



SZÉCHENYI ISTVÁN EGYETEM

ÉPÍTÉSZ,-ÉPÍTŐ- ÉS KÖZLEKEDÉSMÉRNÖKI KAR

Rollererek viselkedésének vizsgálata videó alapú szoftveres elemzéssel jelzőlámpás csomópontokban

Döme Annamária BU014J

Csulak Roxána Vivien GG9F0H

Építőmérnöki szak

Belső konzulens:

Dr. Miletics Dániel

Közlekedésépítési és Vízmérnöki Tanszék

Győr, 2024.11.02.

Abstract:

A jelzőlámpás csomópontok tervezésének és méretezésének alapvető fontosságú eleme a közbenső idők számítása, ami a közlekedők sebességén, valamint az általuk a csomóponti mag területén megtett utak hosszán alapul. A jelenlegi, jelzőlámpás csomópontok tervezését segítő tervezési előírások a gépjárművek, a kerékpárosok és a gyalogosok sebességére vonatkozó empirikus adatokat tartalmaznak. Az elmúlt évtizedben megjelent új, fenntartható városi közlekedési módok, a mikromobilitási eszközök kihívást jelentenek a közlekedési szakma számára, mind az eszközök használatának szabályozása, mind pedig a nekik megfelelő infrastruktúra tervezése terén. A szakirodalom kutatás rámutatott, hogy a mikromobilitási eszközök használatának elemzése terjedőben van, de az eszközök egyre szélesebb körben való használata miatt további kutatásokra van szükség. A dolgozatban azt vizsgáljuk, hogy a leginkább elterjedt mikromobilitási eszköz, a roller miként illeszkedik a jelzőlámpás csomópontok közlekedési képébe. A vizsgálati helyszínek Győrben kerültek kiválasztásra, szem előtt tartva, hogy a helyszínek kialakítása, szabályozása és a forgalom jellege lehetőleg minél inkább hasonló legyen. A rollerek viselkedését a DataFromSky nevű videó alapú szoftverrel elemeztük: a tanulmány a rollerek helyét (hol közlekednek: gyalogátkelőn vagy kerékpáros átvezetésen?) és sebességét vizsgálta, valamint azt, hogy a rollerek milyen interakciókba kerülnek a többi sérülékeny úthasználóval.

Tartalom

Abstract:	2
1.Bevezetés:	1
2. Az e-roller szabályozási alapjai	1
3. Az e-roller használatának veszélyei, balesetek:	3
4.Az eszköz használata, felhasználói hozzáállás:	5
5. E-roller a közlekedésépítésben:	6
6. Módszertan:	6
6.1. DataFromSky.....	6
6.2. Helyszínek kiválasztása:.....	9
7.Adatelemzés	10
7.1. Elemzés:	10
7.2. A felhasználók közlekedési magatartása:	11
.....	13
.....	13
7.3. Kerékpárosok és rollerek sebessége.....	17
7.4. Statisztika	23
8. Összegzés.....	28
9. További lépések.....	29
Irodalomjegyzék:	30

1.Bevezetés:

Az elmúlt években a kis és nagyvárosokban egyre nagyobb hangsúlyt fektetnek a fenntartható közlekedés kialakítására, melynek célja egy olyan rendszer megalkotása, amely segít csökkenteni a városban jelen levő forgalmi zajokat, torlódást, és javítja a levegő minőségét. Ezek figyelembevételével tisztább, környezettudatosabb és élhetőbb településeket tudunk létrehozni. A fenntartható közlekedés magába foglalja a mikromobilitást, amely olyan kisebb, általában elektromos eszközöket foglal magába, mint a kerékpárok, elektromos kerékpárok és az elektromos rollerek. Az International Transport Forum (ITF) által úgy van meghatározva a mikromobilitás, hogy a kategóriában a járművek súlya nem haladja meg a 350 kg-ot és tervezési sebességük maximum 45 km/h. Az ITF egy kategóriába sorolja az emberi erővel hajtott, valamint az elektromos eszközöket is. Ezek megjelenése jelentősen átalakította a városi közlekedést, mivel az elektromos eszközök rövid időn belül váltak népszerű közlekedési eszközökké, hiszen gyors, rugalmas és megfizethető. A mikromobilitás fogalma is dinamikusan változik, hiszen új eszközök jelennek meg napról napra. A pontos meghatározása a fogalomnak kiemelten fontos, hiszen a balesetek csökkentésének, a forgalmi rend kialakításának, a közlekedésben résztvevők elhelyezésében rendkívül fontos eleme a kategorizálás. Ugyanakkor az e-rollerek gyors és dinamikus elterjedése miatt számos probléma, hiány és kihívás jelent meg napjainkban, a már említett okok miatt. [8][9]

Az általunk áttekintett tanulmányok többségében kérdőívek segítségével vagy különböző eszközök bevonásával vizsgálták az e-roller használatához kapcsolódó kérdéseket.

2. Az e-roller szabályozási alapjai

Az e-rollerek kategorizálása különböző problémákat vet fel. Típustól, és gyártótól függően más sebességtartományban képesek mozogni. Általában ez 12-40 km/h közé helyezhető. Érezhető a nagy különbség, amely felelősséget helyez a felhasználóra, hiszen a konfliktushelyzetek elkerülése érdekében a különböző szituációkban megfelelő sebességet önállóan kell megválasztania.

Az eszközök hirtelen megjelenése gyors cselekedeteket, és szabályokat igényelt. Napjainkban nincs egy egységes szabályrendszer az e-rollert használók számára. Országoként eltérő módon próbálják integrálni őket a közúti forgalomba.

A forgalomban való elhelyezés során figyelembe kell vennünk, hogy az e-rollert használók hasonló sebességgel tudnak közlekedni, mint a kerékpárosok, ugyanakkor kisebb útfelületet foglalnak el, valamint pillanatok alatt válnak gyalogossá, maguk mellett tolva az eszközt. E remek tulajdonságuk veszélyt is rejt magában, hiszen egyszerre használhatják a gyalogos, kerékpáros felületeket, valamint az úttestet is. Sikerüknek másik titka, hogy könnyebben szállíthatóak a rollerek, mint a kerékpárok, így a tömegközlekedési eszközökkel is tökéletesen összeegyeztethetők. Az említett tulajdonságok miatt rendkívül nehéz a forgalomban való elhelyezésük a rollereknek, és még számos kutatási kérdés áll fenn.

Az e-roller szabályozása elsőként Németországban valósult meg, 2019-ben. Súly- és teljesítménykorlátot vezettek be, amely meghatározta a maximális 20 km/h sebességet, valamint kötelező biztosítást a járművekre, kötelező világító berendezések, és csengő használatát. Emellett szabályozták, hogy az e-roller használatához minimum a 14 éves kor betöltése szükséges.

Franciaországban a szabályozások kicsit enyhébbek. A meghatározott minimális életkor 12 év, míg a legnagyobb sebesség, amivel haladhatnak a járművet használók: 25 km/h.

Az Egyesült Királyságban jelenleg több kísérleti projekt is zajlik. Határozottan tiltják a járdán való alkalmazását az e-rollernek, a maximális sebességet pedig 25 km/h-ra korlátozták.

Varsóban a gyalogosok kényelmét tartották szem előtt, így a járdán szabálytalanul parkoló, valamint a gyalogosokat veszélyeztető járműveket korlátozták [10][11].

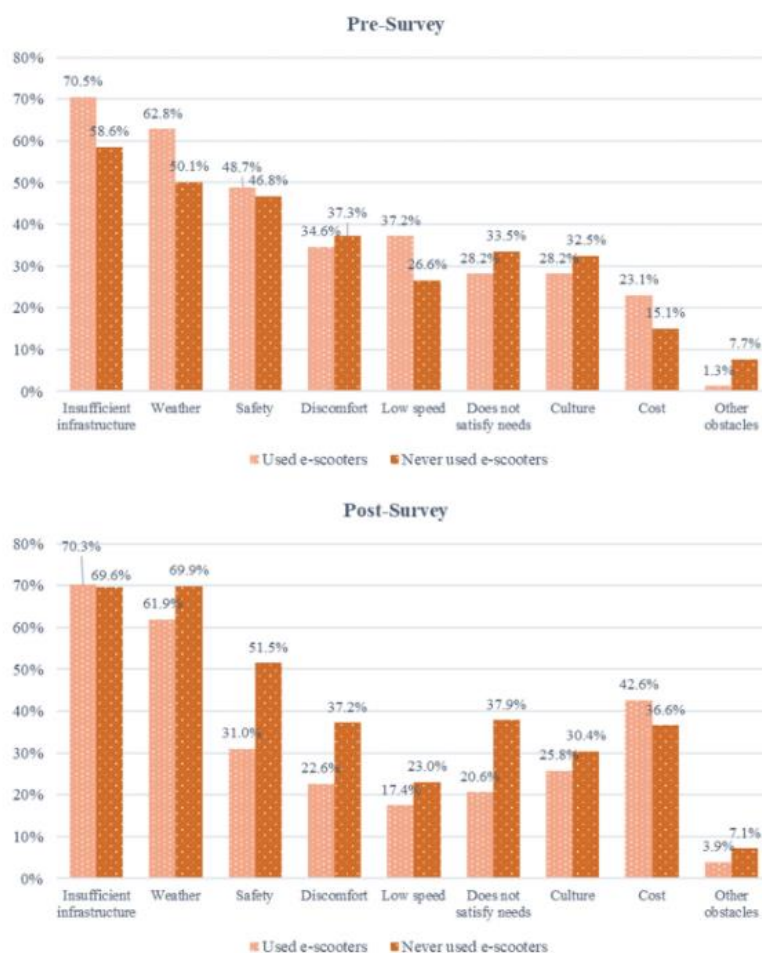
Magyarországon a sebességre vonatkozó szabály alapján az e-rollerek maximum 25 km/h sebességgel közlekednek, efelett a sebesség felett motoros járműnek minősít a jogszabály. A kutatásunk során a feldolgozott eredményekből következtethetünk arra, hogy ez hibás meghatározás. Az e-rollerek képesek nagyobb sebességgel közlekedni, és amennyiben a lehetőségek adóttak, a felhasználók nem ragaszkodnak a 25 km/h sebességhez.

Gyalogjárdákon korlátozott lenne a rollerek sebessége, ugyanakkor a korlátozó jelzőtáblák, figyelmeztetések kihelyezése még hiányos.

A biztonsági felszerelések szabályozása is még kérdéseket vet fel. A nagyobb teljesítmény, valamint a fejlődő technológia igényli, hogy a biztonsági felszerelések használata kötelezővé váljon, valamint a balesetek kimeneteli súlyosságának csökkentése érdekében is erősen javallott a védőfelszerelések, világító felszerelések alkalmazása [12].

3. Az e-roller használatának veszélyei, balesetek:

Az e-rollerek használatát fontos, hogy a felhasználók körültekintően közlekedjenek, tisztában legyenek a rájuk vonatkozó közlekedési szabályokkal, és tekintettel legyenek más közlekedési résztvevőkre is. Használatukkal egyre emelkedik a sérülések és balesetek száma, melynek leggyakoribb sérülései közé tartozik a fejsérülés és a törés [5]. Egyes tanulmányokban 464 felhasználóknak különböző kérdéseket tettek fel rollerezési szokásaikhoz kapcsolódóan, melynek eredményeit egy korábbi, 2020-as felméréshez vetették össze [4]. A biztonsági szempontoknál a felhasználók tapasztalatai alapján a közeli ütközések aránya nőtt 38%-ról 39%-ra, amely nagyon enyhe növekedést jelent. A biztonságérzet nőtt 13,7%-ról 22,2%-ra, azonban az emberek 34,4%-a még mindig nem érzi magát biztonságban, ha elektromos roller mellett kell elhaladnia. A válaszadók 37,3%-a hajlandó lenne sisakot viselni, azonban 29,1% egyáltalán nem. Azok aránya, akik biztonságosnak tartják az e-rollereket 14,9%, amely a 2020-as évekhez képest csökkent 28,2%-ról. Ez valószínűleg a szabályozás hiányának és a gyakori baleseteknek tudható be. A közvéleménykutatás további adatai az 1.Ábrán látható [4].



1. ábra Challenges hindering the use of electric scooters in Saudi Arabia. (Forrás.[4])

Szintén egy hasonló tanulmányban kérdőív segítségével vizsgálták a roller használata közben bekövetkezett baleseteket [5]. 210 résztvevő közül 58 fő számolt be arról, hogy baleset érte használat közben, ebből 32 esetben sérülés is történt. A résztvevők 70%-a férfi volt, jellemzően 26-40 év közöttiek. A balesetben érintett nők aránya 13,8%, míg a férfiaknál ez 32,7%. Levonható az a következtetés, hogy a rollerrel történő baleset kockázata magasabb a férfiak körében, mint a nőknél.

A tanulmány rámutatott, hogy a kerékpárutakon való közlekedés biztonságosabbnak bizonyult, mint a járdán való közlekedés. Készült egy tanulmány az Egyesült Államokban, Texasban, Austinban, melynek célja a rolleres balesetek megértése volt [6]. A vizsgálat szeptembertől novemberig tartott, azaz összesen 90 napig gyűjtötték az adatokat. Az baleseti adatokat egy hírszolgáltatótól szerezték be, majd ezeket összesítve összesen 166 e-roller balesetet követhettek nyomon. Az adatbázis tartalmazta a baleset helyét, a használó nemét, sérülések leírását, kórházi adatokat. Megállapították, hogy a balesetek 60%-a belváros és az egyetem környékén történt. Összevetették az akkor történő forgalmi baleseteket a rolleres balesetekkel, melynek eredménye szerint a forgalmi balesetek reggel 9-től este 21 óráig tartottak, addig a rolleres balesetek a délutáni és éjszakai órákban történtek. A legalacsonyabb használat 4 órákor, míg a legmagasabb délben történt. A legtöbb baleset 17 órákor, míg a legkevesebb 4 és 6 órákor történt. A baleseti helyszínek megfigyelése és elemzése hasznos lehet a jövőben, hiszen ezekre a területekre érdemes tervezéskor összpontosítani. A tanulmány rámutatott, hogy a rolleres balesetek nincsenek összhangban a többi, forgalomban történő balesettel, tehát óvatosan kell eljárni a jövőbeni tervezések során, hiszen ilyenkor nem lehet a hagyományos intézkedésekhez nyúlni.

A szabályozás mielőbbi szükségességét bizonyítja egy 2017-ben végzett kutatás, amelyből megtudható, hogy 249 sérültet vittek kórházba, akik e-rollert használtak. A felmérésből az az információ derült ki, hogy a sérültek közül több volt ittas állapotban, mint aki bukósisakot viselt. E kutatás bizonyítja a fontosságát annak, hogy mielőbb szabályozva legyenek a mikromobilitási eszközök, ezzel növelve a biztonságot, és csökkentve az elkerülhető balesetek számát [11].

4.Az eszköz használata, felhasználói hozzáállás:

Az e-roller kis méretével és könnyű kialakításával egyre népszerűbb résztvevője a városi infrastruktúrának, azonban ez a többi közlekedési szereplővel szemben kihívást és konfliktushelyzetet is teremthet. A rollerek és más felhasználók interakcióinak vizsgálata és megértése kulcsszerepet játszik a mikromobilitás jövőbeni fejlesztésében.

Kegalle és társai e probléma áthidalására egy új adatgyűjtési módszert javasoltak. Az eszköz használatáról rengeteg felmérést, elemzést és megfigyelést végeztek el, azonban ezek a felhasználók saját bevallásai szerint készültek, így ezek az adatok pontatlannak bizonyultak. Vizsgálataikat 15 résztvevővel végezték el, egy 360° kamerát helyeztek el a sisakjukra, a felhasználók tekintetének mozgására Tobii Pro Glasses 3 szemkövetőt alkalmaztak, illetve egy Garmin Edge 130 Plus eszközt helyeztek el a rollereken, amellyel követni tudták a helyzetüket és sebességüket. Ezen kívül a résztvevőket követték testkamerával felszerelt, szintén rollerrel közlekedő felhasználó, amivel rögzítették viselkedésüket a többi közlekedővel szemben. A kutatás főleg közös használatú gyalogos-kerékpáros utakra, kerékpár sávokra és kerékpárnyomra irányult. Az eredmények azt mutatták, hogy a kijelölt kerékpársávon sokkal hatékonyabb és biztonságosabb a közlekedés, amit a magasabb átlagsebesség és a kevesebb konfliktushelyzet bizonyít. A kerékpárnyomon végzett kutatásnál a személygépjárművekkel megosztott közös sáv miatt itt volt a legalacsonyabb az átlagsebesség, a balesetek elkerülése végett folyamatos éberség szükséges. A gyalogos-kerékpáros utakon a kerékpárosok hajlamosak voltak folyamatosan csökkenteni sebességüket, valószínűleg azért, hogy a gyalogos és rolleres résztvevőkkel szemben elkerüljék a balesetveszélyes helyzeteket [1].

Tuncer és társai szintén a rollerek és más felhasználók egymással történő interakcióit figyelembe vették. A kutatás során azt vizsgálták, hogy a rollerhasználók hogyan viselkednek a közös felületeken, illetve miként viszonyulnak a gyalogosok mozgásához. Hasonlóan az előző vizsgálathoz, a résztvevőkön kamera volt elhelyezve, illetve követték őket szintén testkamerával felszerelt kutatók. A videófelvételek elemzése során láthatóvá vált, hogy miként kezelik a különböző helyzeteket, miként értelmezik a közlekedési szabályokat. A felvételek alapján a fő probléma az, hogy kereszteződésben az úton közlekedő rollerek piros jelzés esetén leszállnak a járműről, hogy ezzel a zöldet jelző gyalogosátkelőn gyalogosként át tudjanak haladni. Gyakran a gyalogosok és rollerek közötti konfliktushelyzetet az elsőbbségadás folyamata adja meg [2].

5. E-roller a közlekedésépítésben:

Egyes tanulmányokban közvéleménykutatás alapján vizsgálták a rollerhasználati szokásokat, és a szabályozással kapcsolatos elvárásokat. [3] A kutatás során megállapították, hogy a lakóhely és az e-roller használatának gyakorisága között nincs összefüggés, a használók szerint a jelenlegi szabályozás nem kielégítő, illetve szorgalmaznák az e-roller közlekedésbe történő beillesztését, az infrastruktúra fejlesztését, és a rollerezésre vonatkozó szabályozások bevezetését [3].

Az elektromos rollerek megjelenésével a kerékpármegosztó rendszerek egyre hanyatlóbb időket élnek meg. A rohanó világban a kényelem és a gyorsaság vált elsődlegessé a választási szempontok közül. Mivel az e-roller minimális erőbefektetést igényel, és gyorsabb is, mint egy kerékpár, valamint kevésbé szabályozott jelenleg, ezért gyakran választják ezt elsődleges használati eszközként. Megfigyelhető, hogy nem csak a hétköznapiakban, hanem a turisták is egyre gyakrabban alkalmazzák a közlekedési eszközt.

6. Módszertan:

Tanulmányunkban elsődleges célunk az elektromos rollerek viselkedésének és más, közlekedésben résztvevőkkel való interakciójának vizsgálata volt. A forgalomban lévő résztvevők megfigyeléséhez a DataFromSky felhő-alapú platformot használtuk. Fontos szempontnak tartottuk a mikromobilitási eszközt használók sebességválasztását, valamint, hogy milyen pályán közlekednek a csomópontokban.

6.1. DataFromSky

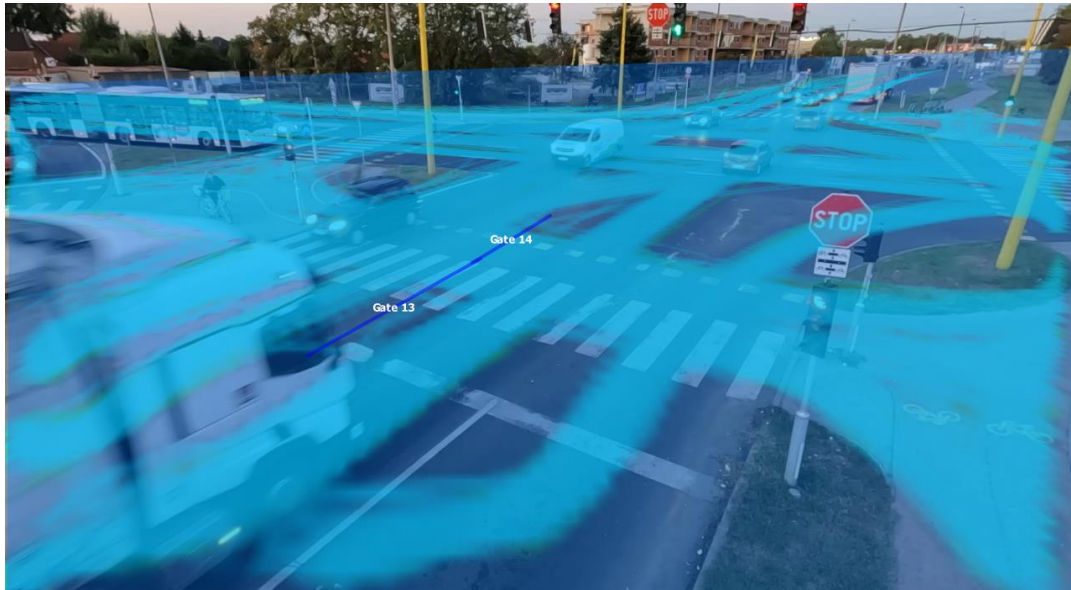
A DataFromSky egy automatizált rendszer, amely a közlekedési és forgalmi adatok elemzését végzi el, vizualizálja azokat. Főleg drónok és fixen rögzített kamerák által felvett videókat elemzi gépi látás és mesterséges intelligencia (AI) együttes alkalmazásával. Ezzel a technológiával képesek vagyunk részletes és pontos, valós idejű paraméterek mérésére, akár a közúti forgalomról vagy a járművek közlekedési szokásairól [7]. Az elemzés során a mesterséges intelligencia képes megállapítani a járművek típusát, a megválasztott sebességét, és leköveti azoknak mozgását, irányváltoztatását. A DataFromSky használatával képesek lehetünk javítani a közlekedésbiztonságon, hiszen segít a forgalmi résztvevők szokásainak megértésében és elemzésében, csúcsforgalomban a torlódási helyek azonosításában, mindezt úgy, hogy csökkenti az emberi munkaerő szükségességét [7].

Az elemzés során beállítható, hogy a videón elhaladó járművek felett megjelenjen azok automatikusan generált sorszáma, a jármű típusa és sebessége. Ezen kívül még lehetőség adódik beállítani a közlekedési eszközök pontos koordinátáját, és létrehozni a járművek teljes mozgási útvonalát [2.Ábra].



2. ábra A közlekedési résztvevők adatai

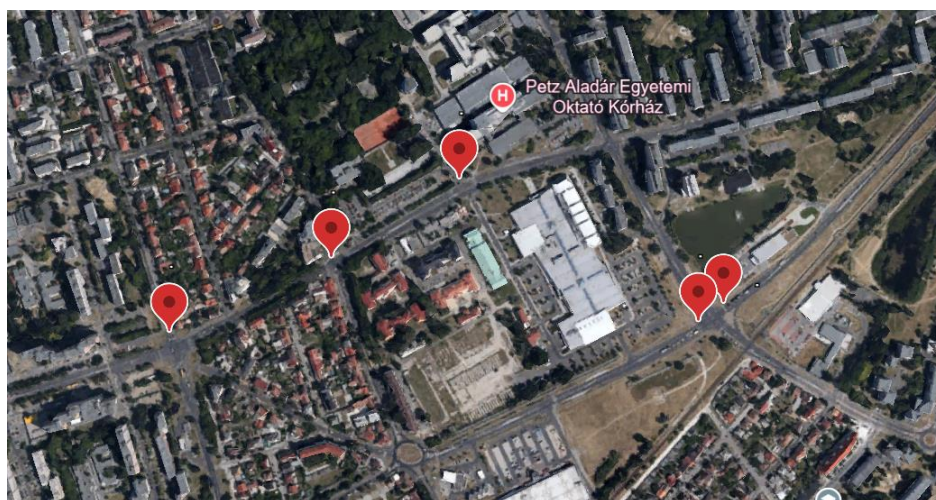
Először a DataFromSky Viewer szoftverbe bevittük a vállalattól visszakapott, a videókról készült adatfájlokat, majd ezután megnyitottuk a két órás videófelvételeket. Különböző pontokat kiválasztva meghatároztuk a helyszín pontos koordinátáit, ezzel meghatározva a rolleresek, gyalogosok és kerékpárosok pontos helyzetét, haladási útvonalát. E lépéssel lehet meghatározni a közlekedési résztvevők sebességét. Minél több koordinátát viszünk be a szoftverbe, annál pontosabban kapjuk meg a sebességet. A sebesség meghatározásához úgynevezett „kapukat” állítottunk be a szoftveren belül, egyet a gyalogosátkelőhelyre, és egyet a kerékpáros átkelőhelyre [3.Ábra]. Erre azért volt szükség, hogy könnyebben kiszűrjük a rolleresek közlekedésének pontos helyét. A kapukon áthaladó rollereseket, kerékpárosokat és gyalogosokat a szoftver megszámlálja, majd ezeket az adatokat ki lehet exportálni.



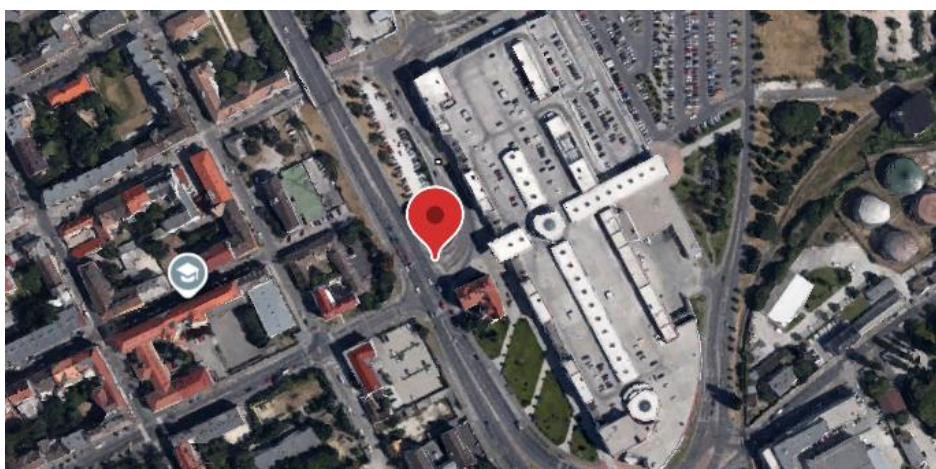
3. ábra A két kapu elhelyezkedése

6.2. Helyszínek kiválasztása:

A tanulmányunkban azt vizsgáljuk, hogy a rollerek miként illeszkednek bele a jelzőlámpás csomópontok közlekedési rendszerébe, ezért szem előtt tartottuk, hogy a helyszínek kiválasztásakor a gyalogosoknak és kerékpárosoknak az átkelőhelyeken jelzőlámpa legyen kihelyezve, valamint a kerékpáros átvezetés két irányból történjen a csomópontban. Arra törekedtünk, hogy a helyszínek forgalomtechnikai kialakítása, valamint a csúcsidőkben a forgalom hasonló legyen, így releváns adatokat kaphatunk különböző csomópontokból. Hat helyszín lett kiválasztva Győr városán belül, a Nagy Imre-Lajta úti kereszteződés, a Vasvári Pál – Szent Imre és Vasvári Pál – Kórház kereszteződése, a Jereváni – Szauter Ferenc út [4.Ábra] és a Vas Gereben út - Árkád szakasza [5.Ábra].



4. ábra A vizsgált szakaszok



5. ábra A vizsgált szakaszok

7. Adatelemzés

7.1. Elemzés:

A kamerákat reggel hatkor helyeztük ki a helyszíneken, és délután hatkor állítottuk le a felvételeket. A DataFromSky szoftver pontos leírást adott, a kamerák elhelyezése tekintetében. A kiválasztott helyszíneken oszlopokra rögzítettük a kamerát. A rögzítés előtt figyelembe kellett vennünk az oszlop elhelyezkedését. Kiemelten fontos szempont volt, hogy milyen távolságra helyezkedik el a csomóponttól, valamint, hogy a kamerát kellő magasságban, a megfelelő szögben tudjuk rögzíteni. Az adatfeldolgozás során a legforgalmasabb időszakokat próbáltuk figyelembe venni, így videóinkban a reggel 06-08-ig, míg délután a 16-18-ig tartó időszakot dolgoztuk fel. A csúcsidőkben való vizsgálat remek bizonyíték arra, hogy mennyien váltottak egyéb eszközről az e-roller használatra a hétköznapijaikban.

Az elemzés során a következő szempontokat vettük figyelembe:

1. A rolleresek figyelme a jelzőlámpás jelzésre.
2. Hogyan viselkednek a gyalogos átkelőhelyen.
3. Hogyan viselkednek a kerékpáros átkelőhelyen.
4. Melyik átkelőhelyet részesítik előnyben?
5. Kerülnek-e konfliktushelyzetbe?
6. Történt-e baleset, ütközés?
7. Mennyire vannak tisztában a közlekedési szabályokkal?
8. Milyen sebességgel haladnak a kereszteződésben?
9. Milyen sebességgel érkeznek, majd hagyják el a kereszteződést?
10. Viselnek-e védőfelszerelést?
11. Mennyire befolyásolja a közlekedési módjukat a reggeli vagy délutáni csúcsidő?

7.2. A felhasználók közlekedési magatartása:

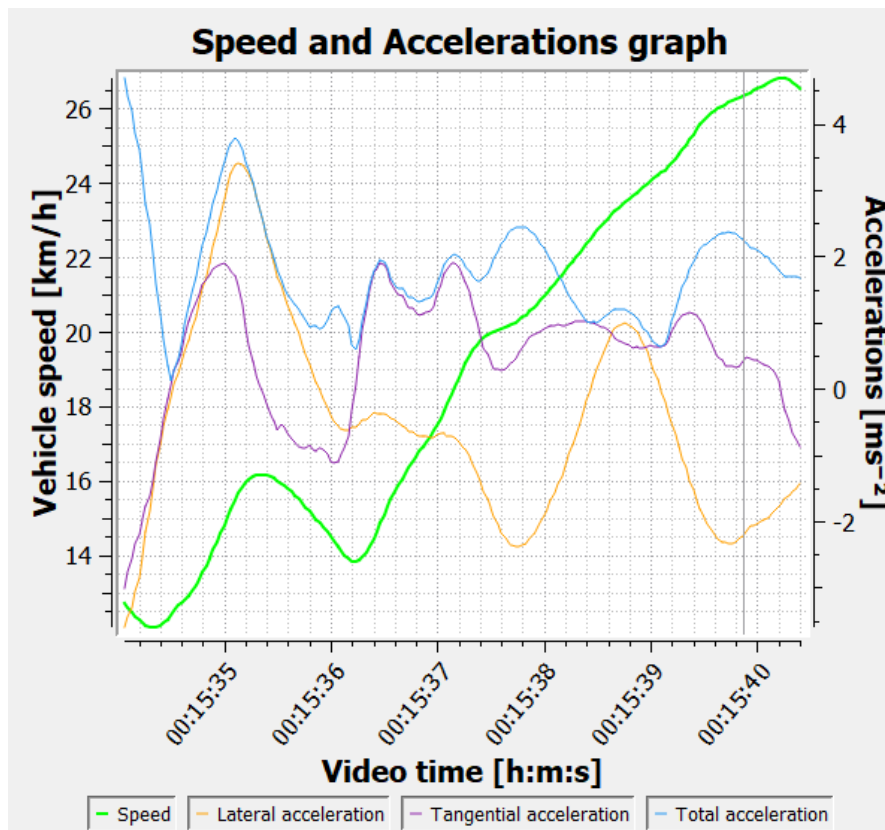
A Jereváni – Szauter Ferenc úti kereszteződésben két kamerát szereltünk fel, azonos időben, két különböző átkelőhelyet érintve. A reggeli csúcsforgalomban az egyik kereszteződésben 9, délután 20, a másikban 7, délután 9 rolleres haladt át. A szoftver a kiexportált adatoknál külön személynek vette azt, aki átlépett a másik kapu vonalába, így az összeszámításnál különösen oda kellett figyelni. Sem a reggeli, sem a délután órákban nem történt baleset, azonban a rollerek mind a biciklisekkel, mint a gyalogosokkal konfliktushelyzetbe kerülnek. A többség a kerékpár átkelőhelyen kelt át a kereszteződésben, azonban volt, ahol utána rátértek a járdára, vagy egy másik gyalogátkelőhelyre [6.Ábra].



6. ábra A rollerek a vizsgált kereszteződés után a gyalogátkelőhelyen folytatják útjukat

Általában a velük szembe jövő forgalommal alakultak ki nézeteltérések, mivel a kerékpárosoknak időben kell reagálniuk, és ki kell kerülniük a nagy sebességgel haladó, szembe jövő rollerest. Többször előfordult, hogy zöld jelzés volt a gyalogosoknak, viszont a rollerek nem győződtek meg róla, hogy ténylegesen szabad jelzést kaptak-e, így nagy sebességgel érkeztek be a kereszteződésbe. Az egyik esetben két rolleres haladt ugyan abba az irányba, az egyik a gyalogátkelőhelyen, a másik viszont a kerékpáros úton. Az átkelőhely végén keresztezték egymás útját, amely súlyos balesetet is okozhatott volna.

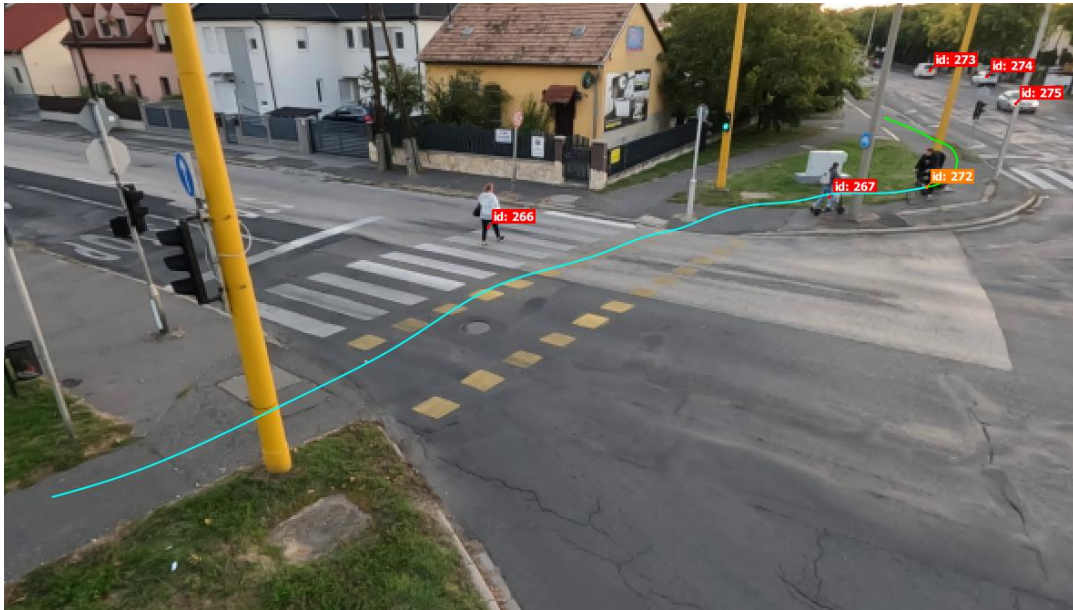
Annak ellenére, hogy sok rollerfelhasználó nagy sebességgel érte el a kerékpár átkelőhelyet, a többségnél mégis azt mutatják az adatok, hogy nagyobb sebességgel hagyták el azt [7.Ábra].



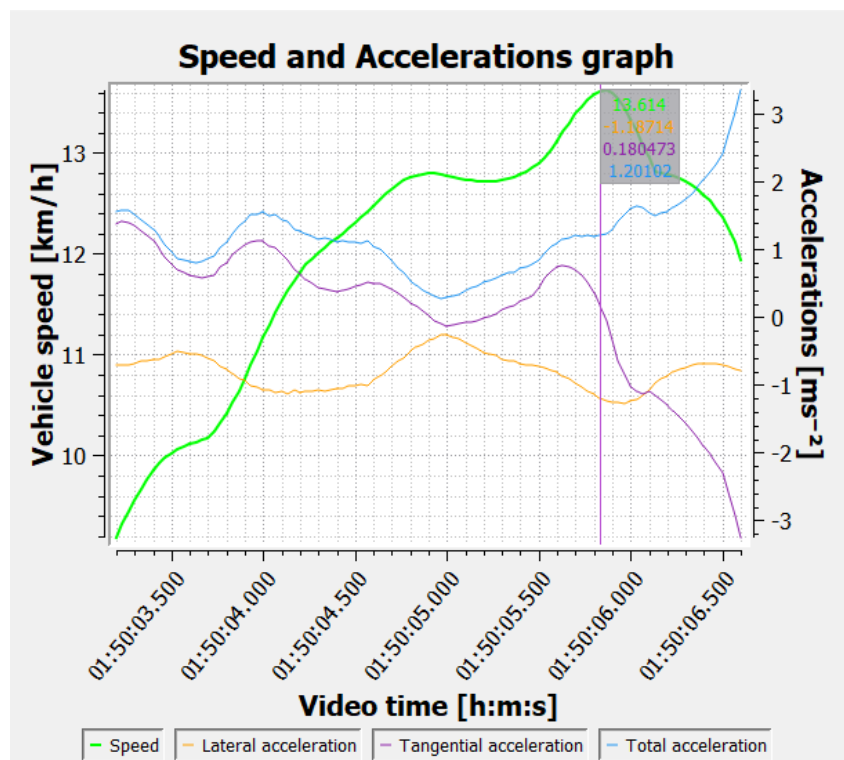
7. ábra A rollersek sebessége a kereszteződésben

A kereszteződésben a reggeli órákban választott átlagsebesség 11 km/h, míg délután ez az érték 13 km/h órára nőtt. A délutáni csúcsforgalomban a sebességen kívül megfigyelhető volt, hogy a rollersek a bicikliútról a végén letérnek a gyalogosátkelőhelyre, hogy ezzel lerövidítsék az útjukat.

A Nagy Imre – Lajta úti kereszteződésben hasonló problémák jelentek meg, viszont itt a járda szélessége miatt alakult ki konfliktus. A rolleres és a kerékpáros egymással szemben haladt, viszont a járda nem volt elég széles, így a rolleresnek le kellett lassítania, és lelépett a járműről, hogy elkerülje az ütközést [8.Ábra]. Itt is azt mutatták az adatok, hogy a legtöbben a 9.Ábrán látható sebességet választották.



8. ábra A rolleres próbálta elkerülni az ütközést. (id.:267)

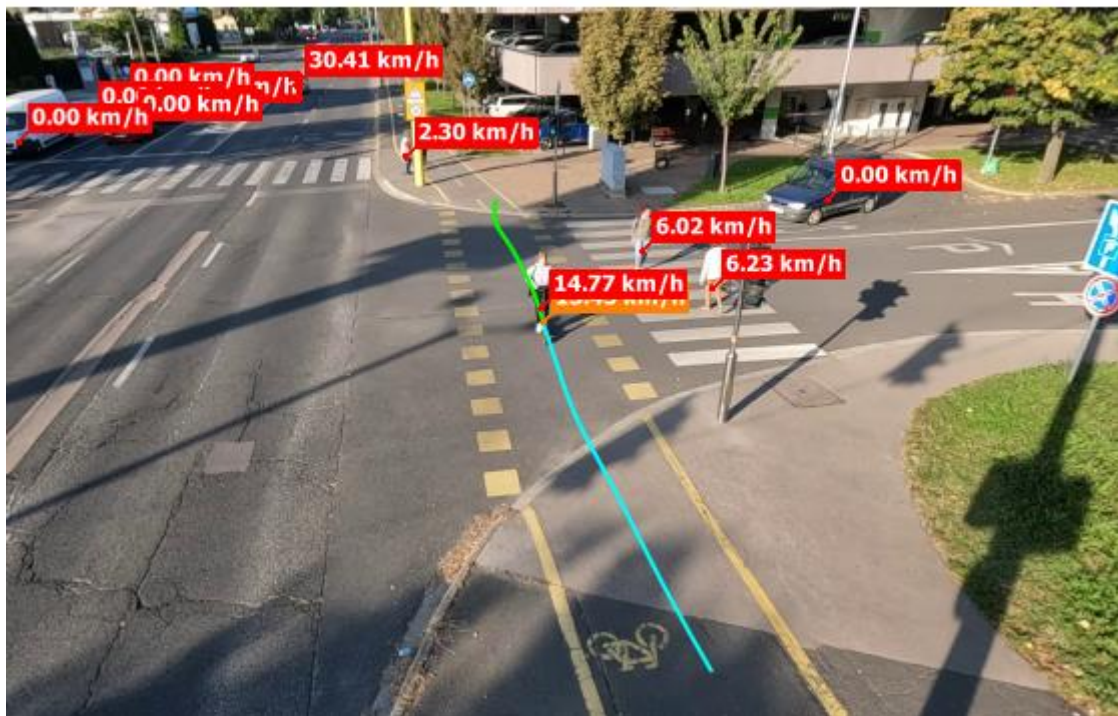


9. ábra A rollerek sebességválasztása

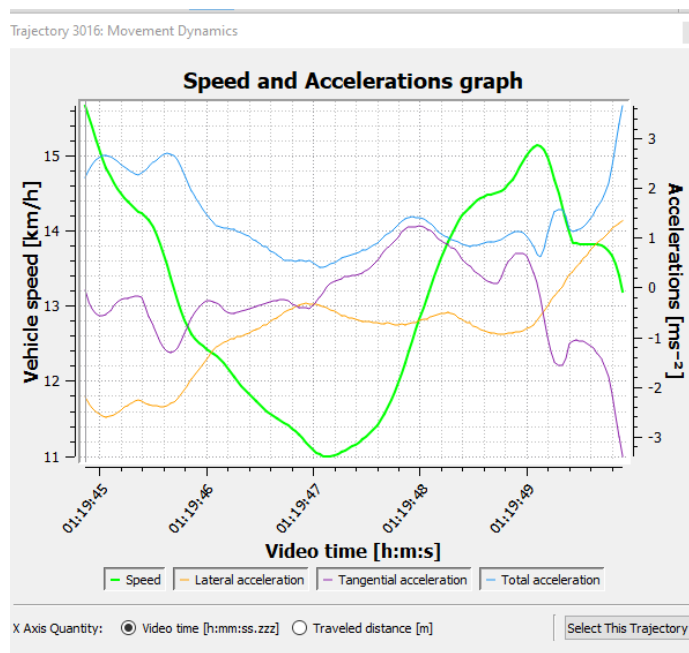
Megfigyeléseink alapján a rolleresek többsége nem viselt védőfelszerelést, azonban azok, akik viseltek védősisakot, sokkal óvatosabban és lassabban közlekedtek, mint társaik.

A Vasvári u. – Kórház csomópontban a kereszteződésben, a reggeli csúcsidőben 3 rolleres haladt át a kihelyezett „kapukon”, míg délután 1. A sebességük 13 és 23 km/h közé helyezhető. [10.Ábra].

A kerékpárosok száma ebben a csomópontban még számottevően nagyobb. Közel 190 kerékpáros haladt át a reggeli csúcsórákban, míg délután 112-en. A sebességük megválasztása közel azonos az e-rollerral közlekedőkkel. A kerékpárosok sebessége 5 és 22 km/h között alakult [11.Ábra].



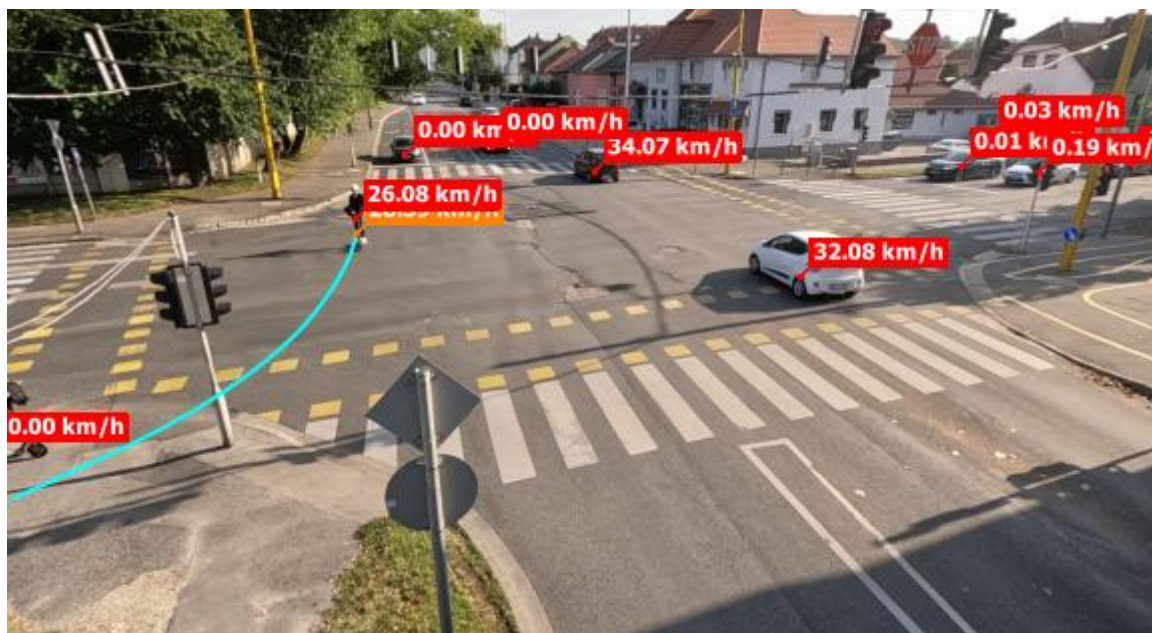
10. ábra A rolleresek közlekedési pályája



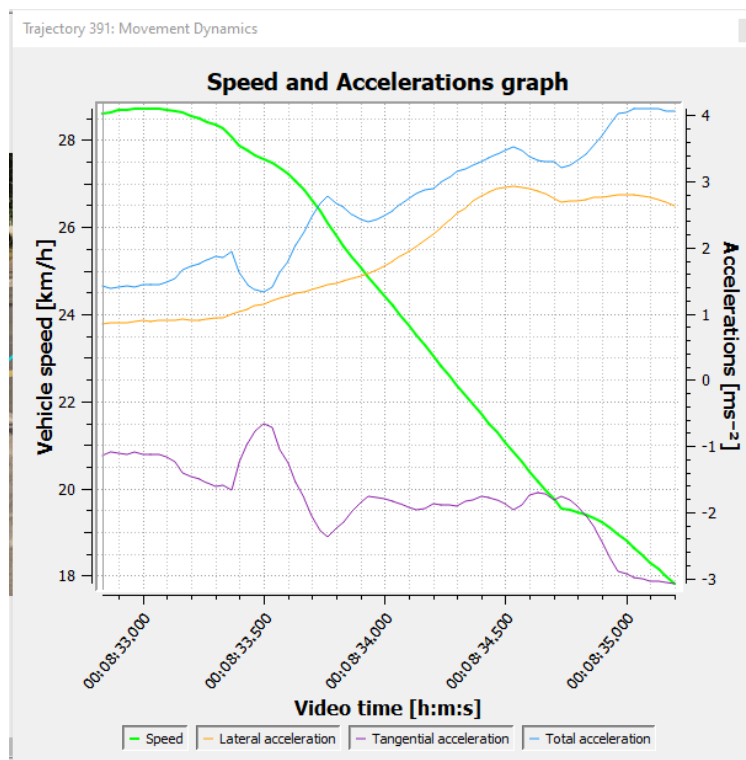
11. ábra A rollerek sebességválasztása

A Vasvári u. – Szent Imre u. csomópontban a kereszteződésben, a reggeli csúcsidőben 14 rolleres haladt át a kihelyezett „kapukon”, míg délután 7. A sebességük 7 és 25 km/h közé helyezhető.

Gyakran megfigyelhető, hogy a rollert használók nem egyenes pályán haladnak, hanem a legrövidebb utat keresik. Ezáltal nem szűkíthető le, hogy csak a kerékpárosok számára kialakított felületet használják. Az ábrán is látható, hogy az adott résztvevő a gyorsabb áthaladás érdekében egy ívet ír le.

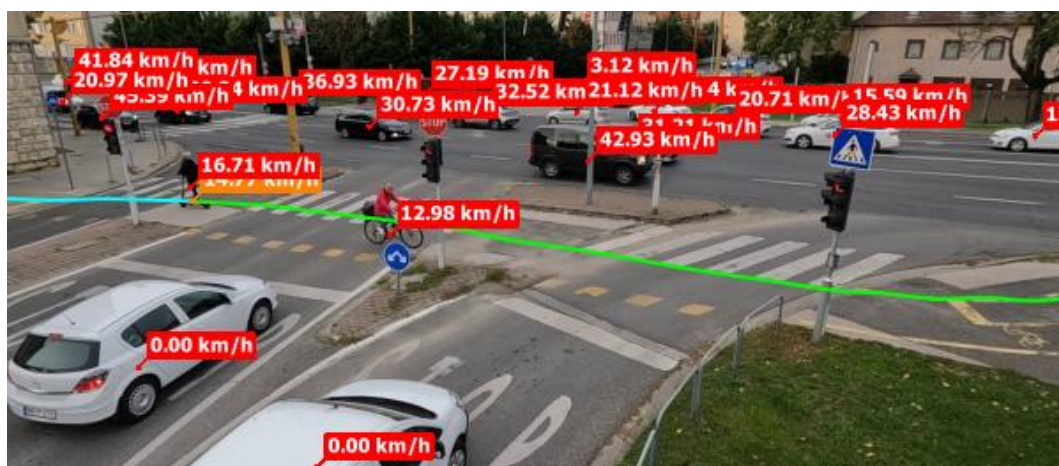


12. ábra A rollerek közlekedési pályája



13. ábra A rollerek sebességválasztása

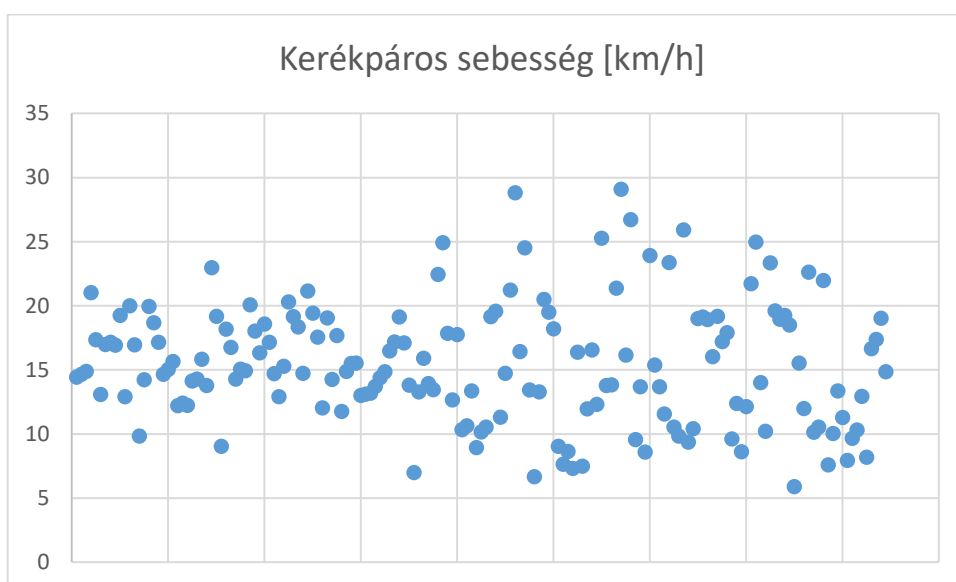
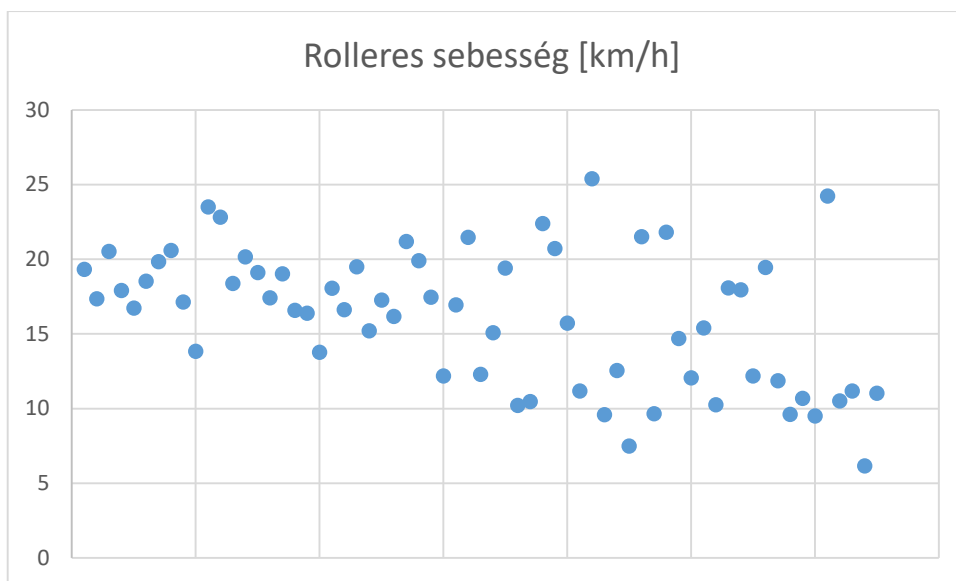
Az Árkádnál elhelyezett kamera a délelőtti csúcsórákban 169 kerékpárost rögzített, míg 65 rollerest. Alapvetően a rolleres inkább a kerékpárosok számára kialakított felületet használja, de nehéz elhelyeznie magát a forgalomban [12.Ábra]



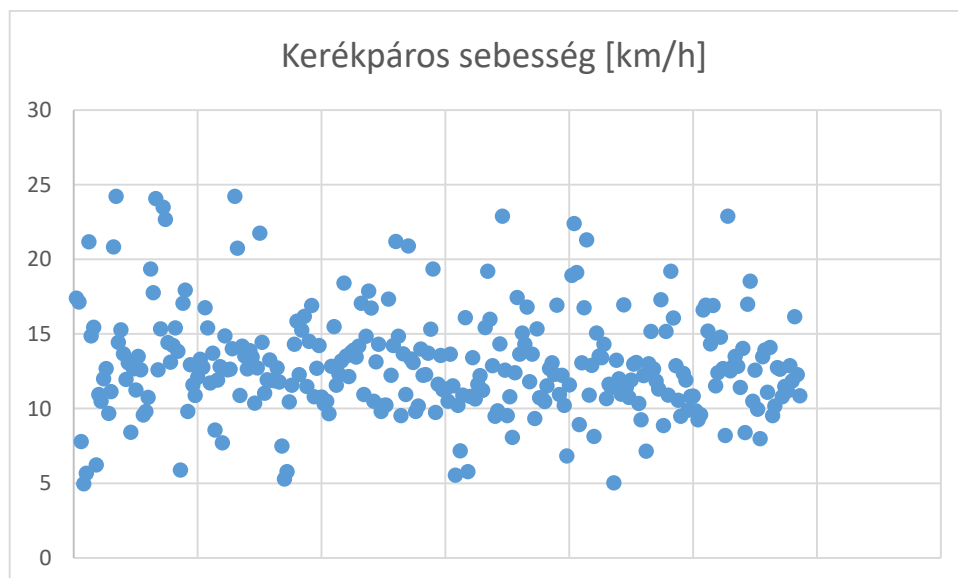
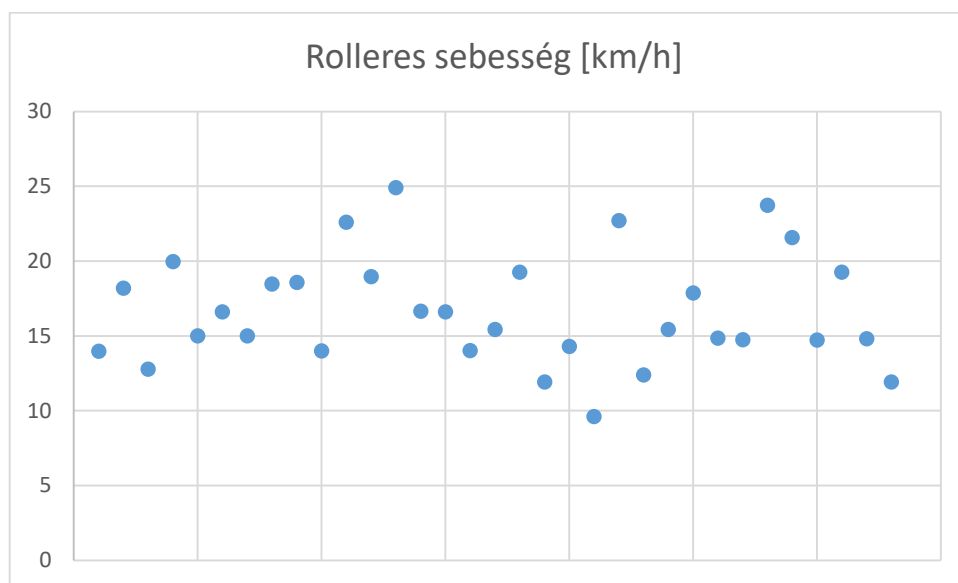
12. ábra A rollerek közlekedési útja

7.3. Kerékpárosok és rollerek sebessége

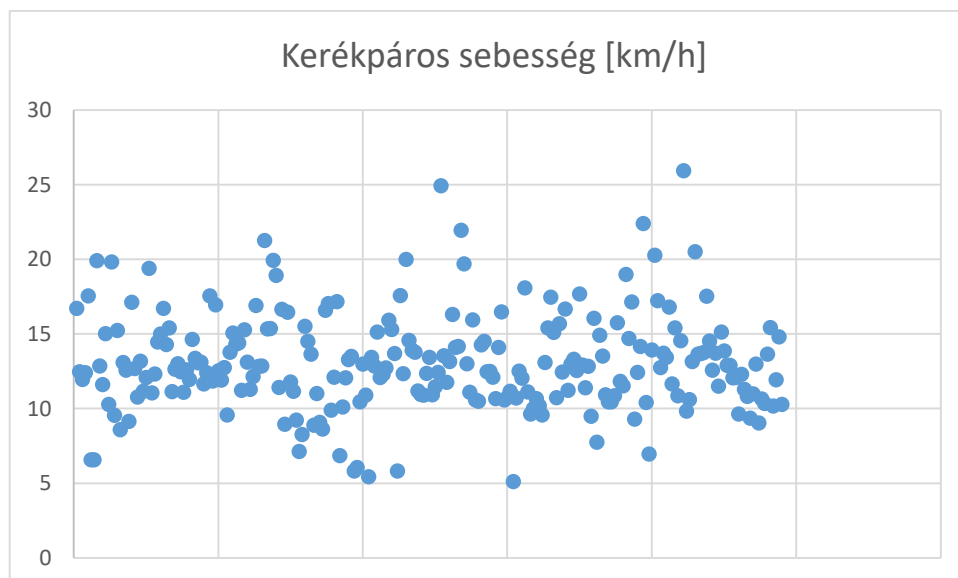
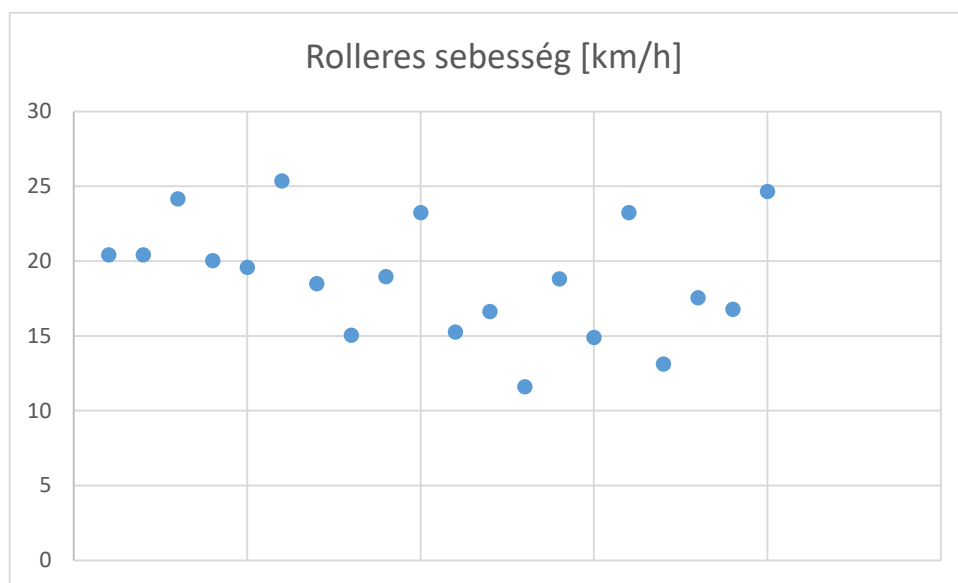
14. sz. főút – Vas Gereben u. csomópontban 6-8 óra között:



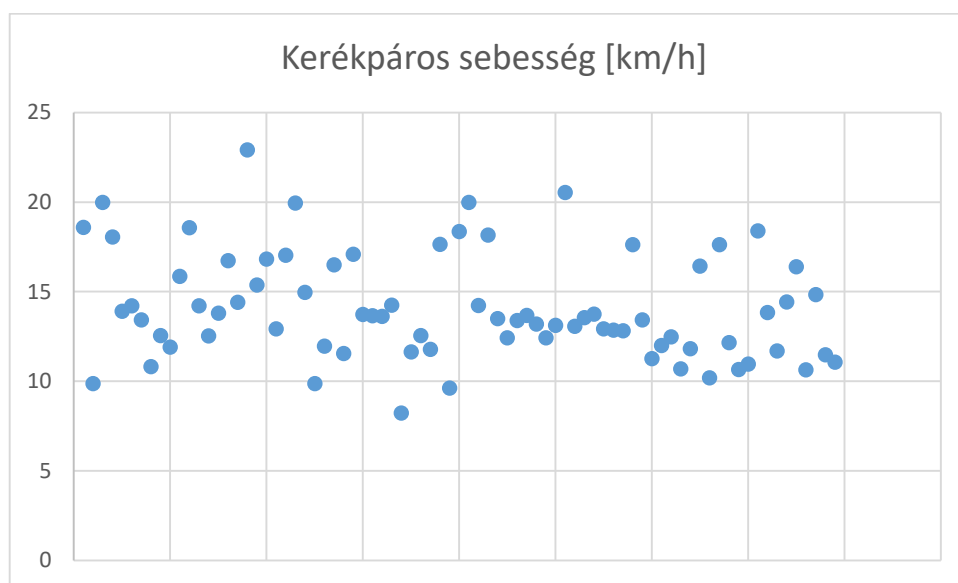
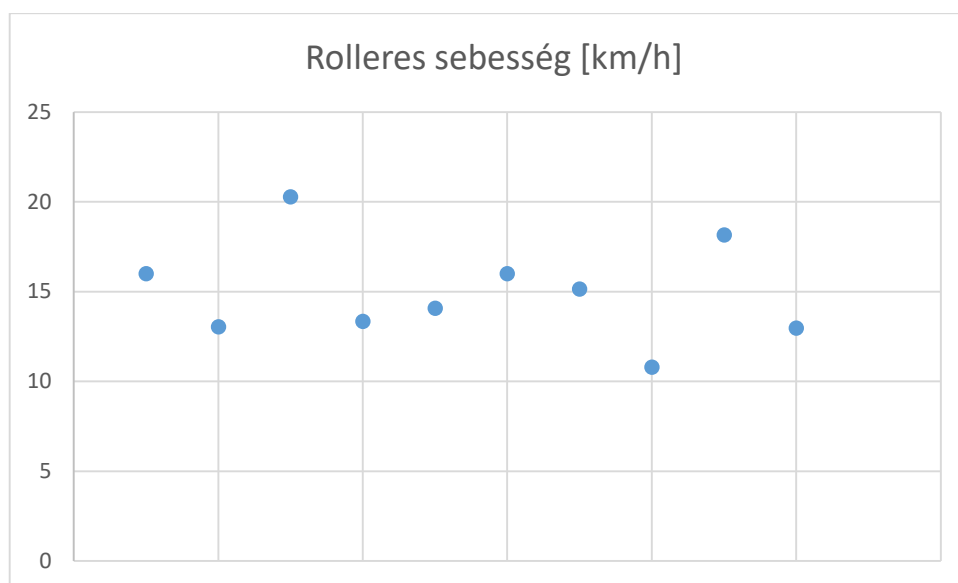
Szauter F. u. – Jereváni u. csomópont ÉK-i ágán 6-8 és 16-18 óra között:



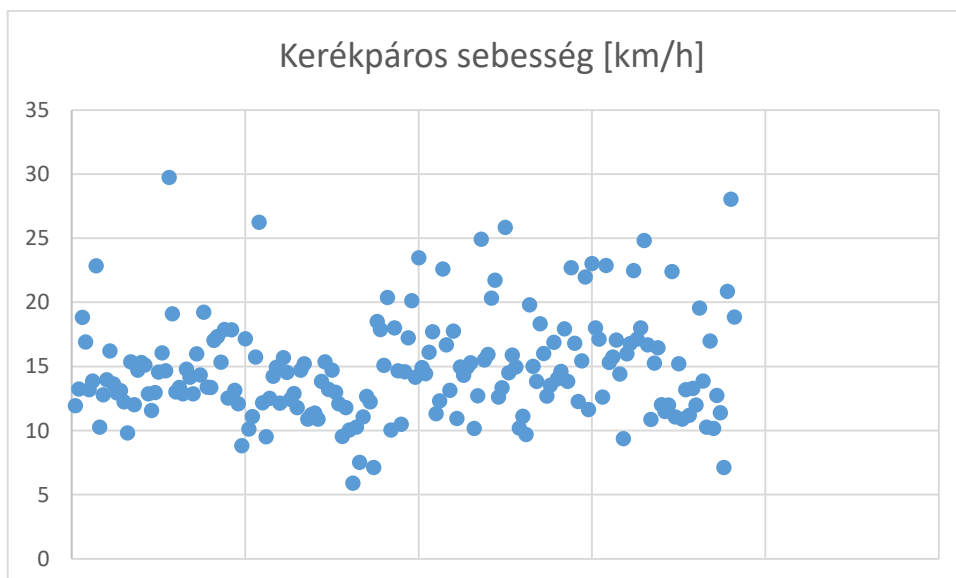
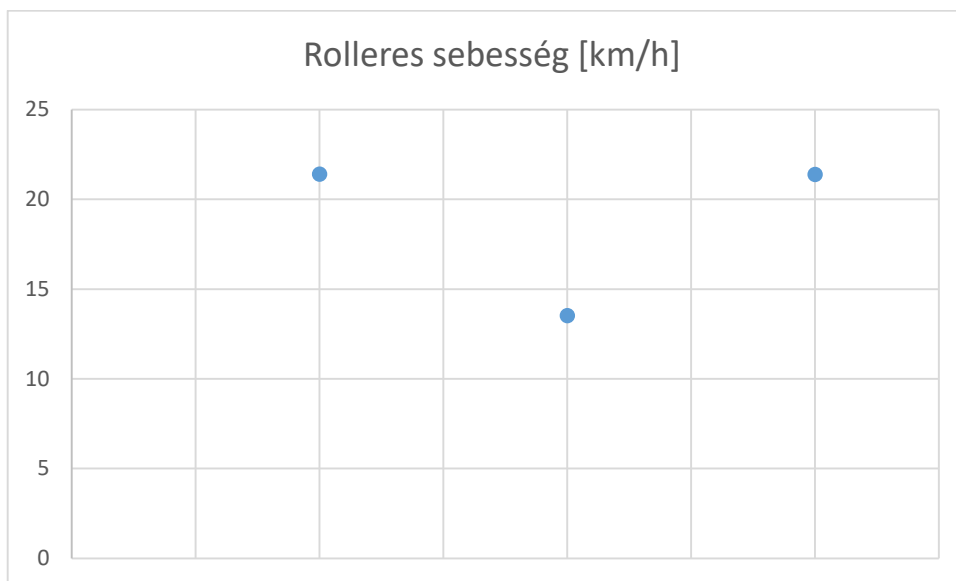
Szauter F. u. – Jereváni u. csomópont DNY-i ágán 6-8 és 16-18 óra között:



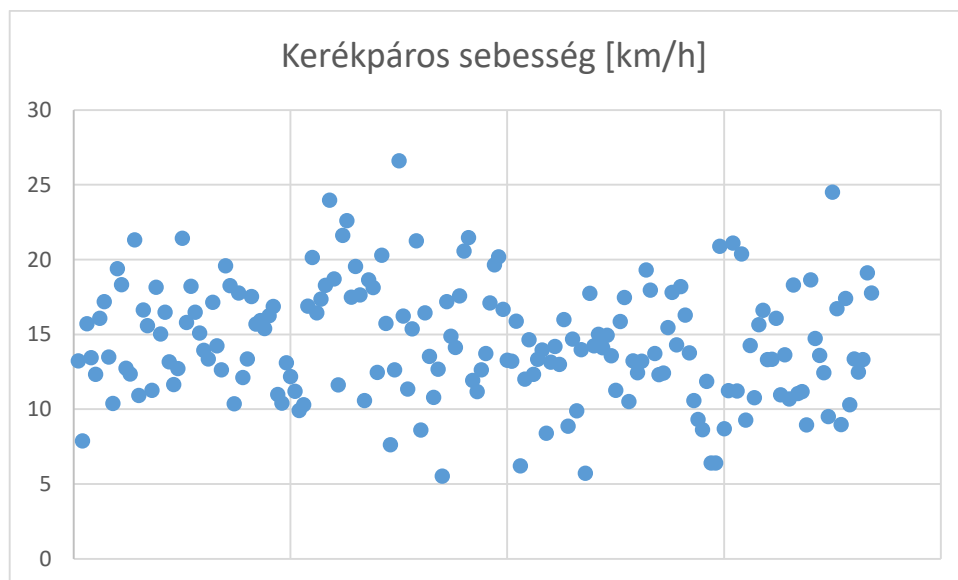
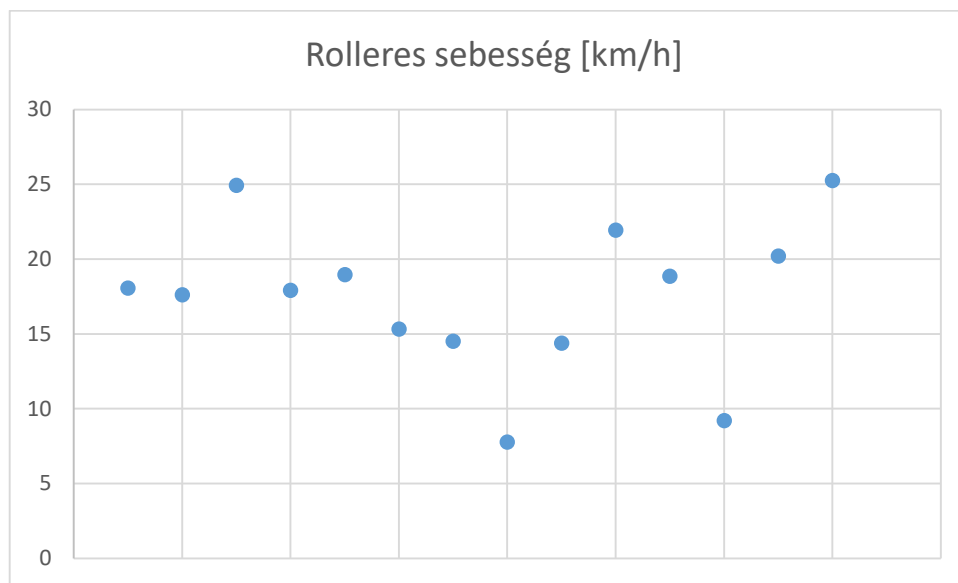
Nagy Imre- Lajta csomópont 6-8 óra között:



Vasvári u. – Kórház csomópontban 6-8 és 16-18 óra között:



Vasvári u.- Szent Imre u. csomópont 6-8 és 16-18 óra között:



7.4. Statisztika

A kerékpárosok és a rolleresek mért sebesség-értékei hasonlóan alakultak, ezért a két úthasználói csoport átlagsebességét statisztikai próbákkal hasonlítottuk össze. A szórásnégyzetek azonosságát F-próbával vizsgáltuk. Azonos szórásnégyzetek esetén kétmintás t-próbát, eltérő szórásnégyzetek esetén Welch-próbát alkalmaztunk. A statisztikai összehasonlító elemzést minden helyszínrre külön végeztük el, melynek eredményét az 1.-6. táblázatokban foglaltuk össze.

1. táblázat. A kerékpárosok és a rolleresek átlagsebességének összehasonlítása a Vasvári u. – Szent Imre u. csomópontban.

	Változó 1	Változó 2
Várható érték	14,51	17,48
Variancia	14,68	25,65
Megfigyelések	184,00	14,00
df	183,00	13,00
F	0,57	
P(F<=f) egyszélű	0,05	
F kritikus egyszélű	0,56	
Feltételezett átlagos eltérés	0,00	
df	14,00	
t érték	-2,15	
P(T<=t) egyszélű	0,02	
t kritikus egyszélű	1,76	
P(T<=t) kétszélű	0,05	
t kritikus kétszélű	2,14	

A Vasvári u. – Szent Imre u. csomópontban a mért értékek és a statisztikai próbák alapján megállapítható, hogy a rolleresek szignifikánsan gyorsabban közlekednek, mint a kerékpárosok.

2. táblázat. A kerékpárosok és a rolleresek átlagsebességének összehasonlítása a Vasvári u. – Kórház csomópontban.

	Változó 1	Változó 2
Várható érték	14,83	18,76
Variancia	15,77	20,66
Megfigyelések	191,00	3,00
df	190,00	2,00
F	0,76	
P(F<=f) egyszélű	0,27	
F kritikus egyszélű	0,33	
Feltételezett átlagos eltérés	0,00	
df	2,00	
t érték	-1,49	
P(T<=t) egyszélű	0,14	
t kritikus egyszélű	2,92	
P(T<=t) kétszélű	0,27	
t kritikus kétszélű	4,30	

A Vasvári u. – Kórház csomópontban a mért értékek és a statisztikai próbák alapján megállapítható, hogy a kerékpárosok és a rollerek sebességeinek várható értéke között nincs szignifikáns különbség. Meg kell jegyezni ugyanakkor, hogy a statisztikai szempontból nem eltérő eredményhez a rollerek alacsony száma is hozzájárult. Csak a számított átlagokat tekintve itt is a rollerek sebessége a magasabb.

3. táblázat. A kerékpárosok és a rollerek átlagsebességének összehasonlítása a Nagy Imre u. – Lajta u. csomópontban.

	Változó 1	Változó 2
Várható érték	14,11	14,97
Variancia	8,76	7,69
Megfigyelések	79,00	10,00
df	78,00	9,00
F	1,14	
P(F<=f) egyszélű	0,45	
F kritikus egyszélű	2,77	
Súlyozott variancia	8,65	
Feltételezett átlagos eltérés	0,00	
df	87,00	
t érték	-0,88	
P(T<=t) egyszélű	0,19	
t kritikus egyszélű	1,66	
P(T<=t) kétszélű	0,38	
t kritikus kétszélű	1,99	

A Nagy Imre u. – Lajta u. csomópontban a mért értékek és a statisztikai próbák alapján megállapítható, hogy a kerékpárosok és a rolleresek sebességeinek várható értéke között nincs szignifikáns különbség.

4. táblázat. A kerékpárosok és a rolleresek átlagsebességének összehasonlítása a 14. sz. főút – Vas Gereben u. csomópontban.

	Változó 1	Változó 2
Várható érték	15,48	16,17
Variancia	21,62	20,25
Megfigyelések	169,00	65,00
df	168,00	64,00
F	1,07	
P(F<=f) egyszélű	0,39	
F kritikus egyszélű	1,43	
Súlyozott variancia	21,24	
Feltételezett átlagos eltérés	0,00	
df	232,00	
t érték	-1,03	
P(T<=t) egyszélű	0,15	
t kritikus egyszélű	1,65	
P(T<=t) kétszélű	0,30	
t kritikus kétszélű	1,97	

A 14. sz. főút – Vas Gereben u. csomópontban a mért értékek és a statisztikai próbák alapján megállapítható, hogy a kerékpárosok és a rolleresek sebességeinek várható értéke között nincs szignifikáns különbség.

5. táblázat. A kerékpárosok és a rolleresek átlagsebességének összehasonlítása a Szauter F. u. – Jereváni u. csomópont ÉK-i ágán.

	Változó 1	Változó 2
Várható érték	12,99	16,68
Variancia	12,35	13,49
Megfigyelések	293,00	33,00
df	292,00	32,00
F	0,92	
P(F<=f) egyszélű	0,34	
F kritikus egyszélű	0,67	
Feltételezett átlagos eltérés	0,00	
df	39,00	
t érték	-5,51	
P(T<=t) egyszélű	1,26E-06	
t kritikus egyszélű	1,68	
P(T<=t) kétszélű	2,51E-06	
t kritikus kétszélű	2,02	

A Szauter F. u. – Jereváni u. csomópont ÉK-i ágán a mért értékek és a statisztikai próbák alapján megállapítható, hogy a rolleresek szignifikánsan gyorsabban közlekednek, mint a kerékpárosok.

6. táblázat. A kerékpárosok és a rolleresek átlagsebességének összehasonlítása a Szauter F. u. – Jereváni u. csomópont DNY-i ágán.

	Változó 1	Változó 2
Várható érték	13,07	18,90
Variancia	10,60	15,22
Megfigyelések	245,00	20,00
df	244,00	19,00
F	0,70	
P(F<=f) egyszélű	0,11	
F kritikus egyszélű	0,61	
Feltételezett átlagos eltérés	0,00	
df	21,00	
t érték	-6,50	
P(T<=t) egyszélű	9,57E-07	
t kritikus egyszélű	1,72	
P(T<=t) kétszélű	1,91E-06	
t kritikus kétszélű	2,08	

A Szauter F. u. – Jereváni u. csomópont DNY-i ágán a mért értékek és a statisztikai próbák alapján megállapítható, hogy a rolleresek szignifikánsan gyorsabban közlekednek, mint a kerékpárosok. A két úthasználói csoport sebessége közötti különbség ezen a helyszínen a legnagyobb.

8. Összegzés

Tanulmányunk célja az volt, hogy megfigyeljük és bemutassuk az elektromos rolleresek viselkedését jelzőlámpás csomópontokban. A DataFromSky Viewer szoftver segítségével vizsgáltuk a rolleresek sebességét, a mikromobilitás többi tagjával történő interakciókat, illetve azt, hogy mennyire alkalmazkodnak a közlekedési szabályokhoz. A vizsgálatból kimutatható, hogy a rolleresek közlekedési módja nagyban eltér a többi résztvevőtől, azonban átlagsebességüket tekintve hasonló módon közlekednek, mint a kerékpárosok. Vizsgálatunk során bizonyítékot kaptunk arra, hogy a téma kiemelten fontos szerepet tölt be, mind napjainkban, mind a fenntartható városok kialakításában. A mikromobilitási eszközök érzékenyebbek a burkolati hibákra is, így az elterjedésükhöz szükséges biztosítani az alapvető

feltételeket. Számos fejlődési lehetőséget rejtnek magukban az eszközök, ezzel pedig a szakmát is fejlődésre ösztökélik.

9. További lépések

A tavaszi félévben szeretnénk megismételni a vizsgálatokat, ezáltal még több forrás áll majd a rendelkezésünkre. Szeretnénk elmélyülni a kerékpárosok, és az e-rollert használók interakcióinak vizsgálatában. Az irodalomkutatás jelentős segítséget nyújtott a jelenlegi dolgozatunkban is, valamint a későbbiekben is megfelelő tájékozási pontot fog adni. Lehetőségünk lesz ezáltal a külföldön végzett kutatásokkal összehasonlítani a hazai terepen szerzett tapasztalatokat. A hasonlóságok megfigyelésével, esetleg következtethetünk arra, hogy melyik országban melyik szabályozás volt, ami bevált a balesetek csökkentése érdekében, és ezeket a szabályokat, hogy lehetne átültetni a Magyarországi közlekedésbe.

Irodalomjegyzék:

- [1] Kegalle, H., Hettiachchi, D., Chan, J., Salim, F., & Sanderson, M. (2024). E-Scooter Dynamics: Unveiling Rider Behaviours and Interactions with Road Users through Multi-Modal Data Analysis. *The Augmented Humans International Conference*, 118, 307–310. <https://doi.org/10.1145/3652920.3653056>
- [2] Tuncer, S., Laurier, E., Brown, B., & Licoppe, C. (2020). Notes on the practices and appearances of e-scooter users in public space. *Journal of Transport Geography*, 85, 102702. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2020.102702>
- [3] Szemere, D., & Dobos, I. (2024). A lakóhely hatása az elektromos rollerek hazai használatának főbb jellemzőire, 2023. március-április. *Területi Statisztika*, 64(3), 338–355. <https://doi.org/10.15196/ts640303>
- [4] Almannaa, M., Alyahya, A., Ashqar, H. I., & Elhenawy, M. (2024). Temporal Shifts in E-Scooter Rider Perspectives: A Longitudinal Investigation in Riyadh, Saudi Arabia. *Sustainability*, 16(9), 3759. <https://doi.org/10.3390/su16093759>
- [5] Tian, D., Ryan, A. D., Craig, C. M., Sievert, K., & Morris, N. L. (2022). Characteristics and Risk Factors for Electric Scooter-Related Crashes and Injury Crashes among Scooter Riders: A Two-Phase Survey Study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(16), 10129. <https://doi.org/10.3390/ijerph191610129>
- [6] Jiao, J., Bai, S., & Choi, S. J. (2021). Understanding E-Scooter Incidents Patterns in Street Network Perspective: A Case Study of Travis County, Texas. *Sustainability*, 13(19), 10583. <https://doi.org/10.3390/su131910583>
- [7] <https://medium.com/datafromsky-aerial/datafromsky-the-philosophy-behind-B02521142ac3>. (2019, August 14). DataFromSky.
- [8] Pazzini, M., Cameli, L., Lantieri, C., Vignali, V., Dondi, G., & Jonsson, T. (2022). New Micromobility Means of Transport: An Analysis of E-Scooter Users' Behaviour in Trondheim. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(12), 7374. <https://doi.org/10.3390/ijerph19127374>
- [9] Tzouras, P. G., Mitropoulos, L., Koliou, K., Stavropoulou, E., Karolemeas, C., Antoniou, E., Karaloulis, A., Mitropoulos, K., Vlahogianni, E. I., & Kepaptsoglou, K. (2023). Describing Micro-Mobility First/Last-Mile Routing Behavior in Urban Road

- Networks through a Novel Modeling Approach. *Sustainability*, 15(4), 3095.
<https://doi.org/10.3390/su15043095>
- [10] Della Mura, M., Failla, S., Gori, N., Micucci, A., & Paganelli, F. (2022). E-Scooter Presence in Urban Areas: Are Consistent Rules, Paying Attention and Smooth Infrastructure Enough for Safety? *Sustainability*, 14(21), 14303.
<https://doi.org/10.3390/su142114303>
- [11] Nawaro, Ł. (2021). E-scooters: competition with shared bicycles and relationship to public transport. *International Journal of Urban Sustainable Development*, 13(3), 614–630. <https://doi.org/10.1080/19463138.2021.1981336>
- [12] *Szabványok.* (n.d.) Magyar Szabványügyi Testület. <https://www.mszt.hu/hu-hu/>

Táblázatjegyzék

1. táblázat. A kerékpárosok és a rollerek átlagsebességének összehasonlítása a Vasvári u. – Szent Imre u. csomópontban.	23
2. táblázat. A kerékpárosok és a rollerek átlagsebességének összehasonlítása a Vasvári u. – Kórház csomópontban.	24
3. táblázat. A kerékpárosok és a rollerek átlagsebességének összehasonlítása a Nagy Imre u. – Lajta u. csomópontban.	25
4. táblázat. A kerékpárosok és a rollerek átlagsebességének összehasonlítása a 14. sz. főút – Vas Gereben u. csomópontban.	26
5. táblázat. A kerékpárosok és a rollerek átlagsebességének összehasonlítása a Szauter F. u. – Jereváni u. csomópont ÉK-i ágán.	27
6. táblázat. A kerékpárosok és a rollerek átlagsebességének összehasonlítása a Szauter F. u. – Jereváni u. csomópont DNY-i ágán.	28

Ábrajegyzék

1. ábra Challenges hindering the use of electric scooters in Saudi Arabia. (Forrás.[4]).....	3
2. ábra A közlekedési résztvevők adatai	7
3. ábra A két kapu elhelyezkedése	8
4. ábra A vizsgált szakaszok.....	9
5. ábra A vizsgált szakaszok.....	9
6. ábra A rollerek a vizsgált kereszteződés után a gyalogátkelőhelyen folytatják útjukat....	11
7. ábra A rollerek sebessége a kereszteződésben.....	12
8. ábra A rolleres próbálta elkerülni az ütközést. (id.:267)	13
9. ábra A rollerek sebességválasztása	13
10. ábra A rollerek közlekedési pályája	14
11. ábra A rollerek sebességválasztása	15
12. ábra A rollerek közlekedési útja	16