



Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem

Közlekedésmérnöki és Járműmérnöki Kar

Közlekedés- és Járműirányítási Tanszék

A kaposvári jelzőlámpás csomópontok felülvizsgálata

Győri Teodor

Neptun-kód: V42R83

Egyetemi konzulensek:

Dr. Bede Zsuzsanna

Dr. Tettamanti Tamás

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem

Közlekedés- és Járműirányítási Tanszék

Külső konzulens:

Kiss Géza

Absztrakt:

A dolgozat fő célja a kaposvári jelzőlámpás csomópontok vizsgálata. A közelmúltban történt fejlesztés előtti és az azt követő állapotok modellezése, összehasonlítása, következtetések levonása. Továbbá egy fejlesztési lehetőség kidolgozása, mely a motorizált közlekedést fenntarthatóvá, a várost pedig élhetőbbé alakítja, ami kiemelkedően fontos a városon áthaladóknak, a városon belül közlekedőknek, valamint a város lakóinak egyaránt.

Kulcsszavak: Kaposvári közlekedés, jelzőlámpás irányítás, alternatív útvonalak, Vissim szimuláció

Köszönetnyilvánítás

Köszönetet szeretnék mondani konzulenseimnek, Dr. Bede Zsuzsannának és Dr. Tettamanti Tamásnak a dolgozatom elkészítéséhez nyújtott segítségükért. Köszönöm a Swarco Traffic Hungária Zrt.-nek a biztosított adatokat és segítségüket. Köszönettel tartozom külső konzulensemnek, Kiss Gézának a segítségéért, valamint a PTV AG-nek a rendelkezésemre bocsátott Vissim 7 licenzért.

Tartalom

Tartalom	3
1 Bevezetés	4
2 A jelzőlámpák és a forgalommodellezés	6
2.1 A jelzőlámpák története	6
2.2 A jelzőlámpás irányítások csoportosítása	8
2.3 A jelzőlámpa-hangolások fajtái	10
2.4 A forgalommodellezés	11
3 A kaposvári hálózat	14
4 A hálózat felépítése Vissimben	19
5 A vizsgálatok megvalósítása	23
6 Összefoglalás	26
7 Ábrajegyzék	27
Felhasznált irodalom	28

1 Bevezetés

Kaposvár Megyei Jogú Város Somogy megye megyeszékhelye. A megyében és a régióban kulcsfontosságú szerepe van, mivel egész Somogy megye a vonzáskörzetébe tartozik.

A városon halad keresztül a Szigetvárt és Balatonszemest összekötő, észak-déli irányultságú másodrendű főútvonal, a 67-es út, melynek a forgalma jelentős mértékű és összetételű, mivel az itt közlekedő járművek típusai a legkülönbébbek. A másik kiemelkedő út a 610-es. Mielőtt megépült volna a 61-es út Kaposvárt északról elkerülő szakasza, ez az út jelentette a keleti és a nyugati térség közötti kapcsolatot. Ma már az elkerülő miatt csak kisebb forgalommal bír, de városi viszonylatban még így is jelentős szerepe van.

Mindkettő útvonalon jelentős számú jelzőlámpás kereszteződés található, melyek hangoltan működnek. Ezek a jelzőlámpás csomópontok a város szívében helyezkednek el, közel a városközponthoz. Összességében a város csomóponti forgalomirányítása elég sokrétű. Jobbkézsabály alapján működő csomópont nincs, vagy ritka. A kisebbek értelemszerűen jelzőtáblával, a nagyobbak jelzőlámpával szabályozottak. Annak, aki a városban és környékén autózik, szembeűnő lehet a sok körforgalom. Ezek a belvárosban kis, egysávos körforgalmak, az autóbusz-állomás mellett lévő spirális körforgalmat leszámítva. Ilyen spirális körforgalomból még van kettő a 67-es úton, melynek forgalomirányítása a legváltozatosabb. Délről északra haladva találunk öt jelzőlámpás csomópontot, két jelzőlámpás gyalogátkelőhelyet, egy egysávos, két spirális és megint egy egysávos körforgalmat. Ez a fajta kialakítás rendkívül megzavaró lehet egy főúton közlekedő járművezetőnek, hiszen ő, mivel főúton halad, joggal hiheti azt, hogy az útvonalon azonos típusú forgalomirányítással találkozik majd. A spirális körforgalom pedig nagyon veszélyes, hiszen valamiért az autósok nem látják át annak rendjét, valamiért nincs a fejükben róla a megfelelő séma, a jelzőtáblák és útburkolati jelek elhelyezése sem minden esetben megfelelő.

A dolgozatom kulcspontja a 2015 nyarán történt változás. A 610-es és a 67-es utak csomópontja, vagyis a Füredi csomópont, Kaposvár legnagyobb kiterjedésű és

forgalmú csomópontja. A Dombóvár (kelet) felől érkező és Szigetvár (dél) felé tartó autósok nagy száma miatt a balra kanyarodó sáv nem elégítette ki az autósok igényeit. A járműosztályozó, vagyis a kanyarodó autósok részére kialakított sáv nagyon gyorsan megtelt, így azok, akik nem fértek be a balra kanyarodó sávba, a középső, egyenesen haladó sávban voltak kénytelenek várakozni, ezzel feltartva az egyenesen haladókat, csökkentve a csomópont kapacitását. A megoldást az jelentette, hogy a középső sávból lehessen egyenesen továbbhaladni és balra fordulni is. Azonban a csomópont fázisterve nem engedte ezt meg, ugyanis a szemből érkező irány is ugyanakkor kapott szabad utat. Tehát a fázistervet módosítani kellett, ezáltal a hangolás is kissé eltérő az előzőhöz képest, valamint új útburkolati jelekre, a jelzőlámpa újramaszkolására és a besorolást elősegítő tábla módosítására is szükség volt. [1]

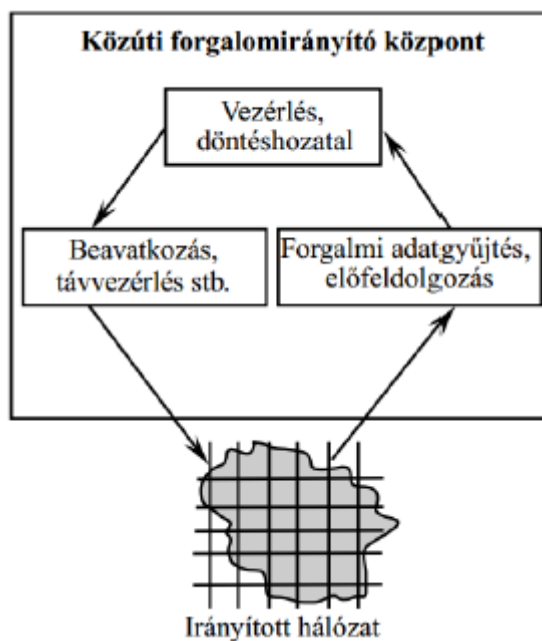
A dolgozatomban a felújítás előtti és a jelenlegi rendszert szeretném megvizsgálni, majd a későbbiekben összevetni egymással a kettőt, aztán egy olyan fejlesztési tervet hoznék létre, mely elősegíti a város közlekedésének gyorsabb, környezetbarátabb, élhetőbb, fejlettebb lebonyolítását. Ezek mind a városon keresztülhaladók, mind a városon belül utazók, a városban élők érdeke.

2 A jelzőlámpák és a forgalommodellezés

2.1 A jelzőlámpák története

A jelzőlámpás csomópontok alapelve, hogy az egymást keresztező irányok forgalmait időben egymástól elválasztjuk egy egységes jelrendszer segítségével. A világon először 1868-ban Londonban létesítettek jelzőlámpát, Magyarországon pedig először Budapesten 1927-ban, a mai Blaha Lujza téren. Erre azért volt szükség, mert itt 2 villamos keresztezte egymást, a közúti forgalomról már nem is beszélve, így a csomópont rendkívül balesetveszélyes volt. 1917-ben Salt Lake City-ben jöttek rá, hogy egy csomópontot önmagában nem túl hatékony szabályozni, így egy összehangolt jelzőlámparendszert hoztak létre. [2]

A következő lépcső a jelzőlámpák történetében a forgalomtól függő forgalomirányítás volt. A forgalombefolyásolás szabályozási körét az 1. ábra mutatja.



1. ábra: A forgalombefolyásolás szabályozási köre (forrás: [3])

Látható, hogy az irányított hálózat adatait be kell gyűjteni (pl. hurokdetektorral), fel kell dolgozni, ezek alapján egy döntést kell hozni, majd be kell avatkozni (pl.

jelzőlámpával). Ez a ciklus folyamatosan ismétlődik, hiszen a forgalom alakulása sztochasztikus, újabb és újabb mérésekre, megfigyelésekre van szükség.

Forgalomfüggő logika megteremtéséhez tehát ismernünk kell az adott irányok forgalmát, hogy a jelzőlámpás irányítást optimalizálni tudjuk, amihez több forgalomtechnikai paraméterre is szükségünk van:

- forgalomnagyság (jármű/óra)
- forgalomsűrűség (jármű/km)
- sebesség (km/h)
- követési távolság (m)
- követési idő (s)

A forgalom számlálására különböző módszerek vannak. Ezekkel a szükséges paraméterek mérhetőek, illetve számolhatóak, melyekre szükség lehet egy új létesítmény megépítésekor, valamint egy már létező rendszer módosításakor. A módszerek a következők:

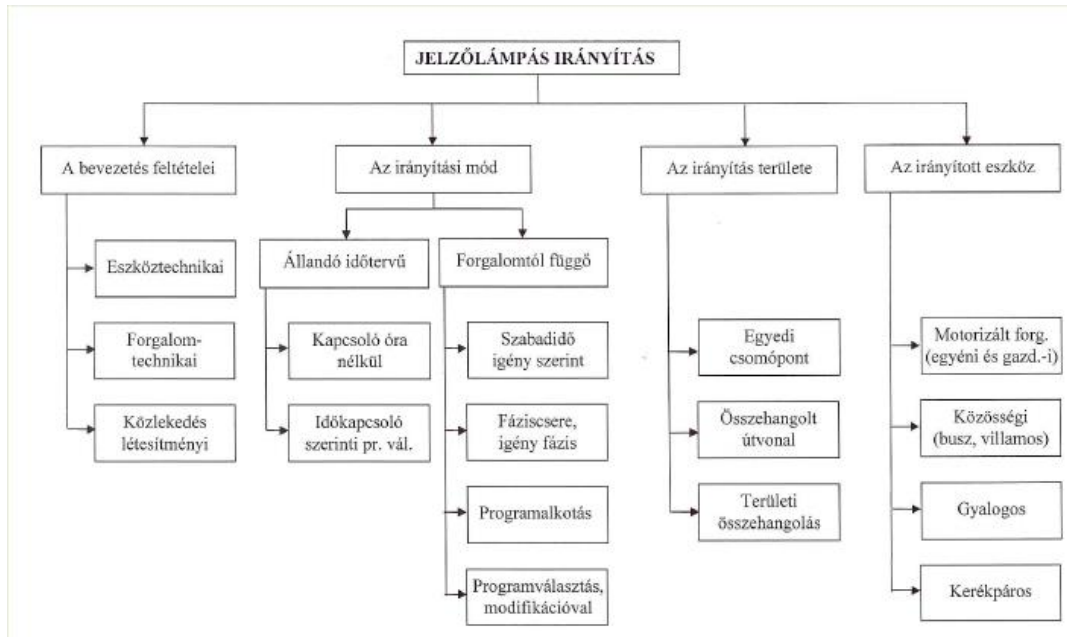
- induktív hurokdetektor
- pneumatikus detektor
- videokamerás mérőeszköz
- ultrahangos mérőeszköz
- infravörös mérőeszköz
- Piezo-kristályos mérőeszköz
- mágneses mérőgomba
- műholdas érzékelés
- radar elvű berendezés [2]

Ezek a leggyakrabban alkalmazott forgalomszámláló mérőberendezések. Ma a legelterjedtebb az induktív hurokdetektor. Lényege, hogy az aszfaltburkolatba egy áramjárta tekercset építünk, mely fölött, ha fémes szerkezetű jármű halad el, az elhangolja a detektor mágneses mezejét. Ebből tudjuk, hogy épp jármű tartózkodik az adott ponton. Az eszköz előnye, hogy olcsó és aránylag megbízható, hátránya viszont, hogy az aszfaltburkolat megsüllyedésekor, nyomvályúsodásakor a huzal könnyen

elszakad, javítása, kicserélése nehézkes. Másik hátránya, hogy a forgalomirányító berendezéssel kábelen keresztül kommunikál, a kábel pedig könnyen sérül. Szakmai gyakorlatom során találkoztam a következő esettel: Dombóváron egy forgalomirányító berendezés működtet 3 egymástól aránylag messze lévő csomópontot. Mindhárom csomópont forgalomfüggő jelzéstervvel bír. Korábban hagyományos induktív hurokdetektorokkal oldották meg a forgalomfüggést, azonban egy közműfelújítás során a vezetékezés úgy megrongálódott, hogy az újvezetékezéshez fel kellett volna törni, majd ásni a helyszínt, mivel a csövek, melyekben a vezetékek húzódnak, teljesen összetörték, így új vezetékek behúzása teljesen lehetetlenné vált. Ennek a rendszernek a felújítása drágább lett volna, mint kiépíteni egy vezeték nélküli rendszert, mely modern módszernek számít. A forgalomirányító berendezéssel kábeles összeköttetésben van egy Access Point, mely WiFi-kapcsolaton keresztül kommunikál a földmágnesesség elvét használó mérőgombákkal (amelyek a detektort helyettesítik). Ha a mérőgomba és az Access Point valami oknál fogva nem „látják” egymást, akkor a Repeatert kell alkalmazni, mely felerősíti, és irányítja is a WiFi-jeleket. A rendszer hátránya lehet a zavarérzékenység, hiszen egy városban sok háztartásban használnak WiFi-t.

2.2 A jelzőlámpás irányítások csoportosítása

A jelzőlámpás irányítás csoportosításának lehetőségeit a 2. ábra szemlélteti. A jelzőlámpák bevezetésének feltételei most számunkra nem igazán fontosak. Kell hozzá megfelelő eszköz, forgalomtechnikai felkészültség és kiszolgáló létesítmények.



2. ábra: A jelzőlámpás irányítás fajtái (forrás:[4])

Az irányítási mód szerint lehet állandó időtervű, azaz fix programos irányítás, amin belül van kapcsolóóra nélküli, tehát mindig ugyanaz a program fut, és van időkapcsolós, ahol az időszakoknak megfelelően választjuk ki a programot. A forgalomfüggő irányításnál a szabadidő szerinti esetében az igényelt zöldidőket osztjuk ki, a fáziscsere, igényfázis során a fázisokat cserélgetjük, hogy minél optimálisabb legyen a jelzésterv, vagy egy mellékirány csak akkor kap zöldet, ha történt bejelentkezés. További változatok a programválasztó, amikor a forgalom alapján előre megadott programok közül választja a gép azt a programot, amelyik a leginkább megfelelő, és a programalkotó, amikor a forgalmi paraméterek alapján programot készít a berendezés. Kaposváron található forgalomfüggő logikával rendelkező csomópont, ezeken a fő útvonalakon, melyeket vizsgálunk, az igényfázis a jellemző, mivel a mellékutak a főutakhoz képest igen csekély forgalommal rendelkeznek, vagy a főútvonalról balra kanyarodó gépjárművek száma elhanyagolható.

Irányítási terület szerint lehet egyedi csomópont, ahol nincs hangolás, lehet hangolt útvonal, ahol csak egy adott útvonal hangolt, és lehet területi hangolás, ahol egy adott hálózat van hangolva. Ez utóbbi jellemző leginkább Kaposvárra.

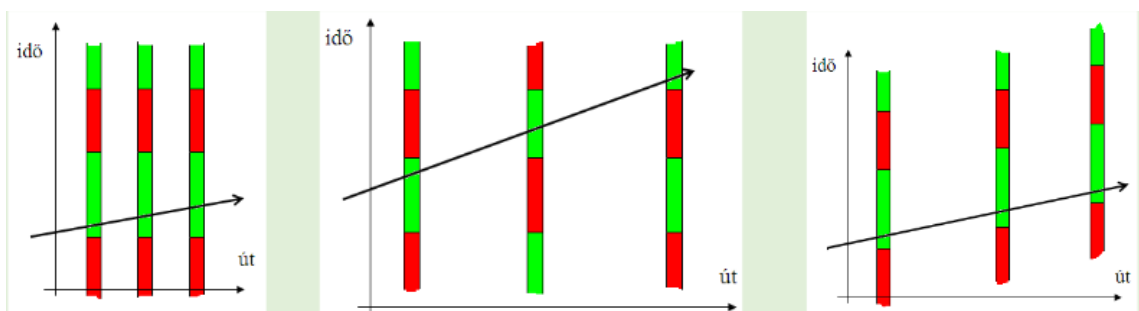
Természetesen lehet irányított eszköz alapján is csoportosítani a jelzőlámpás csomópontokat, értelemszerűen az alapján, hogy milyen közlekedési szereplőt irányítunk.

2.3 A jelzőlámpa-hangolások fajtái

A hangolások szerepe, hogy a csomópont, mint „szükséges rossz”, hátrányait mérsékelje. Ne kelljen minden egyes csomópontnál kivárni a teljes pirosidőt, végighaladhatunk a hálózaton minél kevesebb megállással, csökkentve ezzel a károsanyag-emissziót, az üzemanyag-fogyasztást, a fékek kopását és az eljutási időt, növelve az utazási sebességet. [5]

A hangolásnak van néhány feltétele. A csomópontok egymáshoz közel helyezkedjenek el, minimális forgalomfüggő logikával rendelkezzenek, hiszen az felborítaná a hangolást, valamint a periódusidejük azonosak legyenek.[5]

A zöldidő eltolásának lényege, hogy folyamatos haladást biztosítson a közlekedő járművek számára. Zöldidő eltolás szerint megkülönböztetünk szinkron, szimultán és progresszív rendszereket. Utóbbi kettőt közösen aszinkronnak nevezzük. A csoportosítást a 3. ábra mutatja. [5]



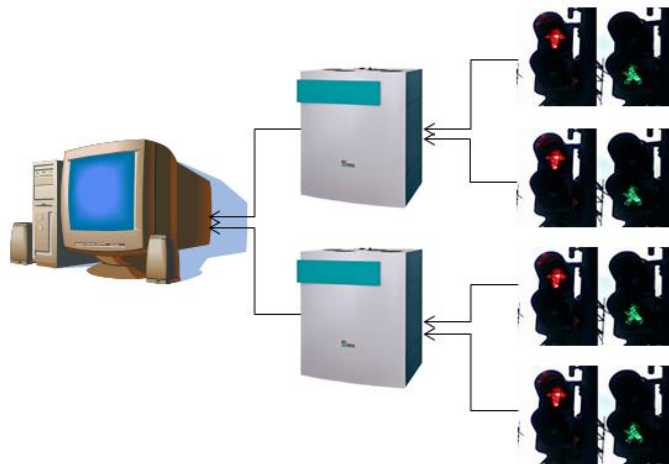
3. ábra: Szinkron, szimultán és progresszív hangolási rendszer (forrás: [5])

Szinkron esetben minden csomópont ugyanabban az időpillanatban ad zöldet a hangolt iránynak, és zöldeidejeik azonos nagyságúak. Aszinkron esetben nem így van, hiszen ha a rendszer szimultán, akkor minden második csomópont akkor és annyi ideig ad pirosat a hangolt iránynak, amikor és ameddig a többi csomópont zöldet ad. Ha a rendszer progresszív, akkor nincsen ilyen szabály, van egy bizonyos zöldidő-eltolás.

Ebben az esetben, ha az első csomópontból nézzük a jelzőlámpákat, akkor azt látjuk, hogy a csomópontok egymás után adnak zöldet a hangolt iránynak. Köznyelven tipikusan ez a „zöldhullám”. Kaposvárra ez az utóbbi eset a jellemző.

Tehát összefoglalva: A jelzőlámpákat irányítja a forgalomirányító berendezések, melyeket a forgalomirányító központ felügyel. Ha a hálózat minden forgalomirányító berendezése egy központhoz csatlakozik, akkor a rendszer centralizált, ha pedig nincs központ, hanem a számításokat a berendezések végzik, akkor a rendszer decentralizált. A gyakorlatban azonban a két rendszer vegyesen fordul elő, azaz van a központ, és egyes forgalomirányító berendezések alközpontokként funkcionálnak. [3]

A centralizált rendszert szemlélteti 4. ábra.



4. ábra: A centralizált forgalomirányítási rendszer (forrás: saját, [10])

2.4 A forgalommodellezés

A forgalom modellezésének szükségességét az teszi, hogy egyes elképzelések megvalósítása hatalmas összegekbe kerülhet. Mielőtt azonban bármit is beruháznánk, ki szeretnénk próbálni, hogy egy ötlet, egy terv valóban alkalmas-e az adott szituáció megoldására, és ha igen, akkor mennyire hatékony. A forgalommodellezésnek két fajtája ismeretes. Az egyik a mikromodell, mi szerint egy-egy jármű mozgását néhány csomópontban vizsgáljuk, a másik a makromodell, amikor már több járművet nagyobb hálózaton modellezünk. Az előbbire példa lehet egy városi csomópont, vagy egy kisebb

városi hálózat vizsgálata, az utóbbira pedig egy autópálya-szakasz modellezése. Egy modellel képesek lehetünk adatgyűjtésre, a forgalom előrebecslésére, a közösségi közlekedés előnyben részesítésének megtervezésére, jelzőlámpa-hangolás felülvizsgálatára. Fontos, hogy egy ilyen modellben nem foglalkozunk a járművek működésével, szerkezetével, hiszen nekünk nem ezek a fontosak, hanem hogy elegendő forgalomtechnikai adatot gyűjtsünk, így a járműveket pontszerűnek fogjuk fel.

Az elemzések megvalósításához a PTV Vissim nevű programot használom majd, mely mikromodellek elkészítéséhez alkalmas. Használata nagyon látványos. Első lépésként betölthetjük az elkészíteni kívánt hálózat helyszínrajzát, vagy térképét, ezután az utakat kell lefektetni. Ekkor találkozhatunk Linkekkel és az ezeket összekötő Connectorokkal. Másodjára az Inputokat adhatjuk meg, azaz a járművek belépési pontjait. Az útvonalakat a Route-okkal tudjuk kijelölni, ahol megadhatjuk az egy csomópontban egy irányból érkező járművek esetén, hogy ezek hány százaléka melyik irányba haladjon. Meg kell adnunk továbbá minden csomópontban az elsőbbségi szabályokat, valamint be kell állítanunk, hogy a kanyarodó járművek kissé lassabban haladjanak, mivel a program alapesetben nem csökkenti ezek sebességét. Kijelölhetünk korlátozott sebességű pontokat, azaz mintha jelzőtáblákat raknánk le, de stopvonalakat is telepíthetünk, ahol a járművek kötelezően megállnak. A jelzőlámpák létrehozásakor készítenünk kell egy forgalomirányító berendezést, majd pedig választhatunk, hogy fix-, vagy forgalomfüggő programot állítunk be. Ha fixet, akkor csak a jelzéstervet kell megrajzolnunk, ha pedig forgalomfüggőt, akkor detektorokat kell telepítenünk, majd a VisVAP nevű alprogrammal folyamatábrán kell elkészítenünk a logikát. Lehetőségünk van módosítani a járművek gyorsulási, illetve sebességkarakterisztikáit, megjelenését, színét, a gyalogosok nemét, küllemét, tudunk 3 dimenziós objektumokat betölteni, és lehet 3 dimenziós jelzőfejeket is készíteni a látványosság növeléséhez. Beállíthatjuk, hogy a forgalom viselkedése városi, vagy autópályán haladó forgalomé legyen. Szinte korlátlanul módosíthatjuk a paramétereiket, míg meg nem találjuk a számunkra legkedvezőbbeket. Rögzíthetünk adatgyűjtő pontokat, melyekkel a torlódásokat és a forgalomtechnikai paramétereiket

tudjuk megfigyelni a szimuláció során. Beállítható forgatókönyv is, ha videofelvételt szeretnénk készíteni a szimulációról. A Play gomb megnyomásával elindul a szimuláció. Beállíthatjuk, hogy meddig tartson, milyen gyorsaságú legyen, illetve ha több szimulációt szeretnénk futtatni, megadható, hogy mindig ugyanaz a szituáció játszódjon le. Ez az első teszteléseknél nagyon hasznos lehet az apróbb hibák felderítéséhez.

3 A kaposvári hálózat

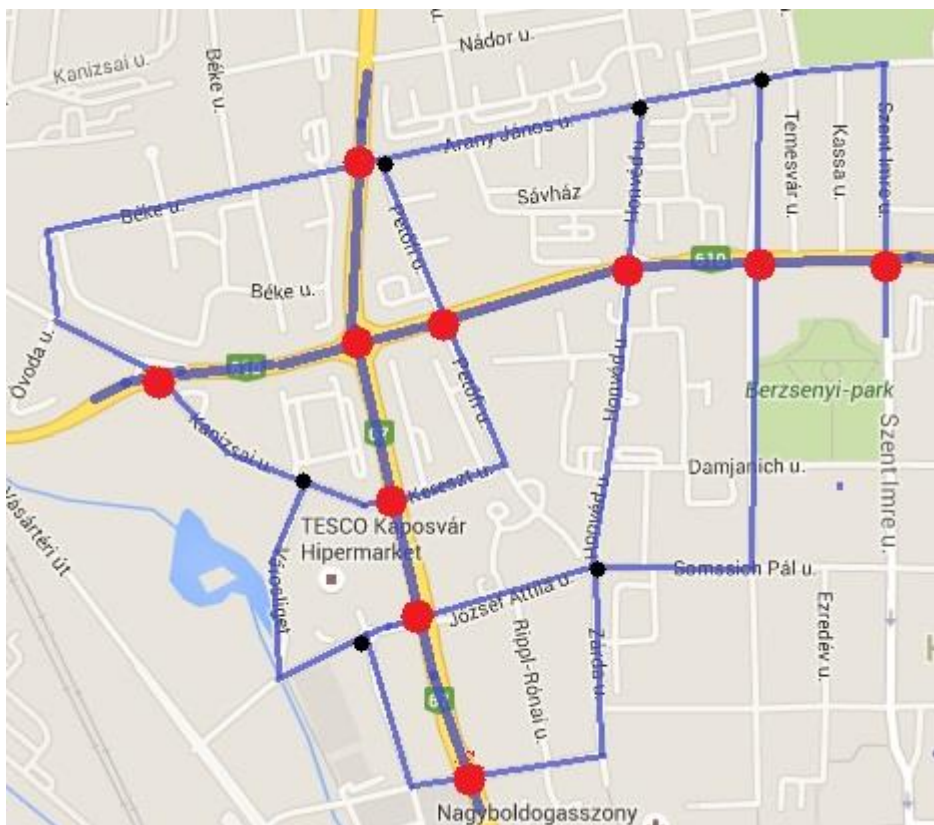
Kaposvár Megyei Jogú Város Somogy megye székhelye. 2014 januárjában összesen 64 477 lakossal rendelkezett az önkormányzat honlapján talált adatok alapján. [6]

Kaposvár legjelentősebb forgalmát a 610-es út kelet-nyugat irányban és a 67-es út észak-dél irányban bonyolítja le. Ezek a főútvonalak a városon belül kétszer kétsávos utak, melyeken a jelzőlámpás csomópontok dominálnak. Forgalomösszetételüket tekintve a legnagyobb számban személygépjármű-, de jelentős autóbusz- és tehergépjármű-forgalommal rendelkeznek.

A belvárosi úthálózat egy részére az egyirányú utak a jellemzőek. Ezzel csökken a csomópontokon belüli konfliktuspontok száma, így nő a biztonság szintje. Az egyenirányítási módok közül a négyszögű rendszert alkalmazták, hiszen az egymásra merőleges egyirányú utak teljesen végigjárhatóak. Hátránya lehet az egyirányú rendszernek a torlódások, a felesleges kerülőutak kialakulása, valamint azok, akik kevésbé ismerik a várost, könnyen eltévedhetnek, azaz a rendszer kevésbé átlátható. Ráadásul Kaposváron az egyirányú utak jobb oldali sávjában többnyire parkolóhelyek lettek kialakítva, így csúcsidőben, illetve forgalmi zavar esetén jelentős a torlódások kialakulásának veszélye.

A belvárosi hálózaton problémát jelent a parkolás is. Különösképpen az iskolák, óvodák és egyéb közintézmények közelében, hiszen a szegély menti parkolás a legjellemzőbb a városban, azonban találunk néhány parkolóteret, mélygarázst is. A parkolóhelyet kereső lassú forgalom hátráltatja a belvárosi közlekedést, esetenként a helyi érdekű közösségi közlekedést is, hiszen az autóbusz-megállóban történő szabálytalan parkolás, azaz a KRESZ szerinti 5 és 15 méter figyelmen kívül hagyása, is előfordul.

Az 5. ábra szemlélteti az általam vizsgált hálózatot.



5. ábra: A vizsgált hálózat (forrás: [7])

Látható, hogy a 67-es és 610-es főutak mellett figyelembe vesszük a fontosabb mellékútvonalakat is. Az ábrán piros ponttal jelöltem a jelzőlámpás, fekete ponttal az egysávos körforgalmat, illetve jelzőtáblás csomópontokat. A hálózat kijelölésekor szem előtt tartottam, hogy melyek a legforgalmasabb útvonalak a Füredi csomópont, azaz a két főút csomópontjának közelében.

A két főút mellett lakótelepek és bevásárlóközpontok fekszenek, így nem csak a városon keresztülhaladó átmenő forgalom számottevő.

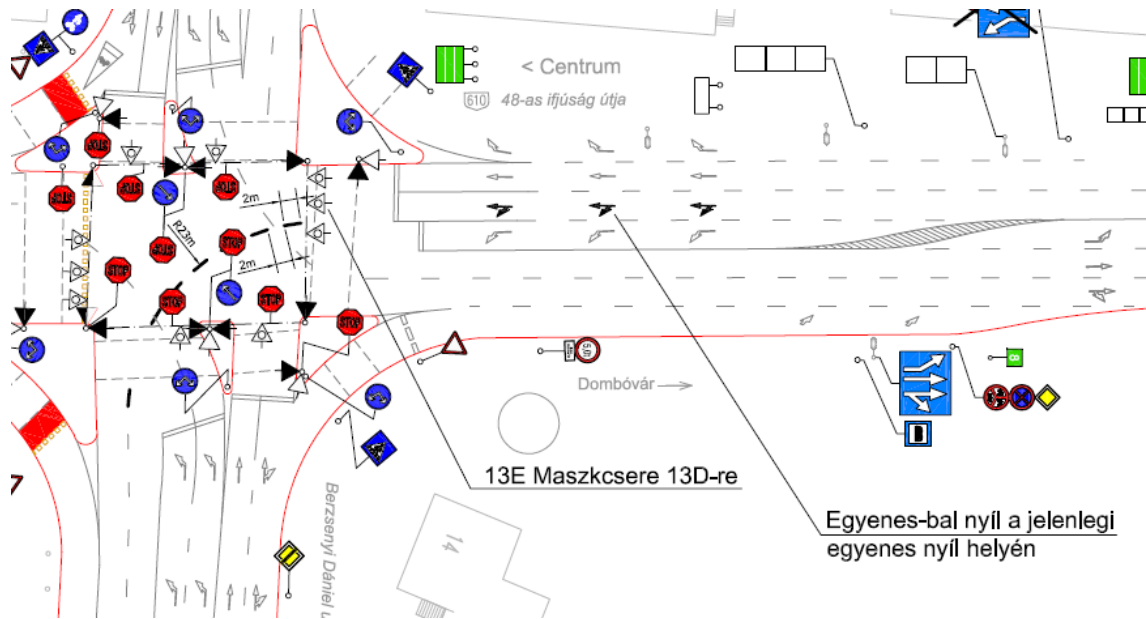
A Füredi csomópont Kaposvár legnagyobb kereszteződése, ahol kettő darab kétszer kétsávos út találkozik. Mindkét út jelzőlámpái hangolva vannak. A csomópontot a 6. ábra szemlélteti.



6. ábra: A Füredi csomópont *(forrás: [8])*

A 67-es útról balra nagyjából fordulóknak 2 lefordulásáv is rendelkezésre áll. Ez a városban egyedülálló, ebből is látszik a csomópont jelentősége. Mind a négy ágban autóbussz-megálló öblök is találhatóak, melyek számos helyi, helyközi és távolsági autóbussz megállóit, tehát jelentős az utasforgalom is a csomópontban.

A 2015 nyarán történt változás a csomópontban a következő. A Dombóvár felől, azaz a 610-es úton kelet felől érkező, balra kanyarodni kívánó forgalom a balra kanyarodó sáv rövidege miatt visszatorlódott, és ezzel csökkentette a csomópont kapacitását. A megoldás az lett, hogy a belső egyenesen haladó sáv helyén egy egyenesen haladó és balra kanyarodó sávot kellett kialakítani. Ehhez az útburkolati jelek újrafestésére, a jelzőlámpa újramaszkolására, a jelzőtáblák módosítására, valamint a „Forgalmi rend változás” nevű tábla kihelyezésére is szükség volt. A 7. ábra mutatja a csomópontot a változtatások után. [9]

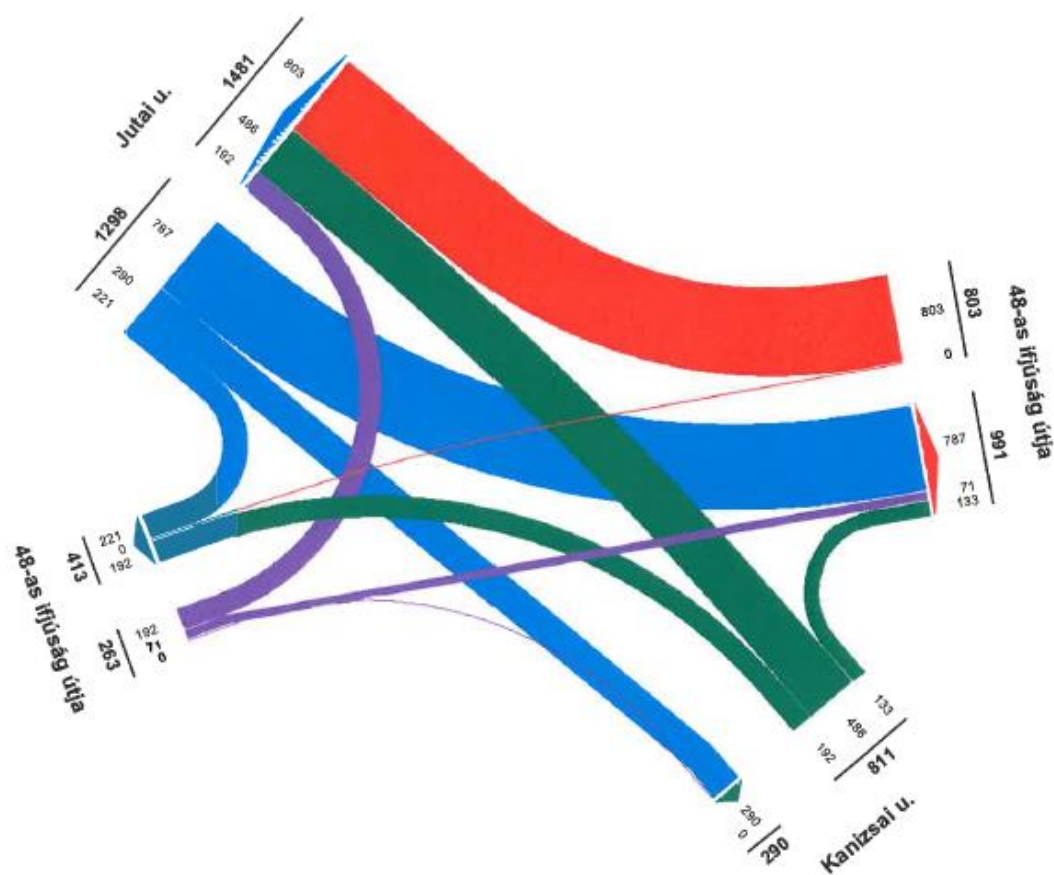


7. ábra: A Fűredi csomópont változtatás utáni helyszínrajza (forrás: [9])

A hangolást annyiban kellett finomítani, hogy az egyenesen haladók zöldidejét minden irányban 2 másodperccel, a 67-es úton a dupla kanyarodó sávok zöldidejét 3-4 másodperccel csökkenteni kellett. [9]

A forgalmi rend változtatása nyáron történt, így az akkori forgalmi adatok nem voltak mértékadók, ezért a környező csomópontokban számláló berendezés által számolt forgalmi adatokat hasznították. Ezek kiértékelésében a nyári szakmai gyakorlatom során én is segédkeztem. Ezek közül számomra a legmeglepőbb a Kanizsai utca, a Jutai út és a 48-as ifjúság útja (azaz a 610-es főút) kereszteződésében mért adatok voltak, miszerint a Jutai útról érkező északi forgalom háromszor akkora volt, mint a 610-es főútról, keletről érkező forgalom. Az ellenkező irányban hasonlóak a tapasztalatok. Ennek oka az lehet, hogy a járművezetők inkább a jutai utat választják a belváros elkerülésére, azaz az északabbi falvakba utazók, illetve a város északi részén lakók szívesebben választják a jelzőlámpa nélküli, viszont csak 2x1 sávós utat, a 2x2 sávós, jelzőlámpákkal teli 67-es főútnál. Ezeket az adatokat a 8. ábra szemlélteti. Az 5. ábra esetében ez a bal felső piros csomópont.

Csúcsórai forgalomáramlás

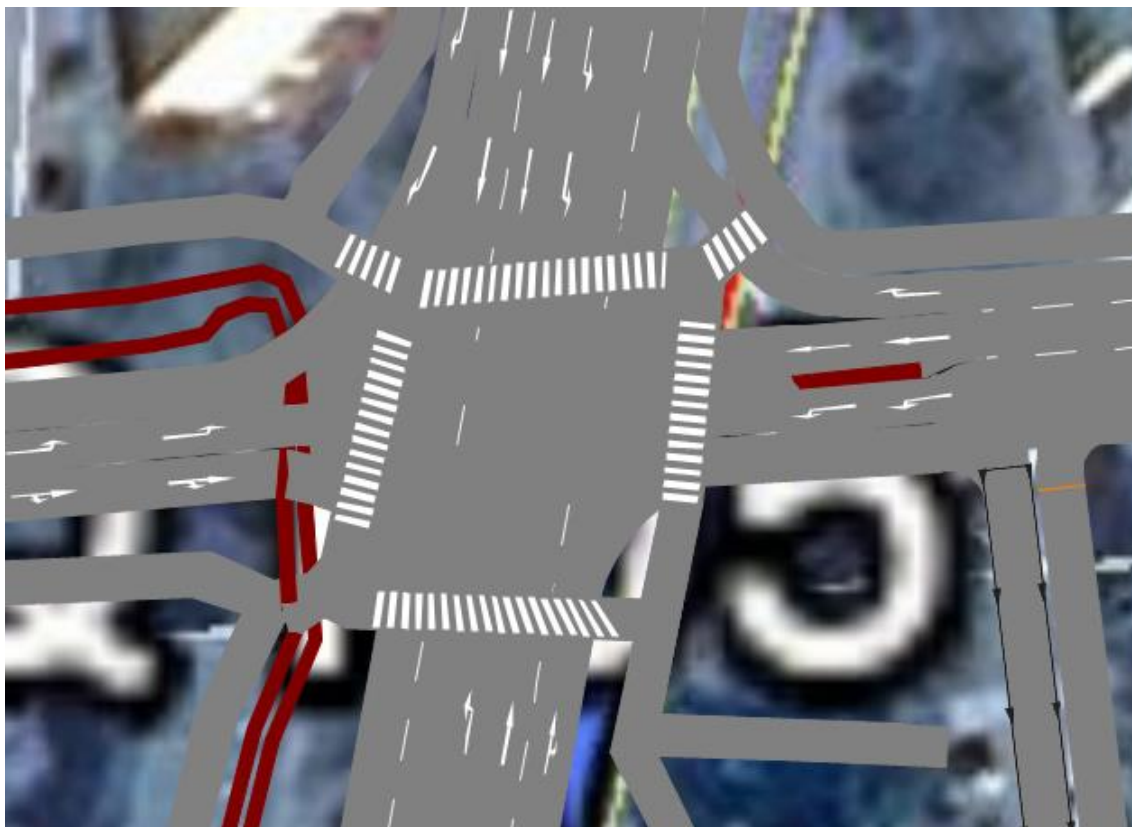


8. ábra: A Q116-os csomópont forgalmi adatai (forrás: [9])

4 A hálózat felépítése Vissimben

A Vissim szoftverrel felépítettem a hálózatot. A 10 jelzőlámpás csomópontot a Swarco Traffic Hungária Kft. által készített helyszínrajzok alapján vettem fel, mivel ezeknél a csomópontoknál nagy jelentősége van a pontosságnak. A csomópontok lefordulásávjainak kialakítása úgy történt, hogy a járműosztályozó valóságyszerűen nyílik, így a járművek nem csak egy keresztmetszetben léphetnek be a sávba, hanem egy adott szakaszon a terelővonal átlépésével.

A legérdekesebb az északon fekvő kereszteződés, azaz az Arany János utca – Béke utca – 67-es út csomópontjának a felépítése volt, mert ebben a csomópontban van előretolt felálló a balra kanyarodó kerékpárosoknak az Arany János utcában (9. ábra). Onnan ők nem az autósok számára fenntartott úttestre, hanem a mellette húzódó kerékpárútra kanyarodnak, és folytatják útjukat dél felé. Ennek megvalósítása igencsak komplex volt. A balra kanyarodó kerékpárosok a piros kerékpársávon át az előretolt felállónál állnak meg, ahol a stopvonal kerékpáros stopvonalnak van kinevezve, tehát csak rájuk vonatkozik az adott jelzőlámpa (stopvonal) jelzése, így ennél a vonalnál csak ők fognak megállni. Majd rálépnek egy, az autósokkal közös, balra forduló sávra. Onnan pedig a kerékpárútra kanyarodnak. A megoldást arra, hogy a járművek ne összevissza járjanak, az jelentette, hogy a kerékpárosoknak, azaz a korlátozott kanyarodási lehetőségű járműveknek, egy új útvonalat kell berakni az eredeti útvonal elé, és ezt kerékpáros útvonalra kell állítani. A keletről egyenesen továbbhaladó kerékpárosok az autósok előtt néhány méterrel állnak meg, majd a kereszteződés után a jobb oldalon haladó kerékpárútra fordulnak. A kerékpárosok közlekedése laterális, azaz a sávon belül a kanyarodási szándéknak megfelelően haladhatnak akár baloldalon, akár jobboldalon, vagy középen. Az autósok pedig sávon belül is előzhetnek kerékpárost. A csomópontot a 9. ábra mutatja, melyen a piros színű burkolattal rendelkező út a kerékpárút, valamint a balra kanyarodó sáv. A függőleges út a 67-es, a jobb oldali az Arany János utca, szemben vele a Béke utca.



9. ábra: Az Arany János utca – 67-es út csomópontja *(forrás: saját; háttérkép: [8])*

A kisebb, jelzőlámpa nélküli csomópontok és a hálózat a Google Earth háttérképnek való beszúrásával lett kialakítva, amit a 9. ábra és a 10. ábra is szemléltet. Ezáltal a csomópontok közti távolságok, az utak íveltsége, a kanyarok mind a valóságot tükrözik vissza. Az egész hálózatot szemlélteti a 10. ábra. Láthatóak a főutak és a főbb kerülőutak, mellékutak is.

A belvárosi hálózat egyirányú útjai a valóságban 2 sávval rendelkeznek, de a jobb oldali sávban szegély menti parkolók találhatóak. A modellezés során 3,5-4 métert állítottam be az egyirányú utak szélességének, tehát csak a hasznos szélességet vettem figyelembe. Az Arany János utca keleti oldalán 30 km/órás sebességkorlátozással találkozhatunk, mely a modellben is megjelenik.

A kerékpáros közlekedést jelenleg nem vizsgáljuk, ezért elhanyagoljuk azt. Csak a legszükségesebb csomópontokban, illetve az Arany János utcában jelennek meg kerékpárosok, mivel ezeken a helyeken a jelzéstervek miatt nem hagyhatjuk őket figyelmen kívül. Továbbá a tehergépkocsikat nem tereljük be a belvárosi szűk

mellékutcákba, így ők a két főútvonalon haladnak, akárcsak a valóságban, hiszen csak áruszállítás céljából lehet tehergépkocsival a mellékutcákba behajtani, azonban az áruszállító tehergépkocsi-forgalom mértéke elhanyagolható. A jelenlegi dolgozat a személygépjárműves közlekedés irányítására fekteti a hangsúlyt.



10. ábra: A Vissimben felépített hálózat (forrás: saját; háttérkép: [8])

A körforgalmas csomópontok kivitelezése úgy zajlik, hogy egy irányt kijelölünk „főiránynak”, azaz egy linket félkörre alakítunk, az ellenkező irányban hasonlóképp, majd a másik két irányt Connectorokkal hozzákötjük ehhez a 2 irányhoz, majd végül kör alakot formálunk. A KRESZ szerinti irányjelzési szabályok a „főirányok” miatt a modellben nem érvényesülnek. A mi hálózatunkon 3 darab egysávos körforgalom található.

A jármű Inputokat a hálózat részein, illetve az egyirányú utak kezdőpontjain (ahol a valóságban szegély menti parkoló vagy egyéb gépkocsiforgalom van) helyeztem el. A szélső főbb csomópontokban a Swarco Traffic Hungária Kft. forgalomszámlálási adatai alapján, egyéb belépési pontokban pedig becsléssel. Ugyanez elmondható az egyes

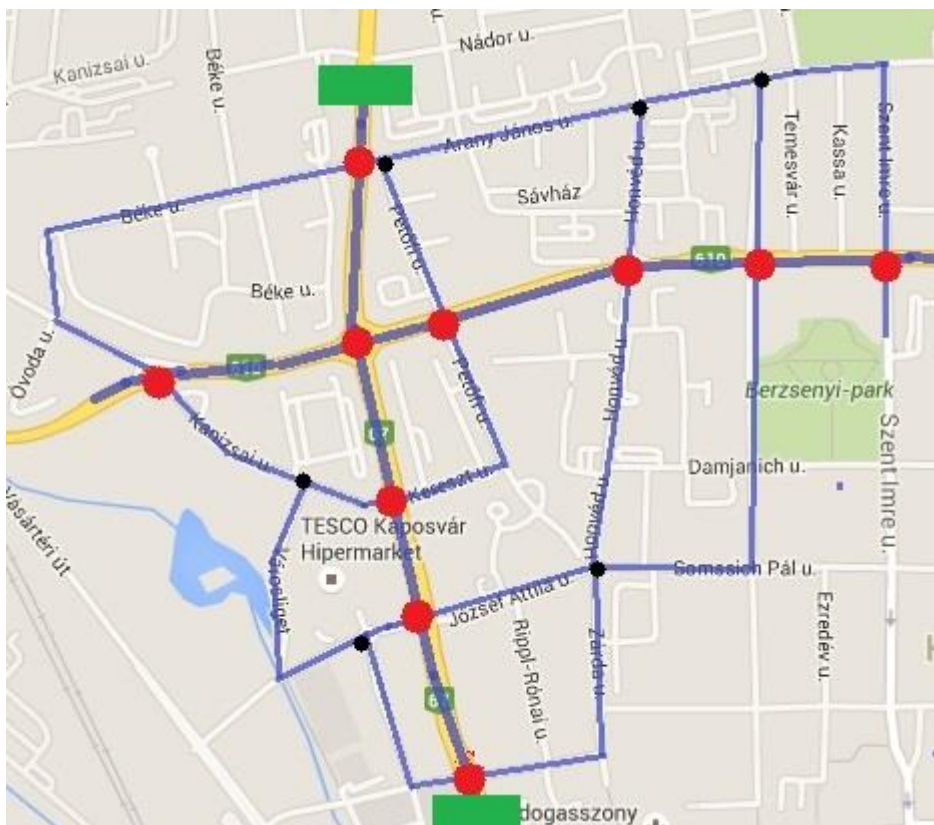
csomópontok fordulási rátáira, mely a járművek kanyarodásainak irányonkénti százalékos megoszlását jelenti.

A jelzőlámpák elhelyezésekor minden csomópont kap egy forgalomirányító berendezést, majd amelyik igényli, forgalomfüggő logikát. A forgalomfüggő logikát a Vissim alprogramjával, a VisVap-pal készítem el. Itt egy folyamatábrát kell létrehozni, majd exportálni, és a végén a Vissimben a csomópont irányításához beolvasni. Példaként az előbb említett Arany János utca – 67-es út csomópontjának adaptív forgalomirányítása: Az elv az, hogy a főiránynak, a 67-es út forgalmának, mindig zöldet adunk. A logika közben nézi, hogy a főirány balra kanyarodó sávjaiban volt-e bejelentkezés, ha volt, akkor kiadjuk nekik a zöldet. Figyeljük, hogy a követési időköz mekkora, hiszen ha túl nagy, akkor pirosra váltunk, illetve akkor is pirosra váltunk, ha egy bizonyos idő eltelt, ugyanis jöhet akár nagyon hosszú ideig is rövid követési idővel jármű. Ha pirosra váltottunk, vagy nem is volt bejelentkezés, akkor megnézzük ugyanezeket (esetleg más követési és fázisidőkkel) a többi ág detektorainál is. És így megyünk körbe-körbe. Természetesen a gyalogosok nyomógombokkal jelzett átkelési szándékait is figyelembe vesszük, valamint nagyon fontos a hangolást is szem előtt tartanunk, hiszen a balra kanyarodóknak és a mellékirányoknak csak akkor adhatunk ki zöldet, ha a hangolást nem befolyásoljuk. A többi csomópontnál hasonlóképpen járunk el. A hangolási rendszerben lévő csomópontok esetében a forgalomfüggő logika minimális lehet a hangolás megtartása miatt.

5 A vizsgálatok megvalósítása

A későbbiekben a hálózat vizsgálandó szakaszaira Data Collection Pointokat helyezünk. Ezek olyan elemek, melyek segítségével különböző forgalmi paramétereket tudunk begyűjteni kiértékelés céljából, mint például járműszám, forgalomnagyság. Alkalmazhatunk Queue Countert is, mely megszámolja a megálló járműveket, azaz sorhossz számolására alkalmas. Ezeket a pontokat oda érdemes helyezni, ahol valami jellemző adatot szeretnénk összegyűjteni. Miután mindent letettünk, és beállítottunk mindent az Evaluation menüben, ahol a begyűjtendő adatokat módosíthatjuk, le kell futtatnunk egy szimulációt, melynek végén az adatok egy mappába kerülnek a számítógépünkön. A következő lépés az adathalmaz kiértékelése. Ezzel a módszerrel hasonlítom majd össze a régi és az új rendszert, majd következtetéseket vonok le a fejlesztésre vonatkozóan.

Ezek után egy intelligens forgalomirányítási rendszert tervezek a hálózatra, melynek lényege, hogy az autósokat VMS-eken, azaz változtatható jelzéseképű táblákon keresztül tájékoztatom, hogy merre érdemes haladni az adott cél elérése érdekében. A VMS-eket a 67-es útra helyezem majd ki. A tervezett helyeket a 11. ábra mutatja.



11. ábra: A kaposvári hálózat a VMS-ekkel (forrás: [7])

Az ábrán zöld téglalappal jelöltem a VMS-ek tervezett helyeit. A 67-esen végighaladó irányítása a cél, tehát aki északról dél felé, vagy ellenkező irányban haladna, annak javaslatot adok, hogy mely kerülőúton érdemes menni, vagy lehet végig a 67-es főúton is. A döntő paraméter a forgalom nagysága, a torlódások kialakulása lesz.

Fontos szempont, hogy egy hálózati szintű forgalomirányítás esetén nem az egyéni járművezető érdekei a döntőek, hanem a globális hálózat igényei, az hogy a városban a forgalom minél egyenletesebben haladjon. Az egyéni járművezető érdeke nem a kerülőút, hiszen ezzel ő tüzelőanyagot és talán még időt is veszít. Az ő érdeke, hogy a lehető legrövidebb úton haladhasson végig. Azonban ha őt valami okból kifolyólag kerülőútra tereljük, és minden járművezetőt az optimális útvonalra irányítunk, akkor a hálózat egészének forgalma is a legkedvezőbbben fog alakulni. Ezt a fajta irányítást Vissimben kétféleképpen lehet megvalósítani. Az egyik a dinamikus ráterhelés alkalmazása, miszerint lehetséges kezdő- és végpontokat adunk meg, azaz egy OD-

mátrixot, és a program úgy alakítja a forgalmat, azaz úgy tereli a járműveket, hogy a forgalom lefolyása optimális legyen. A második módszer a parciális útvonalak kijelölése, ahol egy útvonalra megadhatunk két változatot is, és egy költségfüggvény alapján mondjuk meg az autósoknak, hogy mikor melyik parciális útvonalon haladjanak. A költségfüggvény lehet a járművek követési időköze, követési távolsága, a felépülő sorhossz, a károsanyag-kibocsátás, azaz bármi, ami a forgalom nagyságára, a torlódások kialakulására utal az adott útvonalon. A változtatható jelzésképű táblát pedig úgy a legcélszerűbb elkészíteni, hogy két táblát helyezünk el egy koordinátára. Az egyik egyenesen mutat, a másik pedig mondjuk jobbra, a kerülőút felé. A szimuláció során a táblák láthatóságát variáljuk, azaz ha egyenesen menjen az autós, akkor az egyenesen mutató tábla a látható, a másik láthatatlan, ha pedig kerülőúton menjen, akkor a jobbra mutató tábla a látható, míg az egyenesen mutató láthatatlan.

Természetesen az intelligens forgalomirányítási rendszer kiépítése a valóságban rengeteg költséggel járna, és az is kérdéses, hogy egy ilyen vidéki városban érdemes-e megvalósítani. A 67-es út forgalmának intelligens irányítása azért lenne fontos, mert az út fekvéséből adódóan (Balaton összekötése Kaposvárral és Szigetvárral) kiemelkedő szereppel rendelkezik Somogy megyében, ebből adódóan forgalma is számottevő. Kaposvár belvárosában ez a távolsági forgalom keveredik a városi forgalommal, hiszen a városlakók is előszeretettel választják úticéljuk eléréséhez ezt a főutat, mert mellette a város szempontjából kulcsfontosságú létesítmények helyezkednek el. A kétféle forgalom tehát összeadódik, így főleg csúcsidőszakban hatalmas torlódások alakulnak ki mind a főútvonalakon, mind a mellékútvonalakon. Ha a forgalom optimalizálva lenne, ezek a torlódások elkerülhetőek, lecsökkenthetőek lennének, így a város levegője tisztább maradna, az életkörülmények jelentősen javulnának, és természetesen a közösségi közlekedés is zökkenőmentesen haladhatna, amiből kifolyólag többen választanák ezt a közlekedési módot az autózás helyett. A kerékpárosok szemszögéből nézve is igencsak nagy szerepe van a torlódásoknak, a levegő minőségének. Jobb körülmények között a kerékpárosok száma is növekedne, ezzel pedig közelebb kerülnénk a zöldebb, élhetőbb városhoz.

6 Összefoglalás

A kaposvári hálózat nagyobb csomópontjai jórészt jelzőlámpával szabályozottak, a kisebbek között találunk még körforgalmas és jelzőtáblás forgalomirányítással rendelkező kereszteződéseket. A jelzőlámpával szabályozott kereszteződések a 67-es és a 610-es főútvonalon hangoltan üzemelnek, legtöbbjük forgalomfüggő forgalomirányítási logikával rendelkezik. A két főút csomópontjában 2015 nyarán történtek változtatások, melyek kis mértékben a hangolást is érintették. Nagyobb lépés lenne Kaposvár forgalomirányításában egy fejlettebb, intelligens forgalomirányítás kidolgozása, mely VMS-ek segítségével az autósoknak ajánlásokat tesz, hogy melyik alternatív útvonalat használják az úticéljuk eléréséhez. A rendszer kidolgozásakor több szempontot is figyelembe lehet venni, mint a torlódásra utaló forgalomtechnikai paraméterek (követési időköz, követési távolság, sebesség), a károsanyag-kibocsátás, az eljutási sebesség és idő. Meg kell vizsgálni, hogy mennyire éri meg egy ilyen rendszer kiépítése egy vidéki városban, mint Kaposvár. A rendszer megtervezéséhez, valamint az előbbi eldöntéséhez forgalommodellezést használhatunk.

Dolgozatomban tehát bemutattam a kaposvári hálózatot, a 2015 nyarán történt változtatásokat. A későbbiekben a Vissim program segítségével modellezem a változás előtti és a változás utáni verziót, majd összehasonlítom azokat. Ezek után pedig egy fejlett forgalomirányítási stratégiát fogok tervezni, mely valós adatok alapján irányítja majd a járműveket a hálózaton az optimális forgalomlefolrás elérése érdekében.

A kaposvári közlekedésben jelentős változások mennek végbe, úgy, mint egy intermodális csomópont kiépítése, a közösségi közlekedés fejlesztése, a jelzőlámpás kereszteződések kapacitásának növelése, hangolásának javítása, körforgalmak kialakítása. Ezeknek együttes célja Kaposvár élhető, fenntartható várossá alakítása.

7 Ábrajegyzék

1. ábra: A forgalombefolyásolás szabályozási köre (forrás: [3])	6
2. ábra: A jelzőlámpás irányítás fajtái (forrás:[4]).....	9
3. ábra: Szinkron, szimultán és progresszív hangolási rendszer (forrás: [5]).....	10
4. ábra: A centralizált forgalomirányítási rendszer (forrás: saját)	11
5. ábra: A vizsgált hálózat (forrás: [7])	15
6. ábra: A Füredi csomópont (forrás: [8])	16
7. ábra: A Füredi csomópont változtatás utáni helyszínrajza (forrás: [9]).....	17
8. ábra: A Q116-os csomópont forgalmi adatai (forrás: [9])	18
9. ábra: Az Arany János utca – 67-es út csomópontja (forrás: saját)	20
10. ábra: A Vissimben felépített hálózat (forrás: saját)	21
11. ábra: A kaposvári hálózat a VMS-ekkel (forrás: [7]).....	24

Felhasznált irodalom

Elektronikus dokumentumok:

- [1] *Kapos.hu*, http://kapos.hu/hirek/kis_szines/2015-08-25/valtozik_a_forgalmi_rend_a_furedi_csomopontnal.html (letöltve: 2015. 08. 25.)
- [2] **Tettamanti, Luspay, Varga:** Közúti közlekedési automatika, jegyzet
- [3] **Dr. Tettamanti Tamás:** A közúti közlekedés irányítása, előadásvázlat
<http://kjit.bme.hu/images/stories/targyak/kozutir1/forgalomiranyitas.pdf>
- [4] Forgalomtechnika előadásvázlat, Jelzőlámpák
http://kukg.bme.hu/kukg/oktatas/bsc/tantargy/BMEKOKUA209/ForgTech_EA9_jelzolampak_teljviszonyok.pdf
- [5] Forgalomtechnika előadásvázlat, Hangolás
http://kukg.bme.hu/kukg/oktatas/bsc/tantargy/BMEKOKUA209/ForgTech_EA11_hangolas.pdf
- [6] *Kaposvar.hu*,
<https://www.kaposvar.hu/index.php?width=1024&lang=1&page=adatosszeft&prn=0>
- [7] *Google Térkép*, www.maps.google.com
- [8] *Google Föld*, <http://www.google.com/earth/>
- [9] **Swarco Traffic Hungária Kft.:** KAPOSVÁR 610. sz. – 67. sz. főút jelzőlámpás csomópont forgalmirend változtatása
- [10] **Microsoft ClipArt**