

VÖRÖSMARTY Gyöngyi – DOBOS Imre

FENNTARTHATÓSÁGI SZEMPONTOK BEÉPÍTÉSE A BESZÁLLÍTÓ ÉRTÉKELÉSÉBE A DEA/CI ÖSSZETETT INDIKÁTOROK MÓDSZERE ALKALMAZÁSÁVAL

A környezeti hatások rendszerint túlmutatnak egy vállalat határain, éppen ezért az ellátási lánc kontextusban a környezeti szempontok érvényesítése során fontos szerep jut a beszerzési döntéseknek is. Számos olyan példát lehetne említeni, amikor egy adott szempont szerint egy alternatíva környezetileg előnyös, de az ellátási lánc egészét nézve már környezetterhelő. A környezeti hatások ellátási lánc szinten való mérése azonban komoly kihívásokat jelent. Ezzel jelentős kutatásokat és fejlesztéseket inspirált a téma. Az egyik olyan terület, amelyben komoly kutatási eredmények születtek, az a környezeti szempontok beszállítói értékelésbe való beépítése. A kutatások ezen irányához csatlakozva a szerzők tanulmányunkban azt keresik, hogyan lehet meghatározni az egyik legáltalánosabban használt szállítóértékelési módszerben, a súlyozott pontrendszerben egy adott szemponthoz azt a súlyt, amely mellett az adott szempont már döntéshozatali tényezővé válik. Ehhez a DEA (Data Envelopment Analysis) összetett indikátorok (Composite Indicators, CI) módszerét alkalmazzák. A szempontok közös súlyának fontossága megállapításához a lineáris programozás elméletét használják.¹

Kulcsszavak: beszerzés, fenntarthatóság, data envelopment analysis, összetett indikátorok (composite indicators), lineáris programozás

A gazdasági tevékenység mint ellátási láncokban folyó értéktermelés az anyagáramlás szempontjából négy nagyobb területre terjed ki: beszerzés, termelés, értékesítés és újrafelhasználás. Ezek közül a tevékenységek közül az újrafelhasználás vagy visszatartás logisztika környezeti szempontból hozzájárul a fenntarthatósághoz azzal, hogy csökkenti az ellátási láncok környezetből történő anyagfelvételét (Dobos, 2008). A termelés a fenntarthatósághoz azzal tud hozzájárulni, hogy az anyag- és energiaigényesség csökkentése mellett kisebb környezetbe leadott emisszióval állít elő termékeket és szolgáltatásokat. Az értékesítés területén a végtermék környezetbarát tulajdonsága (pl. újrafelhasználhatósága, szétszerelhetősége) és a fogyasztóhoz továbbítás (szállítás) során keletkező kibocsátások csökkentése a cél. A beszerzés hozzájárulása a fenntarthatósághoz több kutatás középpontjában áll (áttekintést

lásd. Vörösmarty et al., 2011). A beszerzési tevékenységgel ugyanis azok a vállalkozások (beszállítók) hozhatók előnyös helyzetbe, amelyeknek a termékei újrafelhasználhatók, kevesebb energiát fogyasztanak, vagy előállításukhoz olyan technológiát alkalmaznak, amely versenytársainál kisebb környezeti terheléssel jár. Számos további példa említhető, de ettől most eltekintünk.

A dolgozat egy rövid áttekintést nyújt a beszállítóértékelés irodalmáról, ezen belül a beszállító kiválasztására koncentrálnak. Ennek a tevékenységnek a során a beszállítókat általában egy adott szempontrendszer alapján mérik, értékelik. A szempontokhoz, kritériumokhoz súlyok rendelhetők hozzá. E súlyok kiválasztása állandó döntéshozatali kihívás. Vannak külön erre a feladatra kifejlesztett módszerek is, mint az AHP (Analytical Hierarchy Process, magyarul pl. Duleba, 2006), azonban az AHP mély matematikai alapjai miatt

(sajátérték-feladatok) nehezen kerül át a vállalati gyakorlatba (Selos et al., 2012). Dolgozatunkban ezért inkább a DEA-módszert javasoljuk, mert azt egy egyszerű (akár a Microsoft Excel Solverének alkalmazásával létrehozható) program használatával is működtethetjük.

Dolgozatunkban röviden áttekintjük a beszállítóértékelés és a környezettudatosság irodalmát, külön figyelmet szentelve az ezzel kialakuló szempont- és kritériumrendszerre. A következő részben a DEA alapjait mutatjuk be. Erre azért lesz szükségünk, mert a DEA alapjait használjuk, de eltérően a DEA-tól, nem az összes lehetséges döntéshozatali egységre akarjuk meghatározni a súlyokat, hanem közös súlyokkal akarjuk rangsorolni az egységeket a hatékonyság szerint. Az összetett indikátorok (Composite Indicators, CI) módszerét kombináljuk a DEA-val. Ez azért hatékonyabb eljárás a klasszikus DEA módszerével szemben, mert ezzel tetemesen csökkenthetők a számítási igények azaz, hogy kevesebb (nevezetesen egy) lineáris programozási feladatot kell megoldani, és nem kell minden egyes döntési egységre megoldani egy programozási feladatot. Majd azzal foglalkozunk, hogy hogyan alakul a beszállító kiválasztás eredménye az új módszerrel. Az utolsó, negyedik részben összegezzük tapasztalatainkat.

A környezetvédelem beépítése a beszállító értékelésébe

A beszállító értékeléséről szóló irodalom igen terjedelmes. A kutatások rámutatnak arra, hogy a beszállító teljesítményének értékelése sokrétű célokat szolgál a beszállítói kapcsolatok menedzsmentjében. Stannak és Osborn (1997) tanulmánya ezeket a célokat a legjobb beszállító kiválasztásában, a beszállítóval való kapcsolat irányításában, illetve a beszállító fejlesztésében ragadja meg. Ezek közül a legtöbbet vizsgált cél a legmegfelelőbb beszállító kiválasztása. A szakirodalom a szállítóértékelés kérdésének tárgyalása során a hangsú-

lyokat az értékelési szempontokra, illetve az értékelés módszertanára helyezi. Megítélésünk szerint azonban fontos figyelembe venni azt a beszerzési szituációt is, ami az értékelés környezetét jelenti. Az irodalom eredményeinek összefoglalását erre a hármas gondolatsorra szeretnénk felfűzni.

A beszállítóértékelés kritériumrendszere

A beszállítóértékelés irodalmának egyik központi kérdése a kritériumrendszer. Ennek a kritériumrendszernek a fejlődése a szakirodalomban jól dokumentált. Az egyik legkorábbi tanulmány (Dickson, 1966) szerint az 1960-as évek leggyakoribb értékelési kategóriái a minőség, a szállítási pontosság, a korábbi teljesítmény, a garancia, a termelési kapacitás és létesítmények, az ár, a műszaki képességek és a beszállító pénzügyi pozíciója. Weber et al. (1991) tanulmánya a Dickson által azonosított szempontokra készített elemzést, tapasztalatai alapján a minőség kapott nagy fontosságot, az ár, a szállítás, a termelési kapacitás és létesítmények, a műszaki képességek, a pénzügyi pozíció, a korábbi teljesítmény, a garancia voltak jelentősek. A nemzetközi irodalomban publikáltak alapján a zöld kritériumok mint beszállítóértékelési szempontok csak a 90-es években jelentek meg. Az egyik első átfogó tanulmány (Noci, 1997) négy mérőszámcsoporthoz azonosít, úgymint zöld képességek (green competencies), jelenlegi környezeti hatékonyság, a beszállító zöld imázsa és a nettó élettartam költség. A beszállító szempontokat rendszerező írások közül érdemes kiemelni Handfield et al. (2002) tanulmányát, melyben bemutatják a beszállító környezetiteljesítmény-mérésének tíz legfontosabb és tíz legkönnyebben megítélhető szempontját. A szempontokat áttekintve az 1. ábrán is látható, hogy a mérhetőség komoly kihívást jelent: a legfontosabb kritériumok közül mindössze négy szerepel a könnyen mérhető szempontok között. Ez nehezíti az adott szempont szállítóértékelésbe való beépítését is.

1. ábra

A top 10 kritérium a beszállító környezeti teljesítményére

Top 10 Legfontosabb kritériumok

1. Környezeti adatok nyilvánosságra hozatala
2. Második körös beszállító környezeti értékelése
3. Veszélyes hulladékok menedzsmentje
4. Toxikus hulladékok menedzsmentje
5. EPA³ 17 veszélyes anyag lista
6. ISO 14001 minősítés
7. Visszutas logisztika
8. Környezetbarát csomagolás
9. Ózonkárosító anyagok
10. Légszennyezés

Top 10 Legkönnyebben értékelhető

1. ISO 14001 minősítés
2. Ózonkárosító anyagok
3. Újrahasznosíthatóság
4. VOC²-tartalom
5. EPA 17 veszélyes anyag lista
6. Újrahasznosítási tevékenység
7. Újrahasznosítható vagy csökkentett csomagolás
8. Visszavétel vagy visszutas logisztika
9. Részvétel EPA programban
10. Környezeti adatok nyilvánosságra hozatala

VEZETÉSTUDOMÁNY

A felmerülő mérőszámok nem mindig a legfontosabb mutatók a környezeti hatást nézve. A tanulmány elkészítése során létrehoztak egy modellt, ami finomította és megszilárdította a mérőszámok sorrendjét. Meghatározták a könnyen értékelhető és környezeti szempontból fontos mutatókat, és a kialakított rendszer egyszerre több összetevőt képes figyelembe venni.

Kiemelendő még Humpreys et al. (2003) tanulmánya, mely az értékelési kritériumok talán legátfogóbb struktúráját fogalmazza meg, kidolgozott egy keretrendszert a környezeti kritériumokra a beszállítókiválasztási folyamat során. A kritériumoknak két nagy csoportját határozta meg, és ezeken belül hét osztályt azonosított. Az egyik csoport a mennyiségi kritérium, amely a környezeti költségeket (szennyező hatások) és környezetvédelmi költségeket (fejlesztés) foglalja magában. A másik csoport a minőségi kritériumok, amely a többi öt osztályt foglalja magába, így a menedzsmentkompetenciákat, a beszállító zöld imázsát, a környezeti szempontú tervezést, a környezetimenedzsment-rendszereket, valamint a környezetvédelmi kompetenciákat.

A bemutatott tanulmányok mutatják, hogy az irodalomban számos szempontot gyűjtöttek össze a szállító értékelésére. Ezek a keretrendszerek támogatják a beszállítókiválasztást, de ellenőrzési és fejlesztési célokra is fel lehet őket használni.

A beszállítóértékelés módszerei

A beszállítóértékelés módszertani fejlesztésére született tanulmányok mind céljaikat, mind matematikai eszköztárukat tekintve nagyon színesek (pl. Muralidharan et al., 2002; Khaled et al., 2011). Jelen tanulmány keretei között inkább csak kiemeléseket érdemes megfogalmazni abból az irodalomból, amely kifejezetten a zöld szempontrendszer beszállítóértékelésbe való bevonását vizsgálja.

A környezeti kritériumok beszállítókiválasztásba való beépítése sokszor komplex módszerek alkalmazására készített. A klasszikus beszállítóértékelési módszerek (kategorikus módszer, súlyozott pontrendszer módszer) mellett Noci (1997) megemlíti még a mátrix megközelítést, a beszállítói profilelemzést és az AHP-t (analytic hierarchy process). Enarsson (1998) a halszálka-diagramot használja értékelési eszközként. Narasimhan (2001) a beszállítófejlesztéshez ajánl egy módszert, melyben DEA segítségével alakítanak ki beszállítói klasztereket. Bai és Sarkis (2010) ugyancsak a beszállítófejlesztést kívánja hasznos eszközzel támogatni modelljével, amelyben a durvahalmaz-elmélet (rough set theory) segítségével vizsgálja a kapcsolatot a szervezeti jellemzők, a beszállítófejlesztési programba való bevonás attribútumai és a teljesítményjellemzők

között. Modelljükben a teljesítményjellemzők a környezeti és az üzleti szempontokat jelenítik meg. Araz és Ozkarahan (2010) is egy más módszertanra épít, ők a Promethee-módszer segítségével alakítanak ki sokváltozós értékelési rendszert. Míg Liu et al. (2000) a DEA alapján értékeli a beszállítókat.

Ezen rövid ízelítő jól érzékelteti, hogy a környezeti szempontok megragadására és összevetésére számos módszertan született vagy adaptáltak, melyek meglehetősen komoly matematikai apparátus használatát igénylik. Többségében ennek a matematikai tudásnak a léte minden egyes értékeléshez szükséges, az értékelés része ennek a matematikai tudásnak az alkalmazása is.

A beszerzési szituáció és hatása a szállító értékelésére

A beszerzésirodalom egyik fontos tétele, hogy a beszerzési szituációk különbözők. Számos olyan portfóliómodell létezik, mely a beszerzési szituációk különbözőségére és a különbségek eltérő beszerzési módszerekkel való kezelésére hívja fel a figyelmet. A legismertebb módszerek közé tartozik a Kraljic-(1983) mátrix, mely értékelési szempontjai között a beszerzés fontosságát és a beszállítói piac komplexitását jelöli meg (később ezt a szakirodalom sokszor a beszerzés kockázatára bővíti). A mátrix egy továbbfejlesztését fogalmazza meg van Weele (2009), egyben hozzárendelve a megfelelő beszerzési eszközrendszert. A szakirodalom sokat hivatkozza még Bensaou (1999) mátrixát, melyben a beszállító vevőspecifikus, és a vevő beszállítóspecifikus beruházásait veti egybe. Ezekben a mátrixokban a környezeti (vagy fenntarthatósági) szempontok jellemzően inkább csak áttételesen jelennek meg. Például az említett Kraljic-mátrix egyik dimenziójaként szokták a kockázatot is értékelni. Ebben az összetett szempontrendszerben figyelembe vehető a beszállítóval kapcsolatos környezeti kockázat is. Az irodalom azonban ezt a vonást általában nem emeli ki. Van azonban a Kraljic-mátrixnak egy továbbfejlesztése (Krause et al., 2009), mely felhívja a figyelmet a fenntarthatósági szempontok beépítésére a mátrixba, illetve kiemeli, hogy az egyes kategóriáknál ezek kezelésének jelentősége eltérő, tehát eltérő eszközrendszerre van szükség, illetve eltérő mértékben érdemes ezekre a szempontokra figyelmet fordítani.

A beszerzési szituációkat kutatásunk kontextusában azonban érdemes a vállalatméret szempontjából is megkülönböztetni. Az irodalom különbséget tesz a fogyasztói vásárlások (magánszemély személyes kiadásai) és a vállalatok beszerzési gyakorlata között (pl. van Weele, 2009). A vállalatok beszerzései (szokta őket szervezeti vásárlóknak is nevezni az irodalom)

tudatosak, racionális elveken alapulnak, csoportdöntések eredményei. A beszerzési módszertani fejlesztések általában rájuk fókuszálnak, ők azok, akik képesek az előző pontban említett összetett módszerek és technikák bevezetésére. A kutatások azonban a fogyasztói és a vállalati csoport mellett a KKV-kat egy harmadik csoportként jelölik meg (Vörösmarty, 2011). E vállalati csoport sajátossága, hogy méretük és működésük egyre inkább szükségessé teszi, hogy beszerzéseiket már szervezeti vásárlóként végezzék (azaz racionálisan, gazdasági szempontokat figyelembe véve döntenek a beszerzéseikről), ugyanakkor nincs lehetőségük arra, hogy alkalmazzák a nagyvállalatok szofisztikált beszerzési eszközrendszerét, hiszen pl. nem áll rendelkezésre az ehhez szükséges szakmai know-how. Nem véletlenül került a téma számos nemzetközi kutatás fókuszába (Ellegaard, 2009; Morrissey – Pittaway, 2004). A hazai kutatások közül fontos kiemelni ebben a témában Esse (2010) tanulmányát, mely a KKV-k által a beszerzésben alkalmazott heurisztikák elemzését helyezi a középpontba. A KKV-k beszerzését jelen kutatásunk szempontjából azért fontos kiemelni, mert összességben jelentős vállalatcsoportot jelentenek, döntéseikben azonban általában nem alkalmaznak komplex értékelési módszereket. Így feltételezhető, hogy nem képesek, vagy nincs erőforrásuk arra sem, hogy a beszállítóértékelésben vagy a környezeti hatások számszerűsítésében összetett módszereket alkalmazzanak.

Összefoglaló gondolatok az irodalom eredményeiről

Az előző pontban bemutatott gondolatok (beszerzési szituációk különbözősége) vagy a KKV-k beszerzési jellemzői látszólag lazán kapcsolódnak tanulmányunk központi témájához, a környezeti szempontok beszerzésbe való beépítéséhez. Ugyanakkor egy nagyon fontos módszertani problémára hívják fel a figyelmet. Létezik a vállalatok egy csoportja, illetve a beszerzési szituációk egy szegmense, amikor nem lehetséges vagy nem érdemes komplex beszerzési szempontrendszert alkalmazni a beszállítóértékelésben. A korábbiakban bemutatott módszerek jelentős része (pl. AHP, Promethee) azonban komoly matematikai apparátust igénylő, összetett módszertanra építő eljárások, ezek használata még indokolt esetben sem mindig lehetséges, hiszen az értékelést végzők sokszor nem rendelkeznek megfelelő módszertani (matematikai, statisztikai) ismerettel. Ezek miatt az okok miatt is érezhető az, hogy a gyakorlat előszeretettel alkalmaz egyszerűbb módszereket, pl. a súlyozott pontrendszert. Bár a módszert számos kritika éri (a súlyok szubjektivitása, inkohérens skálatranszformációk stb. *(lásd a követke-*

ző fejezetet) gyakorlati szempontból a módszer előnye, hogy a számítás menete nagyon egyszerűen megérthető, csak alapvető matematikai tudást igényel és gyorsan elkészíthető az output.

A DEA alkalmazása az értékelési szempontok súlyozásában

A súlyozott pontrendszer módszer gyakorlati alkalmazásának elterjedtsége miatt érdekes kutatási kérdés is. A gyakorlatban a súlyok meghatározása rendszerint az ajánlatok beérkezését megelőzően, konszenzusos elven történik. Bár a súlyok megválasztása elvileg nem egyszemélyi döntés alapján születik, rendszerint mégis jelentős szubjektivitást hordoz. A legjobb beszállítói sorrend azonban ezektől a szubjektív elemektől függ. A súlyok kialakításának másik problémája, hogy kialakításuk során sokszor szervezeti konfliktusoknak lehetünk tanúi, s így a súlyok adott esetben jelentősen függenek az érintett szervezeti egységek vállalaton belüli alkuerejétől. Ez a vita (mivel általában a tényleges adatok beérkezése előtt zajlik) akár irreleváns is lehet a döntés meghozatala szempontjából, ugyanakkor a létrejövő konfliktus jelentős vállalati erőforrásokat köthet le.

A következőkben egy olyan modell kialakítására tesszünk javaslatot, amely egy fordított logikában segíti a beszállítók rangsorolását: azaz a beérkezett ajánlatok alapján annak vizsgálatában segít, hogy az egyes ajánlati szempontok milyen súlyok mellett változtatják meg a döntést (azaz adott ajánlati adatok alapján mutatja az egyes szempontok relatív súlyát az ajánlatok között, így egyszerűsíti az értékelést és fókuszálja a releváns súlyok értékeléséről szóló döntést). Modellünk elvárásaink szerint igyekszik megfelelni az előbbi irodalom-összefoglalóban jelzett kutatási rést jelentő beszerzési szituációnak. Azaz bár komoly matematikai eszközrendszerre épül a számítás menetében, de a gyakorlatban egyszerű elvek alapján alkalmazható, gyors és egyszerű eszközökkel támogatja a szállítókiválasztási döntést. Az általunk a következőben bemutatásra kerülő módszer segítséget nyújt annak meghatározásában is, hogy egy bizonyos kritérium mely súlynál lesz döntésmeghatározó. Ennek meghatározására pl. az AHP – mely bár összetett, de a súlyválasztásra alkalmas módszer – nem ad választ arra, hogy a súlyok megváltozása hogyan hat a kiválasztott beszállítóra.

A beszállítóértékelést modellünkben egy döntési problémaként fogjuk fel. Feltételezzük, hogy a kritériumokat két csoportra osztjuk, a menedzsment és a környezeti kritériumok csoportjára. Feltételezzük, hogy a menedzsmentkritériumok olyan formában adóttak, hogy azoknál azok a beszállítók mérőszámai jobbak,

amelyekre az adott érték kisebb. Ugyanígy a környezeti kritériumoknál azok a beszállítók számítanak jobbnak, amelyek értékei magasabbak. A menedzsmentkritériumok olyan hagyományos szállítóértékelési szempontokat foglalnak magukba, mint ár, megbízhatóság, átfutási idő, minőség stb. A leggyakoribb és legjellemzőbb környezeti szempontokat az irodalom-összefoglaló részben már bemutattuk. Azt feltételezzük, hogy a környezeti kritériumok a vizsgált modell outputjai.

A DEA alapmodellje a beszállítóértékelésre

A DEA alkalmazása a magyar gazdasági irodalomban is fellelhető. Fülöp és Temesi (2001) cikkükben egy alapos áttekintés után ipari parkok hatékonyságának elemzésére, Markovics-Somogyi et al. (2011) pedig a logisztikai központok hatékonyságvizsgálatára alkalmazzák a módszert. Tanulmányunkban a jelzett szállítóértékelési probléma kezelésére alkalmaztuk.

A DEA-ban, amint más döntéseméleti modellben is, abból indulhatunk ki, hogy adott a döntési mátrix, ami az alternatívákat és az alternatívák kritériumok szerinti értékelését tartalmazza. (A beszállítóértékelésben az alternatívák a beszállítók, míg a kritériumok azok a szempontok, amiknek alapján a beszállítókat értékelni kívánjuk.) Az ilyen modellben két alapvető kérdésre keressük a választ. Egyrészt arra, hogy miként lehet az adott döntési mátrixból a kritériumok súlyait megállapítani, ami az egyes kritériumok fontosságát is méri; másrészt az ismert döntési mátrix ismeretében hogyan lehet az egyes alternatívákat rangsorolni. Ez utóbbit hívja a szakirodalom ranking-nek. Meg kell jegyeznünk, hogy a kritériumok súlyainak meghatározása két úton érhető el. Vagy a mátrixból közvetlenül állapítjuk azokat meg endogén módon, vagy előre adottak, meghatározottak a súlyok exogén módon. Ez utóbbi esetben pl. szakértői becslésekkel élhetünk.

Tegyük fel, hogy $p+1$ beszállítót értékel a beszerző. Mivel célunk a környezeti szempontok kifejezésre juttatása, ezért a kritériumokat, szempontokat két csoportba osztjuk: a hagyományos menedzsmentkritériumok száma legyen n , míg a környezeti kritériumok száma m . Az i -edik beszállító teljesítménye az (x_i, y_i) vektorral definiálható, ahol x_i a menedzsmentszempontok értéke, míg az y_i vektor a környezeti kritériumokat jelenti. A kritériumokat azért osztottuk két csoportba, hogy a környezeti kritériumok hatékonyságát ki tudjuk emelni a döntési folyamatban. A hatékonyságot ebben az esetben a súlyozott környezeti és menedzsmentkritériumok egymáshoz való viszonyaként határozzuk meg. Ebben az értelemben az input kategóriákat a menedzsmentszempontok, míg az output kategóriákat a környezeti szempontok képviselik.

A DEA-módszer egy általános keretet ad a súlyok hiányában a szállítók értékeléséhez. A módszer alkalmazása az input és output kategóriák feldolgozásán alapul és hatékony felületek kialakítására törekszik.

A DEA-módszer alapváltozata Charnes et al. (1978) nevéhez fűződik, az egyes döntéshozatali egységek hatékonyságának meghatározására. Az általuk javasolt modellt egy hiperbolikus programozási modellt lehet transzformálni lineáris mellékfeltételek mellett. Ezeknek a modelleknek az általános megoldási módját először Martos (1964) vizsgálta, mint a lineáris programozás egy speciális esete. A DEA-modell célja, hogy meghatározza a menedzsment (input) és a környezeti (output) kritériumok súlyát.

A DEA-modellt a következő formában adhatjuk meg, feltételezve, hogy a 0-ik döntéshozatali egység hatékonyságát vizsgáljuk:

$$u \cdot y_0 / v \cdot x_0 \rightarrow \max \quad (1)$$

s.t.

$$u \cdot y_i / v \cdot x_i \leq 1; i = 0, 1, 2, \dots, p. \quad (2)$$

$$u \geq 0, v \geq 0. \quad (3)$$

Az (1) maximalizálandó kifejezés a 0-ik beszállító hatékonyságát reprezentálja, ahol az u vektor a környezeti kritériumok súlya, valamint a v vektor a menedzsmentszempontok súlyát adja. A (2) egyenlőtlenségek azt fejezik ki, hogy az összes beszállítói hatékonyságok nem haladhatják meg az egyet, vagyis a 100%-ot. Ez gyakorlatilag egy normalizálási feltételnek tekinthető. Az (1)–(3) a DEA alapmodellje, ami a következőképpen alakítható át lineáris programozási modellé:

$$u \cdot y_0 \rightarrow \max \quad (4)$$

s.t.

$$v \cdot x_0 = 1, \quad (5)$$

$$u \cdot y_i - v \cdot x_i \leq 0; i = 0, 1, 2, \dots, p. \quad (6)$$

$$u \geq 0, v \geq 0. \quad (7)$$

A matematikai részletek iránt érdeklődő olvasó az átalakítás lépéseit a tankönyvekben megtalálhatják, ettől mi itt eltekintünk. A (4)–(7) modell kereskedelmi forgalomban kapható szoftverrel, pl. a Microsoft Excel Solver segítségével megoldható. Ennek a programnak a segítségével készítettük el a számításainkat.

A DEA/CI összetett indikátorok módszer alkalmazása a beszállító kiválasztásra

A DEA-val szemben mindig felmerül, hogy a módszer minden döntéshozatali egységre más-más súlyrendszert ad. Ezért az irodalomban a közös súlyok keresése mindig megjelenik. Roll és Golany (1993) a súlyokra adott korlátozással oldja fel a közös súly keresésének problémáját. Kao és Hung (2005) munkájukban a kompromisszumprogramozás (compromise programming) módszerét javasolják a súlyok felkutatására. Ez utóbbi programozási feladat nehézsége abban rejlik, hogy nemlineáris programozási feladat megoldására vezet vissza a súlyok megkeresését. Mindezek figyelembevételével mi itt egy másik utat fogunk követni.

A közös súlyok elemzése (common weights analysis) módszerét Liu és Peng (2008), valamint Liu, Peng és Chang (2006) javasolta alkalmazni. A döntéseméleti irodalom manapság szélesben vitatja, és fejleszti tovább ezt a módszert (pl. Jahanshahloo et al., 2010). A következőkben röviden ismertetjük a módszer működését.

A közös súlyok elemzése abból a feltételezésből indul ki, hogy nemcsak egy beszállítót, alternatívát vizsgál a célfüggvényben, hanem az összes beszállítóra a maximális hatékonyságtól való eltérést akarjuk minimalizálni. Ez azt jelenti, hogy ezzel a minimalizálással a maximális hatékonyságtól, azaz a 100%-tól való eltérések összegét minimalizáljuk. Írjuk fel a (4)–(7) lineáris programozási feladatot arra az esetre, amikor a (6) egyenlőtlenségek összegét minimalizáljuk. Ekkor a feladatot a (8)–(11) formát írhatjuk fel:

$$u \cdot Y \cdot 1 - v \cdot X \cdot 1 \rightarrow \min \tag{8}$$

s.t.
 $v \cdot 1 = 1, \tag{9}$

$$u \cdot Y - v \cdot X \leq 0, \tag{10}$$

$$u \geq 0, v \geq 0. \tag{11}$$

A (8)–(11) feladatban az 1 vektorok az összegző vektorokat jelölik, az Y és X mátrixok a döntéshozatali egységek input- és outputvektorait összefoglaló mátrixok, vagyis

$$Y = [y_{0p}, y_{1p}, y_{2p}, \dots, y_{pp}], X = [x_{0p}, x_{1p}, x_{2p}, \dots, x_{pp}].$$

A (9) egyenlőség a súlyok korlátosságát garantálja. A (10) egyenlőtlenségek a hatékonysági mutatókat szemléltetik lineáris egyenlőtlenség formában. A (8) célfüggvény az összes, maximális hatékonyságtól

történő eltérést mutatja. A (8)–(11) feladat megoldása megadja a keresett súlyokat, ebben az értelmezésben. Azonban ez csak az első fázisa a rangsorolásnak.

A második fázisban a (8)–(11) programozási feladatot kiegészítjük az összetett indikátorok egyenlőtlenségeivel, valamint a célfüggvényt is az összetett indikátorok modelljének a célfüggvényével helyettesítjük (Cherchye et al., 2008; Zhou et al., 2012; Fillipetti et al., 2011). Az új feladat a következőképpen alakul:

$$u \cdot Y \cdot 1 + v \cdot X \cdot 1 \rightarrow \max \tag{12}$$

s.t.
 $u \cdot Y + v \cdot X \leq 1, \tag{13}$

$$u \cdot Y - v \cdot X \leq 0, \tag{14}$$

$$u \geq 0, v \geq 0. \tag{15}$$

A (12)–(15) feladat optimális megoldása adja az optimális súlyokat. A probléma így ötvözi a DEA hatékonyságot mérő hányadosát, amit a (14) egyenlőtlenségek reprezentálnak, és a több szempontú döntéshozás modelljeiből ismert egyszerű súlyozás, vagyis a scoring modell előnyeit, amit a (13) egyenlőtlenségek mutatnak. A módszer működését egy számpéldával demonstráljuk.

Alkalmazzuk most a DEA/CI eljárásunkat a következő számpéldára (1. táblázat). A problémában abból indulunk ki, hogy a döntéshozó a környezeti, fenntartóhatósági szempontokat akarja a DEA értelmezésében mint outputokat a döntésbe bevonni, míg inputként a beszállító kiválasztás klasszikus menedzsmentkritériumait veszi figyelembe.

1. táblázat

Számpélda a három szállító ajánlatával

Menedzsmentkritériumok	1	2	3
Átfutási idő (nap)	2	1	3
Minőség (%)	80	70	90
Ár (€)	2	3	5
Környezeti kritériumok			
Újrahasznosíthatóság (%)	70	50	60
CO ₂ -kibocsátás (g)	30	10	15

Az 1. táblázatot átalakítjuk abba a formába, hogy a menedzsmentkritériumokban a kisebb értéket adók a jobbak. Ezt két módszerrel érhetjük el. Vagy negatív előjellel látjuk el azon kritériumok értékeit, ahol a nagyobb a jobb, mint a példánkban a minőség, vagy az

adott érték reciprokját vesszük. Mi itt az utóbbi mellett döntöttünk. Ugyanígy a környezeti kritériumokra elvégezzük az előbbi transzformációt, csak most az ellenételes rendezéssel. A 2. táblázatunk ennek megfelelően a következő lesz.

2. táblázat

Számpélda a három szállító ajánlatával, átalakított adatok

Menedzsentkritériumok	1	2	3	Összesen
Átfutási idő (nap)	2	1	3	6
Minőség (%)	1/80	1/70	1/90	191/5040
Ár (€)	2	3	5	10
Környezeti kritériumok				
Újrahasznosíthatóság (%)	70	50	60	180
CO ₂ kibocsátás (g)	1/30	1/10	1/15	0,2

A közös súlyok módszerével a (8)–(11) modell a 2. táblázat adataira az alábbi módon írható fel:

$$180u_1 + 0,2u_2 - 6v_1 - 191/5040v_2 - 10v_3 \rightarrow \min$$

$$v_1 + v_2 + v_3 = 1$$

$$70u_1 + 1/30u_2 - 2v_1 - 1/80v_2 - 2v_3 \leq 0$$

$$50u_1 + 1/10u_2 - v_1 - 1/70v_2 - 3v_3 \leq 0$$

$$60u_1 + 1/15u_2 - 3v_1 - 1/90v_2 - 5v_3 \leq 0$$

$$u_1 \geq 0, u_2 \geq 0, v_1 \geq 0, v_2 \geq 0, v_3 \geq 0.$$

A fenti lineáris programozási modell numerikus megoldását a 3. táblázat mutatja. Ez azt jelenti, hogy a súlyok így könnyen meghatározhatóak. Ezenkívül a hatékonyságokra is kapunk információt. Ennek alapján azt kaptuk, hogy ebben a számpéldában mind a három beszállítónak a DEA-hatékonysága egy, vagyis nem tudunk az alternatívák között rangsort felállítani.

3. táblázat

A közös súlyok a DEA/CI modell segítségével

Átfutási idő	Minőség	Ár	Újrahasznosíthatóság	CO ₂ kibocsátás
0,253496	0,007042	0,0	0,004226	0,42287

Most térjünk rá a (12)–(15) feladat megoldására a 2. táblázat adatainak felhasználásával. A megoldandó modellt ebben az esetben a következő módon írhatjuk fel:

$$180u_1 + 0,2u_2 + 6v_1 + 191/5040v_2 + 10v_3 \rightarrow \min$$

$$70u_1 + 1/30u_2 + 2v_1 + 1/80v_2 + 2v_3 \leq 1$$

$$50u_1 + 1/10u_2 + v_1 + 1/70v_2 + 3v_3 \leq 1$$

$$60u_1 + 1/15u_2 + 3v_1 + 1/90v_2 + 5v_3 \leq 1$$

$$70u_1 + 1/30u_2 - 2v_1 - 1/80v_2 - 2v_3 \leq 0$$

$$50u_1 + 1/10u_2 - v_1 - 1/70v_2 - 3v_3 \leq 0$$

$$60u_1 + 1/15u_2 - 3v_1 - 1/90v_2 - 5v_3 \leq 0$$

$$u_1 \geq 0, u_2 \geq 0, v_1 \geq 0, v_2 \geq 0, v_3 \geq 0.$$

Az eredményeket, vagyis a közös súlyokat erre a modellre a 4. táblázat mutatja.

4. táblázat

Közös súlyok DEA/CI modell

Átfutási idő	Minőség	Ár	Újrahasznosíthatóság	CO ₂ kibocsátás
0,00143	0,940318	0	0,000181	0,05807

Az optimális megoldás DEA hatékonysági mutatóit az 5. táblázat reprezentálja.

5. táblázat

A DEA/CI modell DEA hatékonysági mutatói

Beszállító	1	2	3
DEA-hatékonyság	0,6112	1	0,37046

A táblázatból leolvasható, hogy a második beszállító tekinthető fenntarthatósági szempontból a legjobbnak. Ugyanakkor az optimális megoldásban az összetett indikátorok (composite indicators) a maximális egyet adják.

Összefoglaló gondolatok a környezeti szempontok beszerzésbe való beépítéséhez

A szakirodalom jelentős terjedelemben foglalkozik a környezeti szempontok beazonosításával és a beszállító értékelésbe való beemelésével. Áttekintésével látható, hogy számos olyan módszer létezik, amellyel ez meg is valósítható. A gyakorlati alkalmazást tekintve azonban fontos szempont, hogy számos olyan szituáció van, amikor az összetett környezeti modellek (az értékelés összetettsége vagy az adatok megszerzésének hiányában) nem alkalmazhatóak hatékonyan. Modelünkkel és számpéldánkkal szeretnénk volna hozzájárulni a szállítóértékelés módszertanának fejlődéséhez, másrészt szeretnénk volna felhívni a figyelmet arra, hogy a környezeti szempontok beszerzésbe való beépítésére nem elegendő, ha bekerül valamilyen alacsony súllyal a környezeti szempont az értékelésbe, érdemi hatást csak jelentősebb súly esetén gyakorol.

Az alkalmazott DEA-módszer olyan a kereskedelemben kapható szoftver, mint pl. a Microsoft Excel Solver. Többször utaltunk rá, hogy az irodalomban

kidolgozott megoldások gyakorlati alkalmazása azért ütközik nehézségbe, mert a beszállítóértékelést végzők nem rendelkeznek a módszertan kivitelezéséhez szükséges matematikai, módszertani tudással. Az általunk javasolt modell azonban nem kíván az értékelőtől ilyen ismereteket. Segítségével a vizsgált tényezők beszerzési döntésre gyakorolt hatása vizsgálható, de szélesebb kontextusban a beszállítóértékelés tágabb értelmezésben vett céljait, pl. a beszállítóval való kapcsolat irányítására vonatkozó törekvéseket, is képesek támogatni. Ezzel a beszerzési folyamat hatékonyabbá válhat.

A bemutatott példában a környezeti kritérium a döntés szempontjából csak az ár nagy súlyánál válik meghatározóvá, a gyakorlati döntések kritériumait figyelembe véve valószínűleg irreleváns tényező. A döntést ebben az esetben az egyéb menedzsment- és környezeti kritériumok alapján érdemes meghozni.

Lábjegyzet

¹ A tanulmány az OTKA támogatásával készült. OTKA-azonosító: K 105888.

² VOC – illékony, szerves anyagok (Volatileorganiccompounds)

³ EPA – Environmental Protection Agency, az USA Környezetvédelmi Hivatala

Felhasznált irodalom

- Araz, C. – Ozkarahan, I.* (2007): Supplier evaluation and management system for strategic sourcing based on a new multicriteria sorting procedure. *International Journal of Production Economics*, 106. évf., 2. szám: p. 585–606.
- Bai, C. – Sarkis, J.* (2010): Green supplier development: analytical evaluation using rough set theory. *Journal of Cleaner Production*, 18. szám: p. 1200–1210.
- Bensau, M.* (1999): Portfolios of Buyer-Supplier Relationships. *Sloan Management Review*, 40. évf., 4. szám: p. 35–44.
- Charnes, A. – Cooper, W.W. – Rhodes, E.* (1978): Measuring the efficiency of decision making units. *European Journal of Operational Research*, 2. évf., 2. szám: p. 429–444.
- Cherchye, L. – Moesen, W. – Rogge, N. – van Puyenbroeck, T. – Saisana, M. – Saltelli, A. – Liska, R. – Tarantola, S.* (2008): Creating composite indicators with DEA and robustness analysis: the case of Technology Achievement Index. *Journal of Operational Research Society*, 59: p. 239–251.
- Dickson, G.W.* (1966): An Analysis of Vendor Selection Systems and Decisions. *Journal of Purchasing*, 2. évf., 1. szám: p. 5–17.
- Dobos I.* (2008): Visszutas logisztika és termeléstervezés. *Sigma XXXIX.*: p. 139–167.

- Duleba Sz.* (2006): A közép- és felsővezetői döntéseket támogató AHP módszer és alkalmazása logisztikai szolgáltatók kiválasztására. *Vezetéstudomány*. XXXVII. évf. 9. sz. ISSN 0133-0179: p. 56–60.
- Ellegaard, C.* (2009): The purchasing orientation of small company owners. *Journal of Business and Industrial Marketing*, 24. évf., 3. szám: p. 291–300.
- Enarsson, L.* (1998): Evaluation of suppliers: how to consider the environment. *International Journal of Physical Distribution and Logistics*, 28. évf., 1. szám: p. 5–17.
- Esse B.* (2010): Elmés döntések. PhD-tervezet. Bp. BCE
- Filippetti, A. – Peyrache, A.* (2011): The patterns of technological capabilities of capabilities: A dual approach using composite indicators and Data Envelopment Analysis. *World Development*, 39: p. 1108–1121.
- Fülöp T. – Temesi J.* (2001): A Data Envelopment Analysis (DEA) alkalmazása ipari parkok hatékonyságának vizsgálatára. *Sigma XXXII.*: p. 85–109.
- Handfield, R. – Walton, S. – Sroufe, R. – Melnyk, S.* (2002): Applying environmental criteria to supplier assessment: A study in the application of the analytical hierarchy process. *European Journal of Operational Research*, Vol. 141., Issue 1: p. 70–87.
- Hatefi, S.M. – Torabi, S.A.* (2010): A common weight MCDA-DEA approach to construct composite indicators. *Ecological Economics*, 70: p. 114–120.
- Humphreys, P.K. – Wong, Y.K. – Chan, F.T.S.* (2003): Integrating environmental criteria into the supplier selection process. *Journal of Material Processing Technology*, Vol. 138, No. 2: p. 349–356.
- Jahanshahloo, G.R. – Hosseinzadeh Lofthi, F. – Khanmohammadi, M. – Kazemianesh-M. – Rezaie, V.* (2010): Ranking of units by positive ideal DMU with common weights. *Expert Systems with Applications*, 37: p. 7483–7488.
- Kao, C. – Hung, H.T.* (2005): Data envelopment analysis with common weights: The compromise solution approach. *Journal of the Operational Research Society*, 56. évf.: p. 1196–1203.
- Khaled, A.A. – Paul, S.K. – Chakraborty, R.K. – Md. Salahuddin, A.* (2011): Selection of Suppliers through Different Multi-Criteria Decision Making Techniques. *Global Journal of Management and Business Research*, 11. évf., 4. szám: p. 1–11.
- Kraljic, P.* (1983): Purchasing must become supply management. *Harvard Business Review*, Sept./Oct.: p. 109–117.
- Krause, D.R. – Vachon, S. – Klassen, R.D.* (2009): Special topic forum on sustainable supply chain management: introduction and reflections on the role of purchasing management. *Journal of Supply Chain Management*, 45. évf., 4. szám: p. 18–25.
- Liu, J. – Ding, F. – Lall, V.* (2000): Using Data envelopment analysis to compare supplier selection and performance improvement. *Supply Chain Management: An International Journal*, 5. évf., 3. szám: p. 143–150.

- Liu, F.-H.F. – Peng, H.-H.* (2008): Ranking of units on the DEA frontier with common weights. *Computers & Operations Research*, 35. évf.: p. 1624–1637.
- Liu, F.-H.F. – Peng, H.-H. – Chang, H.-W.* (2006): Ranking DEA efficient units with the most compromising common weights. *The Sixth International Symposium on Operations Research and Its Applications (ISORA '06)*, Xinjiang, China, August 8–12: p. 219–234.
- Markovits-Somogyi, R. – Gecse, G. – Bokor, Z.* (2011): Basic efficiency measurement of Hungarian logistics centres using data envelopment analysis. *Periodica Polytechnica-Social and Management Sciences*, 19. évf., 2. sz.: p. 97–101.
- Martos, B.* (1964): Hyperbolic programming. *Naval Research Logistics Quarterly*, 11. évf., 2. sz.: p. 135–155.
- Morrissey, B. – Pittaway, L.* (2004): A study of procurement behaviour in small firms. *Journal of Small Business and Enterprise Development*, 11. évf., 2. szám: p. 252–264.
- Muralidharan, C. – Anantharaman, N. – Deshmukh, S.* (2002): A Multi-Criteria Group Decisionmaking Model for Supplier Rating. *Journal of Supply Chain Management*, 38. évf., 4. szám: p. 22–33.
- Noci, G.* (1997): Designing „green” vendor rating systems for the assessment of a supplier’s environmental performance. *European Journal of Purchasing and Supply Management*, 3. évf., 2. szám: p. 103–114.
- Roll, Y. – Golany, B.* (1993): Alternate methods of treating factor weights in DEA. *Omega*, 21. évf.: p. 99–109.
- Sanei, M. – Khoshtinat, F. Z. – Khodadadi, M.* (2011): An improved common weight MCDA-DEA approach to construct composite indicators. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 5: p. 1471–1475.
- Selos, E. – Laine, T.* (2012): The perceived usefulness of decision-making methods in procurement. *Seventeenth International Working Seminar on Production Economics*, Preprints Vol. 1. (ed.) R. Grubbstrom – H.H. Hinterhuber: p. 461–472.
- Stannack, P. – Osborn, M.* (1997): The Politics of Vendor Assessment. in: *Emerging Issues in Purchasing and Supply Chain Management*. A. Chikán (ed.), IFPMM Publications, 1. szám: p. 197–205.
- Van Weele, A.* (2009): *Purchasing and Supply Chain Management: Analysis, Strategy, Planning and Practice*. Andover: Cengage Learning
- Vörösmarty Gy.* (2011): A beszerzés fogalmi kerete a kis- és középvállalatok gyakorlatában. *Vezetéstudomány*, különszám: p. 72–79.
- Vörösmarty, Gy. – Dobos, I. – Tátrai, T.* (2011): Sustainable Purchasing and the Motivations Behind it. in: *Burritt, R.L. (Editor-in-Chief) – Schaltegger, S. – Bennett, M. – Pohjola, T. – Csutora, M. (eds.): Environmental Management Accounting and Supply Chain Management*. Dordrecht: Springer: p. 41–54.
- Weber, C.A. – Current, J.R. – Benton, W.C.* (1991): Vendor selection criteria and methods. *European Journal of Operational Research*, 50. évf., 1. szám: p. 2–18.
- Zhou, L. – Tokos, H. – Krajnc, D. – Yang, Y.* (2012): Sustainability performance evaluation in industry by composite indicators. *Clean Technology and Environmental Policy* 14: p. 789–803.

A cikk beérkezett: 2013. 2. hó

Lektorai vélemény alapján véglegesítve: 2013. 5. hó

E SZÁMUNK SZERZŐI

Dr. Bakacsi Gyula, egyetemi tanár, Semmelweis Egyetem Egészségügyi Menedzserképző Központ; **Rády Eszter Andrea**, pszichológus, tanársegéd, Debreceni Egyetem; **Dr. habil Szűcs Edit**, főiskolai tanár, tanszékvezető, dékán, Debreceni Egyetem; **Virág Attila**, tudományos segédmunkatárs, Budapesti Corvinus Egyetem; **Keszey Tamara**, egyetemi adjunktus, Budapesti Corvinus Egyetem; **Dr. Berde Éva**, egyetemi docens, Budapesti Corvinus Egyetem; **Dr. Vörösmarty Gyöngyi**, egyetemi docens, Budapesti Corvinus Egyetem; **Dr. Dobos Imre**, egyetemi docens, Budapesti Corvinus Egyetem