

A közösségi közlekedési hálózat központiságának hatása Budapest város-szerkezetére

Qasseer Ola¹ – Munkácsy András²

¹szenior kutató, tudományos segédmunkatárs, Közlekedéstudományi Intézet, Közlekedésfejlesztési Főosztály
PhD-hallgató, Eötvös Loránd Tudományegyetem, Földtudományi Doktori Iskola

²főosztályvezető, tudományos főmunkatárs, Közlekedéstudományi Intézet, Közlekedésfejlesztési Főosztály

e-mail: ola.qasseer@kti.hu, munkacsy.andras@kti.hu

Absztrakt

A közlekedési hálózatok kulcsfontosságú szerepet játszanak a városi területek alakulásában, befolyásolva azok jelentőségét és a település szerkezetét. E tanulmányban a közösségi közlekedési hálózat vizsgálatával a központiságot értékeltük Budapesten. A hálózati központisági mutatókat a közelség-, a közöttség-, az egyenesség- és a foksám-központiság alkalmazásával elemeztük. A mutatókat összekapcsolva azonosítottuk a magas központiságú területeket, a lehetséges jövőbeli központokat, továbbá a tágabb szerkezeti perspektíva érdekében kiszámítottuk az egyes kerületek átlagos központisági szintjeit is. A kutatás módszertani szempontból új megközelítést kínál bármely város számára, Budapest esetében pedig gyakorlati – várostervezési, mobilitásfejlesztési – szempontból is hasznosítható eredményeket mutat be.

Kulcsszavak: közösségi közlekedési hálózat; központiság; elérhetőség; városi térszerkezet; Budapest

DOI:<https://doi.org/10.24228/KTSZ.2025.5.2>

1. BEVEZETÉS

A közlekedés – különösen a vasút bevezetése a 19. század végén és a motorizált járművek fejlődése a második világháború után – jelentős hatással volt a városi területek urbanizációs folyamatára és térbeli szerveződésére. A kialakuló autófüggőség is érdemben befolyásolta a várostervezést. Az autóközpontú közlekedéspolitikák időszakában a tervezők a személygépjárművek köré építették a városi közlekedési rendszereket,

hogy megkönnyítsék az ingázást, és biztosítsák a járművezetők számára a legrövidebb utat és még több parkolóhelyet [1]. A kerékpározható és a gyaloglás számára fenntartott tereket szűkítették, a villamosvonalakat csökkentették, ösztönözve az automobilitás fejlesztését. Új városi (al)központok jöttek létre az utcahálózat csomópontjai körül, ahol a gépkocsi prioritást élvezett. Ez hosszú távú hatásokkal bír napjaink városaiban [2]. A 20. század végétől számos fenntartható megoldásra láthatunk példát.

A közösségi közlekedés, különösen a nagy kapacitású vasúti és metróvonalak kulcsszerepet játszanak az elmozdulásban a fenntarthatóság felé, és segítenek csökkenteni az energiafelhasználást, a torlódásokat és a kedvezőtlen ökológiai következményeket. Emellett megfizethető, hozzáférhető és biztonságos rendszert kínálnak a városokban közlekedők számára. A kiterjedt közösségi közlekedés és a hosszú üzemidő biztosítja az esélyegyenlőséget a lakóhelyek és a központi területek közötti elérhetőség tekintetében, különösen azok számára, akiknek nincs vagy korlátozott a hozzáférésük az autóhoz, mint például az iskolások és az idősek [3].

A városszerkezet és a közlekedés kölcsönhatásai mindig is alapvetően meghatározták az emberek életét és tevékenységeit. Az idő múlásával a városok policentrikussá váltak, továbbá különböző funkciók és kapcsolatok jelentek meg, akár központosítva, akár decentralizált módon [4]. Következésképpen e lehetőségek elérhetősége változatos lett a városlakók számára. A közösségi közlekedés is elősegítette a gazdasági tevékenységek és szolgáltatások koncentrációját egyes helyeken, ami áttételesen több torlódást és negatív környezeti hatásokat eredményezett.

Hogy jobban megértsük a közlekedési hálózatok hatását a városi térszerkezetre és a különböző városi területek elérhetőségére, a kutatásunkban a közösségi közlekedési hálózatoknak a központiság mértékében játszott szerepét tartuk fel Budapesten. Tanulmányunk a központiság fogalmának és a közlekedési hálózatok szerepének bemutatásával kezdődik, majd az esettanulmányt és a módszertant ismertetjük. Ezt követően az eredményeket térképek segítségével mutatjuk be, és levonjuk a főbb következtetéseket, elsősorban a város- és közlekedéstervezők számára.

2. KUTATÁSI ELŐZMÉNYEK

A városközpont kijelölése, azonosítása és szerkezetének meghatározása régóta alapvető téma a várostervezők, geográfusok, építészek és más szakemberek körében. Számos elmélet és meghatározás született ezzel kapcsolatban, kezdve Alonso monoközpontú modelljével [5]. Később a policentrikusság került középpontba, amelyet hasznosnak tartottak a városfejlesztés

szempontjából, mivel csökkenti az utazási, ingázási távolságokat [6]. Más kutatók a lakosság szerkezetének és ingázási szokásainak vizsgálatára összpontosítottak. Walter Christaller központi helyelmélete jelentős hozzájárulás ezen a területen. Elmagyarázza, hogyan utaznak az emberek a legközelebbi piacra hierarchikus sorrendben, és hogyan áll egy város központokból, alközpontokból és al-alközpontokból [7]. Alexander Christopher koncepciója ellentmondott a hierarchikus rendnek, és a várost bonyolultabb rendszerként ábrázolta [8]. M. J. Holian szerint a központokat meghatározhatjuk a gazdasági tevékenységek koncentrációja, történelmi eredetük vagy a közlekedési hálózat koncentrációja alapján [9]. A közösségi közlekedési hálózatok eloszlása hatással lehet a központi tevékenységek és a városközpontok elhelyezkedésére [10]. A fő közlekedési tengelyek és azok szerepe a központi és alapvető tevékenységek összekapcsolásában pedig meghatározza a városi térszerkezetet [11]. Más szavakkal, a városi térszerkezetet befolyásolja a növekvő mobilitás és a tevékenységek elterjedése [12], ami az erőforrások koncentrációját eredményezte egyes helyeken, különböző szerkezeti elrendezésekre és központisági szintekre vezetve [13].

A közlekedési hálózatok szerepe a központiság szintjében és a városi térszerkezet átalakulásában az egyes városi területek közötti lezajló interakciók és oda irányuló mozgások jelentőségében nyilvánul meg [14]. Egyfelől a központi helyek valószínűleg közel vannak az útkereszteződésekhez [15] az úthálózatok tevékenységek megvalósulási helyére gyakorolt hatása miatt [16]. Másfelől a közlekedési hálózatok elrendezése meghatározza, hogy a területek központosítottak vagy decentralizáltaknak tekinthetők-e [17]. A városi központiság szorosan kapcsolódik ezekhez a hálózatokhoz, mivel a városok más városokkal való kapcsolatokra támaszkodnak [14]. Ez értelmezhető bármely városi területre vagy alközpontira is.

A főváros kialakulása Buda és Pest királyi városok és Óbuda mezőváros egyesüléséből, valamint a Duna várost átszelő szerepe a közösségi közlekedési hálózat és a városi térszerkezet közötti kölcsönhatás megértése szempontjából egyedi helyzetet eredményez. Hasonlóan más városokhoz, a motorizáció nyomán Budapest is tanúja volt a villamosvonalak eltávolításának

és a személygépjármű-közlekedés előtérbe kerülésének, ennek számos negatív következményével, például hálózati töredezettséggel és környezeti ártalmakkal [18]. A budapesti közösségi közlekedést különböző szempontból vizsgáló közelmúltbeli kutatások egyike a Budapesti Corvinus Egyetem szakembereinek közreműködésével a közösségi közlekedési megállók eloszlásának hatását vizsgálta a kerékpárok használatára [19]. A BME kutatói a közösségi közlekedési megállók eloszlásának hatását elemezték a kerékpármegosztási utazások célpontjaira [20], továbbá az utasok elégedettségét a közösségi közlekedéssel [21], valamint a közlekedésmód-választásukat [22]. Más tanulmányok általánosságban elemezték a közlekedést, és feltárták az ingázási mintákat Budapest agglomerációs területén, hogy megértsék az emberek utazási szokásait Budapesten [23], valamint elemezzék az ingázást Budapest agglomerációs területén [24].

Ezek nyomán a jelen tanulmányban a közösségi közlekedési hálózatokon keresztül vizsgáltuk a központiságot és annak összefüggéseit Budapest városi térszerkezetével, új megközelítésben feltárva a közlekedési hálózatok városban betöltött szerepét, városszerkezetre gyakorolt hatását. A kutatásunkban térinformatikai eszközökkel megállapítottuk a városi területek központiságát, majd az eredményeket összehasonlítottuk a városi térszerkezettel.

3. MÓDSZERTAN

A vizsgált (közösségi közlekedési) hálózatok csomópontokból és élekből állnak [25]. A csomópontok lehetnek specifikus városi területek, ha a hálózatot egy városon belül elemezzük [26], vagy városok, ha a hálózatot különböző városok között elemezzük [27]. A csomópontok jelentőségének – központiságának – meghatározására valamely hálózatban központisági mutatószámokat célszerű alkalmazni [28].

A városi közlekedési hálózatok – jellemzően az utcahálózatok – elemzésekor a szakirodalomban leggyakrabban használt mutatók a közelség-központiság, amely a csomópontok közötti legrövidebb utak átlagát méri; a közöttség-központiság, amely azt mutatja meg, hogy az összes csomópontpár között vizsgálva hány

legrövidebb út halad át a csomópontokon; a foksám-központiság, amely a csomópontok kapcsolatainak (fokainak) számát jelenti; és az egyenesség-központiság, amely a csomópontok közötti egyenes, közvetlen kapcsolatok mérőszáma. Jelen kutatásban ezeket a mutatókat a közösségi közlekedési hálózatok vizsgálatára alkalmaztuk, térinformatikai környezetben. A kapott eredményekből képzett rétegeket az alábbiakban összehasonlítjuk egymással és Budapest városi térszerkezetével.

A mutatószámok képzése előtt felépítettük a hálózatot, meghatározva a csomópontokat és éleket. Minden megállót csomópontként és minden szakaszt, amely két megállót összeköt, élként vettünk figyelembe. A hálózat építésekor minden metró-, villamos-, trolibusz-, hév-, vasút-, helyi és regionális autóbuszvonalat figyelembe vettünk. A mérőszámokat a kapcsolódó matematikai egyenletek alapján ArcGIS-ben, Microsoft Excelben és a Python kódolási nyelvet alkalmazva határoztuk meg. Az értékeik absztrakt numerikus mennyiségek, amelyek az egyes csomópontok relatív hatását reprezentálják a hálózat többi csomópontjához viszonyítva.

A térképeket a vizualizálás során poligonhálóra osztottuk, amelyen minden csomópont a poligon középpontját jelentette. A mutatókat kvartilisek szerint négy csoportra osztva jelenítettük meg a térképeken. Az értékek kvartilisek szerinti ábrázolása megkönnyítette a központisági szintek sokféle eloszlásának megértését a városi hálózaton belül. A négy térkép közös metszete alapján meghatároztuk azokat a helyeket, amelyek a négy mutatószám szempontjából a legmagasabb központisági szinteket érték el. Ehhez a felső kvartilisbe tartozó értékek alapján képzett négy térkép azon pontjait vettük figyelembe, amelyek esetében legalább három térképen átfedés mutatkozott. Annak érdekében, hogy strukturáltabb eredményeket mutassunk be, a kerületek szintjén is kiszámítottuk és a térképeken vizualizáltuk az összes mutatót. A kerületen belüli csomópontok központisága alapján kiszámoltuk a kerületi szintű átlagokat is.

Budapest városi térszerkezetének vizualizálása a központok és a fő tevékenységi területek meghatározásán alapult Baji et al. (2018) és Losonczy et al. (2022) munkája nyomán [29], [30], a fő közlekedési tengelyek meghatározásával, az

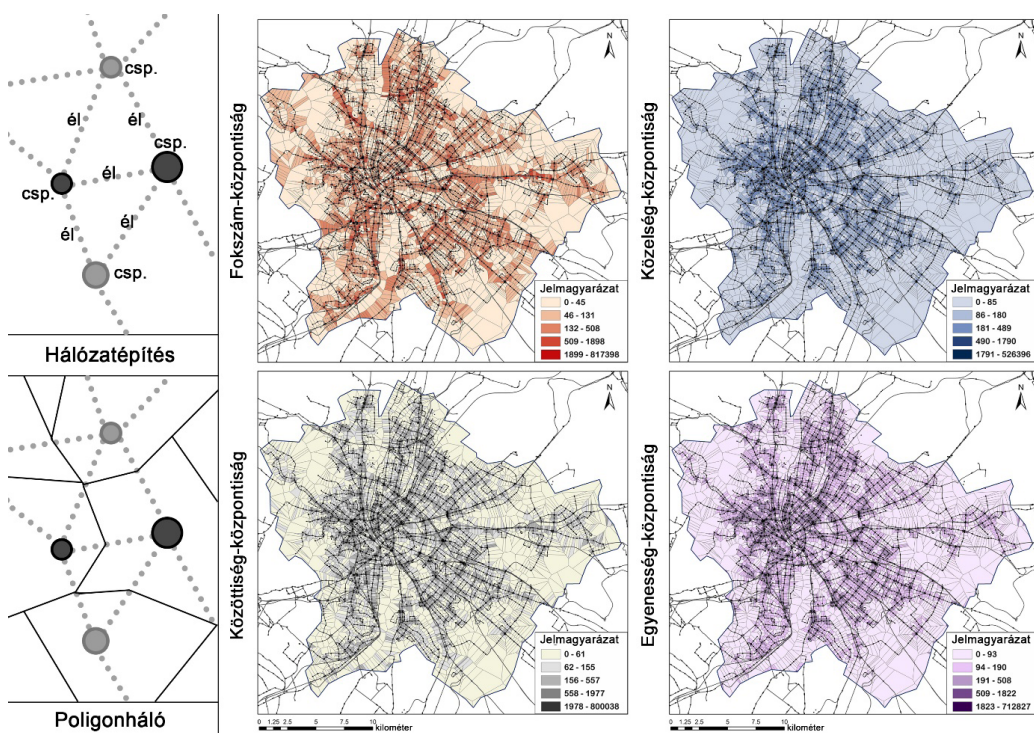
egyes vonalakon utazó utasok átlagos számának figyelembevételével – kivéve a vasút- és regionális autóbuszvonalakat, amelyekre ezek az értékek nem álltak rendelkezésre.

4. EREDMÉNYEK

4. 1. Központisági szintek és a közösségi közlekedési hálózat alapján

Budapest elemzett hálózata 5624 csomópontból és 46.301 élből áll, amelyek 453 vonal mentén helyezkednek el. A központisági mérőszámok változó eloszlást mutatnak, lásd 1. ábra.

A központiság a közlekedési hálózat típusától



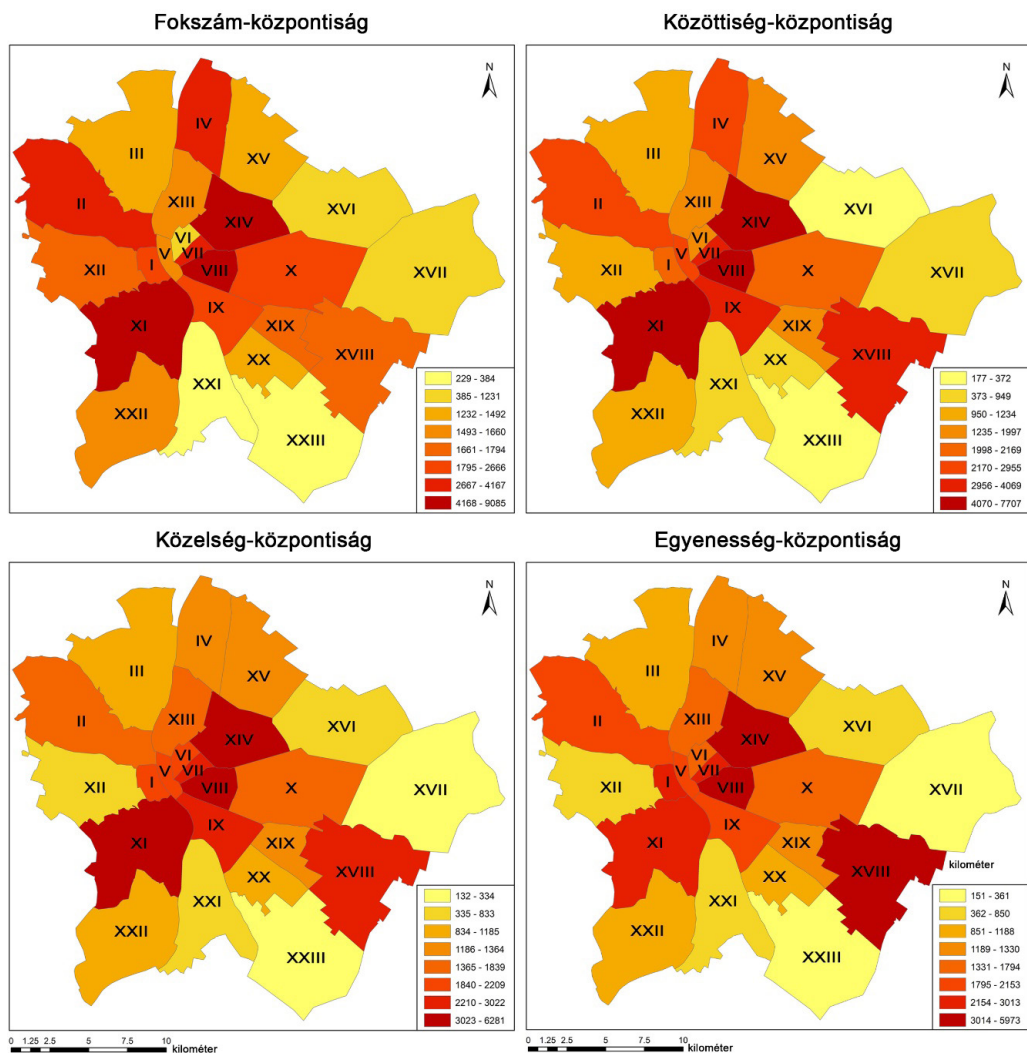
1. ábra: Központiság a budapesti közösségi közlekedési hálózaton (forrás: saját szerkesztés)

és szerkezetétől függően eltérő. A legmagasabb fokszám-központisággal és közöttiség-központisággal rendelkező csomópontok a közösségi közlekedés fő tengelyein találhatók. Ez az az magyarázható, hogy a fő útvonalakon lévő csomópontokban jellemzően sok vonal keresztezi egymást, ami több kapcsolatot eredményez, illetve rövidebb összeköttetéseket biztosít.

Korábbi kutatások a szociális hálózatokban is pozitív korrelációt mutattak a fokszám-központiság és a közöttiség-központiság között [31]. A közelség-központiság és az egyenesség-központiság is hasonlóságot mutatott a csomópontok között, ami értelemszerűen azzal magyarázható, hogy két csomópont között az egyenes út a legrövidebb. Ezek a csomópontok a város belső részein és a fő tengelyeken találhatók, mert a sugaras-gyűrűs hálózaton a tengelyek biztosítják a legrövidebb és közvetlen utakat a külső városrészekből [32]. A pesti oldal szabályos(abb) utca-hálózata jobb eloszlást eredményez a nagy közelség- és egyenesség-központiságú területeken a budai oldal spontán elrendezéséhez képest, így biztosítva gyors(abb) és közvetlen elérést [33].

4. 2. Központisági szintek a kerületekben

A négy központisági mutatószám összességében hasonló, egyes esetekben mégis jelentős különbségeket mutat a kerületek között, lásd a 2. ábrát.



2. ábra: Központiság Budapest kerületeiben (forrás: saját szerkesztés)

Megfigyelhető, hogy nem a központi kerületeket jellemzi a legmagasabb központisági szint: ez inkább a VIII. (Józsefváros), a XI. (Újbuda) és a XIV. kerületre (Zugló) igaz. A legbelső kerületek tudatos városstervezést megelőző spontán fejlődése mellett mindez összefügg Budapest szétterülő szerkezetével, és utal arra is, hogy három város egyesüléséből, majd további települések csatlakozásával alakult ki. A XXIII. kerület (Soroksár) mind a négy esetben a legalacsonyabb központisági szintet érte el, ezt a XVII. (Rákospalota), a XVI. és a XXI. kerület (Csepel) követi. A szintén külső fekvésű XVIII. kerület (Pestszentlőrinc-Pestszentimre) több központisági

mérték esetében is viszonylag magas szintet ért el. Ez főként a területen található vonalak szabályosságára és ennek háttérében az utcahálózat tervezettségére vezethető vissza.

A foksám-központiság és közöttiség-központiság szintjei közötti eloszlás a kerületek között szinte hasonló, néhány apró különbséggel. Említésre méltó a VI. kerület (Terézváros) alacsony foksám-központisági szintje a szomszédos kerületekhez képest, amelynek magyarázata a viszonylag kevés összeköttetés a csomópontok között a kis méretű kerület határain belül, valamint a csomópontok eloszlása a szomszédos

halad keresztül a négy metróvonal, forgalmas villamosvonalak (1, 4–6, 47–49 stb.), és itt található a Keleti és a Kelenföldi pályaudvar is.

Budapest 1872 és 1950 közötti határainak összehasonlítása alapján megállapítható, hogy a Budapesthez csatolt települések – napjainkban: a külső kerületek – többsége alacsonyabb központosági szinteket ért el, lásd a 3. ábrát. A külső kerületek közül a már feljebb is többször említett IV. és a XVIII. ért el viszonylag magas átlagértéket, utóbbi a „kis-budapesti” kerületek többségénél is magasabbat.

4. 4. Központiság és városszerkezet

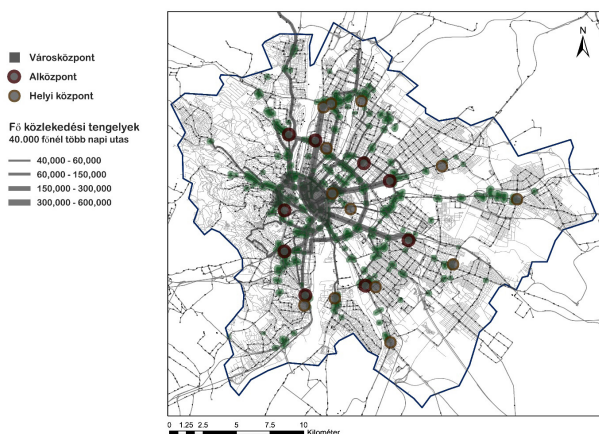
A központosítást Budapest városszerkezetének tükrében vizsgálva megállapítható, hogy a pesti oldalon – tekintettel a domborzati és más természeti viszonyokra, valamint a gazdasági (kereskedelmi, ipari stb.) tevékenységek koncentrációjára – több központ és nagy központosági szintet mutató hely található, lásd a 4. ábrát.

A legnagyobb központosági szinttel jellemezhető területek a városközpont, az alközpontok és a kerületek helyi központjai; különösen a Nagykörút és a Hungária körgyűrű menti területek, ahol a fő villamos- és autóbuszvonalak sűrű szolgáltatást nyújtanak és a metróvonalak is kapcsolatot biztosítanak. Minthogy más városokhoz hasonlóan [36] Budapest bővülése a 20. század elejétől kezdve jelentős részben az új közlekedési tengelyek mentén történt, fontos ezeknek a szerepe – pl. Váci út, Thököly út – Csömöri út – Drégelyvár utca, Rákóczi út – Kerepesi út – Veres Péter út, Üllői út –, mert összekötik az al- és helyi központokat a város legbelső területével.

A központosági vizsgálatok ugyanakkor további helyszíneket is azonosítottak. Ezek egyik körét sem önálló alközpontokként vagy helyi központokként azonosították a korábbi dokumentumokban, mégis fontos közlekedési csomópontokat jelölnek. Példa ezekre a helyekre a Móricz Zsigmond körter és Újbuda-központ – a budapesti fejlesztési tervekben a „városközpont kiemelt helyszínei” [35], ahol több jelentős közösségi közlekedési

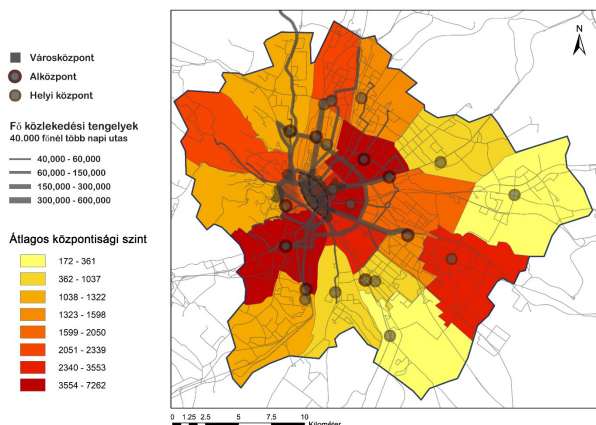
vonal keresztezi egymást. Önálló al- vagy helyi központként nem azonosított további központi helyeket találunk azon tengelyek mentén, amelyek a városközpontot a külvárosi kerületekkel kötik össze, illetve az ezeket a központokat összekötő utak mentén. Valószínűsíthető, hogy ezek a közösségi közlekedési kapcsolatok szempontjából nagy központosági szinttel rendelkező területeket a jövőben központként veszik figyelembe. Az itt már napjainkban is fennálló viszonyok (pl. népesség, kereskedelmi tevékenység) és a közlekedési kapcsolatok koncentrációja ösztönözheti a további tevékenységek, források és kereslet megjelenését. Ezek a helyek jórészt az 1950-ben Budapesthez csatolt korábbi települések területén találhatók és jellegzetes példái a lakótelepek, pl. az Újlak utcai lakótelep (XVII. kerület) vagy a Wekerletelep (XIX. kerület).

A város keleti és déli külső részein található alközpontok és helyi központok közül több sem mutatott nagy központosági szinteket. Ezek általában helyi jelentőségű lakó-, ipari vagy logisztikai területek, amelyeknek kevésbé van hatása az átfogó személyközlekedési folyamatokra, pl. a Szabadkikötő. Alacsony központoságuk arra is utalhat, hogy a közösségi közlekedési szolgáltatás fejlesztésre vár. A közlekedési és városfejlesztési szakembereknek érdemes lehet tehát egyesével vizsgálni, hogy a helyszínek központi szerepe fennáll-e, illetve elégséges közösségi közlekedési kapcsolat biztosítja-e az elérhetőségüket.



4. ábra: A központként azonosított budapesti helyszínek és a közösségi közlekedési hálózat központosága
(forrás: saját szerkesztés)

A kerületek esetében (5. ábra) megállapítható, hogy a magasabb központosági átlagok ott jellemzők, ahol a fő közlekedési tengelyek áthaladnak, például a XIV. kerületben. A legalacsonyabb értékek pedig ott adódtak, – a XVII. és a XXIII. kerületben – amelyekbe ezek a tengelyek nem érnek el. A XVIII. kerület már említett viszonyai miatt ugyanakkor éppen ellenkező helyzet figyelhető meg, igaz, ez esetben egy fő tengely (M3 metróvonal) a kerület közelébe ér. A II. kerületet elsősorban belső területeinek városközponti kapcsolata, a IV. kerületet pedig belső szerkezete és az ide elérő M3 metróvonal kapcsolatai miatt a hasonló helyzetű kerületeknél magasabb átlag jellemzi.



5. ábra: A kerületek közötti központosági mérések metszéspontja a városi térstruktúrával
(forrás: saját szerkesztés)

5. KÖVETKEZTETÉSEK

Kutatásunk új szemszögből vizsgálja a városi központosítást, haladó módszereket és adatelemzési technikákat alkalmazva. A tanulmány fő következtetései két fő pontban foglalhatók össze: 1) módszertani szempontból: a központosági mutatószámok összekapcsolása komplex elemzési keretet biztosít a közösségi közlekedési hálózatok központosági jellemzőinek feltárására, valamint 2) gyakorlati szempontból: mindennek budapesti alkalmazása lehetőséget kínál a városfejlesztés szempontjából központosított helyszínek elérhetőségének megállapítására, továbbá a közösségi közlekedési kapcsolatok (és értelemszerűen egyúttal más jelenségek) által formált, központosodó helyek azonosítására.

Elemzésünk segít megérteni a városi térszerkezet és a közlekedési hálózatok alakulásának, fejlődésének kapcsolatát, amit Budapest esetében érdemben befolyásolnak a természeti adottságok és az a körülmény, hogy több település különböző időpontban bekövetkezett összeolvadásából alakult ki. Meggyőződésünk, hogy a központosági jellemzők megértése, felismerése nélkülözhetetlen a városi területek egyensúlyának fenntartásához, erősítése és általában a város- és mobilitásfejlesztés szempontjából. A legnagyobb központosági szintekkel rendelkező területek azonosítása segíthet a közösségi közlekedési hálózatok potenciáljának és szerepének megértésében, ami az elérhetőség biztosítása, a mobilitási lehetőségek egyenlőtlenségeinek csökkentése,

áttelesen pedig az átfogó elérhetőségi és fenntarthatósági célok szempontjából is fontos körülmény lehet. A nagyobb központosági szintek bizonyos területeken nagyobb tevékenységkoncentrációt és hozzáférhetőséget jeleznek. A kutatóknak és a tervezőknek érdemes ezekre – és ezek változásaira – figyelemmel lenniük, hogy a központosodás kedvezőtlen következményeit, például a torlódásokat, környezeti károkat megelőzzék, mérsékeljék. A jövőbeni kutatásoknak ezért célszerű még szélesebb körű adatokra támaszkodni, továbbá beépíteni a vizsgálatba a keresleti jellemzőket a lakosok, az utasok és más érintettek attitűdjének, preferenciáinak és döntéseinek jobb megértése révén, és ezt az elemzést kiterjeszteni a vizsgált város vonzáskörzetére is.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] U., Rydningen, R. C., Høyenes, L. W., Kolltveit (2019) 'OSLO 2019: A CAR-FREE CITY CENTRE', presented at the Sustainable Development and Planning IX, Bristol, UK, Jun. 2017, 3–16. DOI: <https://doi.org/10.2495/SDP170011>
- [2] C., Macharis, I., Keseru (2018) Rethinking mobility for a human city, Transport Reviews, 38(3), 275–278, DOI: <https://doi.org/10.1080/01441647.2018.1423612>
- [3] X., Dou, M., Jian, C., Guo, J., Cao (2023) Estimation of the aggregation degree of public transport use among elderly people based on urban built environment. Journal

- of Transport Geography, 112, 103707, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2023.103707>
- [4] G., Giuliano, K. A., Small (1993) Is the Journey to Work Explained by Urban Structure?, Urban Studies, 30(9), 1485–1500,
- [5] W., Alonso (1964) Location and Land Use: Toward a General Theory of Land Rent. Joint Center for Urban Studies of the Massachusetts Institute of Technology and Harvard University. DOI: <https://doi.org/10.4159/harvard.9780674730854>
- [6] V. V., Natalia, D., Heinrichs (2019) How to Define Urban Centres: Concepts Overview and Propose Indicators, Transportation Research Procedia, 41, 150–154, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2019.09.027>
- [7] J., Malczewski (2009) Central Place Theory, in International Encyclopedia of Human Geography, R., Kitchin, N., Thrift, Eds., Elsevier, 26–30. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-008044910-4.01042-7>
- [8] C., Alexander (1965) A City is not a Tree.
- [9] M. J., Holian (2019) Where is the City's Center? Five Measures of Central Location, Cityscape, 21(2), 213–226,
- [10] M., Kii, A., Peungnumesai, V., Vichiensan, H., Miyazaki (2019) Effect of Public Transport Network on Urban Core and the Future Perspective in Bangkok, Thailand, 2019 First International Conference on Smart Technology & Urban Development (STUD), IEEE, 1–5. DOI: <https://doi.org/10.1109/STUD49732.2019.9018769>
- [11] J.-P., Rodrigue (2020) The Geography of Transport Systems, 5th ed. Routledge, DOI: <https://doi.org/10.4324/9780429346323>
- [12] F. L., Nèchet (2012) Urban spatial structure, daily mobility and energy consumption: a study of 34 European cities, Cybergeogeo, DOI: <https://doi.org/10.4000/cybergeogeo.24966>
- [13] Z., Neal (2011) Differentiating Centrality and Power in the World City Network, Urban Studies, 48(13), 2733–2748, DOI: <https://doi.org/10.1177/0042098010388954>
- [14] S., Rahma, P. O. Z., Tamin, Z. F., Saraswati, M. Z., Ibad (2021) Urban Network in Sumatra Island, IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 830(1), 012091, DOI: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/830/1/012091>
- [15] S., Porta, E., Strano, V., Iacoviello, R., Mes-sora, V., Latora, A., Cardillo, F., Wang, S., Scellato (2009) Street Centrality and Densities of Retail and Services in Bologna, Italy, Environment and Planning B: Urban Analytics and City Science, 36(3), 450–465, DOI: <https://doi.org/10.1068/B34098>
- [16] E., Miranda, J. B., e Silva, A. R., da Costa (2020) Emergence and Structure of Urban Centralities in a Medium-Sized Historic City, SAGE Open, 10(3), 2020, DOI: <https://doi.org/10.1177/2158244020930002>
- [17] J., Gutierrez (2009) Transport and Accessibility, in International Encyclopedia of Human Geography (vol11), N., Castree, M., Crang, M., Domosh, Eds., Elsevier, 410–417. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-008044910-4.01030-0>
- [18] Budapest Főváros Önkormányzata, BKK Budapesti Közlekedési Központ, Balázs Mór Plan: Budapest Mobility Plan - Volume 1: Objectives and Measures. 2019. URL: <https://bkk.hu/downloads/6386/DlQmVC-98kefRmUWLj4SQQ==>
- [19] B., Bakó, Z., Berezhvai, P., Isztin, K. M., Nagy (2022) The effect of public transport disruption on bicycle usage. Evidence from a natural experiment in Budapest, Acta Oeconomica, 72(1), 123–135, DOI: <https://doi.org/10.1556/032.2022.00007>
- [20] A., Jaber, L. A., Baker, B., Csonka, (2022) The Influence of Public Transportation Stops on Bike-Sharing Destination Trips: Spatial Analysis of Budapest City, Future Transportation, 2(3), 688–697, DOI: <https://doi.org/10.3390/futuretransp2030038>
- [21] B., Hussain, M. M., Zefreh, A., Torok (2018) Designing the Appropriate Data Collection Method for Public Transport Passenger Satisfaction Analysis, International Journal of Traffic and Transportation Engineering, 8(2), 177–183, DOI: [https://doi.org/10.7708/ijtte.2018.8\(2\).03](https://doi.org/10.7708/ijtte.2018.8(2).03)
- [22] W. Q., Al-Salih, D., Esztergar-Kiss (2021) An Analysis of the Impact of Activity Characteristics and Individual Characteristics on the Transport Mode Choice: A case Study of Budapest city, Hungary, in 2021 The 9th International Conference on Information Technology: IoT and Smart City, 561–568. DOI: <https://doi.org/10.1145/3512576.3512671>

- [23] J., Hamadneh, A., Jaber (2023) Modeling of intra-city transport choice behaviour in Budapest, Hungary, *Journal of Urban Mobility*, 3, 100049, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.urbmob.2023.100049>
- [24] G., Pintér, I., Felde (2022) Commuting Analysis of the Budapest Metropolitan Area Using Mobile Network Data, *International Journal of Geo-Information*, 11(9), 466, DOI: <https://doi.org/10.3390/ijgi11090466>
- [25] M., Mainguenaud, X. T., Simatic (1992) A data model to deal with multi-scaled networks, *Computers, Environment and Urban Systems*, 16(4), 281–288, DOI: [https://doi.org/10.1016/0198-9715\(92\)90009-G](https://doi.org/10.1016/0198-9715(92)90009-G)
- [26] S., Porta, V., Latora, F., Wang, S., Rueda, E., Strano, S., Scellato, A., Cardillo, E., Belli, F., Cárdenas, B., Cormenzana, L., Latora (2011) Street Centrality and the Location of Economic Activities in Barcelona, *Urban Studies*, 49(7), 1471–1488, DOI: <https://doi.org/10.1177/0042098011422570>
- [27] R., Prieto-Curiel, A., Schumann, I., Heo, P. Heinrigs (2022) Detecting cities with high intermediacy in the African urban network, *Computers, Environment and Urban Systems*, 98, 101869, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.compenvurb-sys.2022.101869>
- [28] P. V., Marsden (2005) Network Analysis. *Encyclopedia of Social Measurement*, 819–825. DOI: <https://doi.org/10.1016/B0-12-369398-5/00409-6>
- [29] P., Baji, M., Berki, É., Izsák (2018) Transformation processes of the city center of Budapest: from historical development to the new economy, *Espaço e Economia*, 13, DOI: <https://doi.org/10.4000/espacoeconomia.5049>
- [30] A. K., Losonczy, A., Orbán, M., Benkő (2022) Contemporary Decentralized Development of a Centrally Planned Metropolis: The Case of Budapest, *Urban Planning*, 7(3), DOI: <https://doi.org/10.17645/up.v7i3.5426>
- [31] C., Kanyou, E., Kouokam, Y., Emvudu (2022) Structural network analysis: Correlation between centrality measures, in *CARI 2022*, HAL, URL: <https://hal.science/hal-03714191/document>
- [32] H., Badia (2020) Comparison of Bus Network Structures in Face of Urban Dispersion for a Ring-Radial City, *Networks and Spatial Economics*, 20(1), 233–271, DOI: <https://doi.org/10.1007/s11067-019-09474-5>
- [33] Z., Kovács, T., Egedy, Z., Földi, K., Keresztély, B., Szabó (2007) Budapest: From state socialism to global capitalism. Pathways to creative and knowledge-based regions. University of Amsterdam, Amsterdam institute for Metropolitan and International Development Studies (AMIDSt), URL: <https://hdl.handle.net/11245/1.427772>
- [34] C., Tamás, L., Tibor (2016) Settlement Morphology of Budapest. Springer, DOI: <https://doi.org/10.1007/978-3-319-28364-7>
- [35] A.K., Losonczy, M., Benkő, A., Orbán (2023) Öt Kelet-Közép-Európai főváros központrendszerének összetevése fejlesztési terveik alapján, *Földrajzi Közlemények*, 147(3), DOI: <https://doi.org/10.32643/fk.147.3.5>
- [36] H., Kok, Z., Kovács (1999) The process of suburbanization in the agglomeration of Budapest, *Netherlands journal of housing and the built environment*, 14(2), 119–141, DOI: <https://doi.org/10.1007/BF02496818>



The Impact of Centrality in Public Transport Networks

Keywords: public transport network, centrality, accessibility, urban spatial structure, Budapest

Transport networks play a key role in the development of urban areas, influencing their importance and structure. In this study, we assessed centrality in Budapest by examining the public transport network. We analysed network centrality indicators using closeness, betweenness, straightness, and degree centrality. By combining the indicators, we identified areas with high centrality and potential future centers. For a broader structural perspective, we also calculated the average centrality levels for each district. From a methodological perspective, this research provides a new approach applicable to any city. In the context of Budapest, it offers practical results for urban planning and mobility development.