

NAGY BENEDEK

A repülőtéri zsúfoltságkezelési módszerek hatékonysága

A zsúfoltság világszerte számos nagy repülőtéren jelen van. A zsúfoltság késlekedést, kellemetlenséget és költséget okoz, és az ebből származó hatékonyságvesztesség problémáját kezelni kell. Számos módszer közül ez a tanulmány a repülőtéri zsúfoltság az adminisztratív résidő-kiosztási módszerre és a zsúfoltsági árazásra koncentrál. Először a szakirodalom alapján megmutatjuk, hogy a zsúfoltság mérséklésére a zsúfoltsági árazás hatékonyabb módszer, mint a résidőkiosztás. A gyakorlatban azonban az európai repülőterek az adminisztratív résidőkiosztás valamilyen formáját alkalmazzák. Ebben a cikkben a résidő-értékelési mátrixot mutatjuk be, amelynek segítségével az adminisztratív résidőkiosztás hatékonyságvesztése megbecsülhető.*

Journal of Economic Literature (JEL) kódok: D62, H23, L93

A repülőterek egy bonyolult nemzetközi közlekedési hálózat csomópontjai, amelyeknek az egyre népszerűbb légi közlekedés iránti növekvő kereslettel kell szembenéznük. A repülés deregulációja *Levine* [2009] szerint az elmúlt ötven év egyik legsikeresebb szabályozási változtatása volt. 1986 és 1996 között a repülőjegyek Európában átlagosan 30 százalékkal csökkentek (*Lukács–Pavics–Sujtó* [2003]). A változások hatására a repülés elérhetetlen luxusból széles tömegek számára megfizethető és racionális utazási móddá vált. Mindez azonban korábban elképzelhetetlen mértékben megnövelte a repülőterek szolgáltatásai iránti keresletet, és a szűkös kapacitásokkal együtt ez zsúfoltságot, sok esetben túlzott mértékű zsúfoltságot eredményezett. A világszinten érzékelhető trendek szerinti előrejelzések alapján 2030-ra a légi közlekedés iránti európai igények 11–25 százaléka kielégítetlen marad, és mintegy 20–40 repülőtér lesz súlyosan túlszűfolt (*ACI* [2010] 14. o.). A különböző mértékben zsúfolt repülőtereknek számolniuk kell az előttük álló kapacitásproblémákkal, és megoldásokat keresni az előbb vagy utóbb, kisebb vagy nagyobb mértékben jelentkező zsúfoltságra.

A súlyos zsúfoltság jelei egyelőre még csak kevés repülőtéren okoznak olyan nehézségeket, hogy komoly stratégiát kellene kidolgozni szűkös erőforrásaik hatékony

* A tanulmány a Budapest Airport Zrt. innovációs járulékának terhére a Deak Zrt. és a Szegedi Tudományegyetem közreműködésével megvalósuló A repülőterekhez kapcsolódó fejlesztési projektek helyi gazdaságfejlesztési hatásainak vizsgálata című kutatás-fejlesztésen alapul.

allokálására (a klasszikus példák a J. F. Kennedy repülőtér New Yorkban, a chicagói O'Hare és Európában a londoni Heathrow repülőterek), de a fejlődési tendenciák ismeretében fel kell készülni a jövő kihívásaira.

Ebben a tanulmányban a zsúfoltság piaci és adminisztratív módszerekkel történő mérséklési lehetőségeit vizsgáljuk. Először a zsúfoltság megjelenésének és hatásainak közgazdasági jellemzőit tekintjük át az externáliák Pigou és Coase óta jól ismert fogalmából kiindulva. Ez a témakör a közlekedés-gazdaságtanban régóta jelen lévő probléma (*Vickrey* [1969], *Arnott és szerzőtársai* [1990], *Lindsey* [2006]). Arra kívánunk rámutatni, hogy a zsúfoltság a benne részt vevőknek okozott nyilvánvaló kellemetlenségen kívül társadalmi szintű hatékonyságvesztéssel is jár. Specifikálva a zsúfoltság kialakulását és hatásait egy repülőtér esetére, *Janic* [2005] modellje alapján bemutatjuk a repülőgépek egymás számára okozott externális költségeit, az ennek figyelmen kívül hagyásából származó zsúfoltságot és hatékonyságvesztést. Majd a szakirodalomban hagyományosan megjelenő kétféle zsúfoltságkezelő módszert vizsgáljuk meg, mégpedig az ár- és a mennyiségi alapú zsúfoltságkezelést (*Janic* [2005], *Brueckner* [2009], *Czerny* [2006], [2007]). Az árakon alapuló zsúfoltságkezelés esetében a megoldást az erőforrás használatáért megszabott árak emelése szolgáltatja: a repülőterek esetében ez a zsúfoltsági árazás közvetetten hivatott a repülőterekre érkező gépek számát – piaci ösztönző szabályozást alkalmazva – csökkenteni. A mennyiségi alapú zsúfoltságkezelés korlátozza az erőforrás elosztható mennyiségét és meghatározza ennek elosztási módszerét. A repülőterek esetében ezt szolgálja a résidőkiosztás rendszere, amely közvetlenül csökkentheti a repülőterre érkező gépek számát, de ez a szabályozás korlátozó jellegű. Végül bemutatjuk a résidő-értékelési mátrixot, amelynek bevezetésével információt lehet szolgáltatni a repülőtéri kapacitás mint szűkösen rendelkezésre álló erőforrás hatékony elosztásához. A módszer olyan zsúfolt repülőterek számára lehet érdekes, amelyekben a zsúfoltság piaci eszközökkel (vagyis az ármechanizmus segítségével) nem kezelhető, és ezért a légitársaságoknak nem érdekük – és módjukban sem áll – az általuk használt erőforrás értékét kinyilvánítani. A bemutatott módszer az adminisztratív résidőkiosztás hasznos kiegészítője lehet.

A repülőtéri zsúfoltság kialakulása

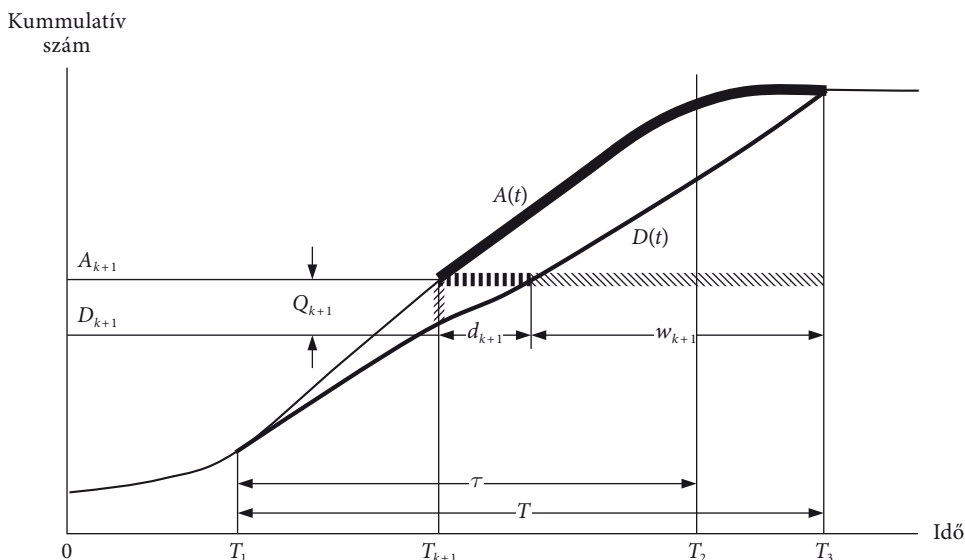
A közgazdaságtanban, főként a közlekedés-gazdaságtanban régóta tárgyalt problémakör a zsúfoltság. A közlekedési hálózatok zsúfoltsága esetében többnyire arról van szó, hogy a közlekedési hálózat rögzített mennyiségben kínált kapacitását, áteresztő képességét hosszabb-rövidebb ideig ezt meghaladó mértékben kívánják használni, ami a forgalom lassulásához és sorban álláshoz vezet. A sorban állás kialakulásánál és feloszlásánál a fő probléma az az externális hatás, ami csökkenti a hatékonyságot. A közlekedési hálózatban részt vevők ugyanis mind csupán a saját maguk számára megjelenő költségek és hasznok alapján döntenek úgy, hogy az adott időben igénybe veszik-e a hálózatot, ugyanakkor döntésükkel más felhasználóknak is költségeket okozhatnak, amelyeket nem kell megfizetniük.

Janic [2005] modellje bemutatja az externális hatások fellépését repülőterek esetében. Ez a modell egyrészt rávilágít, milyen külső gazdasági hatásokat okoznak az egyes repülőgépek egymás számára, és ez hogyan vezet el a zsúfoltság kialakulásához. Másrészt a modell számos olyan tényezőt azonosít, amely a kialakuló zsúfoltság nagyságát, súlyosságát befolyásolja. Harmadrészt a modell egy zsúfoltságkezelő megoldást is bemutat, amellyel a zsúfoltság csökkenthető: a zsúfoltsági árazást (lásd később).

A modell fontos mutatószáma a kereslet/kapacitás arány (vagy más szóval kapacitáskihasználtsági arány). Amikor zsúfoltság alakul ki, akkor több repülőgép versenyez a kapacitásokért, mint amennyit az adott repülőtér kapacitásával ki lehet szolgálni, vagyis a kereslet/kapacitás arány eléri vagy meghaladja az egyet. A modell az adott repülőtér esetében méri egy tipikus zsúfolt periódusra az érkezések és az indulások kumulált számát az idő függvényében. Ezek időbeli változása mutatja a kereslet és a kapacitás alakulását, és az ezek alapján számított kereslet/kapacitás hányad alakulását, szintén az idő függvényében. Az 1. ábra egy tipikus zsúfoltsági helyzet alakulását mutatja be.

1. ábra

Egy repülőtéri zsúfoltsági helyzet



Forrás: Janic [2005] 11. o.

Az ábrán az $A(t)$ függvény jelöli az érkezések kumulált számát az idő függvényében, a $D(t)$ függvény pedig az indulásokét. A megfelelő meredekségek $\lambda(t) = dA(t)/d(t)$ a kereslet, $\mu(t) = dD(t)/d(t)$ pedig a kapacitás időbeli változását mutatják. Ezek alapján számítható a kereslet/kapacitás hányad $\rho(t) = \lambda(t)/\mu(t)$ formában. A zsúfoltsággal jellemezhető időszak tehát a T , amíg a kereslet/kapacitás hányad egynél nagyobb. Egy tetszőleges T_{k+1} időpontig D_{k+1} gép indult el és A_{k+1} repülő érkezett meg, tehát

felszállásra vár Q_{k+1} repülő: egy adott pillanatban ekkora a sorban állás a repülőtéren. Annál nagyobb a zsúfoltság, minél több gép vesztgel a sorban a felszállásra várva. Az ábrán látható, hogy T_1 -gyel jelölt időponttól a T_2 -vel jelölt időpontig a zsúfoltság nő, ezután pedig csökken. Ez megfogható a kereslet/kapacitás hányad segítségével is: T_1 időponttól T_3 -ig a mutató értéke végig nagyobb egynél, de T_1 és T_2 időpont között növekvő, T_2 és T_3 időpont között pedig csökkenő. Az ábrán d_{k+1} a T_{k+1} időpontban érkező gép várakozási ideje, míg a w_{k+1} az ezen gép által a többiek számára okozott összes késés, várakozási idő, egészen a zsúfolt periódus végéig. Ha a zsúfolt perióduson belül T_1 -hez közelebbi időpontban érkezik egy gép, kevesebb ideig kell várakoznia (még nem alakult ki túl nagy sor), mint az utána érkezőknek (a tovagyrűző hatások által). Fontos, hogy kisebb-nagyobb késések kialakulhatnak a (T_1, T_3) intervallumon kívül is különböző véletlenszerű okok miatt, de a (T_1, T_3) intervallumban szükségszerűen kialakulnak, így ezt a problémát szisztematikusan kezelni kell.

A modell a T időperiódust kis Δt alperiódusokra bontja, és az egy ilyen alperiódus alatt érkező és induló gépek számát, következképpen a kettő különbségként előálló sor hosszúságát normál eloszlású valószínűségi változóként kezeli (bővebben lásd Newell [1982]). Egy tetszőleges alperiódusban a várható sor nagysága növekszik, minél gyorsabb ütemben érkeznek a gépek (minél nagyobb λ), és csökken, minél gyorsabb ütemben szállnak fel (minél nagyobb μ). Az átlagos nagyságú sortól való várható eltérés szintén becsülhető a modellben: a sor várható hosszúságától való várható eltérés fordítottan arányos a fel- és leszállások között eltelt átlagos idővel, viszont egyenesen arányos ezek szórásával. Minél lassúbb és kiszámíthatóbb tehát a közlekedés az adott repülőtéren, annál kisebb lesz a várható eltérés egy adott időintervallumban a sor várható nagyságától.

A felszállásra várakozó sor hosszától függően meghatározható egy utolsóként bekapcsolódó gép várakozási ideje:

$$d_k = [t_{d,k} + \sigma_{d,k} K_k] Q_k, \quad (1)$$

ahol $t_{d,k}$ egy repülőgép felszállásához szükséges átlagos idő, $\sigma_{d,k} K_k$ pedig ennek szóródása (a K konstanson keresztül épül be a valószínűség, a pontos levezetést lásd Janic [2005] 12. o.), így a szögletes zárójelben lévő tag egy repülőgép felszállásához szükséges várható idő. A Q_k a már meglévő sor hossza az adott k -adik időperiódus elején. A k -adik időperiódusban érkező gép tehát annál többet vár, minél lassabban és kevésbé kiszámíthatóan szállnak fel az előtte a sorban várakozó gépek, és minél többen vannak előtte a sorban. Ez a várakozás költséget jelent a repülőgép (illetve az azt üzemeltető légitársaság számára). Mivel ez a költség érzékelhető, ezért a döntéshozatal során figyelembe is veszik, hogy a várakozás költségeivel is számolva érdemes-e indítani egy adott járatot az adott időben az adott repülőtérre, vagy sem.

Ugyanakkor ez az utolsóként érkező repülőgép nemcsak maga szenved el késedelmet, hanem mindenki másra is várakozást ró, aki utána száll le, egészen a zsúfolt periódus végéig. Ez az összes, mások számára okozott késedelem:

$$w_k = [t_{d,k} + \sigma_{d,k} K_k] \sum_{l=k+1}^{T_3} \left\{ 1/[t_{a,l} + \sigma_{a,l} K_l] \right\} \Delta t. \quad (2)$$

A (2) képlet szögletes zárójelben lévő részét ugyanúgy kell értelmezni, mint az (1) képletet. Ehhez hasonlóan a kapcsos zárójelben lévő tag azt mutatja meg, várhatóan milyen gyakran száll le egy újabb repülőgép. Ha ezt az értéket megszorozzuk a periódus hosszával, megkapjuk az adott periódusban várhatóan még leszálló összes olyan repülő számát, amelyek csatlakoznak a sorhoz, az összegzés miatt egészen a zsúfolt periódus végéig. A periódusok hossza állandó, így a zsúfolt periódus végéig leszálló gépek várható száma annál nagyobb, minél gyorsabb és kisebb változékonyságú a leszállás, illetve minél több idő van még hátra a zsúfolt időszak végéig. Az ilyen módon számszerűsíthető, mások számára okozott késedelem, valamint a belőle származó költségek azonban nem érzékelhetők az adott gép (légitársaság) számára, amely a késedelmet okozza, holott valós, a társadalom egészét (a gépek, illetve légitársaságok összességét) terhelő költségekről van szó. Ez a társadalomra rótt többletköltség annál nagyobb, minél több és nagyobb kapacitású más légitársasághoz tartozó gépet hátráltat egy adott gép.

A zsúfoltsággal kapcsolatos hatékonyságvesztés abból származik, hogy az egyes gépek (légitársaságok) csak az őket érintő késedelem (d_i) miatti költségeket viselik, és ez alapján hoznak döntést, a mások számára okozott késedelem (w_i) miatti többletköltséget pedig nem, mivel ezt nem kell megfizetniük.

Janic [2005] modelljét a New York-i LaGuardia adataira alkalmazta. 31 nap indulási és érkezési adatai alapján határozta meg a zsúfoltságból származó költségeket. A vizsgált időszakban azt találja, hogy a LaGuardia repülőtéren a reggel 6 óras nyitással kezdődően folyamatosan növekszik a sorban állás egészen körülbelül 20 óráig, és csak 23 órára szűnik meg. A sor fokozatos növekedésének betudhatóan a korán érkező gépek az összes utánuk érkezőre *összesen* akár 22 órányi késedelmet (w_i), és ennek megfelelő akár 50–140 ezer dollár közötti összes többletköltségeket róhatnak (i. m. 22. o.).

A zsúfoltság kezelésének egyik lehetséges módszere az erőforrás kínálatának növelése, vagyis a repülőterek kapacitásának bővítése. A legtöbb repülőtér esetében azonban ez igen nehézkes: egyrészt természetesen a magas költségek miatt, másrészt azért, mert a terjeszkedéshez többnyire újabb földterületek megvásárlása szükséges, ami a beépített területen vagy annak közelében fekvő repülőterek esetében komoly akadályokba ütközhet (ha az érintett ingatlan tulajdonosok nem hajlandók eladni földjüket, az állam kisajátíthatja azt, de ez a procedura – az értékbecslés, a kártalanítás mikéntje stb. – bonyolult, és évekig elhúzódhat). A repülőterek terjeszkedése nemcsak nagyobb területigényt, hanem a környék lakossága számára növekvő zajterhelést is jelent, ami adott esetben egy további problémát okoz. A repülőtér-bővítés esetében figyelembe kell venni a látens keresletet is: túlzottan nagy látens kereslet esetén a kapacitásfejlesztésnek ehhez, nem pedig a korábbi kereslethez kell igazodnia. A bővítés kritikussai ezt azzal a hasonlattal érzékeltetik, mintha valaki úgy akarna az elhízás ellen védekezni, hogy nagyobb méretű ruhákat vesz. Ez az úgynevezett Downs–Thomson-paradoxon.¹

¹ A kapacitásbővítési paradox hatásairól ír az úthálózatra és a tömegközlekedésre vonatkozóan Arnott–Small [1994].

Repülőtéri keresletszabályozás – ár- és mennyiségi alapú zsúfoltságkezelés

A zsúfoltság kezelésének másik iránya a kereslet szabályozása. Ennek egyik módszere az adminisztratív keresletszabályozás, amely a légi irányítás, a légitársaságok és a repülőtér közötti megállapodásokon alapszik. Fő hátránya, hogy ha a szűkös kapacitás elosztása nem az okozott költségek kimutatásával és figyelembevételével történik, hanem valamilyen más kritérium (például befolyás, piaci erő, lobbitevékenység) alapján, akkor a társadalmilag hatékony erőforrás-allokáció nem biztosítható. A megoldás a kereslet piaci szabályozása, amely oly módon szünteti meg a zsúfoltságot, hogy a társadalmi szempontból elérhető leghatékonyabb módon allokálja a szűkös erőforrásokat.

A következőkben a kereslet kétféle szabályozásának – a leszállási résidők adminisztratív kiosztásának és a zsúfoltsági árazásnak – az elméleti összevetése, valamint gyakorlati problémák bemutatása következik.

Áralapú zsúfoltságkezelés: a zsúfoltsági árazás

A zsúfoltsági árazás (*congestion pricing*) alkalmazása esetén új díjtétel bevezetésével úgy próbálják a repülőterek csökkenteni a zsúfoltságot (végső soron egy adott időszakban a repülőteret használni kívánó repülőgépek számát), hogy a különböző időszakokban az egyes gépek más gépek számára okozott – díjtétel nélkül még externális – költségét érzékelhetővé teszik a repülőgépek vagy a légitársaságok számára. A leszállási díjak effajta meghatározását először Levine [1969] vetette fel. Ha a járat többi költségéhez csak a fel- és leszállás fix díjtétele párosulna, akkor mindenki egységes áron használhatná a repülőtér infrastruktúráját, s azok a gépek nem mondanának le a repülőtér használatáról, amelyek számára már a le- és felszállás nem ér meg annyit, amennyi költséget ők a repülőtér-használattal okoznának. Levine megállapítását alátámasztva a későbbiekben sok modell született a zsúfoltsági árazás és társadalmi hatásainak bemutatására. A következőkben három modell (Janic [2005], Brueckner [2009], Czerny [2006], [2007]) segítségével próbáljuk illusztrálni azt, hogyan lehet a zsúfoltságot és az ebből eredő hatékonyságvesztéseket az árak szabályozásával csökkenteni.²

1. Janic [2005] már tárgyalt zsúfoltsági modelljének gondolatmenetét folytatva, zsúfoltsági árazás hiányában az i -edik légitársaság k -adik periódusbeli profitabilitása (Π_k^i) csak a saját bevételeitől és az őt terhelő költségektől függ:

$$\Pi_k^i = R_k^i - C_k^i = p_k^i(L) \lambda_k^i [p_k^i(L)] n_k^i - c_k^i(n) (t_k^i + d_k^i). \quad (3)$$

Az i -edik légitársaság k -adik periódusbeli bevétele (R_k^i) az adott járaton az út hosszával arányos $p_k^i(L)$ ártól, az ár csökkenő függvényében meghatározódó $\lambda_k^i [p_k^i(L)]$

² A zsúfoltsági árazást számos helyen alkalmazzák világszerte a közutak zsúfoltságának csökkentésére. A zsúfolt közutak zsúfoltsági árazásának elméleti háttéréről részletes áttekintést ad Lindsey [2006].

telítettségétől és a repülőgép n_k^i kapacitásától függ. A költség (C_k^i) pedig a gép méretétől függő, egységnyi időre jutó $c_k^i(n)$ költség és az utazáshoz szükséges teljes $(t_k^i + d_k)$ idő, azaz a repülési idő és a késlekedés összegének szorzata. Ha nincs is zsúfoltsági árazás, a légitársaság a saját maga által elszenvedett késedelem – az 1. ábrán d alapján számított – költségét akkor is figyelembe veszi.

Vezessük be azonban a zsúfoltsági árazást a repülőtéren! Ez egyrészt azt jelenti, hogy megfizettetjük a légitársasággal a repülőgépe által más légitársaságoknak okozott – az 1. ábrábeli w alapján kiszámított – társadalmi költségeket. Másrészt viszont a légitársaság ezt a többletköltséget megpróbálja áthárítani az utasokra (hiszen végső soron miattuk alakult ki), így változik a repülőjegy ára, ennek következtében a légitársaság bevétele is. A profit kiszámítása ebben az esetben:

$$\Pi_{f,k}^i = R_{f,k}^i - C_{f,k}^i = p_k^i(L; C_{m,k}^i) \lambda_k^i \left[p_k^i(L; C_{m,k}^i) \right] n_k^i - c_k^i(n) (t_k^i + d_k) - C_{m,k}^i, \quad (4)$$

ahol $C_{m,k}^i$ a mások számára okozott w késlekedés költségének egy járatra vetített nagysága. Ez egyrészt megemeli a repülőjegy árát, de csökkenti a telítettséget, kétirányú hatást gyakorolva a bevételre. A költségekhez viszont közvetlenül hozzáadódik, így csökkentve a profitot. Az okozott zsúfoltság függvényében tehát legalább néhány járat, amely a zsúfoltsági árazás előtt még gazdaságos volt, az új díjtétel bevezetésével már veszteséges lesz. Az új díjtétel tehát azáltal, hogy képes az okozott késlekedés költségeinek az okozó számára érzékelhetővé tételével néhány járatot gazdaságtalanná tenni, csökkentheti a kritikus időtartományban megjelenő gépek számát, ilyen módon enyhíthető a zsúfoltság.

A társadalmi költségeket megtérítettő zsúfoltsági árazás annál nagyobb növekményt fog okozni a repülőjegy árában, minél kisebb gépről van szó, minél korábban érkezne a zsúfolt periódusban, illetve minél kevesebb gépe van annak a légitársaságnak, amely a szóban forgó járatot indítja. A zsúfoltsági árazás mindezek alapján az alacsony piaci részesedésű légitársaságok gépeit kiszorítja a zsúfolt periódusból, az is lehetséges, hogy teljes mértékben gazdaságtalanná teszi számukra a repülőtér használatát. Nagyobb piaci részesedés esetén továbbra is nyereséges maradhat a zsúfolt periódusban tevékenykedni. Hasonlóképpen rontja a zsúfoltsági árazás a kisebb gépek jövedelmezőségét, így a légitársaságokat a nagyobb gépek használatára ösztönözheti.

2. Brueckner [2009] modelljében egy zsúfolt repülőtérrel két légitársaság különböző piacokat szolgál ki a járataival. Az egyes légitársaságok profitját általánosan a

$$\pi_1 = [p_1 - \tau(f_1)] f_1 - c(f_1 + f_2) f_1 \quad (5)$$

összefüggés adja meg, ahol f_1 és f_2 az egyes légitársaságok által működtetett járatok száma. A szögletes zárójelben lévő tagokat (a repülőgépenkénti jegyeladásból származó bevételt és a légitársaság repülőnkénti költségeit) nem befolyásolja a másik légitársaság által indított gépek száma,³ a második tag első tényezője pedig a két

³ Ebben a modellben a repülőjegy ára konstans, így az esetleges zsúfoltsági költségek nem érintik a repülőjegy árát. A változatlan árú repülőjegyek mellett az utasok száma sem változik repülőgépen-

légitársaság gépei által együttesen okozott zsúfoltság költségei. A társadalmi optimum ott van, ahol a két vállalat profitjának összege maximális.⁴ Az 1. légitársaságra vonatkozó elsődleges optimumkritérium:

$$\partial\pi_1/\partial f_1 = p_1 - \tau(f_1) - f_1\tau'(f_1) - c(f_1 + f_2) - (f_1 + f_2)c'(f_1 + f_2) = 0, \quad (6)$$

ahol az egyenlet utolsó tagja mutatja az egy újabb gép által okozott zsúfoltsági többletköltséget. A társadalmi optimumban az eltérő fizetési hajlandóságok eltérő járat-számot eredményeznek, ha $p_1 > p_2$, akkor $f_1^* > f_2^*$, vagyis az 1. légitársaság több járatot működtet, mint a 2. légitársaság.

Ha azonban a légitársaságok a modell feltevése szerint Cournot-módon viselkednek, és a másik légitársaság gépeinek számát adottnak veszik, akkor a profitmaximum elsődleges feltétele az 1. légitársaság számára:

$$\partial\pi_1/\partial f_1 = p_1 - \tau(f_1) - f_1\tau'(f_1) - c(f_1 + f_2) - f_1c'(f_1 + f_2) = 0, \quad (7)$$

ahonnan az utolsó tagból megfigyelhető, amit Janic [2005] modellje is mutatott, hogy a profitmaximalizáló vállalat az összes okozott zsúfoltsági többletköltségnek csupán egy részét veszik figyelembe (még hozzá azt a többletköltséget, amit egy újabb gép indítása a saját légitársaságukra ró). A két légitársaság által együttesen indított gépek száma magasabb lesz, mint az társadalmilag optimális lenne.

Közelíthetünk az optimumhoz, ha mindkét légitársasággal megfizettetjük az általa eredetileg figyelembe nem vett zsúfoltsági költségeket. Mindkét légitársaságot az optimumban egy gép által okozott zsúfoltsági többletköltség egy részének megfelelő többletdíjfizetésre kötelezve előállítható a társadalmi optimum. Mindeközben azonban a több járatot üzemeltető 1. légitársaság kisebb felárat fog fizetni, mint a kevesebb járatot működtető 2. vállalat. Megvalósítható a modellben az is, hogy továbbra is az árak segítségével mérsékeljük a zsúfoltságot, miközben a légitársaságok méretére való tekintet nélkül egységes, repülőgépenként fizetendő díjat szabunk ki. Az egységes zsúfoltsági díjnak ugyanaz a hátránya, ami az előnye: az egységes díj nem veszi figyelembe, hogy a zsúfoltsági többletköltségnek az 1. légitársaság nagyobb részét képes beépíteni. Emiatt viszont az egységes díj ezúttal jobban bünteti az 1. légitársaságot az általa okozott zsúfoltságért, a 2. légitársaságot pedig nem eléggé, éppen fordítva, mint a differenciált díj esetében.

3. Czerny [2007] modellje kiindulási pontként egy monopolisztikus, zsúfolt repülőteret vesz alapul, ahol egy szabályozó igyekszik mérsékelni a zsúfoltságot. A modell kiinduló helyzetében ismert a zsúfoltság költsége, amely a repülőteret használó gépek számának növekvő függvénye, és a feltételezések szerint minden légitársaság számára egyforma. A fogyasztók kereslete azonban bizonytalan, de a kereslet törvé-

ként, így az egy repülőgépre jutó bevétel is konstans és független a kivetett zsúfoltsági díjaktól. A piaci hatalom ebben a modellben nem kap szerepet, míg Pels-Verhoef [2004] vagy Czerny [2006], [2007] modelljeiben lényeges elem lesz.

⁴ Mivel modell tökéletesen rugalmas keresleti függvényt feltételez, így fogyasztói többlet nem keletkezik.

nye szerint az ár csökkenő függvénye. A tervező kialakíthatja úgy az árakat, hogy a jólét várható értéke a lehető legnagyobb legyen. Az optimális ár a zsúfoltsági költségnek növekvő, a keresletnek csökkenő függvénye.

A modell alapváltozata azt feltételezi, hogy az egyes repülőterek iránti keresletek függetlenek egymástól. A továbbiakban azonban Czerny felhívja a figyelmet arra, hogy az egyes repülőterek között keresletbeli komplementaritás van: ha az utazáshoz kell indulási és érkezési repülőter, akkor az egyik repülőter iránti megnövekedett kereslet megnöveli egy másik repülőter iránt is a keresletet. A repülőterek közti keresletbeli komplementaritás figyelembe vehető az utasok keresleti függvényében. Ha a tervező ismét a jólét várható értékének maximalizálására törekszik, akkor az alkalmazandó ár a komplementaritás mértékének növekvő függvénye. (A modell nem vizsgálja a repülőterek közötti helyettesítő viszonyt, amikor az utasok az egyik repülőter helyett inkább egy másikat használnak.)

Czerny modelljeinek (Czerny [2006], [2007]) előnye, hogy összehasonlítást is végez a különbözőféle zsúfoltságcsökkenítő intézkedések között, és megmutatja, hogy azonos feltételek mellett milyen eredményre vezetne a résidőkiosztás alkalmazása. Az összehasonlító eredményekre visszatérünk a résidőkiosztás mint másik lehetséges zsúfoltságszabályozó módszer működésének bemutatása után.

E három modell közös vonása, hogy mindegyik esetben a szabályozó (repülőter, hatóság) a légitársaságok számára az árak alakításával generált piaci jelzést az általuk használt erőforrások valós értékéről, ami a légitársaságokat járataik számának megváltoztatására késztette. A piaci jelzésekre reagálva – legkevesbé hatékony járatokkal kezdődve – a légitársaságok maguk csökkentik a járataik számát, ilyen módon a repülőteri zsúfoltság csökkenthető. Néhány alapvető hátrányra azonban a modellek is rámutatnak, amelyekkel számolni kell a zsúfoltság árazása esetén. Először is, ha a zsúfoltsági ár alkalmazása miatt néhány járat nem kívánja az adott időben használni a kérdéses repülőteret, és így csökken a zsúfoltság, akkor ezzel egyidejűleg a járatkieséseknek megfelelő bevételek is eltűnnek (Janic [2005]). A másik hátránya a módszernek az a morális kockázat, hogy ha egy repülőternek a bevétele a zsúfoltság fennmaradásához kötődik, akkor érdeke ennek fenntartása. Levine [2009] arra is rámutat, hogy ha a zsúfoltsági árazásból befolyó összegeket többségében olyanok fizetik meg, akik nem kötődnek a repülőter környezetéhez, de olyanok élvezhetik, akik helybéliek, akkor komoly politikai nyomás lehet arra, hogy a többletbevételt ne kapacitásbővítésre használják fel a repülőterek. Schank [2005] három esetet hoz példának, kettőt az Egyesült Államokból, illetve egyet az Egyesült Királyságból, ahol ténylegesen alkalmaztak valamilyenfajta zsúfoltsági árazást. Mindhárom esetben a zsúfoltsági díjak bevezetése általában egy konkrét csoportot visszaszorított a repülőtereken, mégpedig a kisebb kapacitású repülőgépek működtetőit. Ezek a légitársaságok rendre bérleti úton megtámadták a zsúfoltsági árazási rendszert, és egyedül New York esetében maradtak meg a bevezetett zsúfoltsági díjak. A példákból kiderült, hogy amellet, hogy a díjak rendszerint diszkriminatívak, abban az esetben járhatnak mégis sikerrel, ha van megfelelő alternatíva a növekvő landolási díjak miatt az adott repülőterről kieső járatok utasai számára.

Mennyiségi alapú zsúfoltságkezelés

A zsúfoltság mérséklésére tehető másik kísérlet a résidőkiosztás (*slot allocation*), azaz a szűkösen rendelkezésre álló repülőtér-használati idő adott nagyságú részeire (ezeket nevezzük résidőnek) tulajdonjogot teremtünk, mely tulajdonjogokat valahogyan elosztjuk és/vagy lehetővé tesszük a velük való kereskedést.

A cél ebben az esetben az lenne, hogy a zsúfolt repülőtereken a légitársaságok jogot szerezhetnek a fel- és leszállásra. Ezek a szűkösen rendelkezésre álló résidők természetükénél fogva rendelkeznek a magánjavaknak azzal a tulajdonságával, hogy rivalizálás folyik értük (amennyiben egy adott időben egy kifutópályát egyszerre csak egy repülő foglalhat el, és ezzel másokat kizár az adott kifutó használatából ideiglenesen), de a nem fizetők kizárása általában nem valósul meg. A tulajdonjogok megteremtésével megvalósítható a nem fizetők kizárása. Ha a le-, illetve felszállási jogokért a légitársaságoknak fizetniük kell, akkor számolniuk kell azzal, hogy számukra valóban mekkora értéke van adott résidő használatának. A közgazdasági elmélet szerint azért lehetne hatékony ez a módszer, mert a légitársaságok fizetési hajlandóságuk szerint versenyezhetnek a résidőkért: az a légitársaság veszi meg a résidőt, amelyik számára a legértékesebb, és ezért a legtöbbet hajlandó fizetni érte. (Magasabb ajánlatával megvásárolhatja a résidő használatát attól a társaságtól, amelyik nem tud a résidő felhasználásával legalább ekkora nyereségre szert tenni, s jobban jár, ha eladja résidejét.) Ilyen módon, ha nincsenek további tranzakciós költségei a kereskedésnek, a résidők mindig oda kerülnek, ahol a legnagyobb értéket társítanak hozzájuk, ahol a leghatékonyabban tudják felhasználni őket. Az itt említett mennyiségi alapú zsúfoltságkezelési módszer is tekinthető piaci alapú módszernek, amennyiben a résidők megszerzéséért, birtoklásáért fizetni kell, illetve velük különböző árakon kereskedni lehet. Ha azonban a kiosztásukat vagy a végső elosztásukat nem a fizetési hajlandóság szabja meg, akkor nem piaci, hanem adminisztratív résidőkiosztásról beszélhetünk.

A résidők elosztása és a velük való kereskedés gyökeresen másképpen zajlik Európában, mint az Egyesült Államokban (lásd *Matthews–Menaz* [2003]). Az európai rendszerben a résidők kezdeti kiosztása ugyan adminisztratív módon történik, de lehetőség van a későbbiekben a megszerzett résidőket elcserélni, akár pénzbeli kompenzációval egybekötve is. A résidők kiosztását csak úgynevezett teljesen koordinált repülőterek esetében tanácsos használni, ezek jellemzően azok a repülőterek, ahol rendszeres és nagymértékű zsúfoltság alakul ki.⁵ Ezekre a repülőterekre az Európai Unió Tanácsának 95/93/EGK rendelete (*EK* [1993]) értelmében koordinátort rendelnek ki azzal a megbízással, hogy a résidők légitársaságok közötti kiosztását felügyelje, törekedve az optimális résidőkiosztásra a repülőterek kapacitásának hatékony kihasználása, a verseny élénkítése és az új piaci belépők megjelenésének elősegítése érdekében (*Matthews–Menaz* [2003] 3. o.). Az említett *EK* [1993] rendelet szerint

⁵ Az 1. szintű, vagy nem koordinált repülőtereken megfelelő nagyságú kapacitás áll rendelkezésre, nincs szükség résidők alkalmazására. A 2. szintű repülőtereken, mint amilyen a budapesti repülőtér is, egy közreműködő közvetít a légitársaságok igényei és a repülőtér között, elkerülendő a kapacitástúllépést és zsúfoltságot. A résidők tényleges kiosztásának cikkünkben szereplő módszere a 3. szintű, teljesen koordinált repülőterek esetében szükséges (*IATA* [2010]).

évente kétszer, a nyári és a téli menetrendi időszak előtt a teljesen koordinált repülőtereken rendelkezésre álló résidők kiosztásra kerülnek az igénylők között.

Előzetesen a repülőtér a koordinátorral, a repülőtérrel használó légitársaságokkal és az egyéb érdekelt hatóságokkal közösen meghatározza a kapacitást, vagyis a kiosztható résidők mennyiségét. A légitársaságok ezt követően benyújthatják igényeiket az egyes résidőkre a koordinátornak. A koordinátor összegzi ezeket a kérelmeket, és előáll egy tervszel a résidők kiosztására vonatkozóan. A menetrendi időszak megkezdése előtt egyeztető tárgyaláson találkoznak a légitársaságok és a koordinátor, hogy megtörténjen a résidők végleges kiosztása, és elkészülhessenek a menetrendek.

Első lépésként a történelmi hagyományok döntenek: a légitársaságoknak a következő menetrendi időszakban joguk van ugyanazokhoz a résidőkhöz, amelyeket a korábbi időszakban birtokoltak. Az adott repülőtérre tehát már legalább egy éve jelen lévő légitársaságok előjogokat („keresztapai jogokat”) élveznek. A keresztapák elvesztik a jogukat a következő időszakban az azonos résidőhöz, ha az előző időszak legalább 80 százalékában nem használták fel. Ez a szabály a „használd, vagy elveszíted” elv. Matthews és Menaz megemlíti, hogy a 2000. évi nyári időszakban például a londoni Heathrow-n a résidők 97 százaléka, a szintén londoni Gatwicken a résidők 89 százaléka került a „keresztapákhoz” (Matthews–Menaz [2003] 3. o.). Az ezután fennmaradó résidők egy résidőalapba kerülnek (akárcsak az esetlegesen újonnan létrejövő résidők kapacitásbővítés vagy jobb kapacitáskihasználás miatt, vagy a keresztapák által elvesztett résidők), ebből elégíthetők ki a fennmaradó igények. Az új belépők ösztönzésére a résidőalap bizonyos része potenciális új belépők részére elkülöníthető.

Miután megtörtént a résidők elsődleges kiosztása, a légitársaságok a számukra kiosztott résidőket egymás között szabadon cserélhetik. Ezzel segítve azt, hogy egy-egy csúcsidőbeli résidő ahhoz kerülhessen, aki hatékonyabban tudja felhasználni. Az elsődleges kiosztás során megszerzett résidőkért nem kell fizetniük azoknak a légitársaságoknak, amelyek megkapták azokat, hasonlóképpen a résidők légitársaságok közti cseréjénél sincsen pénzmozgás. Nem egyértelmű, hogy jogszerű-e a résidők értékei közti különbséget olyan módon kifejezésre juttatni, hogy egy résidőért cserébe lehet másik résidőt plusz pénzt felajánlani, vagy egy kapott résidővel szemben csak pénzbeli ellenszolgáltatás álljon. Ez lenne a résidőkkel való másodlagos kereskedés.⁶

Czerny [2006], [2007] bemutatja, hogy a résidőkiosztás mint zsúfoltságkezelő módszer, milyen eredményre vezetne jóléti szempontból a zsúfoltsági árazással szemben. Az első modellváltozatban, amikor egyetlen zsúfolt repülőtér működését vizsgálja, meghatározható a jólétet maximalizáló résidők mennyisége. Ez az optimális résidőmennyiség fordítottan arányos a zsúfoltsági költséggel és a kereslet ár rugalmasságával egyaránt. A repülőtér közti keresletbeli komplementaritást is figyelembe véve a számított jólét-maximalizáló résidő mennyisége a komplementaritás erősségének növekvő függvénye.

Összevetve az ár- és a mennyiség alapú keresletszabályozási módszert, Czerny arra a következtetésre jut, hogy az elérhető társadalmi jólét magasabb (illetve a jóléti veszteség kisebb) lesz a zsúfoltsági árazás alkalmazásával, mint a résidőkiosztás módszerével. Ez az eredmény igaz a modell összes általa vizsgált változatára.

⁶ Az amerikai szabályozásról, annak változásáról részletesen ír Levine [2009].

Brueckner [2009] szintén összeveti a bemutatott zsúfoltági árazást a résidőkiosztási (adminisztratív), illetve résidő-aukciós (piaci) szabályozással. Azt találja, hogy amennyiben az adott feltételek mellett a szabályozó optimálisan határozza meg a kiosztott résidők mennyiségét, akkor az ingyenes résidőkiosztás, majd a résidőkkel való másodlagos kereskedés lehetősége ugyanahhoz a hatékony kimenetelhez vezet, mint a differenciált zsúfoltági díj, de valószínűleg kisebb politikai ellenállást szül, így könnyebben megvalósítható a valóságban.

A résidők kiosztásának európai módszere hátrányokat is rejt magában.⁷ Az egyik hátránya, hogy a résidő megtartásának (és ezzel együtt adott esetben nem hatékony felhasználásának) nincsenek pénzbeli költségei, hiszen az elsődleges kiosztásnál kapott résidők ingyenesek. Az adott repülőtéren működő légitársaságok egy virtuális, rejtett, implicit zsúfoltással szembesülnek (Levine [2009] 5. o.), ahol is a zsúfoltság a résidőkre benyújtott igényekben, az egyeztető tárgyaláson jelenik meg, ténylegesen a repülőtéren már nem. Potenciális új belépők, akik nagyobb értéket fűznének egy-egy résidőhöz, adott esetben meg sem tudnak jelenni a repülőtéren elcserélhető résidővel, míg alacsonyabb értékű járatokat esetleg előnyben részesíthet az adminisztratív rendszer. Mivel a zsúfoltság ténylegesen a repülőtéren kevésbé érzékelhető, ráadásul a résidők nem generálnak jövedelmet a repülőtér számára, ez a rendszer nem teremt megfelelő ösztönzést a repülőterek bővítésére. Major [2004] szintén – a közlekedési hálózatokra általában és a légi közlekedésre specifikusan is – az ösztönző (piaci alapú) szabályozásnak a korlátozó (adminisztratív) szabályozással szembeni nagyobb hatékonyságára mutat rá.

A résidő-értékelési mátrix

A szakirodalom rámutat, hogy a zsúfoltági árazáson alapuló keresletszabályozási módszer hatékonyabban szünteti meg vagy csökkenti a repülőtéri zsúfoltóságot, mint az adminisztratív mennyiségi alapú vagy a történelmi jogokra építő résidő-kiosztási módszer. Az azonban, hogy egy repülőtér használ-e zsúfoltágkezelő megoldásokat, vagy sem, és ha igen, melyeket, többnyire nem a repülőtér egyéni döntése. A repülőtéri zsúfoltág kezelésének jelenleg Európában hagyományosan alkalmazott módszere a zsúfoltág mértékétől függő szintű résidőkiosztás. A három lehetséges mértékű koordináció közül a budapesti repülőtér például 2. szinten – közreműködő közvetítésével – koordinált repülőtér. A 3. szintű, teljesen koordinált repülőtereken a koordináció szigorúbb, és inkább piaci alapon történik, míg a 2. szinten koordináltak esetében adminisztratív módon. Budapest repülőtere kevésbé zsúfolt, mint a 3. szinten koordináltak, a repülőtéri résidők iránti kereslet nem haladja meg jelentősen a kapacitást, ezért alacsonyabb szintű koordináció is elegendő a zsúfoltág és az ebből eredő késések megfelelő korlátok között tartásához. A HungaroControl Zrt.

⁷ Kroes [2010] egy hollandiai esettanulmányában több különböző forgatókönyvet lefuttatva azt találta, hogy a résidőkkel való kereskedés mindig jobb eredményre vezet, mint az egyszerű adminisztratív résidőkiosztás.

által kiadott előrejelzés szerint „Tekintve, hogy repülőtérünkön a szűk keresztmetszetet döntően a terminálépületek áteresztő kapacitása jelenti, ez [a légitársaságok történeti jogai] a 2-es terminálon néhány esetben egyúttal a deklarált kapacitásokat meghaladó forgalmi terhelést is jelentett. [...] ez lesz az első téli menetrend [2010. tél], amelyben a résidőkérelmek a mindenkor deklarált repülőtér-kapacitás keretein belül lesznek visszaigazolva.” (*HungaroControl* [2010] 4. o.)

Az adminisztratív úton koordinált repülőterek esetében, mint láttuk, nincsen mód arra, hogy a résidők elosztása a kinyilvánított fizetési hajlandóság alapján történjen, és az egyes résidők így ahhoz a felhasználóhoz kerüljenek, amely azt a legtöbbre értékeli. A közgazdasági elmélet szerint a láthatatlan kéz hatékonyabban tudja az erőforrás-allokációt megvalósítani, mint egy társadalmi tervező, még ha annak minden információ rendelkezésére is állna, és a hatékony erőforrás-allokáció (jelen esetben a hatékony résidő-allokáció) megvalósítása lenne a célja. A történelmi résidőkiosztásról semmiképpen sincs okunk feltételezni, hogy társadalmilag hatékony lenne. Még ha a kiinduló helyzet meg is felelt a hatékonysági kritériumnak, valószínűtlen, hogy minden esetben ugyanazok maradnak a leghatékonyabb felhasználók. A résidők felhasználását az adminisztratív résidő-kiosztási rendszerben hatékonysági szempontból azért nem lehet felülvizsgálni, mert a légitársaságoknak nem kell fizetniük értük, ezért nem érzékelik az erőforrás-felhasználásuk alternatív költségeit, és nem kell kinyilvánítaniuk a fizetési hajlandóságukat sem. A hatékony társadalmi tervezés egyik alapvető sarokköve lenne, hogy a tervező megfelelő információkkal rendelkezzen. Szükséges lenne tehát felmérnie az egyes légitársaságok részéről az általuk birtokolt résidőkkel kapcsolatos fizetési hajlandóságot. Amennyiben azonban nincs mód arra, hogy a légitársaságokkal valóban fizettessenek is ezekért, akkor tulajdonképpen a repülőtér egy olyan problémával szembesül, mint amikor egy vállalat még nem létező, új termékkel kapcsolatos, látens fizetési hajlandóságot mér fel.⁸

A repülőtéri kapacitások elosztásához a repülőtérnek valamilyen kérdőív segítségével lehetne felmérnie, hogy az egyes légitársaságok számára mekkora értékű az a résidő, amelyet felhasználnak. Ez az értékelés végső soron a fogyasztók értékítéletétől, fizetési hajlandóságától függ. Ez a módszer inkább azt eredményezné, hogy a légitársaságok a kinyilvánított értékítéletüket inkább stratégiaiilag határozzák meg, ezért az összehasonlítás a bevallott értékelések alapján problémás lenne.⁹ Feltétel lenne-e például, hogy az értékelésnek igazolható költségekhez kell kapcsolódnia, és ha igen, akkor a repülőtér hogyan tudná ellenőrizni ezek valódiságát? Egyszeri megkérdezésen alapuljon-e az értékelés, vagy az egyes légitársaságoknak megengedjük, hogy az értékelésükkel igazodhassanak mások értékeléséhez, mint ahogyan lehetőség lenne rá a piaci alapú módszereknél? Mennyire érvényesülne az értékelésekben a lehorgonyzási vagy a status quo-hatás? A résidők piaci alapú kiosztása vagy zsúfoltsági árazás alkalmazása nélkül a tényleges fizetési hajlandóság meghatározására

⁸ Cameron és szerzőtársai [2002] részletesen írnak a különféle fizetési hajlandóságot felmérő módszerekről.

⁹ Egyes kérdőíven alapuló felmérési módszereknek létezik olyan változata, amely az ilyen jellegű torzításokat részben figyelembe tudja venni (*Park-MacLachlan* [2008]).

résidőt, vélhetően az annál nagyobb az értéke. Az időspecifikus tényezők alapján minden egyéb változatlanlansága mellett a különböző időpontokban való kapacitás-használatnak más és más az értéke a felhasználók számára.

A tényezők harmadik csoportja a járat és a konkrét résidő speciális kiegészítő kapcsolatából származó értéket igyekszik megragadni. Itt az okozhatja például a különböző értékelést, hogy a felszállásnál figyelembe kell venni, hogy a célállomáson éjszaka esetleg nem lehet leszállni, ezért korábban kell indulni, vagy a leszállások esetében nem lehet az induló állomásról túl korán elindulni.¹⁰ Egy speciális járat-résidő-kombináció lehet azért értékesebb egy másiknál, mert a járatok jobb nap vagy hét közbeni eloszlását teszi lehetővé. További kapcsolatspecifikus mutató lehet, hogy az adott résidő az-e, amit eredetileg igényelt a légitársaság (amely esetben feltételezhető, hogy nagyobb az értéke számára), illetve ha igen, akkor történelmi jogok alapján kapta-e meg (amely esetben ismét csak feltételezhető a többre értékelés). A kapcsolatspecifikus tényezők magyarázhatják meg azt, hogy azonos járatspecifikus és időspecifikus értékelés mellett a járat és idő kombinálása mégis eltérő értékeléshez vezethet.

A fentiek természetesen csak példák, a repülőtereknek kell részletesen kidolgozniuk, hogy pontosan milyen mérhető mutatókat és hogyan kívánnak figyelembe venni az egyes kategóriákban. Meghatározandó az is, hogy az egyes mutatószámok konkrét értékeit használjuk-e, vagy inkább intervallumonként rendeljünk hozzájuk értéket, esetleg kétértékű változóként használjunk bizonyos információkat. A konkrét számértékek használatával valószínűleg nagyobb lesz a szóródás a kapott résidőértékekben, míg a kategóriák használata csökkentheti a különbségeket, illetve bizonyos normalizálásra ad lehetőséget.

Legyen az értékelés alapjául szolgáló három fentebbi fő értékösszetevő J_n (járatspecifikus, az n -edik járatra vonatkozó értékelés), I_m (időspecifikus, az m -edik résidőre vonatkozó értékelés) és $K_{n,m}$ (kapcsolatspecifikus, az n -edik járat és az m -edik résidő kombinációjára vonatkozó értékelés). A repülőtér harmadik feladata annak meghatározása, hogy ezen részértékeléseket hogyan aggregálja. Ezek a fő értékösszetevők összeállhatnak akár a fentebb felsorolt részösszetevők (érték vagy kategória) szorzataként. Ezek segítségével az n -edik járat m -edik résidőre vonatkozó értékelése lehet

$$V_{n,m} = J_n I_m K_{n,m} \quad (8)$$

formájú. Az értékelésnek az egyes résztényezők szorzataként való előállítása arra utal, hogy a járat-, idő- és kapcsolatpecifikus értékelések között (nem tökéletes) kiegészítő és helyettesítő viszony egyaránt fennáll.¹¹

A kapott értékeket elhelyezhetjük egy lehetséges résidő-értékelési mátrixban (1. táblázat).

¹⁰ A JFK repülőtér esetében például az utazás időtartama és az időzónák miatt az Európába induló vagy onnan érkező járatok csak meglehetősen szűk intervallumra időzíthetők (Levine [1969]).

¹¹ Bár a (8) képletben azonos súllyal szerepel minden tényező, különböző hatványkitevők alkalmazásával az egyes tényezők súlya változtatható. Az alkalmazandó súlyok meghatározása szintén egy előzetes feladata a repülőtérnek.

1. táblázat

Egy lehetséges résidő-értékelési mátrix

	1. gép	2. gép	...	n -edik gép	$(n + 1)$ -edik gép	$(n + 2)$ -edik gép	...
1. résidő	$v(1, 1)$	$v(2, 1)$	...	$v(n, 1)$	$v(n + 1, 1)$	$v(n + 2, 1)$	...
2. résidő	$v(1, 2)$	$v(2, 2)$	...	$v(n, 2)$	$v(n + 1, 2)$	$v(n + 2, 2)$	...
...	...	...	...	...	...	...	...
m . résidő	$v(1, m)$	$v(2, m)$	...	$v(n, m)$	$v(n + 1, m)$	$v(n + 2, m)$	...

Forrás: saját szerkesztés.

Az 1. táblázat sorai az egymás után következő résidők, az oszlopai pedig az egyes járatok olyan sorrendben, ahogyan valóban használják a repülőtér kapacitásait. A táblázat sötétített celláiban ilyen módon a ténylegesen megvalósuló résidőjárat-kombinációk becsült értékelései találhatók. A táblázatban feltüntetett indexelt V értékek az egyes résidőket elfoglaló gépek fenti módon kiszámított értékeléseit jelentik. Például a táblázatban szereplő $V(2, 1)$ a második gépnek az első résidőre vonatkozó fenti $V_{2,1} = J_2 I_1 K_{2,1}$ kalkulált értékelése. A táblázat oszlopfejlécében található $(n + 1)$ -edik $(n + 2)$ -edik gépek azokat jelölik, akik igényelték, de nem kaptak résidőt (ha vannak ilyenek). A táblázat egyes sorait megvizsgálva láthatjuk, hogy az adott résidő melyik gép számára mekkora értéket képvisel. Ideális esetben minden sorban a sötétben satírozott cellában található érték a legmagasabb, de legalábbis tendenciózusan magasabb értékeléseknek kell a főatlóban elhelyezkedniük. A gépek, illetve légitársaságok a 2. szintű koordináció esetén még nem kereskedhetnek a résidőkkel, ezért ez az információ csupán a résidők kiosztását irányító koordinátorok számára lehet jelzés. Hasonlóképpen, a táblázat oszlopait megvizsgálva megnézhetjük, hogy a gépek a legnagyobb értékelésnek megfelelő résidőt használják-e fel, vagy legalábbis jellemzően magasabb értékű résidőkhöz jutottak-e.

Mivel a módszer jellegéből adódóan a kapott értékelés semmiképpen sem pontos, pénzben kifejezett valós fizetési hajlandóságot jelent, inkább az a lényeges, hogy az egyes járatok esetében kapott számértékek egymáshoz képest milyen viszonyban állnak. Még a konkrét számértékek használatával sem következtethetünk majd arra, hogy ha A gép esetén kétszer akkora eredményt kapunk, mint B gép esetére, akkor az A gép számára a kérdéses résidő kétszer olyan értékes lenne, mint a B gép számára. A kapott értékek inkább csak sorrendet mutatnak, de a módszer lényege az azonos számítási módszerből eredő összehasonlíthatóság.

A résidő-értékelési mátrix tehát nem kíván helyettesítője lenni az adminisztratív résidő-kiosztási rendszernek, hanem kiegészítő információkat kíván nyújtani a repülőtér, illetve a koordinátorok számára, hogy az adminisztratív résidő-kiosztási rendszer alkalmazását adottnak véve, az előálló elosztás hatékonyságáról pontosabb képet kaphassanak.

•

Jelen tanulmány a repülőtéri zsúfoltság csökkentésének lehetséges módszereit és azok közgazdasági háttérét tekintette át, különös tekintettel az ár- és a mennyiségi alapú zsúfoltságcsökkentési módszerekre, keresletszabályozásra. A közgazdasági

modellek arra keresnek választ, hogy melyik az a módszer, amellyel a repülőtéri zsúfoltság hatékony módon csökkenthető.

Az itt bemutatott módszer kapcsán hangsúlyozni kell, hogy az nem piaci módon generált valós értékeléseket, hanem becsléseket használ, így a megkapott eredmények annyiban lesznek csak pontosak, amennyire a becslések közel állnak a valós értékekhez. A módszer alkalmazása során fontos, hogy a mutatószámokat, feltételezéseket, illetve a konkrét függvényt ne a várakozásokhoz igazítsák. Fontos egyfajta *ex ante* konszenzus a tekintetben, hogy milyen mutatókat és milyen módon kell figyelembe venni az értékelés meghatározásánál. Hasonlóképpen, ha a mátrix végül nem a várt eredményt mutatja, abból nem feltétlenül következik, hogy nem megfelelő az adminisztratív résidő-kiosztás.

A szakirodalom rámutat, hogy optimális esetben a zsúfoltsági árazásnak és a résidőkkel való kereskedésnek ugyanahhoz a társadalmilag leghatékonyabb kimenetelhez kell vezetnie, mivel a különböző megoldások közti különbség csak annyi, hogy ki a szűkös erőforrás birtokosa (a zsúfoltsági árazás esetében a repülőtér, a résidőkiosztás esetében pedig a légitársaságok). A jelenleg alkalmazott szabályozási módszerek mellett azonban a társadalmilag hatékony kimenetel nem garantált. Az aktuális szabályozás mellett létrejövő eredmény akár rosszabb is lehet a szabályozásmentes helyzetnél (*Pels–Verhoef* [2004]).

Ha egy szabályozás nélkül zár ki embereket a légi közlekedésből a zsúfoltság társadalmi határkölteit internalizáló beavatkozásokkal, hogy valós alternatívákat kínálna, akkor a szabályozás, még ha a közgazdászok által használt társadalmi értelemben hatékony is lenne, társadalmi ellenállásba fog ütközni. Jelen tanulmány ezért nem amellett érvel, hogy az adminisztratív résidőkiosztás alkalmazott módszerét meg kell változtatni, hanem egy lehetséges eszközt nyújt ahhoz, hogy megbecsülhessük az alkalmazás eredményeként előálló hatékonyságot.

Hivatkozások

- ACI [2010]: An Outlook for Europe's Airports. Facing the Challenges of the 21st Century. Airports Council International, 40 o.
- ARNOTT, R.–DE PALMA, A.–LINDSEY, R. [1990]: Economics of a Bottleneck. *Journal of Urban Economics*, 27. 111–130. o.
- ARNOTT, R.–SMALL, K. [1994]: The Economics of Traffic Congestion. *American Scientist*, 82. 446–455. o.
- BRUECKNER, J. K. [2009]: Price vs. Quantity-Based Approaches to Airport Congestion Management. *Journal of Public Economics*, Vol. 93. No. 5–6. 190–681. o.
- CAMERON, A. T.–POE, G. L.–ETHIER, R. G.–SCHULZE, W. D. [2002]: Alternative Non-market Value-Elicitation Methods: Are the Underlying Preferences the Same? *Journal of Environmental Economics and Management*, 44. 391–425. o.
- COHEN, J. P.–COUGHLIN, C. C. [2003]: Congestion at Airports: The Economics of Airport Expansions. Review, Federal Reserve Bank of St. Louis, május–június.
- CZERNY, A. I. [2006]: Congestion Pricing vs. Slot Constraints to Airport Networks. CNI-Working Paper No. 2006-02.

- CZERNY, A. I. [2007]: Congestion Management under Uncertainty in A Two-Airport System. CNI-Working Paper, No. 2007-01.
- EK [1993]: A Tanács rendelete a Közösség repülőterein alkalmazandó résidőkiosztás egységes szabályairól (95/93/EGK). Az Európai Közösségek hivatalos lapja, 07/2. kötet, 3–9. o.
- HUNGAROCONTROL ZRT. [2010]: Forgalmi előrejelzés – 2010 téli menetrend. Online elérhető: <http://www.hungarocontrol.hu/hu/season-reports>.
- IATA [2010]: Worldwide Scheduling Guidelines. International Air Transport Association. Montreal–Genf, 20. kiadás, http://www.wvacg.org/up/files/docsWSG/WORLWIDE_SCHEDULING_GUIDELINES/WSG_20th%20Edition%20JUL%2010.pdf_260710_034830.pdf.
- JANIC, M. [2005]: Modelling Airport Congestion Charges. Transportation Planning and Technology, Vol. 28. No. 1. 1–26. o. <http://aviationsystems.wikispaces.com/file/view/Modelling+Airport+Congestion+Charges.pdf>.
- KROES, E. P. [2010]: Practical Airport Demand Forecasting with Capacity Constraint: Methodology and Application. Megjelent: *Postorino, M. N.* (szerk.): Development of Regional Airports. WIT Press Southanpton, Boston, 127–147. o.
- LEVINE, M. E. [1969]: Landing Fees and the Airport Congestion Problem. Journal of Law and Economics, Vol. 12. No. 1. 79–108. o.
- LEVINE, M. E. [2009]: Airport Congestion: When Theory Meets Reality. Yale Journal of Regulation, Vol. 26. No. 1. 37–88. o.
- LINDSEY, R. [2006]: Do Economists Reach A Conclusion on Road Pricing? The Intellectual History of an Idea. Econ Journal Watch, Vol. 3. No. 2. 293–379. o.
- LUKÁCS ANDRÁS–PAVICS LÁZÁR–SUJTÓ ALEXANDRA [2003]: A magyar közlekedéspolitika egyes jellemzői. Megjelent: *Kiss Károly–Lukács András* (szerk.): Unió csatlakozás – közlekedés – környezet. Levegő munkacsoport, Budapest.
- MAJOR IVÁN [2004]: A korlátozó szabályozástól az ösztönző szabályozásig. A közlekedés szabályozása az Európai Unióban és Magyarországon. Közgazdasági Szemle, 51. évf. 6. sz. 501–529. o.
- MATTHEWS, B.–MENAZ, B. [2003]: Airport Capacity: The Problem of Slot Allocation. Institute for Transport Studies, University of Leeds, <http://www.iwim.uni-bremen.de/gars.ALT/031107-matthews.pdf>.
- NEWELL, G. F. [1982]: Airport Capacity and Delays. Transportation Science, Vol. 13. No. 3. 201–241. o.
- PARK, J. H.–MACLACHLAN, D. L. [2008]: Estimating Willingness to Pay with Exaggeration Bias-corrected Contingent Valuation Method. Marketing Science, Vol. 27 No. 4. 691–698. o.
- PELS, E.–VERHOEF, E. T. [2004]: The Economics of Airport Congestion Pricing. Journal of Urban Economics, Vol. 55. No. 2. 257–277. o.
- SCHANK, J. L. [2005]: Solving Airside Airport Congestion: Why Peak Runway Pricing Is Not Working. Journal of Air Transport Management, 11. 417–425. o.
- VICKREY, W. S. [1969]: Congestion Theory and Transport Investment. American Economic Review, 29. 251–261. o.