

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
Építőmérnöki kar
Út- és Vasútépítési Tanszék

**Gyalogos zóna bővítésének
forgalomlebonylódásra gyakorolt
hatásának elemzése Székesfehérváron, a
Zichy ligetnél**

TDK 2016

SZERZŐ: Rádóczi Andrea (WJ4ZQK)

TANSZÉKI KONZULENS: Dr. Kollár Attila, adjunktus, BME UVT

KÜLSŐ KONZULENS: Schwanner Norbert, vezető tervező, Pro Urbe Kft.

Absztrakt

Az egyre népszerűbb szabadtéri rendezvények indokolttá tették, hogy egy meglévő gyalogos zóna kibővítésre kerüljön Székesfehérváron. A belváros leghosszabb sétálóutcája, a Fő utca északi végén található Magyar Király Szálló előtti terület ma is számos rendezvénynek ad helyszínt, ahol a Zichy liget és a Fő utca összekötésével a város ki szeretne alakítani egy nagyobb közösségi teret. Ez a bővítés a két területet elválasztó Mátyás király körút érintett szakaszának lezárását teszi szükségessé, valamint forgalomtechnikai intézkedéseket von maga után, melyek igen nagy hatással vannak a környező gyűjtőutak és lakóutcák forgalomlefolására.

Dolgozatomhoz mikroszimulációs modellt készítek mind a jelenlegi, mind a tervezett állapotra. Ezek összehasonlításával vizsgálom a lezárásból adódó forgalomtechnikai és forgalomlebonylódási következményeket. Munkámhoz a német PTV csoport Vissim elnevezésű szoftverét használom, valamint a szintén német Schlothauer & Wauer cég LISA+ programját. Előbbi segítségével a forgalmi modellezést, utóbbi használatával a forgalomáramlási ábrákat, közbensőidő mátrixokat, jelzésterveket valamint a hangolást; a két szoftver közös alkalmazásával pedig a jelzőlámpás csomópontokkal együtt készítem el a modellt. A legnagyobb hangsúlyt a lezárással közvetlenül érintett, jelenleg négyágú, jelzőlámpás kereszteződésként működő csomópont (Dózsa György út – Szekfű Gyula utca – Várkörút – Mátyás király körút) forgalomtechnikai kialakítására és annak vizsgálatára fektetem.

A PTV csoport Visum nevű, a teljes városra kiterjedő makroszimulációs modelljének adatai (melyeket a Pro Urbe Kft. szolgáltatott) biztosítják az alapot az említett lezárandó útszakasz által okozott forgalmi átrendeződések vizsgálatához. A környező utcák terhelési adataiból és azok változásaiból megbízhatóbb számításokat tudok készíteni, így a mai kor modellezési színvonalának megfelelő végeredményt érhetek el.

Tanulmányom célja, hogy a vizsgálatok kiértékelésével átfogó képet kapjunk a környező területen észlelhető változásokról, mely segítséget nyújthat a későbbiekben a megfelelő kialakítás kiválasztásához.

Abstract

Impact study of pedestrian zone expansion on road traffic in Székesfehérvár, Zichy park

Outdoor events are getting more and more popular, thus it became necessary to extend an existing pedestrian zone in Székesfehérvár. At the northern end of the city's longest pedestrian street, the Fő Street, there is an area in front of the Magyar Király Hotel, which is commonly used for local events. Hence the city wants to create a bigger communal space by connecting the area mentioned above, with the Zichy park. This extension requires the closure of a section in the Mátyás király Street and it will also evolve the traffic technology, which will have impact on the traffic flow in the surrounding streets.

I build a microsimulation model for both current and planned versions. Comparing these versions, I am able to examine the conclusions and effects on traffic. To build the model, I use Vissim software, developed by the German PTV Group, and Schlothauer & Wauer company's LISA+ software. The former allows traffic modelling, the latter helps me to create the traffic flow diagrams, calculate intergreen times, create the signal timing plans and coordinations. Using them together I am able to create the traffic light junctions and model them. The key issue here is to investigate and redesign the intersection which is directly affected by the closure (Dózsa György Way - Szekfű Gyula Street - Várkörút – Mátyás király Boulevard).

A fundamental source to investigate the planned version will be the macrosimulated model for the entire city (made by Pro Urbe Ltd.) made using Visum, another software by PTV Group. Using this data, I am able to find a solution, which is accurate for the modern modeling standards.

The aim of this study is to achieve an overall view of the changes in the surrounding area, which may help us to choose the appropriate solution.

Abstrakt

Auswirkungsstudie über die Erweiterung der Fußgängerzone auf den Verkehr in Székesfehérvár, Zichy Park

Da Outdoor-Veranstaltungen immer beliebter werden wurde es notwendig, die bestehende Fußgängerzone in Székesfehérvár zu erweitern. Am nördlichen Ende der längsten Fußgängerzone der Stadt, der Fő Straße, befindet sich vor dem Hotel Magyar Király ein Bereich, der häufig für lokale Veranstaltungen genutzt wird. Daher würde die Stadt gerne einen größeren Gemeinschaftsbereich in Verbindung mit dem oben erwähnten Gebiet des Zichy-Parks schaffen. Diese Erweiterung erfordert die Schließung eines Abschnitts des Mátyás király Boulevard. Außerdem wird es nötig, die Verkehrstechnik zu entwickeln, die Auswirkungen auf den Verkehrsfluss in den umliegenden Straßen haben wird.

Ich entwickle ein Mikrosimulationsmodell für den aktuellen Zustand und für die geplanten Versionen. Nach dem Vergleich dieser Versionen, kann ich die Schlussfolgerungen und Auswirkungen auf den Verkehr untersuchen. Um die Simulation zu erstellen, benutze ich eine Software, die Vissim heißt, die von der deutschen PTV Gruppe entwickelt wurde, und die LISA+ Software, die von der deutschen Schlothauer & Wauer GmbH entwickelt wurde. Vissim ermöglicht die Verkehrsmodellierung, LISA+ erlaubt unter anderen Strombelastungsplänen, Zwischenzeitberechnungen und Signalpläne zu erstellen. Mit denen zusammen schaffe ich die Simulierung des ganzen Modells inklusive der Ampelkreuzungen. Ich lege meinen Schwerpunkt auf die Untersuchung und verkehrstechnische Umgestaltung der Kreuzung, die von der Schließung (Dózsa György Weg - Szekfü Gyula Straße - Várkörút - Mátyás király Boulevard) direkt betroffen ist.

Ich basiere meine Studie auf dem makrosimulierten Modell für die gesamte Stadt (erstellt von Pro Urbe GmbH), welches mit der anderen Software der PTV AG (Visum), erstellt wurde. Mit diesen Daten kann ich eine Lösung finden, die den modernen Modellierungsstandards entspricht.

Das Ziel dieser Studie ist, einen Überblick über die Veränderungen der Umgebung zu erhalten, die hilfreich sein können, die passende Lösung zu wählen.

Tartalomjegyzék

Absztrakt	1
Abstract	2
Abstrakt	3
1. Bevezetés	6
2. A feladat bemutatása.....	9
2.1. Előzmények.....	9
2.2. Jelenlegi állapot.....	10
2.3. A területet érintő tervezett fejlesztések	11
2.4. Külföldi kitekintés – A nápolyi „felszabadított tengerpart”	13
3. Módszertan.....	17
3.1. A forgalmi adatok feldolgozása LISA+ szoftver használatával.....	17
3.1.1. A szoftverről általánosságban.....	17
3.1.2. A LISA+ program használata a dolgozatban	17
3.2. A modellezés folyamatának ismertetése, a Vissim szoftver bemutatása	24
3.2.1. A mikroszimuláció folyamata.....	24
3.2.2. A ma használatos szoftver kialakulása, rövid története	25
3.2.3. A szoftver felhasználási területei	26
3.2.4. A szoftver használatának bemutatása a hálózatom példáján	26
4. Tervezett állapotok	33
4.1. Háromágú körforgalom	33
4.2. Háromágú, jelzőlámpával irányított csomópont	37
5. Értékelés.....	39
5.1. Az egyes változatok értékelése a teljes hálózaton.....	39
5.2. Az egyes kialakítások hatása a 3-as és 4-es csomópontok közvetlen környezetére.....	40
5.3. A két kiértékelési mód összevetése.....	41
5.4. Lehetséges megoldások.....	42

5.4.1.	Javaslatok a 2. verzió (körforgalom) fejlesztésére.....	42
5.4.2.	Javaslatok a 3. verzió (jelzőlámpás irányítás) fejlesztésére.....	43
6.	Összefoglalás	44
7.	Ábrajegyzék	45
8.	Táblázatjegyzék	46
9.	Irodalomjegyzék	47
10.	Köszönetnyilvánítás.....	48
11.	Mellékletek	49

1. Bevezetés

Székesfehérvár leghosszabb sétálóutcája, a Fő utca és a Zichy liget összenyitása a Mátyás király körút egy szakaszának lezárását vonja maga után. Ez az útvonal a 811-es másodrendű főút folytatásának (Berényi út – Szekfű Gyula utca – Mátyás király körút) eleme, mely egy történelmileg jelentős bekötőút. A Mátyás király körút a Város egy másik jelentős bekötőútjába torkollik, a Palotai útba (8-as főút folytatása). A vizsgált területre északi irányból érkező bekötőút, a Móri út folytatása a Dózsa György út, mely közvetlenül érintett a tervezett változtatásokban. Ebből is látható, hogy a tervezett módosítások következményei jelentősen befolyásolják a Város forgalomlebonylódását. Az 1. ábrán szemléltetem a tervezett új gyalogos övezet kiterjedését.



1. ábra: Az összenyitás eredményeként létrejövő gyalogos zóna kiterjedésének terve (vörös szaggatott vonal) [1]
(saját szerkesztés)

Dolgozatomban a Mészöly Géza utca – Zichy liget – Dózsa György út – Mátyás király körút – Szabadságharcos út által körül zárt területtel foglalkozom. Az általam vizsgált területen 5 csomópontra (lásd 2. ábra) készült forgalomszámlálás (a Pro Urbe Kft. által), így én is ezekkel a csomópontokkal foglalkoztam kiemelten. Ezek közül jelenleg a Dózsa György út – Szekfü Gyula utca – Várkörút – Mátyás király körút (továbbiakban: 4-es), illetve a Szabadságharcos út – Mátyás király körút – Schwäbisch Gmünd utca (továbbiakban: 5-ös) csomópontok jelzőlámpával irányítottak. Utóbbi csomópont eleme a Város egyik hangolt rendszerének.



2. ábra: A vizsgált csomópontok (1-5) elhelyezkedése [1] (saját szerkesztés)

Székesfehérváron a két legfontosabb belvárosi útvonal, a Palotai út – Széchenyi út tengely (ide tartozik az 5-ös csomópont is), valamint a Budai út Kadocsa utca – József Attila utca közötti szakasz jelzőlámpás csomópontjai jelenleg hangolt rendszerben üzemelnek, a 3. ábra szerint. [2]



3. ábra: Székesfehérvár hangolt rendszerei (vörös szaggatott vonallal jelölve a vizsgált terület) [2] (saját szerkesztés)

A Palotai út hangolt rendszerének csomópontjaira összesen 4 program van tervezve: [2]

Program	Jellemző	Tp	Alkalmazás
1	Fix	80s	Reggel - este
2	Fix	100s	Reggeli csúcsidőszakban
3	Fix	100s	Délutáni csúcsidőszakban
4	Fix	90s	Napközben

1. táblázat: A Palotai úti hangolás [2]

Dolgozatomban a reggeli csúcsidőszakkal foglalkozom (ez a mértékadóbb, ekkor jelenik meg a területen a legrövidebb idő alatt a legnagyobb forgalom), így ebben az esetben a 2. program paramétereit alkalmaztam. A forgalomszámlálási adatokat megvizsgálva, a délelőtti csúcsóra 7:15-8:15 között adódott.

A 2. program 100s periódusidővel működik, elsősorban a reggeli csúcsidőszakban történő üzemelése javasolt. A program a tervezett üzemidőnek megfelelően került kialakításra oly módon, hogy mindkét hangolt irány számára megfelelő paraméterek mellett valósuljon meg a hangolás, a reggeli csúcsidőszakra jellemző forgalmi igényeknek megfelelően, miközben a mellékirányok számára is a napszaknak megfelelő kapacitást biztosít. [2]

2. A feladat bemutatása

2.1. Előzmények

Székesfehérváron jól bevált közösségi tér alakult ki a Fő utcán, a színház és a Hotel Magyar Király előtti területen. A város kinőtte ezt a területet, így igényt tart egy nagyobb közösségi térre. A Fő utca északi vége a Mátyás király körútba torkollik, melynek másik oldalán a Zichy liget terül el. A Zichy liget számos kulturális programnak ad helyszínt, valamint szobraival és a zenepavilonnal közkedvelt célpont a kikapcsolódásra. Így kézenfekvő az igény, hogy a Fő utcát a Zichy ligettel összenyissák, mely ideiglenesen már többször meg is valósult, például a Királyi Napok alkalmával, amikor a Mátyás király körút lezárásra került az Ybl Miklós utca és a Várkörút között, valamint zsákutca lett a Mészöly Géza utca felől a Zichy liget útjából. Hasonló forgalomkorlátozások lépnek életbe a Fehérvári Lecsófőző Vigasság idején is, ahol például 2016. szeptember 9-11. között az általam vizsgált szakasz is érintett volt: teljes útlezárás volt a Mátyás király körúton, az Ybl Miklós utcától a Várkörút kereszteződésig, valamint a Zichy liget határoló utcákban. [3]



4. ábra: A vizsgált terület elhelyezkedése Magyarországon, valamint Székesfehérváron belül (vöröszaggatott vonal) [1] (saját szerkesztés)

2.2. Jelenlegi állapot

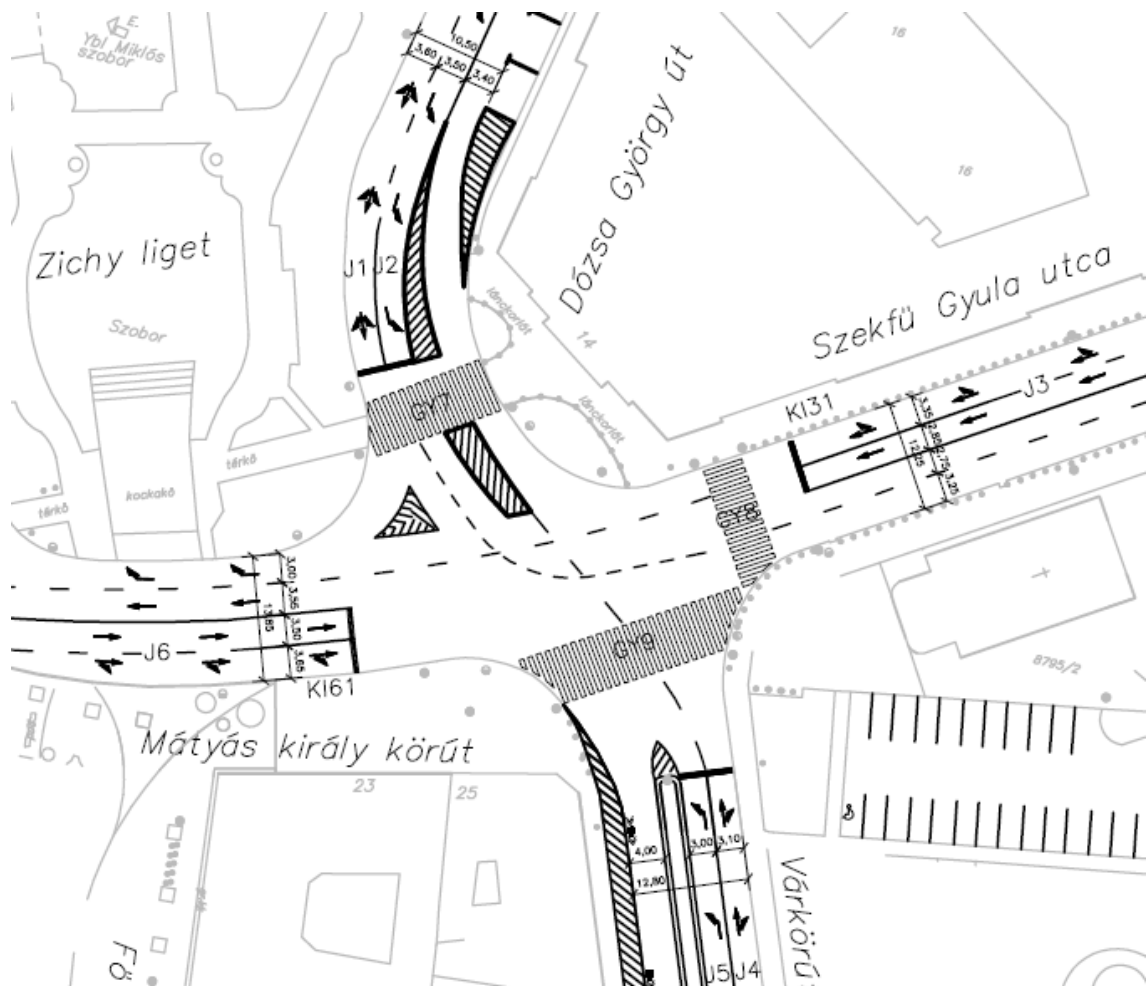
Dolgozatomban a legnagyobb hangsúlyt a 4-es csomópontra fektettem, hiszen ezt érinti közvetlenül a tervezett lezárás. Jelen állapotban ez egy négyágú, jelzőlámpával szabályozott csomópont. A Pro Urbe Kft. által szolgáltatott alaptérkép alapján elkészítettem tanulmányterv szinten a 4-es csomópont helyszínrajzát, melynek egy részletét mutatja az 5. ábra, a teljes helyszínrajz pedig az I. számú mellékletben, 01-es rajzi számmal található.

A Dózsa György úti ágon a külső forgalmi sávból egyenesen tovább haladni, illetve jobbra-, balra kanyarodni lehetséges, a belső forgalmi sávból csak balra kanyarodás megengedett. Szintén ezen az ágon, de észak felé, csak egy sáv került kijelölésre. A Szekfű Gyula utcai ágon a külső sávból egyenesen és jobbra, a belső sávból csak egyenesen lehet haladni a Mátyás király körút felé. Ellenkező irányban két sáv került kijelölésre. A Várkörúton a csomópontba haladva két forgalmi sáv került kijelölésre. A külső sávból egyenesen és jobbra, a belső sávból balra kanyarodás lehetséges. Ezen az ágon dél felé haladva csak egy forgalmi sáv került kijelölésre. A Mátyás király körút ágon a csomópont felé haladva két forgalmi sáv került kijelölésre, a külső sávból egyenesen és jobbra, a belső sávból egyenesen lehet tovább haladni. Ellenkező irányban két sáv került kijelölésre. [4]

A Dózsa György úton a csomóponti torkolatnál a külső sáv 3,60 m, a belső forgalmi sáv 3,50 m széles. Ellenkező irányban 3,40 m széles a csomópontból kihaladó forgalmi sáv. A Szekfű Gyula utcai ágon a csomópont felé haladó külső sáv 3,35 m széles, míg a belső forgalmi sáv 2,85 m széles. A nyugati irányba haladó, csomópontot elhagyó ágon a külső forgalmi sáv 3,25 m, a belső pedig 2,75 m széles. A csomópont déli ágán, a Várkörúton a csomópontba haladó irány külső forgalmi sávjának szélessége 3,10 m, a belső sáv 3,00 m. A csomópontból kifelé érkező ág 4,00 m széles. A lezárandó útszakaszon a 4-es jelzésű csomópont felé haladó a külső sáv 3,65 m széles, a belső sáv 3,50 m, a csomópont felől pedig a belső sáv 3,55 m, a külső 3,00 m széles.

A kerékpárosok a csomópontból ki vannak tiltva minden ágon, de a Várkörúti-, Szekfű Gyula utcai- és a Mátyás király körúti ágon a jelzőlámpa előtt a meglévő kiemelt szegélyek lesüllyesztésével a gyalogjárdákra kerültek felterelésre. Leszállva a

kerékpárról, a gyalogátkelőhelyeken tudnak áthaladni gyalogként a csomópontban. A Dózsa György úti ágon a Zichy ligeti úti csatlakozásnál a parkba vezető gyalogútra vannak terelve. [4]



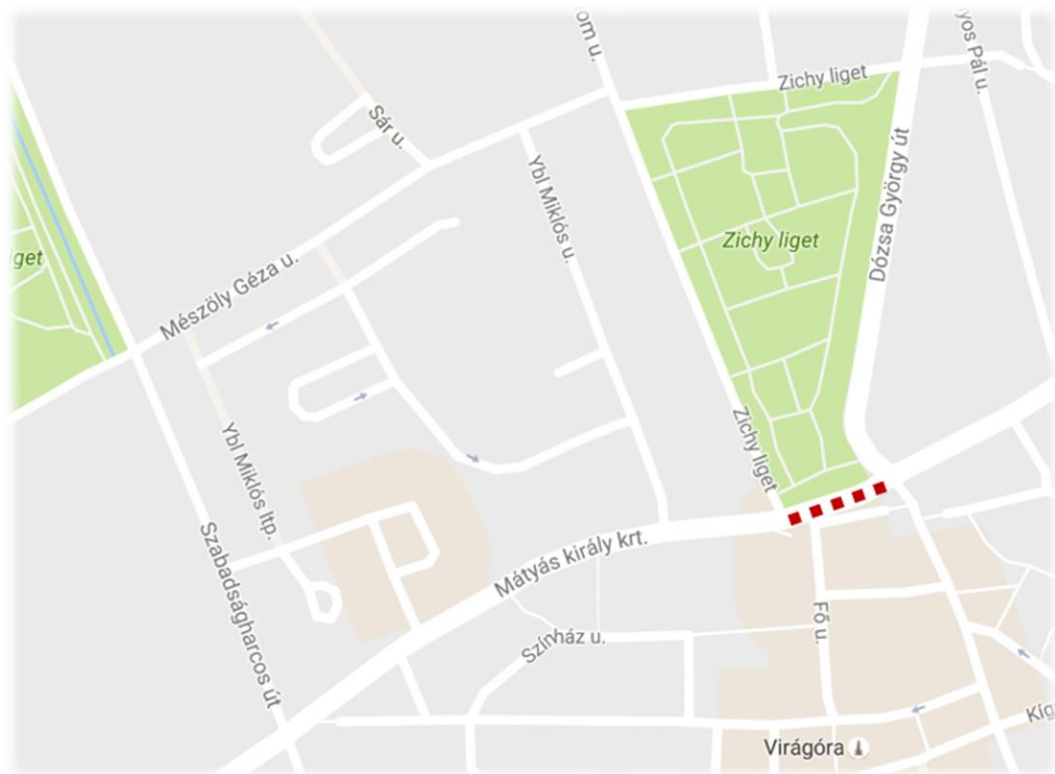
5. ábra: 4-es csomópont, jelenlegi állapot (saját szerkesztés)

2.3. A területet érintő tervezett fejlesztések

Munkám során azt vizsgálom, hogy a 6. ábra vörössel jelölt szakaszának lezárása milyen hatással van a környező utak forgalom lebonyolódására. A lezárásból adódóan a Dózsa György út – Szekfű Gyula utca – Várkörút – Mátyás király körút csomópont, mely jelenleg jelzőlámpával irányított négyágú csomópont, egy háromágú kereszteződéssé változik. Az új csomópont kialakítására és szabályozására két változatot fogok bemutatni a reggeli csúcsidőszakra:

1. változat: háromágú körforgalom
2. változat: háromágú jelzőlámpával irányított csomópont

Munkám során két német cég szoftverét használom, a PTV csoport Vissim nevű, valamint a Schlothauer & Wauer cég LISA+ elnevezésű programját, melyek bemutatásra kerülnek a későbbi fejezetekben.



6. ábra: A vizsgált terület a lezárni kívánt szakasszal (vörös pontvonal) [1] (saját szerkesztés)

2.4. Külföldi kitekintés – A nápolyi „felszabadított tengerpart”

Nápoly a harmadik legnagyobb olasz város Róma és Milánó után. A város kiterjesztett közösségi közlekedési hálózatát metró, villamos, és busz vonalak, valamint a szintkülönbségeket legyőző felvonók és drótkötélvasutak alkotják. Ennek ellenére a városban állandósultak a személygépjárművek és robogók által okozott forgalmi torlódások, melyek a gyalogosok és kerékpárosok számára élvezhetetlenné teszik a városi közlekedést. [5]

2012 áprilisában Nápoly városa rendezte az *America's Cup World Series* vitorlás verseny negyedik futamát. Ezen időszakra a város különleges mobilitási tervet fejlesztett ki, melynek része volt egy nagyméretű gyalogos zóna kialakítása a „Lungomare Caracciolo”, a város mesés tengerparti útján. A terv szerint két fő útvonal került a gépjárműforgalom elől lezárásra, a Via Caracciolo és a Viale Dohrn, a Piazza della Repubblica-tól a Piazza Vittoria-ig és a Via Partenope, ami egy körülbelül 2 km hosszú szakasz. [5]



7. ábra: Az America's Cup rendezvény idején érvényben lévő forgalmi korlátozások [14]

A térképen (7. ábra) a rózsaszín szakasz „ZTL=Zona a traffico limitato” terület, ahová csak célforgalom hajthat be. Olaszországban a ZTL-ek a belvárosok védelme érdekében kerültek kialakításra, hogy még vonzóbbá tegyék ezeket a történelmi területeket [6]. A citromsárga rész kizárólag gyalogosforgalom számára kijelölt terület, míg a piros a rendezvényhez tartozó terület volt.

A lezárás szembetűnően pozitív változásokat hozott Nápolynak: sokkal élhetőbb lett, csökkent a torlódások száma, és a környezetszennyezés mértéke, valamint megnőtt a tömegközlekedés átlagos utazási sebessége. Ezek a hatások meggyőzték a települést, hogy állandó érvényűvé tegyék a tengerpart menti korlátozásokat. Így ezt követően a város polgárainak nagymértékű bevonása mellett 2012. július 26-október 27. között több, mint 30 megbeszélés zajlott le annak érdekében, hogy kidolgozzák az új, részletes forgalmi tervet. Tovább növelte a projekt elfogadottságát a „Nápolyi Kerékpáros Stratégia” kezdeményezésére kialakított kerékpárút első szakasza, mely a tengerparti a Lungomare Caracciolo-n át vezet. [5]

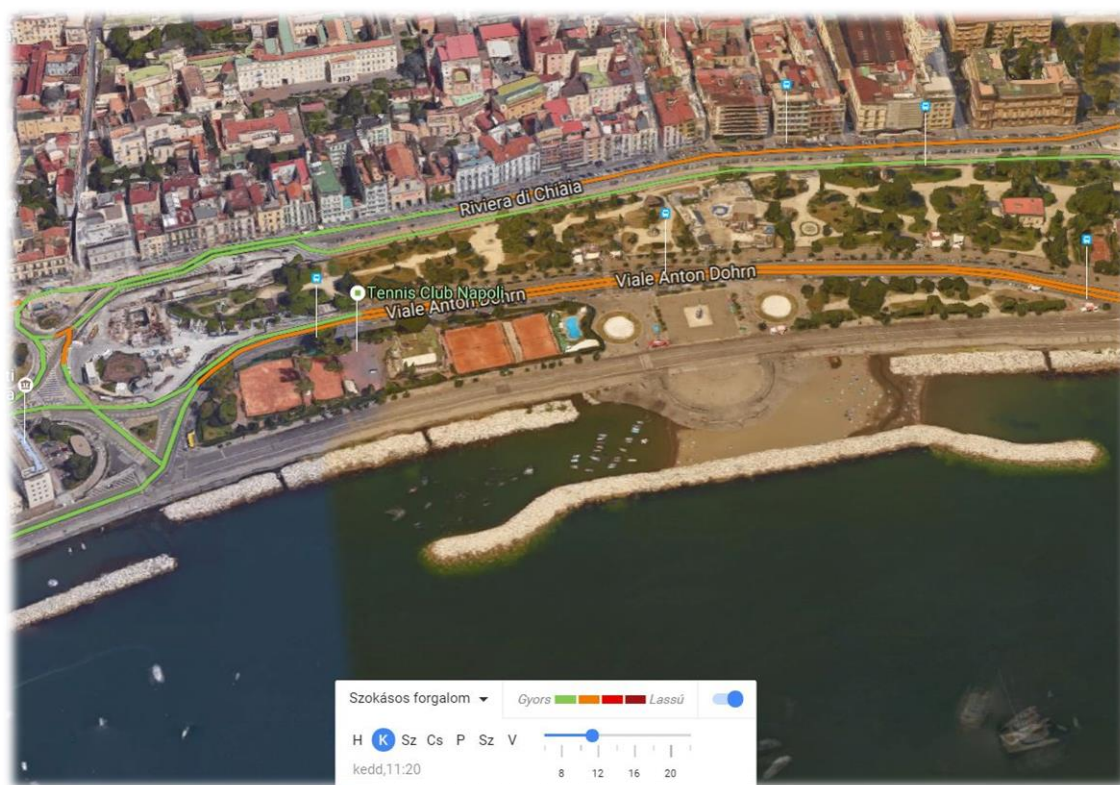
A 8. ábra az új elképzelést szemlélteti, ahol a világos barna részek a „ZTL” részek, tehát csak célforgalom behajtása megengedett, a zölddel jelölt területek pedig gyalogos zónák lettek.



8. ábra: Az új, tengerparti „ZTL” [5]

Összegzésképp elmondható, hogy a módosítás jelentősen megváltoztatta Nápolyban mind a városlakók, mind pedig a turisták szokásait. Eltekintve pár érintett étterem- és üzlettulajdonos panaszaitól, a polgárok többsége pozitívan reagált a forgalmi módosításokra. Ezek az intézkedések segítik Nápolyt, hogy egy igazi fenntartható, „Európai Smart City” legyen. [5]

Pontosabb forrás hiányában a Google forgalmi adatait vizsgáltam, a délelőtti csúcSORÁBAN (mely körülbelül 11:00-12:00 között adódott a helyi szokások miatt) a 9. ábra szerint alakul a forgalom. Megállapítható, hogy a lezárt szakasz elterelt forgalma nem okoz kiugróan negatív (narancssárga jelzés, mely a 4 színű skálán a harmadik legrosszabb eredményt jelképez) forgalmi következményeket, tehát egy működőképes beavatkozást sikerült eszközölniük. A 10. ábrán a megvalósult lezárásról láthatunk képet.



9. ábra: A forgalom lefolyása a délelőtti csúcSORÁBAN a Google szerint [1] (saját szerkesztés)



10. ábra: Gyalogos zóna kezdete a Viale Anton Dohrn és a Via Francesco Caracciolo találkozásánál [1]

Olyan hatástanulmányt kerestem, mely egy európai város működőképes példáján mutatja meg, hogyan teremtünk új gyalogos zónát a forgalom elterelésével. A nápolyi példa jól szemlélteti, hogy érdemes hasonló lépéseket tenni a „gyalogosbarátabb” környezet elérése érdekében.

3. Módszertan

3.1. A forgalmi adatok feldolgozása LISA+ szoftver használatával

3.1.1. A szoftverről általánosságban

A LISA+ a német Schlothauer & Wauer cég átfogó szoftvercsomagja, mellyel forgalmi létesítmények értékelését végezhetjük el, valamint forgalomfüggő irányítást is tesztelhetünk. A szoftver széleskörű alkalmazásai közé tartozik a jelzőlámpás szabályozás tervezése, értékelése és optimalizálása. A részletes szimuláció és analízis egy átfogó képet ad a forgalomlefolyról. [7]

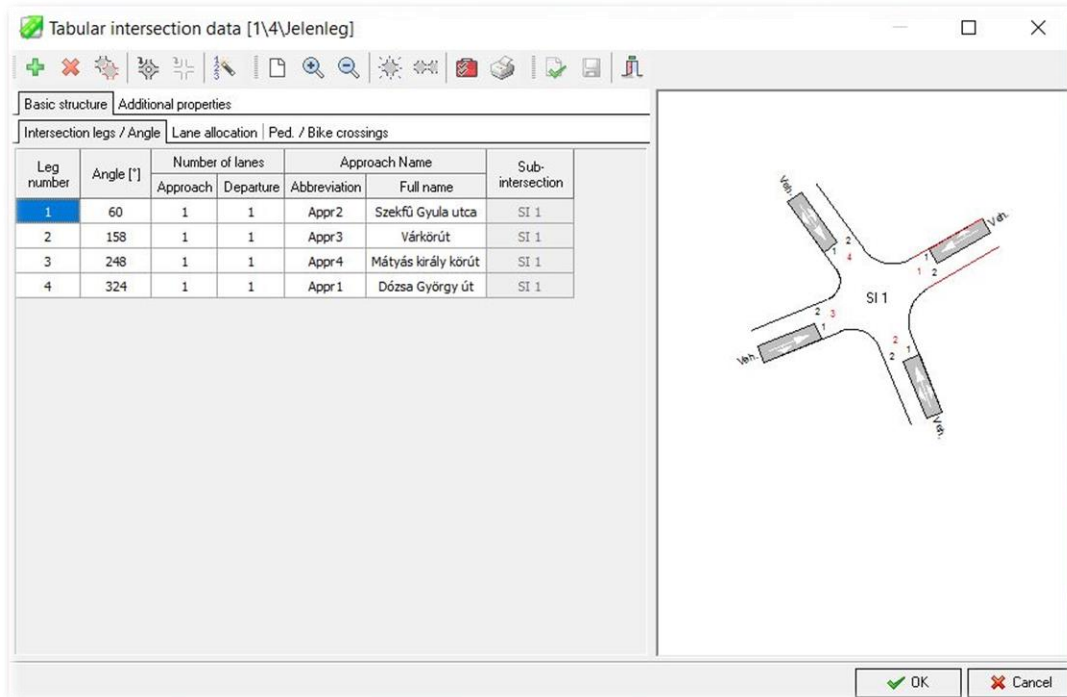
3.1.2. A LISA+ program használata a dolgozatban

A Pro Urbe Kft-től kapott forgalomszámlálási adatokat a LISA+ program segítségével kezdtem feldolgozni. Az alábbiakban a szoftver általam is megismert és a munkám során használt funkcióit fogom bemutatni.

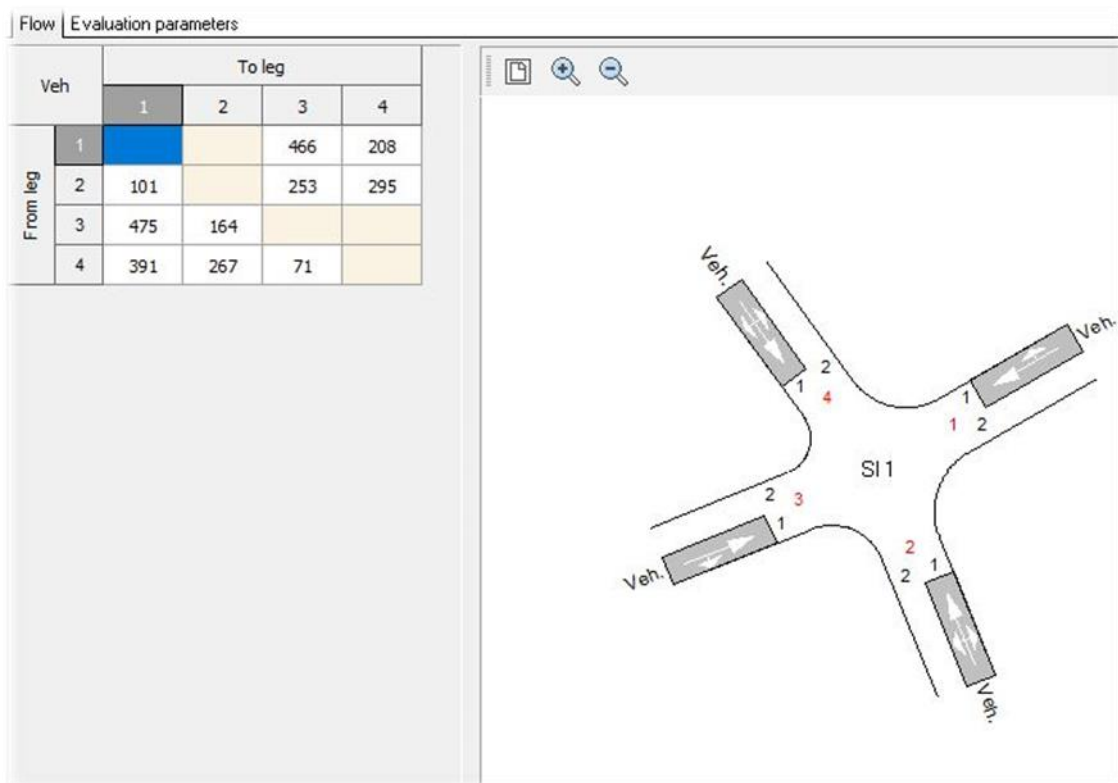
Forgalomáramlási ábrák készítése

A forgalomszámlálási adatok feldolgozása a következőképpen történik a LISA+-ban:

1. Megadom, hogy hány ágú csomópontot szeretnék felvinni a rendszerbe és beállítom az egyes ágakhoz az utca neveket (11. ábra)
2. Lemérem az irányszögeket, majd beviszem a programba őket, így már az eredetinek megfelelő irányban állnak a csomópont ágai (11. ábra)
3. Beállítom az egyes ágak sávszámait, illetve, hogy melyik ágból milyen irányba lehet tovább haladni (11. ábra)
4. Mátrixos formában megadom az egyes irányok forgalom nagyságait, melyet egységjármű/óra (E/h) mértékegységben adtam meg, hiszen a délelőtti csúcspórával (7:15-8:15) foglalkozom (lásd 12. ábra)



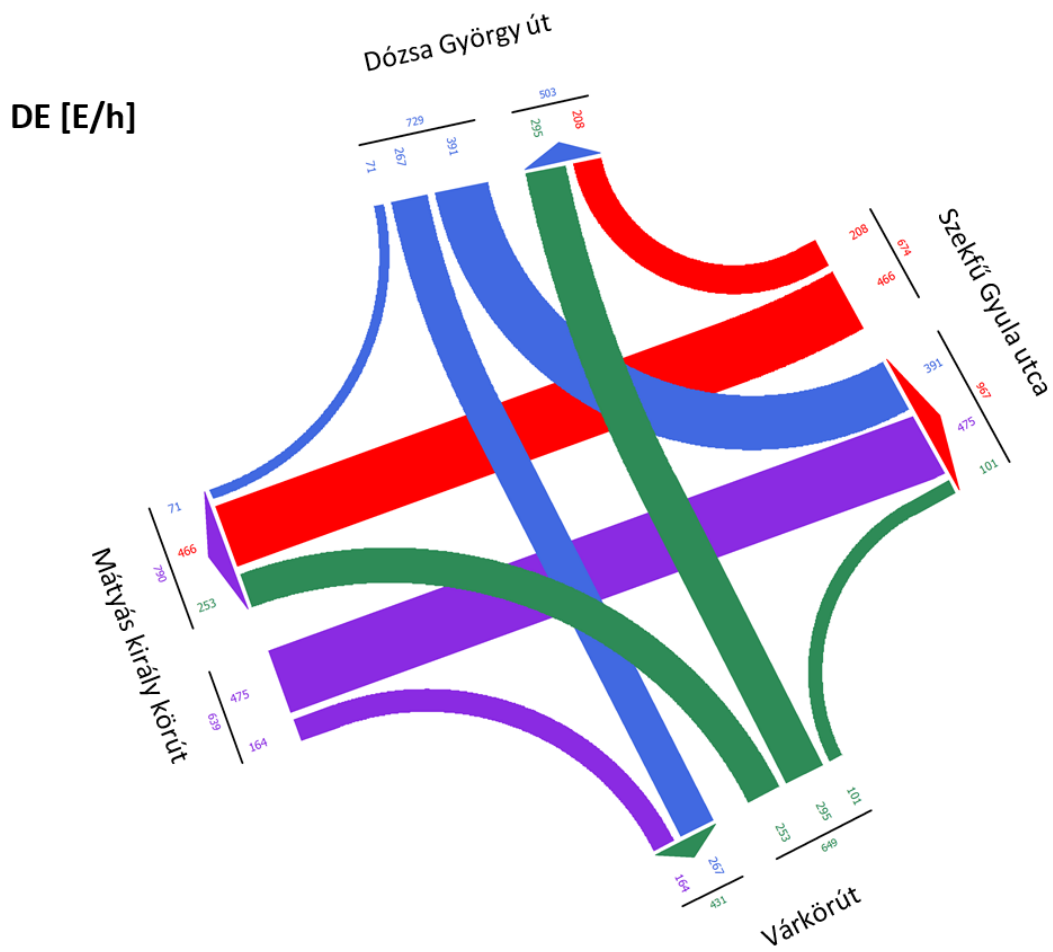
11. ábra: Csomópont geometriájának beállítása a LISA+-ban, a 4-es csomópont példáján (saját szerkesztés)



12. ábra: Mátrix a forgalmi adatokból (4-es csomópont) (saját szerkesztés)

- Az elkészült forgalomáramlási ábrával gyorsan és átláthatóan szemléltethetem a csomópontot (13. ábra). Egy behaladó ághoz tartozó irányok ugyanazt a

színkódot kapják, az irányok vastagsága pedig az adott irányok forgalomnagyságát arányosan szemléltetik. A II. számú mellékletben megtalálható 1-től 5-ig mindegyik csomóponthoz tartozó forgalomáramlási ábra a jelenlegi állapotra.



13. ábra: Példa a LISA+ programmal készített forgalomáramlási ábrára (4-es csomópont) (saját szerkesztés)

Tiltás- és közbensőidő mátrix, valamint jelzésterv előállítása

Dolgozatomban a jelenlegi állapotra a Pro Urbe Kft. által biztosított forrásokból készítettem el mind a tiltás-, közbensőidő mátrixokat, mind pedig a jelzésterveket. Ám a tervezett állapotokra saját magam terveztem meg a fentebb említett terveket, melynek lépéseit alább részletezem. A közbensőidő mátrixok a III. számú-, a jelzéstervek pedig az IV. számú mellékletben találhatóak.

1. Első lépésben meg kell adni a csomópont statikus adatait: a Pro Urbe Kft. által szolgáltatott alaptérképet használom a tervezés háttérének, a behívott alaptérkép méretarányának definiálása után. (14. ábra)
2. A háttérkép segítségével felviszem a valóságnak megfelelően a sávok elhelyezkedését, valamint a gyalogátkelőhelyeket is ábrázolom. (14. ábra)
3. Definiálom a csomópontban történő mozgásokat. (14. ábra)



14. ábra: A 4-es csomópontban meghatározott útvonalak és konfliktuspontjaik (saját szerkesztés)

4. Megjelenítem a konfliktuspontokat: a program bejelöli az általam beállított irányok alapján a konfliktuspontokat. (14. ábra) Ez alapján készíti el a program a tiltás mátrixokat, ahol definiálom azokat a pontokat, melyek esetében valóban van tiltás (15. ábra) A tiltás mátrixban „X”-szel az egyidejűleg tiltott forgalmi irányokat jelenítem meg táblázatos formában. A sorok a kihaladó irányokat (Clearing), az oszlopok pedig a behaladó irányokat (Entering) jelölik.

		ENTERING										
		J1	J2	J3	J4	J5	J6	KI31	KI61	GY7	GY8	GY9
CLEARING	J1	■	-	X	X	X	X	-	X	X	X	X
	J2	-	■	X	X	-	X	-	-	X	X	-
	J3	X	X	■	X	X	-	-	-	-	X	-
	J4	X	X	X	■	-	X	X	-	X	-	X
	J5	X	-	X	-	■	X	-	-	-	-	X
	J6	X	X	-	X	X	■	-	-	-	X	-
	KI31	-	-	-	X	-	-	■	-	X	X	-
	KI61	X	-	-	-	-	-	-	■	-	-	X
	GY7	X	X	-	X	-	-	X	-	■	-	-
	GY8	X	X	X	-	-	X	X	-	-	■	-
	GY9	X	-	-	X	X	-	-	X	-	-	■

15. ábra: Példa a LISA+ szoftverrel készített tiltás mátrixra (4-es csomópont, jelenlegi állapot) (saját szerkesztés)

5. Ezután a közbensődő mátrixokat készítem el, melyhez be kellett állítani a magyar előírásnak (Útügyi Műszaki Előírás ÚT 2-1.219) megfelelő behaladási (v_e) és ürítési (v_c) sebességeket, valamint az átmeneti időt (t_{th}).

ívsugár, m	v_e	
	km/h	m/s
$R \leq 6$	18	5,0
$6 < R < 25$	$3,6 \cdot \sqrt{4 \cdot R}$	$\sqrt{4 \cdot R}$
$R \geq 25$	36	10,0

2. táblázat: A kanyarodó jármű kihaladási sebességének értékei [8]

- Az üritési sebességet (v_c) egyenesben 10 m/s-ra vettem fel, ívben az ívsugárnak megfelelően a 2. táblázat alapján számoltam ki.
- A behaladási sebességet (v_e) 13,9 m/s-ra vettem fel, hiszen az előírás kimondja, hogy „gépjármű és villamosforgalomnál egyenes irányú behaladás esetén mértékadónak a megengedett sebességgel érkező jármű behaladása számít”. [8]

Tehát 50 km/h megengedett sebességnél 13,9 m/s a behaladási sebesség.

- Az átmeneti idő az előírás szerint 50 km/h megengedett maximális sebességnél 3 s.
- A járműhosszt az előírásnak megfelelően 6 m-re vettem fel.
- A minimális zöldidőt az előírás alapján személygépjárművek esetén 5 s-re vettem fel. Gyalogosok esetén szintén 5 s a minimális zöldidő, de ez az érték a gyalogátkelő hosszától függően változik.

A paraméterek beállítása után a 3. táblázat készült el, a következő lépésben pedig a program már elő is állította a közbensőidő mátrixot (16. ábra).

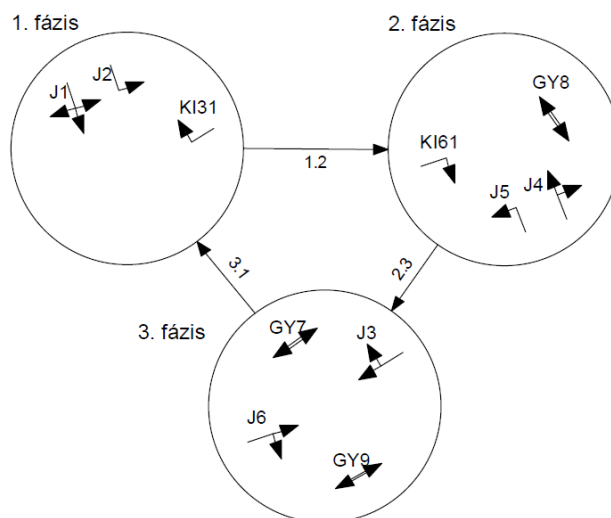
pp	Left			straight			Right			Veh. length [m]
	v_c [m/s]	v_e [m/s]	t_{th} [s]	v_c [m/s]	v_e [m/s]	t_{th} [s]	v_c [m/s]	v_e [m/s]	t_{th} [s]	
3	9,7	13,9	3	10	13,9	3	13,9	13,9	3	6
1	7,2	13,9	3	10	13,9	3	8,5	13,9	3	6
2	13,9	13,9	3	10	13,9	3	7,3	13,9	3	6

3. táblázat: Közbensőidők számítása a LISA+ programban (saját szerkesztés)

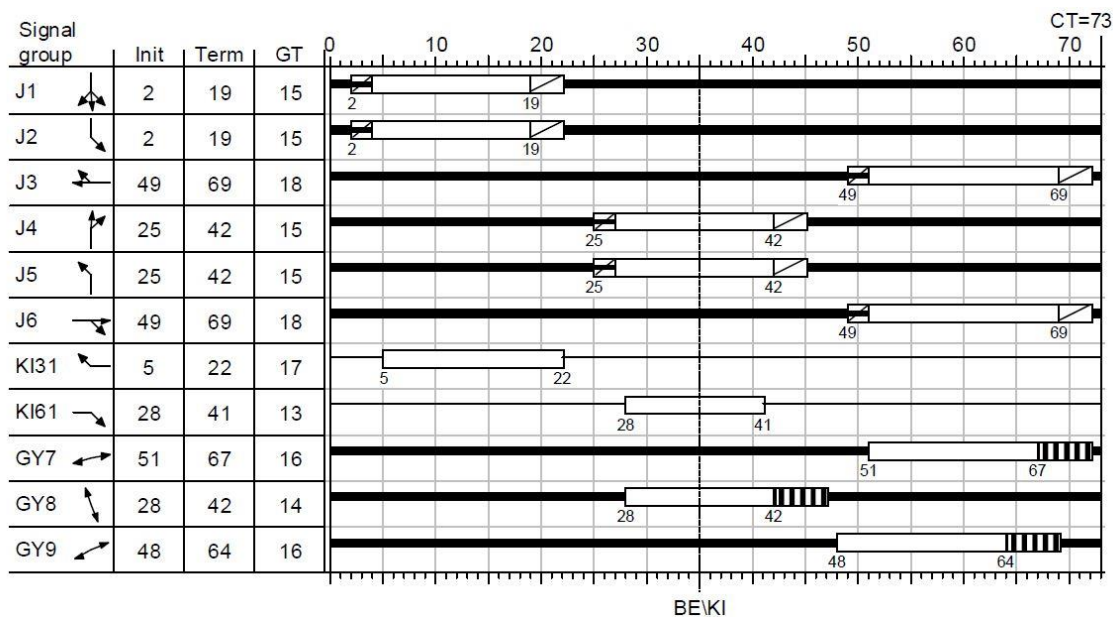
		ENTERING										
		J1	J2	J3	J4	J5	J6	KI31	KI61	GY7	GY8	GY9
CLEARING	J1	■	-	6	8	7	7	-	6	5	9	8
	J2	-	■	8	8	-	7	-	-	5	9	-
	J3	8	6	■	5	6	-	-	-	-	5	-
	J4	4	10	6	■	-	5	6	-	9	-	6
	J5	5	-	5	-	■	9	-	-	-	-	6
	J6	5	5	-	7	6	■	-	-	-	9	-
	KI31	-	-	-	5	-	-	■	-	8	5	-
	KI61	5	-	-	-	-	-	-	■	-	-	7
	GY7	10	10	-	7	-	-	7	-	■	-	-
	GY8	6	6	9	-	-	7	9	-	-	■	-
	GY9	13	-	-	15	15	-	-	14	-	-	■

16. ábra: Közbensődő mátrix minta a LISA+-ból, 4-es csomópont (saját szerkesztés)

- A mátrixok előállítása után ellenőrizni kell a kapacitás kihasználtságot. Az előírás alapján arra törekedtem, hogy ez az érték kisebb legyen 0,85-nél.
- Nem maradt más hátra, mint a jelzésterv elkészítése. A fázisok definiálása és a minimális összesített közbensődő alapján meghatározott fázissorrend kialakítása (17. ábra) után a programban beállítottam a periódusidőt, valamint meg kellett adni egy be- illetve kikapcsolási programot, illetve ehhez kapcsolódóan egy be- és kikapcsolási pontot. Ezek után előállítottam a 18. ábrán is bemutatott jelzéstervet.



17. ábra: A 4-es csomópont fázisai (saját szerkesztés)



18. ábra: Jelzésterv a 4-es csomópont mintáján (saját szerkesztés)

Hangolás

Jelzőlámpás csomópontok összehangolására is alkalmas a LISA+ szoftver, ám ezt a folyamatot csak a későbbiekben, a 4.2. fejezetben fejtem ki, hiszen a jelenlegi állapotban a vizsgált csomópont nem része egyetlen hangolt rendszernek sem.

3.2. A modellezés folyamatának ismertetése, a Vissim szoftver bemutatása

3.2.1. A mikroszimuláció folyamata

Egy szimulációs projekt lefolyása különböző munkafolyamatokból áll. Alábbiakban a német *Hinweise zur mikroskopischen Verkehrssimulation* előírás alapján mutatom be az egyes fázisok lényegét.

1. Előkészületek

- a feladat definiálása
- a részletesség, hibahatár meghatározása
- a vizsgált terület térbeli-, majd időbeli behatárolása
- alapadatok gyűjtése és feldolgozása

2. Az alapmodell elkészítése (inicializálás)

- célja egy ellenőrizhető, az előre meghatározott hibahatárnak megfelelő pontosságú modell létrehozása
- az alapmodell felépítésének szintjei:
 - o a hálózat statikus adatai
 - o a hálózat dinamikus adatai
 - o forgalomszámlálási adatok
 - o hiba ellenőrzés: fontos a hibákat (a hálózat kialakításánál, forgalomszámlálási adatok bevitelénél) a modell kalibrálása előtt megtalálni és kijavítani, hiszen ezek az eredmények meghamisításához vezetnek. Ehhez a szimuláció többszöri lefuttatása javasolt.

3. Kalibrálás és validálás

- kalibráláskor a modellt a mérési eredményekhez állítjuk be, validáláskor pedig a valósághoz közelítjük, független mérési eredmény hitelesítésével.

4. Szimuláció kísérlet

- a szimuláció tényleges alkalmazása, amikor is a különböző változatok és azok hatásai összehasonlításra kerülnek

5. Dokumentáció

- egy szimulációs tanulmány lezárása a beszámoló elkészítése, ahol a módszer és az eredmények kerülnek bemutatásra [9]

Hasonló előírás készült az amerikai közönségnek, *Traffic Analysis Toolbox Volume III: Guidelines for Applying Traffic Microsimulation Modeling Software* címmel. [10]

3.2.2. A ma használatos szoftver kialakulása, rövid története

Már az 1970-es években elkezdtek foglalkozni forgalomszimulációval a Karlsruhei Műszaki Egyetemen (KIT = Karlsruher Institut für Technologie), de akkor még csak a kor technikai lehetőségeinek megfelelő szuperszámítógépeken történtek a kísérletezések. Később, 1990-től már személyi számítógépeken is folytak a szimulációk, 1992-ben pedig

megjelent a VISSIM 0.0. A 2D-s, majd később a 3D-s lehetőségek igen magas szintre vitték a szimulálást. [11]

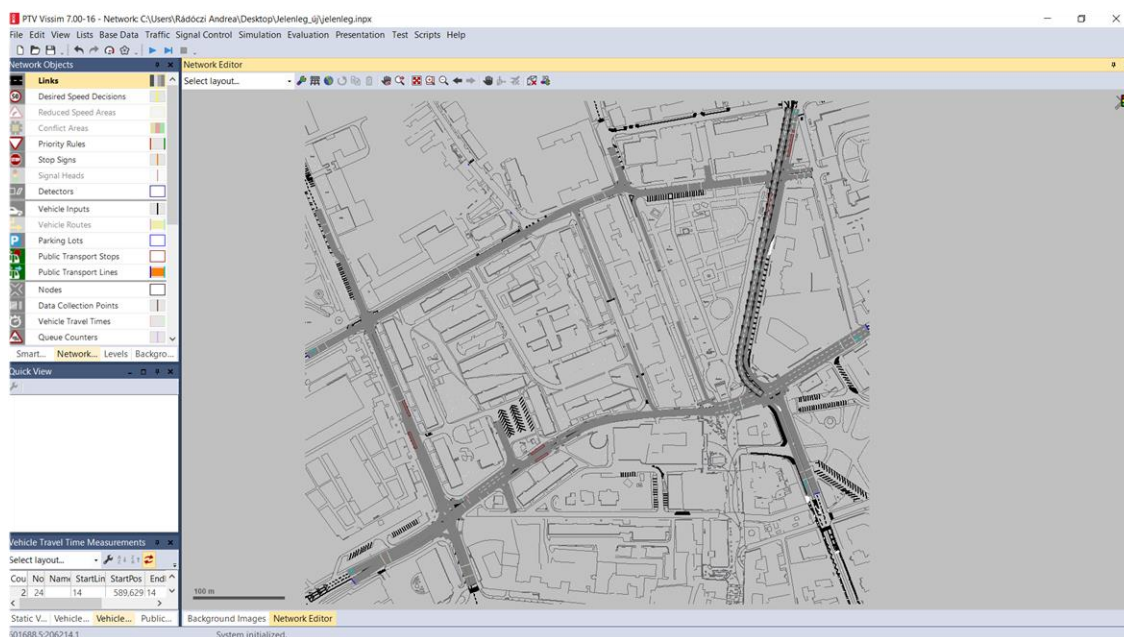
3.2.3. A szoftver felhasználási területei

A mikroszkópikus közlekedésszimulációt széles körben fel tudjuk használni, például:

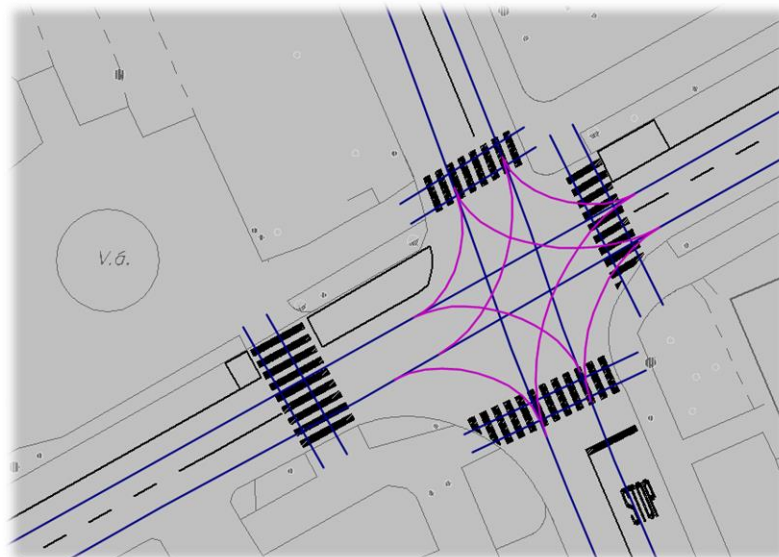
- Autópálya irányítás
- Intermodális csomópontok
- Parkoló modellezés
- Gyalogos szimuláció
- Reptér modellezés [11]

3.2.4. A szoftver használatának bemutatása a hálózatom példáján

PTV csoport Vissim nevű szoftverével elkészítettem a jelenlegi állapotra a forgalmi modellt. Első lépésként a helyszínrajzot átszerkesztettem a Vissim-nek megfelelő (csak a szükséges információkat tartalmazó) alaptérképnek, melyet a 19. ábrán szemléltetek. Ezután elkezdődhetett a linkek (=útpályák) és konnektorok (=az útpályákat összekötő elemek) felvitele, mellyel ki is rajzolódott már a modell. (20. ábra)

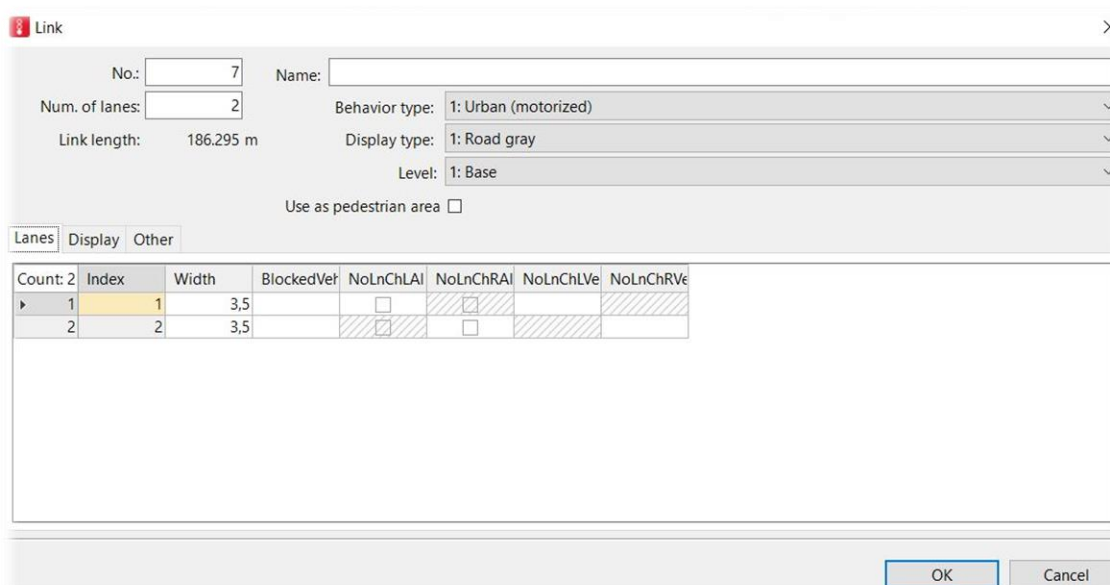


19. ábra: A vizsgált terület hálózati modellje a Vissim nevű programban (saját szerkesztés)



20. ábra: Az 1-es csomópont felépítése a Vissim-ben linkekből és konnektorokból (saját szerkesztés)

Mind a linkeknél (kék), mind pedig a linkeket összekötő konnektoroknál (magenta) lehetőség van beállítani a sávszámot, az útpálya típusát, szélességét. (21. ábra)



21. ábra: Linkek beállítása a Vissim-ben (saját szerkesztés)

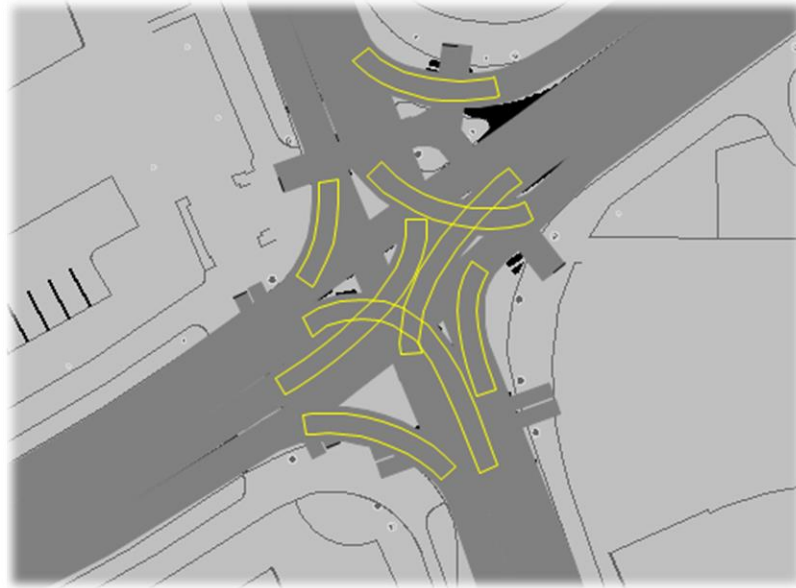
A hálózatépítésnél azt az alapelvet követtem, hogy kétszer ugyanaz a két irány ne legyen konfliktusban, tehát ne legyen egy irány egyszer a linkkel, másszor a konnektorral konfliktusban. Ezt a konfliktus zónák bekapcsolásával lehet ellenőrizni (a program sárgával jelöli a konfliktusban lévő irányokat), és a linkek valamint konnektorok pozicionálásával lehet megszüntetni. A gyalogosok is részt képeznek a modellemben, a jelenlegi gyalogátkelőhelyeknél kerülnek be a hálózatba. Következő lépés az volt, hogy

az általam készített forgalomáramlási ábrákból felvigram a programba a forgalomszámlálási értékeket, valamint az értékekhez tartozó útvonalakat.

Ezt követően beállítottam az elsőbbségi viszonyokat a program által bejelölt konfliktus zónákban. Külön figyeltem arra, hogy a gyalogosok mindenhol elsőbbséget kapjanak, illetve a buszok, a buszöbölből kifordulva előnyben részesüljenek a személygépjárművekkel szemben (22. ábra). Értelemszerűen zöld színű az elsőbbséggel rendelkező irány, piros pedig az alárendelt irányé. Az ívekben pedig csökkentett sebességet állítottam be az ívsugaraknak megfelelően, ezt a 23. ábra mutatja.



22. ábra: Tömegközlekedési eszköz előnyben részesítésének beállítása a Vissim-ben, a konfliktus zóna beállításával (saját szerkesztés)



23. ábra: Csökkentett sebességű szakaszok beállítása a Vissim-ben (saját szerkesztés)

Modellemben a buszjáratokat is szerettem volna szemléltetni, így a székesfehérvári buszmenetrend alapján felvittem a hálózatomba a vizsgált időszakban érintett járatokat.

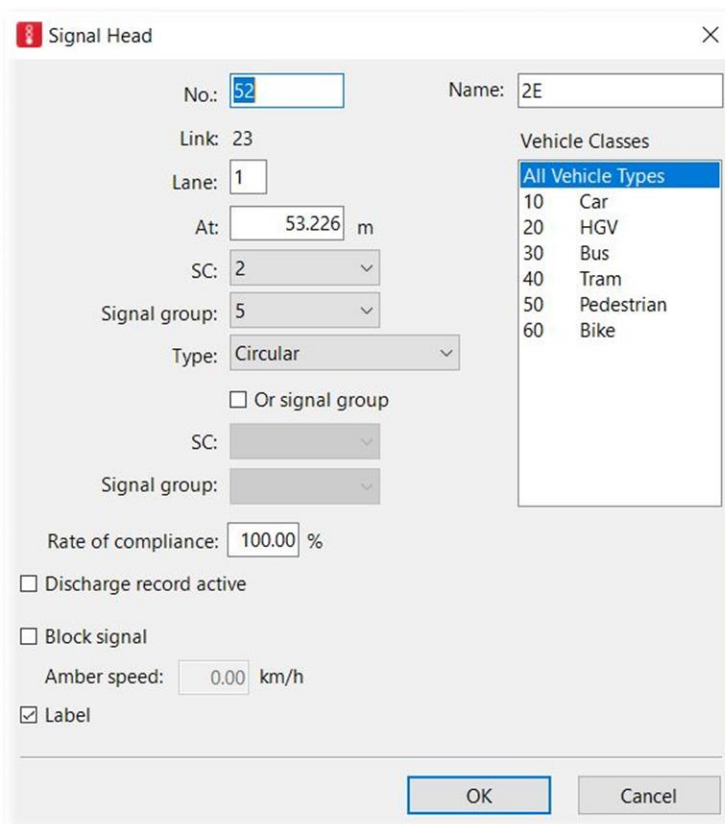


24. ábra: Egy buszjárat útvonalának szemléltetése; a megállóhelyek beállítása a Vissim-ben (saját szerkesztés)

A 24. ábra szemlélteti a 16-os buszjárat útvonalát. Ez a járat nem érint minden buszmegállóhelyet, így csak azon megállókat állítottam be „aktív”-ra (piros), ahol valóban történhet utascseré. [12]

A Vissim és a LISA+ közötti kommunikációs protokoll lehetővé teszi a jelzőlámpás modellezést. A jelenlegi állapotban már említettem, hogy a 4-es és 5-ös csomópont jelzőlámpával irányított. A LISA+-ból exportált jelzésterveket behívtam a Vissimbe,

felvittem a jelzőfejeket a hálózatra, beállítottam a jelzéstervnek megfelelően, hogy melyik jelzőcsoport melyik forgalomirányító berendezéshez, és azon belül melyik irányhoz tartozik.



25. ábra: Jelzőlámpa beállítása az 5-ös csomópontban (saját szerkesztés)

A 25. ábra megmutatja, hogy néz ki a programban a jelzőlámpás felhasználói felület. Külön figyelmet kell fordítani a kiegészítő jelzések beállításánál, melynek használatát az 5-ös csomópont déli ágának példáján fogom bemutatni. Két sávós ez az útszakasz: egy balra kanyarodó és egy egyenesen- és jobbra haladó sáv került kijelölésre. 3 jelzőfej működik itt, egy a balra kanyarodóknak, egy az egyenesen- és jobbra haladóknak, valamint egy kiegészítő jobbos lámpa. A balra kanyarodó irány jelzőfejét a már említett módon állítom be, majd elhelyezem az 5-ös csomópont jelzéstervén megtalálható, 2E jelzésű, egyenesen és jobbra haladó irány jelzőfejét az egyenesen haladó linkre. Beállítom az említett módon, hogy melyik forgalomirányító berendezéshez, illetve jelzőcsoportba tartozik, majd az említett 2EK kiegészítő jelzőt a jobbra kanyarodó konnektorra helyezem, és beállítom a forgalomirányító berendezést és a jelzőcsoportot. Nagyon fontos, hogy a csomópontba haladva a konnektoron a kiegészítő jelzőfejet helyezzük el, és a linken pedig az egyenesen és jobbra haladó irányét. A 26. ábra szemlélteti, hogy kiegészítő jelző esetén azt is be kell állítani, hogy ha nem a kiegészítő jelző fázisa fut, de

az egyenes-jobbosé igen, akkor a szerint engedje a csomópontba a járműveket, különben a kiegészítő jelző fázisán kívül nem engedné a rendszer a csomópontba haladást.

Signal Head

No.: 51 Name: 2EK

Link: 10024

Lane: 1

At: 3.031 m

SC: 2

Signal group: 6

Type: Circular

Or signal group

SC: 2

Signal group: 5

Rate of compliance: 100.00 %

Discharge record active

Block signal

Amber speed: 0.00 km/h

Label

Vehicle Classes

- All Vehicle Types
- 10 Car
- 20 HGV
- 30 Bus
- 40 Tram
- 50 Pedestrian
- 60 Bike

OK Cancel

26. ábra: Kiegészítő jelzőlámpa beállítása az 5-ös csomópontban (saját szerkesztés)

Ezután következett a kalibrálás folyamata. Ehhez először szükség volt elhelyezni a hálózatban mérési pontokat. Egy szakaszon áthaladó forgalom nagyságot két mérési pontból határoz meg a program. Egy excel táblázatba bevezettem a rendszerbe felvitt mérési pontok azonosítóit, a következő oszlopba töltöttem be a Vissim-ből, a szimuláció lefutása után kinyert forgalom nagyság adatokat, majd egy újabb oszlopba bevezettem a forgalomáramlási ábrákból az adott mérési pontnál elvárt forgalom nagyságot. Egy egyszerű függvény beállításával azt vizsgáltam, hogy mennyiben tér el egy adott szakaszon a modellből kinyert áthaladó járműszám és a valós forgalomszámlálásból megkapott érték. 10 %-os hibahatárral számoltam, hiszen a forgalomszámlálásból adódhatott emberi hibátényezőt nem szabad figyelmen kívül hagyni. A munkám könnyítéséhez készítettem magamnak egy rajzot, melyen jobban átláttam az egész hálózatot, és ezen számolva, a 27. ábrán szemléltetett folyamatára alapján készült el a kalibrálás.



27. ábra: A kalibrálás folyamatábrája (saját szerkesztés)

4. Tervezett állapotok

4.1. Háromágú körforgalom

A körforgalom tervezését és a számításokat az Útügyi Műszaki Előírás ÚT 2-1.206 alapján készítettem el, a számítások és a helyszínrajz (02. rajzi számú) az I. számú mellékletben található. A tervezésnél arra törekedtem, hogy minél jobban illeszkedjen a jelenlegi kialakításhoz, és minimális legyen a terület-kisajátítás. A csomópont ÉK-i oldalán fekvő Bíróság, valamint a DNY-i részen található épület kötötté tette a tervezést, elsősorban ehhez a két épülethez igazítottam a kialakítást, a terület jellegéhez illeszkedően. A csomópont behatárolt mérete határozta meg a körforgalom típusát is, mely így lett egy egysávos, szűkített körforgalom.

A csomópont egyes ágainak kialakítása a következőképpen módosultak:

- a Dózsa György út csomópontba haladó ága jelenleg kétsávos, az áttervezés után a körforgalom környezetében egysávosra szűkül; a kihaladó irány változatlan (egysávos) marad,
- A Szekfű Gyula utcai ág körforgalomba behaladó oldala jelenleg kétsávos, a tervezett állapotban a Dózsa György úti behaladó ághoz hasonlóan kétsávosról egysávosra szűkül; az ellenkező irány jelenleg kétsávos, a helyszínrajzon szemléltetett módon, a csomópontból kifelé haladva egy sávról két sávra bővül,
- A Várkörúti ág csomópontba haladó iránya jelenleg kétsávos, a tervezett állapotban egysávos lesz, sávelhúzás nélkül. Erre a megfontolásra úgy jutottam, hogy a következő csomópont, déli irányban, szintén egy egysávos körforgalom, melyet megelőzően egysávos útpálya van. A rövid szakasz miatt indokolatlannak láttam a sávelhúzást a kétsávosra bővítés miatt, majd az ismételt sávelhúzást az egysávos útpályára szűkítés végett. Az ellenkező irányban jelenleg egysávos útpálya van, mely kialakítás változatlan marad.

Gyalogátkelőhely mindhárom ágon megtervezésre került, a kerékpárosok szabályozása a már említett jelenlegi szabályozáshoz képest változatlan marad.

A lezárt szakasz előtt a Mátyás király körút felől érkező ágot az Ybl Miklós út felé terelem, valamint a Zichy liget útját zsákutcává alakítottam. Erre azért volt szükség, mert

törekedtem nem közvetlenül a park mellé terelni a forgalmat, ezzel a Zichy liget útját egy csendesebb, a park környezetéhez illeszkedő szakasszá alakítva, ahol parkolási lehetőséget biztosítanék a parkba, rendezvényekre érkezőknek. Ez a szakasz jelenleg egy egyirányú utca a Mátyás király körút irányából, kétoldalon párhuzamos parkolóhelyekkel (lásd 28. ábra), az általam tervezett állapotban viszont egy kétszer egysávos, párhuzamos parkolóhelyekkel ellátott út lesz, melynek északi végén van lehetőség a megfordulásra.



28. ábra: Zichy liget jelenlegi állapot [1] (saját szerkesztés)

Következő lépésként a helyszínrajzot a Vissim-nek megfelelővé alakítottam át és vittem be a modellbe, alaptérkép frissítéssel. Ezután a konnektorok és linkek átalakításával elkészítettem a körforgalmat, valamint a Mátyás király körút felől érkező ágot bevezettem a Zichy liget útjába és egy zsákutcát hoztam létre. Beállítottam a körforgalomban az elsőbbségi viszonyokat, valamint a csökkentett sebességű íveket.

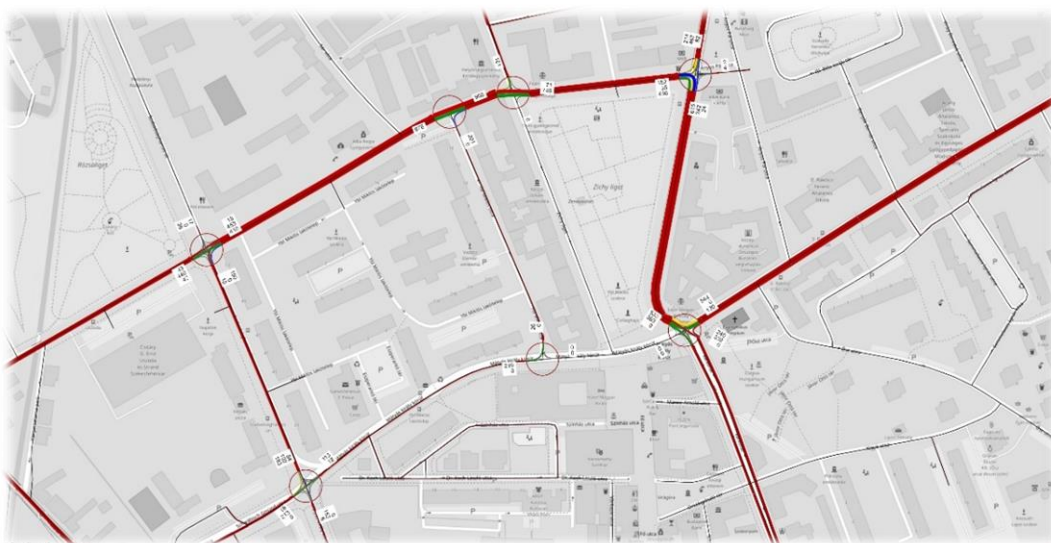
A PTV csoport Visum nevű programjával elkészített makroszimulációs modellt a Pro Urbe Kft. szolgáltatatta, melyből megkaptam a tervezett lezárás okozta forgalmi átrendeződéseket. Ezek az adatok nyújtottak alapot a tervezett állapot mikroszimulációjának elkészítéséhez (30. ábra). A könnyebb összehasonlítás kedvéért a jelenlegi állapot forgalom lebonyolódását (29. ábra) is bemutatom itt. Látható, hogy a

lezárással egy igen forgalmas útvonalat (Mátyás király körút) veszünk el az autósoktól. A jobb átláthatóságért a VI. számú mellékletben nagyobb méretben is megtalálhatóak a 29-30. ábrák.

Az Ybl Miklós úton az első beállítások alapján elenyésző forgalom jelentkezett, de a Mészöly Géza utcán tapasztalt feltorlódás és az Ybl Miklós utca funkciójának megváltozása miatt módosítottuk az Ybl Miklós út besorolását lakóútról gyűjtőútra, meghagyva a 30 km/h órás megengedett maximális sebességet. Ez a változtatás vonzóbbá tette ezt az útvonalat, így máris egy kisebb tehermentesülés lett észrevehető a Szabadságharcos utcán. A 30. ábra vörös vonal vastagsága szemlélteti az egyes szakaszok terheltségét. Észrevehető, hogy a lezárás miatt a Mészöly Géza utca – Dózsa György út – Szekfű Gyula utca kiemelten forgalmas lett.



29. ábra: A jelenlegi állapot forgalom lebonyolódása a Visum-ból [13]



30. ábra: A vizsgált terület forgalmi terheltsége a lezárást követően a Visum-ban [13]

Miután a Visum-ból kapott forgalmi adatokat beültettem a szimulációba, a tervezett állapotnak megfelelően beállítottam az útvonalakat is. Az új értékekkel le is futtattam a szimulációt.

A modell elkészítéséhez még szükség volt felülvizsgálni a vizsgált területen lévő, egyetlen jelzőlámpával szabályozott csomópont, a Szabadságharcos utca – Mátyás király körút – Schwäbisch Gmünd utca kereszteződés működését. A nagymértékben megváltozott forgalmak miatt elengedhetetlen volt a változtatás, amit először a jelzésterv módosításával próbáltam elérni. Mivel ez a csomópont a már említett Palotai úti hangolásba tartozik, így próbáltam mindenképp ahhoz igazodni. Először megfelezttem a periódusidőt 100 s-ről 50 s-re, hogy illeszkedjen a hangoláshoz és rövidebb felállási sorhosszak keletkezzenek. Így próbáltam megfelelőre állítani a jelzéstervet, de nem tudtam biztosítani az elegendő minimális zöldidőt a gyalogosok számára, így ez a megoldás nem bizonyult használhatónak. Ezért döntöttem úgy, hogy változtatok a sávkiosztáson, mégpedig a problémás Szabadságharcos utca felől érkező iránynál. A jelenlegi sávkiosztást (egyenes-jobb, bal) annyiban módosítom, hogy egy egyenes-balos sáv lesz, és egy külön jobbra kanyarodó sáv, hiszen nagyobb lett a jobbos sarokforgalom. A jelzésterv módosítása után behívtam az új változatot a Vissim-be és így futtattam le a szimulációt.

A szimuláció lefuttatása után jelentős javulás volt észrevehető, de megállapítottam, hogy ez a megoldás sem teljes, szükség lenne a hálózatban máshol is beavatkozásra, mégpedig a Zichy liget – Dózsa György út (3-as) csomópont áttervezésére, hiszen az elterelt forgalom ebből a csomópontból kiindulva okozhat torlódásokat. A TDK dolgozatom keretei már meghaladják ennek a csomópontnak a helyszínrajzi áttervezését, így csak a szimulációban fogom vizsgálni, hogy milyen hatással van a 3-as jelzésű csomópont átalakítása a vizsgált terület forgalomlefolására.

Ezt követően átépítettem a szimulációban a 3-as csomópontot körforgalommá, beállítottam a körforgalomnak megfelelő elsőbbségi viszonyokat, csökkentett sebességű szakaszokat az ívekben, valamint átalakítottam az útvonalakat is. Négyágú helyett háromágú körforgalmat modelleztem, hiszen elég csekély forgalom bonyolódik a keleti irányba/ból és ez az ág könnyedén elérhető más irányokból is, így nem tartottam

indokoltnak a körforgalomhoz való csatlakoztatását. A modell regenerálása után ismét lefuttattam a szimulációt.

4.2. Háromágú, jelzőlámpával irányított csomópont

A körforgalom mellett egy másik verziót is megvizsgáltam mikroszimulációval. Ebben az esetben szintén háromágú lesz a 4-es csomópont, de jelzőlámpával szabályozott. A hálózaton átalakítottam az előző verzió háromágú körforgalmát háromágú, jelzőlámpával irányított csomóponttá. A hálózat többi részén viszont nem változtattam, hiszen az alap elgondolás, a Mátyás király körút említett szakaszának lezárása, és az ebből adódó háromágú csomóponti kialakítás változatlan marad. A helyszínrajz az I. számú mellékletben, 03 rajzi számmal található meg.

A LISA+ program segítségével elkészítettem a tiltás mátrixot, a közbensőidő mátrixot és a jelzéstervet, melyek közül a közbensőidő mátrixok és a jelzéstervek a III-IV. számú mellékletekben megtalálhatók. A jelzőlámpás forgalomirányítás tervezése az Útügyi Műszaki Előírás ÚT 2-1.219-nak megfelelően történt. A kapacitáskihasználtság ellenőrzése után exportáltam Vissimbe az elkészült jelzéstervet, majd behívtam a modellező programba. A már említett módon felvittem a jelzőfejeket a hálózatra és beállítottam a jelzőcsoportokat.

Az 5-ös jelzésű csomópontra ugyanazt a megoldást alkalmaztam, mint a körforgalmas scenáriónál, miszerint megváltoztattam a Szabadságharcos út sávkiosztását. Ebben az esetben is jelentkezett a nagymértékű torlódás a Mészöly Géza úton, így egyértelmű volt, hogy a 3-as csomópont itt is áttervezésre szorul. Ezek után a következő lépés az volt, hogy megterveztem a jelzőlámpás csomópontot a LISA+ program segítségével, a már említett módon. A III-IV. számú mellékletekben található a közbensőidő mátrix, valamint a jelzésterv.

A két jelzőlámpás csomópont megtervezése után össze kellett hangolni a lámpával irányított csomópontokat a kedvezőbb forgalomlefolys elérése érdekében. Ezt a munkafolyamatot a LISA+ program segítségével végeztem. Egy út-idő diagramon ábrázoltam a felvitt jelzéstervek, és az összehangolandó irányok STOP-vonalai közötti

távolságok birtokában az egyes járművek mozgását. A V. számú mellékletben megtekinthető hangolási ábrán látszik, hogy az egyes irányok közötti sáv meredeksége egyenlő a sebességgel. Minél meredekebb ez a sáv, annál kisebb a sebesség. A bal oldalon a 3-as csomópont található, a hangolási ábra jobb oldalán pedig a 4-es. A kedvezőbb hangolás elérése érdekében úgy kell változtatni az egyes jelzőcsoportok, fázisok helyzetét, illetve zöld idejét, hogy az egyes járművek minél inkább elérjék a szabad jelzést (a hangolási ábrán zöld függőleges csíkkal jelezve) a következő csomópontba érve, ezzel egy dinamikusabb forgalomlefolymást eredményezve. Fontos megjegyezni, hogy a hangolás folyamatához tartozik a kapacitáskihasználtság ellenőrzése is. Tehát ha például módosítunk egy zöldidőn, akkor az kihatással lesz a kapacitáskihasználtságra is, ezért célszerű a hangolást és a kapacitáskihasználtság ellenőrzését párhuzamosan végezni. Ezeknek megfelelően, iteratív módon létrehoztam az általam legjobbnak ítélt hangolási ábrát úgy, hogy a kapacitáskihasználtság sehol sem éri el a 80%-ot. A hangolás után felvittem a Vissim-be a módosított jelzésterveket és így futtattam le a szimulációt, melynek eredményei az 5. fejezetben kerülnek kiértékelésre.

5. Értékelés

Dolgozatomban három változatot vizsgáltam és igyekeztem összehasonlítani a szimuláció segítségével:

1. Jelenlegi állapot
2. Körforgalom a 3-as és 4-es csomópontokban
3. Jelzőlámpás irányítás a 3-as és 4-es csomópontokban

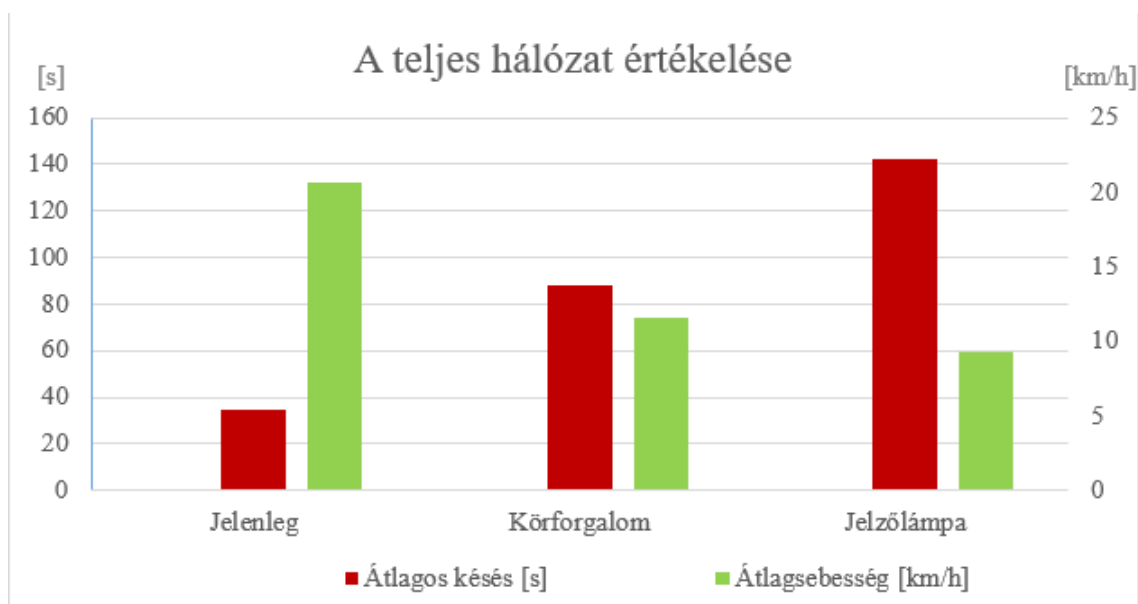
Általánosságban megállapítottam, hogy nagyon nehéz egyértelműen kimondani, melyik kialakítás lenne jobb, vagy rosszabb. Ennek az az oka, hogy az egyes változatok nem azonos módon hatnak a közvetlen környezetükre, illetve a teljes hálózatra. Ebből kifolyólag, kétféle értékelést készítettem, melyeket a következő alfejezetekben részletezek.

5.1. Az egyes változatok értékelése a teljes hálózaton

A Vissim lehetőséget ad, hogy konkrét számadatokat nyerjünk ki belőle a teljes hálózatra vonatkozóan, melyekből elemzéseket tudunk végezni. Mind a három modell (Jelenlegi állapot, Körforgalom a 3-as és 4-es csomópontokban, Jelzőlámpás irányítás a 3-as, 4-es csomópontokban) szimulációjának lefuttatása után egy-egy számértéket kaptam az egyes jellemzőkre. Vizsgáltam az átlagos késést és az átlagsebességet, melyeket a 4. táblázatban összegzek. Az átlagos késés azokra a járművekre vonatkozik, melyek a hálózatban vannak, vagy már el is hagyták azt.

Változat	A szimuláció időtartama [s]	Átlagos késés [s]	Átlagsebesség [km/h]
Jelenleg	3600	34,94	20,68
Körforgalom	3600	88,11	11,61
Jelzőlámpa	3600	142,06	9,26

4. táblázat: A teljes hálózat kiértékelése (saját szerkesztés)



31. ábra: A teljes hálózat értékelése (saját szerkesztés)

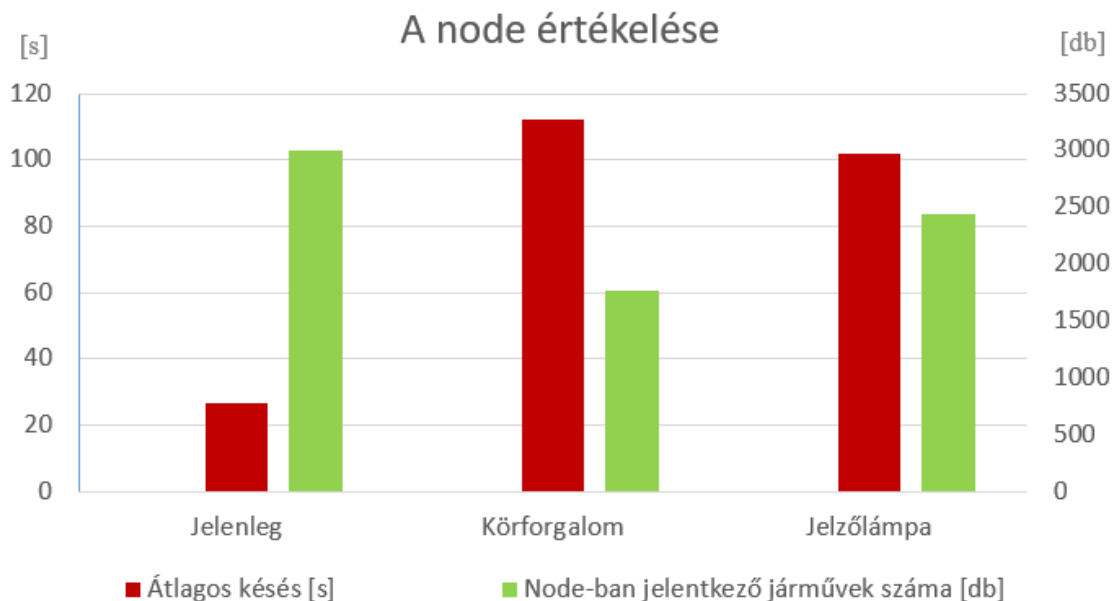
Látható a 31. ábrán is, hogy ha a teljes hálózatra vonatkoztatva figyeljük a forgalom lebonyolódást, a körforgalom bizonyul a jobb kialakításnak.

5.2. Az egyes kialakítások hatása a 3-as és 4-es csomópontok közvetlen környezetére

A programban a 'Node' (=csomópont) funkció használatával ki tudunk jelölni egy területet, amelyet vizsgálni szeretnénk, így nem a teljes hálózatra kapunk értékeket. Úgy jelöltem ki, hogy a 3-as és 4-es csomópont közvetlen környezetéről érkezzenek adatok. Ezt a node-ot mind a három változatra behívtam, hogy megegyezzen a mintavételi terület kiterjedése. Ha node-ra szeretnénk kiértékelést végezni, máshogy kell eljárunk, mint a teljes hálózat vizsgálata esetén. Itt ugyanis a program nem csak egy értéket ad ki az egyes jellemzőkre, hanem mozgásokat vizsgál, ezekre ad értékeket, melyeket végül egy értékben megadva, arányosítva összegez. A node használata esetén az átlagos késést és a node-ba érkező járművek számát hasonlítottam össze. A szimulációk lefuttatása után az 5. táblázatban összefoglalt eredményeket kaptam.

Változat	A szimuláció időtartama [s]	Átlagos késés [s]	Node-ban jelentkező járművek száma [db]
Jelenleg	3600	26,63	3005
Körforgalom	3600	112,03	1772
Jelzőlámpa	3600	101,89	2440

5. táblázat: A node vizsgálata (saját szerkesztés)

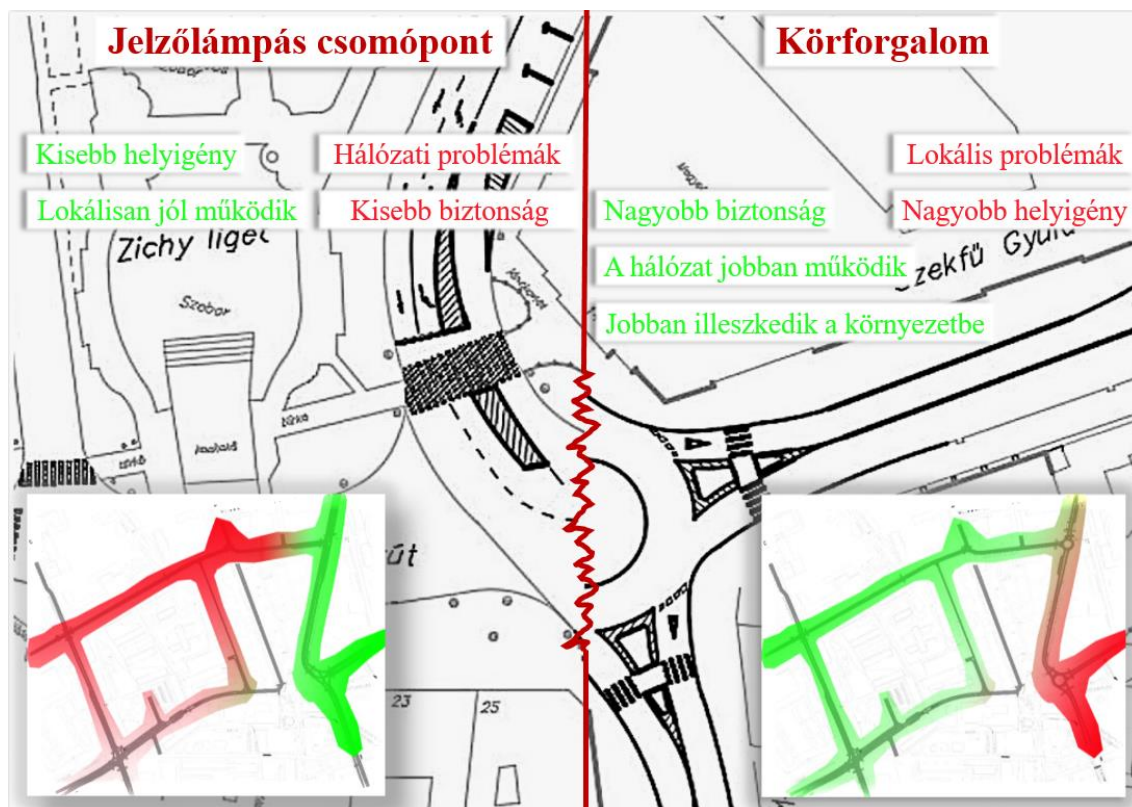


32. ábra: A node értékelése (saját szerkesztés)

Megállapítható, hogy ebben az esetben a jelzőlámpás irányítás adódik a jobb változatnak, hiszen kevesebb a késés, és több jármű is tud belépni a hálózatba (32. ábra).

5.3. A két kiértékelési mód összevetése

Mint ahogy már említettem, igen nehéz egyértelműen megállapítani, hogy a körforgalmas-, vagy a jelzőlámpás szabályzású kialakítás bizonyul kedvezőbbnek. A fentebb részletezett értékelésekből látszik, hogy a körforgalom hatása a csomópontok közvetlen környezetében a kedvezőtlenebb csomópontba hajtás miatt már a körforgalom ágainál torlódás vehető észre. Ezzel ellentétben a jelzőlámpás szabályozás esetén az irányított behajtás nem enged olyan nagy mértékű várakozó sorhosszat, azaz lokálisan jobb kialakításnak bizonyul, ám a hálózat többi részére kedvezőtlen hatással van. A jelzőlámpás irányítással a szabályozott csomópontok elbírják a forgalmi terhelést, de a hálózat többi pontjára olyan forgalmakat küldenek ezzel, melyeket egyes helyeken nem bír el. A 33. ábrán bemutatom a két csomópont típus összehasonlítását, ahol zölddel a pozitív, pirossal pedig a negatív hatásokat ábrázoltam.



33. ábra: A két csomópont típus összehasonlítása (saját szerkesztés)

5.4. Lehetséges megoldások

A hálózatot vizsgálva különböző fejlesztéseket gondoltam ki. Mivel a TDK dolgozatom keretei már meghaladják ezen változtatások kidolgozását, így csak említés szinten szeretnék kitérni rájuk.

5.4.1. Javaslatok a 2. verzió (körforgalom) fejlesztésére

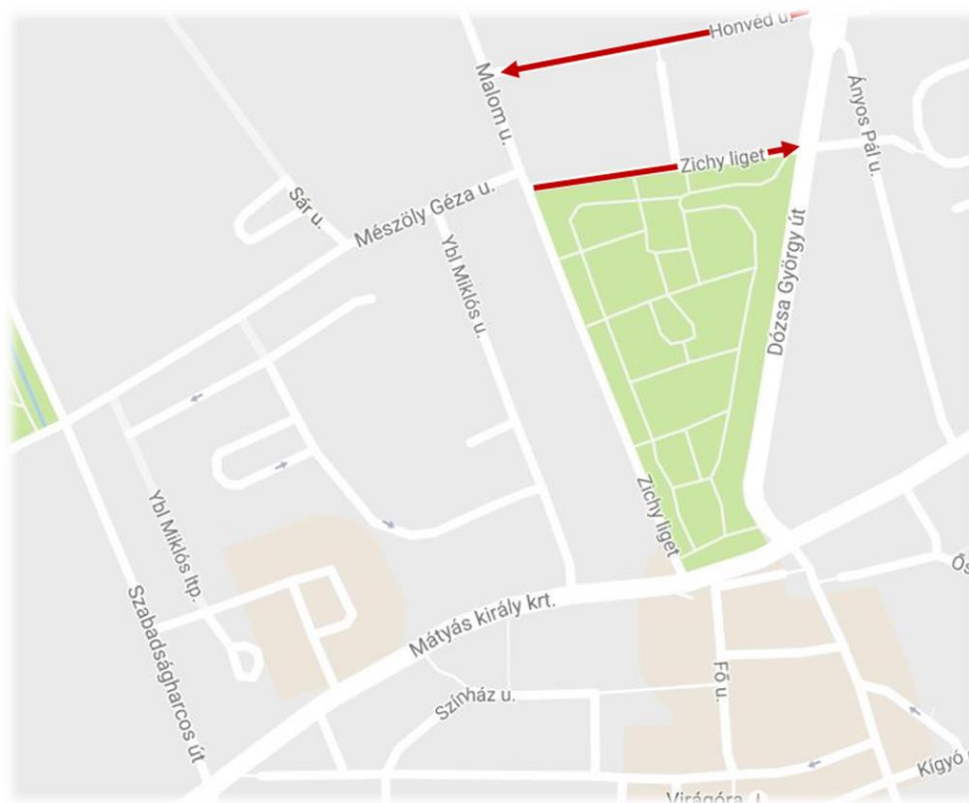
A körforgalmas kialakítás egyértelműen nem bizonyul az általam vizsgált formában kellően kielégítőnek, így az alábbi fejlesztést javaslom:

- Mivel mindkét körforgalom (de kiváltképp a 3-as csomópont) tervezési területe meglehetősen behatárolt, így egy turbó körforgalmat javasolnék vizsgálatra a 4-es csomópontba, mellyel nagyobb kapacitást érthetnénk el.

5.4.2. Javaslatok a 3. verzió (jelzőlámpás irányítás) fejlesztésére

A fentebb kiértékelt helyzet alapján ebben az esetben a következő változtatásokat ajánlom:

- A hangolás felülvizsgálata, finomítása; forgalomtól függő kialakítás bevezetési lehetőségének vizsgálata
- Sávbővítés lehetőségének vizsgálata a Dózsa György úton.
- Ezeken kívül (vagy ezek mellett) a Honvéd utcában és a Zichy ligetben (34. ábra) egyirányúsítást eszközölnék, ami enyhítené a 2-es csomópontban, a Mészöly Géza utcából érkező, balra kanyarodó és a Zichy liget felől érkező egyenesen haladó járművek találkozásából kialakuló torlódást.



34. ábra: Tervezett egyirányúsítás [1] (saját szerkesztés)

6. Összefoglalás

TDK dolgozatom célja az volt, hogy megvizsgáljam és kiértékeljem, hogy milyen hatással lenne az általam vizsgált hálózatra egy gyalogos övezet kibővítése, mely a forgalom elterelését vonja maga után. Ehhez kitekintést tettem egy olasz város működőképes példájára, ahol sikeresen kiviteleztek egy gyalogos zóna kialakítását a forgalom elterelésével.

Tanulmányterv szinten megterveztem az általam vizsgált csomópontra két változatot, egy körforgalmat, valamint egy jelzőlámpával irányított csomópontot. Elkészítettem a forgalmi szimulációt mind a jelenlegi, mind pedig a két tervezett állapotra. A szimulációk kiértékelése után arra a megállapításra jutottam, hogy ezek a kialakítások ilyen formában nem felelnek meg a hálózati igényeknek. Különböző scenáriókat vizsgálva kiértékeltem a fejlesztett változatokat. Arra jutottam, hogy bár igen nehéz egyértelműen meghatározni, melyik kialakítás lenne kedvezőbb, mégis inkább a körforgalmas kialakítást valósítanám meg, a 33. ábrán is összefoglalt előnyök és hátrányokat mérlegelve. Mint említettem, a TDK dolgozatom keretei már meghaladják a további fejlesztési lehetőségek vizsgálatát, de a javaslataimat is áttekintve a körforgalmas kialakítást tartom kedvezőbbnek, az általam javasolt turbó körforgalom megtervezésével, melynek vizsgálatát a Diplomamunkámban tervezek folytatni. A munkám során alkalmazott szoftver-hármas (LISA+, Vissim, Visum) lehetővé tette, hogy egy modern, a mai modellezési színvonalnak megfelelő tanulmányt hozhassak létre.

7. Ábrajegyzék

1. ábra: Az összenyitás eredményeként létrejövő gyalogos zóna kiterjedésének terve (vörös szaggatott vonal) [1] (saját szerkesztés).....	6
2. ábra: A vizsgált csomópontok (1-5) elhelyezkedése [1] (saját szerkesztés).....	7
3. ábra: Székesfehérvár hangolt rendszerei (vörös szaggatott vonallal jelölve a vizsgált terület) [2] (saját szerkesztés)	8
4. ábra: A vizsgált terület elhelyezkedése Magyarországon, valamint Székesfehérváron belül (vörös szaggatott vonal) [1] (saját szerkesztés)	9
5. ábra: 4-es csomópont, jelenlegi állapot (saját szerkesztés).....	11
6. ábra: A vizsgált terület a lezárni kívánt szakasszal (vörös pontvonal) [1] (saját szerkesztés)	12
7. ábra: Az America's Cup rendezvény idején érvényben lévő forgalmi korlátozások [14].....	13
8. ábra: Az új, tengerparti „ZTL” [5].....	14
9. ábra: A forgalom lefolyása a délelőtti csúcórában a Google szerint [1] (saját szerkesztés)	15
10. ábra: Gyalogos zóna kezdete a Viale Anton Dohrn és a Via Francesco Caracciolo találkozásánál [1]	16
11. ábra: Csomópont geometriájának beállítása a LISA+-ban, a 4-es csomópont példáján (saját szerkesztés).....	18
12. ábra: Mátrix a forgalmi adatokból (4-es csomópont) (saját szerkesztés)	18
13. ábra: Példa a LISA+ programmal készített forgalomáramlási ábrára (4-es csomópont) (saját szerkesztés).....	19
14. ábra: A 4-es csomópontban meghatározott útvonalak és konfliktuspontjaik (saját szerkesztés)	20
15. ábra: Példa a LISA+ szoftverrel készített tiltás mátrixra (4-es csomópont, jelenlegi állapot) (saját szerkesztés)	21
16. ábra: Közbensőidő mátrix minta a LISA+-ból, 4-es csomópont (saját szerkesztés)	23
17. ábra: A 4-es csomópont fázisai (saját szerkesztés).....	23
18. ábra: Jelzésterv a 4-es csomópont mintáján (saját szerkesztés).....	24
19. ábra: A vizsgált terület hálózati modellje a Vissim nevű programban (saját szerkesztés)	26

20. ábra: Az 1-es csomópont felépítése a Vissim-ben linkekből és konnektorokból (saját szerkesztés)	27
21. ábra: Linkek beállítása a Vissim-ben (saját szerkesztés).....	27
22. ábra: Tömegközlekedési eszköz előnyben részesítésének beállítása a Vissim-ben, a konfliktus zóna beállításával (saját szerkesztés).....	28
23. ábra: Csökkentett sebességű szakaszok beállítása a Vissim-ben (saját szerkesztés) 29	
24. ábra: Egy buszjárat útvonalának szemléltetése; a megállóhelyek beállítása a Vissim-ben (saját szerkesztés).....	29
25. ábra: Jelzőlámpa beállítása az 5-ös csomópontban (saját szerkesztés).....	30
26. ábra: Kiegészítő jelzőlámpa beállítása az 5-ös csomópontban (saját szerkesztés)...	31
27. ábra: A kalibrálás folyamatábrája (saját szerkesztés).....	32
28. ábra: Zichy liget jelenlegi állapot [1] (saját szerkesztés).....	34
29. ábra: A jelenlegi állapot forgalom lebonyolódása a Visum-ból [13].....	35
30. ábra: A vizsgált terület forgalmi terheltsége a lezárást követően a Visum-ban [13]	35
31. ábra: A teljes hálózat értékelése (saját szerkesztés).....	40
32. ábra: A node értékelése (saját szerkesztés).....	41
33. ábra: A két csomópont típus összehasonlítása (saját szerkesztés).....	42
34. ábra: Tervezett egyirányúsítás [1] (saját szerkesztés).....	43

8. Táblázatjegyzék

1. táblázat: A Palotai úti hangolás [2].....	8
2. táblázat: A kanyarodó jármű kihaladási sebességének értékei [8]	21
3. táblázat: Közbensőidők számítása a LISA+ programban (saját szerkesztés).....	22
4. táblázat: A teljes hálózat kiértékelése (saját szerkesztés).....	39
5. táblázat: A node vizsgálata (saját szerkesztés)	40

9. Irodalomjegyzék

- [1] „Google maps,” [Online]. Available: <https://www.google.hu/maps>.
- [2] Schwanner Norbert és Gráf Tamás, „Székesfehérvár jelzőlámpa-rendszer korszerűsítése, a jelzőlámpa hangolás felülvizsgálata - Jelzőlámpa szabályozástechnika (Műszaki leírás),” Pro Urbe Kft, 2014.
- [3] „Police.hu,” szeptember 2016. [Online]. Available: <http://www.police.hu/hirek-es-informaciok/utinfo/forgalmirend-valtozasok/ideiglenes-forgalomkorlatozas-szekesfehervaron-5>.
- [4] Fogarasi Gábor, „Székesfehérvár, Dózsa Gy. út - Szekfü Gy. utca - Várkörút - Mátyás király krt. jelzőlámpás csomópont átalakítási terve - Műszaki leírás (2. sz. változat),” 2015.
- [5] C. d. Bartolo, „<http://eltis.org/discover/case-studies/liberated-seafront-new-permanent-pedestrian-area-naples-italy>,” 2015. [Online].
- [6] „https://it.wikipedia.org/wiki/Zona_a_traffico_limitato,” [Online].
- [7] „<http://www.schlothauer.de/softwareysteme/lisa/>,” [Online].
- [8] „Útügyi Műszaki Előírás ÚT 2-1.219”.
- [9] „Hinweise zur mikroskopischen Verkehrsflusssimulation,” Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen.
- [10] Prof. Dipl.-Ing. Peter Vortisch, „Vorlesung Simulationstechnik: 07 – Ablauf eines Simulationsprojekts Deutsche und amerikanische Simulationsrichtlinien,” KIT, 2015.
- [11] Prof. Dipl.-Ing. Peter Vortisch, „Vorlesung Simulationstechnik: 01 - Einleitung,” KIT, 2015.
- [12] „Székesfehérvár Város Közlekedése,” [Online]. Available: <http://szekesfehervar.newline.hu/ScheduleDetail/>.
- [13] Pro Urbe Kft..
- [14] „<http://www.comune.napoli.it/flex/cm/pages/ServeBLOB.php/L/IT/IDPagina/17391>,” Comune di Napoli. [Online].

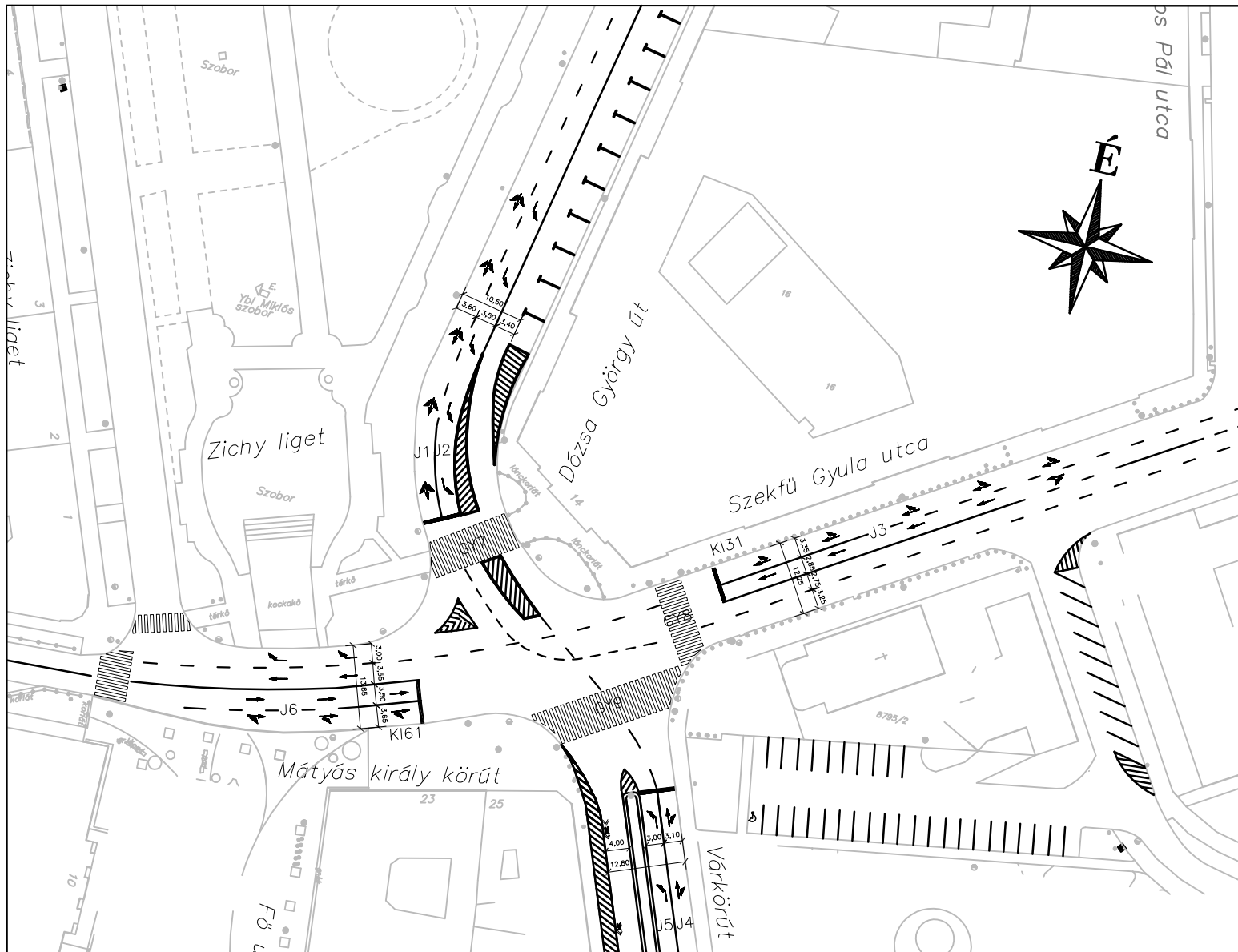
10. Köszönetnyilvánítás

Köszönettel tartozom két konzulensemnek, Dr. Kollár Attilának és Schwanner Norbertnek, a munkám irányításáért, szakmai tanácsaikért, építő jellegű kritikáikért.

Köszönettel tartozom továbbá a Pro Urbe Kft. munkatársainak, Aba Attila és Gráf Tamás tervezőknek, akik a dolgozatom elkészítéséhez elméleti és gyakorlati tanácsokkal láttak el.

11. Mellékletek

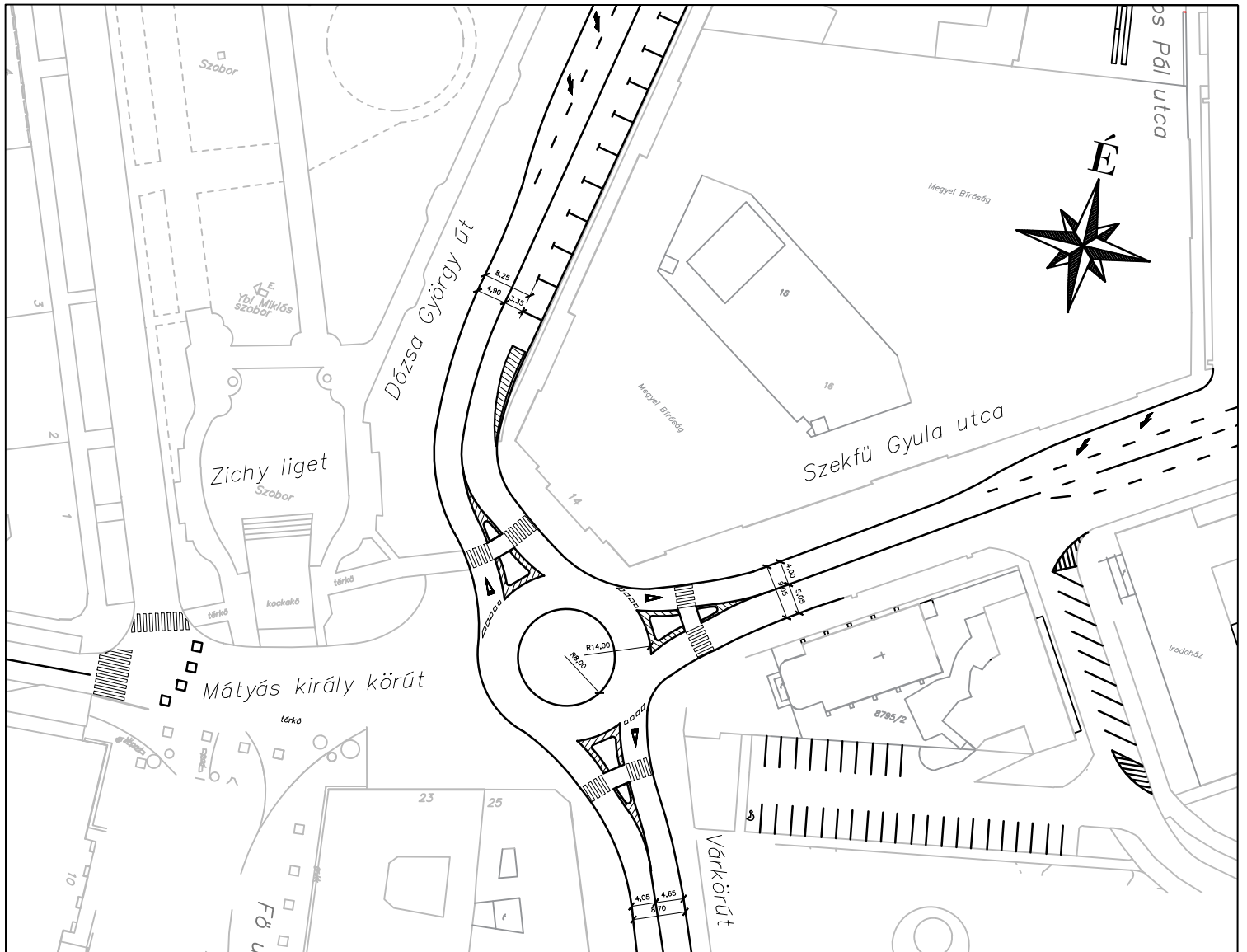
I. számú melléklet: Helyszínrajzok



M Ű E G Y E T E M 1 7 8 2

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
Út- és Vasútépítési Tanszék

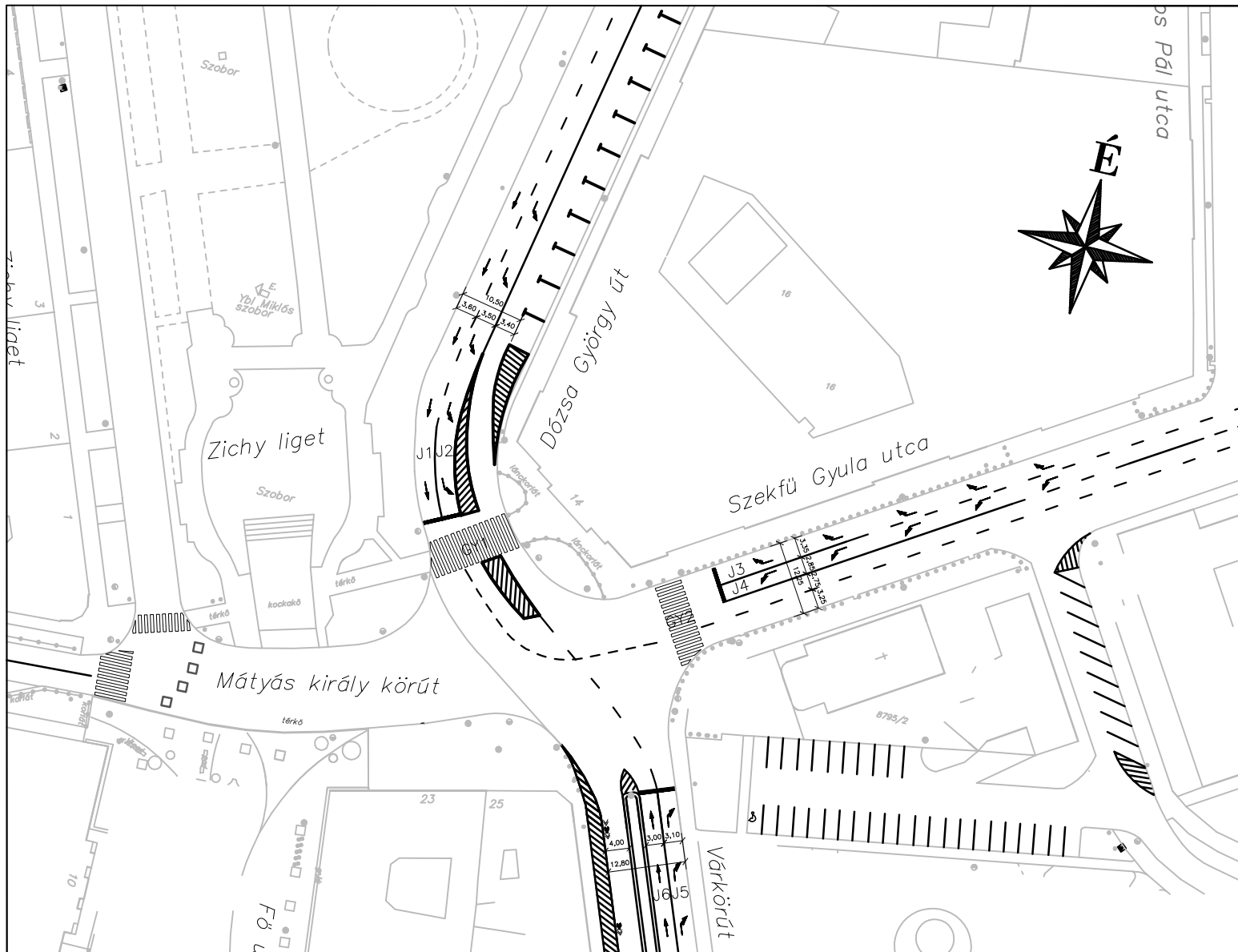
Tárgy: Gyalogos zóna bővítésének forgalom lebonyolódásra gyakorolt hatásának elemzése Székesfehérváron, a Zichy ligetnél	Rajz száma: 01
	Dátum: 2016. október 2.
Tervtárgy: Tanulmányterv	Méretarány: M=1:1000
Részművelet: Jelenlegi állapot – helyszínrajz	Készítette: Rádóczi Andrea WJ4ZQK
Belső konzulens: Dr. Kollár Attila	



M Ű E G Y E T E M 1 7 8 2

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
Út- és Vasútépítési Tanszék

Tárgy: Gyalogos zóna bővítésének forgalom lebonyolódásra gyakorolt hatásának elemzése Székesfehérváron, a Zichy ligetnél		Rajz száma: 02
		Dátum: 2016. október 2.
Tervtárgy: Tanulmányterv		Méretarány: M=1:1000
Részművelet: Tervezett állapot 1. – helyszínrajz		Készítette: Rádóczy Andrea WJ4ZQK
Belső konzulens: Dr. Kollár Attila	Külső konzulens: Schwanner Norbert	



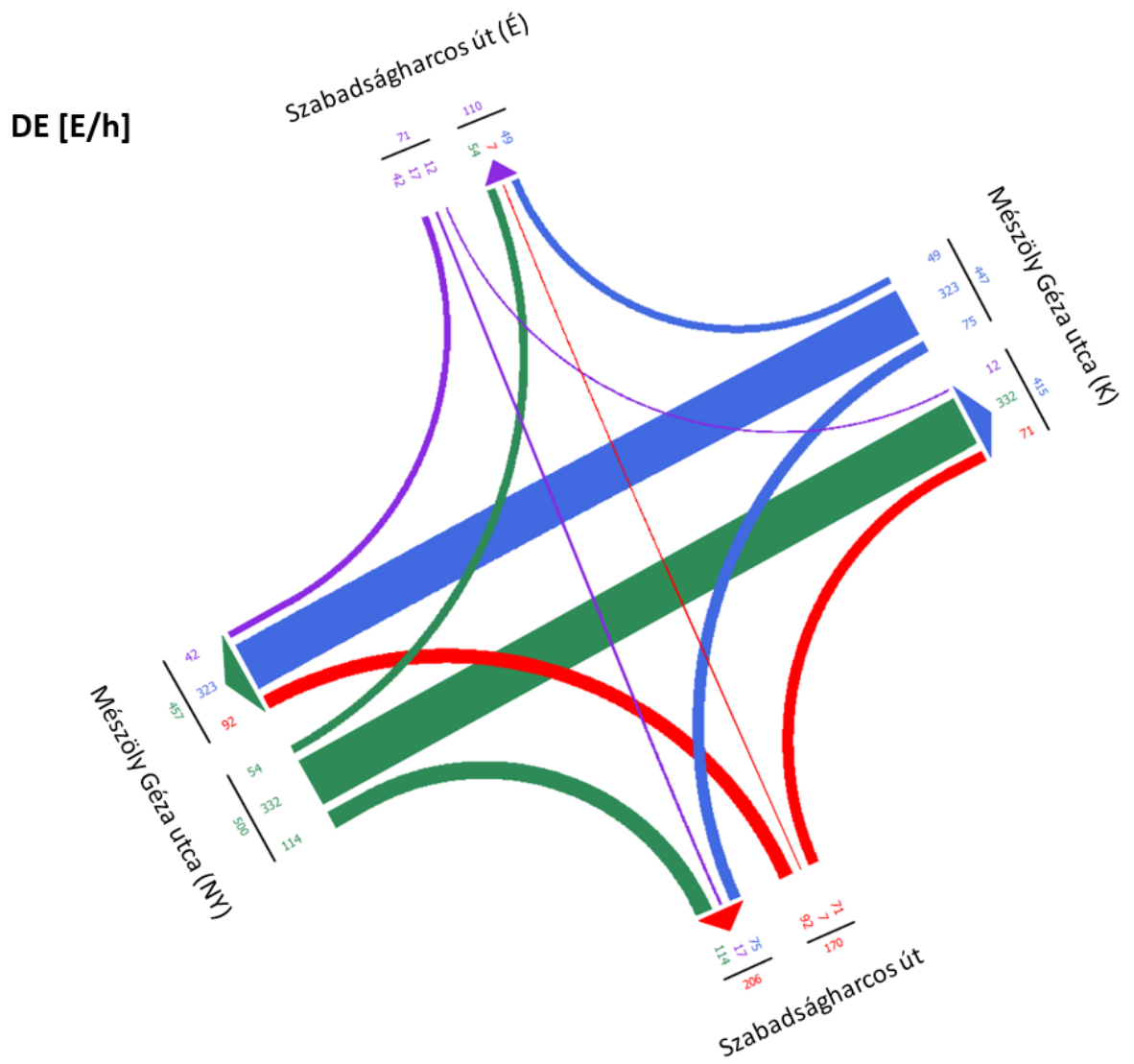
M Ű E G Y E T E M 1 7 8 2

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
Út- és Vasútépítési Tanszék

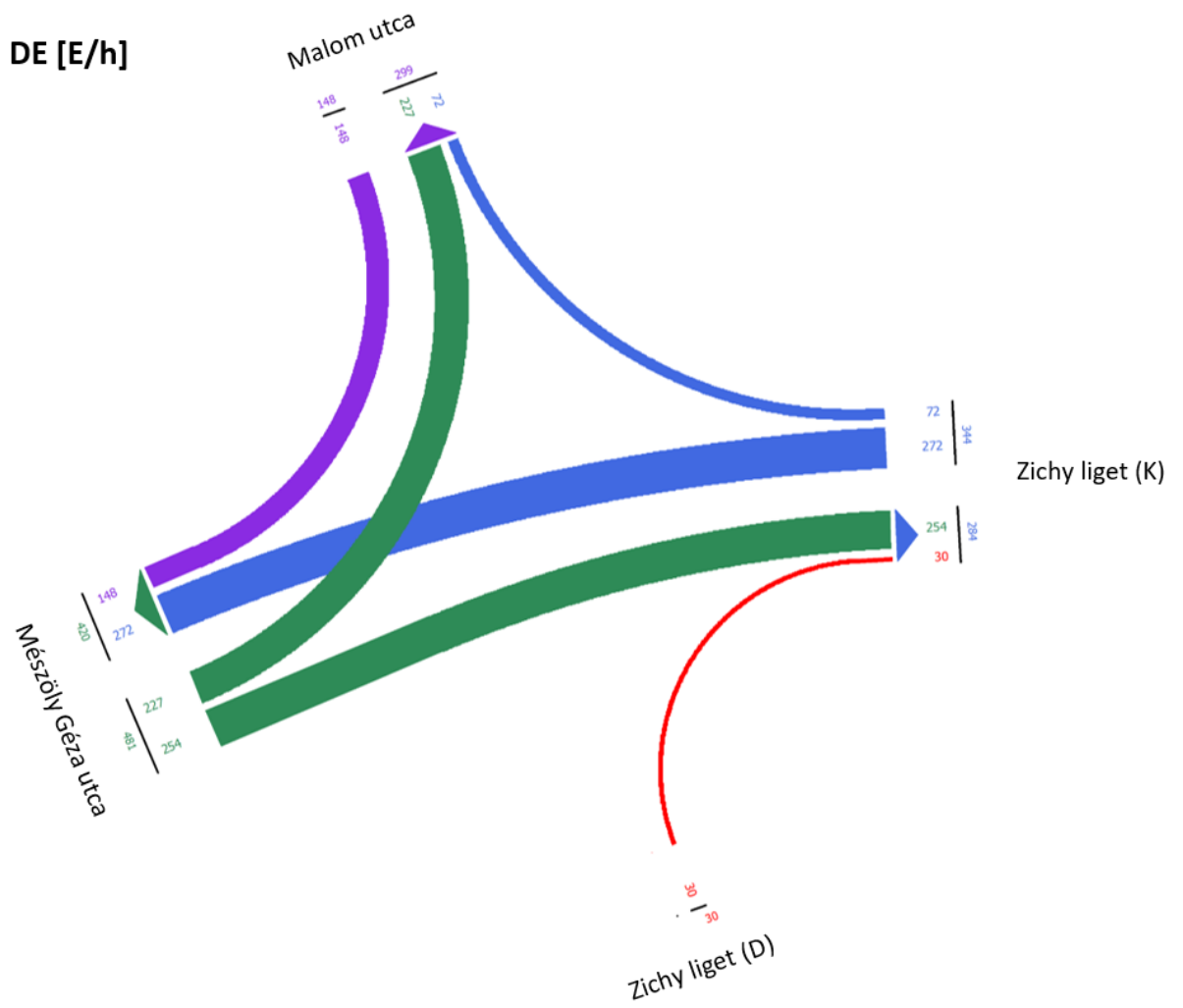
Tárgy: Gyalogos zóna bővítésének forgalom lebonyolódásra gyakorolt hatásának elemzése Székesfehérváron, a Zichy ligetnél		Rajz száma: 03
		Dátum: 2016. október 2.
Tervtárgy: Tanulmányterv		Méretarány: M=1:1000
Részművelet: Tervezett állapot 2. – helyszínrajz		Készítette: Rádóczi Andrea WJ4ZQK
Belső konzulens: Dr. Kollár Attila	Külső konzulens: Schwanner Norbert	

II. számú melléklet: Forgalomáramlási ábrák, jelenlegi állapot

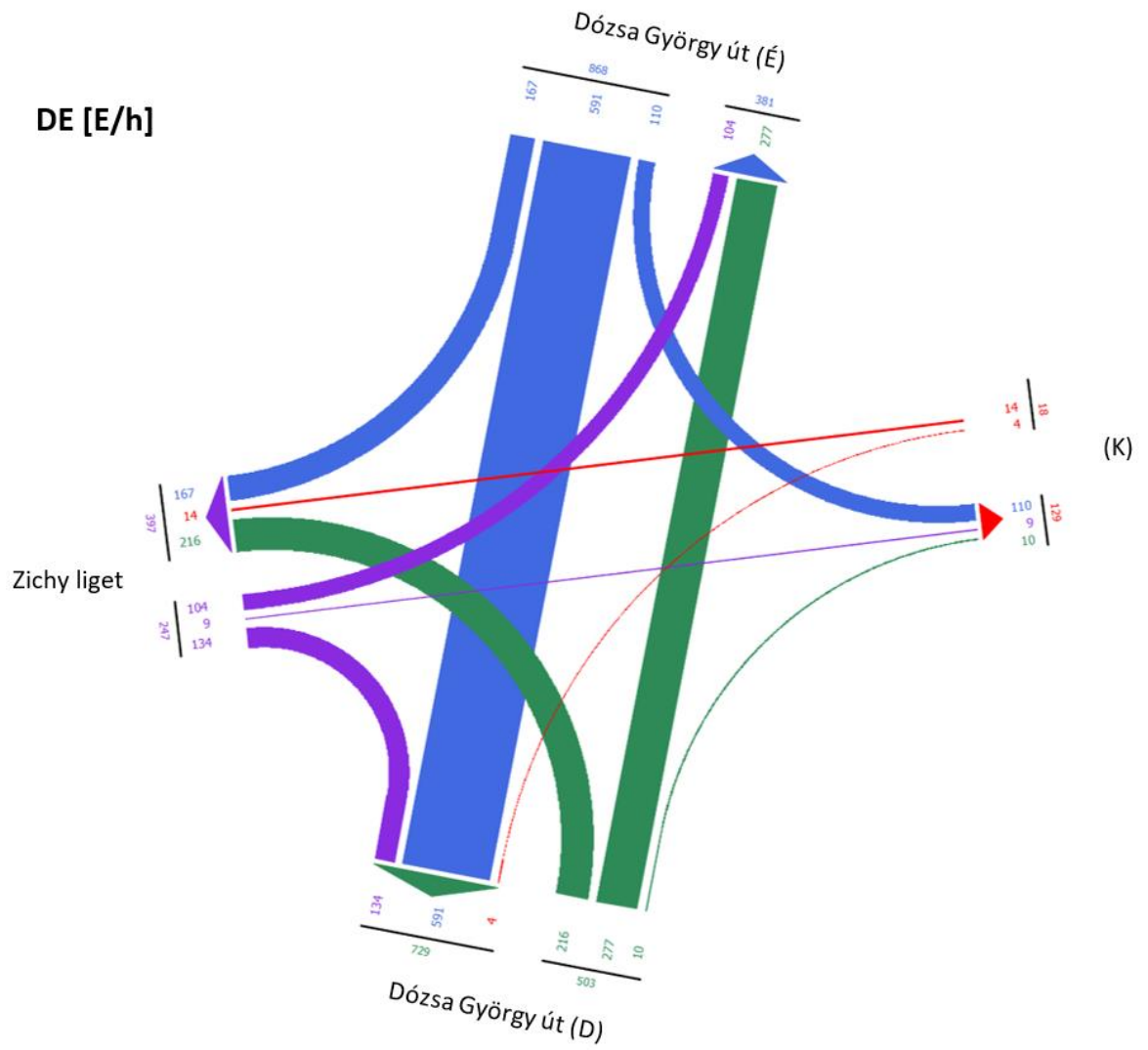
Forgalomáramlási ábra – 1-es csomópont



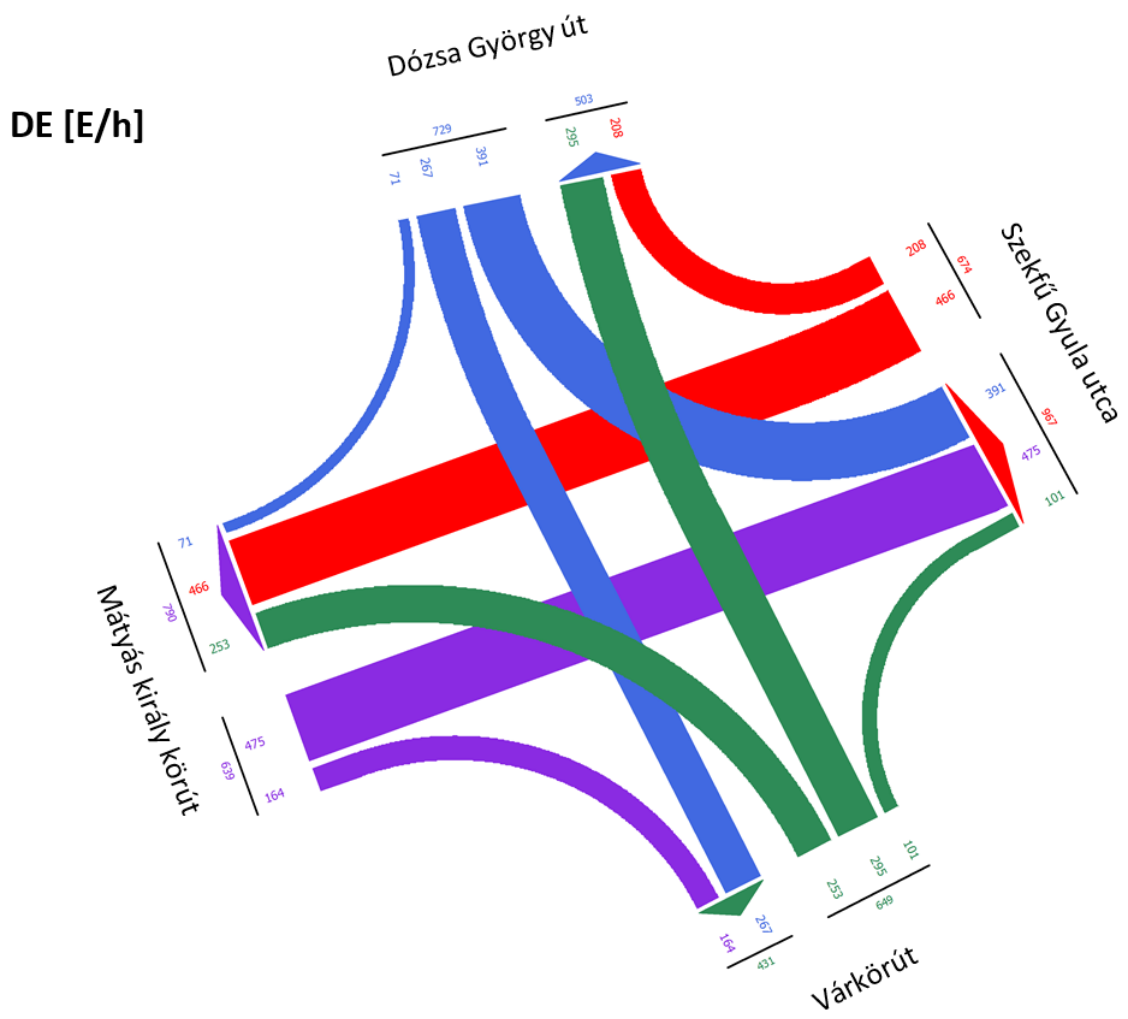
Forgalomáramlási ábra – 2-es csomópont



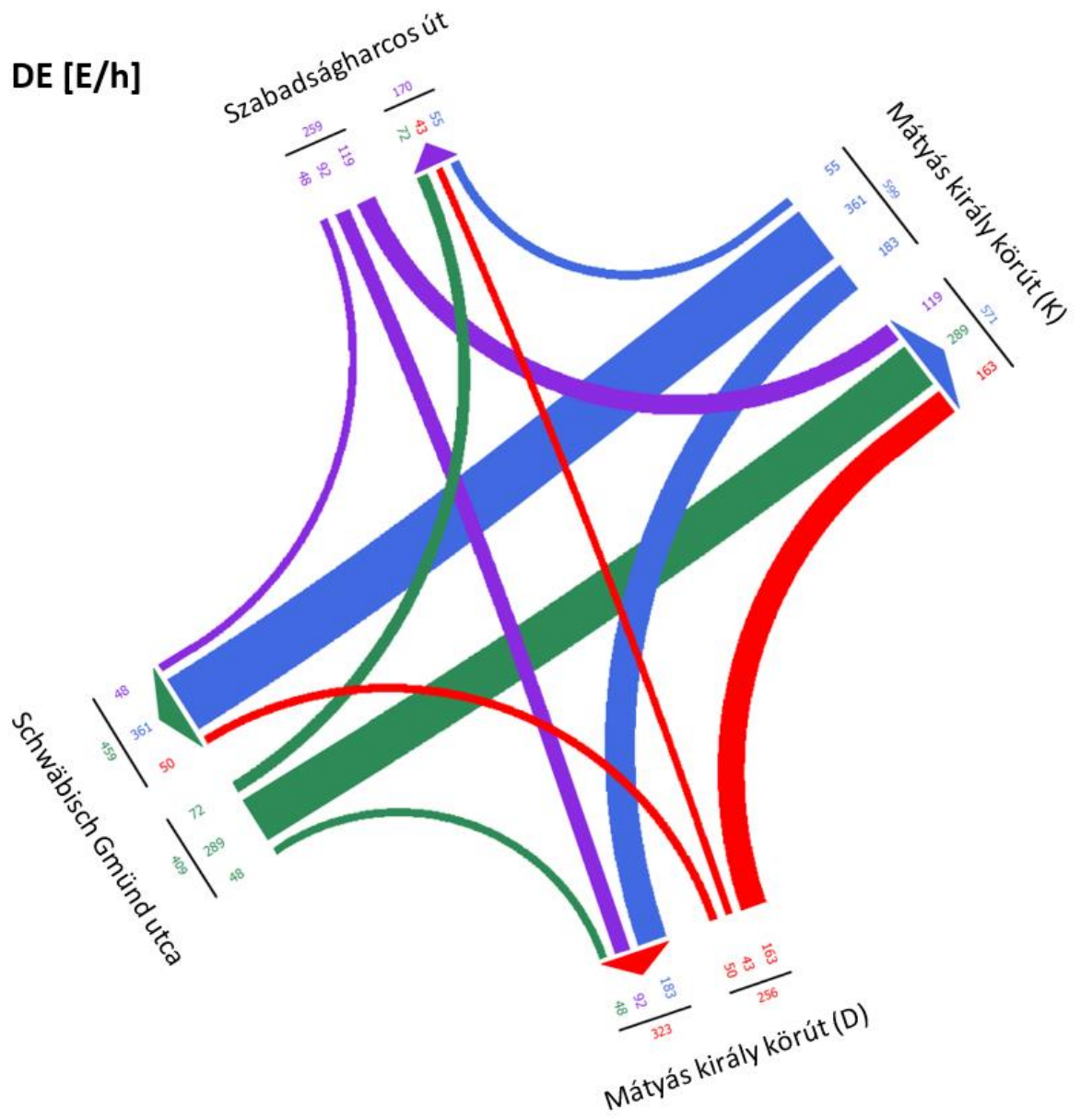
Forgalomáramlási ábra – 3-as csomópont



Forgalomáramlási ábra – 4-es csomópont



Forgalomáramlási ábra – 5-ös csomópont



III. számú melléklet: Közbensőidő mátrixok

Közbensőidő mátrix

4-es csomópont
Jelenlegi állapot

LISA+

		ENTERING										
		J1	J2	J3	J4	J5	J6	KI31	KI61	GY7	GY8	GY9
CLEARING	J1	■	-	6	8	7	7	-	6	5	9	8
	J2	-	■	8	8	-	7	-	-	5	9	-
	J3	8	6	■	5	6	-	-	-	-	5	-
	J4	4	10	6	■	-	5	6	-	9	-	6
	J5	5	-	5	-	■	9	-	-	-	-	6
	J6	5	5	-	7	6	■	-	-	-	9	-
	KI31	-	-	-	5	-	-	■	-	8	5	-
	KI61	5	-	-	-	-	-	-	■	-	-	7
	GY7	10	10	-	7	-	-	7	-	■	-	-
	GY8	6	6	9	-	-	7	9	-	-	■	-
	GY9	13	-	-	15	15	-	-	14	-	-	■

Közbensőidő mátrix

5-ös csomópont
Jelenlegi állapot

LISA+

		ENTERING													
		2A	2B	2C	2D	2E	2EK	2F	2G	2H	2a	2b	2c	2d	
CLEARING	2A ↗	■	-	7	4	5	-	6	8	-	5	-	-	8	
	2B ↘	-	■	-	4	6	6	5	6	8	5	8	-	-	
	2C ↖	8	-	■	6	4	-	6	5	-	8	5	-	-	
	2D ↗	8	7	5	■	-	-	5	-	4	7	-	5	-	
	2E ↘	5	5	7	-	■	-	-	8	6	-	-	5	8	
	2EK ↖	-	5	-	-	-	■	-	5	-	-	7	5	-	
	2F ↗	5	6	5	8	-	-	■	-	5	-	-	8	5	
	2G ↘	3	4	6	-	5	5	-	■	8	-	7	-	5	
	2H ↖	-	6	-	8	6	-	5	4	■	-	5	8	-	
	2a ↗	11	12	10	10	-	-	-	-	-	■	-	-	-	
	2b ↘	-	10	12	-	-	11	-	10	11	-	■	-	-	
	2c ↖	-	-	-	11	12	12	10	-	10	-	-	■	-	
	2d ↗	7	-	-	-	7	-	9	9	-	-	-	-	■	

Közbensőidő mátrix

5-ös csomópont
(1-2.) tervezett állapot

LISA*

		ENTERING												
		2A	2B	2C	2D	2E	2EK	2F	2G	2H	2a	2b	2c	2d
CLEARING	2A ↗	■	-	7	4	5	-	6	8	-	5	-	-	8
	2B ↘	-	■	-	4	6	6	5	6	8	5	8	-	-
	2C ←	8	-	■	6	4	-	6	5	-	8	5	-	-
	2D ↖	8	7	5	■	-	-	5	-	4	7	-	5	-
	2E ↗	5	5	7	-	■	-	-	8	6	-	-	5	8
	2EK ↖	-	5	-	-	-	■	-	5	-	-	7	5	-
	2F ↘	5	6	5	8	-	-	■	-	5	-	-	8	5
	2G ↖	3	4	6	-	5	5	-	■	8	-	7	-	5
	2H ↗	-	6	-	8	6	-	5	4	■	-	5	8	-
	2a ↖	11	12	10	10	-	-	-	-	-	■	-	-	-
	2b ↘	-	10	12	-	-	11	-	10	11	-	■	-	-
	2c ↗	-	-	-	11	12	12	10	-	10	-	-	■	-
	2d ↖	7	-	-	-	7	-	9	9	-	-	-	-	■

Közbensőidő mátrix

3-as csomópont
2. tervezett állapot

LISA+

		ENTERING						
		1	2	3	4	5	6	7
CLEARING	1	■	5	-	6	6	5	-
	2	6	■	-	5	-	-	7
	3	-	-	■	5	-	6	-
	4	5	5	6	■	-	8	5
	5	5	-	-	-	■	-	5
	6	18	-	17	16	-	■	-
	7	-	10	-	12	12	-	■

Közbensőidő mátrix

4-es csomópont
2. tervezett állapot

LISA+

		ENTERING							
		J1	J2	J3	J4	J5	J6	GY1	GY2
CLEARING	J1	■	-	-	7	-	-	5	-
	J2	-	■	-	7	8	7	5	10
	J3	-	-	■	-	-	7	9	5
	J4	7	5	-	■	-	8	-	5
	J5	-	5	-	-	■	-	-	-
	J6	-	5	6	5	-	■	9	-
	GY1	10	10	7	-	-	7	■	-
	GY2	-	5	9	9	-	-	-	■

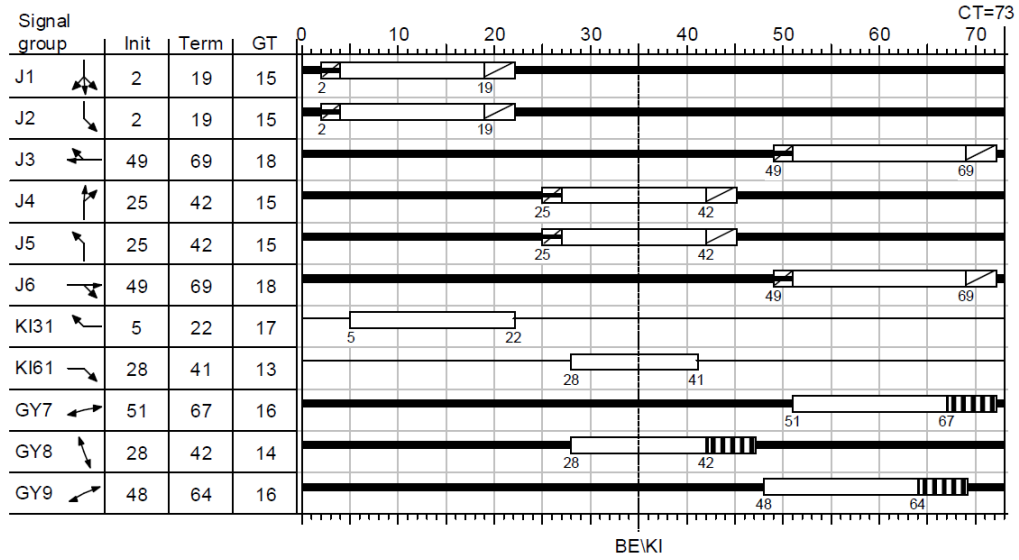
IV. számú melléklet: Jelzéstervek

Jelzésterv

4-es csomópont
Jelenlegi állapot

LISA+

STP 1

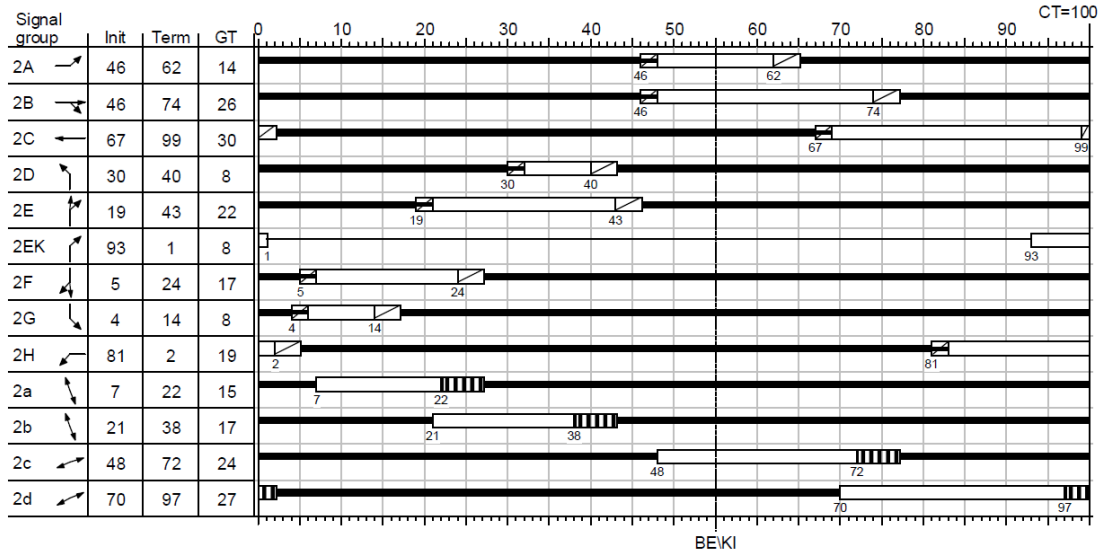


Jelzésterv

5-ös csomópont
Jelenlegi állapot

LISA+

STP 1



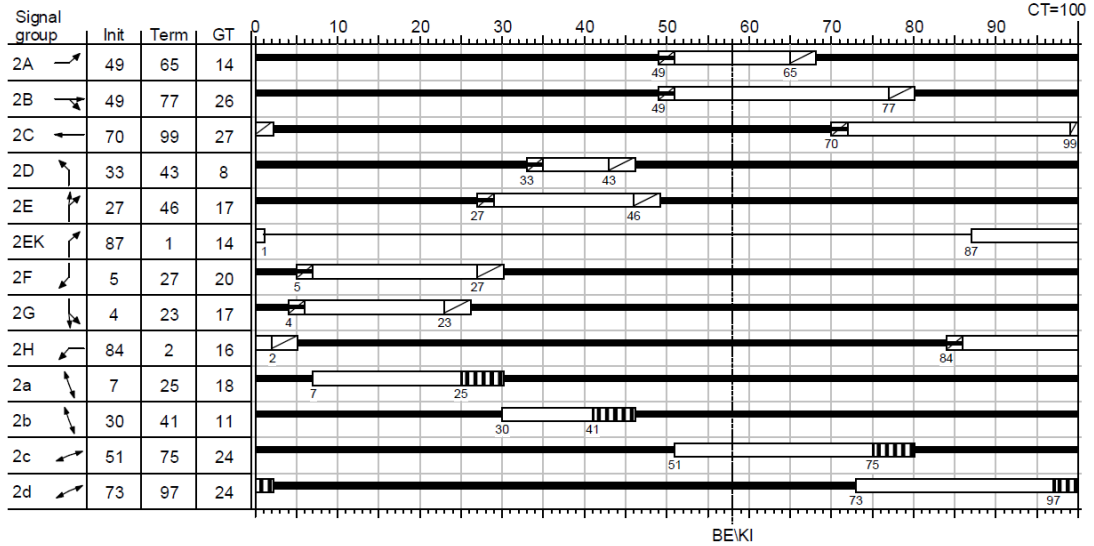
BEKI

Jelzésterv

5-ös csomópont
(1-2.) tervezett állapot

LISA+

STP 5

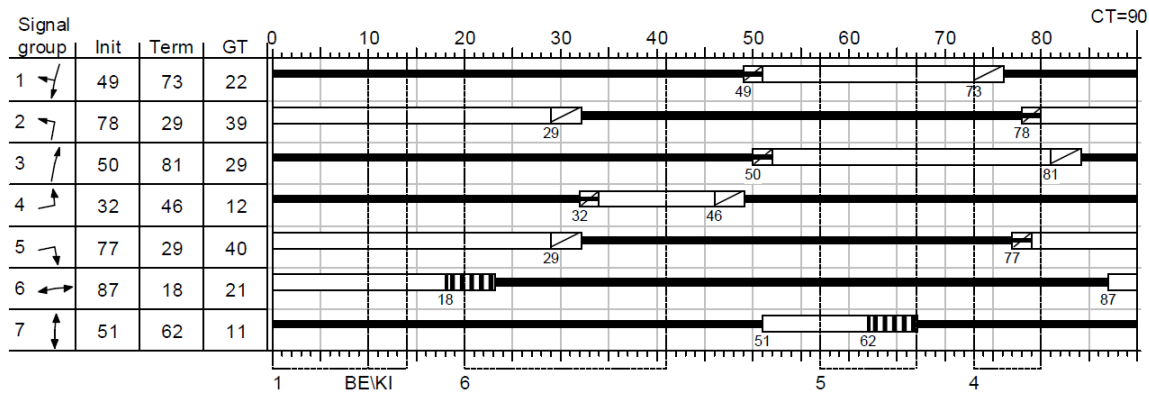


Jelzésterv

3-as csomópont
2. tervezett állapot

LISA+

STP 6

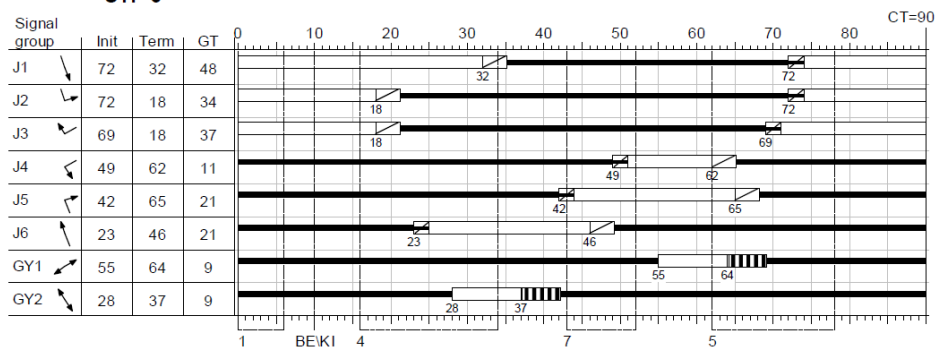


Jelzésterv

4-es csomópont
2. tervezett állapot

LISA+

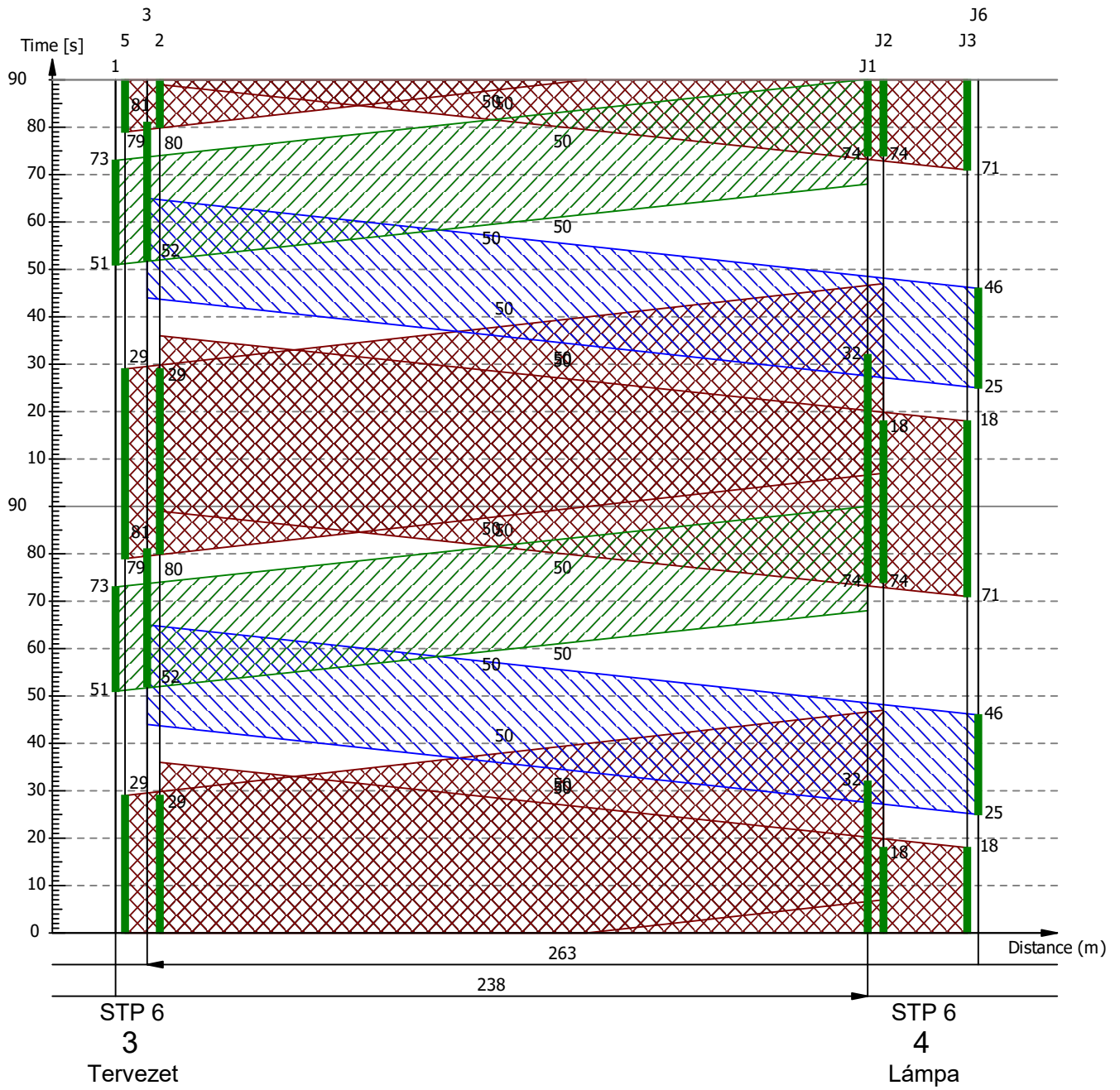
STP 6



V. számú melléklet: Hangolási ábra

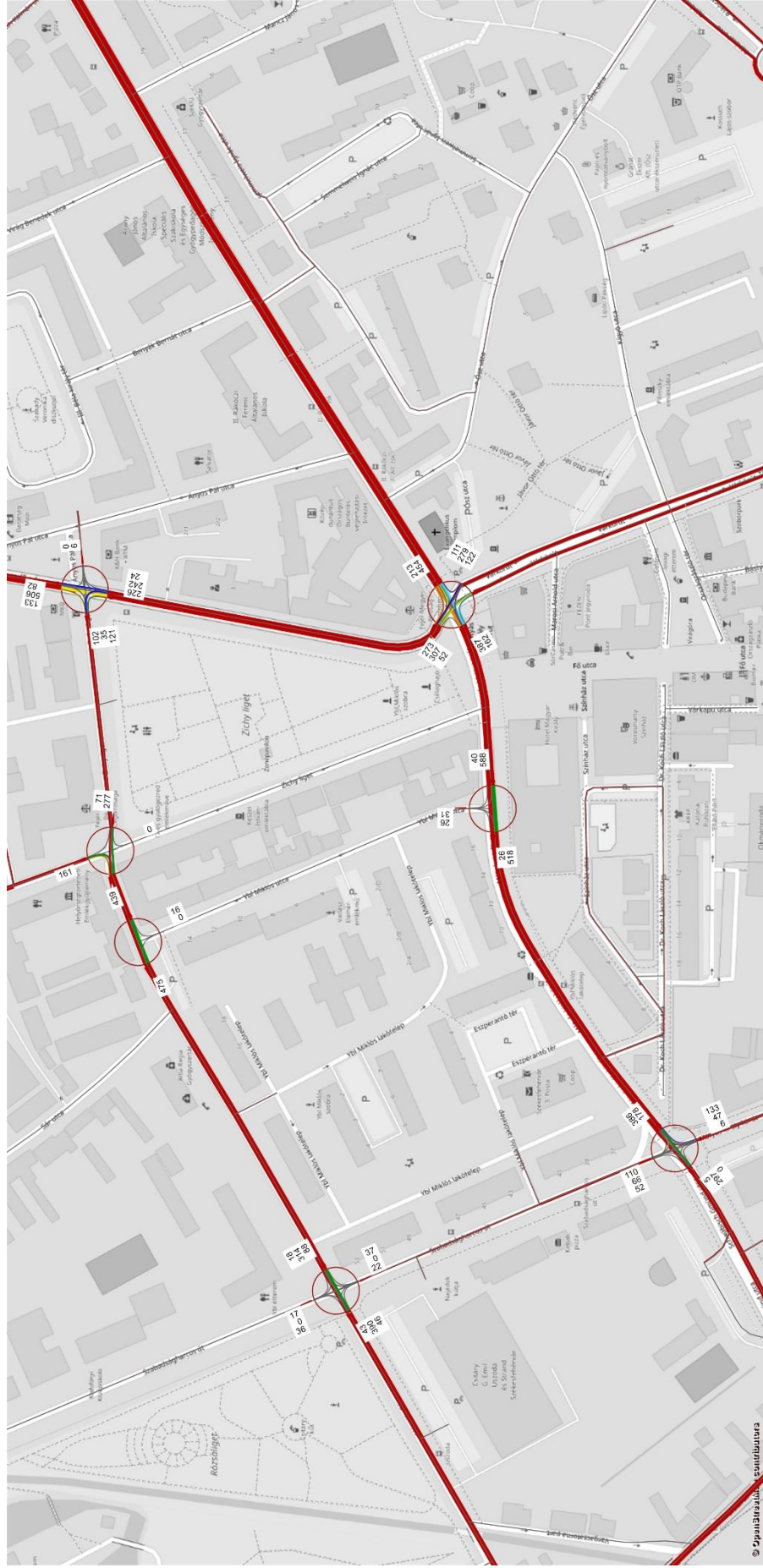
Hangolási ábra

LISA+



VI. számú melléklet: Forgalmi áramlatok a Visum-ból

Jelenlegi állapot



A lezárás utáni állapot

