

A torlódó sorok speciális tulajdonságai és ezek szerepe a forgalmi tervezésben

A torlódó járműsor több, nagyon fontos tulajdonságában jelentősen különbözik mind a szabad sebességgel haladó járműfolyamtól mind pedig a korlátozott sebességgel, de folyamatosan haladó járműfolyamtól. A különbségek széles körűek és nagy volumenűek, alapvető forgalmi működési tulajdonságok változnak meg, így ezek a jelenségek meghatározók a forgalmi tervezésben és hatással lehetnek a közlekedésbiztonságra is.

DOI 10.24228/KTSZ.2018.5.6

Szele András – Kisgyörgy Lajos

KTI Közlekedéstudományi Intézet

e-mail: szele@kti.hu – kisgyorgy.lajos@epito.bme.hu

1. BEVEZETÉS

A torlódások természetes következményei a prosperáló térségekben élő, jómódú lakosság autóhasználatának, és világszerte a városi élet legkritikusabb negatív tényezői közé tartoznak. Többfajta torlódás létezik, ezek közül a mindennapi életünkre a legnagyobb hatást a rendszeres torlódások gyakorolják. A rendszeresen torlódó hálózatokat alapvetően a városi-elővárosi területeken találjuk, ahol egyrészt nagy a forgalom, másrészt elég sűrű az úthálózat ahhoz, hogy hálózati szintű torlódásokról beszéljünk. A rendszeres torlódások kapcsán elvégzett kutatásunk legfontosabb tanulsága, hogy e torlódások forgalmi működése alapvetően más törvényszerűségeket követ, mint a nem torlódó hálózatok működése. Eredményeink szerint e torlódásokban megváltozik az utak hierarchiája, a járművek útvonalai, sőt olyan alapvető, szilárdnak hitt tényezőkben is felfedezhetők meglepő mértékű változások, mint az elsőbbségadás.

A téma kutatása során elvégzett nagyszámú mérés egyik általános tapasztalata az volt, hogy a torlódó hálózatok mellett a torlódó sorok is sok szempontból jelentősen különböző módon működnek, mint a nem torlódó sorok. A mérések és elemzések ráirányították a figyelmet e jelenségre és mivel a forgalmi tervezés szempontjából ennek komoly jelentősége lehet, ezért a kutatás utolsó fázisában külön figyelmet szenteltünk e jelenségek részletes megismerésének. A következőkben azokat az érdeklődésre számot tartó, egyben a forgalmi tervezést is befolyásoló forgalmi jelenségeket ismertetjük, amelyek speciálisan a torlódó sorok esetében fordulnak elő.

2. SZAKMAI KERETEK

A legfontosabb tudnivalókat a torlódásokról az OECD egy 2007-es kiadványában összegezte [1]. A kisszámú átfogó munka mellett a torlódásokkal két nagyon különböző módon találkozhatunk a közlekedési kutatásokban.

Az egyik a forgalom lefolyását vizsgáló elméleti, különösen modellezési munkák, amelyekben általában hálózatokat vizsgálnak. A másik jellemző kutatási terület a forgalmi menedzsment, ami jellemzően egy-egy útszakasz vizsgálatát öleli fel. Jelentős problémának tűnik, hogy az elméleti munkákból csak nagyon ritkán következnek gyakorlatban is felhasználható eszközök (az egyik jó példa éppen a torlódási díj), illetve hogy a gyakorlatban használt menedzsment eszközök kisszámú, régóta ismert megoldást variálnak, nem túl nagy sikerrel.

Az elméleti és modellezési kutatások tekintetében a torlódó forgalom lefolyása régóta az érdeklődés homlokterében van [2,3]. A forgalmat leíró legfontosabb elméletek közé tartoznak a hidrodinamikai és kinematikai modellek, a járműkövetési modellek, a queueing modellek [pl. 4] és a hullámelmélet [5]. Ez utóbbi az egyik olyan módszer, ami a forgalmi tervezésnél is aránylag egyszerűen használható volna [6]. Az egyik viszonylag új vizsgálati terület szerint a városi területek egyenletesen torlódó forgalmát városi szinten a makroszkopikus fundamentális diagrammal lehet modellezni, ahol a járművek akkumulációja és sebessége játssza a főszerepet [7]. Az elmélet széles körben tárgyalt, amit továbbfejlesztettek speciális körülményekre is [8]. Komoly hagyományai vannak a 70-es évek óta a torlódások kétfázisú rendszerként való leírásának [9,10,11]. Ez a modell alapvetően álló és mozgó járművekre egyszerűsíti le a forgalmat. A használatos modellek kritikáját és a 3-fázisú rendszer előnyeit hangsúlyozza viszont Kerner [12]. Más szerzőknél is felmerül az elméleti modellek kritikája [4, 12], többek között a modellek és a megfigyelt forgalom között tapasztalt gyenge korreláció miatt, ami a tervezőket inkább az empirikus modellek felé orientálja.

A most bemutatott eredmények egy átfogó kutatási munkába illeszkednek, ami a rendszeresen torlódó közúthálózatok forgalmi működését vizsgálja azzal a céllal, hogy az ilyen hálózatok forgalmi tervezése megalapozott legyen. A kutatás során számos érdekes jelenségre derült fény. Eredményeink alapján a jelenségek egy átfogó rendszert alkotnak, ame-

lyet röviden a következőképpen lehet leírni: A rendszeresen torlódó közúthálózatok forgalmi működésének alapja, hogy a járművezetők jelentős része kerüli a torlódó főirányt, és alternatív útvonalakon közelíti meg a torlódást okozó keresztmetszetet, amelynek közelében meglepően könnyen csatlakozik vissza a torlódó sor elejére. A jelenség tömeges voltából következik, hogy ezek a járművezetők összességében jelentős időelőnyre tesznek szert a főirány torlódását végigálló járművezetők kárára. A tömegesen használt alternatív útvonalak gyakran csendes kertvárosi utcákon vagy a nem ilyen forgalomra kiépített csomópontokon keresztül vezetnek, ami jelentős – közlekedésbiztonsági – problémák forrása. Az ilyen módon működő közúthálózat nemcsak hogy nem igazságos, de sajtáságos dinamikája miatt önmagában is az egyre hosszabb sorok kialakulását segíti elő, mert a sor elejére beálló járművezetők miatt a sor vége egyre lassabban halad. Ezért egyre többen döntenek úgy, hogy alternatív útvonalat használnak. Korábbi – e témakörben publikált – munkáinkban bemutattuk a rendszeresen torlódó hálózatok forgalmi működését [13], ami gyökeresen különbözik a nem torlódó hálózatok működésétől. Igazoltuk, hogy az ilyen hálózatokon meglepően nagymértékű az alternatív útvonalak használata [13]. Bevezettük a forgalmi irányok életképességének fogalmát [14], ami azt a jelenséget hivatott leírni, hogy a torlódásban a mellékirányok forgalma jelentősen megerősödik, mégpedig a főirány fogalmának kárára. A kutatás megállapításai egyenesen az autonóm járművek torlódásokban való várható szerepéig terjednek.

3. MÓDSZERTAN

A kutatás során végrehajtott rendszeres és széles körű forgalmi mérések során feltűnt speciális forgalmi jelenségek egy részét önmagukban is meg kívántuk vizsgálni. A legnagyobb érdeklődést a torlódó sorokba való meglepően könnyű becsatlakozás váltotta ki. Ennek vizsgálatához olyan helyszínt kellett találnunk, ahol a kisebb forgalmú és a torlódó állapot is jól megfigyelhető, mindkét esetben jelentős a főirányba becsatlakozó forgalom, és a nem torlódó állapotban nem alakulnak ki lassú sorok.

1. ábra: Torlódás a küszöb miatt a Balatoni út XI. kerületi szakaszán 2017 májusában



Ez utóbbi ellentmondásnak tűnhet, de a mérések jelentős része jelzőlámpás csomópontok közelében történt, ahol kisebb-nagyobb sorok a nap bármely részében kialakulhatnak. Végül a szerencse sietett a segítségünkre. A Balatoni út 1-es vasútvonal felett átívelő hídján 2017 májusában javítási munkálatok folytak, amelyekhez egy vezetékot vezettek át az úton. A vezetékot védő küszöb miatt a járműveknek le kellett lassítaniuk a hídra felhajtáskor, emiatt az egyébként forgalmas, de nem torlódó útszakaszon torlódások alakultak ki (1. ábra).

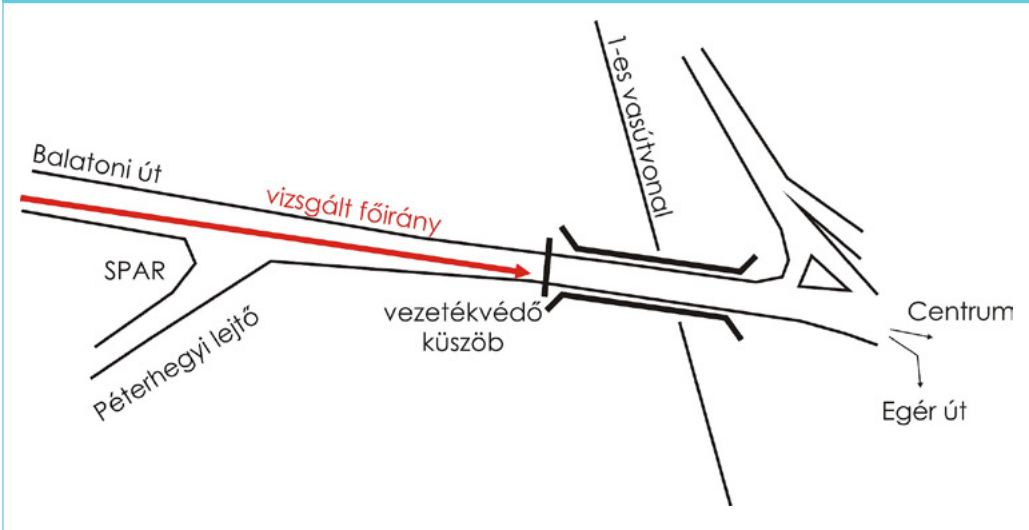
Ebben a forgalmi állapotban módunk volt megfigyelni és rögzíteni a forgalmi jellemzőket, illetve a munkálatok végeztével regisztráltuk a forgalmat nem torlódó állapotban is. Ez a helyszín egyébként korábban részese volt vizsgálatainknak, mivel több forgalmas alternatív útvonal is húzódik a közelében. A mérés helyszíne (2. ábra) egy T-csomópont, ahol a T szára a Péterhegyi lejtő, a T teteje pedig a Balatoni út. A Balatoni út nagyon forgalmas ezen a szakaszon is, de a torlódások nem jellemzőek. Fontos, hogy a csomópontban minden lehetséges kanyarodási igény jelen van. A mérések a reggeli csúcsidőszakban

történtek, amikor a legnagyobb forgalmat a Balatoni út Budapest centruma felé tartó irányba szállítja.

A korábban lefolytatott mérések és azok elemzése nyilvánvalóvá tették, hogy a torlódó sorba könnyebb becsatlakozni, mint a nem torlódó sorba. Az is egyértelmű volt, hogy a főirányt keresztező mozgások végrehajtása is sokkal egyszerűbb a torlódó sor esetében. Végül az is jól látszott, hogy e mozgások végrehajthatóságában jelentős szerepe van a főirányú forgalom járművezetőinek, akik beengedő vagy elutasító viselkedésükkel meghatározták, hogy a keresztező vagy becsatlakozó mozgások megvalósulhatnak-e egyáltalán. Az eredményeken alapuló sejtések igazolására végül a torlódó és a nem torlódó forgalmi helyzetekben a következő kérdésekre kerestük a választ:

- Mennyivel könnyebb keresztezni a torlódó sort, mint a nem torlódó forgalmat?
- Mennyivel könnyebb becsatlakozni a torlódó sorba, mint a nem torlódó forgalomba?
- Mekkora szerepe van e mozgások megvalósulásában a főirányú forgalom járművezetőinek?

2. ábra: A mérés helyszíne, a Balatoni út – Péterhegyi lejtő csomópont környezete



A mérések és az elemzések lefolytatásához szükséges volt néhány definíciót tisztázni. Ennek megfelelően akkor tekintettük a sort torlódó sornak, amikor a járművek sebessége a szabadon kifejthető sebességhez képest jelentősen csökkent, a mozgó járművek közötti távolság általánosan 4-5 méternél nem volt nagyobb, és a járműsorban a legkisebb zavar hatása is tovább gyűrűző megtorpanással jár. Ezzel szemben a nem torlódó sorban a sebességek viszonylag nagyok, a járművek közötti távolság jellemzően meghaladja a 4-5 métert, és az esetleges zavarok nem okoznak továbbgyűrűző megtorpanásokat.

A vizsgálatunkban a főirányt keresztező és a főirányba becsatlakozó mozgásokat vizsgáltuk (3. ábra).

A főirány járművezetőinek szerepét az egyes csomóponti mozgások végrehajthatóságában a beengedések/átengedések/betolakodások (a továbbiakban: beengedések) számán keresztül vettük figyelembe. Így amikor egy főirányban közlekedő jármű vezetője lassított, hogy egy keresztező vagy besoroló jármű végrehajthassa a kívánt mozgást, akkor ezt beengedésnek tekintettük. A torlódó és nem torlódó állapot közötti különbséget a jármű-

3. ábra: A vizsgált forgalmi irányok



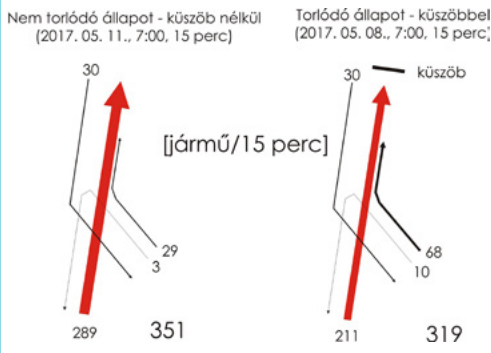
vek késedelmein keresztül is számszerűsítettük. A torlódó és a nem torlódó forgalomról egyaránt 15 perces videófelvétel készült. A felvételekről megszámláltuk az egyes irányok forgalmát, megmértük a tapasztalható késedelmeket, és végül megszámláltuk a beengedéseket.

4. A MÉRÉSEK EREDMÉNYEI

A forgalomszámlálások eredménye szerint a torlódó és a nem torlódó forgalmi állapot forgalmi viszonyaiban nincs jelentős eltérés (4. ábra). A nem torlódó (küszöb nélküli) esetben az összes számlált forgalom 351 jármű/15 perc volt, a torlódó (küszöbvel) esetben pedig



4. ábra: A forgalomszámlálások eredményei

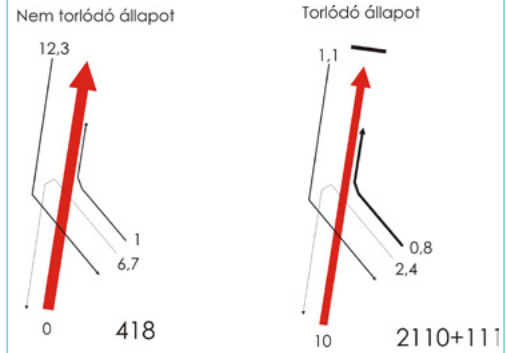


319 jármű/15 perc. A keresztező forgalmakban alig volt különbség. Az egyetlen lényeges változás az volt, hogy a főirány forgalma 78 jármű/15perc értékkel csökkent, miközben a főirányba becsatlakozó forgalom 39 jármű/15 perc értékkel megnőtt. Nem igazolható, de nem is kizárható, hogy ebben az esetben a járművezetők egy része alternatív útvonalon közelítette meg a torlódást okozó keresztszemetet, és a két változás együttesen egy alternatív útvonal használatát jelzi.

Jelentős különbség volt tapasztalható viszont a forgalom sebességében. A főirány a nem torlódó állapotban ~59 km/ó sebességgel haladt végig a vizsgált útszakaszon. A küszöb felszerelésével és a torlódások kialakulásával ez a sebesség mintegy 26 km/órára csökkent.

A késedelmek mért változása is érdekes képet mutat a két forgalmi állapot között (5. ábra). A nem torlódó állapotban a főirányban nincsenek idővesztések, szinte minden jármű egyenletes sebességgel haladt végig a vizsgált útszakaszon. A torlódó állapotban ezzel szemben csak a sebességméréssel is érintett mintegy 100 méteres szakaszon átlagosan 10 s késedelmet szenved el minden jármű a torlódás miatt, ami összesen 2110 másodpercet jelent 15 perc alatt. A teljes torlódó sorban több perces késedelmekkel számolhatunk járművenként. Ennél érdekesebb, hogy a keresztező és becsatlakozó mellékirányok járműveinek vesztesége összességében 418 másodpercről 111 másodpercre csökken, azaz a vizsgált keresztező és becsatlakozó mellékirányok

5. ábra: A várakozási idő mérések eredményei

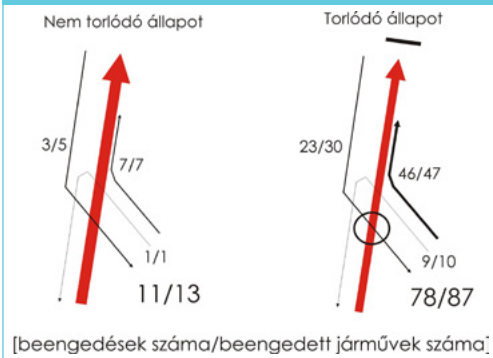


nyok lényegesen kevesebbet várokoztak a torlódó állapotban, mint a nem torlódó állapotban. A nem torlódó állapot esetében a balra, nagy ívben keresztező irányokban átlagosan 12,3, illetve 6,7 másodperc várakozási időt mértünk. A valóságban az átlagérték ez esetben kissé csalóka, mivel ezek az értékek jellemzően néhány nagyon hosszú várakozásból és viszonylag nagyszámú rövid idejű várakozásból adódtak. A torlódó állapotban nemcsak a várakozási idők átlaga sokkal alacsonyabb (1,1, illetve 2,4 másodperc), de elmaradtak a hosszú várakozások is, a legtöbb jármű ténylegesen is meglehetősen rövid ideig várokozott. A keresztező irányok esetében egy átlagos jármű várakozási ideje 11,79 másodpercről 1,42 másodpercre, azaz közel 1/8-ára csökkent a nem torlódó és a torlódó állapot között!

Kissé meglepő módon a jobbra, kis ívben a főirányba becsatlakozó forgalom várakozási ideje alig különbözik. Ugyanakkor valójában nagy különbség van a becsatlakozás módjában: a nem torlódó esetben a járművezetők a kialakított gyorsítósáv segítségével felgyorsulnak és be tudnak csatlakozni a járművek közötti helyekre. Ezzel szemben a torlódó állapotban szinte kivétel nélkül beengedik őket a főirány járművezetői, igaz, egy torlódó sorba máshogy nem is nagyon lehet bejutni.

Az utolsó mért tényező a beengedések száma volt (6. ábra). A nem torlódó esetben összesen 11 db beengedést számoltunk meg, amelyek összesen 13 db jármű mozgását segítették.

**6. ábra:
 A beengedések száma**



A beengedések és a beengedett járművek száma közötti eltérést magyarázza az a gyakori jelenség, hogy a főirányban közlekedő járművezető beengedő gesztusát több jármű is kihasználta egyidejűleg. A torlódó sor esetében ehhez képest sokkal jelentősebb volt a beengedések darabszáma, elérte a 78-at, az összes kedvezményezett jármű száma pedig 87 db volt, ami nagyságrendileg összevethető az összes mért mellékirány forgalmának 108 jármű/15 perc értékével, sőt, a keresztező irányok esetében a forgalomnagyság és a beengedett járművek száma megegyezik. A főirányba becsatlakozó forgalom esetében van csak különbség a két érték között, itt sok járművezető használta ki a keresztező irányok átengedése miatt létrejövő hézagokat a torlódó sorban.

5. EREDMÉNYEK

A mérések eredményeire támaszkodva fontos következtetéseket lehet levonni a torlódó sorok sajátosságait illetően:

- A torlódó sort sokkal kisebb várakozási idővel lehet keresztezni, mint a nem torlódó sort. Esetünkben a mért értékek között nyolcszoros eltérés van, ez alapján a **torlódó sort nem egyszerűen könnyebb, hanem sokkal könnyebb keresztezni. A torlódó sor szinte semmilyen ellenállást sem fejt ki a keresztező mozgások korlátozására, azaz a torlódó sorok nagyon erős forgalomáteresztő képességgel rendelkeznek.**

- A torlódó sorba könnyebb becsatlakozni, mint a nem torlódó sorba. A mérések alapján valóban könnyebb, a nem torlódó állapotban átlagosan 1 másodpercet, a torlódó állapotban pedig 0,8 másodpercet kellett várakozniuk a járművezetőknek a sorba való bejutás érdekében. A számok közötti különbség nem nagy, azonban a két állapot között nagy a különbség a mozgás végrehajtásának egyszerűségében és **biztonságában**. A torlódó sor esetében kis sebességgel kell becsatlakozni egy lassú sorba és számítani lehet a főirány vezetőinek udvariasságára. Ezzel szemben a nem torlódó sorba nagy sebességgel kell becsatlakozni és a főirány járművezetői ebben nem segítenek. **Összességében azt mondhatjuk, hogy mind a torlódó, mind a nem torlódó sorba elég könnyű becsatlakozni, bár az előbbibe valamivel könnyebb. Azonban a torlódó sorba való becsatlakozás biztonságos, a többi járművezető által támogatott mozgás, a nem torlódó sorba viszont gyakran veszélyes a becsatlakozás és a többi járművezető sem segít. A torlódó sorok a mérések alapján mintegy 20%-kal nagyobb forgalomfelszívó képességgel rendelkeznek, mint a nem torlódó sorok.**

- **A beengedés gesztusa nagyon fontos szerepet játszik a torlódó sorok keresztezésében és az ilyen sorokba való becsatlakozásban.** A mérések alapján elmondható, hogy a torlódó sor keresztezése és az abba való belépés esetében szinte mindig szerepet játszik a főirány járművezetőinek beengedő gesztusa. Ez a gesztus elkerülhetetlen is, hiszen más-hogy nem lehet belépni az összefüggő, torlódó sorba. **A legfontosabb azonban az, hogy a beengedés gesztusa biztonságossá és kényelmessé teszi mind a keresztezést, mind a becsatlakozást a torlódó sorok esetében.**

Ezek az eredmények azonban egy kicsivel tovább is vezetnek. Ha elfogadjuk, hogy az állítások igazak és általánosíthatók (amit széles körű mérések és vizsgálatok nélkül érdemes fenntartásokkal kezelni), akkor a következők is igazak:

- Ha igaz, hogy a torlódó sort szinte ellenálás nélkül lehet keresztezni és abba becsatlakozni, akkor a torlódó sorok esetében az elsőbbségadás fogalmai a hagyományos formában nem értelmezhetők, hiszen a forgalom úgy működik, mintha az alárendelt irányoknak lenne elsőbbségük.
- Ha az elsőbbségadás fogalma megváltozik a torlódó sorokban, akkor valójában az úthierarchia is megváltozik. A főirány nem főirányként, az alárendelt irányok pedig nem alárendelt irányokként működnek, ami az egész forgalomszabályozási rendszert megkérdőjelezi.
- A két vizsgált forgalmi állapot között a mért adatokon túl is látványos volt a különbség. A kutatásunk egyik eredménye, a forgalmi irányok életképessége teljes valóságában mutatkozott meg. A **nem torlódó állapot nagy sebességei távol tartották a keresztező és becsatlakozni kívánó forgalmakat, így a főirány valóban főirányként működött, egyidejűleg a mellékirányokban hosszú várakozási idők alakultak ki.** A torlódó állapotban ezzel szemben a főirány az ismertett forgalomáteresztő és forgalomfelszívó tulajdonságai miatt elvesztette ezt a védelmi képességét.
- A nem torlódó állapotú főirány és a jelentős igénytel jelentkező keresztező és becsatlakozó forgalmak együttesen egy csomópontban folyamatosan magukban hordják egy súlyos baleset lehetőségét, hiszen a főirányban nagyok a sebességek, a mellékirányokból pedig egyre türelmetlenebbek a járművezetők.

6. A FORGALMI TERVEZÉSEL SZEMBENI IGÉNYEK AZ EREDMÉNYEK TÜKRÉBEN

A mérések és azok elemzései alapján megfogalmazott eredmények fontos bemenő adatot jelentenek azon hálózatok forgalmi tervezéséhez, amelyeken rendszeresen előfordulnak torlódások. A következő javaslatokat tesszük a rendszeresen torlódó hálózatok forgalmi tervezéséhez:

- A tervezés során folyamatosan szem előtt kell tartani, hogy a tervezett hálózat fontos időszakokban torlódik. Tudomásul kell venni, hogy a nem torlódó állapotra kidolgozott tervezési módszerek nem érvényesek teljeskörűen a torlódó állapotra, annak mások a törvényszerűségei.
- E törvényszerűségek következményeit érdemes megvizsgálni, ellenőrizni a tervezett hálózaton. Javasoljuk ellenőrizni azt az esetet, amikor a főirány lelassul és megváltoznak az elsőbbségi viszonyok. Ekkor olyan visszaduzzasztásokat, olyan forgalmi igényeket találhatunk, amelyek esetleges kialakulásáról tudnia kell a tervezőnek, a létrejövő forgalmi helyzetet esetleg kezelni kell.
- A valós torlódó állapotot és a torlódások alatt kialakuló valós forgalmi rendet érdemes tervezni és az eredményeket a megbízó tudomására hozni, hogy ne a tervezett útszakasz vagy csomópont átadásakor szembesüljön a megbízó a torlódásokkal kapcsolatos problémákkal.
- A tervezett infrastruktúra forgalomszabályozását és az utak hierarchiáját érdemes előzetesen leellenőrizni a torlódó állapotban annak fényében, hogy ezek jelentősen megváltozhatnak a nem torlódó állapothoz képest.
- Ha lehetséges, érdemes segíteni a főirány forgalmát, biztosítani a sebességét, mert ezzel megelőzhetjük a mellékirányok megerősödését és a kedvezőtlen folyamatok megindulását.
- Azokon az útszakaszokon és a csomópontokban, ahol a főirány általában viszonylag nagy sebességgel érkezik, egyben a torlódások alatt jelentős a kanyarodó és a becsatlakozó forgalmi igény, érdemes az esetleges balesetveszélyes forgalmi szituációkat meghatározni.

7. KONKLÚZIÓ

A torlódó sorok néhány speciális tulajdonságának bemutatására, a tulajdonságok meg-

ismerésére és számszerűsítésére méréseket végeztünk egy olyan útszakaszon, ahol mind a torlódó, mind a nem torlódó állapot tisztán megjelent. Azt tapasztaltuk, hogy a forgalmak tekintetében nem volt nagy különbség a két állapot között, ezzel szemben a főirányt keresztező forgalmak várakozási ideje jelentősen csökkent a torlódó állapotban. Számoltuk a főirány járművezetőinek beengedő gesztusait is. Az eredmények azt mutatják, hogy a torlódó forgalomnak a beengedés alapvető tulajdonsága és működtető mechanizmusa. Eredményeink szerint a torlódó sorok nagyon erős forgalomáteresztő képességgel és jelentős forgalomfelszívó képességgel rendelkeznek. **A fenti állítások következménye, hogy a torlódó sorok esetében az elsőbbségadás fogalmai a hagyományos formában nem értelmezhetők, ami viszont a szándékolt úthierarchia megváltozását is maga után vonja.**

Az eredmények alapján javaslatokat tettünk a forgalmi tervezési gyakorlat kiegészítésére a rendszeresen torlódó hálózatokon.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] European Conference of Ministers of Transport, OECD, Managing Urban Traffic Congestion, 2007.
- [2] Gazis, D., C., Traffic Theory, Springer-Verlag, 2002.
- [3] Gazis, D., C., The Origins of Traffic Theory. Operation Research, (50), pp. 69-77, 2002. DOI: <http://doi.org/dwpt33>
- [4] Mala, S. P. Varma, Minimization of Traffic Congestion by Using Queuing Theory. IOSR Journal of Mathematics, Volume 12, Issue 1 Ver. II., pp. 116-122, 2016.
- [5] Gerlough, D. L., Huber M. J., Traffic Flow Theory, A monograph, Special Report, Transportation Research Board, 1975.
- [6] M. J. Lighthill, F.R.S., G. B. Whitham, On kinematic waves II. A theory of traffic flow on long crowded roads, Proceedings of the Royal Society a mathematical, physical and engineering sciences, 1955.
- [7] Daganzo, C. F., Geroliminis, N., An analytical approximation for the

macroscopic fundamental diagram of urban traffic. UC Berkeley Center for Future Urban Transport, Working paper UCB-ITS-VWP-2008-3, 2008.

- [8] Xu, F., He, Z., Sha, Z., Zhuang L., Sun W., Assessing the Impact of Rainfall on Traffic Operation of Urban Road Network. 13th COTA International Conference of Transportation Professionals, 2013.
- [9] Herman, R., Ardekani, S., Characterizing Traffic Conditions in Urban Areas. Transportation Science, Vol. 18. Issue 2, pp. 101-140, 1984. DOI: <http://doi.org/cd3dj2>
- [10] Williams, J. C., Mahmassani H. S., Herman R., Urban Traffic Networ Flow Models. Transportation Research Record Journal of the Transportation Research Board, pp. 78-88, 1987.
- [11] Ardekani, S., Herman, R., Urban network-wide traffic variables and their relations. Transportation Science, Vol. 21. Issue 1, pp. 1-16, 1987.
- [12] Kerner, B., S., Criticism of generally accepted fundamentals and methodologies of traffic and transportation theory. AIP Conference Proceedings, Vol. 1648, Issue 1, pp. 2015. DOI: <http://doi.org/ctb8>
- [13] Szele A., Kisgyörgy L., A menekülőútak használatának jelentősége a rendszeresen torlódó közúthálózatokon, Közlekedéstudományi Szemle 2017. VI., 60-66 DOI: <http://doi.org/ctb9>
- [14] A. Szele, L. Kisgyörgy, The vitality of traffic directions on road network with recurrent congestion and its effect on road traffic design, International Conference on Traffic and Transport Engineering 2016., Belgrade, Serbia 2016.11.24.-11.25., 2016. pp. 1012-1018 (ISBN 978-86-916153-3-8)



Special characteristics of congested queues and their role in traffic planning

A congested queue of vehicles is significantly different from both the flow of vehicles driving at a free speed and the traffic flow with a limited speed but steadily moving vehicles in several very important features. Differences are wide-ranging and of a large-scale, and basic traffic performance factors change, so these phenomena are determinative in traffic planning. At the same time, however, it is an old experience that traffic planning practically doesn't count with congested conditions. At most, the expected delays are determined over the course of the planning, and not enough attention is paid to finding out more about the characteristics of the congested queues, and the forecast of traffic activity during congested periods. One of the reasons for this may be the lack of detailed knowledge of congested traffic and congested queues. In order to remedy this deficiency, and in order to facilitate the task, in this paper we present some of the basic features that have not been counted with in the planning process, which put the congested queues, their traffic activity, and their traffic planning into a completely new light.



Spezifische Eigenschaften von Aufgestockten Verehrflüssen und Ihre Rolle in der Verkehrsplanung

Eine aufgestockte Schlange von Fahrzeugen unterscheidet sich erheblich sowohl von der Strömung von Fahrzeugen, die mit einer freien Geschwindigkeit fahren, als auch von dem Verkehrsfluss mit einer begrenzten Geschwindigkeit, aber sich stetig bewegenden Fahrzeugen in mehreren sehr wichtigen Merkmalen. Die Unterschiede sind weitreichend und erheblich, es ändern sich die grundlegenden Verkehrsleistungsfaktoren, so dass diese Phänomene einen bestimmenden Einfluss in der Verkehrsplanung haben. Gleichzeitig ist es jedoch eine alte Erfahrung, dass die Verkehrsplanung praktisch nicht mit den Pulkbildungen rechnet, es werden höchstens die erwarteten Verzögerungen im Laufe der Planung bestimmt, und es wird nicht genug Achtung der Erkennung von den Merkmalen der Perioden mit Verkehrsstockungen und der Vorhersage der Verkehrsaktivität während der Stauzeiten gewidmet. Einer der Gründe dafür könnte der Mangel an detaillierten Kenntnissen über den aufgestockten Verkehrsfluss und über die Pulkbildungen sein. Um diesen Mangel abzuhefen und um die Aufgabe zu erleichtern, stellen wir in diesem Bericht einige der Grundfunktionen vor, die im Planungsprozess nicht berücksichtigt wurden, die die Pulks und ihre Funktion im Strassenverkehr sowie ihre Planung darstellen und in ein völlig neues Licht setzen.