

A VÁROSI KÖZÖSSÉGI KÖZLEKEDÉS MINŐSÉGÉNEK ÉRTÉKELÉSE A COMBINEX MÓDSZER ALKALMAZÁSÁVAL

EVALUATION OF THE QUALITY OF URBAN PUBLIC TRANSPORT BY USING THE COMBINEX METHOD

Borbás Péter Dániel

PhD hallgató

Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem

Gazdaság- és Regionális Tudományi Doktori Iskola

E-mail: borbaspd70@gmail.com

Összefoglalás

A városi személyszállítási közszolgáltatások minősége fontos tényezővé vált a közösségi közlekedés elfogadottságának javítása és az egyéni gépjárműhasználat visszaszorítása szempontjából. A szolgáltatási minőség több szempontból is vizsgálható. Jellemzően a felhasználók elvárásrendszerét részben tartalmazza az ellátásért felelős megrendelő által meghatározott minőségi kritériumrendszer. Az elemzés célja egy konkrét példán keresztül bemutatni, hogyan lehet értékelni a városi közlekedési közszolgáltatás minőségét egy kiválasztott többtényezős döntéselemzési módszer segítségével (Combinex). A vizsgálat a Budapesten működő közlekedési közszolgáltatási rendszerben rögzített elvárásokat (közszolgáltatási követelmények) veszi alapul és a közlekedési szolgáltató tényleges teljesítményére vonatkozó adatokat elemzi. A módszer segítségével aggregálásra kerültek a minőségi indikátorok súlyozott adatai, illetve a vizsgált időszakokra jellemző értékek összevetése és az eredmények értékelése is megtörtént. Összességében a villamos ágazat teljesítményére kiterjedő elemzés rámutat arra, hogy a közszolgáltatási szerződésben meghatározott minőségi indikátorok eltérő prioritásúak, de az elmúlt évek tényadatai alapján az utaskomfortot terén további javulás szükséges.

Abstract

The quality of urban public transport services has become an important factor in improving the acceptance of public transport and reducing the use of individual cars. The service quality can be examined from several aspects. Typically, the expectations of user are partly included in the system of quality criteria defined by the responsible public authority. The aim of the analysis is to show, through a concrete example, how the quality of an urban public transport service can be evaluated by using a selected multifactor decision analysis method (Combinex). The study is based on the specific expectations (public service requirements) in the public transport service system of Budapest and analyzes the data on the actual performance of the transport service provider. With the help of the method, the weighted data of the quality indicators were aggregated, and the characteristic values of the examined periods were compared and the results were evaluated. Overall, the analysis of the performance of the tram sector shows that the quality indicators of the public service contract have different priorities, but based on the actual data of recent years, further improvements are needed in passenger comfort.

Kulcsszavak: közösségi közlekedés, közszolgáltatás, értékelési rendszer, Combinex módszer

JEL besorolás: C40, R41

LCC kód: HB135-147

Bevezetés

A világ számos országában döntő jelentőségű probléma a közösségi közlekedési járművek alacsony kihasználtsága és ezzel párhuzamosan az egyéni gépjárműhasználat rohamos terjedése, ami számos hátránnyal jár (például a forgalmi torlódásoknak, a balesetek számának, a parkolási problémáknak, a CO₂ kibocsátásnak a növekedése). Az állapot megváltoztatásának egyik, ha nem az egyetlen, módja a szolgáltatási minőség növelése. (Duleba, 2010) A személyszállítási közszolgáltatások minősége immateriális változók halmazaként határozható meg, mely négy különböző megközelítéssel értékelhető: felhasználói szempontrendszer, a működési hatékonyság, a szolgáltató üzleti szempontja (leegyszerűsítve, hogy ne legyen veszteséges a tevékenység), a rendelkezésre álló forrás felhasználásának hatékonysága a Megrendelő részéről. (Chocolac et al., 2020)

A hatékony fejlesztésekhez modellezni kell a szolgáltatást igénybe vevők véleményét és elégedettségét, figyelembe véve a felhasználók személyes tapasztalatai útján észlelt minőséget, és a változtatás irányát, melyet meghatároz, hogy a felhasználók mit várnak el egy hatékony közlekedési szolgáltatástól. (Alkharabsheh et al., 2021) Mivel a Megrendelő a gyakorlatban az ellátásért felelős szervezet (vagy megbízottja), így feltételezhető, hogy a részéről megfogalmazásra kerülő elvárásrendszer részben magában foglalja a felhasználói igényeket is. A közszolgáltatás megrendelőjének részéről elvárt követelmények jellemzően a közszolgáltatási szerződésekben kerülnek definiálásra. Az Európai Parlament és a Tanács 1370/2007 EK rendelete a vasúti és közúti személyszállítási közszolgáltatásról előírja, hogy az illetékes hatóságnak (Megrendelő) a közszolgáltatási szerződésben „mérhető, átlátható és ellenőrizhető teljesítménykövetelményeket kell meghatározni” „A szerződésnek az illetékes hatóság általi rendszeres értékelését lehetővé tevő konkrét teljesítménymutatókat kell magában foglalnia...Az illetékes hatóságnak rendszeresen értékelnie kell, hogy a vasúti társaság elérte-e a szerződésben foglalt teljesítménykövetelmények teljesítésével kapcsolatos célkitűzéseit...”

A rendelet alapján előre rögzíteni kell, hogy milyen elvárásoknak kell megfelelnie a szerződött közszolgáltatónak, milyen értékelési rendszer szerint kerül megítélésre a nyújtott teljesítmény, illetve annak eredményétől függően milyen pénzügyi következményekkel kell számolni. A teljesítményértékelés szükségessége más aspektusból is lényeges, hiszen a Megrendelő időről-időre tájékozódni szeretne a közszolgáltatás gyenge és erős pontjairól, a fejlesztendő szolgáltatási elemekről. „Ha azt akarjuk, hogy az operatív vezetők szerepe hatékony legyen, akkor annak rendszeralapúnak kell lennie. Hasonlítsa össze az operatív vezetőt egy sportcsapat edzőjével. Mi az edző feladata egy baseball-, futball-, kosárlabda-, vagy futballcsapatban? Célja, hogy irányítsa a csapatot a versenyképesség eléréséhez. Az edző tudja, hogy a csapat győzelméhez össze kell hangolni az egyes játékosok egyéni közreműködését. A győzelemhez csapatmunka kell, és az edző megpróbálja fejleszteni az együttműködési képességet. A csapatmunka összetevői rendszerszintű nézőpontot igényelnek. A rendszerszemlélet azt jelenti, hogy minden, ami fontos a cél eléréséhez, elemzésre kerül. Ha a célokat nem sikerül elérni, akkor a stratégiát meg kell változtatni.” (Gupta - Starr, 2014).

Az eddigieken túlmenően arra is szükség lehet, kimondottan több operátorral működő közszolgáltatási rendszerekben, hogy a Megrendelő egy objektív értékelési rendszeren keresztül össze tudja hasonlítani az egyes szolgáltatók által nyújtott teljesítményt. Az eddigiek alapján tehát olyan értékelési rendszerre van szükség, amely figyelembe veszi a Megrendelő által definiált teljesítménymutatókat, alkalmas az adott vizsgálati időszak közszolgáltatási teljesítményének komplex minősítésére, és lehetővé teszi a szolgáltatási minőség összehasonlíthatóságát is (longitudinális vizsgálatként egy szervezet különböző időszakokban mutatott, vagy keresztmetszeti vizsgálattal, különböző szolgáltatók egyazon konkrét

időszakban elért teljesítményeinek összevetése). (Ács, 2014) Budapest Főváros Önkormányzata a 20/2012 (III.14.) sz. önkormányzati rendelettel kijelölte a Budapesti Közlekedési Központ Zártkörűen Működő Részvénytársaságot (röviden: BKK) a közlekedésszervezői feladatok ellátására, melynek keretében meghatalmazással gyakorolja a Budapesti Közlekedési Zártkörűen Működő Részvénytársaság (röviden: BKV) feletti irányítási jogokat is. A Fővárosi Önkormányzat a szolgáltató kiválasztására és a közszolgáltatási szerződés megkötésére való jogát átruházta a BKK-ra. A hatályban levő, 2021. január 1. napján aláírt közszolgáltatási szerződés 2.10 pontja tartalmazza a Közszolgáltatási Követelményeket, melynek szerves része a minőségi SLA követelményrendszer. A szerződött felek (BKK és BKV) az ún. Éves Megállapodásban rögzítik a Közszolgáltatási Követelmények tárgyévvel vonatkozó mértékét.

Jelen tanulmányban bemutatásra kerül egy módszertan a szolgáltatás minőségének értékelésére, mely a BKK és BKV részéről megkötött közszolgáltatási szerződésben rögzített elvárások (minőségi szempontok) alapján, a szolgáltató közlekedési vállalat tényleges teljesítményére vonatkozó adatokat vizsgálja.

Anyag és módszertan

Az értékelés során több szempont, tényező adatát kell valamilyen módon összemérhetővé tenni, ezért többszempontú összemérő módszert érdemes alkalmazni (Tóth, Káposzta, 2021). Egy adott szolgáltató (jelen esetben a BKV) különböző időszakban nyújtott tevékenységének összevetését kell megoldani úgy, hogy annak során több tényező eltérő megfelelési szinthez tartozó értékeit kell alapul venni, és aggregálni. A vizsgálati modellt alapját a Combinex módszer képezi, mely alapvetően többszempontú döntési feladat megoldására alkalmas és az alternatívák szempontok szerinti értékeléseit aggregáló eljárások közé tartozik. (Bozóki, 2006)

A Combinex módszerrel előre elkészített, súlyozott szempontrendszer alapján pontozhatjuk a versenyben lévő termékeket és/vagy szolgáltatásokat. Az alternatívák súlyozott pontszámainak összege adja meg a végső sorrendet. (Michelberger – Beke, 2020) Az eljárás módszertana az intervallum- illetve az arányskálán mért tulajdonságokat hasznossági függvény segítségével transzformálja 0-100 ponthatárig terjedő skálára (Kindler – Papp, 1977). Az eljárás lényeges része, hogy a még elfogadható szint megállapításával mintegy előzetes szelekciót végez. Feltéve, hogy a szempontokat meghatározó tulajdonságok legalább intervallumszintű skálán lettek mérve, az eredmény is lehetővé teszi az intervallumszintű összehasonlítást. Tehát az egyes alternatívák pontérték különbségeit értelmezni lehet. (Gyarmati, 2003)

Jelen vizsgálatban ez a módszer kerül gyakorlati alkalmazásra a budapesti villamos (közúti vasúti) közlekedési közszolgáltatás minőségét jellemző különböző indikátorok tényértékeinek súlyozott aggregálása és a vizsgált időszakokra jellemző összesített értékek meghatározása érdekében. Az alkalmazásra kerülő módszer az alábbi modellel írható le:

$$P = A \times \Lambda = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & & a_{2n} \\ \vdots & & & \vdots \\ a_{m1} & a_{m2} & & a_{mn} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} \lambda_1 \\ \lambda_2 \\ \vdots \\ \lambda_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \lambda_1 a_{11} & \lambda_2 a_{12} & \dots & \lambda_n a_{1n} \\ \lambda_1 a_{21} & \lambda_2 a_{22} & \dots & \lambda_n a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \lambda_1 a_{m1} & \lambda_2 a_{m2} & \dots & \lambda_n a_{mn} \end{bmatrix} =$$

$$= \begin{bmatrix} \sum_{j=1}^n \lambda_j a_{1j} \\ \sum_{j=1}^n \lambda_j a_{2j} \\ \sum_{j=1}^n \lambda_j a_{mj} \end{bmatrix} = P = \begin{bmatrix} 1. számú időszak \\ 2. számú időszak \\ m. számú időszak \end{bmatrix}$$

A: adott időszakban a városi közlekedési közszolgáltatás minőségének időbeli alakulását jellemző értékelési paraméterek pontszámaiból képzett pontmátrix, amelynek elemei: a_{ij} ($i=1 \dots m, j=1 \dots n$)

λ : a súlyszámok n elemű oszlopvektora, amelynek elemei: λ_j ($j=1 \dots n$)

P: m elemű pontszámvektor, melynek elemei adott időszakban a városi közlekedési közszolgáltatás minőségének alakulását jellemző értékelési paraméterek pontszámát tartalmazza.

A vizsgálati módszer fő lépései:

1. A közlekedési közszolgáltatások minőségének időbeli alakulását leíró értékelési paraméterek ($j=1 \dots n$) különböző időszakokra vonatkozó ($i=1 \dots m$) halmazának meghatározása (n : az értékelési paraméterek száma, m : az értékelési időszakok száma).
2. A meghatározott értékelési paraméterek, vizsgált időszakokra vonatkozó értékeinek felvétele.
3. A minőséget értékelő paraméterek, időszakok szerinti pontszáma 0-100 pontos skálán értékelve (a_{ij}).
4. Az értékelési paraméterekhez súlyszámok rendelése (λ_j).
5. Az értékelési paraméterek adott időszakra vonatkozó pontértékeinek súlyozása.
6. A minősítési értékek (súlyozott pontszámok) évenkénti változásának vizsgálata.

Az értékelési paraméterek halmazának meghatározása

A vizsgálathoz a szempontrendszer alkotó értékelési paramétereket a BKK és a BKV között hatályban lévő Közszolgáltatási Szerződés, és a kapcsolódó Éves Megállapodásokban rögzített Közszolgáltatási Követelmények (minőségi mutatók) szolgáltatják. Ennek alapján a vizsgálat a Megrendelő szempont- és elvárásrendszerét veszi alapul (azonban a korábbiakban leírtak szerint ez részben magában foglalja a legfontosabb felhasználói igényeket is). Az éves közszolgáltatási beszámolók során az indikátorok tényadata számszerűsítésre kerül, ami lehetőséget ad a kalkulációra.

A minőségi mutatókhoz egyedileg meghatározott, sávós rendszerű Bonus/Malus értékelés kapcsolódik. A vizsgálat szempontjából elfogadhatónak tekintem a „0” és „Bonus” sávokat, így a minőségi paraméterekhez tartozó határértékek alsó és felső (megfelelőségi) szintjét azok határozzák meg.

Az értékelési rendszer kapcsán figyelembevételre kerülő minőségi kritériumok:

$C_{ij=1}$: az i -edik időszakban a városi közlekedési közszolgáltatások minőségének időbeli alakulását jellemző j -edik értékelési paraméter: a menetkimaradási mutató,

$C_{ij=2}$: az i -edik időszakban a városi közlekedési közszolgáltatások minőségének időbeli alakulását jellemző j -edik értékelési paraméter: a forgalombiztonsági (baleseti) mutató,

$C_{ij=3}$: az i -edik időszakban a városi közlekedési közszolgáltatások minőségének időbeli alakulását jellemző j -edik értékelési paraméter: a menetrendszerűségi (menetrendi pontosság) mutató,

$C_{ij=4}$: az i -edik időszakban a városi közlekedési közszolgáltatások minőségének időbeli alakulását jellemző j -edik értékelési paraméter: az utaskomfort (műszaki és esztétikai szempontú megfeleléségi) mutató.

A menetteljesítés mérésére alkalmazott menetkimaradási mutató (C_1)

A menetkimaradási mutató (index) meghatározása az alábbi képlet szerint történik:

$$K (\%) = \frac{M+Sz}{E}, \text{ ahol:}$$

- E: Előírt menet (db)
 M: Műszaki okú menetkimaradás (db)
 Sz: Személyzeti okú menetkimaradás (db)
 K: Menetkimaradási index (%)

A mutató kapcsán előírt minősítési sávhatárok alakulását az 1. táblázat szemlélteti (villamos ágazat, 2018-2021. között).

1. táblázat: A menetkimaradási mutatóhoz tartozó sávhatárok

B/M (%)	2018-2019-2020	2021
B2	$K \leq 0,45$	$K \leq 0,4$
B1	$0,45 < K \leq 0,65$	$0,4 < K \leq 0,54$
0	$0,65 < K < 0,88$	$0,54 < K < 0,85$
M1	$0,88 \leq K < 1,08$	$0,85 \leq K < 1,05$
M2	$1,08 \leq K$	$1,05 \leq K$

Forrás: A BKK Zrt. és BKV Zrt. között megkötött Éves Megállapodások

Forgalombiztonsági (baleseti) mutató (C_2)

A baleseti mutató (index) a közszolgáltatás teljesítése során bekövetkezett balesetek súlyozott, fajlagos értéke, azaz az 1 millió km futás-teljesítményre vetített mutatószám. Az indikátor meghatározása a „baleseti kategóriák” eltérő súlyozással történő figyelembevételével, a következő képlet alapján történik:

$$K_{baleset\ BKV} = \frac{0,2I_{hBKV} + 3S_{aBKV} + 5S_{szBKV} + 10S_{hBKV}}{P_{BKV}}, \text{ ahol:}$$

- I_{hBKV} : idegen hibás baleset (súlyértéke: 0,2);
 S_{aBKV} : saját hibás anyagi káros baleset (súlyértéke: 3);
 S_{szBKV} : saját hibás személyi sérüléses baleset (súlyértéke: 5);
 S_{hBKV} : saját hibás halálos kimenetelű baleset (súlyértéke: 10);
 P_{BKV} : a BKV futásteljesítménye, mértékegység: [millió vonatkm]

A mutatóhoz kapcsolódó minősítési sávhatárok alakulását a 2. táblázat mutatja be (villamos ágazat, 2018-2021. között).

2. táblázat: A forgalombiztonsági mutatóhoz tartozó sávhatárok

B/M	2018-2019-2020	2021
B2	$K \leq 12$	$K \leq 10$
B1	$12 < K \leq 13$	$10 < K \leq 12$
0	$13 < K < 16$	$12 < K < 16$
M1	$16 \leq K < 18$	$16 \leq K < 18$
M2	$18 \leq K$	$18 \leq K$

Forrás: A BKK Zrt. és BKV Zrt. között megkötött Éves Megállapodások

Menetrendszerűségi (menetrendi pontosság) mutató (C₃)

Az ágakatok esetében a menetrendben előírthoz képest korábbi megállóhelyi és végállomási indulások aránya képezi a mutató alapját. Tehát a mutató értékelése a megfelelő teljesítések számának, valamint a BKK Zrt. által végzett összes ellenőrzés számának viszonyán, arányán alapul. A mutatóhoz kapcsolódó minősítési sávhatárok alakulását a 3. táblázat szemlélteti (villamos ágazon, 2018-2021. között).

3. táblázat: A menetrendszerűségi mutatóhoz tartozó sávhatárok

B/M (%)	2018-2019-2020	2021
B	$95 \leq K$	$96 < K$
		$94 < K \leq 96$
0	$90 < K < 95$	$90 < K \leq 94$
M	$K \leq 90$	$88 < K \leq 90$
		$K \leq 88$

Forrás: A BKK Zrt. és BKV Zrt. között megkötött Éves Megállapodások

Utaskomfort (műszaki és esztétikai szempontú megfelelőségi) mutató (C₄)

Definíció szerint a BKV Zrt. által megfelelő műszaki és esztétikai állapotban forgalomba adott járművek aránya az összes ellenőrzött járműhöz viszonyítva. A mutatóhoz kapcsolódó minősítési sávhatárok alakulását a 3. táblázat szemlélteti (villamos ágazon, 2018-2021. között).

4. táblázat: Az utaskomfort mutatóhoz tartozó sávhatárok

B/M (%)	2018-2021
B	$98,5 \leq K$
0	$95,0 < K < 98,5$
M	$K \leq 95,0$

Forrás: A BKK Zrt. és BKV Zrt. között megkötött Éves Megállapodások

A kalkuláció és értékelés során felhasználásra kerülő tényadatsorok a 2018., 2019., 2020. és 2021. éves (és negyedéves) közszolgáltatási beszámolókból származnak és a villamos ágazatra vonatkoznak. A minőségi kritériumok eltérő kalkulációs alapja, értékszintje és mértékegysége mellett olyan értékelési rendszert célszerű alkalmazni, mely lehetővé teszi a különböző időszakokban mért tényadatok egyenként (mutatóként), illetve a vizsgált időszakokra jellemző összesített értékek összevetését, és a változás irányának, mértékének megállapítását.

A meghatározott minősítési paraméterek értékei a vizsgált időszakokra vonatkozóan

Az értékelési paraméterekhez tartozó, a vizsgálat szempontjából meghatározó értéktípusok:

- „A” – maximum érték, a vizsgált paraméter szempontjából meghatározott szélsőérték, mely mellett az adott minőségi szempont még megfelel az elvárt szintnek,
- „B” – minimum érték, a vizsgált paraméter szempontjából meghatározott szélsőérték, mely mellett az adott minőségi szempont még megfelel az elvárt szintnek,
- „C” – tényleges érték, az adott jellemző időszakban a vizsgált paraméter tényleges értéke.

Az 5. táblázat összegzi a „megfelelőségi” szinteket az egyes mutatók kapcsán (az „A” és „B” értékek által meghatározott értéksávok).

5. táblázat: A „megfelelőségi” szintek

	2018-2019-2020.	2021.
C ₁ : Menetkimaradás (%)	0 - 0,88	0 - 0,85
C ₂ : Forgalombiztonság (db/millió vonatkm)	0 - 16	0 - 16
C ₃ : Menetrendszerűség (%)	90 - 100	90 - 100
C ₄ : Utaskomfort (%)	95 - 100	95 - 100

Forrás: BKK Zrt. és BKV Zrt. között megkötött Éves Megállapodások

A 6. táblázat tartalmazza a tényértékek (C_i) alakulását a vizsgált időszakokban (villamos ágazatra vonatkozó adatok).

6. táblázat: A minőségi mutatók tényértékei (C_{i,j})

	2018.	2019.	2020.	2021.I.
C ₁ : Menetkimaradás (%)	0,5825	0,5438	0,3959	0,4941
C ₂ : Forgalombiztonság (db/millió vonatkm)	13,77	11,95	8,81	9,38
C ₃ : Menetrendszerűség (%)	91,16	92,89	89,77	91,65
C ₄ : Utaskomfort (%)	95,12	98,15	94,68	94,24

Forrás: BKV Zrt. éves közszolgáltatási beszámoló

A minőséget értékelő paraméterek időszakok szerinti pontszáma

A pontszámrendszer alkalmazása azért szükséges, hogy az eltérő bázisú, irányú mutatószámokhoz tartozó tényértékek összevethetők legyenek. A pontszámok jelentése: az egyes értékelési paraméterek milyen mértékben járulnak hozzá a szolgáltatási célok eléréséhez, illetve a megrendelői igények kielégítéséhez.

A minőségi jellemzők értékelése során figyelembe kell venni, hogy az adott mutató megfelelőségét hogyan befolyásolja az értékek változása (a nagyobb értékhez jobb, vagy rosszabb minősítés tartozik). Például az utaskomfort színvonala esetében a magasabb százalékos érték kedvezőbb, viszont a menetkimaradási mutató szempontjából a minél alacsonyabb százalékos arány eredményez jobb minősítést. Ennek alapján megkülönböztetünk egyenes, illetve fordított intenzitási viszonyszámokat, melyeket eltérő matematikai függvényekkel fejezhetünk ki. A pontszámok maximuma 100 (az elérhető legkedvezőbb értékhez tartozó), és 60 pontban került meghatározásra a még elfogadható szinthez tartozó érték (amennyiben nem megfelelő szintű egy adott minőségi indikátor tényértéke, akkor azt 60 alatti pontszám jelzi).

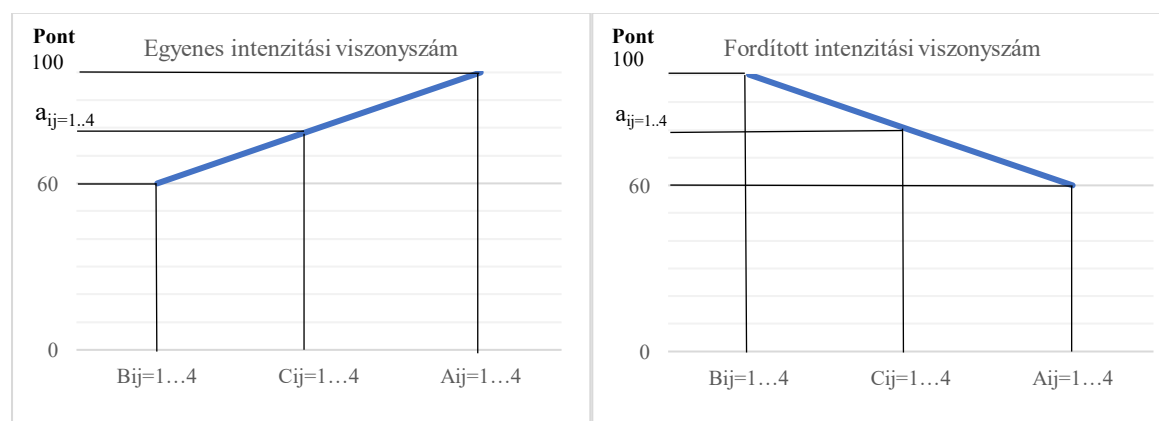
a_{ij} - az i -edik jellemző időszak j -edik értékelési szempont szerinti pontszáma 100 pontos skálán kifejezve (a még elfogadható szinthez a 60 pontot, a felső határhoz pedig a 100 pontot rendeli):

$$a_{ij} = \frac{100-60}{A_{ij}-B_{ij}} (C_{ij} - B_{ij}) + 60 \quad \text{egyenes intenzitás}$$

vagy

$$a_{ij} = 100 - \frac{100-60}{A_{ij}-B_{ij}} (C_{ij} - B_{ij}) \quad \text{fordított intenzitás}$$

Az értékelési paraméterek skála mintafüggvényeit az 1. ábra szemlélteti ($C_{ij=1...4}$ tényleges értékek, $a_{ij=1...4}$ számított pontértékek).



1. ábra: Mintafüggvények

Forrás: Saját szerkesztés, 2021.

Egyenes intenzitási tényezők: Menetkimaradási mutató, Forgalmbiztonsági mutató.

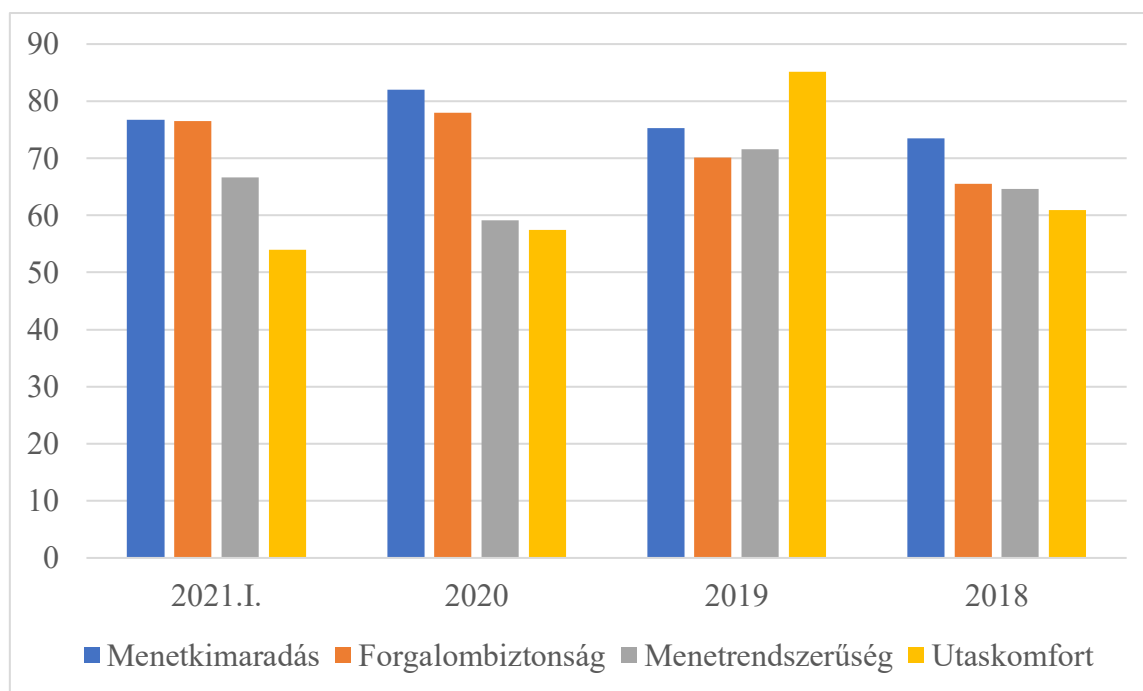
Fordított intenzitási tényezők: Menetrendszerúségi mutató, Utaskomfort mutató.

Az egyenes, illetve fordított intenzitási mutatókhoz megállapított képletek alapján kalkulálásra kerültek az értékelési kritériumokra és időszakokra jellemző pontértékek (A, B, és C adatok figyelembevételével). Az eredményeket a 7. táblázat és a 2. ábra szemlélteti. Az értékek alapján megállapítható, hogy a szolgáltatás minőségét jellemző egyes indikátorok mely időszakban alakultak kiemelkedően jól (jelen esetben 80 pont felett), vagy rosszul (60 pont alatti érték).

7. táblázat: A minőségi kritériumokat jellemző kalkulált pontértékek

2018.	$A_{1,j=1...4}$	$B_{1,j=1...4}$	$C_{1,j=1...4}$	$a_{1,j=1...4}$ (pont)
C ₁ : Menetkimaradás (%)	0,88	0	0,5825	73,523
C ₂ : Forgalombiztonság (db/millió vonatkm)	16	0	13,77	65,575
C ₃ : Menetrendszerűség (%)	100	90	91,16	64,64
C ₄ : Utaskomfort (%)	100	95	95,12	60,96
2019.	$A_{2,j=1...4}$	$B_{2,j=1...4}$	$C_{2,j=1...4}$	$a_{2,j=1...4}$ (pont)
C ₁ : Menetkimaradás (%)	0,88	0	0,5438	75,282
C ₂ : Forgalombiztonság (db/millió vonatkm)	16	0	11,95	70,125
C ₃ : Menetrendszerűség (%)	100	90	92,89	71,56
C ₄ : Utaskomfort (%)	100	95	98,15	85,2
2020.	$A_{3,j=1...4}$	$B_{3,j=1...4}$	$C_{3,j=1...4}$	$a_{3,j=1...4}$ (pont)
C ₁ : Menetkimaradás (%)	0,88	0	0,3959	82,005
C ₂ : Forgalombiztonság (db/millió vonatkm)	16	0	8,81	77,975
C ₃ : Menetrendszerűség (%)	100	90	89,77	59,08
C ₄ : Utaskomfort (%)	100	95	94,68	57,44
2021. I. félév	$A_{4,j=1...4}$	$B_{4,j=1...4}$	$C_{4,j=1...4}$	$a_{4,j=1...4}$ (pont)
C ₁ : Menetkimaradás (%)	0,85	0	0,4941	76,748
C ₂ : Forgalombiztonság (db/millió vonatkm)	16	0	9,38	76,55
C ₃ : Menetrendszerűség (%)	100	90	91,65	66,6
C ₄ : Utaskomfort (%)	100	95	94,24	53,92

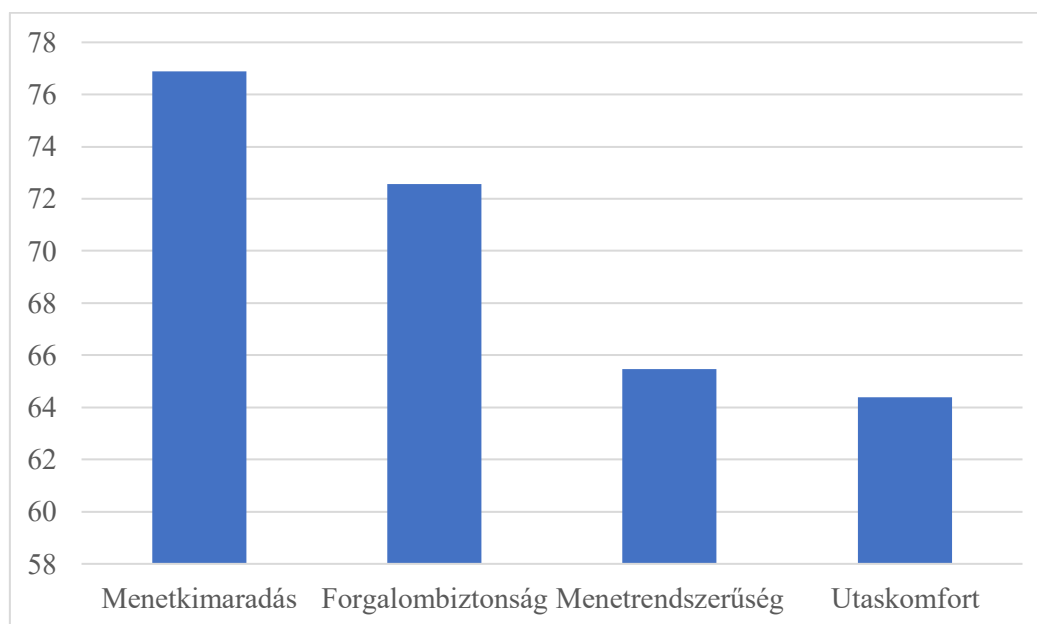
Forrás: BKV Zrt. éves közszolgáltatási beszámolója alapján saját szerkesztés



2. ábra: Az értékelési szempontok kalkulált pontértékei

Forrás: Saját szerkesztés, 2021.

A 3. ábra szemlélteti a minőségi indikátorokhoz tartozó éves pontértékek átlagát.



3. ábra: Mutatókhoz tartozó pontértékek átlaga (2018.-2021.I.)

Forrás: Saját szerkesztés, 2021

Az adatok jól szemléltetik, hogy a vizsgált éveket tekintve a „Menetkimaradás” és a „Forgalmobiztonság” tényezők alakulása összességében sokkal kedvezőbb volt, mint a „Menetrendszerűség” és az „Utaskomfort” esetében.

Az értékelési paraméterekhez súlysúlyszámok rendelése (λ_j)

Az eddigiekben bemutatott kalkuláció során mindegyik értékelési szempont, tényező azonos prioritással szerepelt. Ugyanakkor általában mind a felhasználók, mind a megrendelők, mind pedig a szakemberek értékrendjében van eltérés a különböző minőségi mutatók fontossága, szerepe vonatkozásában, tehát az értékelési rendszerben eltérő súllyal szükséges figyelembe venni azokat. Az ellátásért felelős megrendelő szervezet elérendő közszolgáltatási céljait az eltérő súlyrendszeren keresztül is kifejezésre tudja juttatni.

Jelen modell alapját a BKK Zrt. és BKV Zrt között hatályban levő Közszolgáltatási Szerződés képezi, mely a minőségi kritériumok kapcsán megrendelő szempontú elvárásrendszert tükröz. A szerződéses konstrukcióban az indikátorokhoz konkrét pénzügyi értékelés is tartozik, mely nem egységes, hanem a megrendelői preferenciák alapján, eltérő százalékos értékkel került meghatározásra az egyes mutatók kapcsán. A modellben a súlysúlyszámok abszolút értékének nincs szerepe, csupán azok egymáshoz viszonyított, tehát relatív nagysága (aránya) releváns. Az értékelési rendszeren belül a különböző mutatókhoz megállapításra kerülő súlyarányok összértéke 1.

λ_j : a j-edik értékelési paraméter súlysúlyszáma,

$$\lambda_1 + \lambda_2 + \dots + \lambda_n = 1$$

A modellben a minőségi indikátorokhoz tartozó súlyarányokat az úgynevezett RP szám segítségével határozzuk meg, mely két tényező szorzatából áll: $RP_j = R * P$.

Megrendelői preferencia (súlyosság) - R

A 2021. évi Éves Megállapodás alapján az egyes minőségi indikátorokhoz az alábbi pénzügyi értékelés kapcsolódik:

1. menetkimaradási mutató: értéke az ágazati Közszolgáltatási díj legfeljebb $\pm 0,8\%$ -a,
2. forgalombiztonsági mutató: értéke az ágazati Közszolgáltatási díj legfeljebb $\pm 0,8\%$ -a,
3. menetrendszerűségi mutató: értéke az ágazati Közszolgáltatási díj legfeljebb $\pm 0,02\%$ -a,
4. utaskomfort mutató: értéke az ágazati Közszolgáltatási díj legfeljebb $\pm 0,03\%$ -a.

Bekövetkezési valószínűség – P

A Közszolgáltatási Szerződés értékelési sávhatárainak alapján figyelembe vett bekövetkezési valószínűségi értékek megfelelnek az adott mutatóhoz tartozó megfeleléségi sáv szélességnek:

1. menetkimaradási mutató: 0,88% $\rightarrow 0,0088$,
2. menetrendszerűségi mutató: 10% $\rightarrow 0,1$,
3. utaskomfort szempontú megfeleléségi mutató: 5% $\rightarrow 0,05$,

a forgalombiztonsági mutató esetén a bekövetkezési valószínűség az éves összes baleseti szám (a balesetekben érintett járművek száma) és az éves kiadott járműszám hányadosaként kerül meghatározásra (2018-ban 452 db, 2019-ben 435 db, 2020-ban 333 db, 2021. I. félévben pedig 165 db esemény érintette a villamos ágazat járműveit), az átlagos adattal számolva: $388/140000 \text{ db/év} = 0,0028$.

A 8. táblázat összegzi az RP számokkal kalkulált súlyarányokat, súlyszámokként megadva.

8. táblázat: A tényezőkhöz rendelt súlyszámok

Az adott időszak értékelési paraméterei $C_{ij(j=1...4)}$	Megrendelői preferencia (súlyosság) - R	Bekövetkezési valószínűség - P	$RP_{j=1...4}$	Súlyszámok $\lambda_j = \frac{(RPN)_j}{\sum_{j=1}^n (RPN)_j}$
C ₁ : Menetkimaradás	0,8	0,0088	0,00704	0,55086072
C ₂ : Forgalmobiztonság	0,8	0,0028	0,00224	0,175273865
C ₃ : Menetrendszerűség	0,02	0,1	0,002	0,156494523
C ₄ : Utaskomfort	0,03	0,05	0,0015	0,117370892
Σ			0,01278	1

Forrás: A BKK Zrt. és BKV Zrt. között megkötött Éves Megállapodások

Az értékelési paraméterek adott időszakra vonatkozó pontértékeinek súlyozása

Mivel a megrendelői preferenciák alapján a minősítési tényezők eltérő hangsúllyal kerülnek figyelembevételre az értékelési rendszerben, így a kialakított súlyszámokkal „korrigáljuk” a tényezők időszakos pontértékeit. Új fogalomként bevezetjük a minősítési értéket, mely az adott minőségi mutatóhoz tartozó pontérték és súlyszám szorzataként határozható meg (a_{ij}). A szorzatokat összeadva kapjuk az adott időszakra jellemző összesített minősítési értéket:

$$A_i = a_{i1} \lambda_1 + a_{i2} \lambda_2 + \dots + a_{in} \lambda_n$$

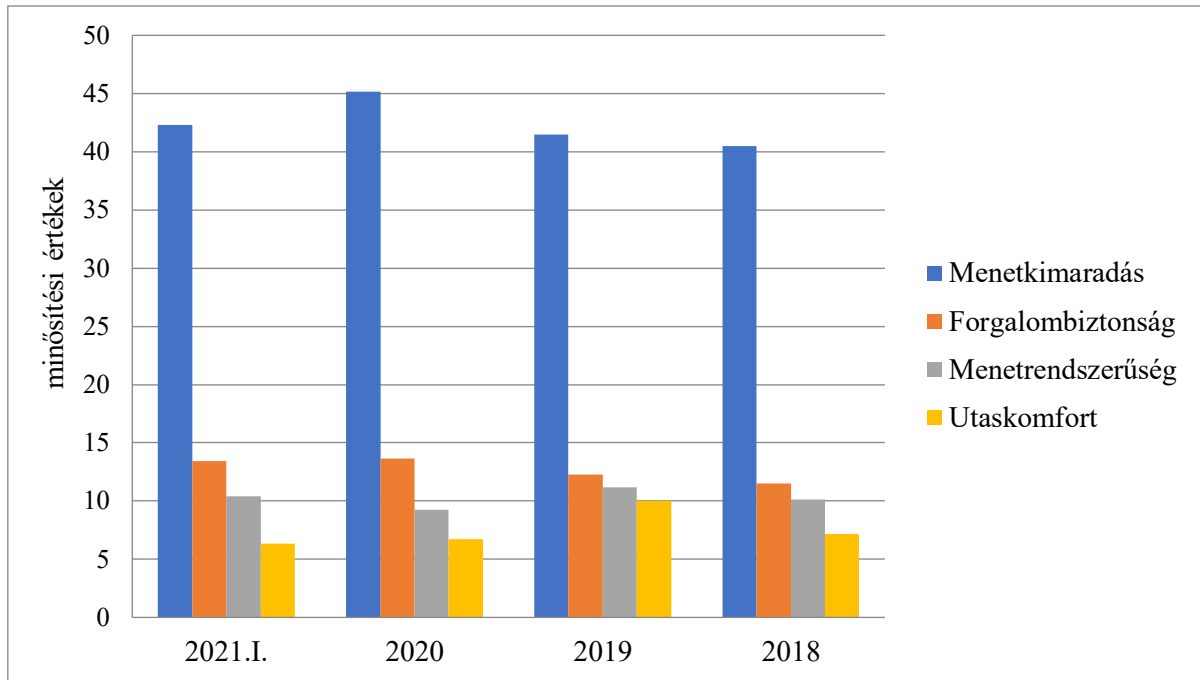
$$A_i = \sum_{j=1}^n a_{ij} \lambda_j, \text{ ahol } A_i \text{ az } i\text{-edik időszak összesített minősítési értéke.}$$

A minőségi szempontok minősítési értékeit (súlyozott pontszámok) a 9. táblázat összegzi és a 4. ábra szemlélteti a vizsgált időszakokra vonatkoztatva.

9. táblázat: Kalkulált minősítési értékek

Minősítési értékek $a_{ij} * \lambda_j$	2018.	2019	2020.	2021. I. félév
C ₁ : Menetkimaradás	40,50078247	41,46979656	45,17308294	42,27758814
C ₂ : Forgalmobiztonság	11,49358372	12,29107981	13,66697966	13,4172144
C ₃ : Menetrendszerűség	10,11580595	11,19874804	9,245696401	10,42253521
C ₄ : Utaskomfort	7,154929577	10	6,741784038	6,328638498
$A_i = \sum a_{ij} * \lambda_j \text{ (} i=1...4, j=1...4 \text{)}$	69,26510172	74,95962441	74,82754304	72,44597625

Forrás: Saját szerkesztés, 2021

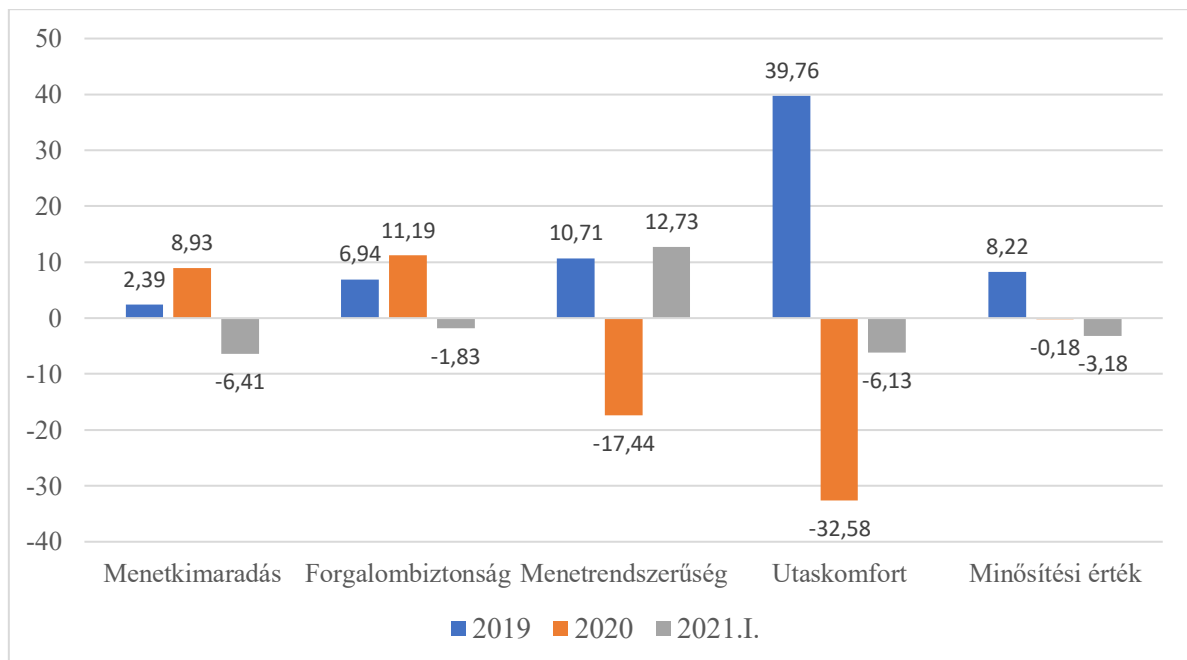


4. ábra: A minőségi szempontok súlyozott pontszámai a vizsgált időszakokban

Forrás: Saját szerkesztés, 2021

A tényadatok időbeni változása

A BKV Zrt. villamos ágazatára vonatkozó tényadatok időbeni változását az 5. ábra szemlélteti. A változás iránya és mértéke jelzi, hogy melyik minőségi változó esetén tapasztalható romlás az előző időszakhoz képest és szükséges a beavatkozás a szolgáltató részéről.



5. ábra: Az egyes indikátorokhoz tartozó tényadatok időbeni változása (%)

Forrás: saját szerkesztés, 2021

Eredmények

A vizsgálat legfontosabb eredményei az alábbiakban kerülnek összefoglalásra.

1. A Combinex módszer alkalmazásával kidolgozott értékelési rendszerben a BKV Zrt. villamos ágazatának közszolgáltatási teljesítményét minősítő négy minőségi jellemző (Menetkimaradás, Forgalombiztonság, Menetrendszerűség, Utaskomfort), négy vizsgálati időszakban (2018, 2019, 2020 évek és 2021. I. félév) megállapított tényadatai kerültek feldolgozásra.
2. Az indikátorokhoz tartozó tényadatok mintafüggvények segítségével kalkulált, súlyozatlan pontértékei alapján az ágazat 2019-ben az „Utaskomfort” (85,2), 2020-ban a „Menetkimaradás” (82,005) esetében teljesített kiemelkedően kedvező szinten (80 pont fölött), míg 2020-ban a „Menetrendszerűség” (59,08) és az „Utaskomfort” (57,44), illetve 2021. I. félévben ismét az „Utaskomfort” (53,92) esetében jelentkezett az elfogadható szinthez (60 pont) képest kedvezőtlen érték.
3. A vizsgált időszakok súlyozatlan átlagos értékeit tekintve megállapítható, hogy a Menetkimaradás (76,889) és a Forgalombiztonság (72,556) tényezők alakulása összeségében kedvezőbb volt, mint a Menetrendszerűség (65,47) és az Utaskomfort (64,38).
4. A megrendelői szempontrendszer alapján, az RP számokkal kalkulált súlyszámok azt mutatják, hogy a „Menetkimaradás” jelentősége kiemelt prioritással bír ($\lambda_1 = 0,55086072$). Ez hangsúlyosan megmutatkozik a szerződéses feltételrendszerben is.
5. A 2019. és 2020. évi minősítési összértékek szinte azonos mértékben kiemelkedően alakultak (a 2018. évben volt a legkedvezőtlenebb).
6. A minősítési értékek évenkénti változásának vizsgálata kapcsán megállapítható, hogy a villamos ágazat minőségi összteljesítménye 2019-ben érdemlegesen javult az előző évhez képest (8,22%), azonban 2020-ban és 2021. I. félévben stagnált, sőt kissé romlott. A legnagyobb ingadozás az „Utaskomfort” indikátor esetében látszott, ez a mutató kedvezőtlen eredményt produkált a két legutóbbi vizsgálati időszakban.

Következtetések

A Combinex módszer alkalmasnak bizonyult arra, hogy az értékelési rendszerhez tartozó minőségi mutatók tényadatait összevethetővé és az egyes vizsgálati időszakokra vonatkozóan aggregálhatóvá tegye. Az eljárással mind az indikátorok alakulása, mind pedig az időszakokra jellemző teljesítmény értékelhetővé vált és ezen keresztül az elemzők, döntéshozók számára hasznos információk nyerhetők ki.

A BKV Zrt. villamos ágazatának teljesítményére vonatkozó minősítési értékek (súlyozott pontszámok) kalkulációi alapján egyértelművé vált, hogy a vizsgált időszakokban a „Menetkimaradás” indikátor volt a legmeghatározóbb tényező. A megrendelői preferenciát jelző, mintegy 55%-os súlyarány mellett a tényadatok alakulása (átlagos pontérték) is a „Menetkimaradás” esetében volt a legkedvezőbb a vizsgált minőségi jellemzők közül. Ennek alapján levonható az a következtetés, hogy a közszolgáltatási teljesítmény „alkalmazkodott” a megrendelői elvárásokhoz és a tevékenység során a magasabb prioritású tényezőre fókuszált. Nyilvánvalóan az eredmények alakulásában szerepet játszottak a COVID helyzettel kapcsolatosan elrendelt korlátozó intézkedések is, melyek hatására a közlekedési feltételek időszakosan javultak. A „Menetkimaradás” és a „Forgalombiztonság” esetében a 2020. év kedvező eredményt mutatott, mely alapvetően a koronavírus okozta járványhelyzet következménye. Ugyanakkor a „Menetrendszerűség”, és az „Utaskomfort” kapcsán 2020-ban a korábbi évhez képest kedvezőtlenebb érték jelentkezett, ennek okai vizsgálandók.

Összességében a villamos ágazatra kiterjedő elemzés rámutatott arra, hogy a budapesti közlekedési közszolgáltatási rendszerben jelenleg a menetkimaradási mutató a legmeghatározóbb minőségi elem, továbbá az elmúlt évek tényadatai azt mutatták, hogy az utaskomfort mutató alakulását befolyásoló tényezők terén javulás szükséges a szolgáltató részéről.

Irodalomjegyzék

1. Ács, P. (2014): Gyakorlati adatelemzés, Pécsi Tudományegyetem, Pécs, 27-29. p, ISBN 978-963-642-682-8
2. Alkharabsheh, A., Moslem, S., Oubahman, L., Duleba, Sz. (2021): An Integrated Approach of Multi-Criteria Decision-Making and Grey Theory for Evaluating Urban Public Transportation Systems, Sustainability 2021, 13, 2740. <https://doi.org/10.3390/su13052740>
3. Az Európai Parlament és a Tanács 1370/2007/EK rendelete a vasúti és közúti személyszállítási közszolgáltatásról (2007. október 23.), <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/PDF/?uri=CELEX:32007R1370&from=HU>
4. Bozóki, S. (2006): Súlyozás páros összehasonlítással és értékelés hasznossági függvényekkel a többszemponútú döntési feladatokban, Ph.D. értekezés, Budapesti Corvinus Egyetem, Közgazdaságtani Ph.D. Program, Budapest, 37. p
5. Budapest Főváros Önkormányzata Közgyűlésének 20/2012. (III. 14.) önkormányzati rendelete Budapest közlekedésszervezési feladatainak ellátásáról, <https://net.jogtar.hu/rendelet?docid=A1200020.FOV&dbnum=104&council=fovaros>
6. Chocolog, J. - Sommerauerova, D. - Hysrlova, J. - Kucera, T. - Hruska, R. - Machalik, S. (2020): Service quality of the urban public transport companies and sustainable city logistics, De Gruyter Open Access, January 31, 2020, <https://doi.org/10.1515/eng-2020-0010>
7. Duleba, Sz. (2010): A Hierarchical Model to Evaluate Public Transport's Supply Quality, Acta Technica Jaurinensis, Vol.3 No. 3 (2010), 377-382. p, ISSN 2064-5228 (Online), <https://acta.sze.hu/index.php/acta/article/view/86>
8. Gupta, S., Starr, M. (2014): Production and Operations Management Systems, CRC Press, 4. p, ISBN: 978-1-4665-0733-3
9. Gyarmati, J. (2003): Többszempontos döntésmélet alkalmazása a haditechnikai eszközök összehasonlításában, PhD értekezés, Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem
10. Kindler, J., Papp, O. (1977): Komplex rendszerek vizsgálata, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 95. p
11. Közszolgáltatási Szerződés a BKK Budapesti Közlekedési Központ Zártkörűen Működő Részvénytársaság (BKK) valamint a Budapesti Közlekedési Zártkörűen Működő Részvénytársaság (Szolgáltató) között, 2021. január 1., https://www.bkv.hu/hu/kozerdeku_adatok/kozzszolgaltatasi_szerzodes/
12. Michelberger, P., Beke, É. (2020): Stratégiai döntéseknél alkalmazható összesített kockázati mutatószámok meghatározása, DOI: 10.38146/BSZ.2020.7.1, Belügyi Szemle 2020/7
13. Tóth T., Káposzta J. (2021): Successful Management of Settlements to Boost Rural Development. European Countryside, Vol.13 (Issue 4), pp. 819-833. <https://doi.org/10.2478/euco-2021-0044>