

SZEMERE DOROTTYA–SURMAN VIVIEN

# Az elektromos rollerek integrációjának vizsgálata Magyarországon

A szakirodalom széles körben tárgyalja a mobilitáshoz kapcsolódó globális fenntarthatósági stratégiákat, hangsúlyozva a szennyezőanyag-kibocsátás csökkentésének szükségességét, valamint azt is, hogy a technológia erre önmagában nem megoldás. Az elektromos mikromobilitási eszközök a városi közlekedés zöldebb alternatíváját képviselik. Cikkünkben a Magyarországon elektromos rollert használók körében vizsgáltuk, hogy a lakóhelyük befolyásolja-e az e-roller-használatuk gyakoriságát vagy azt, hogy milyen típusú közlekedési módot váltanak ki ezzel a járművel, illetve milyen tényezőket tartanak fontosnak ezen közlekedési eszköz integrációjának szempontjából. Kérdőívünkre 292 válasz érkezett, amelyek alapján született számításaink azt mutatják, hogy direkt módon nincsen szignifikáns kapcsolat a lakóhely típusa és az elektromos rollerek használatának gyakorisága, valamint az ennek a járműnek az integrálását támogató tényezők között. A lakóhely típusa és a kiváltott közlekedési mód között viszont a  $\chi^2$ -próbát elvégezve szignifikáns kapcsolatot találtunk. Az elemzéseink rámutatnak arra, hogy az elektromos mikromobilitási eszközöknek a városi közlekedési rendszerbe illesztéséhez nem elég egyes településformák sajátosságainak a figyelembevétele, a helyi lakosság érdekeit is szem előtt kell tartani, ami jelenleg a magyarországi szabályozási gyakorlatra nem jellemző. Journal of Economic Literature (JEL) kód: C83, M38, Q01, L99.

## Bevezetés

Számos cikk látott napvilágot az utóbbi években a hazai és külföldi szakirodalomban (lásd például *Dobozi* [2018], *Fleischer* [2019]), amelyek az egyes országok fenntarthatósági stratégiáit taglalják. Ezek nagy része a mobilitásra helyezi a hangsúlyt, kiemelve a kibocsátások erőteljes csökkentésének lehetőségeit. Ezzel kapcsolatban újabb és újabb technológiai és termékmegoldások jelennek meg (például az alapanyagok

---

*Szemere Dorottya*, BME Gazdaság- és Társadalomtudományi Kar Menedzsment és Vállalkozásgazdaságtan Tanszék (e-mail: szemere.dorottya@bme.hu).

*Surman Vivien*, BME Gazdaság- és Társadalomtudományi Kar Menedzsment és Vállalkozásgazdaságtan Tanszék (e-mail: surman.vivien@gtk.bme.hu).

A kézirat első változata 2024. február 6-án érkezett szerkesztőségünkbe.

DOI: <https://doi.org/10.18414/KSZ.2025.3.312>

megválasztása, a hulladékkezelés, az új közlekedési stratégiák, ezen belül új útvonalak, környezetkímélő közlekedési eszközök támogatása és adóztatás stb.). Ugyanakkor például *Fleischer* [2019] azt is kiemeli, hogy a technológiai megoldások eredményezte javulás nem elégséges a közlekedés (mobilitás) területén, mert a (városi) forgalom növekedéséből adódó negatív hatások továbbra is jelen vannak (sőt akár emelkedhetnek is). A kibocsátás csökkentésének eléréséhez tehát nagyobb változás szükséges a közlekedés szervezésében, szabályozásában, és változniuk kell a fogyasztói, illetve társadalmi elvárásoknak is (*Dobozi* [2018]). Ennek egyik módja lehetne a tömegközlekedési eszközök, de elsősorban az autók számának erőteljes csökkentése, például az elektromos járművek bérlési lehetőségének kialakításával.

*Fleischer* [2019] négy lehetséges területet emel ki arra az esetre, ha a közlekedésben a kereslet meghaladja a rendelkezésre álló eltartóképességet. Az igények csökkentése nem igazán jelenthet szóba jöhető megoldást, mivel nem valószínű, hogy a személygépjárművek vezetői meg tudnak állapodni abban, hogy mindenki csak akkor kezd úthasználatba, ha a járművek száma egy adott értéknél kisebb (önkorlátozás). Megoldás lehetne a használat külső korlátozása is, ebben az esetben egy adott szempont alapján kizárásra kerülnek bizonyos, a közlekedésben részt vevő csoportok (például legnagyobb akadályozók, leggyengébb érdekérvényesítők, deklarált jogosítványok, díjfizetés, előnyben részesítés, például buszsáv). Ebben az esetben a tagok megfizetik a többletköltséget, míg a tagságon kívüliekkel a modell nem foglalkozik. A harmadik lehetőség, az eltartóképesség növelése magában foglalja a közút bővítése és a városi közterület csökkentése problémáját. A közút bővítése (például sávbővítés) pedig éppenséggel a gépkocsik számának növekedését indukálja. Végül, a negyedik lehetőség esetében a közös jószág magánkézbe adásáról van szó. Ennek megvalósulása magában foglalja a közforgalmú és megosztott járművek (nem korlátlan) használatát.

2017-es bevezetése óta a bérelhető elektromos roller vált a megosztott járművek egyik nagy úttörőjévé (*Gitelman és szerzőtársai* [2017], *Shaheen* [2019]), amely a városi közlekedési ökoszisztéma részévé válva segíteni tudja a mobilitás-központú fenntarthatósági törekvéseket. E járművek népszerűségének ugrásszerű növekedése egyrészt az infokommunikációs technológia fejlődésének tulajdonítható, amely az utóbbi években lehetővé tette zökkenőmentes bérlésüket rövid utazásokhoz okostelefonos alkalmazásokon keresztül. Másrészt annak, hogy az elektromos rollerek megoldást jelenthetnek a felhasználók ingázás során felmerülő „utolsó mérföld” dilemmájára. Gyors és környezetbarát módon, a forgalmi torlódások elkerülésével teszik lehetővé a célállomás elérését (*Mouratidis–Peters* [2022], *Aba–Esztergár–Kiss* [2023]).

Érdemes azonban megjegyezni, hogy bár az e-rollerek elterjedése az ENSZ által 2015-ben meghatározott néhány fenntartható fejlődési cél (*Sustainable Development Goals, SDG*)<sup>1</sup> elérését segíti, az e célok irányában való fejlődés azonban ezeknek a közlekedési eszközöknek a használatával nem mindig garantált. Azokban az esetekben például, amikor nincs megfelelő szabályozás, az ilyen típusú mobilitási lehetőségek

<sup>1</sup> A fenntartható fejlődési célok (*Sustainable Development Goals SDG*) az ENSZ által 2015-ben meghatározott 17 globális célkitűzést jelentik, amelyek 2030-ig a szegénység felszámolását, az egyenlőtlenségek csökkentését, valamint a környezetvédelem és a fenntartható fejlődés előmozdítását tartalmazzák.

valójában káros környezeti következményekkel is járhatnak (*Henao–Marshall* [2019], *Tirachini–Cats* [2021]), illetve súlyosbíthatják a közlekedésben részt vevők közötti feszültségeket és egyenlőtlenségeket (*Uteng és szerzőtársai* [2020]). Ez utóbbit példázza, hogy 2023. szeptember 1-jén Párizs belvárosából – a népszavazás eredményét tiszteletben tartva – kitiltották a bérelhető elektromos rollereket a súlyos sérülésekkel és a halálos áldozatokkal járó balesetek megnövekedett száma miatt. Ugyanakkor a vélemények továbbra is megoszlanak azzal kapcsolatban, hogy mennyire bizonyul majd megoldásnak a teljes tiltás, tekintve az eszköz számos pozitívumát. A rendszeresen e-rollerrel közlekedők és az üzemeltetők szerint az észszerű szabályozás (beleértve az olyan intézkedéseket, mint a maximális sebesség óránként 20 kilométerben való korlátozása; a bérelhető rollerek meghatározott parkolóhelyeinek kijelölése; a 18 éves korhatár betartatása; a rendszámtábla és a kötelező felelősségbiztosítás; valamint a rollerek többszemélyes használatának korlátozása) életképeőbb megoldást jelenthet, mint a teljes tiltás (*Reuters* [2023]).

Az elmúlt években, reflektálva a dinamikusan változó helyzetre, számos tanulmány készült a városi közlekedésben bekövetkezett változásokat kiváltó külső és belső tényezők vizsgálatáról, valamint az elektromos rollerek gazdasági, társadalmi és környezeti hatásainak értékeléséről (*Eren–Uz* [2020], *Kazemzadeh–Sprei* [2022], *Khavarian–Garmsir és szerzőtársai* [2021], *Liao–Correia* [2022], *Mouratidis* [2021]), illetve az elektromos rollerekkel közlekedők használati szokásairól is (*Bai–Jiao* [2020], *Cubells és szerzőtársai* [2023], *Nikiforiadis és szerzőtársai* [2021]). Ugyanakkor a szociodemográfiai tényezőkkel való kapcsolatot csak kevesen vizsgálják (*Mitra–Hess* [2021], *Laa–Leth* [2020]). Magyarországon az e-rollerek szerepét a fenntartható városi mobilitásban, illetve integrációjukat a közlekedési rendszerbe csak kevesen tárgyalják. A kutatások inkább a mobilitás mint szolgáltatási (*Mobility as a Service MaaS*) rendszerek (*Kriswardhana–Esztérgár–Kiss* [2023]), valamint az elektromos autók térnyerése (*Vereckei–Poór–Törőcsik* [2023]) köré összpontosulnak.

Ebben a cikkben azt vizsgáljuk, hogy a demográfiai tényezők közül a lakóhely típusának milyen szerepe van a bérelhető elektromos rollerek használatával kapcsolatos döntésekben. A bevezetőt követően az elektromos rollerek és a (szocio)demográfiai tényezők kapcsolatát vizsgáló szakirodalmat tekintjük át. Majd ismertetjük a kutatási kérdéseinket és a minta jellemzőit. Az eredmények bemutatása után összefoglaljuk kutatásunk tanulságait, kitérünk annak korlátaira, és javaslatot teszünk a jövőbeli kutatási irányokra, amelyek tovább mélyíthetik az elektromos mikromobilitási eszközök társadalmi integrációjának megértését.

## Szakirodalmi előzmények

*Mitropoulos és szerzőtársai* [2023] alapján az elektromos rollerekkel kapcsolatos döntések gazdasági vagy pszichológiai jellegűek lehetnek. A gazdasági elméleteken alapuló megközelítés arra épül, hogy az elektromos járművek és lehetséges alternatíváik között azok gazdaságilag értelmezhető jellemzői vagy tulajdonságai alapján választunk. A pszichológiai megközelítés esetében a döntést olyan tényezők befolyásolják, mint az

egyéni attitűdök, szokások, érzelmi kötődés, valamint a társadalmi normák és elvárások. Az idevágó szakirodalom túlnyomó többségében a szerzők az elektromos rollerekhez kapcsolódó attitűdöket és a helyettesíthetőség kérdéskörét vizsgálták, online kérdőív segítségével (*Buehler és szerzőtársai* [2021], *Mouratidis* [2021]).

Ezek eredményei azt mutatják, hogy az elektromos rollereket szívesebben használják a magasabban képzett, fiatalabb férfiak, mint a nők vagy az idősebb korosztályhoz tartozók (*Mouratidis* [2021]), és azért részesítik előnyben ezt a közlekedési módot a többivel szemben, mert úgy érzik, hogy időt és pénzt takarítanak meg a jármű használatával; a rollerezés „szórakoztató” dolog, egy közös tevékenység a barátokkal (közben lehet beszélgetni); rövidebb utakra sokkal gyorsabbak, mint más közlekedési módok (ha tehetik, inkább a rollereket használják 5–20 perces utakra); az e-rollerek ökológiai lábnyoma sokkal kisebb, mint az autóké. Továbbá úgy érzik, hogy fizikailag aktívak, amikor rollerral közlekednek, tehát nem csak passzívan utaznak, hanem sportolnak is (*Christoforou és szerzőtársai* [2021], *Fearnley és szerzőtársai* [2020], *Kopplin és szerzőtársai* [2021], *Esztergár-Kiss és szerzőtársai* [2022]).

A fenti tényezők (végzettség, kor, nem) mellett további demográfiai (például a lakóhely, a jövedelem, a család összetétele, a foglalkozás), valamint személyes jellemzők (környezettudatosság és fogyasztási meggyőződések) is befolyásolhatják az elektromos rollerral kapcsolatos preferenciák kialakulását (*Fan és szerzőtársai* [2022]). E hatások erőssége általában kontextusfüggő, azaz nem mindegy, milyen országot, települést, kultúrát vizsgálunk, ezért a kutatási eredmények nem teljesen implementálhatók Magyarországra. Ezt jól példázza, hogy vannak olyan tanulmányok, amelyekben a környezettudatosság például nem az első helyen szerepel. Ennek oka *Reck és szerzőtársai* [2021] szerint az, hogy a felhasználók manapság már tudatában vannak annak, hogy a rollerek gyártása, szállítása és mozgatása jelentős mértékben szennyezi a környezetet, és az akkumulátorok újrahasznosíthatósága is felvet kérdéseket (*Hollingsworth és szerzőtársai* [2019], *Reck és szerzőtársai* [2021]).

## Minta és módszertan

Bár a demográfiai tényezők hatással vannak az elektromos rollerekhez kapcsolódó felhasználói attitűdökre, ez a hatás, ahogyan erre már rámutattunk, erősen kontextusfüggő, ezért a hazai mintán végzett vizsgálat indokolt. Tanulmányunkban azt vizsgáltuk, hogy a lakóhely (demográfiai tényező) és a bérelhető elektromos rollerek használata között azonosítható-e szignifikáns összefüggés. Ennek érdekében az alábbi kutatási kérdéseket foglalmaztuk meg:

1. kérdés: Van-e kapcsolat a lakóhely típusa és az elektromos rollerek használatának gyakorisága között?
2. kérdés: Befolyásolja-e az elektromos rollerral kiváltott közlekedési mód típusát a lakóhely státusa?
3. kérdés: Hogyan befolyásolja a lakóhely típusa az elektromos rollerek közlekedésbe történő bevonását, és különböző települési környezetekben mely tényezők segíthetik elő a használat elterjedését?

A kapott válaszok jelentős mértékben segíthetnek a város- és közlekedéstervezésben, a megfelelő szabályozás kialakításában, és hasznosak lehetnek az e-roller szolgáltatóinak is a flottasűrűség megtervezése során.

A technológia fejlődése és az elektromos rollerrel közlekedők általunk vizsgált csoportjának online médiahasználati szokásai lehetővé tették, hogy az adatgyűjtés Facebookon keresztül történjen (*Sangalli és szerzőtársai* [2010]). Meg kell jegyeznünk, hogy a felmérésben a magyar lakosságnak csak azon tagjai vettek részt, akik már legalább egyszer kipróbálták a bérelhető elektromos rollereket, éppen ezért a teljes adathalmaz nem reprezentatív, azonban ez nem befolyásolja a minta érvényességét a kutatásunkban végzett elemzések szempontjából (*Solon és szerzőtársai* [2013], *Wooldridge* [1999]).

A kérdőívet 2023 márciusa és áprilisa között az alábbi Facebook-csoportokban osztottuk meg: Elektromos Roller Közösség (8400 tag), Xiaomi és Ninebot elektromos roller (12 600 tag), Elektromos Roller 50 km/h + Építés és tuning! (16 000 tag), Elektromos rollerek: Xiaomi, Ninebot, Segway, Kugoo, E-TWOW, Kaabo stb. (4400 tag). A válaszadók önként és névtelenül vettek részt a felmérésben. A kérdőívet 217 férfi és 75 nő töltötte ki. 112 válaszadó volt a 18–30 éves és 90 válaszadó a 31–40 éves korosztályból. A kitöltők 50 százaléka Budapesten él. A mintánkban felülreprezentáltak jelennek meg a budapesti fiatalok és középkorúak, ami az adatgyűjtési módszer és a lakosság e szegmensének a megosztott mobilitási szolgáltatásokkal kapcsolatos nagyobb tudatossága miatt érthető.

A kérdőívet három átfogó szakaszra bontottuk. Az első részében arra voltunk kíváncsiak, hogy milyen típusú rollerezőnek tartják magukat a válaszolók, azaz milyen gyakran használnak elektromos rollert. A kérdőív következő tartalmi egysége az elektromos rollerrel kiváltott közlekedési mód típusára kérdezett rá (gyaloglás, személygépjármű, tömegközlekedés, kerékpár). A harmadik részben a szabályozással kapcsolatos attitűdöket vizsgáltuk, és arra kértük a válaszadókat, hogy a következő tényezők közül jelöljék meg azokat, amelyeket az elektromos rollerek közlekedésbe történő bevonása szempontjából fontosnak tartanak (*Szemere és szerzőtársai* [2024]):

- infrastruktúra: várostervezés, parkolóhelyek, dokkoló/töltő állomások, intelligens városi megoldások;
- az elektromos rollert használókra vonatkozó szabályok: vezetői engedély, korhatár, sebességkorlátozás, csoportos/közös rollerhasználat, gyermekekkel való közlekedés, mobiltelefon használata, alkoholos befolyásoltság, parkolás, kötelező kijelölt úthasználat, kötelező felelősségbiztosítás;
- a közlekedés egyéb szereplőire vonatkozó szabályok: megfelelő követési és kikerülési távolság mind a gyalogosok, mind az autósok részéről;
- az elektromos rollerek felszereltsége: irányjelző, tükör, rendszám tábla, nagyobb kerekek, cserélhető akkumulátor (nincs parkolóhely), elöl (fehér) és hátul (piros) lámpa, fényvisszaverő prizma az oldalán, csengő, mechanikus fékek, jobb kormányzás (magasabb, nagyobb);
- az elektromos rollert használók oktatása az e-roller helyes használatáról: KRESZ-vizsga, tanfolyamok, képzések;

- a közlekedés egyéb szereplőinek oktatása: végrehajtó szervek ismerjék meg a szabályokat, gyermekek oktatása már óvodától kezdve;
- védőfelszerelés használata: sisak.

Végül pedig a kérdőív szerkesztés szabályainak megfelelően (*Malhotra–Simon* [2017], *Babbie* [2013]) rákérdeztünk a kitöltők demográfiai adataira is, amelyek közül most csak a lakóhellyel foglalkozunk részletesen. A kapott válaszokat keresztábrá-elemzéssel ( $\chi^2$ -próba és Cramer-féle  $V$ -együttható), Kruskal–Wallis-féle teszttel és leíró statisztikai módszerekkel is elemeztük.

## Eredmények

### *A lakóhely típusa és a rollerhasználat gyakorisága közötti kapcsolat*

Tanulmányunkban többek között arra kerestük a választ, hogy van-e összefüggés a felhasználók lakóhelyének típusa és az elektromos roller használatának gyakorisága között.

Az 1. táblázatból látszik, hogy a válaszadók 53,7 százaléka naponta vagy hetente legalább 3–5 alkalommal (gyakran) elektromos rollerrel közlekedik. Ez az arány a megyeszékhelyen lakók esetében a legmagasabb (73 százalék), míg a többi településtípus esetében 50–53 százalék között mozog. A táblázat adatai, valamint a szekunder kutatások alapján kapcsolatot feltételeztünk a lakóhely típusa és az elektromos roller használatának gyakorisága között.

#### *1. táblázat*

A lakóhely típusa és a rollerhasználat gyakorisága közötti összefüggés

Használati gyakoriság	Lakóhely				Összes
	Budapest	megyeszékhely	egyéb város	falu, község	
Mindennapos	49	20	5	20	94
Gyakori	38	9	3	13	63
Alkalmi	31	6	1	10	48
Hétféle	9	2	2	2	15
Kíváncsi	20	0	1	9	30
Korábbi	10	1	2	1	14
Egyszeri	16	2	1	9	28
Összes	173	40	15	64	292

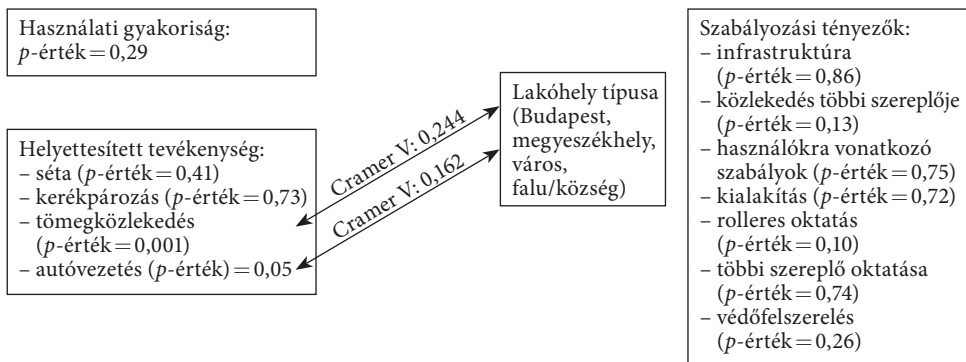
*Forrás:* saját kutatás.

A változók közötti statisztikai összefüggést az 1. ábra és a 2. táblázat szemlélteti, amelyeken az is látszik, hogy a  $\chi^2$ -próbát elvégezve a kapott  $p$ -érték nagyobb, mint 0,05, azaz a kapcsolat nem szignifikáns. 2017-ben, amikor az első bérelhető elektromos roller megjelent az utakon, még elképzelhetetlen volt, hogy a lakóhely nem játszik majd

szerepet az e-rollerek használatának gyakoriságában (Gössling [2020], *Huo és szerzőtársai* [2021]). Az évek során azonban a lakosság életstílusa átalakult, és egyre többen kezdtek e-rollert vásárolni (Aguilera-García és szerzőtársai [2024], *Burt–Ahmed* [2023]). A magántulajdonban levő elektromos rollerek használatának gyakoriságát pedig a lakóhely típusa nem befolyásolja. *Tu és szerzőtársai* [2022] is hasonló eredményre jutott, mert a lakóhely és a felhasználók életstílusa között (melynek része az is, hogy milyen gyakran e-rollereznek) a  $\chi^2$ -próbát alkalmazva nem találtak szignifikáns kapcsolatot ( $p=0,792$ ).

### 1. ábra

#### Kapcsolatértékelések



Megjegyzés:  $\chi^2$ -teszt:  $\chi^2 = \sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^s \frac{(f_{ij} - F_{ij})^2}{F_{ij}}$  ( $s$  – oszlopok száma;  $r$  – sorok száma;

$f_{ij}$  –  $ij$ -edik cella tapasztalati gyakorisága;  $F_{ij}$  –  $ij$ -edik cella elméleti gyakorisága).

Cramer-féle asszociációs együttható:  $C = \sqrt{\frac{\chi^2}{N(q-1)}}$  [ $N$  – mintaszám;  $q = \min(r, s)$ ].  
 Forrás: saját kutatás.

### *Az elektromos rollerrel kiváltott közlekedési mód és a lakóhely közötti összefüggés*

Bár a fenntarthatóság napjainkban egyre fontosabbá válik, korántsem biztos, hogy minden esetben az elektromos roller a legjobb megoldás az ilyen típusú törekvések megvalósítására. Kutatásunk jelenlegi szakaszában  $\chi^2$ -próbát használva (1. ábra és 2. táblázat) azt vizsgáltuk, hogy a felhasználók lakóhelye és a bérelhető elektromos rollerekkel kiváltott közlekedési mód között felfedezhető-e kapcsolat. Alapvetően azt feltételeztük, hogy azokon a településeken, ahol a személygépjárműveket és a tömegközlekedést rövidebb utak megtételére használják, és a kerékpár nem túl népszerű, ott helyettesítő eszközként megjelenhet az e-roller. Az 1. ábrán látható a lakóhely típusa és a helyettesített közlekedési mód közötti összefüggés. A kapcsolat csak két esetben szignifikáns – bár a Cramer-féle  $V$ -teszt alapján ezekben az esetekben sem erős –, amikor tömegközlekedési eszközzel vagy személygépjárművel megtett utazást helyettesít az elektromos roller. Előbbi inkább Budapesten és a nagyobb városokban, utóbbi pedig a megyeszékhelyeken és a falvakban jellemző.

## 2. táblázat

A  $\chi^2$ -próba eredményei és a Cramer-féle V-értékek vizsgált területenként

Terület	Szempont	$\chi^2$ -teszt értéke	$\chi^2$ -teszt p-értéke	Cramer-féle V-érték
Használati gyakoriság	Használati gyakoriság	20,82	0,29	0,15
Helyettesítési tevékenység	Gyaloglás	2,87	0,41	0,10
	Biciklizés	1,31	0,73	0,07
	Tömegközlekedés	17,40	0,00	0,24
	Autóvezetés	7,66	0,05	0,16
Szabályozási tényezők	Infrastruktúra	0,74	0,86	0,05
	Közlekedés többi szereplője	5,72	0,13	0,14
	Használókra vonatkozó új szabályok	1,22	0,75	0,07
	Kialakítás	1,33	0,72	0,07
	Rolleres oktatás	6,19	0,10	0,15
	Többi szereplő oktatása	1,27	0,74	0,07
	Védőfelszerelés	4,01	0,26	0,12

Forrás: saját kutatás.

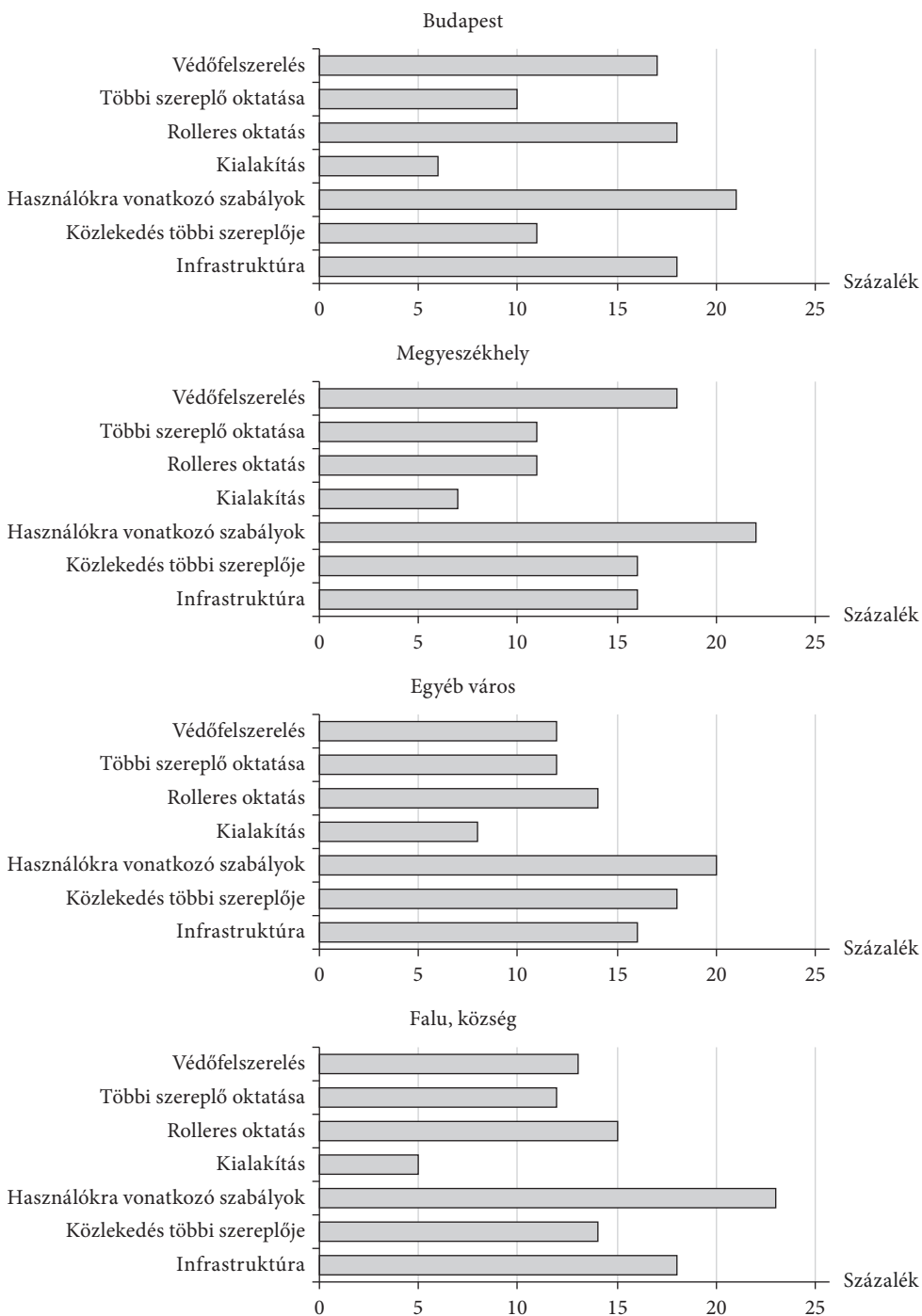
### A lakóhely és az elektromos rollerek bekapcsolását elősegítő intézkedések közötti kapcsolat

2017 óta az európai országok – köztük Magyarország is –, felismerve az elektromos rollerek szabályozási hiányosságainak betudható veszélyeket, folyamatosan napirenden tartják az egységes szabályozás kidolgozását. Mivel kutatásunk hosszú távú célja, hogy segítsük a hazai döntéshozókat egy olyan jogszabályrendszer megalkotásában, amely megkönnyíti az elektromos rollerek bekapcsolódását, ezért megvizsgáltuk, hogy hogyan vélekednek erről a kérdésről maguk a felhasználók.

Ennek érdekében arra kértük a válaszadókat, hogy jelöljék meg a számukra fontos, fent ismertetett, integrációt támogató tényezőket (infrastruktúra, az elektromos rollert használókra vonatkozó szabályok, a közlekedés egyéb szereplőire vonatkozó szabályok, az elektromos rollerek kialakítása, az elektromos rollert használók oktatása az e-rollerek helyes használatáról, a közlekedés egyéb szereplőinek oktatása, védőfelszerelés használata). A kapott válaszokból felállítottuk a fontossági sorrendet, és azt feltételeztük, hogy a lakóhely befolyásolni fogja a rangsort. A 2. ábra demonstrálja a változók közötti közvetett kapcsolatot, amelyet a leíró statisztikai elemzések részben alátámasztottak, a Kruskal–Wallis-teszt (3. táblázat) és a  $\chi^2$ -próba (1. ábra, 2. táblázat) ugyanakkor nem mutattak szignifikáns kapcsolatot.

## 2. ábra

Az integrációs tényezők fontossága és a válaszadók lakóhelye közötti kapcsolat



Forrás: saját kutatás.

## 3. táblázat

## Kruskal–Wallis-teszt

Szabályozási tényezők	Kruskal–Wallis-teszt értéke	p-érték
Infrastruktúra	0,74	0,86
Közlekedés többi szereplője	5,70	0,13
Használókra vonatkozó új szabályok	1,22	0,75
Kialakítás	1,33	0,72
Rolleres oktatás	6,17	0,10
Többi szereplő oktatása	1,26	0,74
Védőfelszerelés	4,00	0,26

A Budapesten, a megyeszékhelyen, valamint a falvakban, községekben élő válaszadók szerint a legfontosabb az elektromos rollert használókra vonatkozó szabályok kialakítása, az infrastruktúra fejlesztése és a rollerezők oktatása lenne, ugyanakkor a kisebb városokban élők esetében a sorrend módosul. Szerintük a közlekedésben részt vevő többi szereplőre vonatkozó szabályok kialakítása legalább ugyanannyira fontos, mint az e-rollert használókra vonatkozó szabályok megalkotása, és az infrastrukturális fejlesztések csak a jogszabályi háttér rendezése után következhetnek. Meglepő, hogy az elektromos rollerek kialakítása, amit egyébként a gyártókkal való együttműködés (*co-creation*) részeként maguk a felhasználók is alakíthatnának, és ezzel biztonságosabbá is tehetnék ezeket a közlekedési eszközöket, a fontossági sorrend legutolsó helyén szerepel, a lakóhely típusától függetlenül. A leglátványosabb különbség az egyes tényezők fontosságát tekintve az elektromos rollert használók oktatására vonatkozó válaszok esetében látszik. A budapestiek szerint ez egy fontos dolog, míg a többi válasz alapján ennek a faktornak a fontossága 50 százalék alatti.

A 2. ábrán látható eredmények összhangban vannak azokkal a nemzetközi kutatási eredményekkel, amelyek azt mutatják, hogy az elektromos rollert használókra vonatkozó szabályok, valamint a megfelelő infrastruktúra kialakítása rendkívül fontos szerepet játszik ezen járművek társadalmi szintű elfogadásának növelésében (*Mouratidis [2021], Laa–Leth [2020], Mitra–Hess [2021]*). A kapott eredmények ugyanakkor arra is rávilágítanak, hogy vannak olyan, a válaszok alapján fontosnak tekinthető tényezők, amelyek megfelelő források (például uniós pályázatok, fővárosi vagy NKFI Hivatal által kiírt pályázatok) bevonásával meg is valósíthatók, hiszen nem feltétlenül igénylik újfajta szabályok meghozatalát. Ilyen például az infrastruktúra, amelynek fejlesztése önkormányzati hatáskörbe tartozik, vagy a különböző tájékoztató rendezvények, tanfolyamok vagy nyílt kerekasztal-beszélgések szervezése, amit egyaránt megtehetnének a szolgáltatók vagy akár a Budapesti Közlekedési Központ témában jártas szakértői is.

## Összefoglalás

A közlekedési rendszerek napjainkban a technológiai fejlődésnek, a fenntarthatósági törekvéseknek, a társadalmi és azon belül a fogyasztói igények változásának következtében átalakulóban vannak. A hagyományos, fosszilis üzemanyagot használó, benzin- és gázolajüzemű belső égésű motorral működő járműveket egyre gyakrabban váltják fel az elektromos mikromobilitási eszközök, melyek használatát a szakirodalom alapján befolyásolják a lakóhely-specifikus paraméterek (*Fitt-Curl* [2020], *Eccarius-Lu* [2020], *Huo és szerzőtársai* [2021], *Tokey-Alam* [2023], *Aguilera-García és szerzőtársai* [2024]). Következésképpen az elektromos rollerek hatékony és sikeres szabályozása érdekében figyelembe kell venni számos tényezőt (például településforma vagy az ott élő e-roller-használók véleménye). Kutatásunkban a lakóhely típusa és az elektromos rollerek használatának gyakorisága, az e-rollerrel kiváltott út típusa, illetve a közlekedésbe való bevonásával kapcsolatos szabályozási területek közötti kapcsolatot vizsgáltuk egy magyarországi, 292 elemszámú mintán.

Az első kutatási kérdéshez kapcsolódóan megállapítottuk, hogy az elektromos rollerek használatának gyakorisága és a válaszadók lakóhelytípusa között nincs szignifikáns kapcsolat. Az adatokból ugyanakkor az látszik, hogy a megyeszékhelyeken lakó válaszadók 72 százaléka mindennap vagy hetente többször is elektromos rollerrel közlekedik, míg a többi településtípus esetében, így a fővárosban is, ez az arány inkább az 50 százalékhoz közelít. Úgy tűnik tehát, hogy az elektromos roller mint közlekedési eszköz a megyeszékhelyeken a legnépszerűbb, de a többi településen is egyre többször váltja be a fenntarthatóság szempontból hozzá fűzött reményeket.

A második kutatási kérdésünk alapján az elektromos rollerrel kiváltott közlekedési mód és a lakóhely típusa közötti kapcsolatot vizsgáltuk. Az adatokat elemezve arra jutottunk, hogy a felhasználók elsősorban a tömegközlekedési eszközöket, a gyaloglást és ritkábban a személygépjárművel megtehető utazásokat váltják ki elektromos roller használatával. Míg előbbi inkább a városokban, utóbbi a megyeszékhelyeken és a kisebb településeken jellemző.

A harmadik kutatási kérdésünk az elektromos rollerek városi közlekedésbe történő bevonásának lehetőségével foglalkozott. A szakirodalomra (*Dibaj és szerzőtársai* [2021], *Nikiforiadis és szerzőtársai* [2021]), valamint korábbi kutatásunkra (*Szemere és szerzőtársai* [2024]) hivatkozva, összesen hét tényezőt neveztünk meg, amelyek segíteni tudják ezt a folyamatot. Az eredmények tisztán mutatják, hogy a használók szerint a rájuk vonatkozó szabályok megfelelő és érthető volta, illetve az infrastruktúra gyakorlati kialakítása és folyamatos adaptálása, fejlesztése. A fővárosban, a megyeszékhelyeken és a falvakban, községekben élő válaszadók szerint a legfontosabb az elektromos rollert használókra vonatkozó szabályok megalkotása, ami a tanulmány írásának idején is folyamatban van, a végleges döntés azonban még nem született meg.

Az elektromos rollerekre vonatkozó szabályozás előreláthatólag illeszkedni fog az uniós nagyvárosokban már életbe lépett formulához, azaz a 25 kilométer/órás végsebességű elektromos rollerekre, elektromos kerékpárokra ugyanazok a szabályok vonatkoznak majd, mint a kerékpárokra. A 25 kilométer/órát meghaladni képes,

gyorsabb e-rollerek pedig segédmotoros kerékpárnak minősülnek majd. A legkevésbé fontos a megkérdezettek szerint az elektromos rollerek kialakításának szabályozása, ami azért meglepő, mert például a vastagabb kerekekkel, a csengővel vagy az irányjelzők felszerelésének kötelezővé tételével számos baleset elkerülhető lenne. A sorrend azonban a többi tényezőt illetően már eltérően alakul, ennek értelmezéséhez azonban további adatgyűjtésre és elemzésre van szükség.

Összefoglalva, nagyjából konszenzus állapítható meg az integrációt segítő tényezők fontossági sorrendjét tekintve (bár az eredményeink mutatnak különbségeket, a különbségek nem tekinthetők alátámasztottan szignifikánsnak):

1. az elektromos rollert használókra vonatkozó szabályok,
2. az infrastruktúra,
3. a közlekedés egyéb szereplőire vonatkozó szabályok,
4. az elektromos rollert használók oktatása az e-rollerek helyes használatáról,
5. a védőfelszerelés használata,
6. a közlekedés egyéb szereplőinek oktatása,
7. az elektromos rollerek kialakítása.

A kapott eredmények demonstrálják, hogy az elektromos rollerek bevonásával kapcsolatban olyan szabályok meghozatalára van szükség, amelyek nemcsak a településformák egyedi jellemzőit veszik figyelembe – hiszen a két változó között direkt nem volt kimutatható szignifikáns kapcsolat –, hanem a további szociodemográfiai jellemzőket (nem, kor, iskolai végzettség), valamint a rollerszolgáltatóktól származó, a felhasználók szokásaira vonatkozó adatokat is.

Mindezek ismeretében tehát a legjobb megoldás egy társadalmi konszenzuson alapuló, az összes érintett fél bevonásával kialakított, a lakóhely típusának jellemzőit és a felhasználók szokásait is figyelembe vevő szabályozás kialakítása lenne. Már jelenleg is vannak ilyen típusú törekvések döntéshozói szinten, mint például a mikromobilitáshoz kapcsolódó szakterületeket lefedő szakértői csoport felkérése a szabályozás kialakítására, részvétel olyan európai uniós projekteken, amelyek célja az adott településen élő lakosság bevonása a közlekedés megtervezésébe; a mikromobilitási eszközökre vonatkozó sebességkorlátozás, gyalogoszónák kialakítása, az elektromos rollerek parkolására vonatkozó szabályok összehangolása. Ugyanakkor a KRESZ módosítása, illetve az elektromos rollerek egységes szabályozása ettől függetlenül még nem történt meg.

Tanulmányunk korlátai között érdemes megemlíteni, hogy a kérdőív csak online, magyar nyelven volt elérhető, és csak olyan személyek tudták kitölteni, akik már legalább egyszer kipróbálták az elektromos rollert. Továbbá, nem álltak rendelkezésünkre adatok a korábbi évekből a hazai elektromos rollert használók populációjára vonatkozóan. Említést kell tenni arról is, hogy a kapott válaszok alapján vannak olyan tényezők, amelyek segítenék az elektromos rollerek közlekedésbe történő bevonását, de a megvalósításuk a magas költségek miatt pénzügyi korlátokba ütközik (például bicikliutak kiszélesítése, multifunkciós töltőállomások kialakítása, útburkolat javítása).

A közeljövőben kutatásunk adatfelvételét kiterjesztjük. Egyrésztől, újabb és szélesebb mintát felölelő kérdőíves felmérést indítunk a magyar lakosságra vonatkozóan, valamennyi társadalmi jellemzőjének eloszlását figyelembe véve a pontosabb, reprezentatívabb eredményekért. Másrésztől, a kérdőív megosztásra kerül a környező országok hasonló platformjain is, hogy összehasonlító elemzéseket végezhessünk. Végül, tervezzük, hogy a rollerszolgáltatók bevonásával reprezentatív, véletlenszerű mintán vizsgáljuk az egyes érintett csoportok (szolgáltatók, önkormányzatok) attitűdjét és komplex viselkedését is.

### *Hivatkozások*

- ABA ATTILA–ESZTERGÁR-KISS DOMOKOS [2023]: Electric micromobility from a policy-making perspective through European use cases. *Environment, Development and Sustainability*, Vol. 26. 7469–7490. o. <https://doi.org/10.1007/s10668-023-03016-3>.
- AGUILERA-GARCÍA, Á.–GÓMEZ, J.–RANGEL, T.–BAEZA, M. D. L. Á.–VASSALLO, J. M. [2024]: Which factors influence the use of shared and privately-owned e-scooters in the city of Madrid? Implications for urban mobility. *Cities*, Vol. 147. 104785. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2023.104785>.
- BABBIE, R. [2013]: *The Practice of Social Research*. Cengage Learning. <https://books.google.hu/books?id=LRCrMgEACAAJ>.
- BAI, S.–JIAO, J. [2020]: Dockless E-scooter usage patterns and urban built Environments. A comparison study of Austin, TX, and Minneapolis, MN. *Travel Behaviour and Society*, Vol. 20. 264–272. o. <https://doi.org/10.1016/j.tbs.2020.04.005>.
- BUEHLER, R.–BROADDUS, A.–SWEENEY, T.–ZHANG, W.–WHITE, E.–MOLLENHAUER, M. [2021]: Changes in Travel Behavior, Attitudes, and Preferences among E-Scooter Riders and Nonriders. First Look at Results from Pre and Post E-Scooter System Launch Surveys at Virginia Tech. *Transportation Research Record*, Vol. 2675. No. 9. 335–345. o. <https://doi.org/10.1177/03611981211002213>.
- BURT, N.–AHMED, Z. [2023]: E-scooter attitudes and risk-taking behaviours: An international systematic literature review and survey responses in the West Midlands, United Kingdom. *Frontiers in Public Health*, Vol. 11. 1277378. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2023.1277378>.
- CHRISTOFOROU, Z.–DE BORTOLI, A.–GIOLDASIS, C.–SEIDOWSKY, R. [2021]: Who is using e-scooters and how? Evidence from Paris. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, Vol. 92. 102708. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2021.102708>.
- CUBELLS, J.–MIRALLES-GUASCH, C.–MARQUET, O. [2023]: E-scooter and bike-share route choice and detours: Modelling the influence of built environment and sociodemographic factors. *Journal of Transport Geography*, Vol. 111. 103664. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2023.103664>.
- DIBAJ, S.–HOSSEINZADEH, A.–MLADENVIĆ, M. N.–KLUGER, R. [2021]: Where Have Shared E-Scooters Taken Us So Far? A Review of Mobility Patterns, Usage Frequency, and Personas. *Sustainability*, Vol. 13. No. 21. 11792. <https://doi.org/10.3390/su132111792>.
- DOBOZI ISTVÁN [2018]: Simai Mihály: A harmadik évezred nyitánya. A zöld fejlődés esélyei és a globális kockázatok. Könyvismertetés. *Közgazdasági Szemle*, 65. évf. 9. sz. 975–978. o. <https://doi.org/10.18414/KSZ.2018.9.975>.

- ECCARIUS, T.–LU, C.–C. [2020]: Adoption intentions for micro-mobility – Insights from electric scooter sharing in Taiwan. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, Vol. 84. 102327. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2020.102327>.
- EREN, E.–UZ, V. E. [2020]: A review on bike-sharing: the factors affecting bike-sharing demand. *Sustainable Cities and Society*, Vol. 54. 101882. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2019.101882>.
- ESZTERGÁR-KISS DOMOKOS–TORDAI DÁNIEL–LOPEZ LIZARRAGA, J. C. [2022]: Assessment of travel behavior related to e-scooters using a stated preference experiment. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, Vol. 166. 389–405. o. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2022.11.010>.
- FAN, R.–BAO, X.–DU, K.–WANG, YU–WANG, Yi [2022]: The effect of government policies and consumer green preferences on the R&D diffusion of new energy vehicles: A perspective of complex network games. *Energy*, Vol. 254. 124316. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2022.124316>.
- FEARNLEY, N.–JOHNSSON, E.–BERGE, S. H. [2020]: Patterns of e-scooter use in combination with public transport. *Transport Findings*, július 24. <https://doi.org/10.32866/001c.13707>.
- FITT, H.–CURL, A. [2020]: The early days of shared micromobility: A social practices approach. *Journal of Transport Geography*, Vol. 86. 102779. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2020.102779>.
- FLEISCHER TAMÁS [2019]: Városi mobilitás, közjavak, fenntarthatóság. *Közgazdasági Szemle*, 66. évf. 10. sz. 1056–1072. o. <http://dx.doi.org/10.18414/KSZ.2019.10.1056>.
- GITELMAN, V.–PESAHOV, F.–CARMEL, R.–CHEN, S. [2017]: Exploring the characteristics of potential and current users of mobility scooters, among older people in Israel. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, Vol. 46. 373–389. o. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2016.07.010>.
- GÖSSLING, S. [2020]: Integrating e-scooters in urban transportation: Problems, policies, and the prospect of system change. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, Vol. 79. 102230. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2020.102230>.
- HENAO, A.–MARSHALL, W. E. [2019]: An analysis of the individual economics of ride-hailing drivers. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, Vol. 130. 440–451. o. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2019.09.056>.
- HOLLINGSWORTH, J.–COPELAND, B.–JOHNSON, J. X. [2019]: The environmental impacts of shared dockless electric scooters. *Environmental Research Letters*, Vol. 14. No. 8. 084031. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ab2da8>.
- HUO, J.–YANG, H.–LI, C.–ZHENG, R.–YANG, L.–WEN, Y. [2021]: Influence of the built environment on E-scooter sharing ridership: A tale of five cities. *Journal of Transport Geography*, Vol. 93. 103084. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2021.103084>.
- KAZEMZADEH, K.–SPREI, F. [2022]: Towards an electric scooter level of service: a review and framework. *Travel Behaviour and Society*, Vol. 29. 149–164. o. <https://doi.org/10.1016/j.tbs.2022.06.005>.
- KHAVARIAN-GARMSIR, A. R.–SHARIFI, A.–MORADPOUR, N. [2021]: Are high-density districts more vulnerable to the COVID-19 pandemic? *Sustainable Cities and Society*, Vol. 70. 102911. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2021.102911>.
- KOPPLIN, C. S.–BRAND, B. M.–REICHENBERGER, Y. [2021]: Consumer acceptance of shared e-scooters for urban and short-distance mobility. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, Vol. 91. 102680. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2020.102680>.

- KRISWARDHANA, W.–ESZTERGÁR-KISS DOMOKOS [2023]: A systematic literature review of Mobility as a Service. Examining the socio-technical factors in MaaS adoption and bundling packages. *Travel Behaviour and Society*, Vol. 31. 232–243. o. <https://doi.org/10.1016/j.tbs.2022.12.007>.
- LAA, B.–LETH, U. [2020]: Survey of E-scooter users in Vienna. Who they are and how they ride. *Journal of Transport Geography*, Vol. 89. 102874. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2020.102874>.
- LIAO, F.–CORREIA, G. [2022]: Electric carsharing and micromobility. A literature review on their usage pattern, demand, and potential impacts. *International Journal of Sustainable Transportation*, Vol. 16. No. 3. 269–286. o. <https://doi.org/10.1080/15568318.2020.1861394>.
- MALHOTRA, N. K.–SIMON JUDIT [2017]: Marketingkutatás. Akadémiai Kiadó, Budapest. <https://doi.org/10.1556/9789630598675>.
- MITRA, R.–HESS, P. M. [2021]: Who are the potential users of shared e-scooters? An examination of socio-demographic, attitudinal and environmental factors. *Travel Behaviour and Society*, Vol. 23. 100–107. o. <https://doi.org/10.1016/j.tbs.2020.12.004>.
- MITROPOULOS, L.–STAVROPOULOU, E.–TZOURAS, P.–KAROLEMEAS, C.–KEPAPTSOGLU, K. [2023]: E-scooter micromobility systems. Review of attributes and impacts. *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*, Vol. 21. 100888. <https://doi.org/10.1016/j.trip.2023.100888>.
- MOURATIDIS, K. [2021]: COVID-19 impact on teleactivities: role of built environment and implications for mobility. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, Vol. 158. 251–270. o. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2022.03.007>.
- MOURATIDIS, K.–PETERS, S. [2022]: Urban planning and quality of life: A review of pathways linking the built environment to subjective well-being. *Cities*, Vol. 115. 103229. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2021.103229>.
- NIKIFORIADIS, A.–PASCHALIDIS, E.–STAMATIADIS, N.–RAPTOPOULOU, A.–KOSTARELI, A.–BASBAS, S. [2021]: Analysis of attitudes and engagement of shared e-scooter users. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, Vol. 94. 102790. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2021.102790>.
- RECK, D. J.–GUIDON, S.–AXHAUSEN, K. W. [2021]: Modelling shared e-scooters: a spatial regression approach. 9th Symposium of the European Association for Research in Transportation, február 3–4. <https://doi.org/10.3929/ETHZ-B-000467559>.
- REUTERS [2023]: Párizs szeptembertől betiltja az e-rollereket. Reuters, április 3. <https://www.reuters.com/world/europe/parisians-vote-ban-e-scooters-french-capital-2023-04-02/>.
- SANGALLI, L. M.–SECCHI, P.–VANTINI, S.–VITELLI, V. [2010]: k-mean alignment for curve clustering. *Computational Statistics & Data Analysis*, Vol. 54. No. 5. 1219–1233. o. <https://doi.org/10.1016/j.csda.2009.12.008>.
- SHAHEEN, S. [2019]: Micromobility Policy Toolkit: Docked and dockless bike and scooter sharing. UC Berkeley Transportation Sustainability Research Center, <https://doi.org/10.7922/G2TH8JW7>.
- SOLON, G.–HAIDER, S.–WOOLDRIDGE, J. [2013]: What Are We Weighting For? NBER Working Paper Series, No. 18859. <https://doi.org/10.3386/w18859>.
- SZEMERE DOROTTYA–IVÁNYI TAMÁS–SURMAN VIVIEN [2024]: Exploring electric scooter regulations and user perspectives: A comprehensive study in Hungary. *Case Studies on Transport Policy*, Vol. 15. 101135. <https://doi.org/10.1016/j.cstp.2023.101135>.

- TIRACHINI, A.–CATS, O. [2020]: COVID-19 and Public Transportation. Current Assessment, Prospects, and Research Needs. *Journal of Public Transportation*, Vol. 22. No. 1. <https://doi.org/10.5038/2375-0901.22.1.1>.
- TOKEY, A. I.–ALAM, M. S. [2023]: The travel behavior, attitude, and sociodemographic characteristics of the teleworkers in post-pandemic era. *World Development Sustainability*, Vol. 2. 100066. <https://doi.org/10.1016/j.wds.2023.100066>.
- TU, J.-C.–JIA, X.-H.–YANG, T.-J. [2022]: Discussion on the Purchase Factors and the User Demands of Electric Scooters from the Perspective of Consumers' Life Style – A Case Study on Gogoro. *Processes*, Vol. 10. No. 2. 395. <https://doi.org/10.3390/pr10020395>.
- UTENG, T. P.–KNAPSKOG, M.–UTENG, A.–MARIDAL, J. S. [2021]: Addressing climate policy-making and gender in transport plans and strategies. Megjelent: *Magnusdottir, G. L.–Kronsell, A. (szerk): Gender, Intersectionality and Climate Institutions in Industrialised States*. Routledge, London, 183–206. o. <https://doi.org/10.4324/9781003052821-14>.
- VERECKEI-POÓR BENCE–TÖRŐCSIK MÁRIA [2023]: Az elektromos autózás fogyasztói megítélése, dilemmái. *Marketing & Menedzsment*, 56. évf. 4. sz. 57–66. o. <https://doi.org/10.15170/MM.2022.56.04.06>.
- WOOLDRIDGE, J. M. [1999]: Distribution-free estimation of some nonlinear panel data models. *Journal of Econometrics*, Vol. 90. No. 1. 77–97. o. [https://doi.org/10.1016/S0304-4076\(98\)00033-5](https://doi.org/10.1016/S0304-4076(98)00033-5).