

Mobilitási szolgáltatások szükségessége kis és közepes városokban

Bálint Mátyás¹ – Dr. Földes Dávid² – Dr. Munkácsy András³

¹Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
Közlekedéstudományi Intézet
telefon: +36 30 1327271
e-mail: balint.matyas@kti.hu

²Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
telefon: +36 1 463 1977
e-mail: foldes.david@kjk.bme.hu

³Közlekedéstudományi Intézet
telefon: +36 1 371 5828
e-mail: munkacsy.andras@kti.hu

Kivonat: Napjaink mobilitási folyamatai, egyebek mellett az utazási szokások és a szolgáltatási modellek változásai új megközelítést igényelnek a városi közlekedésben. Az igények és a kínálat összehangolása számos esetben társadalmi és gazdasági vonatkozásban kevésbé hatékony, így innovatív megoldások vizsgálata (pl. igényalapú szolgáltatások bevezetése) szükséges. Különösen igaz ez a kis- és közepes (15–100 ezer fő lakosságú) városokra. A kutatás célja kis- és közepes városokban alkalmazható multikritériumos értékelő módszer kidolgozása, amellyel a közlekedési módokat területi és közlekedési jellemzők alapján vizsgálva meghatározható azok szükségessége. Figyelembe vett jellemzők: népsűrűség, települési elhelyezkedés, távolsági közlekedési csomópont elérhetősége, területjelleg, fajlagos napi utazásszám és távolság. A változók súlyát az Analytic Hierarchy Process (AHP) és Interpretive Structural Modelling (ISM) eljárások együttes használatával határoztuk meg. A kidolgozott módszer a mobilitástervezésben érintett tervezők, önkormányzati döntés-előkészítők és döntéshozók számára kínál eszközt a szolgáltatástervezés stratégiai szintjén. A módszert Szombathely városára esettanulmányként alkalmaztuk. Meghatároztuk az egyes körzetekben szükséges közlekedési módokat. Megállapítottuk, hogy a városmágtól távolabb elhelyezkedő területeken az igényvezérelt közösségi közlekedés, míg a belvárosi, sűrűn lakott területeken a kerékpármegosztó szolgáltatás bevezetése indokolt a jelenlegi, fix menetrendű autóbuszokra építő hálózat megtartása mellett.

Kulcsszavak: módválasztás, multikritériumos elemzés, kis- és közepes városok, megosztáson alapuló módok, igényalapú módok, AHP-ISM eljárás

Nomenklatúra

A:	településen belüli elhelyezkedés [kategóriaváltozó]	m:	közlekedési módok (m=1-6)
B:	népsűrűség [kategóriaváltozó]	S_m :	adott területre és közlekedésmódra vonatkozó szükségességi érték
C:	területjelleg [kategóriaváltozó]	r:	szükségességi érték eredményeinek terjedelme
D:	távolsági közlekedési csomópont elérhetőége [kategóriaváltozó]	α :	településen belüli elhelyezkedés súlya
$E_{i,j}$:	fajlagos napi utazásszám [kategóriaváltozó]; (i=1-4, j=1-6)	β :	népsűrűség súlya
$F_{i,j}$:	fajlagos napi utazási távolság [kategóriaváltozó] (i=1-4, j=1-6)	γ :	területjelleg súlya
$s_{p_k,m}$:	adott jellemzőértékhez és közlekedési módhoz tartozó szükségességi érték	δ :	távolsági közlekedési csomópont elérhetőége jellemző súlya
p:	jellemző (A-F)	ε :	fajlagos napi utazásszám súlya
k:	a jellemző kategóriája (k=1-5)	ζ :	fajlagos napi utazási távolság súlya
		η_i :	utazási motivációk súlya (i=1-4)
		θ_j :	utazói csoportok súlya (j=1-6)

Bevezetés

A fenntartható városi mobilitás napjainkban már a kisebb városokban is kulcskérdés. Napjainkban a kis- és közepes városokra (100 ezer fő alatt) jellemző, hogy – eltérően a nagyobb városoktól – a személygépjármű-közlekedés dominál; a tömegközlekedés szerepe marginális [1]. Az újszerű, megosztáson alapuló közlekedési módok, mint a megosztott mikromobilitási szolgáltatások (kerékpár és roller), az autómegosztás (car-sharing), a férőhelymegosztás (ride-sharing) és a férőhelymegosztási szolgáltatási tevékenység (ride-sourcing) elsősorban a nagyvárosokban, esetenként távolsági relációkban jelentek meg. A közlekedésfejlesztési és -szervezési célokat és irányokat a városok az ún. fenntartható városi mobilitási terveikben (Sustainable Urban Mobility Plan - SUMP) foglalják össze [2]. A dokumentumok tartalmazzák a közlekedési módok jelenlegi és jövőbeli munkamegosztását (modal share). Ugyanakkor megalapozott indoklás nem található a fenntartható módok, alkalmazhatóságáról, szükségességéről. 2020-ig Magyarországon mindössze 15 településen készült ilyen mobilitási terv [3], többségük nagyvárosokban. A mintegy nyolcvan 15-100 ezer fő lakosságszámú város többségében nem elérhető fenntartható városi mobilitási terv, így jórészt nem ismert a közlekedési jövőkép sem, és nincsenek világos célok a közlekedési rendszer jövőbeli felépítéséről sem.

Éppen ezért jelen kutatás alapkérdése, hogy adott területi és közlekedési jellemzőkkel bíró területegységen milyen közlekedési mód bevezetése és működtetése szükséges. Ehhez elemezzük a módválasztást befolyásoló területi és közlekedési jellemzőket, hogy ezek súlyozott kombinációjával meghatározzuk a módok relevanciáját valamely területre vonatkoztatva. A cikk felépítése a következő: az 1. fejezetében áttekintjük a vonatkozó szakirodalom eredményeit, a 2. fejezetben ismertetjük a kidolgozott módszertant, a 3. fejezetben pedig ezt Szombathely esetére alkalmazzuk. Végezetül a kutatás során levont következtetéseket és a lehetséges továbbfejlesztés irányait foglaljuk össze.

1. Irodalomkutatás

A kisvárosok közlekedése sok jellemzőben eltér a nagyvárosokétól. Kisvárosokban a csúcsidei terheléshez képest elenyésző az azon kívüli utazások száma. Emellett jellemzően a kisvárosok kisebb beépítettségűek, kisebb forgalmat generálnak. Eltérő a domináns közlekedési externália, nagyvárosokban főképp a zsúfoltság, kisvárosokban inkább a várakozási idő [4]. A kisebb laksűrűségű területeken a hagyományos közforgalmú közlekedés (szólóautóbuszok fix menetrend szerint) alacsony hatékonyságú. A városkörnyéki utazók elsődleges utazási módja a személygépjármű [1], mely negatív externáliái jelentősek.

Számos megosztáson alapuló, igényvezérelt és igényalapú mobilitási szolgáltatás jelent meg az elmúlt években. A szolgáltatási terület jellemzően egy város és környéke [5,6]. Az igényvezérelt közlekedési módok legtöbbször fix végállomások között vagy fix útvonalon, előfoglalást követően vehetők igénybe [7]. Igényalapú mobilitási szolgáltatások csak utazási igény esetén működnek, és a menetrendi paraméterek többsége kötetlen. Ennek klasszikus formája a taxi. Ehhez hasonló szolgáltatás a *férőhelymegosztási szolgáltatás* (ride-sourcing, pl.: Uber, Lyft), amelynek keretében magánszemélyek nyújtanak taxijellegű szolgáltatást kevésbé szabályozott módon, mobilalkalmazás közbeiktatásával, profit reményében. A nem üzleti szolgáltatásként felkínált *férőhelymegosztás* (ride-sharing) esetében a sofőr olyan utazáshoz hirdeti meg a fennmaradó kapacitást, amely további személyek utazása nélkül is megvalósulna, célja tehát nem profit-szerzés, hanem az utazási költségek megosztása [8]. *Járműmegosztó szolgáltatások* esetén az operátor rendelkezik flottával, amit a regisztrált felhasználók vehetnek igénybe utazásukhoz.

A 2010-es évek második felétől egyre elterjedtebb a *mobilitás mint szolgáltatás* (Mobility as a Service, MaaS) koncepció; ez különböző mobilitási szolgáltatások használatához nyújt hozzáférést egy platformon (mobilalkalmazás, weboldal); jellemzői a mobilitási csomagok alkalmazása és a kiegészítő szolgáltatások igénybevétele (útvonaltervezés, helyfoglalás és fizetés) [9]. A közlekedési szolgáltatók oldalán hatékonyságnövekedés jelentkezik, emellett az adott város esetében a költségek és a torlódások csökkenése, ezáltal az életminőség javulása várható [9].

Az igényalapú és igényvezérelt szolgáltatások megfelelő méretű flotta esetén növelhetik a teljes rendszer hatékonyságát. [10]. A sikerességhez a kereslet és kínálat széleskörű felmérése és elemzése szükséges [11]. E tényezők meghatározásához a hagyományos közlekedéstervezési módszerek során négylépcsős ráterhelési, gravitációs és növekedési tényezős modellek alkalmazhatók [12–14]. A szolgáltatások iránti térbeli kereslete meghatározható a térség demográfiai adatai és a lakosok utazási szokásjellemzői alapján [7]. A

rugalmas közlekedési rendszerek megvalósítása a közlekedési módok megoszlására is hatást gyakorol [15], továbbá a megállóhelyi várakozási időt és a rágyaloglási időket is jelentősen (50%) csökkenthetik. E módok használati hajlandósága egyrészt térben differenciált, másrészt nem függ közvetlenül a hagyományos közösségi közlekedés színvonalától [16].

A közlekedési módok használatának megoszlása függ az adott területtypustól (lakópark/előváros stb.), az utazások jellemző távolságától; rövidebb távolságokra a gyaloglás a legnépszerűbb, 3 km-ig pedig többen kerékpároznak, mint utaznak közösségi közlekedéssel. A körzet beépítettségének csökkenésével növekszik az utazási távolság, ugyanakkor az utazás átlagos ideje a kisebb torlódásból és megállósűrűségből adódóan csökken [17]. A közlekedési munkamegosztás értékét jelentősen befolyásolja a város motorizációs foka is [18], továbbá a meglévő mobilitási szolgáltatások hozzáférhetősége és színvonala, továbbá egyéb társadalmi-gazdasági paraméterek [19]. A lakosságszám településszerkezetre és a közlekedés keresletére gyakorolt hatása gyenge, ellenben erős befolyásoló tényezők a terület funkciója és a népsűrűség. A módváltás függ továbbá az utazások számától és az utazás motivációjától [19]. A példa kedvéért Zalaegerszegen az átlagos utazásszám 2,82, a várost érintve 2,79 utazás/fő/nap [21]. Ajkán 1,8; nem számítva az otthon maradókat 2,2 utazás/fő/nap [22]. Az Ajkai járásban a motivációk aránya: hivatásforgalom: 57%, bevásárlás: 29%, ügyintézés, egészségügyi intézmény felkeresése: 4%, szabadidő: 1%. Ez kismértékben eltér korosztályos bontásban. A nagybevásárlások és az ügyintézéshez való eljutás túlnyomórészt egyéni gépjárművel, egészségügyi intézmény felkeresése leginkább gyalog történik. [22]. Szubjektív jellemzők közül meghatározó jelentőségű az utazási idő és költség, befolyásol a rugalmasság és a komfort is [10]. A gépjárműtulajdonlás szintén a mobilitási szokásokat befolyásoló tényező [5].

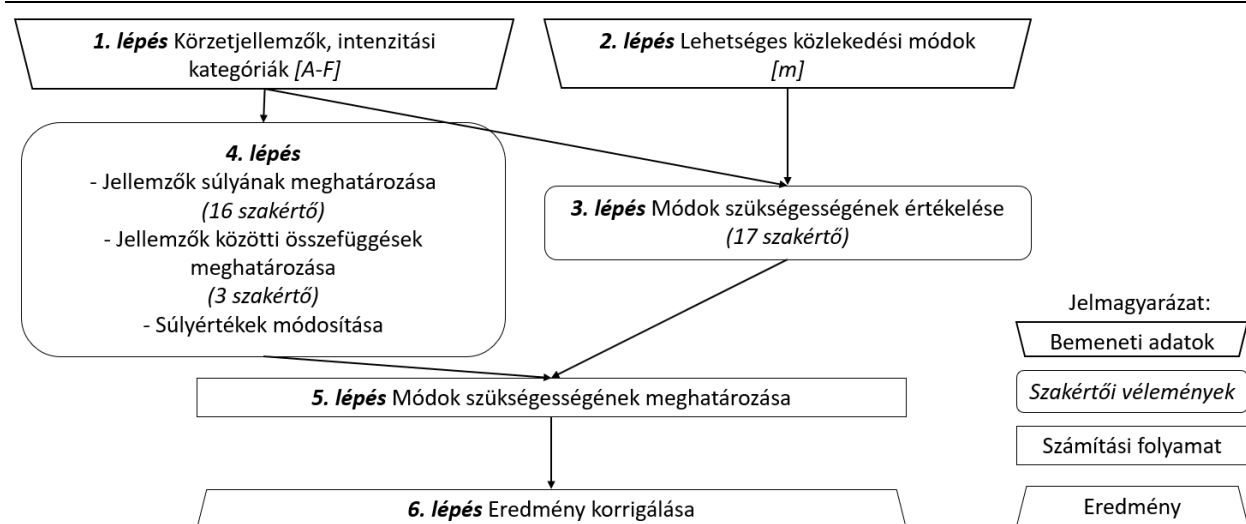
A kerékpármegosztó-rendszerek esetében alapvető befolyásoló tényező a kerékpáros infrastruktúra kiépítettsége, komfortfokozata és biztonsága, állomásalapú szolgáltatás esetén az állomások eloszlása és sűrűsége, az épített és természeti környezet jellemzői, valamint az időjárási körülmények (különösen az eső és a köd) [6]. A (motorizált) közösségi közlekedési módok és a kerékpármegosztás között nincs közvetlen összefüggés, ugyanakkor ahol nagyobb a közösségi közlekedési módok részesedése a közlekedési munkamegosztásból, ott a megosztott kerékpár szolgáltatást is többen veszik igénybe [23].

A mobilitási szolgáltatás fejlesztése és tervezése egyre inkább igényli az érintettek aktív részvételét a folyamatokban [24], azonban a felhasználók igényeinek megismerése gyakran akadályokba ütközik (kérdőívek hosszúsága, pontossága, reális kép kapható-e a felhasználó szokásairól stb.) [25]. A multikritériumos döntéshozatalhoz jól alkalmazható módszer az Analytic Hierarchy Process (AHP) eljárás, melyet szakértők véleményére vagy utazói elégedettségre is lehet alkalmazni, azonban az utaskikérdezés esetén a reprezentativitás meghatározása szükséges [24,26–32]. Az eljárás különböző, egymástól független szempontok, tényezők közötti hierarchikus sorrend meghatározására alkalmas. Ugyanakkor a területi jellemzők, a közlekedési módok és a mobilitási szolgáltatások egyes elemei is kölcsönhatásban vannak egymással; ennek kezelésére az AHP eljárás kiegészítése szükséges; az AHP-ISM [24,33,34], eljárások együttes használata egy rendszer elemei közötti nem-hierarchikus kapcsolatok és azok erősségének meghatározására alkalmazható [31].

Az irodalomkutatásból megállapítható, hogy a kisvárosokban a hagyományos módszerekre alapuló mobilitási szolgáltatás hatékonysága alacsony. Az utóbbi időben megjelent megosztott mobilitási megoldások, valamint a MaaS-konceptió alkalmas lehet a hatékonyság növelésére. A közlekedési kereslet meghatározható demográfiai (népsűrűség, területtypus, beépítettség) illetve utazási (utazásszám, távolság, hozzáférhetőség) jellemzők alapján. A kereslet modellezése összetett; ugyanakkor az AHP-ISM döntéstámogató módszer jól használható eljárás a multikritériumos elemzésekhez.

2. Módszer meghatározása

Az értékelő módszer célja a közlekedési módok értékelése területjellelmezők alapján, meghatározva egy közlekedési mód bevezetésének (működtetésének) indokoltságát, szükségességét valamely területen. A módszer lépéseit az [1. ábra](#) szemlélteti. A területek paraméterei diszkrét értékek. Az értékek súlyozott összegzésével megadható a módok szükségessége. A területi jellemzők és módok értékeinek számszerű meghatározása szakértők bevonásával, szakértőinterjúk végrehajtásával történt. Pontosságuk, megbízhatóságuk értelemszerűen nem egyezik egy teljeskörű forgalomfelvétellel és modellalkotással, ugyanakkor megfelelő alapot adnak a számításokhoz, ha a közlekedési módok összetételéről például erőforráshiányos helyzetben kell (előzetes) döntést hozni.



1. ábra: A módszer lépései

1. lépés: körzetjellemzők meghatározása, intenzitási kategóriák kijelölése

Területi és közlekedési szokásjellemzőket határoztunk meg körzetjellemzőként [7,10,15–17,19,20,35] alapján.

Területi jellemzők:

- A településen belüli elhelyezkedés,
- B népsűrűség,
- C területjelleg.

Közlekedési jellemzők:

- D távolsági közlekedési csomópont elérhetősége,
- $E_{i,j}$ fajlagos utazásszám (i motiváció és j utazói csoport szerint bontva),
- $F_{i,j}$ utazások átlagos távolsága (i motiváció és j utazói csoport szerint bontva).

Területi jellemzők

A: településen belüli elhelyezkedés (városközpont távolsága)

A terület forgalmi viszonyait és az utazások irányultságát befolyásolja. Ellenállás-tényező, hiszen távolabbi körzetből a centrumba vagy átellenes távoli körzetbe történő utazás magasabb pénz-, időbeli és egyéb ráfordításokat igényel. Egy monocentrikus városban lehet *központi*, *átmeneti*, *ipari* és *szuburbán* terület. [19]. A kategóriák decentrumokkal rendelkező városban bővíthetők egy *városrészközpont* kategóriával. Az átmeneti terület további két csoportra bontható: *centrumot körülvevő* és *centrumtól távolabb eső* körzetre. Ugyanakkor az iparterületet nem szükséges önálló kategóriának tekinteni, mivel elsősorban a körzet minőségét, funkcióját jelöli, nem feltétlenül a településen belüli elhelyezkedését.

Mindezeknek megfelelően az alábbi településen belüli elhelyezkedési kategóriákat különböztettük meg:

- *centrum* (többnyire belvárosi terület, hivatali, turisztikai, vendéglátói funkciókkal),
- *centrumot körülvevő* (centrummal szomszédos, kevesebb forgalomvonzó létesítménnyel),
- *városrészközpont*, *decentrum* (alapvető szolgáltatások, nem minden városban megtalálható),
- *centrumtól távolabb eső* (centrumtól nagyobb távolságra, esetleg decentrum közelében),
- *városszéli*, *külterületi* (városathárhoz közeli, kertvárosi jellemzőkkel bíró terület).

B: népsűrűség

A lakosság térbeli szóródásából következtethető a közlekedési igények térbeli szóródása is. A közlekedési módok alkalmazásánál az utazások számán és távolságán túl az utasok térbeli megoszlása is szignifikáns hatással van a szolgáltatás formájára és színvonalára [36]. Kisebb laksűrűségű területen a hagyományos közforgalmú közlekedés hatékonysága az igények szóródása miatt alacsony. A népsűrűség kategóriahatárai a következők: 0: nem értelmezhető; 1: 1–1000 fő/km²; 2: 1001–3000 fő/km²; 3: 3001–5000 fő/km²; 4: 5001–10000 fő/km²; 5: 10000 fő/km² felett.

C: Területjelleg

A forgalmi viszonyokat jelentősen befolyásolja az adott terület funkciója. A körzetek kijelölésekor az összefüggő, legtöbb tekintetben homogén területek egy körzetbe sorolhatók (pl.: épületméret, területfelosztás –lakóépületek, közintézmények, zöldfelületek aránya). A kijelölt körzetek mérete változó. A területek lakossági és nem lakossági területre oszthatók, utóbbi esetben a B (népsűrűség) nem mindig értelmezhető. A kategóriákat a BKK egységes forgalmi modelljében (EFM) alkalmazott területi felosztás alapján képeztük, kiegészítve további, az EFM-ben összevontan kezelt kategóriákkal. A kategóriák, aláhúzással jelölve a kiegészítések, a következők:

- nagy lakótelep (20–30 lakásos társasházakból álló lakótelep, közepes mennyiségű zöldfelülettel),
- közepes lakótelep/nagy lakópark (10–20 lakásos társasházak, néhány közintézmény),
- kis lakótelep/lakópark (5–10 lakásos társasházak, közepes mennyiségű zöldfelülettel),
- kertváros (jellemzően 1-2 lakásos társasházak, alacsony laksűrűség, alapfokú ellátottság),
- belvárosi terület (irodaházak, hivatali épületek, lakóépületek, kulturális épületek).

Nem lakossági területek:

- iparterület (gyártó és egyéb üzemek),
- oktatási terület (egyetemi és kollégiumi területek, iskolák és óvodák területei),
- kórházi terület (kórházak, rendelőintézetek területei),
- bevásárlóközpont (piac, vásárcsarnok, szupermarketek, hipermarketek),
- természeti-turisztikai terület (szabadtéri időtöltésre alkalmas területek),
- közlekedési csomópont (vasútállomás, autóbusz-állomás, intermodális csomópont, kikötő, repülőtér),
- temető,
- sportcélú terület (stadion, sportpálya, uszoda, sportközpont).

D: Távolsági közlekedési csomópont elérhetősége

A távolsági közlekedési csomópontok elérhetőségét, mint a módválasztást (rá- és elhordó utazások) befolyásoló tényezőt a körzetből a csomópontba való eljutási idők szerint csoportosítottuk 20 mintakörzet megvizsgálásával (10 szombathelyi, 5 további, más városból származó, városon belüli, 5 városon kívüli) (1. táblázat). Távolsági csomópontnak tekintettük az olyan vasútállomásokat, ahol több vasútvonal találkozik, illetve a 30000 fő feletti lakosságú városok autóbuszállomásait.

1. táblázat: A távolsági közlekedési csomópontok elérésének jellemzése

D _k	Perc	Távolsági közlekedési csomópont távolsága [km]		
		Autóbusz / vasút	Személygépjármű	Kerékpár
1	0–10	0–5	0–10	0–4
2	11–20	5–10	10–20	4–8
3	21–30	10–15	20–30	8–16
4	31–50	15–35	31–60	16–30
5	50-nél több	35 felett	60 felett	30 felett

Közlekedési jellemzők

A fajlagos napi utazásszám és fajlagos napi utazási távolság jellemzők utazói csoportok és motivációk szerint különböznek. A motivációkat Hu és mtsai. módszere [19] alapján határoztuk meg; a „baráti látogatás” és a „szórakozás” motivációt *szabadidő* ($i=2$) motivációként összevontuk, mivel a módválasztás szempontjából vizsgálva a két motiváció hatása hasonló. A megkülönböztetett motivációk ($i=1-4$) a következők:

1. *hivatásforgalmi* (munkahelyre, oktatási intézménybe való eljutás, térbeli-időbeli paraméterek jelentős hatást gyakorolnak, rendszeresen jelentkező, kiszámítható igények),
2. *szabadidő* (sporttevékenység, különórák, színház és koncertlátogatás, kirándulás, rokonlátogatás, jellemzően délután és hétvégén, szezonális változásokkal),
3. *bevásárlás és ügyintézés* (napközben inaktív, délután aktív korúak, kerülendő az átszállás és a módválasztás a nagy csomagok miatt),
4. egyéb (pl.: kórházlátogatás, családtag szállítása, egyházi programok, speciális utazások).

Az utazói csoportokat Mándoki Péter [37] nyomán határoztuk meg, ugyanakkor az aktív korú utazókat hivatásforgalomban részt vevő és nem részt vevő alcsoportokra (pl.: kismamák, részben otthonról dolgozók, nem csúcsidőszakban utazó mesteremberek, üzletemberek) bontottuk, tekintettel arra, hogy a két csoport közlekedési szokásjellemezői egymástól eltérőek. A képzett utazói csoportok ($j=1-6$) a következők:

1. *tanuló* (alacsony költségpreferencia, nem számottevő komfort iránti igény, jellemzően közösségi közlekedéssel, egyéni gépjárműben utasként, esetleg kerékpárral, szülők döntései alapján),
2. *felsőoktatási hallgató* (jelentős árérzékenység, komfortérzékenység megjelenő szempont, általában közösségi közlekedéssel vagy kerékpárral),
3. *aktív korú, hivatásforgalomban részt vevő* (minőségérzékenység, térbeli-időbeli paraméterekre való érzékenység, a közösségi közlekedésben való arányuk alacsony),
4. *aktív korú, hivatásforgalomban nem részt vevő* (komfortérzékenység, csúcsidőn kívüli utazás),
5. *inaktív korú* (komfortérzékenység, ergonomikus kialakítás preferenciája, térbeli-időbeli paraméterek nem döntő szempontok, leginkább közösségi közlekedés használata),
6. *turista* (fontos szempont a komfortérzékenység, kisebb költségérzékenység, tájékoztatás igénye a helyismeret hiánya miatt).

E_{ij} : fajlagos napi utazásszám

A fajlagos napi utazásszám a körzetbe érkező, illetve a körzetből induló napi utazásszám átlaga. Egy utazásnak minősül minden helyváltoztatás, amelynek végpontjában közlekedéstől független motivációjú tevékenység történik. A körzeten belüli (feltételezve, hogy leginkább gyalog történik), illetve a körzeten áthaladó utazásokat nem vettük figyelembe. A kategóriaváltozók határai (utazás/nap/fő): 0–0,9; 1–1,9; 2–3,4; 3,5–4,9; és 5 vagy afelett adódnak az irodalomkutatás alapján [17,19,21,22].

F_{ij} : Fajlagos napi utazási távolság

A fajlagos napi utazási távolság a körzetbe érkező, illetve a körzetből induló utazások távolságának átlaga. A kategóriákat a Központi Statisztikai Hivatal 2012-es lakossági közlekedési szokások mérésére szolgáló módszertana alapján határoztuk meg (2. táblázat).

2. táblázat: Utazások átlagos távolsága szerinti kategóriák módonként, forrás: [42] alapján

F_k	Fajlagos napi utazási távolság [km]	Módok megoszlása német városokban [%] (2002)			
		gyaloglás	kerékpár	közösségi közlekedés	személygépjármű
1	<1	38–94	5–19	0–1	1–40
2	1–3	10–25	14–19	2–7	45–68
3	3,01–6	1–4	6–14	7–11	77–80
4	6,01–15	0–1	2–4	11–13	82–87
5	>15	0–1	1	13	85

2. lépés: közlekedési módok azonosítása

A módszer során figyelembe veendő közösségi közlekedési módok azonosítása. Figyelembe vehető közlekedési módok: közösségi köz-

lekedés (fix menetrendű/igényvezérelt), megosztáson alapuló módok (kerékpár, személygépjármű, férőhelymegosztás, férőhelymegosztási szolgáltatás, taxi), mikromobilitási eszközök (roller, segway). Létezik olyan körzet, ahol a közlekedési kereslet olyan kicsi, hogy bármilyen közösségi közlekedési mód fenntartása gazdaságtalan. Ugyanakkor a gyaloglás, mint rá- és elgyaloglási, valamint kisebb távolságokon alkalmazott mód, valamint az egyéni gépjárművel történő utazás jellemzően minden körzetben jelen van. A módokat m betűvel jelöltük.

3. lépés: közlekedési módok értékelése körzetjellemezők alapján

A körzetjellemezők és a közlekedési módok kapcsolatából adódó szükségességi értékek meghatározása szakértői kikérdezéssel. A szakértők minden módot minden paraméterkategória alapján 1–9 skálán értékelnek. Ezek eredményéből háromféleképpen (átlag, módusz, medián) határozható meg az adott paraméterhez és módhoz tartozó diszkrét fontossági értékek. A szóró válaszok esetében kiegyenlítő átlagérték mellett a legtöbb azonos válasz (módusz) és a sorbarendezt értékek közül a középső (medián) segítségével is meghatározható a közlekedési módok szükségességi értéke. Az s szükségességi érték az $(1)(+)$ egyenlet alapján határozható meg:

$$s_{p_k,m} = s(p_k, m) \quad (1)$$

ahol

p a jellemző (A–F),

k a jellemző kategóriája $k=1-5$; ha $p \in \{A, B, C, E, F\}$, $k=1-12$; ha $p=D$

m a mód $m=1-6$, ahol 1: fix menetrendű közösségi közlekedés, 2: igényvezérelt közösségi közlekedés, 3: megosztott kerékpár, 4: férőhelymegosztás, 5: taxi/férőhelymegosztási szolgáltatás, 6. megosztott személygépjármű

4. lépés: jellemzők súlyának meghatározása, súlytényezők módosítása

A jellemzők erősségének, súlyának meghatározása, tekintettel arra, hogy nem minden jellemző befolyásolja egyformán a módválasztást. A súlyértékek meghatározásához a háromlépcsős AHP-ISM eljárást célszerű alkalmazni. Mivel az AHP eljárás csak egymással összefüggésben nem álló jellemzők közötti hierarchia megállapítására alkalmazható, a jellemzők kölcsönhatását figyelmen kívül hagyja, ezzel szemben a módszer jellemzői egymással összefüggésben állnak, így szükséges az eljárás bővítése. Ennek feloldására az ISM eljárást alkalmaztuk.

A jellemzők súlyainak (jellemzők: $\alpha-\zeta$; motivációk: $\eta_1-\eta_4$; utazói csoportok: $\vartheta_1-\vartheta_6$) meghatározása:

1. jellemzők fontossága alapján hierarchia és a jellemzők súlyának meghatározása páros összehasonlítással az egyes párok közötti kapcsolatot arányosítva ($1 = a$ két jellemző megegyező fontosságú, $9 =$ egyik jellemző sokkal fontosabb a másiknál, így a fordított reláció értéke $1/9$) (AHP-interjú) [34],
2. jellemzők közötti kapcsolatok feltárása boole-i típusú változókkal, majd külön interjúban a kapcsolat erősségének minősítése szakértői válaszok alapján [24],
3. páros összehasonlítással és AHP-eljárással meghatározott súlyértékek módosítása az adott jellemzőre a többi jellemző által gyakorolt hatások összegzésével [24].

5. lépés: szükségességi értékek alapján módok szükségességének meghatározása

A körzet jellemzőihez tartozó szükségességi értékeket súlyozva és összegezve minden m közlekedési módra megállapítható annak fontossága $(2)(2)$, az S_m szükségességi érték. Amennyiben a körzet nem lakossági terület a népsűrűség érték nem értelmezhető, a fennmaradó öt jellemző összsúlya 1-nél β -val kisebb (3).

$$S_m = \alpha * f_{A_k,m} + \beta * f_{B_k,m} + \gamma * f_{C_k,m} + \delta * f_{D_k,m} + \varepsilon * E' + \zeta * F' \quad (2)$$

$$S_m = \frac{1}{1-\beta} * (\alpha * f_{A_k,m} + \gamma * f_{C_k,m} + \delta * f_{D_k,m} + \varepsilon * E' + \zeta * F') \quad (3)$$

Az E' napi fajlagos utazásszám a (4) alapján, míg az F' átlagos utazási távolság az (5) alapján a motiváció és utazói csoport szerinti súlyok felhasználásával számítható.

$$E' = \sum_i \left(\eta_i * \sum_j (\vartheta_j * f_{E_{i,j},m}) \right) \quad (4)$$

$$F' = \sum_i \left(\eta_i * \sum_j (\vartheta_j * f_{F_{i,j},m}) \right) \quad (5)$$

Mivel az AHP eljárásban a súlytényezők összege 1 (6), S_m 1 és 9 között vehet fel értéket (7).

$$\alpha + \beta + \gamma + \delta + \varepsilon + \zeta = \sum_i \eta_i = \sum_j \vartheta_j = 1 \quad (6)$$

$$1 \leq S_m \leq 9 \quad (7)$$

Az eredmények jobb megkülönböztetése érdekében relatív kategóriákat határoztunk meg az eredménycsoport terjedelmét öt részre osztva **Hiba! A hivatkozási forrás nem található.(8)**, így a potenciálisan üres kategóriák kiszűrhetők. Ez alapján a módokra megállapítható az összesített fontossági érték (3. táblázat3-táblázat).

$$r = \max(\text{eredménycsoport}) - \min(\text{eredménycsoport}) \quad (8)$$

3. táblázat: A kategóriahatárok

S_m	Szükségesség
$\min(S_{m, \text{eredménycsoport}}) - 0,2 \cdot r$	egyáltalán nem szükséges
$0,2 \cdot r - 0,4 \cdot r$	inkább nem szükséges
$0,4 \cdot r - 0,6 \cdot r$	nem eldönthető
$0,6 \cdot r - 0,8 \cdot r$	inkább szükséges

6. lépés: eredmény korrigálása peremfeltételek alapján

Bizonyos módok esetében adódhatnak olyan körülmények, melyeket a meghatározott jellemzők nem vesznek figyelembe (pl.: domborzat, járműtulajdonlasi viszonyok). Ezen peremfeltételeket boole-i típusú változókként értelmeztük, így amennyiben valamelyik peremfeltétel nem teljesül, vagy az érték a küszöbértéket meghaladja, az S_m értéke 0.

3. Eredmények

A módszerben egyes számértékek, így a közlekedési módok értékelése körzetjellemezők szerint, valamint a körzetjellemezők, utazási motivációk és utazói csoportok meghatározása szakértők válaszaik alapján történik. A felkért szakértők a tudományos életben aktív szereplők, széles korosztályi skálát lefedve.

1-3. lépés: körzetjellemezők és közlekedési módok azonosítása, szükségességi érték meghatározása

Mind a hat körzetjellemezőt a módszertan első lépésének megfelelően vettük figyelembe. Az azonosított közlekedési módokat és azok jellemzőit a 4. táblázat tartalmazza. Minden kategóriaértékhez és módhoz meghatároztuk a szükségességi értékeket 17 szakértő válasza alapján. Ezek közül néhány szemléletes érték az 5. táblázatban látható. A szakértők a fix menetrendű közösségi közlekedést értékelték a leginkább egyetértésben, míg a megosztott személygépjármű értékelése történt a legnagyobb szórással. Az átlag-, a medián- és a móduszértékek a legtöbb esetben egymáshoz közeli értéket vesznek fel, a szórás a jellemzők közül a településen belüli elhelyezkedésnél volt a legkisebb, míg a távolsági csomópont elérésénél a legnagyobb.

4. táblázat: Közlekedési módok előnyei és hátrányai

m	Mód	Előnyök	Hátrányok
1	fix menetrendű közösségi közlekedés	+ nagy kapacitás + rendszeresség, állandó működés	- költséges a fenntartása - kifizetési időszakban kihasználatlan
2	igényvezérelt közösségi közlekedés	+ csak valós igény esetén közlekedik + rugalmasság	- állandó igénymenedzsment - változó kihasználás
3	megosztott kerékpár / roller	+ fenntartható + kis területkihasználás	- az időjárás befolyásolja - méretgazdaságossági kérdések
4	férőhelymegosztás	+ hatékonyabb járműkihasználás + rugalmasság	- kis kapacitás - változó kínálat
5	taxi/férőhelymegosztási szolgáltatás	+ jobb járműkihasználás	- kis kapacitás - változó kínálat
6	megosztott autó	+ jobb járműkihasználás	- méretgazdaságossági kérdések

5. táblázat: Közlekedési módok előnyei és hátrányai

Jellemzők és kategóriák	fix menetrendű közösségi közlekedés			igényvezérelt közlekedés			megosztott kerékpár			férőhelymegosztás			taxi/férőhelymegosztási szolgáltatás			megosztott autó			
	Á	Me	Mo	Á	Me	Mo	Á	Me	Mo	Á	Me	Mo	Á	Me	Mo	Á	Me	Mo	
Területjelleg																			
nagy lakótelep	8,94	9	9	3,06	3	2	6,94	7	7	5,35	5	3	6,53	7	6,5	6,29	7	8	
kertváros	5,59	6	7	7,12	7	7	4,00	4	1	6,47	7	8	6,53	7	7	5,00	4	6,5	
iparterület	6,47	7	7	5,82	6	5	4,00	5	5	5,53	5	5	4,47	3	3	3,76	4	5	
belvárosi terület	8,88	9	9	3,65	3	2	7,94	9	9	5,06	5	3	7,41	8	9	7,59	9	9	
Településen belüli elhelyezkedés																			
centrum	8,94	9	9	3,82	3	1	8,41	9	9	5,24	5	5	7,88	8	8,5	7,18	7	7	
városszéli, külterületi	6,29	6	5	7,53	8	9	3,24	3	3	6,53	7	7	6,06	7	7	5,06	5	7	
népsűrűség [fő/km ²]																			
1-1 000	4,88	5	4,8	8,29	9	9	2,35	1	1	6,06	7	8	4,76	5	7	4,24	3	1	
10 001 felett	9,00	9	9	2,59	1	1	8,47	9	9	5,29	5	6	8,18	9	9	7,53	8	9	
fajlagos napi utazásszám [utazás/fő/nap]																			
0-0,9	4,06	4	5	8,53	9	9	3,18	3	1	5,76	7	7	5,06	5	6	3,47	2	1	
2-3,4	7,47	7	7	4,88	5	5	5,82	6	5,5	5,35	5	5	5,76	6	7	5,65	6	5,5	
5 felett	8,76	9	9	2,24	1	1	8,29	8	9	5,71	5	6,7	7,06	7	9	7,59	8	9	
1 alatt	4,41	5	1	2,94	1	1	7,35	8	9	2,24	1	1	2,94	1	1	3,12	2	1	

utazások átlagos távolsága [km/fő/nap]	3,01-6	7,41	7	9	5,88	6	5	6,35	6	5	4,94	5	5	6,41	7	7	6,41	7	7
	15 felett	8,41	9	9	5,76	6	7	3,18	3	1	7,53	8	9	6,35	7	7	6,53	7	9

4. lépés: súlyértékek megállapítása

A súlyértékeket 16 szakértő válaszaiból határoztuk meg (egy választ az előzetes szűrés alapján nem lehetett figyelembe venni). A szakértők a motivációk közül a hivatásforgalmi motivációt értékelték a legfontosabbnak, a legtöbb esetben a bevásárlási és ügyintézési motiváció a második, a szabadidő, a harmadik legfontosabb, az egyéb motiváció a legkevésbé fontosabb. Az utazói csoportok tekintetében a tanulókat, a felsőoktatási hallgatókat és az aktív korú, hivatásforgalmi utazókat majdnem minden szakértő a három fontosabbnak, az inaktív korúakat, az aktív korú, hivatásforgalomban nem részt vevő utazókat, valamint a turistákat pedig a három kevésbé fontosnak értékelt. A súlyértékek közötti kapcsolat fennállásának és erősségének meghatározása 3 szakértő segítségével történt, tekintettel arra, hogy ebben a fázisban ennyi szakértő alkalmazása javasolt [24].

Mindezek alapján az eredeti (AHP) és módosított (AHP-ISM) súlyértékeket a [6. táblázat](#) tartalmazza. A módosított súlyértékek esetében feltűnő, hogy egyes súlyok jelentősen (akár 30%-kal), és legtöbbször az egyenlőség irányába módosult, a hierarchia sorrendjét is átalakítva. Szemléletes példája ennek a hivatásforgalmi motiváció, melyet minden szakértő a legfontosabbnak értékelt, azonban a módosításkor a 37%-kal csökkent súllyal már csak a második legfontosabb. Ezen ellentmondásokat a jellemzők közötti kapcsolatok igen magas száma, és az alkalmazott ISM-eljárás additivitása magyarázza [24].

6. táblázat: A bemeneti jellemzők, motivációk és utazói csoportok súlyértékei

Jel	Jellemzők	Súlyérték	Módosított súly
α	elhelyezkedés (A)	0,243	0,141
β	népsűrűség (B)	0,283	0,207
γ	területjelleg (C)	0,055	0,167
δ	távolsági közlekedési csomópont elérése (D)	0,086	0,096
ε	fajlagos napi utazásszám ($E_{i,j}$)	0,185	0,202
ζ	fajlagos napi utazási távolság ($F_{i,j}$)	0,148	0,186
Jel	Motivációk	Súlyérték	Módosított súly
η_1	hivatásforgalmi	0,660	0,289
η_2	bevásárlás és ügyintézés	0,203	0,296
η_3	szabadidő	0,073	0,235
η_4	egyéb	0,064	0,180
Jel	Csoportok	Súlyérték	Módosított súly
ϑ_1	tanulók	0,387	0,284
ϑ_2	felsőoktatási hallgatók	0,177	0,139
ϑ_3	aktív korú, hivatásforgalomban résztvevők	0,267	0,257
ϑ_4	aktív korú, hivatásforgalomban nem résztvevők	0,075	0,119
ϑ_5	inaktív korúak	0,057	0,112
ϑ_6	turisták	0,036	0,090

5-6. lépés: szükségességi értékek és a peremfeltételek meghatározása

A szükségességi értékek alkalmazási területenként számítandók. Az azonosított peremfeltételeket, amelyek alapján a szükséges módok köre módosítható, az [7. táblázat](#) tartalmazza.

7. táblázat: A módok peremfeltételei

Közlekedési mód	Peremfeltétel	Ha a peremfeltétel nem teljesül
megosztott kerékpár, roller	jól kerékpározható (leginkább sík) domborzat	pedelekmegosztó-rendszer létrehozásának vizsgálata
	egyéni kerékpár-, rollertulajdonlás korlátozott mértéke	kerékpármegosztás díjszabási eszközeinek felülvizsgálata, egyéni kerékpározás feltételeinek (infrastruktúra, kerékpártorlás) felülvizsgálata
megosztott autó	motorizációs fok mértéke	megosztott személygépjármű díjszabási eszközök felülvizsgálata
fix menetrendű közösségi közlekedés	nagyobb járművek közlekedésére alkalmas infrastruktúra	igényvezérelt, kisebb méretű járművek közlekedési lehetőségeinek vizsgálata

4. Esettanulmány: módszer alkalmazása

A kidolgozott módszert Szombathelyre alkalmaztuk. Szombathely Magyarország nyugati részén, az Alpokalján helyezkedik el, Vas megye székhelye, mintegy 80 ezer fős lakossággal. Jelenleg (2021-ben) az egyéni közlekedésen felül a Volánbusz Zrt. által üzemeltetett 35 autóbusszviszonylat vehető igénybe utazásra, melyből 3 igényvezérelt, késő este közlekedő járat.

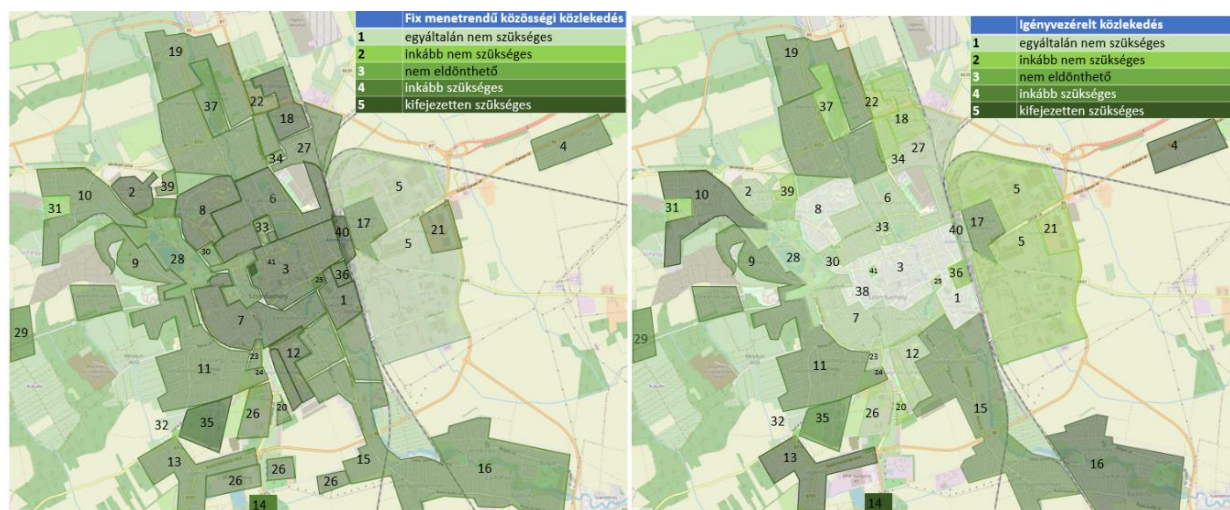
A lakossági körzeteket a város Integrált Településfejlesztési Stratégiájának megfelelően jelöltük ki, a nemlakossági körzeteket térkép alapján. A napi utazásszám és távolság becslések a körzet településen belüli elhelyezkedéséből indultunk ki, figyelembe véve a körzet közelében található bevásárlási, ügyintézési, szabadidő eltöltésére alkalmas helyszíneket, nagyfoglalkoztató és közoktatási, illetve felsőoktatási intézményeket. Szombathelyre jellemző az erős környéki ingázóforgalom, különösen az ipartelepi gyárakba érkezőnek távolabbi településekről, megjegyzendő ugyanakkor, hogy az iparterületek egyedi forgalmi jellemzőkkel bírnak. Az eredeti súlyozást és a móduszértékekkel történő számítást vettük figyelembe a továbbiakban. A városi körzetekhez és közlekedési módokhoz tartozó eredmények közül néhány szemléletes értéket a [8. táblázat](#) mutat be. Az aláhúzott és félkövér értékek az adott körzetben legmagasabb szükségességi értékű módokat jelölik.

8. táblázat: A körzetek eredményei

		fix menetrendű közlekedés	igényvezérelt közlekedés	megosztott kerékpár	férőhely-megosztás	taxi/ férőhely-megosztási szolgáltatás	megosztott autó
1.	Joskar-Ola vr.	7.65	3.26	6.98	4.44	6.69	6.14
4.	Zanat	6.36	7.08	3.02	6.71	6.19	4.84
5.	Ipartelep	5.75	5.51	4.94	5.33	6.02	3.79
9.	Rigóvölgy – Középhegy	6.09	6.49	3.66	6.32	6.05	3.95
28.	Csónakázó-tó környéke	6.17	4.65	6.94	4.57	5.61	3.74
30.	Haladás pálya, fedett uszoda	6.18	4.32	6.81	4.66	5.88	4.55
41.	autóbussz-állomás	6.78	3.77	6.94	4.64	6.41	4.62

4.1 Közösségi közlekedés (fix menetrendű és igényvezérelt)

A 2021-ben érvényes menetrend szerint a fix menetrendű helyi járatú autóbusszok megfelelően lefedik a lakossági, a bevásárló és szabadidős területeket, valamint kielégítik az ipari területeken többnyire műszakváltáskor jelentkező tömeges igényeket. A *fix menetrendű közösségi közlekedés* majdnem minden körzetben *inkább szükséges* besorolást kapott, az ipartelepen és a városszéli sportcélú területeken pedig *nem eldönthető*. A műszakváltáskor közlekedő ipartelepi autóbusszok további működtetése javasolható, más időszakokban a terület kiszolgálását egyéb módokkal szükséges megoldani. A *fix menetrendű közösségi közlekedés* és az *igényvezérelt közlekedés* szükségességét szemlélteti a [2. ábra](#); minél sötétebb egy terület, annál inkább szükséges egy adott mód jelenléte a területen.



2. ábra: Fix menetrendű (balra) és igényvezérelt (jobbra) közlekedés relevanciája Szombathelyen (saját készítés)

4.2 Megosztott módok (kerékpár, autó, férőhelymegosztási szolgáltatás, férőhelymegosztás)

A megosztott kerékpár, mint közlekedési mód elsősorban a városközpontokhoz közelebb eső, nagyobb lakosságú területeken szükséges. A városszerkezeti és domborzati adottságok kedvezőek kerékpármegosztó-rendszer létrehozásához. Azok a körzetek, ahol a közlekedési mód *kifejezetten szükséges*, összefüggő területet alkotnak. Ezen területre csatlakozik számos olyan terület is, ahol a közlekedési mód *inkább szükséges*. Néhány körzet távolabb helyezkedik el ezektől a területektől, azonban a szolgáltatási terület bővítésével ezek is lefedhetők.

A megosztott gépjármű alapú szolgáltatások szükségessége nem minden esetben egyértelmű. A *férőhelymegosztás* a külsőbb körzetekben, a *férőhelymegosztási szolgáltatás* a legtöbb körzetben *inkább szükséges*. A megosztott autó egy körzetben sem *kifejezetten szükséges*, a mód relevanciájának meghatározásához további, esetleg települések közti vizsgálat elvégzése is szükséges.

4.3 Általános megállapítások

A *fix menetrendű közlekedés* a nagy lakosságú lakossági területeken kifejezetten szükséges (6.51–7.65), továbbá bevásárlóközpontok (6.21–6.66), kórházak (6.30–6.33), temetők (6.01–7.10), valamint közlekedési csomópontok (6.78) esetében, valamint csúcsidőben olyan helyeken, ahol a kereslet rendszeres. Az *igényvezérelt közösségi közlekedés* ezt kiegészítendő külsőbb kerületekben (6.49–7.13) és peremidőszakokban releváns. *Megosztott kerékpár* a sűrűn lakott (6.06–6.98) és szabadidős területeken (5.81–6.94) releváns, az egyes körzetekben rendszerint a fix menetrendű közlekedés után a második legmagasabb szükségességi értékeket kapta. A *férőhelymegosztás* leginkább a városszéli területeken (6.22–6.71) szükséges, míg a *férőhelymegosztási szolgáltatás* az iparterületeken (6.02–6.16).

Konklúzió

A kutatás során egy AHP-ISM eljárás alapú módszertant dolgoztunk ki, mely a közlekedési módokat területi és közlekedési jellemzők alapján értékeli, meghatározva azok szükségességét. Figyelembe vett jellemzők: területi (népsűrűség, területjelleg, településen belüli elhelyezkedés), közlekedési (távolsági közlekedési csomópont elérhetősége, fajlagos napi utazásszám és utazási távolság). A jellemzők közötti súlyozást az AHP-ISM eljárással határoztuk meg, A felkért 17 szakértő válaszaiból megállapítható, hogy a fix menetrendű közösségi közlekedés szinte minden körülmények között legalább *inkább szükséges* mód, a hivatásforgalmi pedig a legfontosabb motiváció. A módszer kis- és közepes városokban alkalmazható. Tekintettel arra, hogy jelenleg kis- és közepes városok esetében hasonló anyag nem áll rendelkezésre, a szakértői interjúk készítése a kutatás jelenlegi fázisában jó közelítést és alkalmazhatóságot biztosított, még ha nem is vezettek a forgalomfelvétellel és modellalkotással meghatározott paraméterekkel összevethető eredményre. Bár az alkalmazott AHP-ISM eljárás bizonyos eredményeket torzított, a kutatás jelenlegi fázisában az irányelvek meghatározásához alkalmazható volt.

A módszert esettanulmányként Szombathely városára alkalmaztuk. Megállapítottuk, hogy a fix menetrendű közlekedés a lakossági területek közül a nagyobb népsűrűségű területeken kifejezetten szükséges. Ugyanakkor kertvárosi, kisebb népsűrűségű területeken az igényvezérelt közlekedés a leginkább szükséges. A megosztott kerékpár szükségessége a sportcélú területeken és a természeti-turisztikai területeken, valamint a nagy népsűrűségű és a centrális területeken nagy. A gépjármű-közlekedési módok a közösségi közlekedéshez és a kerékpármegosztáshoz képest a legtöbb területen kevésbé szükségesek; ugyanakkor az iparterületeken a fuvarközvetítésnek, a városszéli területeken a megosztott autónak nagyobb relevanciája adódott. Tekintettel arra, hogy a megosztott autó a kifejezetten szükséges kategóriába egy alkalommal se lett besorolva, ezen felül viszonylag kis értékeket kapott, szükséges lehet a mód kis- és közepes városi alkalmazásának további vizsgálata.

A módszerben rejlő kutatási potenciál alapján a kutatás folytatásaként célunk a jellemzők és a köztük lévő összefüggések pontosabb vizsgálata, illetve további befolyásoló (pl.: jövedelem, utazások irányultsága és költsége) és kimeneti jellemzők (menetrendi- és járműparaméterek) figyelembevétele. További cél a körzetszintű vizsgálatot alapján települési, rendszerszintű módszer fejlesztése, valamint utazási szokásjellemzők felmérése és ezek alapján a módok szükségességének meghatározása.

Köszönetnyilvánítás: EFOP-3.6.3-VEKOP-16-2017-00001: Tehetséggondozás és kutatói utánpótlás fejlesztése autonóm járműirányítási technológiák területén - A projekt a Magyar Állam és az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.

Köszönjük továbbá Dr. Duleba Szabolcs Jánosnak a módszertani segítséget

Irodalomjegyzék

- [1] Vega, A. and Reynolds-Feighan, A., 2009. "A methodological framework for the study of residential location and travel-to-work mode choice under central and suburban employment destination patterns," *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, Elsevier, 2009;43(4):401–419.
- [2] Dr. Munkácsy A, Szele A, Hideg V. A fokozódó motorizáció városi-elővárosi tünetei és a kiutak. 2018. március 22.; 9.
- [3] Dr. Munkácsy A, Virág Á. A fenntartható városi mobilitási tervek megalapozásának kihívásai. 2020. október 29.; 7.
- [4] Börjesson, C. M. Fung, S. Proost, and Z. Yan, 'Do Small Cities Need More Public Transport Subsidies Than Big Cities?', *Journal of Transport Economics and Policy*, vol. 53, pp. 275–298, 2019.
- [5] Haefeli U, Matti D, Maibach M, Schreyer C. Evaluation Car-Sharing, Bundesamt für Energie; 2006.
- [6] Eren E, Uz VE. A review on bike-sharing: The factors affecting bike-sharing demand. *Sustainable Cities Society*. 2020. március; 101882, ISSN 2210-6707, <https://doi.org/10.1016/j.scs.2019.101882>.
- [7] Jain S, Ronald N, Thompson R, Winter S. Predicting susceptibility to use demand responsive transport using demographic and trip characteristics of the population. *Travel Behaviour and Society*. 2017. január; 6:44–56.
- [8] Rayle L, Dai D, Chan N, Cervero R, Shaheen S. Just a better taxi? A survey-based comparison of taxis, transit, and ridesourcing services in San Francisco. *Transportation Policy*. 2016. január; ISSN 2214-367X, <https://doi.org/10.1016/j.tbs.2016.06.001>.
- [9] Hietanen S. "Mobility as a Service"—The new transport model? *Eurotransport*. 2014; 12(2):2–4.
- [10] Vredin Johansson M, Heldt T, Johansson P. "The effects of attitudes and personality traits on mode choice," *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, Elsevier, 2006. július; 40(6):507–25.
- [11] Jittrapirom P, Marchau V, van der Heijden R, Meurs H. Dynamic adaptive policymaking for implementing Mobility-as-a Service (MaaS). *Research Transportation Bus Management* 2018. június; 27:46–55. ISSN 2214-367X, <https://doi.org/10.1016/j.tbs.2018.12.004>.
- [12] Horváth R. Rendszerdinamika mint a közlekedési rendszerek igénymodellezésének új lehetősége. 2012 [hozzáférés: 2021. április 27.]; Elérhető: <http://szerep.sze.hu/?docId=46135>
- [13] Gonçalves MB, Ulysséa-Neto I. The Development of a New Gravity—Opportunity Model for Trip Distribution. *Environ Plan Econ Space*. 1993. június; 25(6):817–26.
- [14] Dr. Bakó A. Forgalom-előrebecslés növekedési tényezős módszerei KTMF Tudományos Közlemények. 1980.
- [15] Kale S, Gupta PD. Planning for Demand Responsive Bus Service for limited area using Simulation. 2020. április 2.; 30.
- [16] Wang, Han and S. Winter. "Utilizing Taxi Empty Cruise Time to Solve the Short Distance Trip Problem." (2010).
- [17] Susilo YO, Maat K. The influence of built environment to the trends in commuting journeys in the Netherlands. *Transportation*. 2007. augusztus 15.; 34(5):589–609.
- [18] Scheiner J. Interrelations between travel mode choice and trip distance: trends in Germany 1976–2002. *J Transportation Geography* 2010. január; 18(1):75–84.
- [19] Hu H, Xu J, Shen Q, Shi F, Chen Y. Travel mode choices in small cities of China: A case study of Changting. *Transportation Research Part Transportation Environment*. 2018. március; 59:361–74.
- [20] Næss P, Jensen OB. Urban structure matters, even in a small town. *J Environ Plan Manag*. 2004. január; 47(1):35–57.
- [21] Zalaegerszeg fenntartható városi mobilitási terve [Internet]. 2016 [idézi 2021. március 18.]. Elérhető: http://zalaegerszeg.hu/cikk/25025/Zalaegerszeg_fenntarthato_varosi_mobilitasi_terve
- [22] Közlekedéstudományi Intézet. Járási Közlekedési Tanulmány. 2019.
- [23] Audikana A, Ravalet E, Baranger V, Kaufmann V. Implementing bikesharing systems in small cities: Evidence from the Swiss experience. *Transportation Policy*. 2017. április; 55:18–28.
- [24] Duleba S. An AHP-ISM approach for considering public preferences in a public transport development decision. *Transport*. 2019. március 18.; 34(6):662–71.
- [25] Jen W, Tu R, Lu T. Managing passenger behavioral intention: an integrated framework for service quality, satisfaction, perceived value, and switching barriers. 2011; 22.
- [26] A. M. Al-Atawi, R. Kumar, and W. Saleh, "Transportation sustainability index for Tabuk city in Saudi Arabia: an analytic hierarchy process", *Transport*, vol. 31, no. 1, pp. 47–55, 2016. március
- [27] Barić, D., Pilko, H., & Strujić, J. (2016). An analytic hierarchy process model to evaluate road section design. *Transport*, 31(3), 312–321. <https://doi.org/10.3846/16484142.2016.1157830>

- [28] Bhushan N, Ria K. *Strategic Decision Making: Applying the Analytic Hierarchy Process*. Springer-Verlag, London; 2014. 172 o.
- [29] S. Chen, V. Pham, and J. Chen, "Evaluating and Selecting the Best Outsourcing Service Country in East and Southeast Asia: An AHP Approach," *Journal of Testing and Evaluation* 44, no. 1 (2016): 89-101. <https://doi.org/10.1520/JTE20140065>
- [30] Duleba, S., Mishina, T., & Shimazaki, Y. (2012). A dynamic analysis on public bus transport's supply quality by using AHP. *Transport*, 27(3), 268-275. <https://doi.org/10.3846/16484142.2012.719838>
- [31] Duleba, S., Shimazaki, Y., & Mishina, T. (2013). An analysis on the connections of factors in a public transport system by AHP-ISM. *Transport*, 28(4), 404-412. <https://doi.org/10.3846/16484142.2013.867282>
- [32] Magginas, Vissarion, Nathanail, Eftihia, Manoli, Stefania and Malnaca, Kristine. "A Multi-Agent Approach towards Designing a City Port Business Model" *Transport and Telecommunication Journal*, vol.19, no.3, 2018, pp.213-223. <https://doi.org/10.2478/ttj-2018-0018>
- [33] Saaty TL. Decision making with the analytic hierarchy process. *Int J Serv Sci*. 2008; 1(1):83.
- [34] Saaty TL. A scaling method for priorities in hierarchical structures. *J Math Psychol*. 1977. június; 15(3):234–81.
- [35] Franco P, Johnston R, McCormick E. Demand responsive transport: Generation of activity patterns from mobile phone network data to support the operation of new mobility services. *Transportation Research Part Policy Pract*. 2020. január; 131:244–66.
- [36] Ronald, N., Thompson, R., Haasz, J. and Winter, S 2013, 'Determining the viability of a demand-responsive transport system under varying demand scenarios,' *Proceedings of the Sixth ACM SIG-SPATIAL International Workshop on Computational Transportation Science (IWCTS '13)*, pp. 7-12. doi:10.1145/2533828.2533831
- [37] Mándoki P. Személyközlekedési rendszerek értékelési lehetőségei a városi és térségi közlekedésben. In Budapest: Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem; 2005. Elérhető: <https://repositorium.omikk.bme.hu/bitstream/handle/10890/409/ertekezes.pdf?sequence=1>