



Kiemelt fontosságú gyalogos létesítmények méretezésének újrágondolása

Igazvölgyi Zsuzsanna¹

¹ Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Út és Vasútépítési
Tanszék

E-mail: igazvolgyi.zsuzsanna@epito.bme.hu

KIVONAT

A közterületi lépcsők és közúti vasúti peronok szoros kapcsolatban állnak egymással; talán nem vagy csak sokkal alacsonyabb szolgáltatási szintre méretezték e létesítményeket. Az útügyi műszaki előírások csak azt mondják ki, hogy az utasforgalmat figyelembe kell venni, és csak egy minimális méretet írnak elő peronok esetében. A jelzőlámpás átkelőnél sajnos sokszor tapasztaljuk, hogy szabad jelzés ideje alatt a lassúbb gyalogosok nem érnek át, illetve érik el az átkelő 2/3-át. A mérési eredmények alapján új gyalogos áthaladási sebességet javasolok bevezetni a közbelső idők számításánál, amely a forgalombiztonság növekedésével jár. A közúti villamos peronok effektív szélességi méretét mérések és mikroszimuláció alapján javaslom meghatározni különböző szolgáltatási szint alapon.

Kulcsszavak: fix lépcső, gyalogos létesítmény, gyalogosforgalom, kijelölt gyalogos átkelőhely, közúti vasúti peron, méretezés, szolgáltatási szint

ABSTRACT

The stairs and platforms are in close contact with each other. It has been found in many cases that they are overcrowded and have effect on each other. The previous design methods of these facilities did not give any recommendation or gave only recommendation for lower level of service. The Hungarian technical specifications tell that passengers' volume has to be considered during the design process, and these standards suggest only the minimum width of the tram platforms. A lot of pedestrians cannot reach the other curb during free time at signalised pedestrian crossings, or the 2/3 part of the whole crossing. Based on the measurements a new design pedestrian crossing speed is recommended that provides an increased safety. The effective width of tram platforms is suggested based on the author's measurements and microsimulations for different level of services.

Igazvölgyi Zsuzsanna

Adjunktus, BME Út és Vasútépítési Tanszék. Okl. építőmérnök. A kutatás mellett az egyetemi oktatásban is részt vesz. A Közlekedéstudományi Egyesületnek tagja 2008 óta; az egyesület 2013. januárjában ezüstjelvénnyel jutalmazta. 2014 óta a Városi Közlekedési Tagozat Közlekedéstervezési és Szervezési Szakosztály elnökségi tagja.

1. BEVEZETÉS – VIZSGÁLAT INDOKOLTSÁGA

A gyalogosok mozgása és koncentrált várakozása a települési forgalom különleges része, sérülékeny közlekedőknek számítanak a kerékpárosok mellett. Utazásunk során mindenki gyalogol rövidebb vagy hosszabb távolságban. Az utazási láncban gyalogosan közelítjük meg a közösségi közlekedési megállót, a parkoló autónkat, a taxi állomást vagy a kerékpártárolót. Amikor a tömegközlekedés

mellett döntünk, sok esetben átszállásokra kényszerülünk. Az átszállás kapcsán létrejövő gyaloglási kényszerszert nem szabad egyéninek tekinteni, mert nagyobb tömegekről, csoportokról beszélünk. A közforgalmú közlekedési megállókat is gyalogosan érjük el (peron, lépcső és/vagy gyalogos átkelőhely). Publikáciomban a **hazai és nemzetközi méretezési módszereket hasonlítottam össze** ezeknél a létesítményeknél, figyelemmel a saját eredményeimre. A vizsgálataim és a javasolt méretezési módszerek hazai szolgáltatási szintek bevezetését segítik olyan létesítmény típusokra, amelyekre jelenleg nincs érvényben megfelelő szabályozás. A hazai gyakorlatban a közúti villamos peronok utasforgalomra történő méretezése ugyanis sajnos hiányos. A közlekedési **létesítmények túlszűfoltak és sokszor alulméretezettek**, mert hasznos felületük hazánkban nem igazodnak az igényekhez. A zsűfolt közúti villamos peronok vizsgálata mindenképpen indokolt. Jelzőlámpás átkelőnél a szabad jelzés sok esetben nem elegendő. A leglassúbb gyalogosok egy része a szabad jelzés alatt nem ér el az átkelő kétharmadáig.

2. JELZŐLÁMPÁS GYALOGÁTKELŐHELY ZÖLDIDEJÉNEK FELÜLVIZSGÁLATA ÉS ÚJ GYALOGOS TERVEZÉSI SEBESSÉG MEGHATÁROZÁSA

2.1. HAZAI ÉS NEMZETKÖZI MÉRETEZÉSI MÓDSZERTAN ÉS SZABÁLYOZÁS ÖSSZEHASONLÍTÁSA

A jelzőlámpával szabályozott átkelőhelyeken gyalogosok egy része – nemcsak az idősebb korosztály – nem tud átkelni a szabad jelzés alatt. A vonatkozó alapelvek – Városi közlekedési kézikönyv (1984) – szerint a gyalogos jelzéseket úgy kell méretezni, hogy: „a szabad jelzés alatt az első gyalogos 1,2 m/s sebességgel átérjen, 1 m/s sebességgel az úthossz kétharmadát megtehesse, a villogó zöld jelzés kezdetekor elinduló gyalogos 1,5 m/s sebességgel átérjen, 1,3 m/s sebességgel átérjen, mielőtt a keresztező forgalom első járműve a gyalogos átkelőhelyet elérné.”

Az ÚT 2-1.211 szerint az átkelési idő meghatározásánál $v=1,34$ m/s átlagos sebességet kell feltételezni, ez nagyon hasonló a német szabályozáshoz. Viszont több tanulmány már az 1990-es években (Hoxie et. al, 1994) (Langlois et al., 1997) kimutatta, hogy az átkelési és ürítési sebességet még az 1,2 m/s sebességgel is túlbecsülhetjük, ha a mozgásukban korlátozottak aránya jelentős. A mozgáskorlátozottak sebessége a fogyaték súlyosságától függően akár 0,5-0,7 m/s is lehet. A Magyar Útügyi Műszaki Előírásban (továbbiakban ÚME) az alábbi szerepel: **„Gyalogosok részére a legrövidebb folyamatos zöld jelzés úgy számítandó, hogy a zöld jelzés időtartama alatt az elsőnek elinduló gyalogos 1,0 m/s sebességgel (leglassúbb gyalogos) az átkelőhely 2/3-áig eljusson.** Különleges esetben is azonban a szabad jelzés elején induló gyalogosoknak 1,2 m/s sebességgel az átkelőhely felén túl kell jutnia.” A hátralévő 1/3 távolságot a leglassabb gyalogos az átmeneti idő alatt (5 s) ill. a következő fázis közben idejében teszi meg.

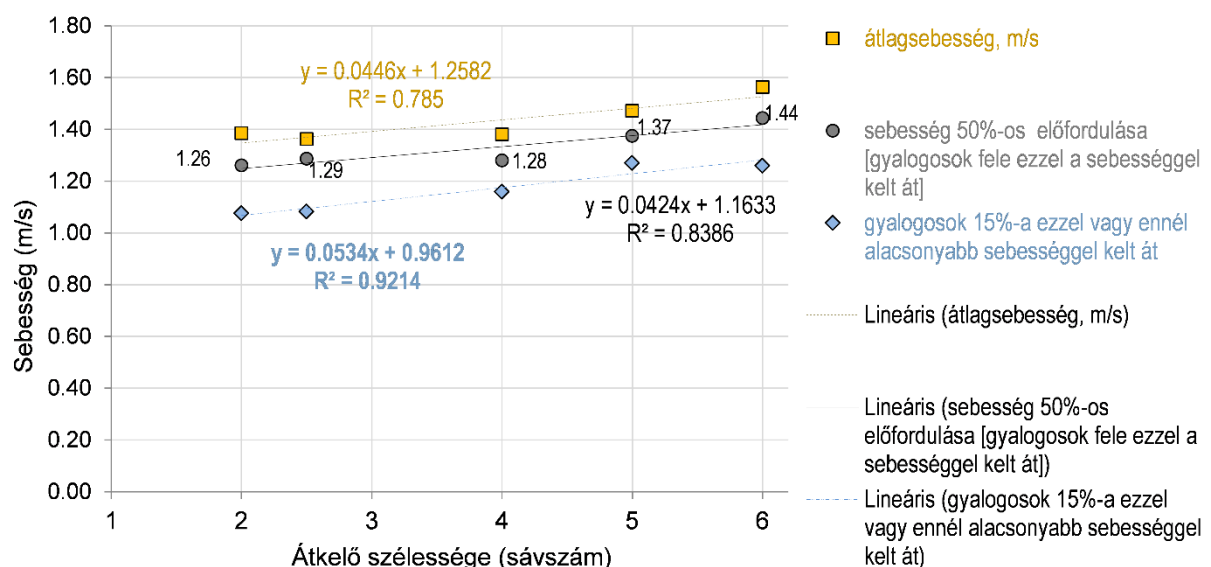
A gyalogosforgalom korábbi **budapesti mérési eredményei** (1970-es évek vége) alapján a gyalogosok átlagos sebessége a járdán 1,28 m/s, járdaszíjzeten átszállóhelyeken 1,39 m/s, gyalogos utcán 1,12-1,26 m/s és a jelzőlámpás átkelőhelyen **1,39-1,48 m/s**. A jelzőlámpás átkelőhelyeken a jelenlegi gyalogos szabad áramlási sebességeket megvizsgáltam, illetve kiértékeltem. A nemzetközi tapasztalatok azt mutatják, hogy az átkelési idő alul van méretezve, nemcsak az idősek nem érnek át biztonságosan. Tim a 65 év feletti korosztálynál a 15%-os sebességet 0,92-1,16 m/s között állapította meg. (Tim et. al, 2006). **Nagy Britanniában és az Egyesült Államokban** 1,2 m/s (Aher et. al, 2012) (Langlois et. al, 1997) sebességgel méretezik a gyalogos szabad jelzést. Az amerikai méretezés 1,07 m/s (3.5f ft/s) sebesség alkalmazását is megengedi, ha az idősebb korosztály jelenléte indokolja. Ugyanis a tanulmányok rámutattak, hogy **1,2 m/s az idősebb korosztály számára túl magas sebességnek bizonyul.**

2.2. GYALOGOSOK JELLEMZŐINEK VIZSGÁLATA JELZŐLÁMPÁS GYALOGÁTKELŐHELYEKNÉL

A jelzőlámpák rövid szabad jelzését legjobban azzal tudtam kutatásomban alátámasztani, hogy megmértem a gyalogosok szabad áramlási sebességét. A mérések során megkülönböztettem a

sávszámok alapulvételével az átkelők hosszát. A statisztikai kiértékelés után, a nemzetközi irodalomkutatás eredményeit figyelembe véve javaslatot teszek a szabad jelzések hosszának kiszámítási módjára. Az első hipotézis ebben a témakörben az volt, hogy a hosszabb gyalogátkelőn nagyobb sebességgel kelnek át a gyalogosok. A videó felvételek kiértékelése után, előállítottam a különböző átkelő hosszokra a sebesség értékeket. Összesen 790 szabályosan átkelő gyalogosnak a sebességét mértem le. A mintában előfordult idős és fiatal gyalogos egyaránt (utóbbi több mint ~70%-ban volt összességében jelen). A felvételek csúcsórán és csúcsórán kívül készültek Budapesten. A forgalomfelvételt 3 gyalogos-típust különböztettem meg: gyermek, fiatal és középkorú (jó fizikai erőnlétű); valamint az idősebbek és felnőtt-kisgyermekkel közlekedők, akik a mozgásukban jelentősen akadályozva voltak. A pontos korcsoport megbecslése nem volt lehetséges a mérések során. Gyalogosok 13 %-a az utóbbi kategóriába tartozott. **Az átlagsebesség, 15 %-os, 25 %-os és 50 %-os előfordulási sebesség értékek növekvő tendenciát mutatnak a sávszám növekedésének függvényében.** A 15 %-os előfordulási sebesség azt jelenti, hogy a gyalogosok 15 %-a haladt át maximum ezzel a sebességgel az átkelőn.

Az 1. ábra szemlélteti azt a feltevésemet, hogy a növekvő sávszélesség növekvő sebességet mutat az átlagsebesség, a 15 %-os és az 50 %-os előfordulás vonatkozásában. A mérési pontokra a lineáris regresszió erős összefüggést adott. A 15%-os előfordulás adta a legerősebb összefüggést ($R^2=0,94$). Az 50 %-os előfordulásokra illesztett lineáris függvénykapcsolat determinációs együtthatója $R^2=0,83$, amely ugyanúgy erős összefüggésre utal.



1. ábra: Gyalogosok átlagsebessége, 15 ill. 50%-os előfordulása jelzőlámpás gyalogátkelőhelyen [forrás: Igazvölgyi]

A hosszabb átkelőn a méréseim alapján a gyalogosok jobban iparkodnak, azonban nem kényszeríthetjük őket erre. A forgalombiztonság érdekében a 15%-os gyakorisághoz tartozó sebességeket javasolok alkalmazni a méretezés során. **A közbenső szigettel ellátott átkelőknél lehetőséget kell biztosítani az egy fázisú átkelésre is.** A saját mérési eredmények és a nemzetközi tapasztalatok alapján a méretezésnél a teljes átkelő hosszát javaslom figyelembe venni, ha a mozgásukban korlátozottak aránya jelentős (>5-10%). Egy osztrák tanulmányban (**BAST Heft 217**) azt mérték ki, hogy 0,8-1,2 m/s között van a gyalogosok sebessége. Ennek alapján ők 1,0 m/s sebességet javasolnak sziget nélküli átkelő szabad jelzésének méretezésére, ahol mozgásukban korlátozott gyalogosok nem használják az átkelőt. Vakoknak és látásukban korlátozottaknak az átkelési sebességként **0,8 m/s-ot fogalmaztak meg**, de ezzel a sebességgel a szabad jelzés alatt a teljes átkelőt át kell jutni.

2.3. EREDMÉNYEK, ÖSSZEFÜGGÉSEK

Mérésekkel igazoltam, hogy a jelzőlámpás gyalogos átkelőnél a **gyalogosok sebessége a tervezés során túlbecsült**. A leglassúbb gyalogos sebességre **0,75 m/s**-ot javasolok alkalmazni, amely érték a **szabad jelzés méretezéséhez és a közbenső idő számításához használható fel**. Az 50 % és 15%-os előfordulási gyakorisághoz tartozó gyalogos szabad áramlási sebességek a sávszám növekedésével lineárisan növekednek. A függvénykapcsolatok determinációs együtthatója szoros kapcsolatra utal, előbbinek értéke $R^2=0,84$, utóbbinak $R^2=0,92$. A korábbi mérésekkel összevetve eredményeimet megállapítható, hogy az idő elteltével az 50 %-os előforduláshoz tartozó sebesség az elmúlt 30 évben majdnem 10 %-kal növekedett.

3. KÖZTERÜLETI GYALOGOS LÉPCSŐK EFFEKTÍV SZÉLESSÉGI MÉRETEZÉSÉNEK FELÜLVIZSGÁLATA

3.1. FIX KÖZTERÜLETI LÉPCSŐK HAZAI ÉS NEMZETKÖZI MÉRETEZÉSÉNEK ÖSSZEHASONLÍTÁSA

A lépcsők áteresztőképességei különbözőek a hazai és a nemzetközi szakirodalomban. Első lépésben áttekinttem a fellelhető kapacitásokat és méretezési, illetve ellenőrzési módszereket. Fix lépcső fajlagos áteresztőképességének **irodalmi adatai** az alábbiak:

- Metró Tervezési Irányelv (MTI) 2000 fő/h/m, egy irányban felfelé 2200 fő/h/m
- Oeding 2700 fő/h/m ($d=0,6$ fő/m²)
- Feuchtinger 1700 fő/h/gyalogossáv (0,6 m)
- Eilmess 3700 fő/h/m (75% lefelé, 25% felfelé)
- Gyalogos aluljáró tervezési irányelvek (továbbiakban GYATSZ) I és II. szolgáltatási szint le 2500-3000 fő/h/m, fel 2200-2700 fő/h/m, kétirányú 2000-2400 fő/h/m
- Berényi (1988) lépcsőn fel 3100 f/h/m, le 2200 fő/h/m
- HBS fel 2880 fő/h/m (0,80 fő/m/s), le 3060 fő/h/m (0,85 fő/m/s) [sebesség fel 0,61 m/s, le 0,69 m/s]

A jelenlegi **ÚME** méretezési javaslata 6 szolgáltatási szint kategóriát állapít meg, a kategóriák Fruin javaslatával egyeznek meg. A jellemző értékeket az 1. táblázat tartalmazza.

1. táblázat: Szolgáltatási szint jellemző kategóriái lépcsők esetén a magyar útügyi és műszaki előírásban [forrás: ÚME]

Szolgáltatási szint jele	Sűrűség – d (fő/m ²)	Sebesség (m/s)	Teljesítőképesség – k (fő/h/m)
A	0,55	0,7	1300
B	0,55-0,75	0,5-0,6	1300
C- megfelelő	0,75-1,10	0,5	1800
D	1,10-1,55	0,4-0,5	2200
E- eltűrhető	1,55-2,70	0,4	3200
F	2,70	0,3	–

A **korábbi GYATSZ** azt javasolja, hogy az alábbi képlettel határozzuk meg a lépcső hatékony szélességét (a forgalmak irányát nem különbözteti meg):

$$SZ = \frac{F}{v \cdot D} \quad (1)$$

ahol,

SZ - lépcső hatékony szélessége (m),

F - mértékadó forgalom (fő/s),

v - a tervezési sebesség (m/s) 0,5 m/s,

D - a tervezési sűrűség (fő/m²) 1,4 fő/m²,

Ez a sebesség a magyar és az amerikai méretezési módszertanban (HCM) LOS C, míg a sűrűséget alapul véve a magyar útügyi műszaki előírásban LOS D, a HCM-ben LOS E kategóriának fele meg. Az ÜME kétirányú forgalomra $v=0,5$ m/s és $d=1,2$ fő/m² sűrűséggel $f=36$ fő/min/m fajlagos forgalommal (max 50 fő/min/m) méretezi a lépcsőket. A HCM szerint ez a fajlagos forgalom a LOS D szolgáltatási szint alsó határához tartozik. Ez a szolgáltatási szint nem megfelelő.

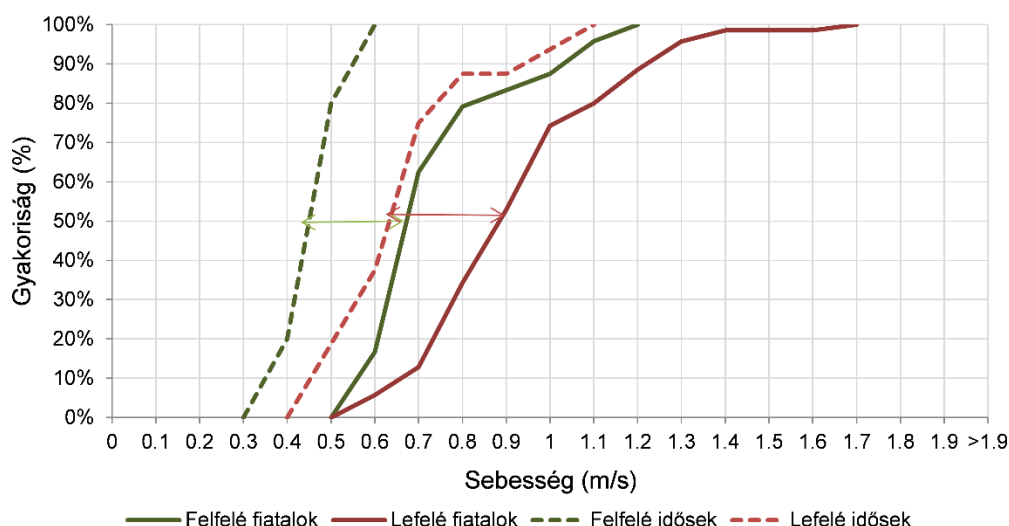
3.2. MÉRÉSI EREDMÉNYEK ISMERTETÉSE (GYALOGOS SEBESSÉG, SŰRŰSÉG), A LÉPCSŐ EFFEKTÍV BELÉPÉSI SZÉLESSÉGÉNEK FELÜLVIZSGÁLATA

Fentiek alapján nyilvánvaló volt, hogy a **méretezések felülvizsgálatát helyszíni mérésekkel kellett kezdenem**. A forgalomfelvétel itt is videó kamera képek feldolgozásával készült. A kiértékelésnél két gyalogos csoportot különböztettem meg: fiatalok és középkorúak (jó fizikai állapot), valamint az idősek, kisgyermeket kísérők, babakocsival közlekedők (rosszabb fizikai állapotban lévők, illetve mozgásukban korlátozottak). Csúcsidőben és csúcsidőn kívül is készítettem felvételeket. Csúcsidőben az idősek aránya 5 % alatt volt a nagy forgalmú létesítmények közelében. Csúcsidőn kívül arányuk egy-egy esetben a 15-20%-os is elérte. A méretezés szempontjából azonban a csúcsidőszak volt a mérvadó. A csúcs-kétperces forgalom nagysága 429 fő volt az **Örs vezér téri metró bejárat** lépcsőnél (HÉV szerelvény megérkezése után). Egy órában 12 HÉV szerelvény is érkezik terre. Ez a lépcső és aluljáró köti össze a nagy utasforgalmú kötőpályás közlekedés végállomását (M2 és H8, H9). Volt több olyan időpillanat is, amikor **7 gyalogos haladt át egy keresztmetszeten egy másodperc alatt** (2. ábra), amely túltelített forgalomra utal.



2. ábra: Örs vezér tere, reggeli csúcsóra (7 fő/s/keresztmetszet [8,0 m effektív szélesség] is előfordul)

Csúcsidőben 200-250 gyalogos lépte át a lépcső egy vizsgált keresztmetszetét csúcspercben (3,3-4,2 fő/s). A nagy forgalmú lépcső mellett az aluljáró egy másik lépcsőjén végeztem el a részletes vizsgálatot. **Mértem a gyalogosok szabad áramlási sebességét, a mérés során az átlagos sűrűséget, illetve megkülönböztettem az irányokat és a két gyalogos csoportot.** A méréseimben a két korcsoport sebességei között különbség van (3. ábra). Az azonos irányok között 0,3 m/s sebességkülönbség állapítható meg az 50 %-os gyakoriságú sebesség esetében. **Felfelé a gyalogosok sebességeloszlása szűkebb tartományba esik** ($n=374$).



3. ábra: Örs vezér tere (villamos megálló szabad áramlási sebesség eloszlások lépcsőn (irányonként és korosztályonként)

A 25 és 50 %-os eloszláshoz tartozó sebességeket és az irányonkénti szórásukat a 2. táblázat tartalmazza. Az eredményekből megállapítottam, hogy a kétirányú forgalom esetén csúcsidőben a gyalogosok 50 %-a maximum 0,70 m/s, míg a 25 %-uk maximum 0,65 m/s sebességgel halad. Fontos kihangsúlyozni, hogy ezen sebességek lejtő irányú sebességet jelentenek. A horizontális sebességet zárójelben tüntettem fel.

2. táblázat: Gyalogosok szabad áramlási sebességek irányonként lépcsőn az Örs vezér térén a villamos megálló mellett

Irány	Gyalogos-csoport	50 %-os gyalogos sebesség (m/s) (horizontális sebesség)	25%-os előfordulási sebesség (m/s) (horizontális sebesség)	Szórás (m/s)
Le	fiatal	0,89 (0,81)	0,78 (0,71)	0,21
Le	idős	0,68 (0,62)	0,50 (0,46)	0,17
Fel	fiatal	0,67 (0,61)	0,62 (0,57)	0,17
Fel	idős	0,47 (0,43)	0,41 (0,37)	0,06
Két-irányra	csúcsidő	0,70 (0,64)	0,65 (0,59)	

A korábbi GYATSZ két kategóriába sorolta a lépcsőket. A kiemelt nagy forgalmú (I.) és az alacsony forgalmú létesítmények (II.) méretezését továbbra is megkülönböztettem.

3.3. EREDMÉNYEK, ÖSSZEFÜGGÉSEK

A közterületi lépcsőkön végzett részletes sebességmérésekből megállapítható, hogy a lépcsőn felfelé haladaskor a sebesség jelentősen szűkebb tartományban van a lassúbb (ill. mozgásukban korlátozott) gyalogos, ill. kisgyermekkel közlekedő felnőtt) gyalogos csoport esetében. A csúcsidőszakban a lassúbb gyalogosok jelenléte alacsony (<5%), a méretezéskor őket nem szükséges figyelembe venni.

Nagy forgalmú létesítmények közelében a méretezés nem megfelelő csúcsforgalomra, a csúcs-ötperc és a csúcs-kétperc forgalmát is meg kell vizsgálni. A korábbi gyalogos aluljárókra vonatkozó tervezési irányelvek két kategóriába sorolták a létesítményeket. A **két kategóriát javasoltam megtartani** a kutatásom során, amelyet I. és II. számmal jelöltem meg. Az I. kategóriájú létesítmények frekvenciált helyen, nagy forgalmú létesítmények közelében létesülnek, és a **LOS B** szolgáltatási szintre javaslom méretezésüket. A II. kategóriájú létesítmények **LOS C** szolgáltatási szint kategóriájúak, és a kisebb forgalmú, egyenletesebb forgalom-eloszlású létesítmények csoportját jelentik. A méretezési eljárásban az alábbi értékeket javaslom alkalmazni:

I. kategória esetén a tervezési sebesség a 25 %-os előfordulási gyakoriságú kétirányú sebességgel egyezik meg (amely szinte megegyezik az 50 %-os előfordulási gyakoriságú sebesség lejtőirányú komponensével), **0,65 m/s**. A tervezési sűrűség a LOS B kategóriának megfelelő **0,55 fő/m²**-nek felel meg. Ez a sűrűség szabad mozgást biztosít a gyalogosoknak.

II. kategóriára az alábbi értékeket javaslom figyelembe venni: megengedhető sűrűség **0,75 fő/m²**, **tervezési sebesség 0,65 m/s**. Fontos hangsúlyozni, hogy a számítás eredménye a lépcső effektív (hasznos) szélességet adja meg. Ehhez a szélességhez a korlátot és a korláttól tartott távolságot hozzá kell adni.

4. KÖZÚTI VASÚTI PERONOK FORGALMI HELYZETÉNEK, SZOLGÁLTATÁSI SZINTJEINEK VIZSGÁLATA

4.1. A VIZSGÁLAT INDOKOLTSÁGA, A KÜLÖNBÖZŐ SZOLGÁLTATÁSI SZINTEK BEMUTATÁSA

A Budapesten gyakori a zsúfolt peronok és tömött villamosok (4. ábra) ösztökéltek a vizsgálatokra. Az alábbiakban **röviden bemutatom a vizsgált budapesti helyszíneket**, a legfontosabb definíciókat és a nemzetközi gyakorlatban használt szolgáltatási szint kategóriákat.



4. ábra: Zsúfolt villamos a Fővám tér előtti szakaszon Újbuda felé (0,36 m²/fő) (Igazvölgyi, 2013)

A hazai szabályozás, a nemzetközi ajánlások, és korábbi mikroszimulációs vizsgálatok alapján **javaslatot fogalmazok meg a megállóhelyi peronok szükségesnek tartott effektív szélességére**.

4.2. NEMZETKÖZI ÉS HAZAI MÉRETEZÉSI MÓDSZEREK RÖVID ISMERTETÉSE, ÖSSZEHASONLÍTÁSA

Egy **nemzetközi tanulmány** összefoglalja, hogy milyen széles peronokat alkalmazása célszerű nagyvárosi villamos és gyorsvasúti megállóhelyeken (STMP, 2008). Kuriózusként említhető, hogy az Abu Dhabi-ra készült döntés-előkészítő tanulmányban 5 m széles szélső peront és 10 m széles szigetperont javasoltak kiépíteni, amelyek 2 és 6 méter széles légkondicionált kabinokat biztosítanak majd helyet. A фуlke és a peron széle között 3 m ill. 2-2 méter marad szigetperon esetén. Néhány szempontunkból fontosabb más előírásban az alábbi szélességeket javasolják kiépíteni:

- UK (Office of Rail Regulation) – min. 3 m szélsőperon + 1,5 m szabadon tartandó tér,
- Hong Kong (Tuen Mun LRT system) eredetileg 2 m széles volt (jelenleg több mint 4 méter széles),
- Dublin (LUAS tramways) 3 m szélső, 4 m szigetperon,
- Dublin (Metro North Line) 3.5 m szélső, 7 m szigetperon.

A vonatkozó irodalom **Fruin** (Fruin, 1971) mérőszámait a mai napig használja. A kutató a maximális mozgásteret 1,08 m²/fő értékben állapította meg (0,93 fő/m² sűrűségnek felel meg). Azt is meghatározta,

hogy torlódásos kapacitás (zsúfolt) $2,15 \text{ fő/m}^2$ sűrűségtől kezdődik, ill. $3,59 \text{ fő/m}^2$ sűrűség esetén már veszélyesen magas a torlódás mértéke. A peronok nem csak várakozásra vannak kijelölve. Ugyanis, a gyors utascseré érdekében elegendő helynek kell rendelkezésre állnia ahhoz, hogy a felszállók és leszállók elkeveredjenek, illetve a leszállók elhagyják a peront.

A **hazai peron méretezésre az ÚME** (ÚME, 2009) és a **BKV Sárgakönyv ad ajánlást** (BKV, 2000). Míg a BKV sárgakönyv szélsőperonra min. 1,3-1,5 métert javasol addig a szabvány 1,8-2 m minimális méretet ír elő. Viszont közbenső peron esetén pont fordítva van, mert ott a szabvány a megengedőbb, min. 3 m szélességet is engedélyez, a BKV sárgakönyv pedig min. 4 métert javasol a legkisebb alkalmazható szélességként. Az esőbeálló mellett min 1,5 méteres sáv szélességet kell kihagyni. A BKV Sárgakönyv a biztonsági sávtól javasolja a 1,5 méteres minimális várakozó zóna kialakítását. Tekintsük példaként Budapesten a Szent Gellért teret, ahol 3,00 méter széles a peron és esőbeálló van. Itt esős időben viszont nem fér el (konfliktusmentesen) két szembe jövő gyalogos esernyővel (5. ábra).



5. ábra: Szent Gellért tér- peronon elhelyezett akadályok hatása (Igazvölgyi, 2014)

A **Handbuch für die Bemessung von Strassenverkehrsanlagen** (HBS, 2001) az akadályok hatását nem pontszerűen veszi figyelembe. Például egy jegykiadó automata 5-5 méter hosszban befolyásolja a gyalogosforgalmat, és jelentős holtteret generál az akadályra merőlegesen is, amelyet a méretezés során figyelembe kell venni; értéke akár 0,5-1,0 métert is elérheti. Werner et al. által szerkesztett német kiadvány min 3,8 méter széles szélsőperont javasol (Werner et al, 2011). Az **amerikai módszertant a TCQSM** (Transit Capacity and Quality of Service Manual Part 7) és (Paul et al, 2004) tartalmazza. Röviden összefoglalva a számítás 5 lépésben összeadja a különböző mozgásformák helyigényeit, majd azokat a peron hosszának elosztásával adódik a peron szélessége. Adott szolgáltatási szinthez egy javasolt peron szélesség-intervallum adódik a számításból. A várhatóan a peronon várakozó maximális utasszám és a le- és felszálló utasok számát kell a számítás során a különböző lépésekben igényelt területté konvertálni. A számba veendő területek: várakozási felület, folyosó (nem állnak gyalogosok), nem használt terület (akadályok, szemetes stb), ütköző (buffer) zóna (~0,5 m széles biztonsági sáv) és a sorbaállási felület (liftek, mozgólépcsők előtt). Ezt a módszertant alkalmazva kiszámítottam a peronok szélességeit az alábbiakban ismertetett 4 vizsgált helyszínen.

4.3. VIZSGÁLT BUDAPESTI HELYSZÍNEK BEMUTATÁSA

Korábbi vizsgálatokban rámutattam arra egy rövid számítással és mikroszimulációs vizsgálatokkal (Igazvölgyi, 2014), (Igazvölgyi 2015), hogy **a szolgáltatási szint több peron esetében nem megfelelő**. A vizsgálatok röviden az alábbiakban foglalom össze.

A **Kálvin téren** 2013. október 2-án, szerdai napon csúcsidőben készült a forgalomszámlálás. A számlálásból a csúcsnegyedóra kiválasztása után, szerelvényenként kiértékeltem az adatokat. Jelenlegi szolgáltatási szint LOS D. Ahhoz, hogy legalább LOS C szolgáltatási szintet biztosítsunk az amerikai számítás alapján 5,3 és 8,2 méter között kellene lennie a peronszélességnek. A peron jelenlegi szélessége 5,6 m (ezt viszont csökkenti a sodrási határ és az oszlopsorok, melyeket az első két ajtón leszálló utasok /Astoria felé/ nem tudnak kikerülni.), hossza 33 m, mindkét végén jelzőlámpás gyalogátkelő található. Egyik végén 4 m széles lépcsőn keresztül juthatnak el az utasok az aluljárón keresztül az M3 metró felé. Az utasforgalom 70%-a a lépcsőn keresztül érkezik a peronra; **csúcsidőben nagyon zsúfolt**.



6. ábra: Kálvin téri villamos peron reggeli csúcsban (Igazvölgyi, 2014)

A **Fővám téren** a villamosmegálló a metróberuházással és a Szabadság-híd felújításával összefüggésben (2008) megújult. Ennek során a szélső peronokat átépítették közbenső szigetes peronra. A peron jelenlegi szélessége 5,4 méter. A közbenső szigettel az átkelésre várakozók kiszolgálása magasabb színvonalú lett. Jelenleg a peron jó szolgáltatási szinten üzemel (LOS B), a szélesítés nem indokolt a forgalomszámláskor mért utasforgalom alapján.

A **Szent Gellért téri** villamosmegálló két szélső peronból áll. 2005 előtt épült át, korábbi helyén (Szabadság hídhöz közelebb, a Gellért szállóval szemben) közbenső peron és szélsőperon is ki volt építve. Jelenleg a peronszélesség 3,00 méter. A tényleges szélességben a védőkorlát és a biztonsági sáv is benne van, az effektív szélesség 2,4 méter, és a hosszúsága 50 méter. A jelenleg, a vonalon közlekedő szerelvények 26 méter hosszúak. A Móricz Zsigmond körtéri irányt kiszolgáló peronon a leszálló forgalom a jelentősebb, ezért a méretezés szempontjából ez a mértékadó. A Fővám téri irány peronján a várakozó utasforgalom a jelentősebb (7. ábra). A megálló forgalma azért jelentős, mert több villamos viszonylat is megáll ebben a megállóban (47, 49, 18, 19, 41), és csúcsidőben 1-1,5 percenként érkezik egy-egy szerelvény. A peron mindkét végén jelzőlámpás gyalogátkelőhely szolgálja ki a peronokat.



7. ábra: Szent Gellért tér Fővám tér felé (forrás: Igazvölgyi, 2013)

A 'leszálló' peronra végeztem el a méretezést, amely azt az eredményt adta, hogy több mint 1,5 méterrel kellene szélesebbnek lennie jelenleginél. A peron szolgáltatási szintje jelenleg LOS E. Megfigyeléseim alapján elmondható, hogy a szolgáltatási szintet jelentősen befolyásolja a jelzőlámpa szabad jelzésére várakozó gyalogosok torlódása. Súlyosbítja az a helyzetet, hogy a vágányokon a

gyalogosok jelentős része szabálytalanul, a tilos jelzés ellenére kel át. A 'felszálló' peron szolgáltatási szintje **LOS F** (7. ábra).

Az **Astoriánál** a Fővám tér irányába vezető vágány melletti peront vizsgáltam. Jelenleg a peron szélessége 3,8 m, hosszúsága 38 m. A csúcsidőszakot a reggeli csúcsban, 8 óra előtt mértem (8. ábra). A kép forgalmi zavarban készült, amikor 5 percig nem érkezett szerelvény. Megfigyelésem szerint az utasforgalom egy ideig növekedett, mert a zsúfolt peronról sokan átmentek a buszmegállóba, és választottak másik módot az utazásukhoz (pl. 7-es buszcsalád). Csúcsidőben, normál körülmények között a peron szolgáltatási szintje **LOS D** volt. A méretezés alapján már kisebb peronszélesítéssel (~0,70 m) is a LOS C szolgáltatási szint érhető lenne elérhető.



8. ábra: Astoria peron (2013. október) – egy villamosjárat kimaradt (Igazvölgyi, 2013)

A peronhoz csatlakozó létesítmények kapacitásnak ellenőrzését a peronnal együtt kell vizsgálni, ugyanis egy adott esetben 1,8 méter széles felálló terület csúcsidőben nem elegendő, mint jelzőlámpás középsziget. A gyalogosforgalom pontszerűen, de nagyobb hullámokban érkezik (Szent Gellért tér, Gárdonyi tér). A Szent Gellért téri 1,8 m széles felálló terület csúcsidőben nem elegendő (9. ábra).



9. ábra: Szent Gellért tér – szűk közbelső sziget (Igazvölgyi 2012)

4.4. EREDMÉNYEK, ÖSSZEFÜGGÉSEK

A fentiekben részletezett vizsgálataim, a fénykép és videó felvételek, azt mutatták ki, hogy normál körülmények között az utasok a jármű hosszánál egy kicsit hosszabb felületen várakoznak a szerelvény beérkezésére. Az utasforgalom növekedésével ez a felület egyre hosszabb lesz, és kialakul az effektív peronhossz (H_e), amely egyenlő a jármű hossza megnövelve 2-2 méterrel. **Az effektív peron felületbe nem tartozhat bele a korlát, a jegykiadó automata és egyéb kiegészítők, pl. utcabútorok által elfoglalt terület felületet.**

Az effektív hossz meghatározása után kiválasztjuk, hogy mely szolgáltatási szint kategóriára akarjuk méretezni a peron effektív szélességét (**SZe**). Az adott szolgáltatási szintnek megfelelő sűrűség és az effektív hosszából ez meghatározható. A legnagyobb csúcsforgalomból kiindulva a vizsgálatok alapján a peronok megfelelőségének ellenőrzésére sűrűség számítást és szolgáltatási szinteket javasolok bevezetésre. **A méretezési képlet a következő:**

$$SZ_e = \frac{F \cdot D}{H_e} \quad (2)$$

ahol:

- SZe a peron effektív szélessége (min és max) [m],
 F a szerelvény beérkezésekor várakozó utasok száma [fő],
 He peron effektív hossz [m] (jármű hossza meghosszabbítva 4 méterrel)
 D sűrűség az adott szolgáltatási szinten (min, max) [fő/m²]

A felszálló utasok száma az előzetes forgalmi becslésekből kinyerhető. Ezen utasok összességének „lázán” kell elhelyezkedni a peronon, hogy az utascsera során, amikor egy adott pillanatban a leszálló és a felszálló utasforgalom a peronon helyezkedik el (amíg még épen nem kezdődik el a beszállás), akkor extrém torlódás ne alakuljon ki. A várakozó utasoknak tartalék hely is kell, a kiszálláshoz szükséges hely biztosításához. Ez egy keveredő mozgás, amelynél az esetenként 1,5-2 fő/m² sűrűség is megengedett. A méretezés során a leszálló utasforgalmat is szükséges figyelembe venni, különösen akkor, ha az a megálló egyben egy szükségleszállóhely, ’fordító’ megálló is (mint pl. a Szent Gellért téri megálló). A vizsgálatok alapján 6 szolgáltatási szint kategóriát javasolok bevezetni hazai alkalmazásra. Az „F” szintet a Szent Gellért téren, az effektív peron hosszon elhelyezkedő 54 utas jelent, amelynél több ott márt nem tudott felett már több utas nem tudott a jármű várható közelében várakozni. A legnagyobb csúcsforgalomból kiindulva a vizsgálatok alapján a peronok megfelelőségének ellenőrzésére sűrűség számítást és szolgáltatási szinteket javasolok bevezetésre. A törvényszerűségek megállapítására több budapesti helyszínen készítettem utasszámlálást (leszálló, felszálló, szerelvény beérkezésekor várakozó utasok száma stb.). Megállapítottam, hogy a szolgáltatási szint ezeken a peronokon nem megfelelő.

A kategóriák definiálásához a gyalogos méretezések meghatározó kutatójának, Fruin-nak a mérőszámait használtam fel. A számlálás alapján készített mikroszimulációs vizsgálatokkal igazoltam, hogy a várakozó utasok nem egyenletesen oszlanak el a peron mentén, a szerelvények ajtóí környezetében összesűrűsödnek (ezt az amerikai méretezési módszertan nem veszi figyelembe). A peronhoz kapcsolódó, azt kiszolgáló létesítmények (lépcsők, folyosók) jelentősen befolyásolják a peronon kialakuló szolgáltatási szintet (a peronon lévő akadályok /bútorok, oszlopok, szemetes/ az amerikai méretezési módszertanban figyelembe vannak véve, de csak a „nettó” felületükkel, a körülöttük lévő holtteret nem veszik figyelembe). Ezeket az akadályokat az utasok, sokszor elég speciális módon kerülgetik. **A vizsgálatok alapján 6 szolgáltatási szint kategóriát javasolok bevezetni hazai alkalmazásra.** Az „F” szintet a Szent Gellért téren, az effektív peron hosszon elhelyezkedő 54 utas jelent, amelynél több utas már nem tudott a jármű várható közelében várakozni.

3. táblázat: Javasolt szolgáltatási szint kategóriák a peronok méretezéséhez

Szolgáltatási szint, LOS	D – Sűrűség [fő/m ²]	Kategória leírása
A	=< 0,15	Szabad mozgás, konfliktusmentes várakozás és utascsera
B	0,15 < D = < 0,3	Az utascsera szinte konfliktusmentes
C	0,3 < D =< 0,45	A peronon a várakozók felülete elegendő, az utascsera elfogadható szolgáltatási szinten történik
D	0,45 < D =< 0,6	A várakozási felület nem elegendő, de még az effektív hossz mentén várakoznak az utasok, utascsera lassabb a várakozók nagyobb sűrűsége miatt az ajtók környezetében
E	0,6 < D =< 0,75	Zsúfoltság a peronon, a peron kiszolgálása, feltöltődése nem megfelelő
F	0,75 < D	Zsúfoltság, konfliktus az utascsera során, a peron kiszolgálása már a várakozó utasnak sem megfelelő

Az alacsony utasforgalmú és hosszú szerelvényeket fogadó közúti vasúti peronok minimális szélességét a korábbi szabályozásoknak megfelelően javasolok alkalmazni.

5. ÖSSZEFOGLALÁS ÉS TOVÁBBI KUTATÁSI LEHETŐSÉGEK

Az eredményekkel a gyalogos kapcsolatok szolgáltatási szintje és ezzel forgalombiztonságuk növelhető. Közúti villamos peronok esetében érhető el a legszámottevőbb változás, ugyanis ezekre a létesítményekre hazánkban méretezési módszer nincs. A közös jelzőlámpás és gyalogos fázis alkalmazásánál a járművek visszatörlesztő hatásától nem lehet eltekinteni. A jelzőlámpás gyalogos átkelő szabad jelzésének méretezési javaslata nagymértékben növeli a gyalogosok biztonságérzetét, csökkenti baleseti kockázatukat. A zöld idők növekedése azonban a járműforgalom szempontjából kapacitáscsökkenéssel jár. A jelzőlámpás átkelőknél előforduló szabálytalan gyalogos átkelések elemzése a későbbi forgalombiztonsági kampányoknál vehető figyelembe. Ugyanis a kampányoknál a célcsoport és a helyszínek kiválasztása kiemelt fontosságú.

A külön szintű mozgásokkal összefüggő kitérítési hányadhoz, a veszített magasságok elemzéséhez kapcsolódóan további kutatási lehetőségek vannak. Amennyiben mindenképpen szükséges ez a kitérítés, abban az esetben ezt valamilyen eszközzel támogatni kell. Ilyen megoldás lehet a mozgólépcső beépítése már a 3 méter szintkülönbség esetén is, és mindkét irányban. A budapesti M3 metró vonalán a komfortérzetet jelentősen növelné, ha az aluljáróból a metróvonalon történő gyalogos forgalom átbújtatását nemcsak hegymenetben biztosítanák (pl. Árpád-híd, Gyöngyösi utca megállók).

A közösségi közlekedés peronjain olyan további beavatkozásokat lehet a jövőben megvizsgálni, mint például a peronon felfestett, kijelölt várakozási felületek, valamint annak jelölése, hogy a szerelvény beérkezése után várhatóan hol lesznek az ajtók. Ezek a megoldások külföldön már léteznek, ki és beszálláskor a tolakodást csökkentik, az utascseré sebességét növelik. A peronok kapcsán a nagyobb forgalmú buszmegállók várakozási felületét is érdemes lenne felülvizsgálni. A további kutatás során az akadályok hatásait is lehetne pontosítani, ezek például az esőbeállók elhelyezése és kialakítása (oldalfal plusz akadályt jelent), szélső peronok esetében a folytonos védőkorlát forgalombefolyásoló szerepe. Az akadálymentes tervezés során nemcsak a peron szélessége, hanem az akadályok is befolyásolják a létesítmény kiszolgálását.

6. HIVATKOZÁSOK JEGYZÉKE, SZAKIRODALMI HIVATKOZÁSOK

Ábrahám et al. (1982) : Metró kézikönyv, Budapest Műszaki Könyvkiadó

BASSt Heft 217 (2012) Alrutz, D., Bachmann, C., Rudert, J., Angenendt, W., Blase, A., Fohlmeister, F., & Haeckelmann, P. Verbesserung der Bedingungen für Fußgänger an Lichtsignalanlagen (Vol. 217). Gladbach ISSN 0943-9331

BKV Sárga könyv (2000) Közúti vasúti pályaépítési és fenntartási műszaki adatok és előírások, Budapest, Fővárosi Közlekedési Felügyelet

Fruin, J. (1971). Designing for pedestrians: A level of service concept. Highway Res. Rec. (35) 1-15.

GYATSZ Gyalogos aluljáró tervezési irányelvek Közlekedési Dokumentációs Vállalat Budapest, 1976

Handbuch für die Bemessung von Strassenverkehrsanlagen (HBS) (2001) Chapter 11 Köln, Germany

HCM (2010) Highway Capacity Manual, Transportation Research Board, Washington, United States of America ISBN 978-0-309-16077-3 National Research Council.

Hoxie, R. E., Rubenstein, L. Z., Hoenig, H., & Gallagher, B. R. (1994). The older pedestrian. *Journal of the American Geriatrics Society*, 42(4), 444-450.

Kovácsné Igazvölgyi Zs., Nemzetközi villamos peron méretezési módszertanok összehasonlítása, és ennek alapján méretezett budapesti Kálvin téri peron mikroszimulációs eredményeinek ismertetése. 4. Közlekedéstudományi hallgatói és PhD konferencia. 7 p. Konferencia helye, ideje: Budapest, 2014.06. pp. 35-41. (ISBN:978-963-313-131-2).

Langlois, J. A., Keyl, P. M., Guralnik, J. M., Foley, D. J., Marottoli, R. A., & Wallace, R. B. (1997). Characteristics of older pedestrians who have difficulty crossing the street. *American journal of public health*, 87(3), 393-397.

Metró tervezési irányelvek (1969) Közlekedés- és Postaügyi Minisztérium, Budapest, p118.

Paul Ryus (Ed) Kittelson & Associates INC, Stop, station and terminal capacity, Vol. Portland State University, US, 4 May 2004.

Smith, S.A., K.S. Opeila, L.L. Impett, M.T. Pietrucha, R. Knoblauch, and C. Kubat (1987) NCHRP Report 294A: Planning and Implementing Pedestrian Facilities in Suburban and Developing Rural Areas – Research Report. Transportation Research Board

STMP (2008) Platform Preferences for Tramways and the Metro, Mott MacDonald Technical NoteTCQSM (2003)

Transit Capacity and Quality of Service Manual, TRB's Transit Cooperative Research Program, 2nd Edition. Washington, USA

Tim J. Gates, David A. Noyce, Andrea R. Bill, and Nathanael Van Ee Recommended Walking Speeds for Pedestrian Clearance Timing Based on Pedestrian Characteristics, TRB 2006 Annual Meeting, Paper No. 06-1826

ÚME (2009) ÚT 2-1.212 – A közúti közösségi közlekedés (tömegközlekedés) pályáinak, utas- és járműforgalmi létesítményeinek tervezése. Magyar Útügyi Társaság. Budapest.

ÚME (2009): ÚT 2-1.211 – Gyalogosforgalom közúti létesítményeinek tervezése. Magyar Útügyi Társaság. Budapest. Városi közlekedési kézikönyv (1984) Nagy, E., Szabó, D., Budapest, Műszaki Könyvkiadó 5. fejezet pp. 124-150

Werner Schanbel és Dieter Lohse (2011), Grundlagen der Strassenverkehrstechnik und der Verkehrsplanung Band 1 Strassenverkehrstechnik, 3. Vollständig überarbeitete Auflage, Berlin

Zs. Kovács Igazvölgyi Pedestrian's Level of Service on tramline platforms in Budapest Pollack Periodica Vol. 10.(1) pp. 93-102 DOI:10.1556/Pollack.10.2015.1.9Zs. Kovács Igazvölgyi,