

Közlekedési karbantartó szakemberek véleményeinek összehasonlítása

Pokorádi László* Ágoston Gábor**

* Óbudai Egyetem, Mechatronikai és Járműtechnikai Intézet, 1081 Budapest, Népszínház utca 8.
(e-mail: pokoradi.laszlo@bgk.uni-obuda.hu)

** Óbudai Egyetem, Műszaki Biztonságtudományi Szakműhely, 1081 Budapest, Népszínház utca 8.
(e-mail: agostongabe@gmail.com)

Kivonat: A műszaki vezetők döntésének egyik mozgató rugója az adott szakterület sajátosságain alapuló értékrend képviselője. Ez meghatározó szerepet játszik például a karbantartással kapcsolatos döntéshozatalok során. Jelen tanulmányunkban egy nagyobb lélegzetű elemzés, összetettebb kutatómunka részeként elvégzett mikrokísérlet eredményeit és azok összehasonlítását mutatjuk be.

1. BEVEZETÉS

A közlekedési, járműmérnöki gyakorlat egyik legfontosabb területe a járművek, és közlekedésbiztonsági berendezések javítása, karbantartása, azaz üzemeltetése. Egy üzemeltetési rendszer irányításának hatékonyságát az egységnyi üzemidőre eső karbantartási költség, kiszolgálási munkaigény, javítási idő, vagy a rendelkezésre állás alapján minősíthetjük.

Az üzemeltetési rendszerek, illetve folyamatok rendszer-szemléletű leírásának és matematikai modellezésének alapjai részletesen Pokorádi (2008) könyvéből ismerhető meg. Pokorádi (2016) publikációjában javasolt egy szimulációs érzékenység-elemzési eljárás, mely alkalmas a karbantartási rendszerek hatékonyságának növeléséhez szükséges döntések támogatására. Ekkor fontos szempont lehet a különböző üzemeltetési rendszer, illetve folyamatjellemzők szakma-specifikus súlyának ismerete.

Kutatói hipotézisünk, hogy az eltérő közlekedési területeken a karbantartási rendszereket jellemző paraméterek eltérő súllyal esnek latba.

Kende és Seres (2005) matematikailag és pszichológiailag legmegalapozottabbnak a Guilford-féle eljárást tartják. Tanulmányukban a módszert a haditechnikai eszközök kutatás-fejlesztésének területén történő alkalmazásával mutatják be, oktató jelleggel.

Kavas (2007) megfogalmazásában is mind alkalmazhatóság, mind megbízhatóság, pontosság szempontjából a Guilford-féle eljárás a legelfogadottabb.

A mikro-kísérletünk során alkalmazott Guilford-féle páros összehasonlító módszer elméleti leírásai és gyakorlati alkalmazási lehetőségeit Ágoston (2016), Kavas (2007); Kende és Seres (2005); Kindler és Papp (1977), valamint Kiss (2009) munkái írják le. A Guilford-féle eljárás standardizált normál eloszlást használ a transzformálás során, technikailag pedig a páros összehasonlítás módszerét.

Kavas (2007) szerint a több-szempontrú döntési feladatok

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

A Guilford-eljárást minimum 5 fős csoport létszám esetében ajánlatos alkalmazni. Hátránya, hogy egyszemélyes döntéshozatal esetén nem javasolt a módszer alkalmazása, csoportos munkamódszernél is követelmény a nem teljes egyetértés teljesülése. Előnye viszont az, hogy az elemző, összehasonlító munkát csupán az összevetendő tényezők párosaisban szükséges elvégezni, a súlyszámok már automatikusan adódnak az eljárás lépéseinek során.

Dolgozatunk fentiekben megfogalmazott hipotézisünk – sajnos, a teljesség igénye nélküli – igazolását adja, azaz az ismertetett irodalmakra támaszkodva rámutat arra, hogy a közlekedés különböző területekein dolgozó karbantartó szakemberek véleménye szerint a vizsgált karbantartási, javítási szempontok eltérő sorrendű és arányú fontossággal bírnak.

A tanulmány az alábbi fejezetekből áll: A 2. fejezet röviden a páros összehasonlítás módszerét mutatja be. A 3. fejezetben az elvégzett felmérés általános ismertetése olvasható. A 4. fejezet három közlekedési terület karbantartó szakembereinek szakma-specifikus véleményét tárja fel. Végezetül az 5. fejezetben a Szerzők összegzik munkájukat.

2. A PÁROS ÖSSZEHASONLÍTÁS MÓDSZERE

A páros összehasonlítás célja a szakértők kompromisszumos döntéseken alapuló értékrendjének feltárása, amely a vizsgált értékelési szempontok fontossági sorrendjét tükrözi. A vizsgált kérdéskör elemzésére vonatkozóan szempontokat ütköztetünk, hogy a szakemberek döntésükről egyértelműsített preferenciát alkossanak.

Az első feladat az értékelési tényezők meghatározása. Ezeket a kérdőív elkészítésekor szakmai és gyakorlati tapasztalatok alapján vesszük figyelembe. Az értékelési szempontokat figyelembe véve elkészíthető párok száma:

$$\binom{n}{2} = \frac{n(n-1)}{2} \quad (1)$$

ahol:

n – az értékelési tényezők száma.

A párokba rendezett értékelési tényezők alapján a szakértők az általuk fontosnak ítélt szempontokra egyértelmű szavazatot adnak. Az így elvégzett páros összehasonlítás alapján készítjük el a preferenciatáblázatot, mely egy $n \times n$ méretű mátrix. A táblázat célja, hogy az egyes értékelési tényezők-höz súlyszámokat rendeljük.

Több új oszlop felvezetése indokolt a preferenciatáblázathoz, amelyek segítik a további elemzést. A preferenciák gyakoriságát az a oszlopban kell összesíteni.

Több döntéshozó, véleményező esetén a súlyozott pi preferenciaarányt a

$$p_i = \frac{a_i + \frac{m}{2}}{mn} \quad (2)$$

ahol:

a_i – az i -edik sorban szereplő főszempont preferenciagyakorisága;

m – szakemberek száma.

A következő oszlopban a preferenciaarányokat a standard normál eloszlás úgynevezett u értékeire transzformáljuk az alábbi összefüggés alapján

$$p_i = \Phi(u_i) \quad (3)$$

Annak érdekében, hogy egy 0 kezdőpontú és 100 végpontú skálán értékelhessük a kapott eredményeket, a következő transzformációt kell elvégezni:

$$Z_i = 100 \frac{u_i - \min(u_i)}{\max(u_i) - \min(u_i)} \quad (4)$$

Az adatok kiértékeléséhez és a diagramok illusztratív ábrázolásához szükséges a súlyszám-meghatározás:

$$S_i = 0,1 + \frac{0,1 \cdot Z_i}{25} \quad (5)$$

Az S_i értékek oszlopa után egy S_i^* nevű oszlop felvételét tettük meg, melybe az

$$S_i^* = \frac{S_i}{\sum_{i=1}^n S_i} \quad (6)$$

meg az eredmények további felhasználása érdekében.

3. A SZAKEMBEREK VÉLEMÉNYÉNEK ELEMZÉSE

Felmérésünk elvégzéséhez egy kérdőívet készítettünk, melyet eljuttattunk különböző területein dolgozó karbantartó szakemberekhez egy web-címen keresztül.

A kérdőív első kérdése a szakemberek szakterületenkénti csoportosításához szükséges. A többi esetben tulajdonképpen ugyanazt az egy, a véleménynyilvánítás rangsorolását lehetővé tevő páros összehasonlító kérdést tettük fel. A rangsorolandó szempontok az alábbiak voltak:

- a technikai eszköz (üzemképes) rendelkezésre állása: F_1 ;
- karbantartási, javítási költség: F_2 ;
- karbantartási, javítási munkaigény (munkaórában kifejezve): F_3 ;
- karbantartási, javítási (naptári) időigény: F_4 .

Vizsgálatunk első szakaszában a kérdőív kitöltésben összesen 129 karbantartó szakember vett részt az ország ipari és szolgáltatási szektoraiból.

Az ön szervezete melyik alábbi kategóriába sorolható? *

termelő vállalat

villamos erőmű

vasúti közlekedés

légit közlekedés

közúti (városi) közlekedés

Az alábbi két szempont közül melyiket tartja fontosabbnak a karbantartás-javítás hatékonyságának megítélése szempontjából? *

az eszköz (üzemképes) rendelkezésre állása

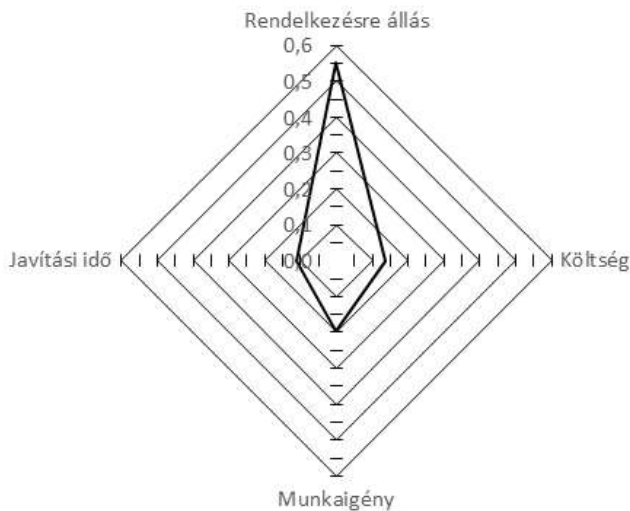
karbantartási, javítási költség

1. ábra A kérdőív részlete

A kapott válaszok kiértékelésének eredményeit szemlélteti az 1. Táblázat.

A 2. ábra sugár diagramja alapján egyértelműen kijelenthető, hogy – függetlenül szakterületüktől – a karbantartó szakemberek véleménye szerint kiemelkedően a rendelkezésre állás a legfontosabb szempont. A karbantartás-javítás hatékonyságának megítélése szempontjából elmondható, hogy az „átlagos” szakember ezt a szempontot tartja elsődlegesnek.

egyenlettel az úgynevezett normál súlyértékeket határoztuk



2. ábra A szempontok fontosságának normált súlyértékei

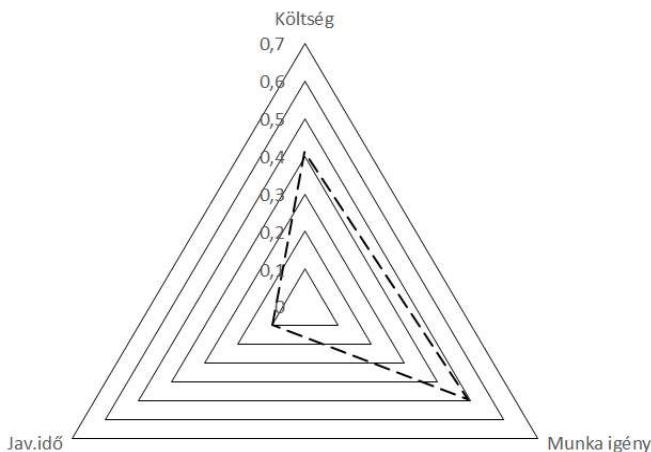
Az összesített elemzés során kapott preferencia arányoktól egyes területekhez tartozó karbantartó szakemberek véleményei eltérhetnek. A következő fejezetben erre fogunk példákat mutatni.

4. A SZAKTERÜLETEK ÖSSZEHAJONLÍTÁSA

Tekintettel, hogy a legtöbb szavazatot az eszköz üzemképes rendelkezésre állása kapta, így a szakterületek összehasonlítása során ezt a szempontot nem vettük figyelembe. Így a további elemzések során az F_1 szempont kimarad a szempontpárok összehasonlításából.

2.1 Vasúti pályakarbantartók

A vasúti pályakarbantartó szakemberektől kapott válaszok kiértékelése a 2. Táblázatban találhatóak meg, illetve a 3. ábra szemlélteti.



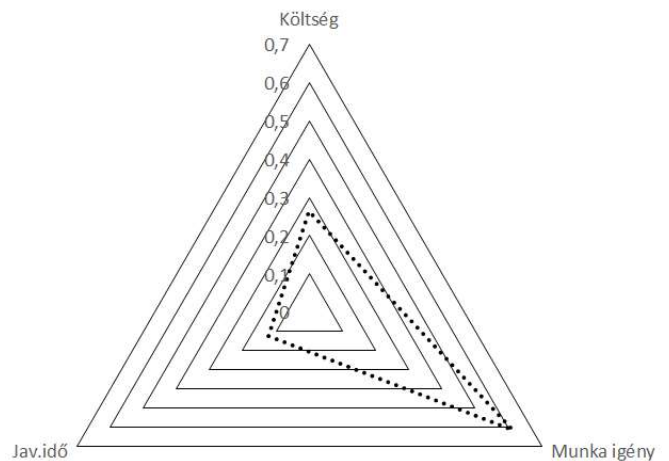
3. ábra. Vasúti pályakarbantartók véleményének normált súlyértékei

karbantartási munka munkaigényét tartják. A beérkezett válaszok alapján látható, hogy számukra második legrelevánsabb szempont a karbantartásnál a költségek minél alacsonyabb szinten tartása. Ezen területen dolgozó szakemberek a legkevésbé lényegesnek a javítási időt tartották a vizsgált három szempont közül.

2.2 Vasúti járműkarbantartók

A vasúti járműkarbantartó szakemberek válaszok kiértékelésének számszaki eredményei a 3. Táblázatban, grafikus szemléltetése a 4. ábrán találhatóak meg.

A vasúti járműkarbantartó szakemberek véleményei némely szempontokban lefedik a vasúti pályák javítási, karbantartási munkáit végzők véleményét. A járművek javítási, karbantartási hatékonyságához szintén fontos a munkaigény, de az is jól látszik, hogy a vasúti kocsik karbantartóinak fontosabb ez a szempont. A javítási költség szintén másodlagosan fontos értékelési szempont, a pályakarbantartó szakembereinél ugyan alacsonyabb, de a javítási idő, amely szintén a harmadik helyen található fontossági szempont valamelyest nagyobb súlyozási értéket ért el.

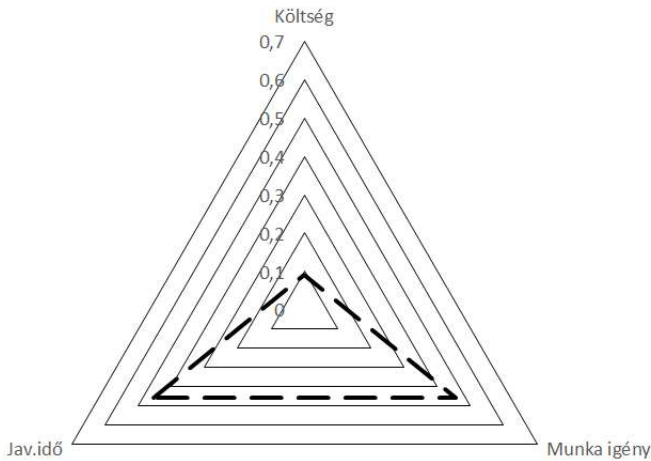


4. ábra. Vasúti járműkarbantartók véleményének normált súlyértékei

2.3 Katonai repülőgép-karbantartók

Az előzőekhez képest jelentősen eltérő mutatók születtek a katonai repülés területén – lásd a 4. Táblázatot, illetve az 5. ábrát. Számukra a munkaigény mellett ugyanolyan súllyal releváns a karbantartás, javítás minél rövidebb idő alatt történő elvégzése.

Ez a két szempont a katonai repülés területén dolgozó szakembernek és döntéshozóiknak kiemelkedően fontos, míg a rájuk szánt költségeket kevésbé relevánsnak jelölték meg, ezt mutatja, hogy ez utóbbi súlyozott értéke ötödét teszi ki az előző két szempontnak.



5. ábra. Katonai repülőgép-karbantartók véleményének normált súlyértékei

5. ÖSSZEFOGLALÁS

Vizsgálatunk során a karbantartó szakemberek véleményének összehasonlítását és elemzését végeztük el. Jelen publikációnkban csak három közlekedési részterület eredményeit mutattuk be.

A 6. ábra görbéinek összevetéséből egyértelműen jelentős különbségek látszanak a különböző közlekedési területek szakembereinek gondolkozásában. Mindegyik terület karbantartói számára fontos kérdés a javítás – munkaórában meghatározott – munkaigénye. Míg a katonai repülő-műszakiak legfontosabb feladatuknak az időben mielőbbi hibajavítást tartják, addig a termelő vállalatok és erőművek karbantartóit már sokkal jobban érdekli a felmerülő költség kérdése.

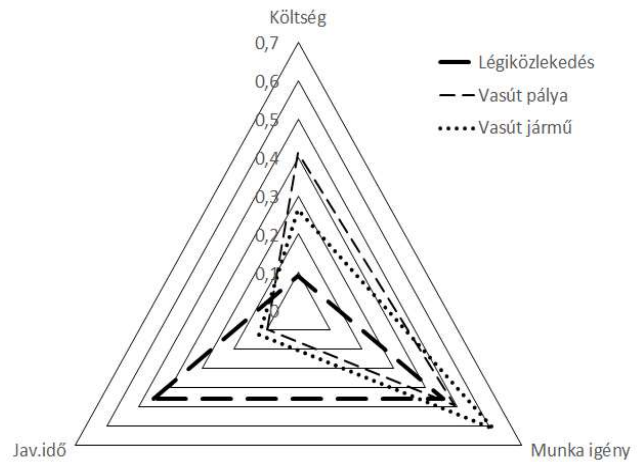
A karbantartó szakemberek elsődleges leterheltségét a munkaigény határozza meg, mert a munkaigény az adott karbantartási feladat bonyolultságát tükrözi vissza. Minél bonyolultabb egy karbantartás, annál nagyobb a munkaigény, az elvárt szakmai tudás és gyakorlat és ennek következtében az egyéni leterheltség is. Bonyolult, karbantartás igényes feladatoknál a munkafeltételek, a karbantartási technológiák, a tartalék alkatrészek biztosítása, a karbantartás utáni üzembe helyezések komplex látásmódot és összetettebb tevékenységeket tartalmaznak, ezért a szakemberek az egyszerű karbantartási műveleteket preferálják.

A karbantartási költségekre való érzékenysége a karbantartó szakembereknek egyértelmű, hiszen az előállított terméket, vagy nyújtott szolgáltatást a piacon kell eladni, ahol az alacsony önköltség egyértelmű előnyt biztosít, amit nagymértékben befolyásol a karbantartási költség. A karbantartási költség és a munkaigény egymáshoz képesti aránya abból adódik, hogy a munkaigény az egyén szintjén, direkt módon, míg a költség áttételesen csak a versenyképességen keresztül jelenik meg.

Felvetődhet a kérdést, hogy a fenti elemzés eredménye miért lehet fontos számunkra?

Például, egy új javítási technológia esetén nem mindegy az adott terület karbantartói számára, hogy a javítási munka-

igény, a költség vagy a javítás naptári ideje lesz kevesebb. Adott esetben, a több lehetséges javítási technológia, vagy javítási munkaszervezés közül a szakterületek igénye alapján más és más lesz az ideális választás.



6. ábra. Normált súlyértékek összehasonlítása

Más megfogalmazásban, elemzésünkkel kimutattuk, hogy az itt bemutatott három szakterület számára optimális javítási technológia nem egyezik, nem egyezhet meg.

A teljes elemzésünk eredményeit további kutatásaink során tervezzük felhasználni, amikor a szakterületek – már ismertté vált – fontossági arányai alapján, úgynevezett súlyozott érzékenységvizsgálattal rangsoroljuk a lehetséges javítási technológiákat.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- Ágoston, G. (2016). *Karbantartó szakemberek véleményének elemzése páros összehasonlítás módszerével* TDK dolgozat ÓE. BGK, Budapest, 2016. (Konzulens: Pokorádi László)
- Ágoston G. és Pokorádi, L. (2017). *Karbantartó szakemberek véleményeinek elemzése*, A XXII. Fiatal Műszakiak Tudományos Ülészak előadásai, 2017. pp. 59-62.
- Kavas, L. (2007). *A súlyszámok problematikája komplex rendszerek értékelése során*, Repüléstudományi Közlemények **2007/2** pp. 1-7.
- Kende, Gy. és Seres Gy. (2005). *Haditechnikai kutatás-fejlesztés: Távoktatási tananyag*, <http://drseres.com/tavoktatas/fejezetek/11/szakerto.htm> [2016.11.08]
- Kindler, J. és Papp. O. (1977). *Komplex rendszerek vizsgálata, összemérési módszerek*, Műszaki Könyvkiadó, Budapest.
- Kiss, F. (2009). *Analitikus hierarchia eljárás, Módszertani alapok, algoritmus és számpélda*, http://www.mangaland.gportal.hu/portal/mangaland/upload/298536_1297360272_01230.pdf [2017.08.05]
- Pokorádi, L. (2008). *Rendszerek és folyamatok modellezése*, Campus Kiadó, Debrecen.
- Pokorádi L. (2016). *Karbantartási folyamatok szimulációs elemzési módszerei*, Műszaki tudomány az Észak-Kelet Magyarországi régióban 2016., pp. 519-536.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A kutatást a Magyar Állam és az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával megvalósuló EFOP-3.6.2-16-2017-00016: „Autonóm járművek dinamikája és irányítása az automatizált közlekedési rendszerek követelményeinek szinergiájában” projekt támogatta.

A tanulmány az Óbudai Egyetem *Műszaki Biztonságtudományi Szakműhely* – $\mu\beta\sigma$ keretében készült.



1. Táblázat Kitöltött preferencia táblázat

	F_1	F_2	F_3	F_4	a	a^2	p	u	Z	S	S^*
F_1	0	122	107	114	343	117649	0,78973	0,8055	100	0,5	0,5537
F_2	7	0	64	67	138	19044	0,39244	-0,273	6,205	0,1248	0,1382
F_3	22	65	0	82	169	28561	0,45252	-0,1193	19,57	0,1783	0,1974
F_4	15	62	47	0	124	15376	0,36531	-0,3443	0	0,1	0,1107
Σ	44	249	218	263	774	180630	–	–	–	0,9031	1

2. Táblázat Kitöltött preferencia táblázat – vasúti pályakarbantartók esetén

	F_2	F_3	F_4	a	a^2	p	u	Z	S	S^*
F_2	0	36	33	69	4761	0,5049	0,0123	80	0,42	0,4118
F_3	32	0	38	70	4900	0,5098	0,0246	100	0,5	0,4902
F_4	35	30	0	65	4225	0,4853	-0,0369	0	0,1	0,098
Σ	67	66	71	204	13886	–	–	–	1,02	1

3. Táblázat Kitöltött preferencia táblázat – vasúti járműkarbantartók esetén

	F_2	F_3	F_4	a	a^2	p	u	Z	S	S^*
F_2	0	3	5	8	64	0,463	-0,093	28,563	0,2142	0,2631
F_3	6	0	7	13	169	0,6481	0,3803	100	0,5	0,6414
F_4	4	2	0	6	36	0,3889	-0,2822	0	0,1	0,1228
Σ	10	5	12	27	269	–	–	–	0,8142	1

4. Táblázat Kitöltött preferencia táblázat – katonai repülőgép-karbantartók esetén

	F_2	F_3	F_4	a	a^2	p	u	Z	S	S^*
F_2	0	1	2	3	9	0,367	-0,341	0	0,1	0,0909
F_3	4	0	2	6	36	0,567	0,168	100	0,5	0,4545
F_4	3	3	0	6	36	0,567	0,168	100	0,5	0,4545
Σ	7	4	4	15	81	–	–	–	–	1

