



Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
Közlekedésmérnöki és Járműmérnöki Kar
Közlekedéstechnológiai és Közlekedésgazdasági Tanszék

A személygépkocsi-használatot befolyásoló jellemzők meghatározása strukturális egyenletek modell alkalmazásával

Készítette: **Kovács Ramón (N9W3Q9)**

Konzulens: **Dr. Csonka Bálint**

2024

Tartalomjegyzék

1. Bevezetés.....	1
2. Irodalomkutatás	3
3. Modell és kérdőív.....	8
4. Eredmények	14
5. Összefoglalás	31
6. Tartalomjegyzék.....	32

1. Bevezetés

A városokban a legtöbb alapvető szolgáltatás (iskola, gyógyszertár, élelmiszerbolt, ATM stb.) és munkahelyek kis távolságon belül elérhetők. Ennek ellenére számos európai nagyvárosban jelentős problémát okoz az autós forgalom.

A jelentős autósforgalom csökkentésének egyik eszköze a belvárosi életminőség fokozása és a fenntartható közlekedési módok előnyben részesítése, például gyaloglás, kerékpározás, közforgalmú közlekedés, valamint a megosztott közlekedési módok (carsharing, bike sharing) igénybevétele. Ahhoz, hogy ezen intézkedések szinergiáit hatékonyan ki lehessen használni, szükséges a nyilvános terek, a közúti közlekedési infrastruktúra és a közlekedési szolgáltatások összehangolt tervezése. Ezt az összehangolt tervezést helyezi előtérbe a 15 perces városok koncepciója, aminek célja, hogy a lakosok az alapvető városi funkciót lágy közlekedési módokkal vagy közforgalmú közlekedéssel 15 percen belül elérhessék [1]. A 15 perces városokban a következő funkciókat határozták meg, amelyeknek a 15 percen belüli elérhetősége a cél:

- Munka
- Oktatás
- Szabadidő
- Ügyintézés
- Egészség
- Vásárlás

A 15 perces városok legnagyobb előnyei:

- Csökken az energiafogyasztás és az utazással töltött idő azáltal, hogy a magas társadalmi költségű autózás helyett a társadalmi haszonnal járó lágy közlekedési módokat részesítik előnyben az utazók [2], [3].
- Nagymértékben csökken a lég- és zajszennyezés, javul az emberek egészségügyi állapota [2], ezáltal a korai halálesetek is megelőzhetők és nő a felnőtt lakosság várható élettartama, ami éves gazdasági többletet eredményez [4], [5].
- A több zöldfelület hatására mérséklődnek a hőszigetek kialakulása, ami nyáron jelentősen javítja a közérzetet. [4]

A szakirodalomban számos cikk foglalkozik a 15 perces városok kialakításával (pl.: [6], [7], [8], [9], [10]). Közös ezekben a tanulmányokban, hogy mindegyik fontosnak tartja a gépjárműhasználat csökkentését különböző beavatkozásokon keresztül.

Azonban számos forgalomcsillapító intézkedés (pl. parkolóhelyek megszüntetése, kerékpársávok kialakítása, megengedett sebesség csökkentése) társadalmi ellenállásba ütközik, ami jelentősen lassítja a 15 perces városok kialakítását. Ezért szükséges azonosítani azokat a jellemzőket, amelyek leginkább befolyásolják a személygépkocsihasználatot. Így hatékonyan és a társadalom támogatásával lehet csökkenteni a személygépkocsiforgalmat. **Kutatásom során arra a kérdésre kerestem a választ, hogy melyek azok a tényezők (okok), amelyek a legnagyobb hatással vannak az autóhasználati hajlandóságra (okozat).** Ennek megfelelően a következő feladatokat végzem el:

- Megvizsgálom a következő hipotéziseket:
 - **H1:** Azok, akik magas minőségű közösségi közlekedéssel el tudják érni a gyakran látogatott helyszíneket, kevesebbszer használnak autót.
 - **H2:** Azok, akik kevesebbszer használnak autót, kevésbé ellenzik a parkolóhelyek megszüntetését, ha fejlődik a kerékpáros és gyalogos infrastruktúra.
 - **H3:** Minél többen laknak egy háztartásban, annál több autójuk van.
 - **H4:** Akik az autót munkába/egyetemre/iskolába járáshoz használják, azok bevásárláshoz is autót használnak.
- Kidolgozom az autóhasználat strukturális egyenletek modelljét. A modell összetevőit, vagyis az autóhasználatot befolyásoló jellemzőket, és az autóhasználat által befolyásolt mérhető tulajdonságokat az irodalomkutatás és saját tapasztalat alapján határozom meg.

A feladatokhoz szükséges bemenő adatok megszerzéséhez kérdőíves felmérést végzek. A kapott eredmények alapján az autóhasználatot hatékonyan csökkentő forgalomtechnikai beavatkozásokra teszek javaslatot.

A TDK dolgozatom többi részének a felépítése a következő: a 2. fejezetben a releváns szakirodalmat tekintem át, foglalom össze az eredményeit és meghatározom a kutatás újszerűségét. A 3. fejezetben létrehozom az ok-okozati kapcsolatot leíró modellt, és kidolgozom a tényezők értékeinek meghatározására alkalmas kérdőívet. A 4. fejezetben a kérdőív eredményei alapján elkészítem a modellt és meghatározom, hogy az egyes tényezők milyen mértékben befolyásolják az autóhasználatot. A fejezetben megvizsgálom a hipotéziseket, majd a modell alapján forgalomtechnikai és infrastrukturális fejlesztési javaslatokat teszek annak érdekében, hogy csökkenjen az autóhasználat. Az 5. fejezetben összefoglalom a kutatásomat. A 6. fejezetben a feldolgozott szakirodalom tartalomjegyzékét adom meg.

2. Irodalomkutatás

Megvizsgáltam, hogy a szakirodalomban megtalálható tanulmányok alapján mely tényezők befolyásolják leginkább az autóhasználati hajlandóságot.

Egy tanulmány [11] az autóhasználók döntéseit vizsgálta ingyenes tömegközlekedés és megfelelő tájékoztatás esetén. Az új döntési helyzet közvetetten befolyásolhatja a viselkedést azáltal, hogy "érzékeny fázist" teremt, amelyben az emberek figyelme és motivációja az új információk feldolgozására fokozottabb. Ha ebben a helyzetben személyre szabott és meggyőző információkat kapnak, nagyobb valószínűséggel használják fel azokat új viselkedési döntések meghozatalához. A cikk eredménye azt mutatja, hogy a rutinszerű viselkedés megváltozhat új információk bevezetése és beavatkozás révén.

Thogersen és tsai. kutatásában [12] az autóhasználók egy hónapig ingyen utazhattak közforgalmú közlekedéssel. A vizsgálat után 4 hónappal a résztvevők visszatértek az autóhasználatra, és nem használták többet a tömegközlekedést. Ez alapján az autósok utazási módváltása tudatos és tájékozottak a különböző lehetőségekről.

Eriksson és tsai. [13] az autóhasználat szokásait és motivációját vizsgálta. Megállapították, hogy a módváltás lehet tudatos és ösztönös is. Az eredmények alapján stratégiákat dolgoztak ki az autóhasználat csökkentésére, például gazdasági ösztönzés és a fizikai környezet megváltoztatása. Továbbá új utazási terveket dolgoztak ki, ami az utazónak segít az utazási mód kiválasztásában az időjárás, szállítandó csomagok, utazási távolság és idő alapján. A stratégiák eredményessége jelentősen függött a szokások erősségétől. Ez alapján azt a következtetést tették, hogy azok, akik sokat közlekednek autóval, azok jobban csökkentették az autóhasználatot, míg a gyengébb szokásokkal rendelkezők kevésbé.

Egy tanulmány [14] a gépjárműhasználati szokások kulturális különbségeit vizsgálta Észak- és Kelet-Európában. A kutatás Svédországot hasonlította össze Észtországgal. A cikk elemzi az országokra jellemző társadalmi körülményeket és motivációkat az autóhasználat gyakoriságával összefüggésben. Megállapításra került, hogy az észtek jobban függenek az autótól, mint a svédek. A magasabb társadalmi státuszú emberek Észtországban az erőteljesebben jelen lévő társadalmi-gazdasági különbségek miatt gyakrabban használnak autót, mint Svédországban. A tanulmány megállapítja, hogy a gazdagabb gazdasági környezetben az autóhasználat inkább objektív szükségletekre alapozott szokás, és nem olyan könnyen változtatható egyéni motivációk alapján.

Egy másik tanulmány [15] a közforgalmú közlekedés, valamint az autó- és motorkerékpár-használat közötti kapcsolatot vizsgálta Tajvan különböző településein és elemezte a módok használatát befolyásoló tényezőket. Megállapították, hogy az autóbuszjáratok átlagos napi gyakorisága és a buszvonalak hosszának növelése csökkentette a motorkerékpár-használat és az autóhasználat arányát is. A cikk eredményei azt mutatták, hogy a magasabb egy főre jutó éves jövedelem magasabb autóhasználattal van összefüggésben, valamint az alacsony népsűrűség mellett az alacsony tömegközlekedés-használat nagyobb autóhasználatot eredményezett.

Egy Cambridge-i tanulmány [16] azt vizsgálta, hogy mik azok a tényezők, amik az embereket az autóhasználat helyett a kerékpározásra ösztönzik. Vizsgálták a munkamotiváltságú, bevásárló és szabadidős utazásokat. A tanulmány legfontosabb megállapításai a következők voltak:

- Az ingázási távolság és az ingyenes munkahelyi parkolás nagy mértékben befolyásolták a munkahelyre történő autós utazást.
- A könnyű autóhoz való hozzáférés és az alacsony iskolai végzettség a szabadidős és bevásárlási autóhasználattal áll szoros összefüggésben.

Egy Los Angeles-i egyetemi hallgatók módválasztásával foglalkozó tanulmány [17] a következő megállapításokat tette:

- Az elérhető parkolási lehetőség növeli az autóhasználatot.
- Az olcsó közösségi közlekedési jegy és a terület multimodalitása növeli a közforgalmú közlekedést választók arányát.
- A nem, státusz (egyetemista vagy diplomás) és életkor szoros összefüggésben van a lány közlekedési módok és a közösségi közlekedés használatával.
- Az egyedül élő hallgatók nagyobb valószínűséggel utaznak autóval, míg a barátok/szaktársak közelében lakó hallgatók nagyobb eséllyel utaznak közforgalmú közlekedéssel.

Egy másik cikk [18] autóhasználati szokások mértékéhez kapcsolódó demográfiai, térbeli és szociálpszichológiai tényezőket vizsgálta. Az eredmények azt mutatták, hogy az autóhasználat mértéke erősebb volt a férfiaknál, és általában gyengébb az alacsonyabb jövedelemmel rendelkezőknél. A többváltozós logisztikai regressziós analízis azt mutatta, hogy a környezetbarát attitűdök gyenge autóhasználati igényeket, míg a rugalmasság és a

munkahelytől való nagy távolság erős autóhasználati igényeket jósolnak. Megállapították, hogy ezeket a jellemzőket figyelembe kell venni az erős autózási szokások kialakulásának valószínűségét csökkentő beavatkozások során.

Egy átfogó tanulmány [19] az egyének vezetési döntéseit befolyásoló különféle tényezőket vizsgálta, és három fő területre sorolta őket: épített környezeti jellemzők, gazdasági tényezők és pszichológiai hatások. A cikkben az egyes főcsoportokhoz tartozó autóhasználati motivációkat gyűjtötték össze. Egy másik tanulmány [20] az autó tulajdonlását és használatát meghatározó tényezőket csoportosította a következő szempontok szerint: rugalmasság és autonómia, érzelmi motiváció, szimbolikus motiváció, társadalmi norma és környezeti motiváció. Megállapították, hogy az autonómia és a rugalmasság bír a legerősebb befolyásoló tényezővel, ezt követi a szimbolikus és a környezeti motiváció. A cikk eredménye szerint legkevésbé az érzelmi motiváció és a társadalmi norma befolyásolta az autóhasználatot.

Egy 2013-as svéd kérdőív [21] a 70 év fölöttiek autóhasználatát vizsgálta. A kérdőív összesen 85, eldöntendő, skálás (1-ől 5-ig), táblázatos és kifejtendő kérdést tartalmazott. A kérdőív elemzői azt a torzítást találták a mérés során, hogy a kérdőívet azok töltötték ki, akiket érdekelt a téma, azaz szívesen és gyakran használják az autójukat. Szintén az idős emberek autóhasználati szokásait vizsgálta egy másik tanulmány, aminek keretében a kérdéseket kétszer tették fel 5 nap eltéréssel. A tanulmány eredményei azt mutatták a kutatóknak, hogy a vezetési szokásokról szóló kérdőív megbízható eredményt mutat a vezetési magatartásáról.

Egy másik tanulmány [22] kérdőíves felméréssel vizsgálta a közlekedési prioritások, az utazási módhasználati attitűdök és az autóhasználati szokások szerepét a módválasztásban. A kérdőívben a közlekedési mód biztonságáról, kényelméről, rugalmasságáról, valamint a társadalmi státuszról, tömegközlekedési szándékról és autóhasználati szokásokról kérdezték az embereket. A közösségi közlekedés igénybevételi szándékát SEM modellel (Strukturális egyenlet modellezés) vizsgálták. A tanulmány hipotézisét alátámasztva az eredmények azt mutatták, hogy a nagy mértékű autóhasználat növeli az autóhasználat esélyeit, valamint közvetlen és közvetett kapcsolat is van az autóhasználati szokások és a tömegközlekedés-használat között. Az autóhasználat mértéke jelentősen befolyásolta a tömegközlekedés használatát. Én az általam kidolgozott modellben a háztartás méretével és társadalmi jellemzőkkel is foglalkoztam, valamint magyarországi reprezentatív mintával dolgoztam.

A tanulmányokban leggyakrabban előforduló autóhasználatot befolyásoló jellemzőket az 1. táblázatban foglaltam össze.

1. táblázat: Autóhasználati tényezők összefoglalása

Tényezők vonatkozása	Tényezők	Forrás	Jelentőség
Személyre	Nem	[12],[17],[18]	közepes
	Háztartásban élő gyerekek száma	[12],[19]	közepes
	Háztartás mérete	[17]	közepes
	Életkor	[15],[17],[18],[19]	erős
	Háztartás bevétele	[12],[15],[19]	erős
	Rugalmas helyváltoztatásra való igény	[15],[20]	erős
	Környezettudatosság	[18],[20]	közepes
Környezetre	Tömegközlekedés költsége	[11],[12],[17]	gyenge
	Információ	[11],[12]	gyenge
	Társadalmi normák	[19],[20]	közepes
	Utcakialakítás: világítás, gyalogosbarát kialakítás	[19]	közepes
	Nem motorizált közlekedési módok közlekedéspolitikai támogatása	[19]	közepes
	Lakóhely-munkahely távolsága	[12],[16],[18],[19]	erős
	Társadalmi-gazdasági különbségek	[14]	erős
	Kiépített infrastruktúra, tömegközlekedés elérhetősége	[15],[19]	erős
	Lágy közlekedési infrastruktúra összekapcsoltsága	[19]	erős
	Parkolási lehetőség	[16],[17],[19]	erős

Az irodalmi áttekintés alapján megállapítottam, hogy magas színvonalú alternatív közlekedési módokra van szükség ahhoz, hogy az autóhasználat csökkenjen, hiszen az általános információ a lágy és közösségi közlekedés pozitív hatásairól és az olcsó tömegközlekedés nem elegendő ahhoz, hogy az emberek leváltsák az autót, mert ezek mind kis jelentőséggel bírnak.

Megállapítható, hogy az autóhasználat mértéke jellemzően a családalapítás előtt eldől, hiszen a háztartás mérete nem erős jelentőségű. Emellett a szabad parkolóhelyek száma és a parkolási díj is nagy mértékben meghatározzák az autóhasználatot.

A lakóhely és munkahely távolsága erősen befolyásoló tényező, ugyanakkor ezt a szempontot nem vizsgáltam kutatásom során, mert ezt intézkedésekkel nagyon nehéz befolyásolni. Olyan tényezőkre fókuszáltam, ami valamilyen módon befolyásolható. Mivel Magyarországon jellemzőek a vegyes zónák, ahol lakó- és kereskedelmi épületek is vannak, feltételeztem, hogy a lakóhelyhez közeli munkahelyek és kereskedelmi egységek maguktól is megjelennek amint igény jelentkezik rájuk.

Megvizsgáltam, hogy melyek a legjobb gyakorlatok a kérdőíves kutatásban. Egy cikk szerint [23] a jó kérdőív érthető, egyértelmű, érdekes és tömör. Meg kell határozni a függő és független tényezőket, azaz a releváns változókat le kell fedni, míg az irrelevánsakat kizárni. Fontos, hogy egy kérdés ne legyen összetett, valamint azok sorrendje segítse az értelmezést és követhetőséget.

Egy másik cikk [24] szerint az első kérdések fontosak, mert befolyásolják a válaszadók hozzáállását és a további együttműködést. Elkerülendők a személyes jellegű és anyagiakra vonatkozó kérdések, valamint azok, amelyek nagy visszaemlékezőképességet igényelnek.

A szakirodalom és tanulmányaim alapján meghatároztam azokat a jellemzőket, amelyeket figyelembe kell venni a közlekedési szokásokra vonatkozó kérdőív összeállításakor:

- Legyen érthető, egyértelmű, érdekes és tömör.
- Fedje le a releváns változókat.
- Ne legyenek összetett kérdések: egy kérdés csak egy dologra kérdezzen rá.
- A kérdőív kitöltése maximum 10-20 perc legyen.
- Ismertetni kell a kitöltővel a kérdőív célját.

Az 1. táblázat tényezőit külön-külön több tanulmány is vizsgálta, ugyanakkor mindegyik tanulmányból kimaradtak bizonyos tényezők. A tanulmányok eredményei jelentős eltérést mutattak a különböző régiókban és kultúrákban. Emellett számos tanulmány esetén a minta nem reprezentatív, így az adott befolyásoló tényező jelentősége nem pontosan jellemzi a teljes sokaságot. Ezek alapján szükséges egy hazai vizsgálat, ami a magyar emberek szokásait és kultúráját veszi figyelembe, és kiterjed a teljes népességre.

A TDK dolgozatom újszerűsége, hogy a magyarországi autóhasználatot befolyásoló tényezőket vizsgálom SEM modell használatával, továbbá az általam létrehozott modell egyszerre veszi figyelembe az áttekintett szakirodalom valamennyi befolyásoló tényezőit.

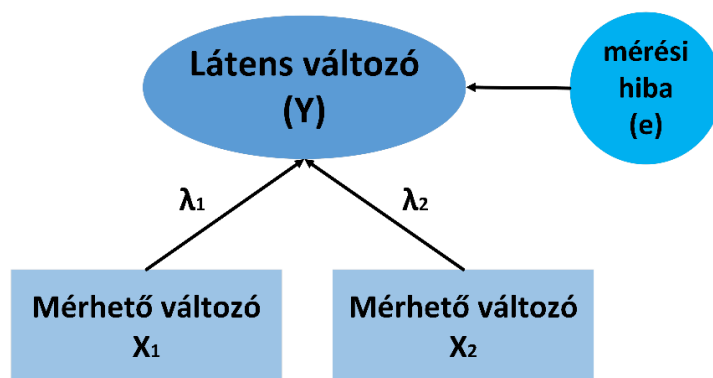
3. Modell és kérdőív

A tényezők (okok) és az autóhasználati hajlandóság (okozat) között lineáris kapcsolatot feltételeztem. Az ok-okozati vizsgálat során nehézséget jelent, hogy az autóhasználati hajlandóság egy olyan jellemző, ami közvetlenül nem mérhető. Ezért az ok-okozati kapcsolatok erősségének a meghatározásához a strukturális egyenleteken alapuló modellezést (SEM) alkalmazom, ami a kapcsolatok erősségének kvantitatív leírását teszi lehetővé. Olyan modellek esetén használható ez a modell, ahol több független és függő változó közötti összefüggést vizsgálnak. A modellben szereplő változók lehetnek:

- megfigyelhető, azaz mérhető változók, vagy
- közvetlenül nem megfigyelhető, nem mérhető, azaz látens változók, amelyek ok vagy okozati kapcsolatban állnak a mérhető változókval.

Ennek megfelelően a SEM modellt számos területen használják, mint például közvélemény-kutatásokban, attitűd- és értékvizsgálatokban, pszichológiában, szociológiában, oktatástudományban, közgazdaságtanban.

Az ok-okozati kapcsolatot jellemzően grafikusán ábrázolják (1. ábra). A modellben a látens változókat (Y) kör vagy ellipszis jelképezi, a mérhető változókat (X_i) pedig négyzet vagy téglalap. A változók közötti kapcsolatokat nyilak szemléltetik, amelyek lehetnek egy-, illetve kétirányúak is, előbbiek ok-okozati viszonyt jelenítenek meg (A változó hatással van B változóra), míg utóbbiak szimmetrikus, korrelációs viszonyra utalnak. A modell figyelembe veszi a mérési hibát (e) is. A hiba azt mutatja meg, hogy a független változók milyen mértékben magyarázzák a függő (látens) változót. Ha e nagy, akkor más nem mért tényező is befolyásolja a látens változót. A SEM modellben a hibák átlaga nulla, de szórásuk nem nulla.



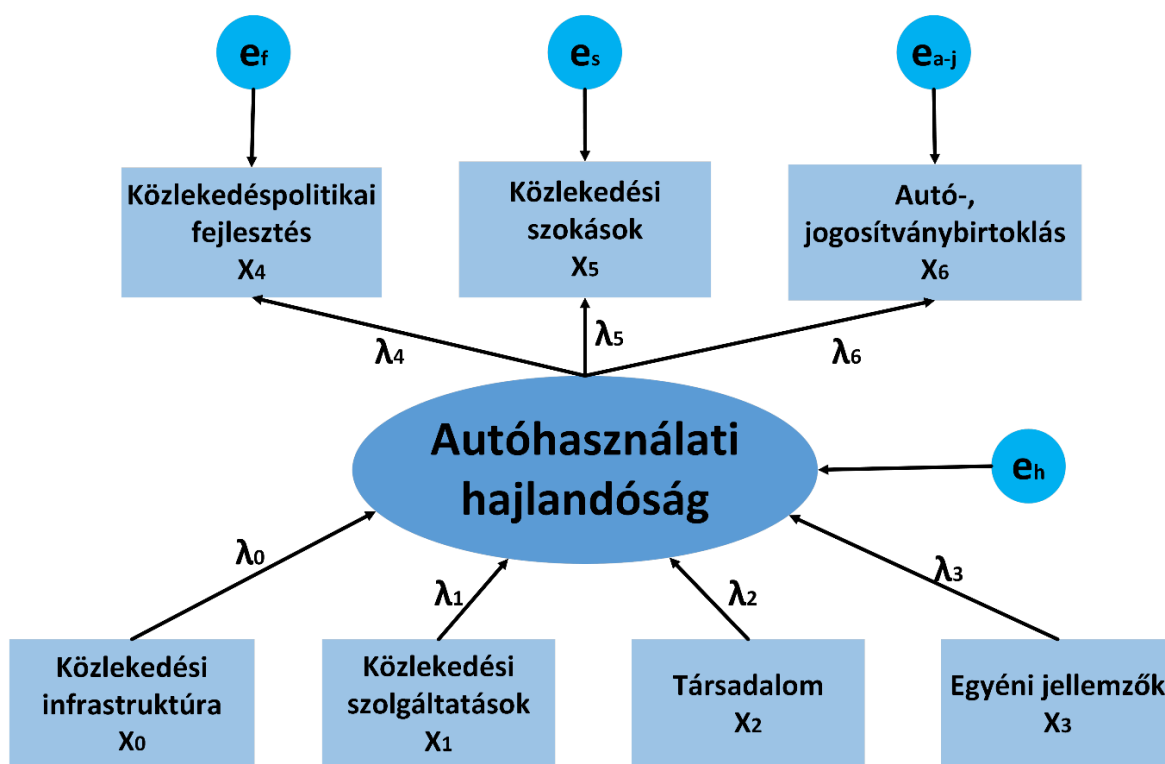
1. ábra: Ok- okozati kapcsolat SEM modellben

A SEM modell lényegében lineáris egyenletrendszer grafikus ábrázolása. Az 1. ábrából következő egyenletet az 1. egyenlet mutatja:

$$A + \lambda_1 X_1 + \lambda_2 X_2 + e = Y \quad (1)$$

Az „A” konstans a modellben nem vizsgálendő, mivel nem befolyásolja a kapcsolat intenzitását. A változók közötti közvetlen kapcsolat erejét vizsgálom, amit a λ_i mutat.

Az irodalomkutatás alapján meghatároztam azokat a tényező csoportokat, amelyek az autóhasználati hajlandóságot befolyásolják, vagy abból következnek. Az általam létrehozott SEM modellt a 2. ábrán foglaltam össze.



2. ábra: SEM modell az autóhasználati hajlandóságról

X_0 , X_1 , X_2 , és X_3 mérhető tényezők, amelyek hatással vannak az autóhasználati hajlandóságra. Az X_4 , X_5 , X_6 tényezők nem befolyásolják az autóhasználati hajlandóságot, hanem annak a mérhető megnyilvánulásai. Tényező csoportonként meghatároztam a mérhető jellemzőket, melyek a következők:

X₀ Közlekedési infrastruktúrára vonatkozó

- X_{0,1} Otthoni parkolóhely elérhetősége
- X_{0,2} Munkahelyi parkolóhely elérhetősége
- X_{0,3} Otthoni kerékpározás és gyaloglás biztonsága és kényelme

X₁ Közlekedési szolgáltatásokra vonatkozó

- X_{1,1} Otthonról elérhető közösségi közlekedés
- X_{1,2} Otthonról elérhető autómegosztó szolgáltatás

X₂ Társadalomra vonatkozó

- X_{2,1} Az autó státuszszimbólumként értelmezése
- X_{2,2} Környezetbarát közlekedés fontossága

X₃ Egyéni jellemzőkre vonatkozó

- X_{3,1} Háztartás mérete
- X_{3,2} 10 éven aluli gyerekek száma a háztartásban
- X_{3,3} Háztartás átlagos havi nettó jövedelme

X₄ Közlekedéspolitikai fejlesztésre vonatkozó

- X_{4,1} Preferenciák a közösségi közlekedés és közúti fejlesztésekkel szemben
- X_{4,2} Parkolóhelyek megszüntetésének elfogadása kerékpáros infrastruktúra fejlesztés esetén

X₅ Közlekedési szokásokra vonatkozó

- X_{5,1} Autó(k) átlagos futásteljesítménye
- X_{5,2} Autóval munkába/egyetemre/iskolába utazás gyakorisága
- X_{5,3} Autóval bevásárló utazás gyakorisága
- X_{5,4} Egyéb közlekedés mód használatának gyakorisága
- X_{5,5} Gyerek iskolába fuvarozásának gyakorisága

X₆ Autó- és jogosítványbirtoklás

- X_{6,1}: Háztartásban lévő autók és a jogosítvánnyal rendelkezők aránya

A kérdőív kérdéseit a 2. táblázatban foglaltam össze.

2. táblázat: Kérdőívben feltett kérdések csoportonként

Kategóriák	Jelölés	Kérdések	Válasz típusa
Közlekedési infrastruktúra	X _{0,1}	Lakóhelyemhez közel könnyű parkolni.	Likert-skála (1–5)
	X _{0,2}	Munkahelyemhez közel könnyű parkolni.	
	X _{0,3}	Biztonságos és kényelmes a kerékpározás és gyaloglás a lakóköznyezetemben.	
Közlekedési szolgáltatások	X _{1,1}	A lakóhelyemről gyorsan és kényelmesen eljutok közösségi közlekedéssel az általam gyakran látogatott helyszínekre.	
	X _{1,2}	A lakóhelyem közelében elérhető autómegosztó szolgáltatás (pl. MOL Limo, GreenGo, Wigo).	
Társadalom	X _{2,2}	Az autó státuszszimbólum.	
	X _{2,3}	Számomra fontos a környezetbarát közlekedés.	
Egyéni jellemzők	X _{3,1}	Hányan élnek egy háztartásban (Önt is beleértve)?	Fő
	X _{3,2}	Hány 10 évnél fiatalabb él Önnel egy háztartásban?	
	X _{3,3}	Mi az Ön háztartásának átlagos havi nettó jövedelme?	300 ezer Ft-os intervallumok [Ft/fő]
Közlekedés-politikai fejlesztés	X _{4,1}	A közösségi közlekedés fejlesztésének előnyt kell élveznie a közúti fejlesztésekkel szemben.	Likert-skála (1–5)
	X _{4,2}	A kerékpáros és gyalogos infrastruktúra fejlesztése során elfogadható, ha parkolóhelyek szűnnek meg.	
Közlekedési szokások	X _{5,1}	Mekkora a háztartásban lévő autó(k) átlagos éves futásteljesítménye?	nincs saját autó 0-3 ezer km 3-6 ezer km 6-9 ezer km 9-12 ezer km 12 ezer km <
	X _{5,2}	Milyen gyakran megy Ön autóval munkába, egyetemre vagy iskolába? (kivéve carsharing)	Likert-skála (1–5)
		Szinte mindennap utazom a munkám vagy tanulmányaim miatt.	Gyakoriság
	X _{5,3}	Milyen gyakran megy Ön autóval bevásárolni? (kivéve carsharing)	Gyakoriság
	X _{5,4}	Milyen gyakran használ egyéb közlekedési módot (közösségi közlekedés, kerékpár, gyalog, egyéb)?	
Autó-, jogosítvány-birtoklás	X _{6,1}	Rendelkezik Ön jogosítvánnyal?	Eldöntendő (Igen/Nem)
		Hányan rendelkeznek jogosítvánnyal az Ön háztartásában (Önt is beleértve)?	Fő
		Hány autó van az Ön háztartásában?	Darab
Egyéb	-	Neme?	Férfi / Nő / Egyéb
		Melyik korcsoportba tartozik Ön?	5 évenkénti intervallumok
	-	Számomra a saját autó munkaeszköz, amit munkaidőben is rendszeresen használok.	Eldöntendő (Igen/ Nem)

A kérdések összeállításakor a gyors és könnyű kitöltést tartottam szem előtt, ezért a legtöbb kérdésnél meghatároztam olyan állításokat, amelyeket a kitöltőnek egy Likert-skálán 1-től 5-ig kellett értékelnie aszerint, hogy mennyire ért vele egyet. A kérdőívben feltettem eldöntendő

igen/nem kérdéseket is, valamint olyan kérdéseket, amelyeknél darabszámot kellett megadni. A jövedelemre, az autó futásteljesítményére és a korcsoportra vonatkozó kérdéseknél intervallumokat adtam meg.

A kérdőív 24 darab kérdésével az irodalomkutatás során azonosított autóhasználati hajlandóságot erősen befolyásoló szempontokat lefedtem. A válaszok megadásakor keveset kell számolni és nem szükséges mély háttértudás sem. Így a kérdőív kitöltése kevesebb, mint 5 percet vesz igénybe. Feltettem olyan kérdést is, ami azokhoz szól, akiknek az autó munkaeszköz, így munkaidőben sokat utaznak (pl.: futárok, építőipari dolgozók). Mivel az ő autóhasználati hajlandóságuk csökkentése nem cél, ezt a kérdést azért tettem fel, hogy az ő válaszaikat kiszűrhessem a vizsgálat előtt.

A 16 év alattiakat nem vizsgáltam, mert ők még nem vezethetnek autót. Valamint a 65 évnél idősebb korosztályt sem vizsgáltam részletesen, hiszen ebben a korban már nyugdíjasok vannak, akiknek az autóhasználati szokásuk nagyban függ az egészségügyi állapotuktól is, és nehezebb is őket elérni egy online kérdőíves felmérés során.

Ennél a kijelentésnél: „A lakóhelyemről gyorsan és kényelmesen eljutok közösségi közlekedéssel az általam gyakran látogatott helyszínekre” azért a közösségi közlekedésre voltam kíváncsi, mert az emberek legtöbbször a gyakran látogatott helyszínekre nem utaznak drága közlekedési eszközzel, mint például taxival vagy carsharing szolgáltatással.

A gyakoriságra kérdező kérdéseknél megadtam a válaszlehetőségeket. Ezek a következők voltak: naponta, hetente többször, heti egyszer, havonta néhányszor, nagyon ritkán, soha. A gyerek iskolába szállítására vonatkozó kérdésnél a gyakoriság mellett válasz lehetőségnek megadtam a „nincs gyerekem” opciót is.

A havi jövedelemre vonatkozó kérdésnél az alábbi intervallumokat adtam meg:

- 300 ezer Ft alatt
- 300 ezer Ft és 500 ezer Ft között
- 500 ezer Ft és 700 ezer Ft között
- 700 ezer Ft és 900 ezer Ft között
- 900 ezer Ft és 1.100.000 Ft között
- 1.100.000 Ft felett

A reprezentativitás miatt rákérdeztem a nemre és az életkorra is. Nem kérdeztem rá az iskolai végzettségre és a lakóhelyre, mert feltételeztem, hogy ezek közvetlenül nem befolyásolják az autóhasználati hajlandóságot, hanem közvetetten, például a jövedelmen és a környezettudatosságon keresztül (iskolai végzettség) vagy a közösségi közlekedés színvonalán

keresztül (lakóhely), amelyekre rákérdeztem. Rákérdeztem a jogosítvány meglétére. Aki nemmel válaszolt, azok számára nem jelentek meg az autóhasználat gyakoriságára vonatkozó kérdések.

Bizonyos jellemzőkhöz több kérdés tartozik, ami azt jelenti, hogy egy mérhető tényezőt több kérdésre adott válasz alapján határoztam meg. Például nem kérdeztem meg a jogosítvánnyal rendelkezők számára jutó autók számát a háztartásban, hanem külön megkérdeztem a jogosítvánnyal rendelkezők, és a háztartásban lévő autók számát.

Az utazási távolságot nem vizsgáltam, mert az nem magyarázza az autóhasználati hajlandóságot. Ha jó a közösségi közlekedés, akkor tapasztalható, hogy az emberek távolabbi településekre is utaznak rendszeresen. Például Budapestre Székesfehérvárról, Ceglédre, Gödöllőről, Esztergomból, Vácról vagy Csepelről is rendszeresen utaznak autón kívül kötött pályás közlekedéssel.

4. Eredmények

Reprezentativitás

A kérdőívet Google Formsban készítettem el. A kérdések sorrendjének meghatározásánál figyelembe vettem, hogy a hasonló jellegű és témájú kérdések egymás után jöjjenek. A kérdőív PDF változatát az 1. mellékelt tartalmazza. Az elkészítés és a próba kitöltések után megosztottam a közösségi média felületeimen, és a kari levelezőlistán. A kérdőívre 141 fő válaszolt 2024. október 15 és november 1 között. A kérdőívet 4 fő töltötte ki a 65 év feletti korosztályból. Mivel az ő jellemzőiket nem vizsgáltam, a válaszaikat nem vettem figyelembe. Továbbá figyelmen kívül hagytam azok válaszát, akik munkaeszközként használják az autót (23 fő). A kérdőívet kitöltők majdnem kétharmada férfi (65,7%) volt. A legtöbb válasz a 21 és 25 év közötti korosztályból érkezett. Az egyetemen és az ismerősi körömben is ez a legnagyobb arányú korosztály, így előzetesen is azt vártam, hogy ez a korosztály fog dominálni. Megvizsgáltam Magyarország lakosságának korfáját a KSH adatai alapján¹. Az ország lakosságának korfáját összehasonlítottam a kérdőívet kitöltők életkorának megoszlásával (3. táblázat).

3. táblázat: Magyarország és a válaszadók korfa adatai

Korcsoport	Magyarország társadalmi megoszlása	Válaszadók megoszlása
<16	15,5%	0%
16-20	5,16%	6,67%
21-25	5,41%	38,52%
26-30	5,95%	3,70%
31-35	6,49%	9,63%
36-40	6,49%	8,15%
41-45	7,52%	9,63%
46-50	8,78%	5,93%
51-55	7,35%	8,89%
56-60	6,12%	2,96%
61-65	5,72%	2,22%
66+	19,51%	3,70 %

Kiszámoltam, hogy hány férfit és nőt kell még megkérdezni korcsoportonként (akiknek az autó nem munkaeszköz) a 16 és 65 év közöttiek közül 200 fős mintanagyság esetén a jelenlegi 118 kitöltőn túl. A számítást a 2. egyenlet alapján végeztem:

$$\Delta V = V_R - V_K \quad (2)$$

¹ <https://www.ksh.hu/interaktiv/korfak/orszag.html>

Ahol:

ΔV A reprezentativitáshoz szükséges és a valós válaszadók különbsége. Ha értéke pozitív, több választ kell gyűjteni. Ha értéke negatív, többlet van, és véletlenszerűen ki kell zárni válaszokat.

V_R Reprezentativitáshoz szükséges válaszadók száma

V_K Kérdőívet kitöltők száma

Meghatároztam nemenként és korcsoportonként ΔV , V_R és V_K értékét. A V_R értékének meghatározásánál figyelembe vettem, hogy a férfiak és nők aránya 49% és 51%, amit minden korcsoportra alkalmaztam. A V_R értékét a (3) alapján számoltam.

$$V_R = N \cdot A\% \cdot g\% \quad (3)$$

Ahol:

N Kívánt mintanagyság, 200 fő.

$A\%$ Korcsoport aránya, ha a 16 és 65 év közöttiek a 100%.

$g\%$ Nemi arány (férfiak és nők esetén az értéke rendre 0,49 és 0,51).

A V_R csak egész szám lehet, így a számítással kapott V_R eredményt felfele kerekítettem egész számra. Az eredményeket a 4. táblázatban foglaltam össze.

4. táblázat: Hiányzó válaszadók száma a reprezentatív felméréshez

Korcsoport	V_K		V_R		ΔV	
	férfi	nő	férfi	nő	férfi	nő
16-20	3	5	8	9	5	4
21-25	33	18	9	9	-24	-9
26-30	4	1	9	10	5	9
31-35	11	2	10	11	-1	9
36-40	9	2	10	11	1	9
41-45	8	5	12	12	4	7
46-50	6	2	14	14	8	12
51-55	7	5	12	12	5	7
56-60	2	2	10	10	8	8
61-65	2	1	9	9	7	8

A ΔV értéket összeadva nemenként azt kaptam, hogy 18 férfit és 64 nőt kell megkérdezni az 5. táblázat korcsoportjait figyelembe véve ahhoz, hogy a válaszok reprezentatívak legyenek Magyarország népességére.

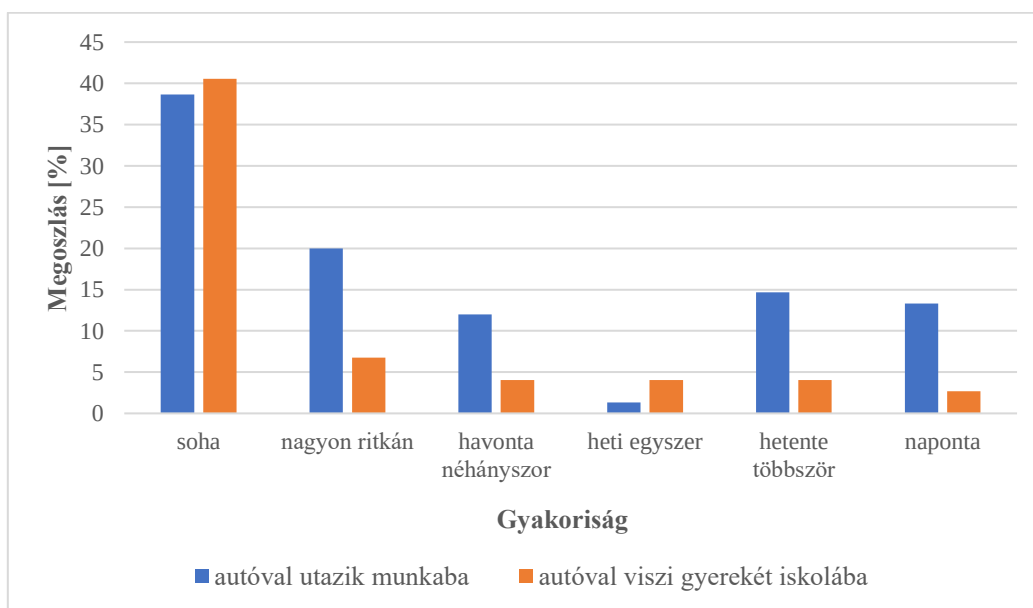
A kutatás folytatásának egyik irányaként az 5. táblázatban meghatározott számok alapján tervezem célzottan megkeresni az embereket a kérdőív reprezentativitásának javításához. Ebben a dolgozatban a statisztikai elemzésemet a 16 és 65 év közöttiek már meglévő válaszai és jellemzői alapján készítettem.

Hipotézisvizsgálat

A kérdőívet kitöltők válaszai alapján megvizsgáltam a hipotéziseket. A csoportok közötti különbségek vizsgálatához Khí-négyzet próbát végeztem. A különbséget akkor tekintettem szignifikánsnak, ha a Khí-négyzet próba eredménye 0,05-nél kisebb vagy egyenlő.

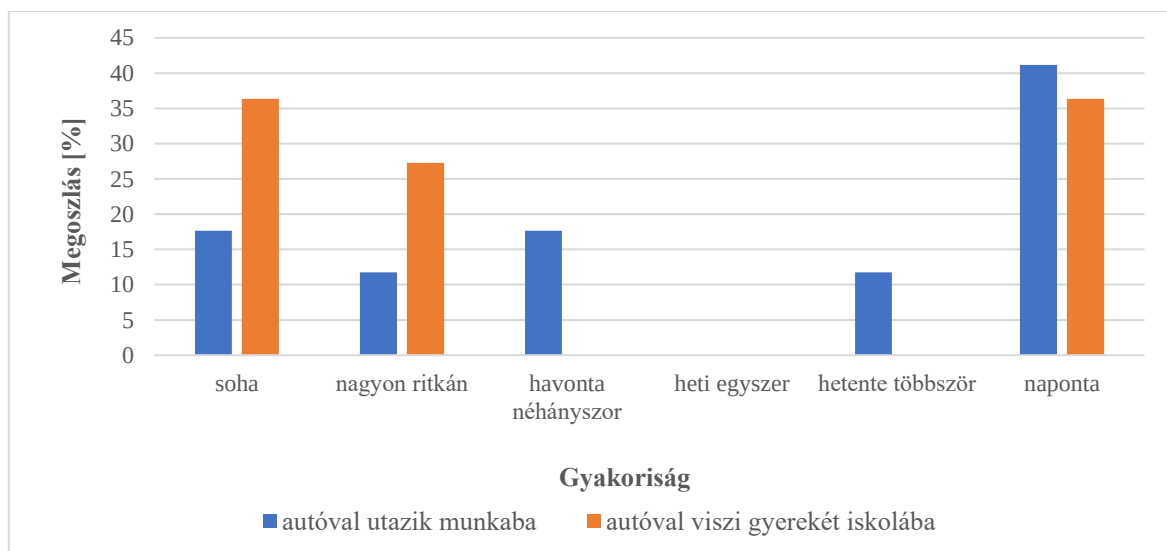
H1: Azok, akik magas minőségű közösségi közlekedéssel el tudják érni a gyakran látogatott helyszíneket, kevesebbszer használnak autót.

Megvizsgáltam, hogy akik a lakóhelyükről gyorsan és kényelmesen eljutnak közösségi közlekedéssel az általuk gyakran látogatott helyszínekre, mennyire használják gyakran a személygépkocsit munkába/egyetemre/iskolába járásra, és milyen gyakran viszik gyerekeiket az iskolába (3. ábra).



3. ábra: Autóval munkába utazók és gyereket iskolába szállítók megoszlása

Ahhoz, hogy mindkét oldal véleményét figyelembe vegyem, vizsgáltam azok válaszait is, akik a lakóhelyükről nem jutnak el könnyen közösségi közlekedéssel az általuk gyakran látogatott helyszínekre. A kitöltők válaszainak megoszlását a 4. ábra szemlélteti.



4. ábra: Lakóhelyükről közösségi közlekedéssel nehezen eljutók válaszainak megoszlása

Megállapítottam, hogy a jó közösségi közlekedéssel ellátott területen lakók nagy többsége soha, vagy csak nagyon ritkán használja az autóját munkába járáshoz, illetve a gyerek iskolába szállításához. A válaszokat összehasonlítottam azokkal, akiknek a lakóhelyétől nem érhető el gyorsan és kényelmesen a közösségi közlekedés. Pearson-féle Khi négyzet (χ^2) próbával megvizsgáltam, hogy szignifikáns-e az eltérés a kettő között. Az 5. táblázat a megfigyelt adatokat tartalmazza.

5. táblázat: Megfigyelt adatok

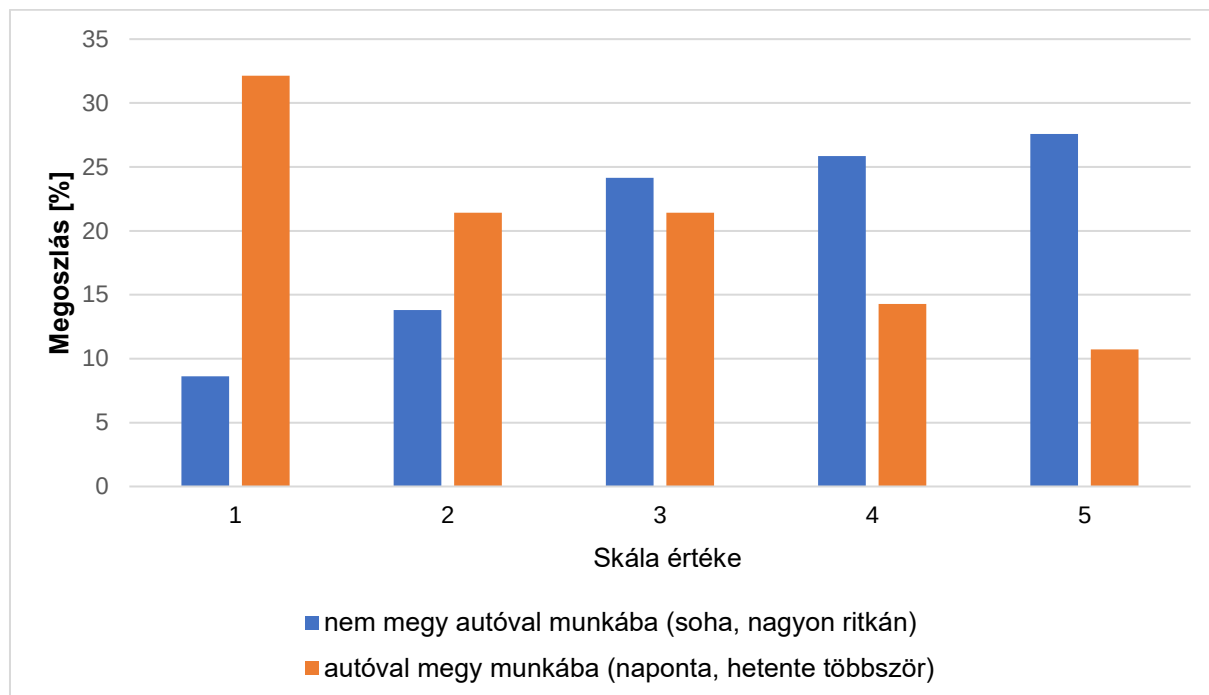
		autóval utazik munkába [fő]		Összesen
		naponta-hetente többször	soha-nagyon ritkán	
jó közösségi közlekedés van	4-5	21	44	65
	1-2	9	5	14
Összesen		30	49	79

A Khi-négyzet próba értéke 0,0253. Vagyis szignifikáns különbség van, ezáltal a hipotézist elfogadtam.

H2: Azok, akik kevesebbszer használnak autót, kevésbé ellenzik a parkolóhelyek megszüntetését, ha fejlődik a kerékpáros és gyalogos infrastruktúra.

A hipotézis vizsgálatához elemzést végeztem két csoport között: az autóval munkába utazók és nem utazók között. Az 5. ábra azt szemlélteti, hogy mennyire ért egyet a két csoport azzal, hogy

parkolóhelyek megszüntetése árán is érdemes fejleszteni a gyalogos és kerékpáros infrastruktúrát.

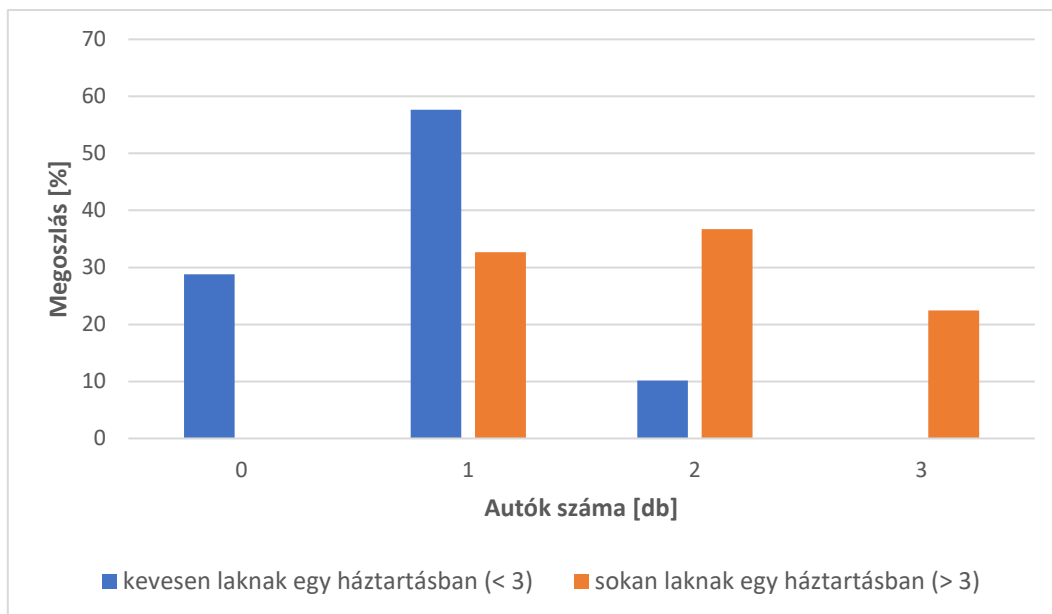


5. ábra: Gyalogos és kerékpáros infrastruktúra fejlesztésének támogatása parkolóhelyek megszüntetésével (1 – egyáltalán nem ért egyet, 5 – teljesen egyetért)

Elvégeztem a Khi négyzet próbát az adatokon, és az alapján ($\chi^2=0,0028$) a hipotézist igaznak véltem. Az 5. ábra is azt mutatja, hogy aki nem megy autóval munkába (soha/ nagyon ritkán), az egyetért az ilyen módú fejlesztéssel, azaz támogatja a lágy közlekedési módok fejlesztését a parkolóhelyek megszüntetése árán is, hiszen nagyobb részük (53%) adott 4-est és 5-öst a kijelentésre. Ezzel szemben, aki autóval utazik munkába, azok nem értenek ezzel egyet, 53% adott 1-es és 2-est. Ezek alapján a hipotézis igaz.

H3: Minél többen laknak egy háztartásban, annál több autójuk van.

Megvizsgáltam a válaszadók háztartásának méretét. A válaszadókat két csoportra bontottam, az egyik csoportba azokat soroltam, akik kevesen laknak egy háztartásban, a másikba, akik többen. Ezt az adatok alapján 3 főnél határoztam meg, tehát 3 fő alatt az egyik, 3 fő felett a másik csoportba soroltam. Az autók számának vizsgálatához külön csoportba soroltam azokat, akiknek nincsen autója a háztartásban. A 6. ábra szemlélteti a háztartás méretének megoszlását a személygépkocsik száma alapján.

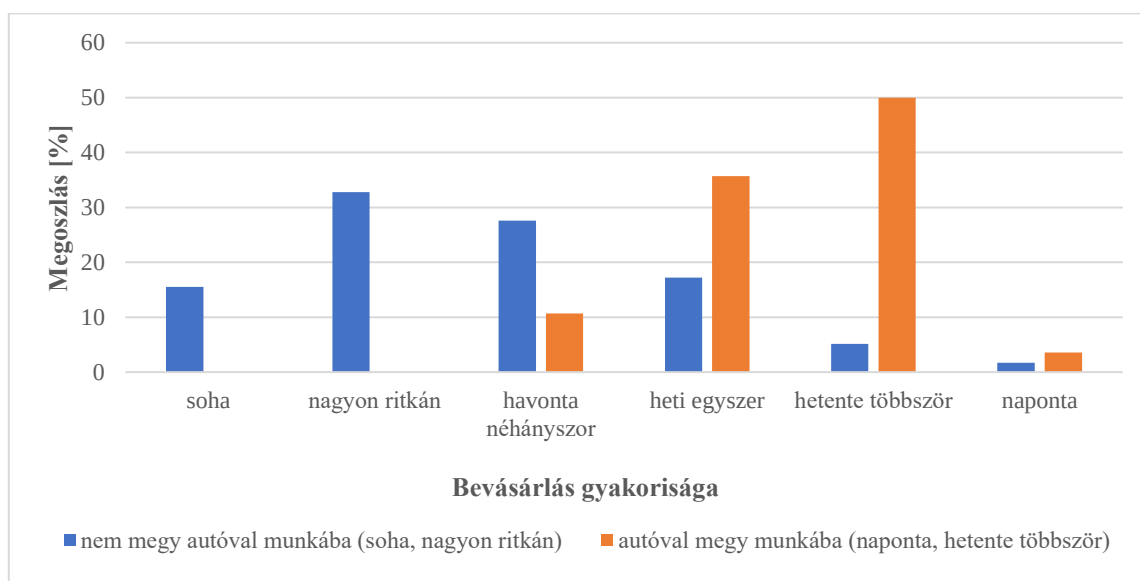


6. ábra: Háztartás méretének megoszlása a személygépkocsik száma alapján

A Khi négyzet próba elvégzése után azt az eredményt kaptam, hogy szignifikáns eltérés van az adatok között ($\chi^2=2,21 \cdot 10^{-7}$), így a hipotézis elfogadható.

H4: Akik az autót munkába/egyetemre/iskolába járáshoz használják, azok bevásárláshoz is autót használnak.

Vizsgáltam, hogy milyen gyakran használják az autót munkába/egyetemre/iskolába járáshoz és bevásárláshoz. A megoszlást a 7. ábra mutatja.



7. ábra: Autóhasználat gyakorisága bevásárláshoz

A 7. ábra azt mutatja, hogy azok, akik nem mennek autóval munkába, általában ritkán vagy soha nem mennek autóval bevásárolni. Akik munkába személygépkocsival utaznak, azok hetente többször vagy heti egyszer mennek autóval bevásárolni. A válaszadókra nem jellemző, hogy naponta mennek bevásárolni autóval. A Khí-négyzet próbát elvégezve $1,21 \cdot 10^{-8}$ eredményt kaptam, azaz a különbség szignifikáns, a hipotézis elfogadható.

SEM regresszió analízis

A kérdőívre kapott válaszokat Excel táblázatba konvertáltam és elvégeztem a szükséges formátumba való átalakítást. A szöveges válaszokat számformátumra konvertáltam, hogy a kapott adatokat egy ehhez megfelelő szoftverrel ki tudjam értékelni (6. táblázat).

6. táblázat: Szöveges válaszlehetőségek számértéke

Válasz		Érték
Gyakoriság	Naponta	5
	Hetente többször	4
	Heti egyszer	3
	Havonta néhányszor	2
	Nagyon ritkán	1
	Soha	0
Jövedelem	300 000 alatt	0
	300 000 – 500 000	1
	500 000 – 700 000	2
	700 000 – 900 000	3
	900 000 – 1 100 000	4
	1 100 000 felett	5
Éves futásteljesítmény	3 000 km alatt	1
	3 000 -6 000 km	2
	6 000 – 9 000 km	3
	9 000 – 12 000 km	4
	12 000 km felett	5

Ahol több kérdésre adott válasz alapján határoztam meg egy mérhető tényező értékét ($X_{3,3}$, $X_{5,2}$, $X_{6,1}$), ott a (4), (5) és (6) egyenlet alapján számítottam az értékeket.

$$X_{3,3} = \frac{\text{háztartás havi nettó jövedelme}}{\text{egy háztartásban élő emberek száma}} \quad (4)$$

$$X_{5,2} = \begin{cases} 0, & \text{ha nem megy autóval munkába} \\ \frac{\text{gyerek iskolába szállításának gyakorisága}}{\text{előfordulás száma}}, & \text{ha autóval munkába utazik} \end{cases} \quad (5)$$

$$X_{6,1} = \begin{cases} 0, & \text{ha nincs jogosítványa} \\ \frac{\text{háztartásban lévő autók száma}}{\text{jogosítvánnyal rendelkezők száma}}, & \text{ha van jogosítványa} \end{cases} \quad (6)$$

Kutatásom során az Onyx programot használtam, amelyet strukturális egyenletmodellezésre (SEM) és az ahhoz kapcsolódó statisztikai elemzésre használható. A program lehetővé teszi a SEM modellek létrehozását, az észlelt és látens változók közötti kapcsolatok ábrázolását. A program a Maximum Likelihood becslési eljárást végzi a mérési eredmények kiértékelésére. A módszer célja, hogy adott mérési értékekhez az ismeretlen paramétereknek olyan becslését adja meg, amely mellett az adott érték a legnagyobb valószínűséggel következik be. A modellben minden egyes kérdésre adott válasz egy mérhető változót jelent, míg az autóhasználati hajlandóság a látens változót jelenti. A modellben a mérhető és látens változók között a kapcsolatot a nyilak szimbolizálják, amik egy-egy λ értékkel vannak ellátva. Ezeket a programban standardizáltam, mert így a különböző változók közötti kapcsolatok összehasonlíthatóvá válnak, függetlenül a változók eredeti mérési skálájától. Standardizálás esetén az Onyx program a változókat olyan formára alakítja, hogy azok átlaga 0, szórása pedig 1 legyen, így az értékek a változó standard eltéréseiben kifejezve jelennek meg.

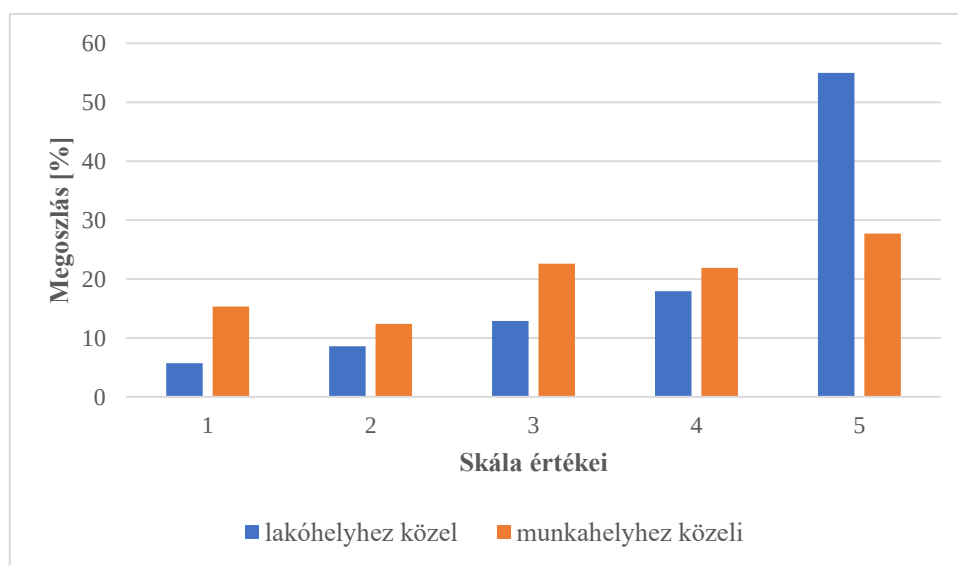
Az egyes mérhető, autóhasználatot befolyásoló változókhoz kapcsolódó standardizált λ értékeket a 7. táblázat tartalmazza.

7. táblázat: Autóhasználatot befolyásoló tényezők λ értékei

Jelölés	Megnevezés	Standardizált λ	Variancia
X ₀₁	Otthoni parkolóhely elérhetősége	0,0039	1,52
X ₀₂	Munkahelyi parkolóhely elérhetősége	0,33	1,99
X ₀₃	Otthoni kerékpározás és gyaloglás biztonsága és kényelme	0,21	1,15
X ₁₁	Otthonról elérhető közösségi közlekedés	-0,28	1,09
X ₁₂	Otthonról elérhető autómegosztó szolgáltatás	-0,06	1,95
X ₂₁	Az autó státuszsztimbólumként értelmezése	-0,12	1,78
X ₂₂	Környezetbarát közlekedés fontossága	-0,11	1,11
X ₃₁	Háztartás mérete	0,23	1,55
X ₃₂	10 éven aluli gyerekek száma a háztartásban	0,15	0,65
X ₃₃	Háztartás átlagos havi nettó jövedelme	0,3	0,73

A $\lambda > 0$ azt jelenti, hogy a tényező értékének növekedése esetén nő az autóhasználati hajlandóság is, míg $\lambda < 0$ esetén a változó értékének növekedése esetén csökken az autóhasználati hajlandóság.

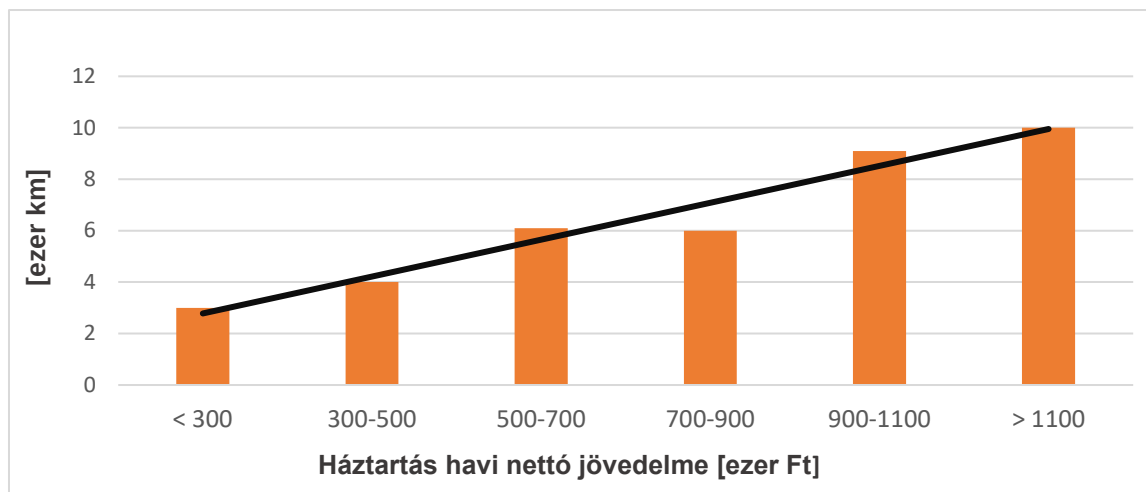
A modellem alapján az autóhasználati hajlandóság a munkahelyi parkolóhelyek elérhetőségének ($\lambda=0,33$) változására a legérzékenyebb. Ez pozitív λ érték áll, azaz minél jobb a munkahelyi parkolóhely elérhetősége, annál nagyobb valószínűséggel választják az emberek az autót közlekedési eszközként. A lakóhely környéki parkolóhelyre a modell alapján az autóhasználati hajlandóság csak kis mértékben érzékeny, szinte elhanyagolható jelentőségű ($\lambda=0,0039$). Bár a szakirodalomban sem szerepel meghatározó jelentőségű szempontként az otthoni parkolóhely elérhetősége, ez a várakozásaimmal ellentétben alacsony érték, ezért megvizsgáltam a válaszok megoszlását (8. ábra). A válaszadók kevesebb mint fele (49,6%) jónak ítéli (legalább 4-est adott a parkolásra a munkahelynél), míg nagyjából egyharmaduk (27,7%) nem megfelelőnek (3-asnál kevesebbet adott) a munkahelyi parkolási lehetőségeket. Ezzel szemben a lakóhely közelében lévő parkolóhelyek számával és elérhetőségével a válaszadók többsége elégedett (72,9% legalább 4-est adott).



8. ábra: Lakóhelyhez és munkahelyhez/iskolához közeli parkolóhellyel való elégedettség (1 – egyáltalán nem elégedett, 5 – nagyon elégedett)

Vagyis a munkahelyi parkolás értékelésénél egyenletesen oszlottak meg a válaszok, így a modell alkotás szempontjából jobban vizsgálható volt, hogy a változó értékének megváltozására hogyan változik az autóhasználati hajlandóság.

A háztartás átlagos havi nettó jövedelmének változására ugyancsak érzékeny ($\lambda=0,3$) az autóhasználati hajlandóság. Az eredmény azt mutatja, hogy minél magasabb valakinek az egy főre jutó havi nettó jövedelme, annál nagyobb valószínűséggel választja az autót közlekedési eszközként (9. ábra).



9. ábra: Kapcsolat a jármű éves átlagos futásteljesítménye és a háztartás havi nettó jövedelme között

Az otthonról elérhető közösségi közlekedés mutatja a legkisebb lambda értéket ($\lambda = -0,28$), ez azt jelenti, hogy minél kényelmesebben elérhető a közösségi közlekedés a lakóhely közelében, annál nagyobb a valószínűsége annak, hogy az emberek az utazásaikhoz nem a személygépkocsit fogják választani.

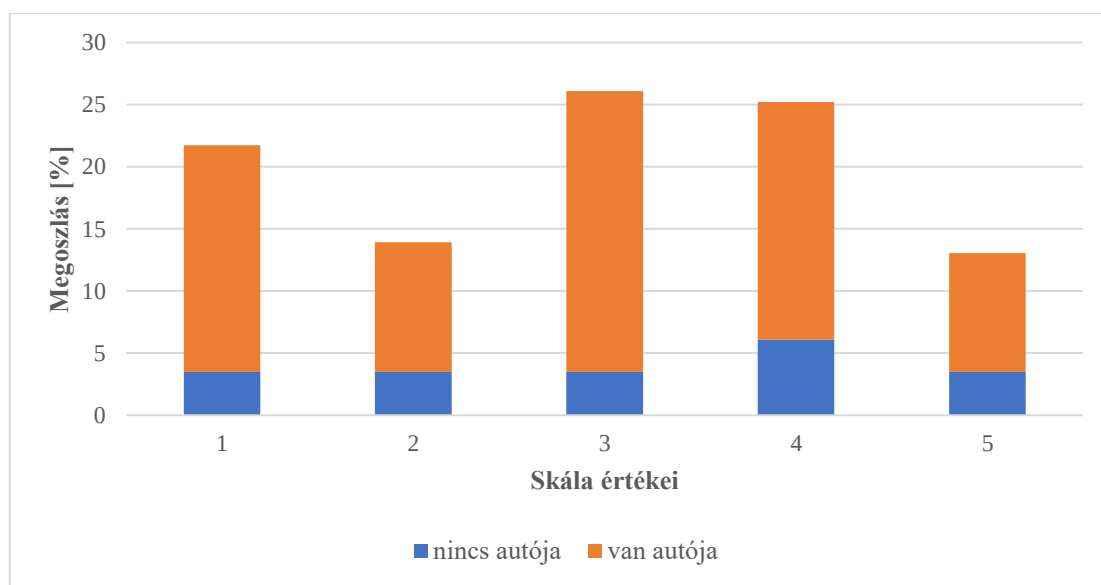
A várakozással ellentétben az „Otthoni kerékpározás és gyaloglás biztonsága és kényelme” pozitív előjelű ($\lambda = 0,21$), vagyis minél jobb a kerékpáros és gyalogos infrastruktúra, annál nagyobb az autóhasználati hajlandóság. Ez ellentétes a várakozásokkal, és feltehetőleg ez a mért tényező nem magyarázza az autóhasználati hajlandóságot, hanem korrelál vele. Ennek a következő okai lehetnek:

- Azok, akik autót használnak, jobbnak ítélik meg a kerékpáros és gyalogos infrastruktúrát. Például az autóban ülve nem tapasztalják meg a kerékpározással és gyaloglással járó nehézségeket.
- Az emberek elégedettek a lakóhelyük körüli kerékpáros és gyalogos infrastruktúrával és annak biztonságával, viszont rákényszerülnek az autóhasználatra is. Például külvárosban az alacsony forgalom miatt biztonságos a kerékpározás, viszont a belvárosba autóval tudnak az emberek bejutni, ami nagy autóhasználati hajlandóságot okoz.

Ebből az következik, hogy sokan nem azért közlekednek autóval, mert a kerékpáros és gyalogos közlekedést rossznak tartanák.

A nagyobb háztartásméret ugyancsak nagyobb autóhasználati hajlandóságot eredményez ($\lambda=0,23$); minél több ember él együtt, annál nagyobb az előfordulása annak, hogy személygépkocsijuk van és gyakran is használják azt. A 10 évnél fiatalabb gyerekek száma nem erősen befolyásoló tényező a kapott eredmények alapján ($\lambda=0,15$). Az háztartásban mindegy, hogy hány éveseket kell szállítani, a család a háztartás méretétől függően vesz autót (mert a háztartás mérete erős befolyásoló), vagy ha a gyerekek miatt már megvették az autót, később sem adják el.

A válaszadók értékelték, hogy mennyire tartják az autót státuszsimbólumnak. A modell a várakozásaimmal ellentétben negatív előjelű lambda értéket ($\lambda=-0,12$) mutat, ami azt jelenti, hogy az emberek minél inkább státuszsimbólumnak gondolják az autót, annál kisebb valószínűséggel közlekednek személygépkocsival. Másképpen megfogalmazva, az emberek azért birtokolnak autót, mert szerintük az nem státuszsimbólum, hanem hasznos közlekedési eszköz. A 10. ábra az autó státuszsimbólumként való értelmezésének megoszlását mutatja.



10. ábra: Az autó státuszsimbólumként való értelmezésének megoszlása
(1 – egyáltalán nem ért egyet, 5 – teljesen egyetért)

Azok, akiknek nincsen autója, nagyon megosztottan vélekednek a témáról, de inkább státuszsimbólumnak gondolják a személygépjárművet. A válaszadók körülbelül 37%-a szerint inkább státuszsimbólum az autó (legalább 4 pontot adott), nagyjából 35% szerint inkább nem az (legfeljebb 2 pontot adott).

Az otthonról elérhető autómegosztó szolgáltatás szinte egyáltalán nem befolyásolja az autóhasználati hajlandóságot ($\lambda=-0,06$). Az emberek nem használják jelentősen kevesebbszer

vagy többször a személygépkocsit az utazásaikhoz akkor sem, ha van a lakóhelyükhöz közel carsharing lehetőség. Ez azt mutatja, hogy nem igaz az a félelem a carsharing szolgáltatásokkal szemben, hogy megnövelik az autóhasználatot.

Az általam létrehozott modell befolyásoló tényezőinek jelentőségét a λ értékek alapján összehasonlítottam a feldolgozott szakirodalom befolyásoló tényezőinek jelentőségével. A λ értékeket három csoportra osztottam a modell alapján:

- gyenge befolyásoló hatású: $|\lambda| \leq 0,15$
- közepes befolyásoló hatású: $0,15 < |\lambda| \leq 0,25$
- erős befolyásoló hatású: $0,25 < |\lambda|$

Az összehasonlítást a 8. táblázatban végeztem el.

8. táblázat: Autóhasználatot befolyásoló tényezők összehasonlítása

Befolyásoló tényezők	Szakirodalmi jelentőség	Saját eredmény
Háztartásban élő gyerkek száma	közepes	közepes
Háztartás mérete	közepes	közepes
Utcakialakítás: világítás, gyalogosbarát kialakítás	közepes	közepes
Környezettudatosság	közepes	gyenge
Háztartás bevétele	erős	erős
Lakóhely-munkahely távolsága	erős	erős
Társadalmi-gazdasági különbségek	erős	erős
Kiépített infrastruktúra, tömegközlekedés elérhetősége	erős	erős
Lágy közlekedési infrastruktúra összekapcsoltsága	erős	erős
Parkolási lehetőség	erős	erős
Otthoni parkolóhely elérhetősége	nem ismert	gyenge
Otthonról elérhető autómegosztó szolgáltatás	nem ismert	gyenge
10 éven aluli gyerkek száma a háztartásban	nem ismert	gyenge
Az autó státuszszimbólumként értelmezése	nem ismert	gyenge

Az összehasonlítás során megállapítottam, hogy a kapott eredményem összhangban van a nemzetközi szakirodalommal, a legtöbb befolyásoló tényezőnek a jelentősége megegyezik. A környezettudatossági tényező mutat egyedül eltérést. Ez lehet speciálisan magyarországi jellemző. Előfordulhat, hogy a magyarok annak ellenére, hogy környezettudatosak és fontosnak tartják a környezetvédelmet, a közlekedési szokásaikon ez kevésbé látszódik meg, ennek hatására még nem mondanak le az autóhasználatról. Az is oka lehet az eltérésnek, hogy Magyarországon a környezettudatos közlekedés fejlesztése és támogatása nem rég óta van előtérben, ezáltal még az emberek nem építették le az autóközpontú gondolkodást, és utazásaikhoz még a személygépkocsit részesítik előnyben.

Megállapítottam a szakirodalom által nem vizsgált befolyásoló tényezők fontosságát is, ezek többnyire kis mértékben befolyásolják az autóhasználatot.

Az elemzés alapján a nagy jelentőséggel bíró tényezők, melyek befolyásolhatók forgalomtechnikailag és infrastrukturálisan a következők:

- könnyű munkahelyi parkolási lehetőség,
- otthonról elérhető közösségi közlekedés kényelme,
- lakóhely környéki gyalogos és kerékpáros közlekedés kényelme.

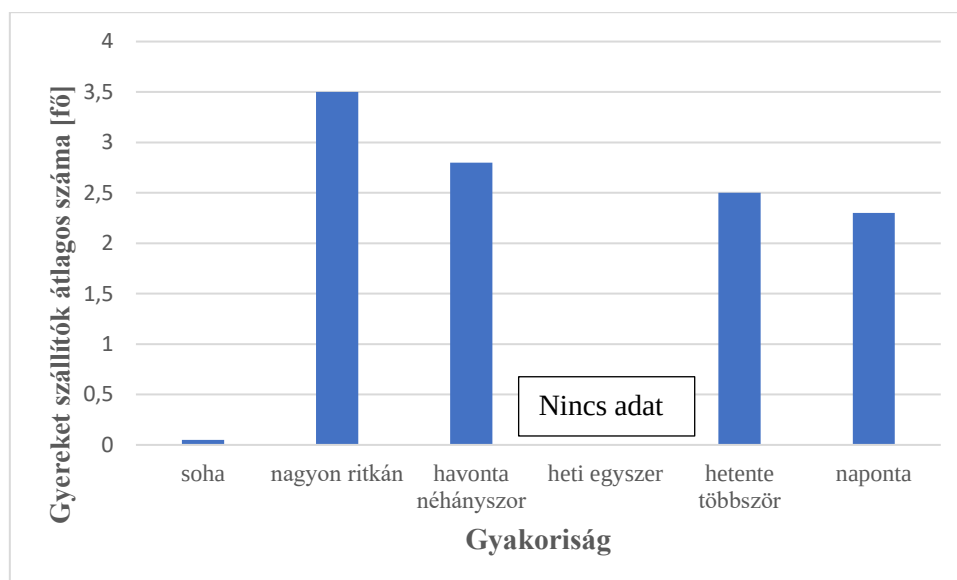
Ezek után megvizsgáltam, hogy melyek azok a megfigyelhető (mérhető) tényezők, amiket az autóhasználati hajlandóság nagy mértékben befolyásol. A 9. táblázat az autóhasználati hajlandóság mérhető tényezőit tartalmazza.

9. táblázat: Autóhasználati hajlandóságot leíró tényezők λ értékei

Jelölés	Megnevezés	Standardizált λ	Variancia érték
X_{41}	Preferenciák a közösségi közlekedés és közúti fejlesztésekkel szemben	-0,39	0,97
X_{42}	Parkolóhelyek megszüntetésének elfogadása kerékpáros infrastruktúra fejlesztés esetén	-0,36	1,61
X_{51}	Autó(k) átlagos futásteljesítménye	0,62	1,79
X_{52}	Autóval munkába/egyetemre/iskolába utazás gyakorisága	0,89	0,66
X_{53}	Autóval bevásárló utazás gyakorisága	0,69	0,8
X_{54}	Egyéb közlekedés mód használatának gyakorisága	-0,45	1,14
X_{55}	Gyerek iskolába fuvarozásának gyakorisága	0,13	7,54
X_{61}	Háztartásban lévő autók és a jogosítvánnyal rendelkezők aránya	-0,05	0,25

Az X_{52} tényező kapta abszolút értékben a legmagasabb befolyásoló tényező értéket (0,89). Ez a paraméter az autóval történő munkába/egyetemre/iskolába járás gyakoriságát szemlélteti. Az eredmény azt mutatja, hogy az autóval munkába/egyetemre/iskolába történő utazás érzékeny legjobban az autóhasználati hajlandóságra. Az X_{54} paraméter az egyéb közlekedési móddal történő utazási gyakoriságot mutatja. A modell alapján azok, akik gyakran használják a közösségi és lágy közlekedési módokat, kisebb valószínűséggel használnak autót az utazásaikhoz. Ezt a háztartásban lévő autó(k) átlagos éves futásteljesítménye (X_{51}) is jól leírja.

A gyerek iskolába fuvarozásának gyakorisága kis befolyásoló hatást mutat ($\lambda=0,13$), viszont a varianciája nagyon magas. Ez a magas variancia annak köszönhető, hogy sokaknak nincsen gyereke. Megvizsgáltam, hogy átlagosan hányan szállítják gyerekeiket iskolába azok, akik autóval járnak a munkahelyükre (11. ábra), ezáltal csak az érintetteket vizsgáltam.



11. ábra: Gyereket szállítók átlagos száma, akik autóval utaznak munkába

Ebben az esetben a 11. ábra azt mutatja, hogy minél többen utaznak munkába személygépkocsival, annál kevesebben szállítják gyerekeiket az iskolába. Ez azért lehet, mert a munkába utazó szülő elfoglaltabb, kevesebb ideje van elvinni a gyereket iskolába. Előzetesen nem ezt az eredményt vártam, azt gondoltam a kutatás előtt, hogy egybekötik a családok az utazást, és ha már a szülő autóval utazik munkába, elviszi a gyereket is iskolába.

Az autóhasználati hajlandóság a háztartásban lévő autók számára és jogosítványok számára nem érzékeny jelentősen ($\lambda=-0,05$).

Az autóhasználati hajlandóság jelentősen befolyásolja a személygépkocsival történő bevásárlást a modell alapján ($\lambda=0,69$). Ezt vártam előzetesen is, hiszen az emberek többnyire gyakran végzik a bevásárlást, így, ha ehhez személygépkocsit használnak, akkor az autóhasználati hajlandóságuk is magas.

A modell kiértékelése alapján az autóhasználati hajlandóság legjobban mérhető tényezői a következők:

- autóval történő munkába/egyetemre/iskolába járás gyakorisága,
- közösségi és lágy közlekedési módokkal történő utazási gyakoriság,

- a háztartásban lévő autó(k) átlagos éves futásteljesítménye,
- a háztartásban lévő autók száma.

A modell jóságát a megközelítési négyzetes középérték hiba (RMSEA), a standardizált reziduális négyzetes középérték (SRMR), az összehasonlító illeszkedési mutató (CFI) és a Tucker-Lewis mutató (TLI) írják le. Az RMSEA azt mutatja meg, hogy a modell mennyire illeszkedik az adatokhoz. Az SRMR értéke a megfigyelt és becsült kovarianciák közötti eltérést adja meg. A CFI a modell és a független (null) modell közötti összehasonlítást végzi, míg az TLI a nullához képesti illeszkedést mutatja. A 10. táblázat a modell jóságát leíró paramétereket és azok elfogadható illeszkedési tartományát [25] tartalmazza.

10. táblázat: A modell jóságát leíró paraméterek értéke

Modell jóságát leíró paraméter	Elfogadható illeszkedés értéke [25]	Modell értéke
RMSEA	<0,08	0,107
SRMR	<0,1	0,136
CFI	>0,95	0,511
TLI	>0,95	0,484

Az értékek alapján a modell jósága nem magas. A kutatásom elején azt tűztem ki célul, hogy azokat a változókat keresem, amiket lehet befolyásolni. Így azok a tényezők, amiket nem lehet befolyásolni, viszont hatással vannak az autóhasználatra, szándékosan kihagytam a kutatásból. Ez lehet annak az oka, hogy vannak olyan jelentőséggel bíró tényezők, amik a modell jóságát növelik, és velük együtt jó illeszkedésű modellt lehet létrehozni. Emellett lehetnek olyan előre nem látott, eltérő viselkedésű csoportok, amelyeknek a válaszait nem lehet lineáris megközelítéssel kezelni, ezáltal lineáris egyenlettel jellemezni a SEM modellben. Ezért a csoportok külön vizsgálatával szintén jobb illeszkedésű modell érhető el. Például, ha a nők és férfiak autóhasználati hajlandóságát jelentősen eltérő módon befolyásolják az okok, és az autóhasználati hajlandóság mértékét máshogy írják le a mérhető tényezők, a két csoportra jellemző lambda értékeket külön SEM modellben lehet meghatározni. Ezt több csoportos SEM modellezésnek hívják, amit a válaszadók alacsony száma miatt ebben a kutatásban nem végeztem el. Egy norvég tanulmányban [22], ahol SEM modellel értékelték az utazási módhasználati jellemzőket, sokkal nagyobb mintával dolgoztak (1039 válaszadó). Én kevesebb válaszadót értem el, ami szintén befolyásolhatja a modell illeszkedésének jóságát. Ezen okok miatt szükséges a kutatás folytatása.

Forgalomtechnikai és infrastrukturális beavatkozások

A jelentős befolyásoló hatású tényezők alapján megvizsgáltam, hogy milyen forgalomtechnikai és infrastrukturális beavatkozásokat lehet tenni annak érdekében, hogy az autóhasználati hajlandóság minél nagyobb mértékben csökkenjen. Az eredmények alapján a forgalomtechnikailag és infrastrukturálisan befolyásolható tényezők az alábbiak:

- munkahelyi parkolási lehetőség,
- otthonról elérhető közösségi közlekedés kényelme,
- lakóhely környéki kerékpározás és gyaloglás kényelme.

Az kutatás eredménye azt mutatja, hogy ha az emberek nem tudnak autójukkal a munkahely közelében kényelmesen parkolni, akkor más közlekedési eszközt vesznek igénybe az eljutáshoz. Ezért a munkahelyek környéki köztéri parkolóhelyeken a következő intézkedéseket javaslom:

- A maximális parkolási idő korlátozása (például maximum 3 óra), így ez az idő ügyintézésre elég, viszont munkahelyi parkolásnak kevés.
- A parkolóhelyek számának csökkentése úgy, hogy az áruforgalomhoz nélkülözhetetlen rakodási helyek és korlátozott idejű parkolóhelyek száma az áruforgalom mértékéhez igazodjon. Ezáltal az áruforgalom nem lesz akadályozott.
- Biztonságos kerékpártárolók kialakítása és gyalogos eljutási lehetőségek biztosítása a munkahelyek környékén.
- A munkáltatók támogatása aszerint, hogy a fejlesztési kiadásait parkolóhelyekre fordítja, vagy a munkahelynek az egyéb alternatív közlekedési módokkal való elérhetőséget fejleszti.
- A munkáltatók ösztönzése, hogy támogassák a munkahelyre történő közösségi és lágy közlekedési móddal való eljutást.

Az autózás költségeit növelő intézkedések nem célravezetőek, hiszen ahogy a modellem is mutatja, a magas jövedelemmel rendelkezők használnak leginkább személygépkocsit, és jellemzően a magas jövedelmű háztartásokban van több autó. Ezért az autóhasználati hajlandóság hatékony csökkentésére megoldás lehet a többkulcsos gépjárműadó. Vagyis az első autó gépjárműadója a legalacsonyabb, a másodiké magasabb stb. Ez támogatja az egy háztartáson belüli autók számának visszaszorítását és az autózási hajlandóságot anélkül, hogy a szegényebbeket és egy autót használókat hátrányosan érintené. Az így befolyt összeget a

közösségi közlekedés és lágy infrastruktúra fejlesztésére lehet fordítani, ami elősegíti az olcsóbb közösségi közlekedési eljutás kényelmének növelését, ami leginkább az alacsony autóhasználati hajlandósággal rendelkező, vagyis az alacsony jövedelmű háztartásokat segíti.

Ezzel párhuzamosan fontos, hogy a munkahely irányában, és a lakóhelyhez közel a gyakran látogatott helyszínek irányában is magas minőségű közösségi közlekedési szolgáltatás legyen elérhető. Például gyakori és pontos járatok, minél több közvetlen eljutási lehetőség, valamint az átszállási lehetőségek fejlesztése, egységes jegyrendszer stb.

A lakóhely környéki kerékpározás és gyaloglás kényelmének javítása hozzájárul a fenntartható közlekedési módok népszerűsítéséhez és a közösség egészséges életmódjának támogatásához.

A fejlesztési lehetőségek a következők:

- Biztonságos és széles járdák és gyalogátkelőhelyek,
- Kerékpártárolók és -kölsönzők,
- Gyalogos- és kerékpáros előnyben részesítés: Alacsony sebességű övezetek kialakítása a gyalogosok és kerékpárosok számára.

5. Összefoglalás

Számos európai nagyvárosban jelentős problémát okoz az autós forgalom. Dolgozatomban arra a kérdésre kerestem a választ, hogy melyek azok a tényezők (okok), amelyek a legnagyobb hatással vannak az autóhasználati hajlandóságra (okozat), ezáltal milyen intézkedésekkel lehet elérni azt, hogy az emberek kevesebbet használják a személygépkocsijukat, és helyette az aktív és közösségi közlekedési eszközöket vegyék igénybe. A TDK dolgozatomban újszerűsége, hogy a magyarországi autóhasználatot befolyásoló tényezőket vizsgáltam SEM modell használatával, továbbá az általam létrehozott modell egyszerre veszi figyelembe az áttekintett szakirodalom valamennyi befolyásoló tényezőit.

Megvizsgáltam, hogy a szakirodalomban megtalálható tanulmányok alapján mely tényezők befolyásolják leginkább az autóhasználati hajlandóságot, valamint a kérdőíves felmérés módszertanát is áttekintettem. Az áttekintést követően úgy ítélt meg, hogy szükséges egy hazai vizsgálat az autóhasználati hajlandóságról, ami a magyar emberek szokásait és kultúráját veszi figyelembe.

Az ok-okozati kapcsolatok erősségének a meghatározásához a strukturális egyenleteken alapuló modellezést (SEM) alkalmaztam, ami a kapcsolatok erősségének kvantitatív leírását teszi lehetővé. Létrehoztam egy kérdőívet, ami az irodalomkutatás során azonosított autóhasználati hajlandóságot erősen befolyásoló szempontokat lefedte. Megállapítottam, hogy az autóhasználati hajlandóságot leginkább befolyásoló tényezők a munkahelyi parkolási lehetőség, a háztartás jövedelme és a közösségi közlekedés színvonala, ami összhangban van a szakirodalommal. A várakozásokkal ellentétben a kerékpározhatóság és a gyalogos infrastruktúra jóságával együtt nő az autóhasználati hajlandóság, ami további vizsgálatokat indokol. Megállapítottam, hogy az autóhasználati hajlandóságot legjobban az autóhasználat gyakorisága (munka és bevásárlás), valamint az autó futásteljesítménye írja le legjobban. Végül a munkahelyi parkolás megváltoztatására és a gépjárműadó módosítására tettem javaslatot. Meghatároztam a modell továbbfejlesztési irányait, amelyek közül a legfontosabbak a minta reprezentativitásának növelése, valamint csoportok képzésével több-csoportos SEM modell kialakítása. Értékeltem a modellem jóságát, valamint meghatároztam az autóhasználatot legjelentősebben befolyásoló tényezőket. Ezek a tényezők alapján forgalomtechnikai és infrastrukturális beavatkozási javaslatokat tettem annak érdekében, hogy az autóhasználat csökkenjen a közösségi és lágy közlekedési módok előtérbe helyezésével.

6. Tartalomjegyzék

- [1] C. Moreno, z. Allam, D. Chabaud, C. Gall, F. Pratlong, Introducing the “15-Minute City”: Sustainability, Resilience and Place Identity in Future Post-Pandemic Cities, *Smart Cities* 2021, 4, 93–111. DOI: 10.3390/smartcities4010006
- [2] Lu-Yi Q., Ling-Yun H., Bike Sharing and the Economy, the Environment, and Health-Related Externalities, *Sustainability* 2018, 10(4), 1145; DOI: 10.3390/su10041145
- [3] S. Gössling, A. Choi, K. Dekker, D. Metzler, The Social Cost of Automobility, Cycling and Walking in the European Union, *Ecological Economics*, 2019/158 65-74, DOI: 10.1016/j.ecolecon.2018.12.016
- [4] N. Mueller, D. Rojas-Rueda, H. Khreis, M. Cirach, D. Andrés, J. Ballester, X. Bartoll, C. Daher, A. Deluca, C. Echave, C. Milá, S. Márquez, J. Palou, K. Pérez, C. Tonne, M. Stevenson, S. Rueda, M. Nieuwenhuijsen, *Environment International*, 2020, 134, 105132, DOI: 10.1016/j.envint.2019.105132
- [5] I. López, J. Ortega, M. Pardo, Mobility Infrastructures in Cities and Climate Change: An Analysis Through the Superblocks in Barcelona, *Atmosphere*, 2020, 11(4), 410, DOI: 10.3390/atmos11040410
- [6] C. Yamu, C. Garau, The 15-Min City: A Configurational Approach for Understanding the Spatial, Economic, and Cognitive Context of Walkability in Vienna, 2022, Springer, Volume 13377, pp 387–404, DOI: 10.1007/978-3-031-10536-4_26
- [7] D. Rhoads, A. Solé-Ribalta, J. Borge-Holthoefer, The inclusive 15-minute city: Walkability analysis with sidewalk networks, Elsevier: *Computers, Environment and Urban Systems*, 2023/100 101936, DOI: 10.1016/j.compenvurbsys.2022.101936
- [8] G. Pozoukidou, Z. Chatziyiannaki, 15-Minute City: Decomposing the New Urban Planning Eutopia, *Sustainability* 2021, 13(2), 928; DOI: 10.3390/su13020928
- [9] E. Knap, M. B. Ulak, K. T. Geurs, A. Mulders, S. van der Drift, A composite X-minute city cycling accessibility metric and its role in assessing spatial and socioeconomic inequalities – A case study in Utrecht, the Netherlands, *Journal of Urban Mobility*, 2023/3 100043, DOI: 10.1016/j.urbmob.2022.100043
- [10] J. Correa-Parra, J. F. Vergara-Perucich, C. Aguirre-Nuñez, Towards a Walkable City: Principal Component Analysis for Defining Sub-Centralities in the Santiago Metropolitan Area, *Land* 2020, 9(10), 362; DOI: 10.3390/land9100362
- [11] S. Bamberg, D. Rölle, C. Weber, Does habitual car use not lead to more resistance to change of travel mode?, *Transportation* 2003/30 97–108, DOI: 10.1023/A:1021282523910
- [12] J. Thøgersen, B. Møller, Breaking car use habits: The effectiveness of a free one-month travelcard, *Transportation* 2008/ 35 329–345, DOI: 10.1007/s11116-9160-1
- [13] L. Eriksson, J. Garvill, A. M. Nordlund, Interrupting habitual car use: The importance of car habit strength and moral motivation for personal car use reduction, *Transportation Research*, 2008/11 10-23, DOI: 10.1016/j.trf.2007.05.004

- [14] K. Orru, A. Poom, A. Norlund, Socio-structural and psychological factors behind car use: Comparing Northern and Eastern Europe, *Transportation Research*, 2019, 119, 313-325, DOI: 10.1016/j.tra.2018.12.007
- [15] Rong-Chang J., Tzu-Ying C., Factors affecting public transportation, car, and motorcycle usage, *Transportation Research*, 2014, 61, 186-198, DOI: 10.1016/j.tra.2014.02.011
- [16] A. Carse, A. Goodman, R.L. Mackett, J. Panter, D. Ogilvie, The factors influencing car use in a cycle-friendly city: the case of Cambridge, *Journal of Transport Geography*, 2013, 28, 67-74, DOI: 10.1016/j.jtrangeo.2012.10.013
- [17] Jiangping Z., Sustainable commute in a car-dominant city: Factors affecting alternative mode choices among university students, *Transportation Research*, 2012, 46(7), 1013-1029, DOI: 10.1016/j.tra.2012.04.001
- [18] Ö. Şimşekoğlu, T. Nordfjærn, T. Rundmo, Predictors of car use habit strength in an urban Norwegian public, *Transportation* 2017/44 575–588, DOI: 10.1007/s11116-015-9668-0
- [19] M. Feyzollahi, P-O. Pineau, N. Rafizadeh, Drivers of Driving: A Review, *Sustainability*, 2024, 16/6, 2479, DOI: 10.3390/su16062479
- [20] J. Soza-Parra, The role of personal motives in determining car ownership and use: a literature review, *Taylor & Francis Online*, 2022, 44/3, 591-611, DOI: 10.1080/01441647.2023.2278445
- [21] P. Henriksson, L. Levin, T. Willstrand, B. Peters, Challenging situations, self-reported driving habits and capacity among older drivers (70+) in Sweden, *SAFE MOVE – Safe Mobility for Older Drivers*, 2014, VTI notat 9A–2014, www.vti.se/publications
- [22] Ö. Şimşekoğlu, T. Nordfjærn, T. Rundmo, The role of attitudes, transport priorities, and car use habit for travel mode use and intentions to use public transportation in an urban Norwegian public, *Transport Policy*, 2015/42 113-120, DOI: 10.1016/j.tranpol.2015.05.019
- [23] Ng Chirk J., Designing A Questionnaire, *Malays Fam Physician*, 2006; 1(1), 32–35, PMID: 26998209
- [24] S. Roopa, MS. Rani, Questionnaire Designing for a Survey, *Journal of Indian Orthodontic Society*, 2012/46 (4) 273-277, DOI: 10.5005/jp-journals-10021-1104
- [25] K. Schermelleh-Engel, H. Moosbrugger, Evaluating the Fit of Structural Equation Models: Tests of Significance and Descriptive Goodness-of-Fit Measures, *Methods of Psychological Research*, 2003, 8(2), 23-74, DOI: 10.23668/psycharchives.12784