldása, ha az együtthatómátrix vagyis $(\hat{\mathbf{A}} - \mathbf{E}\lambda)$ szinguláris, ebben az esetben a determináns nullával egyenlő, amely azonosság alapján képezhető az ún. karakterisztikus egyenlet:

$$\det(\hat{\mathbf{A}} - \mathbf{E}\lambda) = 0$$

vagyis

$$a_1 \lambda^m - a_2 \lambda^{m-1} + \dots (-1)^m a_m \lambda = 0$$

Az egyenletnek közelítő megoldás segítségével keressük meg mind az m darab gyökét és a legnagyobb valós λ gyököt visszahelyettesítve a karakterisztikus egyenletbe oldjuk meg az

$$(\hat{\mathbf{A}} - \mathbf{E}\lambda_{\max}) \hat{\mathbf{p}} = \mathbf{0}$$

egyenletrendszert. Az eredményül kapott $\hat{\mathbf{p}}$ vektor tartalmazza az alszemponatok súlyszámára vonatkozó becsléseket, a becslés pontosságát a

$$\frac{\lambda_{\max} - m}{m - 1} < 0,1$$

feltétellel ellenőrizhetjük.

2. MELLÉKLET

Guilford módszer

A szakértő megjelöli a párokba rendezett szempontok közül a fontosabbat. A kitöltött űrlapok alapján elkészíthető a preferenciatáblázat (1. táblázat).

1. táblázat

Preferenciatáblázat

	C_1	C_2	...	C_j	...	C_n	a	a^2	p	u	Z
C_1											
C_2											
\vdots											
C_j											
\vdots											
C_n											
Σ											

A táblázat soraiban és oszlopaiban egyaránt a szempontok szerepelnek. A preferenciák a sorokban vannak jelölve, gyakoriságukat az a oszlop összesíti. Az 1. táblázat p oszlopában a preferenciaarányokat számítjuk:

$$p = \frac{a + 0,5}{n}$$

Ha m számú döntéshozó van, akkor az m számú preferenciatáblázatot összegezni kell és a preferenciaarányt a

$$p = \frac{a + \frac{m}{2}}{m \cdot n}$$

A következő oszlopban a preferenciaarányokat a standard normál eloszlás u értékeire transzformáljuk a $p = \Phi(u)$ egyenlet alapján. Annak érdekében, hogy 0 kezdőpontú és 100 végpontú skálát kapjunk, a következő transzformációt kell elvégezni:

$$Z = 100 \frac{u - \min(u_i)}{\max(u_i) - \min(u_i)}$$

A skálán az $f(x) = mx + c$ (ahol $m \neq 0$) függvény segítségével további transzformációt lehet elvégezni, például azért, hogy egységnyi összegű súlyszámokat kapjunk.

A súlyozást végző következetességét a

$$0 < 1 - \frac{d}{d_M} < 1$$

Feltétellel ellenőrizhető, ahol:

$$d = \frac{n(n-1)(2n-1)}{12} - \frac{\sum_{i=1}^n a^2}{2}$$

és ha n páros akkor:

$$d_M = \frac{n^3 - 4n}{24}$$

ha n páratlan, akkor:

$$d_M = \frac{n^3 - n}{24}.$$

Amennyiben több szakértői vélemény alapján számítjuk a súlyszámokat akkor figyelembe kell venni a szakértők közötti véleményeltérés mértékét. Az eredő súlyszámoknak ugyanis valamennyi szakértő véleményét valamilyen szinten reprezentálnia kell. ha túl nagy a az eltérés az egyes szakértők súlyszámai között, akkor előfordulhat, hogy az eredő egyetlen szakértői csoport véleményét sem reprezentálja. Az átlagolás, vagyis jelen esetben a szakértői vélemények közötti kompromisszum nem minden esetben a jó megoldás. Nem szabad elfelejteni, hogy a szakértői véleményeken keresztül a helyes megoldást keressük nem pedig a szakértői átlagot, a kettő nem feltétlenül esik egybe.

A szakértői véleményegyezés számítására, véleménycentrumok meghatározására, és az ebből nyert információ döntési modellben történő felhasználására Gyarmati(2006/2) mutat be gyakorlati példát.

A feladat megoldását MS Excel segítségével.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1		C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	a	a2				
2	C1				1		1		2	4				
3	C2	1				1	1	1	4	16				
4	C3	1	1		1	1	1	1	6	36				
5	C4		1				1		2	4				
6	C5	1			1		1	1	4	16				
7	C6								0	0				
8	C7	1			1		1		3	9				
9										85				
10	n=	7												
11	d=	3			B11:= =B10*(B10-1)*(2*B10-1)/12-J9/2									
12	dM=	14			B12:= =(B10^3-B10)/24									
13	K=	0,8			B13:= =1-B11/B12									
14														
15		C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	a	a2				
16	C1				1		1		2	4				
17	C2	1			1	1	1	1	5	25				
18	C3	1	1		1	1	1	1	6	36				
19	C4						1		1	1				
20	C5	1			1		1	1	4	16				
21	C6								0	0				
22	C7	1			1		1		3	9				
23										91				
24	n=	7												
25	d=	0												
26	dM=	14												
27	K=	1												
28														
29		C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	a	p	u	Z		W
30	C1	0	0	0	2	0	2	0	4	0,321	-0,46	0,44	18,6	13,19
31	C2	2	0	0	1	2	2	2	9	0,679	0,464	0,744	23,17	16,43
32	C3	2	2	0	2	2	2	2	12	0,893	1,242	1	27	19,15
33	C4	0	1	0	0	0	2	0	3	0,25	-0,67	0,371	17,56	12,45
34	C5	2	0	0	2	0	2	2	8	0,607	0,272	0,681	22,22	15,76
35	C6	0	0	0	0	0	0	0	0	0,036	-1,80	0	12	8,512
36	C7	2	0	0	2	0	2	0	6	0,464	-0,09	0,563	20,44	14,5
37											3,799	141	100	
38														
39	m=	2						tga	15		J30:==(I30+0,5)/B\$39/B\$40			
40	n=	7						c	12		K30:= =INVERZ.NORM(J30;0;1)			
41											L30:= =(K30-MIN(K\$30:K\$36))/(MAX(K\$30:K\$36)-MIN(K\$30:K\$36))			
								súlyszámösszeg	100		M30:= =I\$39*L30+I\$40			
											N30:= =M30/M\$37*I\$41			

IRODALOM

- Gyarmati, J.: Haditechnikai eszközök összehasonlítása közbeszerzési eljárás során. Hadmérnök, 2006 szeptember 68-93. p.
- Gyarmati J.: A nehézpuskát jellemző szempontok fontosságát kifejező súlyszámok számítása és statisztikai vizsgálata. Haditechnika, 2006/2, 11-16.
- Gyarmati J.: Műszaki berendezések vizsgálta faktoranalízis segítségével. Alkalmazott Matematikai Lapok 23 (2006), 73-83.
- Gyarmati, J.: Haditechnikai eszközök összehasonlításának módszertana. Katonai Logisztika 2004.2. sz. 148-164. p.
- Gyarmati, J.: Több szempontos döntésemélet alkalmazása a haditechnikai eszközök összehasonlításában. ZMNE, PhD értekezés, 2003.