

**DDI avagy a fordított gyémánt  
csomópontok vizsgálata és  
magyarországi alkalmazhatósága**





**Magyar Mérnöki Kamara  
Kiadványsorozata 83.**

**DDI AVAGY A FORDÍTOTT GYÉMÁNT  
CSOMÓPONTOK VIZSGÁLATA ÉS  
MAGYARORSZÁGI ALKALMAZHATÓSÁGA**

**MMK FAP azonosító:  
2021/204-KZT**

**Budapest, 2021. október**

A sorozat szerkesztője:  
**WAGNER ERNŐ**  
a Magyar Mérnöki Kamara elnöke

Készült a Magyar Mérnöki Kamara Közlekedési Tagozatának gondozásában, a 2021. évi Feladat Alapú Pályázatok pénzügyi keretéből.

A kiadvány a Magyar Mérnöki Kamara tulajdona. Másolása, teljes terjedelmében való közzététele csak a Kamara engedélyével lehetséges. Minden jog fenntartva.

*Szerzők:*  
**Józsa Bálint, 01-15660**  
**Dohány Máté, 01-15097**

*Lektorálta:*  
**Ercsényi Balázs 01-12402**

**Kiadó:**  
Magyar Mérnöki Kamara  
1117 Budapest, Szerémi út 4.  
[info@mmk.hu](mailto:info@mmk.hu), [www.mmk.hu](http://www.mmk.hu)

# TARTALOMJEGYZÉK

1. Vezetői összefoglaló.....	6
2. Bevezetés .....	9
3. Külföldi példák, benchmark .....	11
4. Csomóponti kialakítás forgalmi vizsgálata .....	19
4.1. Csomópont elméleti kapacitás vizsgálata .....	19
4.2. Mikroszimulációs vizsgálat .....	22
5. Magyarországi alkalmazhatóság.....	26
5.1. M0 autópálya – 7. sz. főút csomópont .....	27
5.1.1. Műszaki kialakítás .....	28
5.1.2. Forgalmi vizsgálat .....	29
5.1.3. Becsült beruházási költség.....	30
5.1.4. Egyszerűsített költség-haszon számítás .....	31
5.1.5. Csomópont szerepének vizsgálata távlatban.....	32
5.2. M1-M7 autópálya – Budaörs, Sport utca csomópont .....	34
5.2.1. Műszaki kialakítás .....	35
5.2.2. Becsült beruházási költség.....	37
5.2.3. Forgalmi vizsgálat .....	37
5.2.4. Egyszerűsített költség-haszon számítás .....	38
5.3. 4. sz. főút – Lincoln út csomópont.....	38
5.3.1. Műszaki kialakítás .....	39
5.3.2. Forgalmi vizsgálat .....	40
5.3.3. Becsült beruházási költség.....	42
5.3.4. Egyszerűsített költség-haszon számítás .....	42
6. Forgalmi biztonsági vizsgálat .....	44
7. Szabályozási környezet háttérvizsgálata.....	50
8. Kialakítás további lehetőségei .....	51
9. Konklúzió .....	53
10. Irodalomjegyzék kiegészítendő/szerkesztendő .....	54

## 1. Vezetői összefoglaló

---

A nemzetközi szakirodalmat vizsgálva azt olvashatjuk, hogy világszerte már közel kétszáz Divergent Diamond Interchange (DDI) – fordított gyémánt csomópont került kialakításra és további ötven csomópont van jelenleg tervezés alatt. Magyarországon azonban még nem hódított teret ez a fajta csomóponti kialakítás. Jelen pályázatunkban arra keressük a választ, hogy van-e ma olyan hazai csomópont melyet „pilot” projektként érdemes lenne átépíteni DDI kialakításúra.

A csomóponti kialakítás széleskörű nemzetközi kutatása és a csomópont forgalmi áramlatainak vizsgálata után, az alábbi három haza példát vizsgáltuk meg részletesebben.

- 7. sz főút – M0 autóút csomópont,
- Budaörs, Sport utca – M1M7 autópálya csomópont,
- 4. sz. főút – Vecsés, Lincoln utca csomópont.

A műszaki vizsgálatokat követően kijelenthető, hogy

- a 7. sz főút – M0 autóút csomópont szinte kizárólag forgalomtechnikai beavatkozásokat,
- a 4. sz. főút – Vecsés, Lincoln utca csomópont kismértékű útépitést,
- és a Budaörs, Sport utca – M1M7 autópálya csomópont nagymértékű, út- és műtárgyépítést

követően átépíthető DDI csomóponti kialakítássá. Az M0 autóút és a M1M7 autópálya vizsgált csomópontjai geometriában ma is hasonló kialakítású, mint egy DDI csomópont, azonban a Budaörsi csomópont jelenleg féllóhere kialakítású, így az átépítést követően a jelenlegi fel- illetve lehajtó ágak területe felszabadul, mely akár távlatban fejlesztési területként is hasznosítható.

A csomópontok műszaki kialakítását az alábbi ábrák szemléltetik.



1. ábra M0 autótút és a 7. sz. főút távlati csomóponti kialakítási lehetőség



2. ábra M1-M7 autópálya és Budaörs, Sport utca távlati csomópont forgalmi rendje





3. ábra DDI csomóponti kialakítás a 4. sz főút és a Lincoln csomópontban

A műszaki kialakíthatóságon felül megvizsgáltuk, hogy mekkora utazási időnyereséget generál az egyes csomópontok átépítése, és egy becsült beruházási költséggel együtt meghatároztuk a projektek költség haszon hányadosát, melyeket az alábbi táblázat foglalnak össze.

Csomópont	Éves utazási idő haszon (Millió Ft)	Teljes Beruházási költség (Millió Ft)	Éves haszon költség arány
M0 autópút és a 7. sz. főút	233	576	4,2
M1M7 autópálya – Budaörs, Sport utca	491	2.712	1,88
4. sz. főút – Vecsés Lincoln út	782	600	13,53

1. táblázat Vizsgált csomópontok költség és haszon adatai

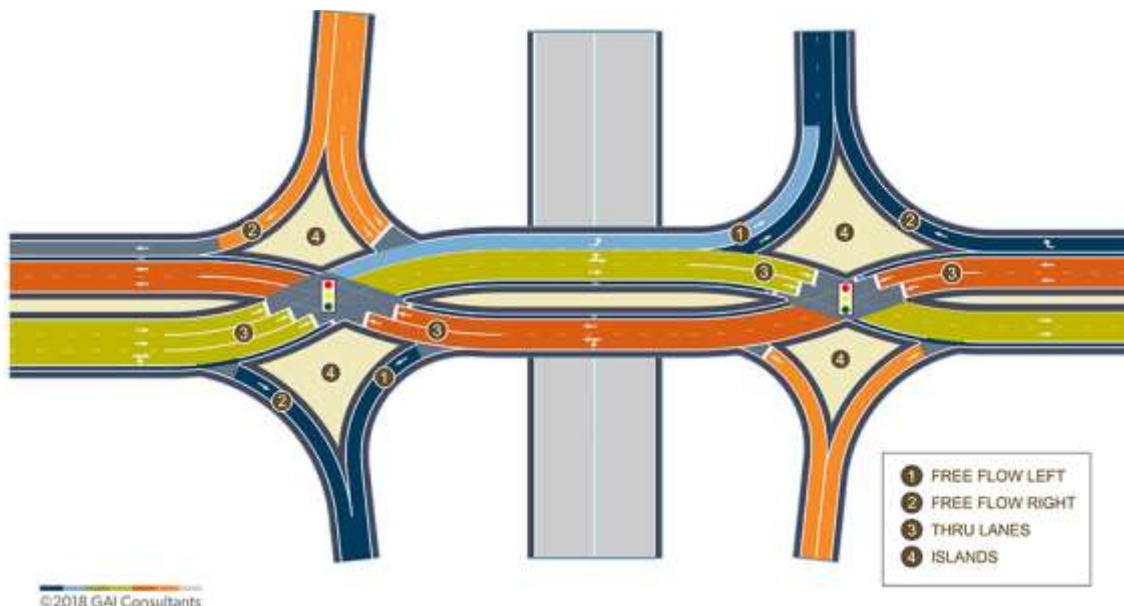
A 4. sz főúton lévő csomópont átépítése eredményezi a legmagasabb utazási időnyereséget, és emellett alacsony beruházási költséggel bír a projekt, így rendkívül magas haszon költség mutatóval rendelkezik. A vizsgált M0 csomópont is kedvező haszon költség mutatóval rendelkezik, annak ellenére, hogy a beruházás nem tud akkor utazási időnyereséget termelni, mint a vecsési csomópont. A vizsgált három csomópont közül a budaörsi csomópont rendelkezik a legmagasabb becsült beruházási költséggel – több műtárgy átépítése és új műtárgyak építési is szükséges – de ezzel együtt is közel 2 tud lenni a költség és a termelt hasznok aránya,

A fentiek alapján egyértelműen kijelenthető, hogy a mindhárom vizsgált kereszteződés DDI csomóponttá, egy rendkívül hasznos projekt lenne.



## 2. Bevezetés

A nemzetközi szakirodalmat lapozgatva az olvasható ki akár a lokális kapacitáshiány feloldása végett, akár egy csomópont forgalombiztonságának fokozása céljából világszerte alkalmazzák az úgynevezett Divergent Diamond Interchange (DDI) – fordított gyémánt csomóponti kialakítása. A kereszteződés típus a legtöbb esetben az autópályák városi bevezető vagy körgyűrűs szakaszain figyelhető meg. Ebben a csomóponti rendszerben két egymással hangoltan működő, jelzőlámpával szabályozott alcsomópont működik, melyekben az autópályát keresztező főút forgalmi sávjai menetirány szerinti baloldalra helyeződnek át, a két csomópont közötti szakaszon kvázi baloldali közlekedési rend alakul ki. Ez a csomóponti kialakítás lehetővé teszi, hogy az autópályáról balra nagyívből lekanyarodó, és az autópályára balra nagyívből felkanyarodó forgalom, a csomópont után már konfliktusmentesen tudjon haladni.



4. ábra DDI csomópont sematikus kialakítása [1]

A közúti gépjárművek trendszerű növekedési mértékére a COVID-19 világjárvány mérsékelt hatást tudott gyakorolni, így hazánkban mind az egyéni közlekedést használók száma, mind is a gépjárműforgalom volumene növekvő értéket mutat. Számos megyei jogú városban (pl.: Szegeden) illetve a Fővárosban is erős közlekedéspolitikai elhatározottság van a belvárosi forgalomcsillapítások mellett. A fent jellemzett forgalmi hatásokat és a napjainkra jellemző szuburbanizációs trendet együttesen figyelembe véve szükség lesz olyan forgalomtechnikai megoldásokra, melyek az elővárosi gyűjtő úthálózatokon lévő szűk keresztmetszeti pontokat fel tudják számolni, azzal együtt, hogy a teljes városi hálózaton nem képeznek többletkapacitást. Ennek egyik megoldása lehet a DDI csomóponti kialakítás. Az ilyen

típusú kereszteződések lehetőséget biztosítanak arra, hogy a túlnépesedett kertvárosi övezetekből a forgalom mihamarabb a főhálózatra tudjon terelődni.

Magyarországon jelenleg nincs ilyen csomóponti kialakítás, így jelen tanulmányunkban azt vizsgáljuk, hogy milyen fogalmi körülmények között tud kedvezőbb forgalmi lefolyási paraméterekkel rendelkezni a csomópont, illetve milyen műszaki feltételek mellett lenne lehetőség egy „pilot” projektben megvalósítani az első hazai DDI csomópontot.

### 3. Külföldi példák, benchmark

---

Egy DDI csomóponti kialakításokkal foglalkozó szakirodalom [2] szerint a világon jelenleg számos helyszínen, közel 200 DDI rendszerű csomópont található.

#### Európa

Európában elsőként Franciaországban alkalmazták 1970-ben, Párizs és Lille agglomerációjában található bevezető utak környezetében. Itt 2 db ilyen csomópont került megépítésre.

A Párizst Cean-nal összekötő A13-as autópálya és a D182-es út csomópontjában már a 2000-es évek elején is DDI csomóponton keresztül közlekedtek az arra haladók. A kialakítást az alábbi ábra szemlélteti.



*5. ábra Franciaország, Párizs, A13 autópálya*

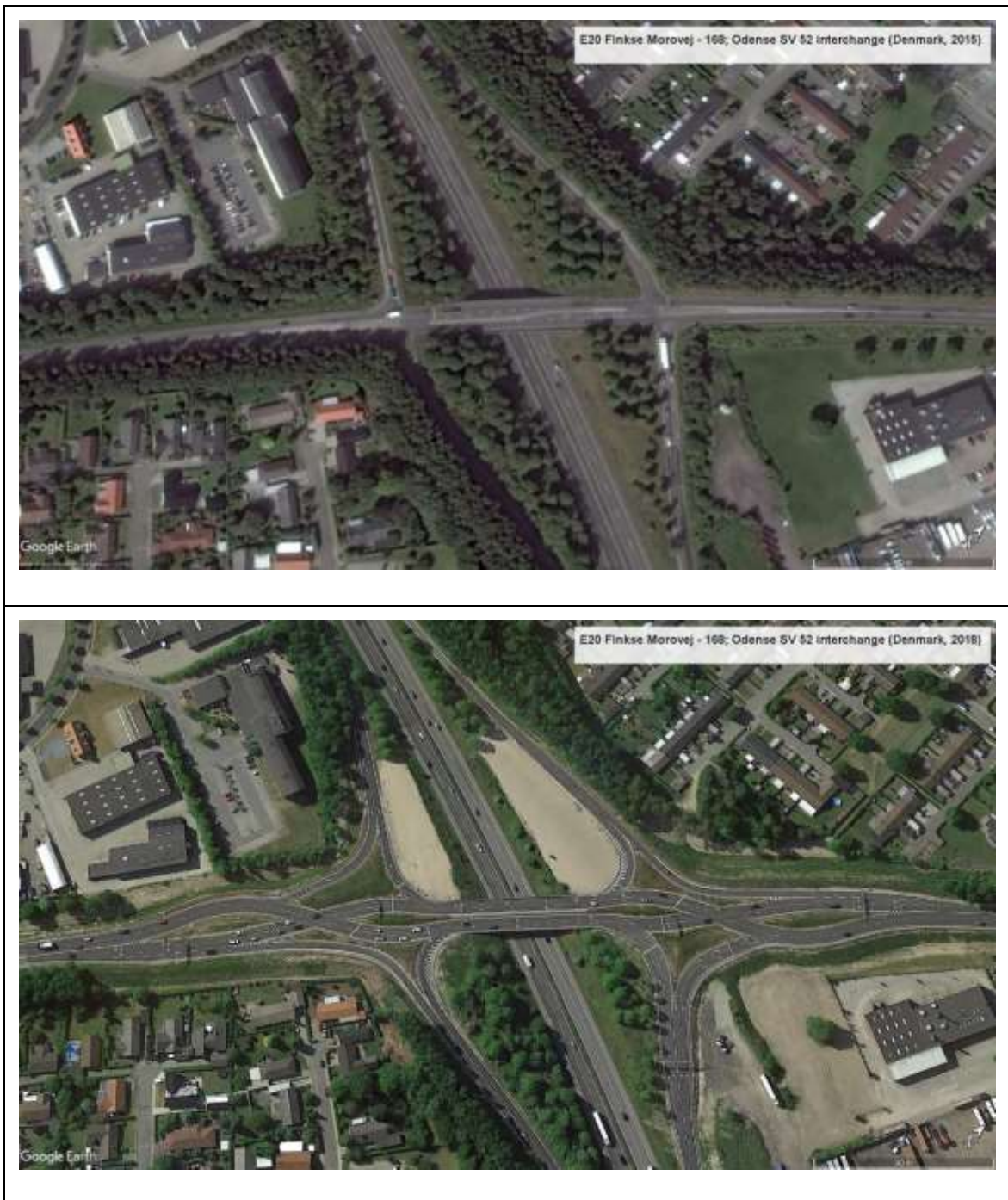
Szintén DDI kialakítás található a Párizst Lille-lel összekötő autópályán, a Lille-ben található M549-es út keresztezésénél, mely már szintén 2000-es években ilyen kialakítással funkcionált.



*6. ábra Franciaország, Lille, A1 autópálya*

Franciaországot követően Dánia volt a következő európai ország mely, hasonló csomóponti kialakítást alkalmazott. A Dániát kelet-nyugati irányban keresztül szelő E20-as autópályán a nagyjából 200.000 fős Odense város mellett került kialakításra az első dán DDI csomópont. A kialakítás korábban is jelzőlámpás kialakítású volt, azonban „klasszikus” balra kanyarodási lehetőségek voltak kialakítva.





*7. ábra Dánia, Odense csomópont átépítése DDI kialakításra*

## Nemzetközi példák a tengerentúlról

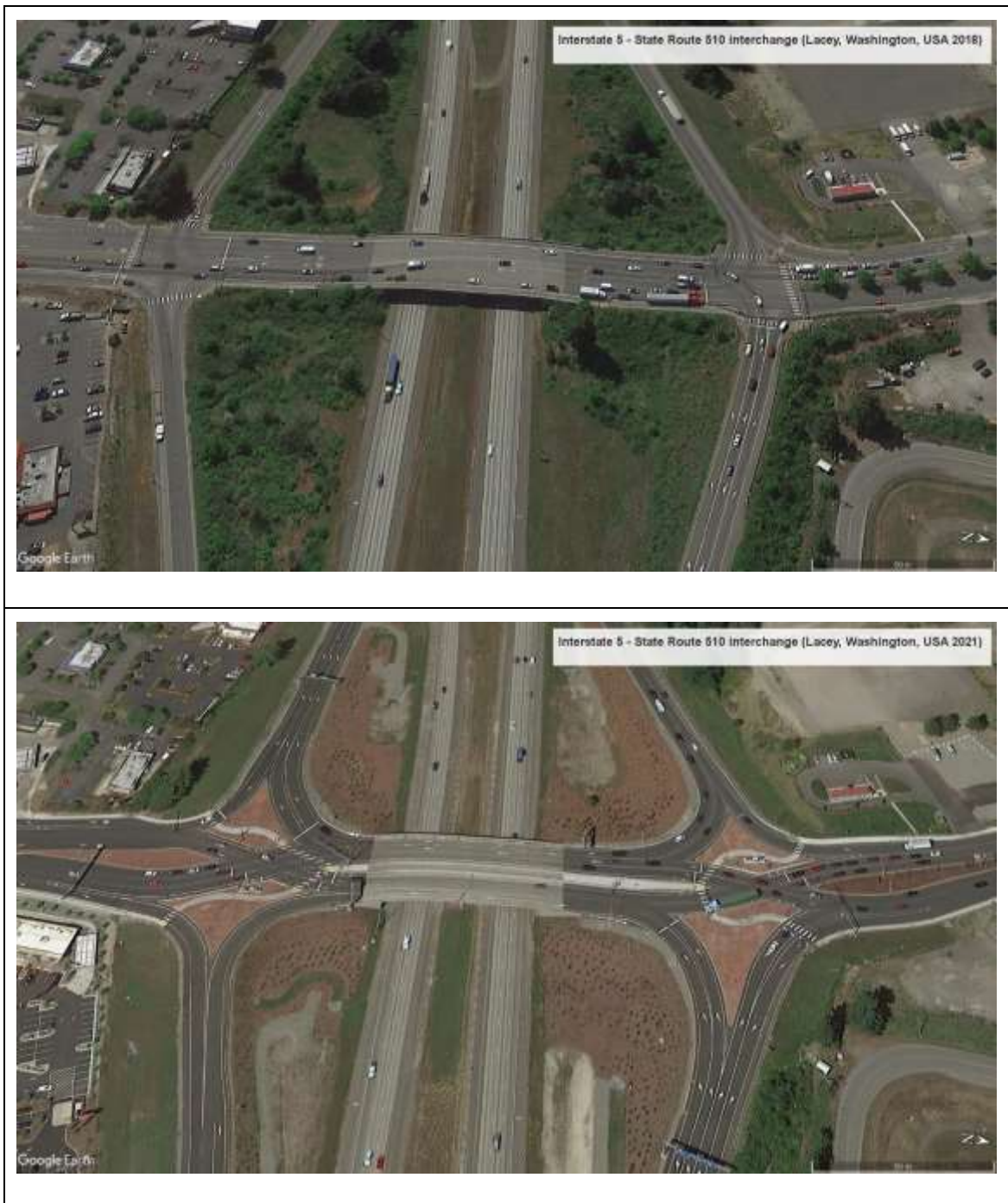
Az Amerikai Egyesült Államokban számos államban már hosszú ideje elterjedtek ezen kialakítások.



*8. ábra Amerikai Egyesült Államok, Missouri, Springfield I-44 autópálya*



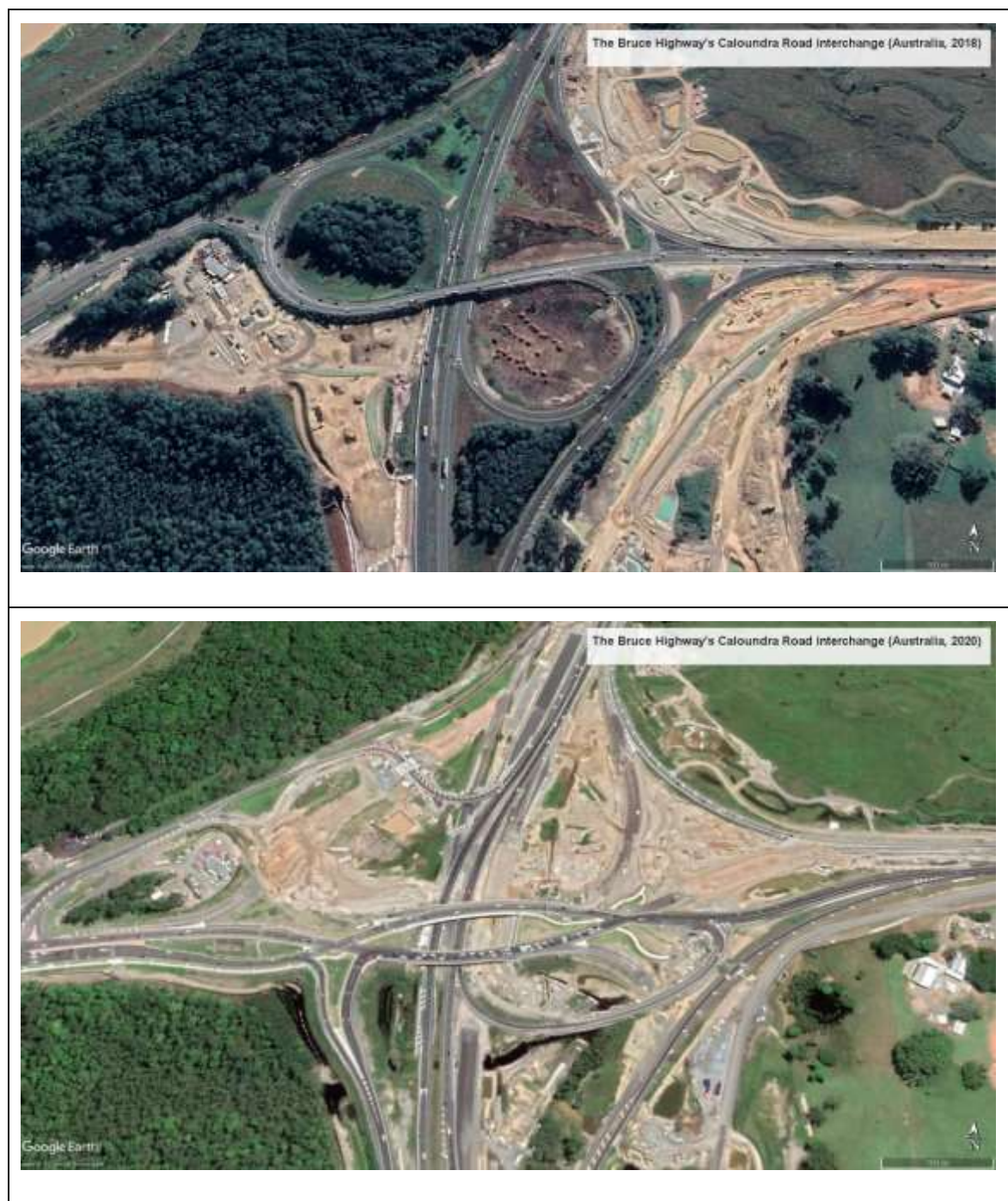
Washington államban azonban az első ilyen csomóponti kialakítást 2020-ban adták át.



*9. ábra Amerikai Egyesült Államok, Washington, Lacey DDI csomóponti kialakítás*

Washington első csomópontjának kiépítése amiatt vált szükségessé, mert a 2000 óta a forgalom nagysága megnégyszereződött a csomópontban, a kialakítás megoldotta a problémát. A csomópontban a közúti közlekedésen felül biztonságos gyalogos és kerékpáros közlekedési is kialakításra került [4].

Ausztráliában 2019-ben adták át az első DDI kialakítású csomópontot Brisbane-től északra a Bruce Highway és a Caloundra Road csomópontjában. A csomópont korábban féllóhere kialakítású volt, de azonban az egyik ág alcsomópontja jelzőlámpával szabályozott. A csomóponti átépítés célja a kapacitás lokális növelése, ezáltal a csomóponton való áthaladási menetidő csökkentése volt [6].



10. ábra Ausztrália, Queensland féllóhere csomópont átépítése DDI kialakításra



Érdekesség, hogy a mind infrastruktúrában, mind közlekedési volumenben rohamosan fejlődő Egyesült Arab Emírségekben is szükségesnek látták, egy korábban körforgalmú csomópont átépítését DDI-ra.



11. ábra DDI-ra átépített csomópont Abu Dhabiban

Valamint egy forgalmas útszakaszt a Közel-Keleten elsőként (2017-ben) Riyadh-ban, Szaud-Arábiában építettek át így. Ez nem klasszikus kialakítás, ugyanakkor látható, hogy milyen előnyöket egyesít egy városszéli csomópontban.



*12. ábra      DDI-ra átépített csomópont Riyadh-ban*

A DDI csomóponti kialakítás a Magyarországi gyorsforgalmi úthálózaton jelenleg nincs. A hazai autópálya fel- és lehajtók többségében trombita- illetve részleges vagy teljes lóhere csomóponti kialakításúak.

## 4. Csomóponti kialakítás forgalmi vizsgálata

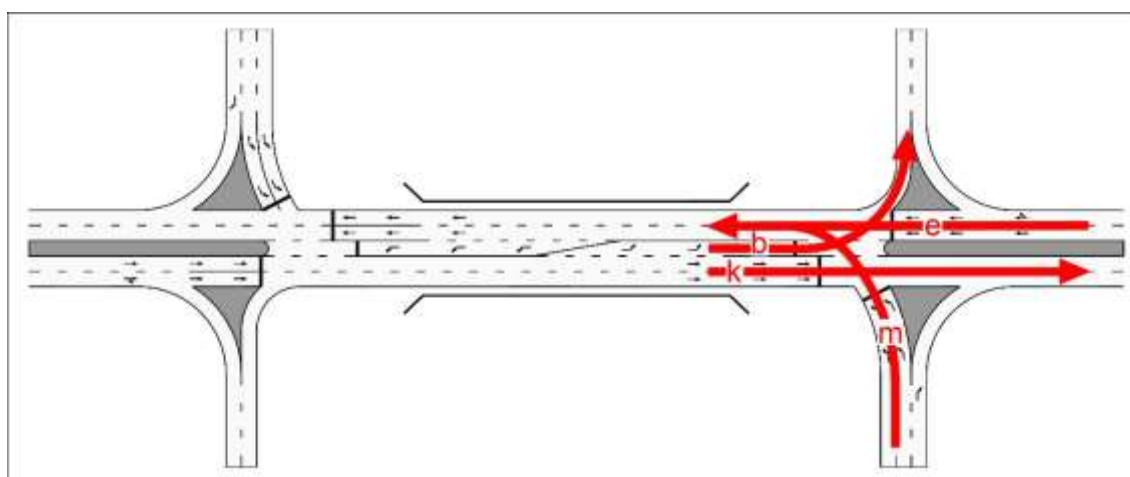
A nemzetközi kutatás alapján is az látszik, hogy a DDI kialakítás döntő többségében elővárosi környezetben autópálya csomópontok esetében alkalmazzák, ahol forgalmi lefolyás számottevő és olykor aszimmetrikus. Megvizsgáltuk, hogy a csomóponti kialakítás mely forgalomnagyságok mellett tud működképes lenni, illetve tud nagyobb áteresztőképességet produkálni más csomóponti kialakításoknál. Első lépésben egy elméleti kapacitás számítást mutatunk be, majd egy a 3. fejezetben bemutatott Dániai példán keresztül mikroszimuláció segítségével elemezzük a csomópontot.

### 4.1. Csomópont elméleti kapacitás vizsgálata

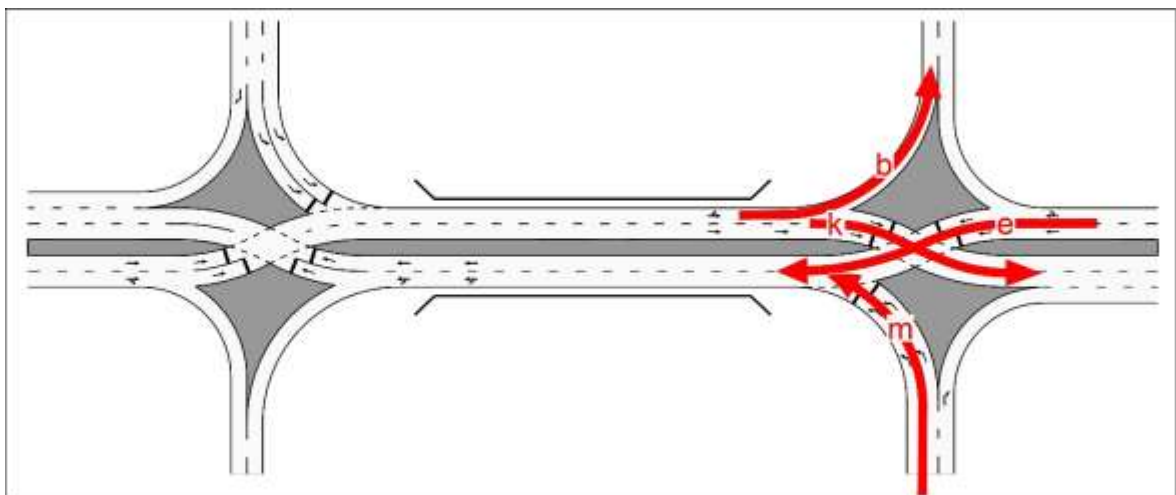
A műszaki paraméterek (helyigény, forgalmi rend, stb.) alapján, a csomóponti kialakítások közül, a DDI a rombusz kialakításhoz hasonlít a legnagyobb mértékben. A kapacitás számítás során ezt a két csomóponti kialakítást hasonlítjuk össze.

A rombusz csomópontban minden forgalmi irány megadása csak háromfázisú vagy kétfázisú telezöldes jelzőlámpaprogrammal lehetséges. A DDI csomóponti kialakítás viszont lehetővé teszi, hogy mindkét csomópontban (védett irányokkal rendelkező) kétfázisú program működjön, ezáltal összességében többletkapacitás biztosítható.

A rombusz és DDI csomópont jelzőlámpás kapacitásait a következő egyszerű példán mutatjuk be:



13. ábra Csomóponti sémák, irányok jelölései – rombusz csomópont



14. ábra

Csomóponti sémák, irányok jelölései – DDI csomópont

Ahol:

- b: balra kanyarodó (főirányból)
- e: egyenesen haladó (befelé irány)
- k: egyenesen haladó (kifelé irány)
- m: balra kanyarodó (mellékirányból)

Az egyes irányok hány fázisban kapnak zöldet:

Rombusz	Fázis 1	Fázis 2	Fázis 3		DDI	Fázis 1	Fázis 2
b	✗	✓	✗		b	✓*	✗*
e	✓	✗	✗		e	✓	✗
k	✓	✓	✗		k	✗	✓
m	✗	✗	✓		m	✗	✓

\* „b” DDI esetben nem lámpás, ugyanakkor az előző csomópont „e”-jével érkezik, ezért Fázis 1-ben számolandó.

2. Táblázat

Rombusz és DDI csomópontok zöld jelzései fázisonként

A DDI többletkapacitását három tényező adja:


- kevesebb fázis (3 helyett csak 2);
- az irányok kedvezőbb összevonása miatt egyenletesebb kapacitás kínálat,
- periódusidők választása szélesebb skálán mozoghat.



Ha az egyes fázisok **időtartamánál** az alábbi megosztást használjuk:

- rombusz (50% – 25% – 25%),
- ddi (50% - 50%),
- 3 fázis esetében a periódusidő 77%-a, 2 fázis esetében 85%-a a hasznos zöldidő (megközelítés szerint),

akkor hozzávetőleg a következő kapacitásértékekkel számolhatunk a periódusidőhöz viszonyítva:


	Rombusz	DDI	
b	19%	43%	+24%
e	39%	43%	+4%
k	58%	43%	-15%
m	19%	43%	+24%

3. Táblázat Rombusz és DDI csomóponi kialakítások kapacitásértékei a periódusidőhöz viszonyítva

Jól látható, hogy a „k” irányt leszámítva mindenhol növekmény realizálható.

Mondhatnánk, hogy zöldidő átosztással is kezelhető a forgalmi növekmény egy rombusz csomópontban. Igen, egy ideig biztosan, viszont egy idő után elfogy a rendelkezésre álló sávszám és zöldidő.

A „balos” irányok több zölddel való kiszolgálása a másik két fázis zöldjét csökkenti. Nézzük csak meg; rombusz (40% - 40% - 20%); ddi marad 50-50.

	Rombusz	DDI	
b	31%	43%	+12%
e	31%	43%	+12%
k	62%	43%	-19%
m	15%	43%	+28%

4. Táblázat Rombusz és DDI csomóponi kialakítások kapacitásértékei (csökkentett zöld idők mellett) a periódusidőhöz viszonyítva

Noha „b” és „k” értéke a rombuszban jobb lett, „e” és „m” viszont romlott. „k” ráadásul túlkapacitív lett, hiszen ilyen mértékű zöldidőt két sávon minden bizonnyal nem lehet hatékonyan kiszolgálni.

Összefoglalásul elmondható, hogy a DDI rendszer 2 fázisú kialakítása **sokkal több lehetőséget ad a jelzőlámpás forgalomszervezés kezébe**, amellet, hogy **a teljes csomópont kapacitását növeli**.

## 4.2. Mikroszimulációs vizsgálat

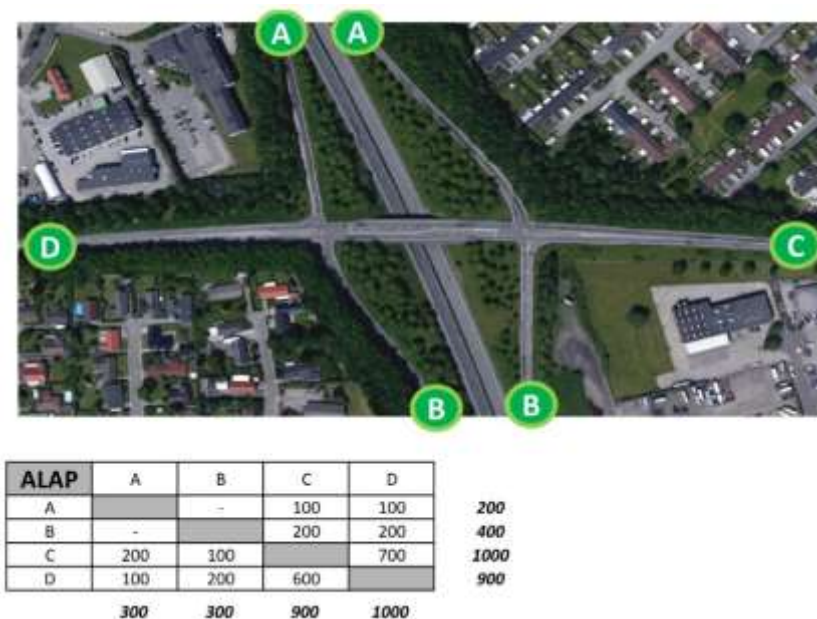
A csomóponti kialakítás forgalmi vizsgálatát mikroszimuláció segítségével is elvégeztük. Megvizsgáltuk, hogy a 3. fejezetben ismertetett dániai csomóponti kialakítás forgalmi viszonyai, és áteresztő képessége, hogyan változott az átépítés hatására, illetve ez hogyan fog alakulni egy becsült távlati forgalom mellett.

Az egyes vizsgált változatok a ráterhelt forgalom és a vizsgált hálózat alapján a következők voltak:

Forgalom	Hálózat
Alap	Rombusz - átépítés előtt
	DDI - átépítés után
	Féllóhere
Emelt +10% minden de a balosokra +50%	Rombusz - átépítés előtt
	DDI - átépítés után
	Féllóhere
Távlati +20% minden	Rombusz - átépítés előtt
	DDI - átépítés után
	Féllóhere

15. ábra Vizsgált változatok

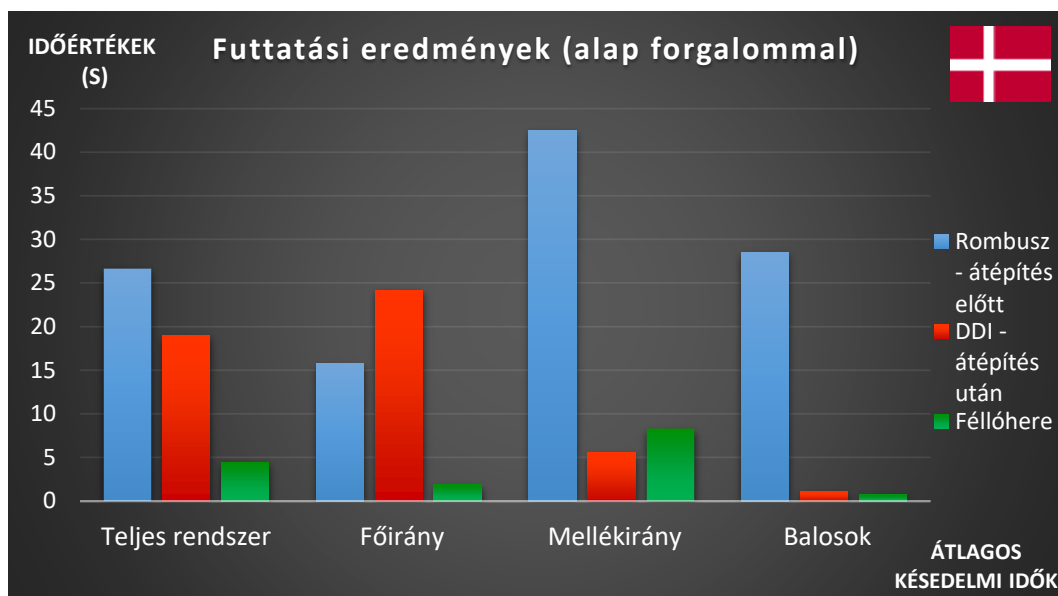
Mivel forgalomszámlálási adat nem állt rendelkezésünkre, becsült értékekkel számoltunk, az „alap” a következő forgalmakat jelenti:



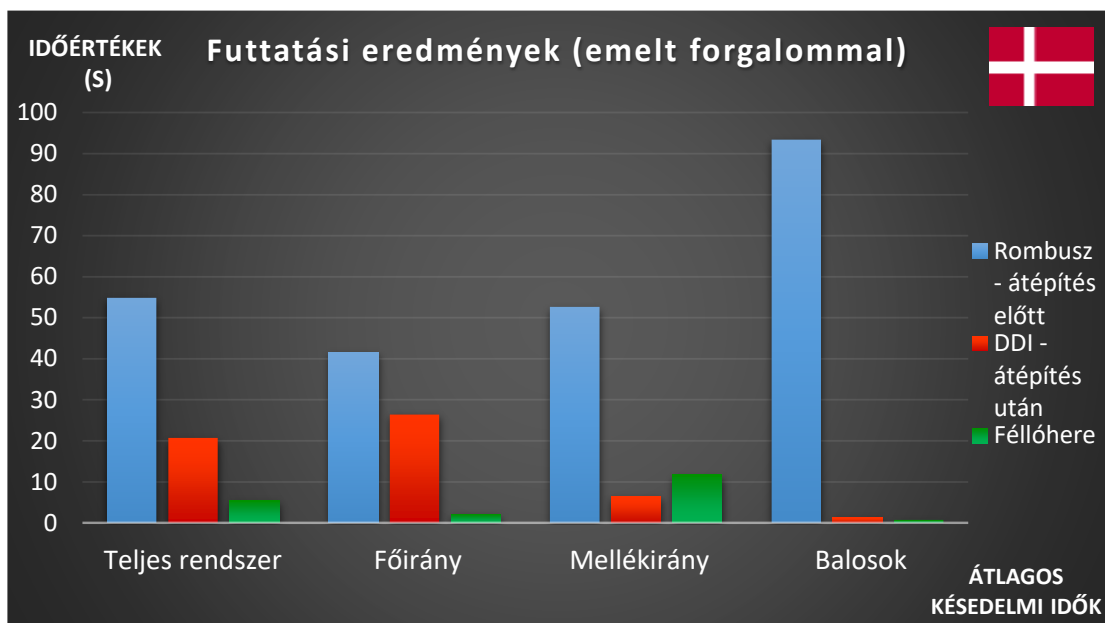
16. ábra Átépítés előtti forgalmi kialakítás és az „alap” becsült forgalmak

Az átépítés előtti jelzőlámpa fázisterv szintén becsült, viszont tény, és fontos kiindulási alap, hogy az irányítás a balra, az autópálya felé kanyarodók esetében telezöldes.

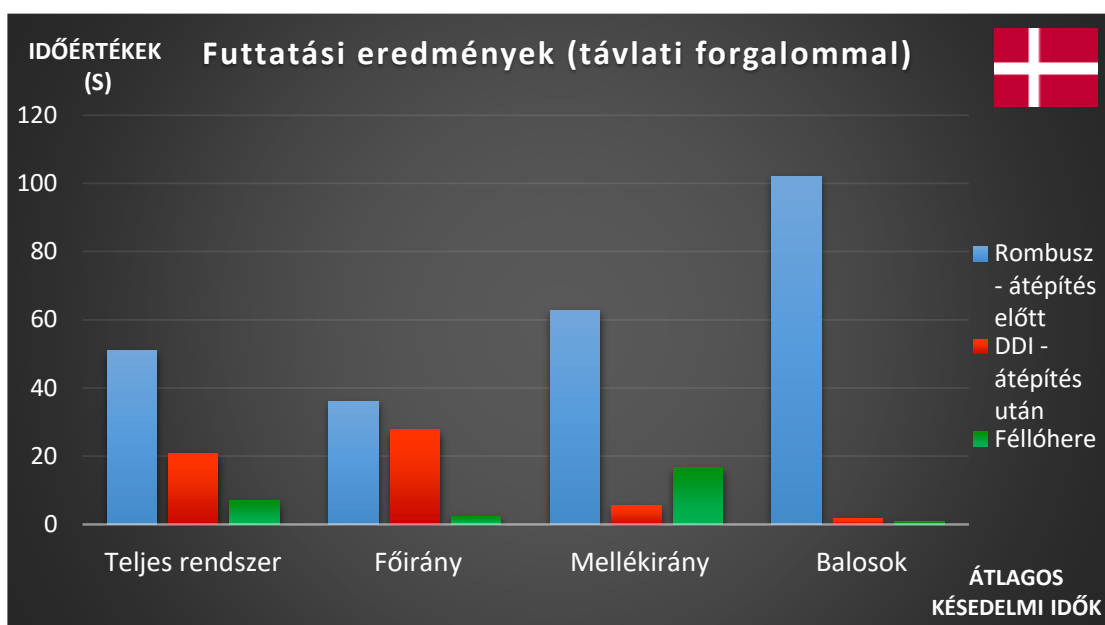
Az eredményeket a következő diagramokon szemléltetjük, melyeken főiránynak nevezzük a csomópontokon egyenesen áthaladó forgalmat, mellékiránynak az autópályáról lehajtó kanyarodó forgalmat, a „balosok” pedig a főirányból balra kanyarodó (az autópályára felhajtó) irányokat jelentik.



17. ábra Futtatási eredmények (alap forgalom, Dánia) egy óra alatt



18. ábra Futtatási eredmények (emelt forgalom, Dánia) egy óra alatt



19. ábra Futtatási eredmények (távlati forgalom, Dánia) egy óra alatt

Az eredmények kiértékelésénél az úgynevezett átlagos késedelmi időt használtunk (Average Delay), hiszen ez jellemzi a legjobban egy rendszer feltartóztató hatását.

Látható, hogy a legkedvezőbb értékeket a fállóhere csomóponti kialakítás hozza. De a vizsgálat ezen része csak elméleti volt, mivel jelen csomópontok esetében nincs lehetőség – a beépítettség miatt – direkt „lóhere” ágak kiépítésére. A szerepe csak annyi volt ebben a vizsgálatban, hogy igazoljuk, forgalmilag ez a legkedvezőbb megoldás.

Az eredmények alapján a következőket mondhatjuk:

- A DDI kialakítás a legkedvezőbb értékeket a mellékirányban mutatja,
- A korábbi telezőldes kialakításnál mindegyik más változat (DDI, féllóhere) egyértelműen jobb,
- A forgalom további növekedése mellett a DDI kialakítás egyértelműen jobb forgalomlefolysást eredményez a korábbi rombusz kialakításhoz képest.

## 5. Magyarországi alkalmazhatóság

---

A 4.1. fejezetben bemutatott elméleti kapacitás számítás alapján olyan hazai csomópontok jöhetnek szóba, melyekben erős a balra fel- vagy lekanyarodó forgalom, és ezzel párhuzamosan, kevésbé erős az egyenesen átmenő forgalom. Fontos szempont volt a konkrét magyar csomópontok vizsgálata során, hogy olyan csomópontokat válasszunk, ki melyek esetében a műszaki beavatkozási igény kismértékű, minél kisebb érdeksérelem mellett lehessen azt kialakítani. A magyarországi autópályák legnagyobb forgalmi terhelése a főváros környezetében található, így a fővárosi bevezető autópálya-szakaszok és a környező csomópontjait vizsgáltuk. A budapesti autópálya bevezető szakaszok és az M0 környező csomópontjai jelenleg jelzőlámpa szabályozás nélküli alcsomópontokkal rendelkező fél- vagy teljes lóhere kialakításúak. A DDI csomópont kapacitásában nem tud ezekenél a csomóponti kialakításoknál többet biztosítani, így ezekenél a csomópontoknál, azt érdemes vizsgálni, hogy a forgalmi adatok alapján elegendő lenne-e egy DDI csomóponti kialakítás, melynek építési helyigénye jelentősen kedvezőbb.

A DDI csomóponti kialakításhoz ideális forgalmi irányok, olyan települések környezetében alakulhatnak ki melyekről magas az ingázók száma Budapest felé. A 2011-es országos népszámlálás [3] adatai alapján a következő településeken található a legtöbb ingázó Budapest vonzáskörzetében:

- Érd
- Szigetszentmiklós
- Dunaharaszti
- Fót
- Dunakeszi
- Szentendre
- Budaörs

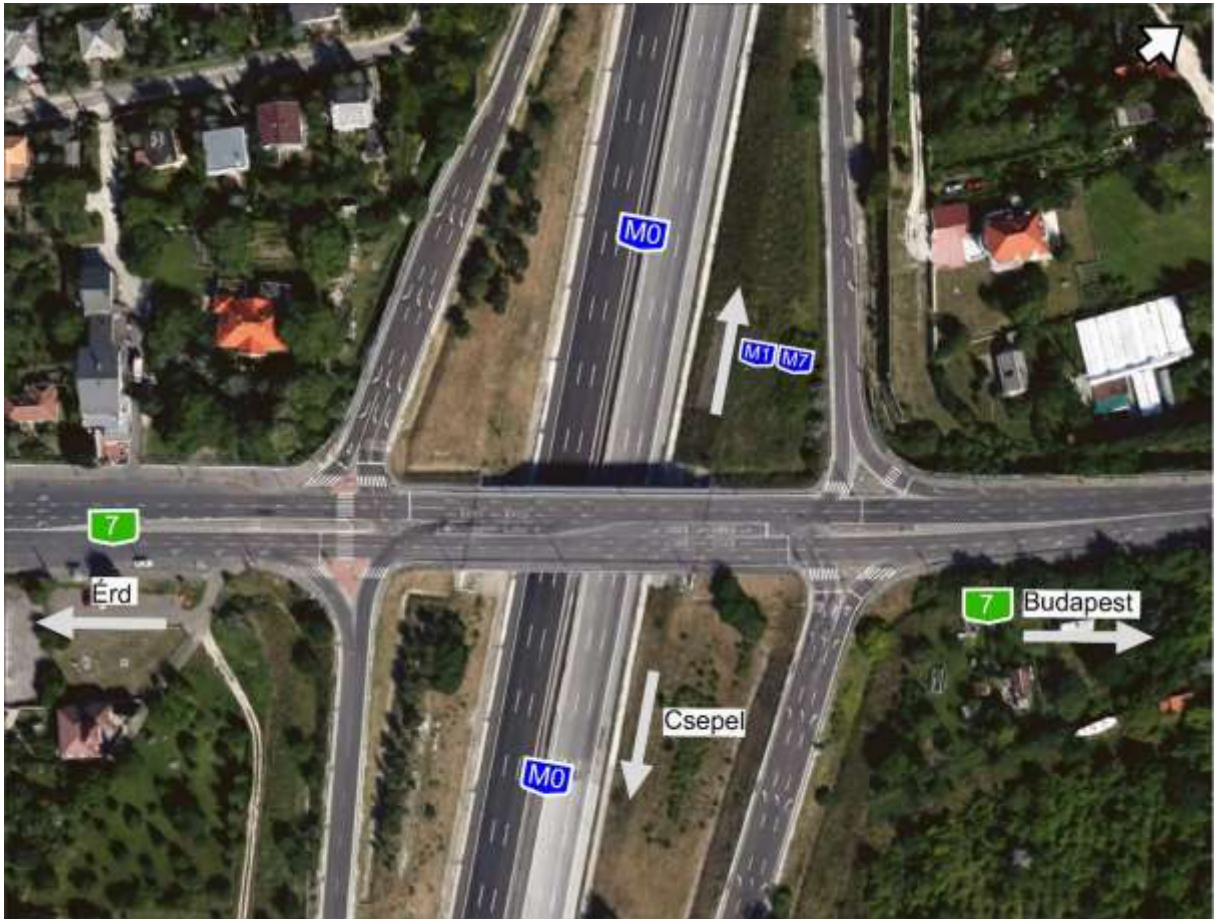
Az M0 környező és a sugár irányú bevezető utak csomópontjai közül hármat vizsgáltunk meg részletesebben:

- M0 autópálya – 7. sz. főút, jelenleg rombusz csomópont,
- M1-M7 autópálya bevezető – Budaörs Sport utca, jelenleg féllóhere csomópont,
- 4. sz. főút – Lincoln út csomópont Vecsés, jelenleg két körforgalmú alcsomóponti kialakítás.



## 5.1. M0 autópálya – 7. sz. főút csomópont

A csomópont jelenleg jelzőlámpával szabályozott, és az egyes balos irányok pedig védettek (nem telezőldben mennek).



20. ábra M0 autópálya és a 7. sz. főút jelenlegi csomóponti kialakítása

A csomópont jelenlegi fázisterve és aktuális forgalomszámlálási adatok rendelkezésre álltak. A csomópontban jelenleg futó fázistervek megfelelő kapacitást biztosítanak a legtöbb irányának, de a 7. sz. főút felől az M0 Csepel irányába balra kanyarodó forgalomnál a reggeli csúcsórában jelentős torlódás tapasztalható, melyet a következő ábrán mutatunk be.



21. ábra *M0 autótú és a 7. sz. főút csomópont balra kanyarodó iránya torlódik a reggeli csúcsórában*

A csomópont jelenlegi kialakítása és az aktuális forgalmi terhelése a megfelel a DDI csomóponti kialakítás feltételeinek, így jelen fejezetben azt vizsgáljuk, hogy milyen feltételek mellett alakítható ki ez a csomópont és milyen hatásai lennének.

### 5.1.1. Műszaki kialakítás

A csomópont tervezett forgalmi rendjének kialakítását a következő ábra mutatja.



22. ábra *M0 autótú és a 7. sz. főút távlati csomóponti kialakítási lehetőség*



A csomóponti rendszer déli csomópontjában egy gyalogos-átkelőhely megszüntetésre került, de ez a gyalogos mozgások szempontjából nem jelent hátrányt, mivel a következő csomópontban, 130 méterre található gyalogos-átkelőhely, mely a lakó utcákhoz közelebb is helyezkedik el.

A kialakításhoz a meglévő közúti műtárgyat nem szükséges átépíteni, a jelenlegi útpályát több ponton kismértékben szükséges kibővíteni, melyeket a következő ábrán szemléltetünk.



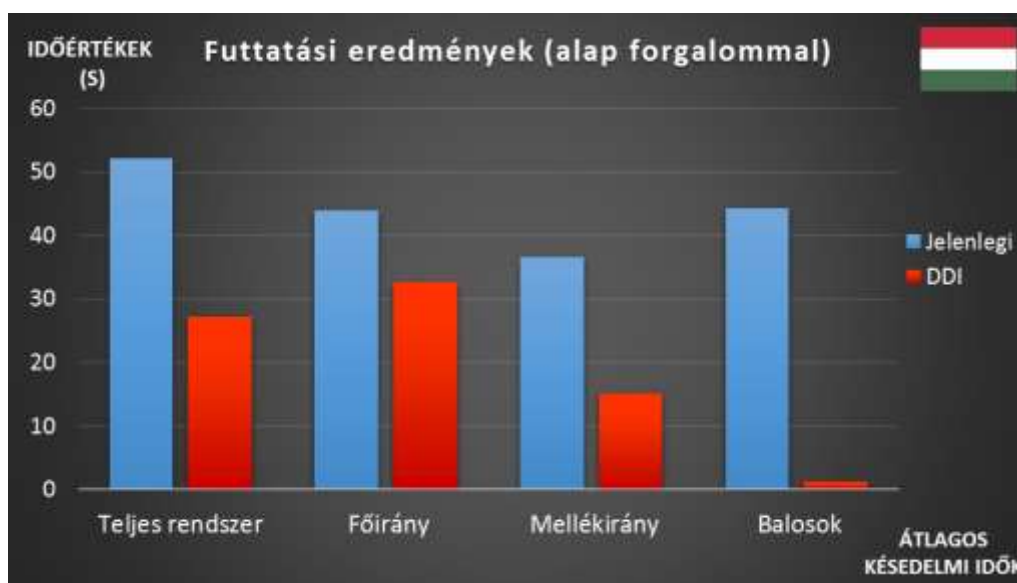
23. ábra M0 autóút és a 7. sz. főút tervezett állapot többlet útpálya építés (pirossal jelölve)

A jelenlegi útvíztelenítő rendszer a középsziget létesítése ellenére változatlanul meg tud maradni, az útpálya keresztmetszényét szükséges módosítani. A csomópont jelenleg is jelzőlámpával szabályozott, így közúti jelző alépítmény kiépítésre nincsen szükség.

### 5.1.2. Forgalmi vizsgálat

A szimulációs vizsgálatot két kialakításra, a jelenlegire és a DDI-ra végeztük el, ezen túl pedig egy alap és egy távlati forgalomra. A távlati forgalom esetében, az általános forgalomfejlődések mellett az M0-s körgyűrű befejezésével is számoltunk.

Az eredményeket a következő diagramokon szemléltetjük.



24. ábra Futtatási eredmények (alap forgalom, M0-7-es sz. főút)

A mai kialakítás alapvetően megfelelő, hiszen az említett „balos” torlódások kezelhetők a fázistervek módosításával. Azonban látható, hogy amennyiben már most átépítésre kerülne ez a csomópont a teljes rendszerre vetítve minden egyes jármű átlagosan 25 másodpercet nyerne. A legtöbbet a balosok, utána a mellékirány, majd a főirány. Ez számottevő időnyereség.

### 5.1.3. Becsült beruházási költség

A beruházás becsült költségét az alábbi táblázat szemlélteti.

M0 autópálya - 7. sz. főút csomópont	
	Becsült nettó beruházási költség (MFt)
Út- és közműépítés	336
Jelzőlámpás csomópont kialakítás	240
<b>Összesen</b>	<b>576</b>

5. táblázat M0 – 7. sz. főút csomópont átépítésének becsült beruházási költsége

### 5.1.4. Egyszerűsített költség-haszon számítás

A szimuláció során az egyes járművekre fajlagos utazási idő nyereség értékeket tudtunk meghatározni, ezek a következők:

Forgalom	Hálózat	Összes utazási idő (s)	Járművek száma egy órában (db)	Fajlagos utazási idő (s)	Fajlagos utazási idő nyereség egy órában (s)
Alap	Jelenlegi	282447,3	2501	112,93	-
	DDI	217867,0	2501	87,11	25,82

6. táblázat M0 autóút és a 7. sz. főút DDI csomóponti kialakítás fajlagos utazási idő nyereségei

Mivel ezek az értékek csúcsórára vonatkoznak, ezért egy napra, majd évre kell felszoroznunk. Megközelítés szerint a napi forgalom körülbelül 10-szerese a csúcsórainak, éves szinten pedig 250 nappal számolhatunk.

Mivel hangolt rendszerről beszélünk, az utazási idő nyereség egyenletes. Ez azt jelenti, hogy csúcsórán kívül is megközelítőleg ugyanannyi időnyereséget kapunk, mint csúcsórában (csak kevesebb járműre).

Mivel utasóra nyereséget számolunk, ezért a járműórát megközelítés szerint 1,3-mal szorozva kapunk utasórát.

Egy utasóra nyereség forintban kifejezett értéke megközelítés szerint 4000 Ft [5] a különböző motivációk szerinti utazások becsült átlagos értéke.

Így adódik az éves utazási idő haszon (fajlagos utazási idő nyereség \* járművek száma \* 1,3 \* 10 \* 250 / 3600 \* 4000):

Forgalom és hálózat	Napi utazási idő nyereség (utasóra)	Éves utazási idő nyereség (utasóra)	Éves utazási idő haszon (HUF)
Alap forgalom, DDI	233,2	58 298	233 190 461

7. táblázat M0 autóút és a 7. sz. főút DDI csomóponti kialakítás éves utazási idő nyereségei

A módszertani útmutató [5] alapján az éves beruházási költség: a beruházási költség és a tőke megtérülési arány szorzataként áll elő. A tőke megtérülési arányt a következőképpen számítjuk:

$$CRF = \frac{r}{[1 - (1 + r)^{-n}]}$$



ahol:  $r = 5\%$

$n =$  élettartam (15 év)

A 15 éves időtáv szigorúbb feltétel, hiszen általánosságban 30 év szokott lenni. Ezek alapján adódik az éves haszon / költség arány:

Forgalom és hálózat	Éves utazási idő haszon (HUF)	Éves beruházási költség (HUF)	Éves haszon költség arány
Alap forgalom, DDI	233 190 461	55 500 000	4,2

*8. táblázat M0 autópályát és a 7. sz. főút DDI csomóponti kialakítás éves haszon költség aránya*

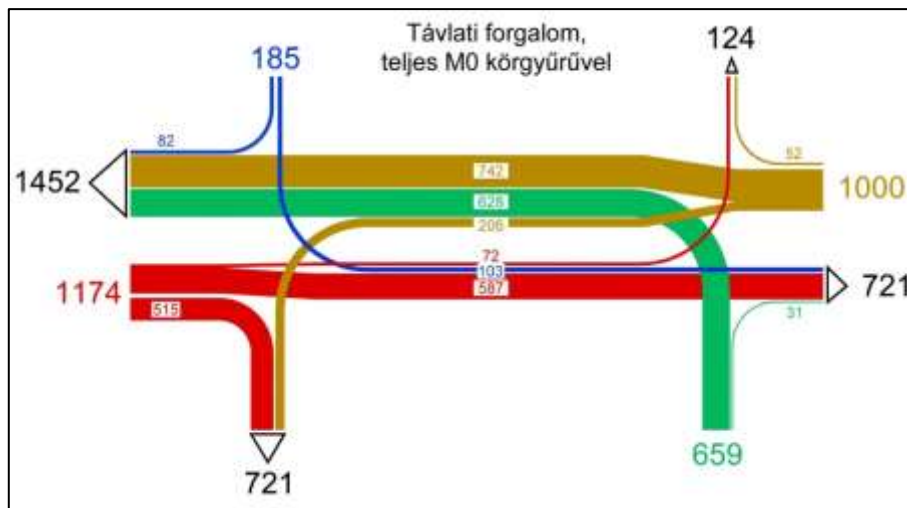
Látható, hogy a beruházás **rendkívüli mértékű hasznosságot mutat**. Rendkívül hasznos párosítás: alacsony beruházási költség, magas hasznok.

A számításnál nem vettük figyelembe a járművek üzemköltség megtakarítását valamint az egyes környezeti és területfejlesztési hasznokat. Ezek, mint növelhetik az éves haszon költség arányt.

### 5.1.5. Csomópont szerepének vizsgálata távlatban

Az M0 autópályát szerepe – annak ellenére, hogy jelenleg a teljes körgyűrű kiépítése nem szerepel a rövidtávú fejlesztési célok között – folyamatosan nő Budapest és környéke közlekedésében, ezt támasztja alá az is, hogy az M0 déli Duna hídját 2020-ban bővítették 2x3 forgalmi sávossá. Egy távlati teljes körgyűrű esetén az M0 és 7. sz. főút szerepe is felértékelődik, így mindenképpen érdemes kitekinteni arra az állapotra.

A csomópont távlati forgalmait az EFM (Egységes Forgalmi Modell) alapján feltételeztük, így lehetőségünk volt a távlati forgalmak mellett vizsgálni a tervezett csomópont működőképességét.



25. ábra Távlati mértékadó forgalom M0-7. sz. főút csomópont

A távlati forgalmakat szimuláció segítségével vizsgáltuk.

A távlati forgalommal terhelt hálózathoz módosítással értünk, itt ugyanis a jelenlegi jelzésterv már nem bírja el a forgalomműködést. Ezért a távlati forgalomhoz, a jelenlegi hálózathoz módosított fázisterv tartozik.



26. ábra Futtatási eredmények (távlati forgalom, M0-7-es sz. főút) egy óra alatt

A teljes rendszerre vetítve még inkább szembetűnő a nyereség, közel 40 másodperccről beszélünk minden egyes járműre vetítve, közel 50%-os időnyereség.

AZ M0 autópályát és 7. sz. főút csomópontjának vizsgálata egyértelműen azt mutatja, hogy a DDI kialakítás a távlatban prognosztizált forgalmi volumen mellett még inkább számottevő időnyereséget jelentene minden érintett forgalmi irányban. Forgalmi szempontból már a jelenlegi viszonyok mellett is megéri az átalakítás, de az idő előre

haladtával és a forgalom növekedésével, becsléseink szerint a csomópont módosítása elengedhetetlen lesz, melyre egy költséghatékony megoldást tud biztosítani a DDI kialakítás.

## 5.2. M1-M7 autópálya – Budaörs, Sport utca csomópont

A csomópont jelenleg féllóhere kialakítású és a csomóponti ágak csatlakozását a Sport utcához jelzőlámpák szabályozzák. A jelenlegi forgalmi rend kialakítást a következő ábra mutatja.



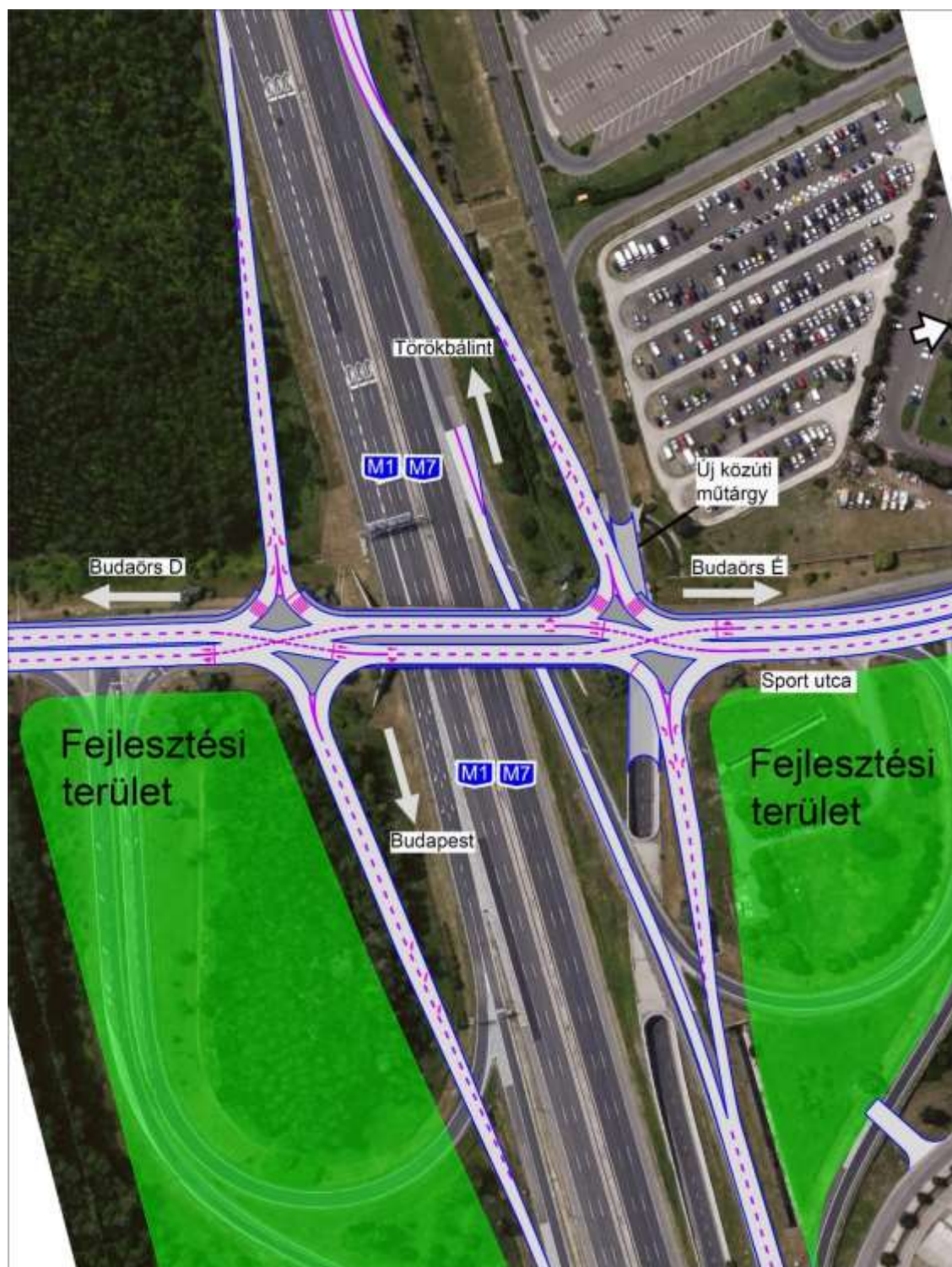
27. ábra M1-M7 autópálya és Budaörs, Sport utca jelenlegi csomóponti kialakítása

A csomópont kapcsolatot biztosít a Budaörsi ingázók számára, azonban a reggeli csúcsidőszakban rendszeresen a torlódások. A korábbi elméleti forgalmi vizsgálatból leolvasható, hogy ekkora forgalomra megfelelő lenne a DDI csomóponti kialakítás, melynek helyigénye jelentősen kisebb, mint a féllóhere csomópont.



### 5.2.1. Műszaki kialakítás

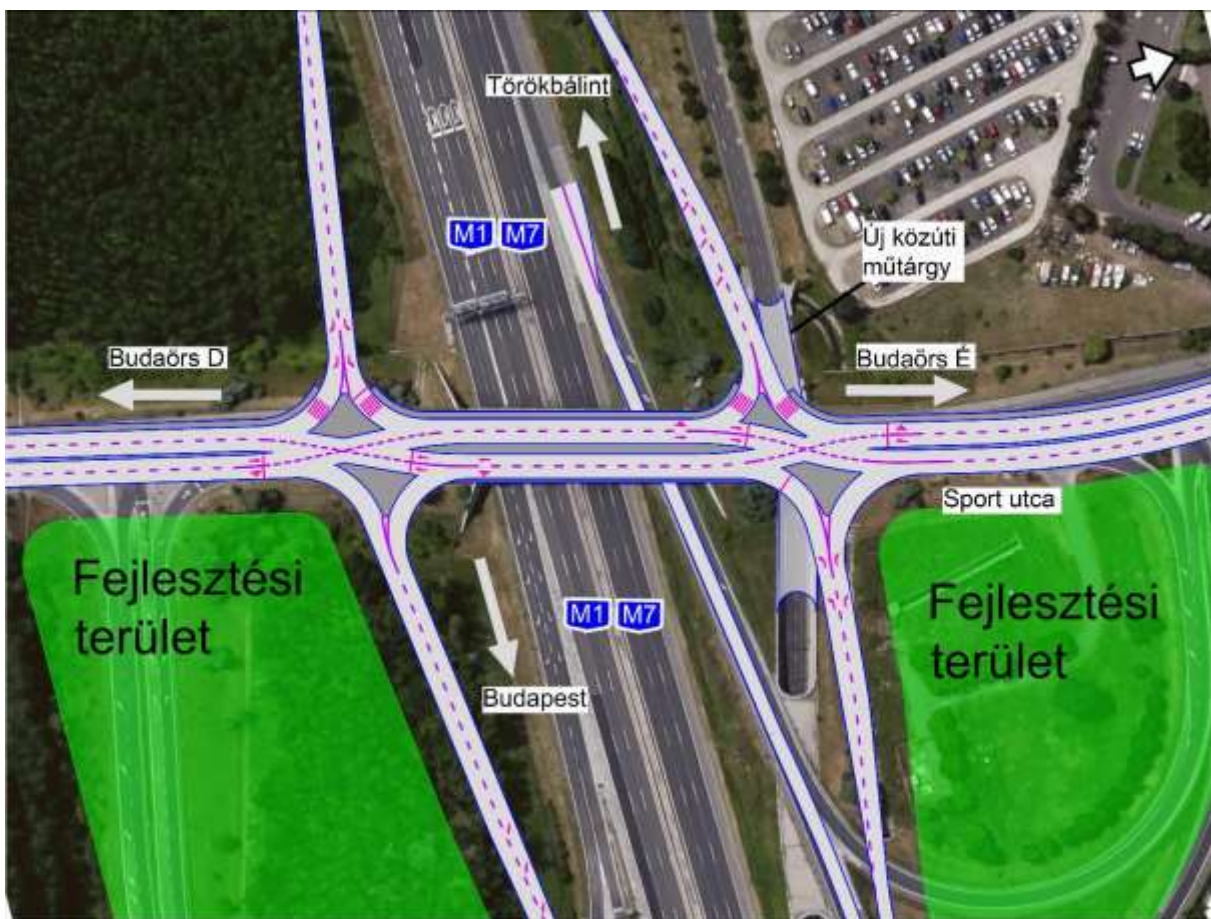
A tervezett DDI csomóponti kialakítás következtében a jelenlegi féllóhere köríves fel- és lehajtói megszüntethetők, helyette, egy kisebb helyigényű csomópont alakítható ki, melyet a következő ábrán szemléltetünk.



28. ábra *M1-M7 autópálya és Budaörs, Sport utca távlati csomóponti kialakítási lehetőség*

A beavatkozáshoz az autópálya feletti híd átépítése nem szükséges, azon út- és közműépítési munkálatokat szükséges végezni. A Sport utca északi csomópontja alatt elhelyezkedő közúti műtárgy átépítése, kibővítése és a műtárgy mellett található vízelvezető árok fedése szükséges. Az autópálya feletti műtárgyon, az új csomóponti rend kiépítéséhez, a közvilágítás, közúti jelző és az útvíztelenítés kismértékű, az útpályaszerkezet teljes átépítése szükséges. A teljesértékű csomópont kialakításához három új és egy meglévő autópálya fel- és lehajtó meg- illetve átépítése indokolt.

A felszabaduló területeknek biztosítható úthálózati kapcsolat, így fejlesztési területként hasznosítható. Teljesértékű fejlesztési területként, abban az esetben használható, ha a meglévő árok és közmű telep áthelyezésre kerül, ennek vizsgálatával jelen tanulmány nem foglalkozik. A felüljáró tervezett forgalmi rendjét a következő ábra szemlélteti.



29. ábra M1-M7 autópálya és Budaörs, Sport utca távlati csomópont forgalmi rendje



### 5.2.2. Becsült beruházási költség

A beruházás becsült költségét az alábbi táblázat szemlélteti.

M1M7 autópálya - Sport utca csomópont	
	Becsült nettó beruházási költség (MFt)
Út- és közműépítés	840
Jelzőlámpás csomópont kialakítás	240
Műtárgy- és szerkezetépítés	1632
<b>Összesen</b>	<b>2712</b>

9. táblázat M1M7 autópálya – Sport utca csomópont átépítésének becsült beruházási költsége

### 5.2.3. Forgalmi vizsgálat

A szimulációs vizsgálatot két kialakításra, a jelenlegire és a DDI-ra végeztük el. Az eredményeket a következő diagramokon szemléltetjük.



30. ábra Futtatási eredmények (alap forgalom, M1-M7 – Sport utca csomópont)

Amennyiben már most átépítésre kerülne ez a csomópont a teljes rendszerre vetítve minden egyes jármű átlagosan 20 másodpercet nyerne. A legtöbbet a főirány, utána a mellékirány, majd a balosok. Látható, hogy komoly szórás van az egyes irányok nyereségét tekintve, ezért a most bemutatott késedelmi idők átlaga noha 20 másodperc; a teljes rendszerre vetített utazási idő nyereség már 38 másodperc körül alakul.

Az egyszerűsített költség-haszon számításban ez utóbbival számolunk.

### 5.2.4. Egyszerűsített költség-haszon számítás

A forgalmi vizsgálat alapján szintén meghatározható, hogy a csomópontban mekkora menetidő nyereség mutatkozik a DDI kialakításra való átépítés során. Az utazási időnyereség és a beruházási költség alapján meghatározható a projekt haszon-költség aránya. Az eredményeket az alábbi táblázatok szemléltetik.

Forgalom	Hálózat	Összes utazási idő (s)	Járművek száma egy órában (db)	Fajlagos utazási idő (s)	Fajlagos utazási idő nyereség egy órában (s)
Alap	Jelenlegi	366329,4	3564	102,78	-
	DDI	227872,6	3540	64,37	38,41

10. táblázat M1M7 autópálya – Sport utca DDI csomóponti kialakítás fajlagos utazási idő nyereségei

Forgalom és hálózat	Napi utazási idő nyereség (utasóra)	Éves utazási idő nyereség (utasóra)	Éves utazási idő haszon (HUF)
Alap forgalom, DDI	491,01	122 752	491 007 833

11. táblázat M1M7 autópálya – Sport utca DDI csomóponti kialakítás éves utazási idő nyereségei

Forgalom és hálózat	Éves utazási idő haszon (HUF)	Éves beruházási költség (HUF)	Éves haszon költség arány
Alap forgalom, DDI	491 007 833	261 280 284	1,88

12. táblázat M1M7 autópálya – Sport utca DDI csomóponti kialakítás éves haszon költség aránya

### 5.3. 4. sz. főút – Lincoln út csomópont

A csomópont jelenleg komoly forgalommal terhelt. A két körforgalom közelsége, valamint a kerülőutak lehetőségei a csúcsórákban instabil forgalmi helyzeteket idéznek elő.



31. ábra *Jellemző reggeli forgalom*

### 5.3.1. Műszaki kialakítás

A csomópont északi oldalán kisebb beavatkozás történik. A körforgalom ágainak geometriai módosításával, a DDI kialakítás megépítése. Ez a kialakítás jól illeszkedik a mai hálózathoz, komolyabb építés nincs.

A híd alatti keresztmetszet újraosztásra kerül, figyelembe véve a gyalogos-kerékpáros kapcsolatokat. A új kialakítás a meglévő keresztmetszetet használja.

A 4. sz. főúttól délre a csomóponti rendszer teljes átépítése szükséges, azért, hogy a meglévő kapcsolatok mindegyike kiszolgálható legyen. Ez az átépítés egy újabb jelzőlámpás csomópont kiépítését foglalja magában, de a jelzőlámpázás biztosítja a megfelelő forgalomáramlást és biztonságot az itt közlekedőknek. A gyalogos-kerékpáros átvezetés továbbra is a rendszer része marad.

Az új kialakítás területfelhasználása szemmel láthatóan nem nagyobb a mostani körforgalmas kialakításénál, sok helyen a meglévő szegélyekhez csatlakozik.



32. ábra *DDI csomóponti kialakítás a 4. sz főút és a Lincoln csomópontban*

### 5.3.2. Forgalmi vizsgálat

---

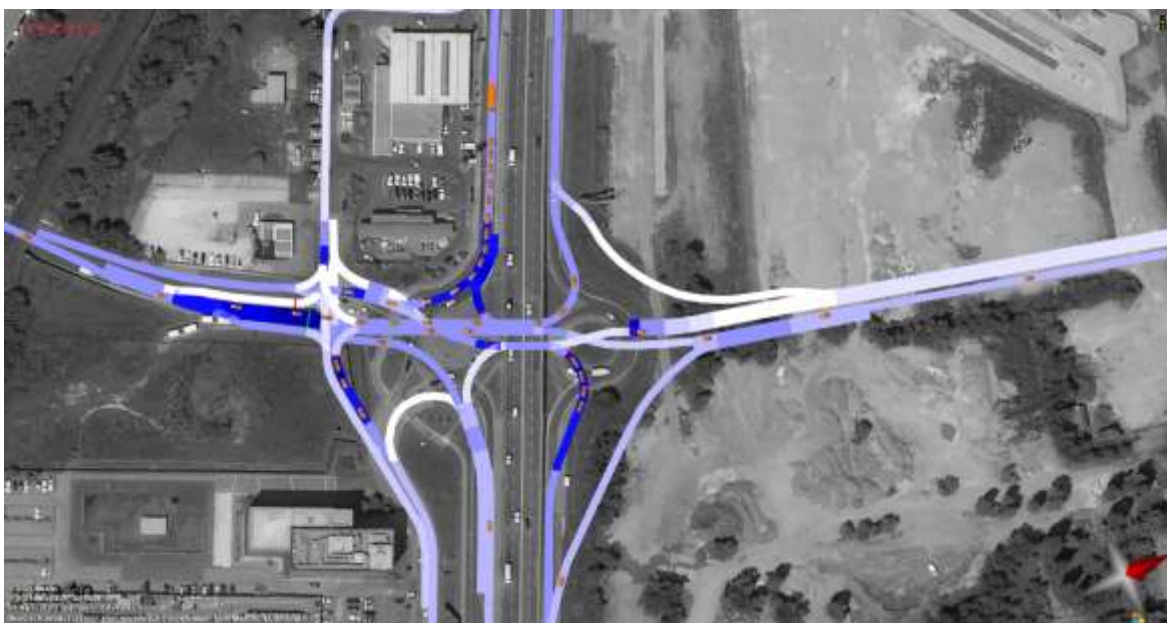
Vizsgálatunkban 2035-re előrebecsült forgalmakkal terheltük a hálózatot. A két körforgalom terhelése olyan mértékű lesz, hogy már nem képes levezetni megfelelően a forgalmakat.



33. ábra 4.sz. főút – Lincoln út meglévő csomóponti kialakítás szimulációs képe (2035-re becsült forgalmak)

A megoldást DDI kialakításban látjuk, hiszen ezáltal a kerülőforgalmak is redukálhatóak a rendszerben (ezek azok a forgalmak, amiknek a 4.sz. főúton kellene maradniuk).

Műszaki kialakítását tekintve nem klasszikus DDI, hiszen bevásárlóközpontot és üzemanyag-töltő állomást is ki kell szolgálni, de a helykihasználást megfelelő keretek között lehet tartani.



34. ábra 4.sz. főút – Lincoln út távlati csomóponti kialakítási lehetőség DDI (2035-re becsült forgalmak)



A futtatás kimenete az előzőekben megismert minden egyes járműre vetített utazási idő volt. Az irányok összetettsége miatt külön bontásban nem ismertetjük az egyes eredményeket, csak a szumma értéket.

A minden egyes járműre vetített utazási idő nyereség 86,5 s. Ez az eddigi legmagasabb érték a vizsgálataink során.

### 5.3.3. Becsült beruházási költség

A beruházás becsült költségét az alábbi táblázat szemlélteti.

4. sz. főút - Vecsés, Lincoln út csomópont	
	Becsült nettó beruházási költség (MFt)
Út- és közműépítés	312
Jelzőlámpás csomópont kialakítás	288
<b>Összesen</b>	<b>600</b>

13. Táblázat 4.sz. főút – Lincoln út átépítésének becsült beruházási költsége

### 5.3.4. Egyszerűsített költség-haszon számítás

A korábbi fejezetben megismert metódus alapján számolt éves utazási idő haszon közel a nyolcszáz millió forint.

Hálózat	Összes utazási idő (s)	Járművek száma egy órában (db)	Fajlagos utazási idő (s)	Fajlagos utazási idő nyereség egy órában (s)
Meglévő (2035)	346697	2414	143,62	-
DDI (2035)	142913	2504	57,07	86,5

14. táblázat 4. sz. főút – Lincoln út DDI csomóponti kialakítás fajlagos utazási idő nyereségei

Forgalom és hálózat	Napi utazási idő nyereség (utasóra)	Éves utazási idő nyereség (utasóra)	Éves utazási idő haszon (HUF)
Meglévő forgalom, DDI	782,6	195 640	782 152 222

15. táblázat 4. sz. főút – Lincoln út DDI csomóponti kialakítás éves utazási idő nyereségei

Forgalom és hálózat	Éves utazási idő haszon (HUF)	Éves beruházási költség (HUF)	Éves haszon költség arány
Meglévő forgalom, DDI	782 152 222	57 805 373	13,53

*16. táblázat 4. sz. főút – Lincoln út DDI csomóponti kialakítás éves haszon költség aránya*

Az elemzés rendkívül nagy haszon költség mutatót eredményez, mely annak következménye, hogy egy jelentős forgalmi problémát tudunk megoldani, viszonylag kis költségvetésű beruházással. Természetesen szükséges megemlíteni, hogy a Ferihegyi Repülőtérre vezető út további torlódó szakaszai változatlanok maradnak, így a jelentkező időnyereség kifejezetten lokálisan jelentkezik.

## 6. Forgalmobiztonsági vizsgálat

A DDI csomóponti kialakítás jelenleg nem ismert Magyarországon, így mindenképpen fontos, hogy a forgalmobiztonsági lehetőségeket is külön megvizsgáljuk.

Az 1990-es évek végén Magyarországon nem volt ismert csomóponti kialakítás a körforgalom, így egy közlekedésfejlesztéssel foglalkozó kutatócsoport elhatározta, hogy Székesfehérváron egy éjszaka alatt egy korábban balesetveszélyes jelzőlámpás csomópontot átépítenek kísérleti jelleggel körforgalommá.



35. ábra *Kísérleti jellegű körforgalmi csomóponti kialakítás, Székesfehérvár 1998 [7]*

A kísérlet időtartama alatt az alábbiak voltak megállapíthatók [7]:

- a korábbival szemben kétszeresére növekedett a csomópont áteresztőképessége,
- nőtt az autóval közlekedők és a gyalogosok biztonsága, nem történt egyetlen baleset sem a kereszteződésben a kísérleti időszak alatt, míg előtte a jelzőlámpák telezöld jelzése miatt ez többször is előfordult,
- járművezetők 82 százaléka, míg a gyalogosok 57 százaléka találta jobbnak a körforgalmat, mint a jelzőlámpát.

A fenti példa rendkívül jól mutatja, hogy egy olyan csomóponti kialakítás, mely mind elméletben, mind külföldi tapasztalatok alapján jól működik, Magyarországon is

megvalósítható. Természetesen az első DDI csomópont kialakítása esetén fokozott figyelemmel kell lenni a biztonságra, de manapság már sokkal egyszerűbb eszközök léteznek a lakosság tájékoztatására, mint 1998-ban az első körforgalomnál, például lehetőség van az útvonal tervező alkalmazásokban megjeleníteni, egy figyelemfelhívó piktogramot, hogy DDI csomópont.

A DDI csomóponti kialakítás az alábbi pontokban tér el jelentősen egy klasszikus jelzőlámpás csomóponti kialakítástól.

#### *Kis szögű iránykeresztezés*

A két irány viszonylag kis szögben keresztezi egymást, és meghatározott kötelező egyenes haladási irány van érvényben, ennek következtében a két irány helyzetjelzője mögött felsorakozó járművek majdnem szemben állnak egymással, ez megtévesztő lehet. Amennyire a geometriai kialakítás engedi, a két irány között a lehető legnagyobb szögtörés alkalmazandó, illetve ha van lehetőség fizikailag blokkoljuk a szembe irányra való rálátást, és forgalomtechnikai eszközökkel hívjuk fel a figyelmet a kanyarodás tiltására.



36. ábra      Rálátás korlátozása magas növényzettel Dániában



37. ábra Kötelező haladási irány jelzése Dániában

A fenti példákön felül lehetőség van a zöld jelzés esetén útvonalat kijelölő aktív prizmákkal a forgalmi rendet egyértelműsíteni, mint például Szegeden a Kossuth Lajos sugárút (5. sz. főút) és Rókusi körút csomópontjában épült jelzős körforgalomban.

#### *Balra kanyarodás kis ívben*

Az autópályáról lehajtó balra kanyarodó forgalom számára egyértelmű jelzésekkel fel kell hívni a figyelmet, hogy a megszokottól eltérően nem nagyívben van lehetőség balra kanyarodni, mert a csomópont azon szakaszán már kvázi a baloldali közlekedési rend van érvényben. A csomópontban létesítendő középszigetek kialakíthatók úgy, hogy ez az irány fizikailag se tudjon a nem megfelelő helyre kanyarodni, ebben az esetben viszont az egyenesen haladó irány számára csak kisebb sebességű geometria alakítható ki. A kialakítás tervezése során azt az optimumot kell megtalálni, hogy a balra kanyarodó járművek ne mehessenek forgalommal szembe, de az egyenesen haladó irány számára is megfelelő sebességet biztosítson a geometria.

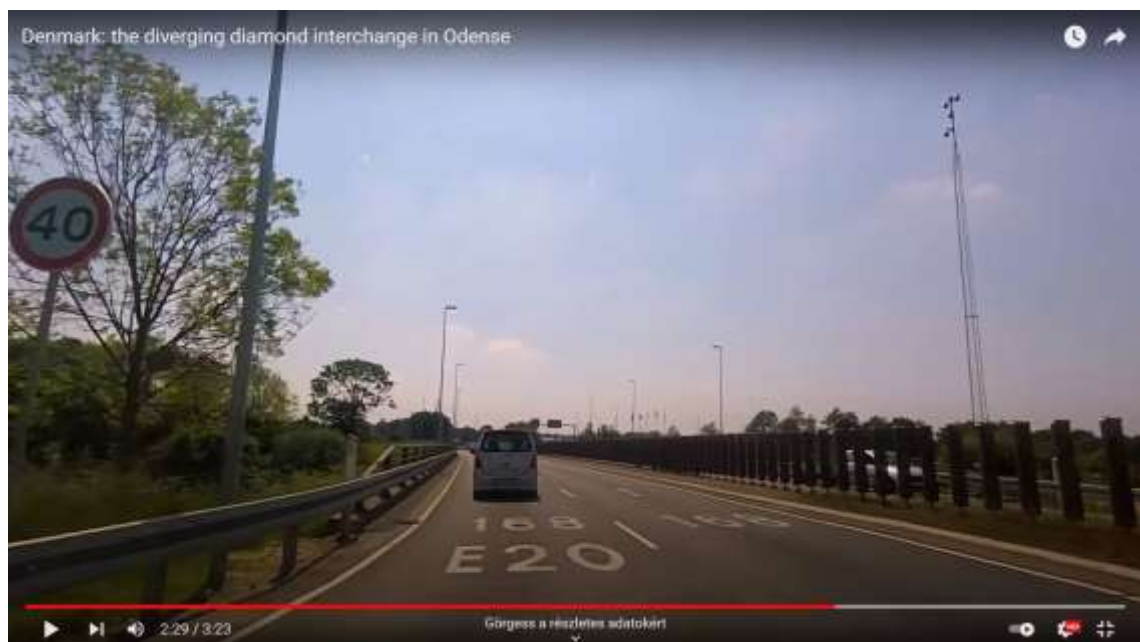




38. ábra Fizikai elválasztás a balra nagyívben kanyarodásnál

#### Baloldali közlekedés

A két jelzőlámpás alcsomópont csomópont között kvázi baloldali közlekedési rend van érvényben, így mindenképpen szükséges a két irány erős fizikai elválasztása.



39. ábra Gyorsforgalmi autótűt jellemű elválasztás a két főirány között Dániában

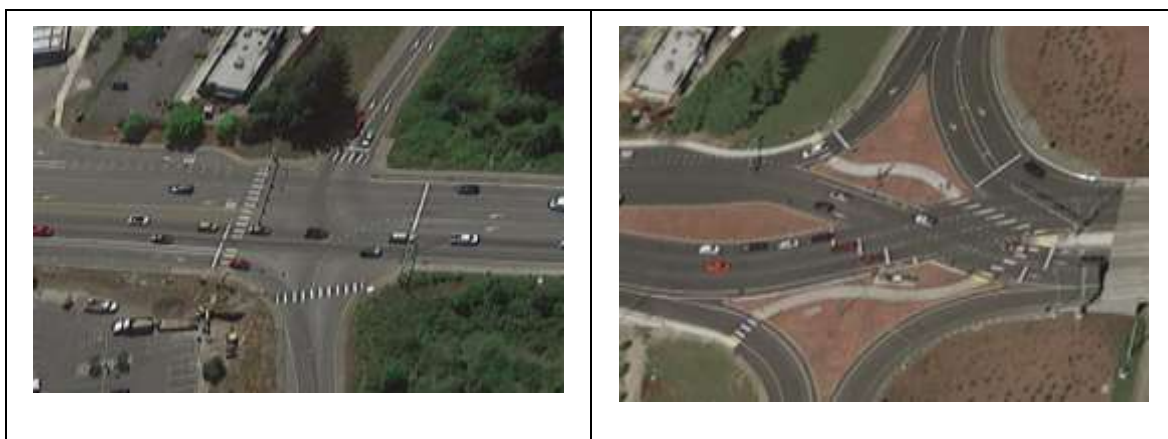
#### Hibás jelzőlámpa

A jelzőlámpa működése esetén burkolati jelekkel, jelzőtáblákkal, aktív prizmákkal és a középszigetek megfelelő kialakításával minden forgalmi irány számára, még rossz látási viszonyok között is egyértelműen kijelölhető, hogy a csomóponti rendszerben merre közlekedjen.

Abban az esetben, amikor a jelzőlámpa nem működik a két részcsomópontban az elsőbbségi viszonyokat mindenképpen rendezni szükséges. A csomóponti kialakítás olyan forgalmi irányok mellett kedvező, hogy a balra, az autópályára fel-, lekanyarodó forgalom nagyobb, mint az egyenesen tovább haladó, így célszerű lenne ennek az iránynak elsőbbséget biztosítani. Ebben az esetben viszont az egyenesen tovább haladó forgalomnak az egyik csomópontban elsőbbsége van, a másikban viszont elsőbbséget kell adnia, mely kialakítás forgalombiztonsági szempontból nem előnyös. Célszerű az egyik egyenesen haladó forgalmi irány kijelölni fő iránynak és mindkét csomópontban ennek elsőbbséget biztosítani, ennek hátránya lehet, hogy nagyobb torlódás várható.

#### *Gyalogos, kerékpáros közlekedés*

A két főirány jobb oldali és baloldali közlekedés közötti váltásához szükségszerűen nagy középzsígetek alakulnak ki, melyek lehetőséget biztosítanak a gyalogos és kerékpáros közlekedés biztonságosabb lebonyolítására. A gyalogos vagy kerékpáros átvezetés hossza ugyan megnő, de egyszerre csak egy közúti irány kersztezése szükséges.



40. ábra *Gyalogos és kerékpáros átvezetés kialakítása DDI előtt és után (USA)*

#### **Nemzetközi baleseti kutatás**

Egy amerikai szakcikk [8] baleseti kutatást végzett 7 olyan csomópontban, melyek az elmúlt években épültek át DDI csomóponttá. A kutatás során összehasonlították a előtti 5 évben regisztrált baleseteket az átadás utáni években tapasztaltakkal. A kutatás megállapította, hogy az azonos irányba haladó járművek oldalirányú ütközéses típuson kívül – mely vagy stagnált vagy nőtt – minden esettípus csökkenést mutatott. A konkrét esetszámokat és a helyszínek baleseti mutatóit az alábbi táblázat foglalja össze.

**Table 2 Results From Reference Site Analysis of Each Site and Groups of Sites**

Site	Before		After		CMF	Std. dev. of CMF
	Treatment Crashes	Reference Crashes	Treatment Crashes	Reference Crashes		
KY	621	658	261	531	0.52	0.05
NY	182	282	38	74	0.78	0.17
TN	76	115	69	100	1.02	0.21
I-44	229	175	145	171	0.64	0.10
US-60	170	639	136	466	1.09	0.14
I-270	430	976	217	844	0.58	0.06
I-435	273	257	63	110	0.51	0.13
All	1981	3102	929	2296	0.63	0.06
KY, NY, TN	879	1055	368	705	0.62	0.05
All MO	1102	2047	561	1591	0.64	0.12
All except I-270	1551	2126	712	1452	0.67	0.04

41. ábra *Baleseti esetszámok összehasonlítása DDI csomóponti kialakítás előtt és után az USA-ban [8]*

## 7. Szabályozási környezet háttérvizsgálat

---

A csomóponti kialakításban kvázi baloldali közlekedési rend alakul ki. Ilyenre jelenleg nincsen példa Magyarországon. Jelen fejezetben azt vizsgáljuk, hogy milyen jogszabályi lehetőségek vannak egy ilyen csomópont kialakítására. A forgalmi rendet az „1/1975. (II. 5.) KPM-BM együttes rendelet a közúti közlekedés szabályairól” közismert nevén a KRESZ szabályozza.

*„Járművel az úttesten - az előzés és kikerülés esetét kivéve - annak menetirány szerinti jobb oldalán, az út- és forgalmi viszonyok szerint lehetséges mértékben jobbra tartva kell közlekedni. Lassú járművel, állati erővel vont járművel, kézikocsival, hajtott (vezetett) állattal, valamint lassan haladó járművel - ha az út- és forgalmi viszonyok lehetővé teszik - szorosan az úttest jobb széléhez húzódva kell haladni.” [9]*

A fogalmak pontos meghatározását a melléklet tartalmazza.

*„Úttest: az útnak a közúti járművek közlekedésére szolgáló része.” [10]*

*„A menetirány szerinti jobb oldal: az úttestnek az a része, amely - a menetirányt tekintve - az úttest útburkolati jellel megjelölt vagy képzeletbeli felezővonalától jobb oldalra esik. Egyirányú forgalmú úton és körforgalmú úton az úttest, továbbá osztottpályás úton a menetirányt tekintve jobb oldalra eső úttest teljes szélességében menetirány szerinti jobboldalnak tekintendő.” [10]*

A fentiek függvényében megállapítható, hogy jelenlegi jogszabályi környezet nem teszi lehetővé, hogy egy úttesten bal oldali közlekedési rend alakuljon ki.

A csomóponti kialakításra a mai jogszabályi környezetnek megfelelően csak abban az esetben van lehetőség, ha a két jelzőlámpás csomópont között két különálló egyirányú forgalmi rendű úttestet alakítunk ki.

Természetesen ez csak egy elméleti lehetőség, valós projekt esetén mindenképpen szükséges egyeztetni és közös álláspontra jutni az érintett Kezelőknek, az UME alól felmentést biztosító Útügyi Bizottságnak és a Hatóságoknak.



## 8. Kialakítás további lehetőségei

A vizsgált csomóponti kialakítást az esetek döntő többségében egy elővárosi gyorsforgalmi környezetben helyezte akár az elméleti szakcikk írója, de a legtöbb gyakorlatban megvalósult példa is autópálya csomópont. A csomóponti kialakítás egyik legnagyobb előnye, hogy a balra kanyarodó irány „kiszervezésre” kerül, így kétfázisú jelzőlámpás csomópontok alakíthatók ki.

Egy csomópontban megjelenő erős kanyarodó irány „kiszervezése” már jelenleg is bevett gyakorlat mind a hazai, mind a külföldi városi környezetben is.



42. ábra *Tömbkerüléssel kiszervezett balra kanyarodó irány Kerepesi út – Hungária körút csomópontban - Budapest*





43. ábra *Tömbkerüléssel kiszervezett balra kanyarodó irány Kőbányai út – Könyves Kálmán körút csomópontban - Budapest*



44. ábra *Városi környezetben kialakított részleges DDI csomópont – Hamburg, Németország*

Azonban jelenleg városi környezetben kialakított teljesértékű DDI csomópontok még a gyakorlatban nem kerültek megvalósításra. A témakör egy további érdekes vizsgálata lehet, hogy milyen feltételek mellett alakítható ki városi környezetben teljesértékű DDI csomópont. Ilyen kutatások már jelenleg is folynak többek között a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Közlekedési- és Járműirányítási tanszékén [11].

## 9. Konklúzió

---

Vizsgálatunk alapján megállapítható, hogy Magyarországon is található több olyan csomópont melyben akár a mai forgalmi viszonyokat is figyelembe véve relevanciája van a DDI csomóponti kialakításnak.

Három konkrét haza példát vizsgáltunk melyek jelenleg saját környezetük szűk keresztmetszetét képezik:

- 7. sz főút – M0 autóút csomópont,
- Budaörs, Sport utca – M1M7 autópálya csomópont,
- 4. sz. főút – Vecsés, Lincoln utca csomópont.

Mindhárom vizsgált csomópont szerepe a távlatban fel fog értékelődni, ezáltal további forgalmi terhelés várható:

- Teljes M0 körgyűrű kiépítés esetén a délnyugati szakaszon található csomópont átveszi a Budai Alsórakpart szerepét, ezáltal forgalmi terhelése megnő,
- Budaörsnek egyre erősebb az agglomerációban betöltött szerepe, ennek köszönhetően a fővárosba ingázók száma is folyamatosan nő, így a vizsgált csomópont terhelése erősödni fog,
- Vecsés és térsége, reptér közelsége miatt az utóbbi években felértékelődött, a vizsgált csomópont a 4. sz. főúttal egy teljesértékű kapcsolatot biztosít, melynek szerepe és ezáltal forgalmi terhelése is folyamatosan nőni fog.

A vizsgálat két csomópont esetében bemutatta, hogy jelentősebb műszaki beavatkozás nélkül, míg egy – budaörsi – csomópont esetében nagyobb volumenű műtárgy beavatkozások mellett, meglévő környezetet/infrastruktúrát felhasználva egy olyan megoldás alakítható mely jelentős forgalmi torlódások okait tudja megszüntetni, ezáltal a térségek egy-egy szűk keresztmetszetét felszámolni, és lehetőséget biztosítani a távlati fejlődésnek.

## 10. Irodalomjegyzék kiegészítendő/szerkesztendő

---

- [1] GAI CONSULTANTS PITTSBURG, ÉPÍTŐIPARI TERVEZŐ VÁLLALAT ONLINE FELÜLETE;  
GAICONSULTANTS.COM
- [2] [divergingdiamondinterchange.org](http://divergingdiamondinterchange.org)
- [3] KÖZPONTI STATISZTIKAI HIVATAL – NÉPSZÁMLÁLÁS 2011
- [4] ENGINEERING NEWS-RECORD, ENR.COM  
WASHINGTON’S FIRST DIVERGING DIAMOND INTERCHANGE COMING, 2018
- [5] MÓDSZERTANI ÚTMUTATÓ EGYES KÖZLEKEDÉSI PROJEKTEK KÖLTSÉG-HASZON ELEMZÉSÉHEZ  
(TRENECON TANÁCSADÓ ÉS TERVEZŐ KFT.)  
METHODOLOGICAL GUIDE TO COST-BENEFIT ANALYSIS OF TRANSPORT PROJECTS, OCTOBER  
2017, TRENECON;
- [6] ROADS & INFRASTRUCTURE AUSTRALIA MAGAZINE, ROADSONLINE.COM.AU  
MAJOR CONTRACTOR OPENS AUSTRALIAN FIRST DIVERGING DIAMOND INTERCHANGE, 2019
- [7] FEJÉR MEGYEI ONLINE HÍRPORTÁL, FEOL.HU  
A NYOMÓGOMBOS VILLANYRENDŐRTŐL A GUMIABRONCSOS KÖRFORGALOMIG, 2021
- [8] TECHBRIEF: FIELD EVALUATION DIVERGINIG DIAMOND INTERCHANGE, 2017  
PUBLICATION No.: FHWA DTFH61-10-R-00030
- [9] 1/1975. (II. 5.) KPM-BM EGYÜTTES RENDELET 25. § (2)
- [10] 1. SZÁMÚ FÜGGELÉK AZ 1/1975. (II. 5.) KPM-BM EGYÜTTES RENDELETHEZ
- [11] SKUPČÁN MARIÁN: SÁVCSERÉLŐS CSOMÓPONTOK (DDI, DLT) ALKALMAZÁSA VÁROSI  
KÖRNYEZETBEN, BUDAPESTI MŰSZAKI ÉS GAZDASÁGTUDOMÁNYI EGYETEM  
SZAKDOLGOZAT 2019

## A sorozat keretében eddig megjelent kiadványok

### 2017.

- |    |  |   |
|----|--|---|
| 1. | NÉMETH András, MILÁVECZ Richárd  | Iparban használatos vízminőségek  |
| 2. | DR. SZILÁGYI Zsombor, DR. SZUNYOG István   | Mérések a gáziparban  |
| 3. | DR. BARNÁ Lajos, EÖRDÖGHNE DR. MIKLÓS Mária, DR. SZÁNTHÓ Zoltán, DR. BALLA József  | A biztonságos ivóvízellátás megteremtésének tervezési eszközei                              |
| 4. | BORBÁS Lajos Dr.   | Felépítés elvű (additív) gyártástechnológiák a gépészetben                                  |
| 5. | BERENCSI Miklós, BERECZKY Ákos, HORVÁTH László, KOVÁCS Gergely, MIHÁLFFY Krisztina | Kerékpárosbarát közlekedéstervezés  |
| 6. | TÜDŐS Tibor, DR. VARJÚ György, DR. PETRI Kornél, GÁBOR András                      | A csillagpontkezelés legújabb külföldi és hazai eredményei (Útmutató és tervezési segédlet) |
| 7. | DR. GARBAI László, DR. JASPER Andor, VÁRADI András                                 | Fűtési és használati melegvíz-igények kockázati elvű méretezése példákkal                   |
| 8. | KÁDI Ottó, DOHÁNY Máté, JÓZSA Bálint, LÁSZLÓ Csaba Tibor, JAKKEL Ottó              | A közúti vasutak (villamos) tervezésével kapcsolatos kézikönyv                              |

### 2018.

- |     |   |   |
|-----|---|---|
| 9.  | BLAZSOVSZKY László  | A gázfogyasztó készülékek égéstermék elvezetésével kapcsolatos szabályozások hiányosságai és ellentmondásai   |
| 10. | CSORDÁS Szilveszter, FORGÁCS Lajos Dr., PÓLYA Endre ifj., RÉV Zoltán, UDVARDY Péter | Orvostechológiai továbbképzés ismeretanyaga   |
| 11. | NÁDASDY Tamás, EGYHÁZY Zita, KOVÁCS Ákos Sándor, SZECSŐ Dániel Géza                 | A közúti biztonsági audit (KBA) jelentések elkészítésének alkalmazási segédlete – A közúti infrastruktúra közlekedésbiztonsági kezeléséről szóló jogszabályhoz és utügyi műszaki előíráshoz kapcsolódó értelmezési, kidolgozási és elfogadtatási javaslatrendszer |
| 12. | DR. SZILÁGYI Zsombor, HORÁNSZKY Beáta   | Földgáz kereskedelem (mérnöki segédlet)   |
| 13. | DR. SZILÁGYI Zsombor  | Az energiahordozók jövője – kőolaj, földgáz, megújulók  |
| 14. | S. VÍGH Judit, DOHÁNY Máté  | Magános közlekedők baleseti súlyosságának csökkentése mobil applikáció segítségével   |
| 15. | DR. BALIKÓ Sándor, DR. CSÚRÓK Tibor, NOVÁK Dániel, ORBÁN Tibor, DR. ZSEBIK Albin    | Ötletlapok I. – Energiahatékonyság növelő ötletek egyszerű energetikai és gazdasági számításai  |
| 16. | DARABOS Zoltán, KOLTAI Henrik, SZABÓ Tamás, SZÁSZ Béla, VAJDA Sándor                | Felvonók felújítása és átalakítása – Műszaki segédlet   |
| 17. | TÜDŐS Tibor, KRUPPA Attila  | Alapozásföldelők új tervezési elvei és kivitelezési módszerei – Tervezési segédlet és kivitelezési útmutató   |
| 18. | FENYVESI Zsolt  | Tűzvédelmi tervek tartalmi szabályainak átdolgozása   |



19.	GÁBORI László Dr., BEINSCHRÓTH József Dr., NÓGRÁDI Gábor, RÁTKAY Tamás	Nagyméretű informatikai beruházásoknál (fejlesztéseknél) ajánlott szoftveroldali tervdokumentációk tartalmi elemeinek meghatározása (I. – II. kötet)
20.	DR. DIVÓS Ferenc	Az élő fák stabilitása – mérnöki megközelítés – Élő fák, mint teherhordó faszerkezetek
21.	DR. KARÁCSONYI Zsolt	Faanyagok tartós szilárdsága
22.	BARNA Lajos Dr., ERDEI István, JASPER Andor Dr., TAKÁCS Gyula	Segédlet épületek csatorna-berendezéseinek tervezéséhez
23.	ANTÓK Péter István, FÜZÉR Ferenc, SÁRKÖZI András	Fényvezető kábelszakaszok műszaki-minőségi ajánlás gyűjteménye
24.	JANCSÓ Béla, DR. KULCSÁR Alexandra, NÉMETH Gábor, DR. VÍMI Zoltán, DÉRI Lajos, SZIMANDEL Dezső	Vízjogi engedélyezési eljárással kapcsolatos dokumentációk és engedélyeztetéssel kapcsolatos követelmények a 2018.01.01-én hatályba lépett 41/2017. (XII.29.) BM rendelet alapján
25.	DR. TAKÁCS Bence, DR. SIKI Zoltán, DR. ÉGETŐ Csaba, BÉNYI László	Mérnökegeodéziában alkalmazott alapponthálózatok – A jó gyakorlat bemutatása mintapéldákkal
26.	DR. MÓCZÁR Balázs, LAUFER Imre, TÓTH Gergő, WOLF Ákos	Korszerű támszerkezetek tervezése
27.	HALÁSZ Györgyné Dr., CSERVENYÁK Gábor, TUCZAI Attila, VIRÁG Zoltán	Különböző funkciójú épületek klímatechnikája II.
28.	KÁDI Ottó, JÓZSA Bálint	Kerékpáros balesetek létesítmények szerinti vizsgálata
29.	GARBAI László Dr., JASPER Andor Dr., PELLER József Bendegúz	Hőteljesítményátviteli tényező alkalmazása távhőrendszerek optimális szabályozásának modelljében
30.	GARBAI László Dr., SÁNTA Róber Dr., JASPER Andor Dr.	A kompresszoros hőszivattyúk optimalizálása – Tervezés és üzemeltetés
31.	LADÁNYI Gábor Dr.	Diagnosztika a karbantartásban
32.	MÉSZÁROS János, MOLNÁR Tibor, RITZL András	KIÜRÍTÉSI ÉS MENEKÜLÉSI ÚTVONALBA ÉPÍTETT AJTÓK tervezési segédlet (2018)
<b>2019.</b>		
33.	BLAZSOVSZKY László	Földgáz elosztóvezetékek üzemeltetése
34.	DR. SZILÁGYI Zsombor	A megújuló energiahordozók jövője Magyarországon
35.	FORGÁCS Lajos Dr., HAIDEGGER Tamás Dr., PÓLYA Endre ifj.	Új fejlesztések, innovatív megoldások az orvostechnológia terén
36.	VARRÓ Beáta, DR. KIS András	Magyarországon előforduló, épületekbe beépített faanyagokat károsító gombák vizsgálata és azonosítása DNS diagnosztikával
37.	MANNINGER Marcell, SZEPESHÁZI Attila, SCHEURING Ferenc, MOLNÁR György	Munkatér határoló szerkezetek
38.	KORSÓS András, RÁDULY Zsolt	A közterületi és belterületi térfigyelő kamerarendszerek tervezési irányelvei
39.	GERGELY Edit, DR. BEZEGH András	Módszertani útmutató az üvegházhatású gázok közvetlen és közvetett kibocsátásának számítására

40.	DR. BEZEGH András, BITE Pálné Dr., GERGELY Edit	Városi környezetvédelem (Fenntartható és okos városok)
41.	GÓDOR Balázs, DR. KÁSA László, SZÉKELY Bence	Híddaruk méretezési segédlete (2019.)
42.	FÜRJES Andor Tamás, KOTSCHY András, NAGY Attila Balázs, CSOTT Róbert	Teremakusztikai méretezés gyakran előforduló szituációkban
43.	DR. KARÁCSONYI Zsolt	Faanyagok tartós szilárdsága Faanyagok szilárdságának változása az idő függvényében
44.	DR. BALIKÓ Sándor, ORBÁN Tibor, VARGA Péter, DR. ZSEBIK Albin	Ötletlapok II. – Energiahatékonyság növelő ötletek egyszerű energetikai és gazdasági számításai
45.	PRIMUSZ Péter, PhD.	Hajlékony útpályaszerkezetek méretezése talajstabilizációk figyelembevételével
46.	NÉMETH Balázs, HÁMORI Sándor, KOSTYÁK Attila, VÍGH Gellért	Különböző funkciójú épületek klimatechnikája III. Segédlet ipari épületek lég- és klimatechnikai rendszereinek tervezése
47.	JANCSÓ Béla, KAVECZKI Gergely, KÓCZÁN Gábor, LABORCZI Tamás, KNOLMÁR Marcell, RAUM László	Csapadékvízgazdálkodás tervezési követelményei Hogyan tervezzünk városi csapadékelvezető rendszereket
48.	DOHÁNY Máté, SCHVANNER Norbert	Kerékpárosok sebességének felülvizsgálata jelzőlámpás csomópontokban
49.	JÓZSA Bálint, S. VÍGH Judit	Sebességcsökkentés hatásainak vizsgálata gyorsforgalmi utakon
50.	DR. ZSEBIK Albin, NOVÁK Dániel	Projektlapok I. – Energiahatékonyság növelő javaslatok projektlapjai
51.	DR. MÓGA István	Beruházási projektek szabályozási és szabvány környezete, Tervezési követelmények meghatározása
52.	DR. GÁBORI László, DR. BEINSCHRÓTH József, NÓGRÁDI Gábor, RÁTKAY Tamás	Informatikai Tervező szakmai minősítő rendszere (Informatikai szakmai terület illesztése a Mérnök Kamarai működési rendbe és rendszerekbe) I. kötet: Konceptió és modell II. kötet: Modell illesztése III. kötet: Tudástár
53.	VIRÁG Zoltán, GYURKOVICS Zoltán, SZAKÁL Szilárd, VIRÁG Zsolt, ORCSI Attila	Országos Tűzvédelmi Szabályzat épületgépész értelmezése a szakmai gyakorlatban Segédlet a gyakorló épületgépész mérnökök számára I.
<b>2020.</b>		
54.	DR. KISS Jenő, CSERMELY Gábor	JAVASLAT az egyszerű bejelentésű lakóépület megvalósításának – tervezés építés – módszerére

55. DR. SZILÁGYI Zsombor A hidrogén a környezetbarát energiahordozó, Hidrogén az energetikában
56. VARGA Tamás, DR. SZEDENIK Norbert, DR. KOVÁCS Károly, KRUPPA Attila, KULCSÁR Lajos, KAPITOR György, TURI Ádám A nem norma szerinti villámvédelem egységes műszaki követelményrendszerének kialakítása és javaslat a teljes villámvédelmi szabályrendszer jövőbeli egységesítésére
57. KÁDI Ottó A gyalogosközlekedés közúti keresztezései
58. MOLNÁR Szabolcs „Hulladékból konnektorba” A települési szilárd hulladék energetikai hasznosításának lehetőségei
59. VÁRDAI Attila Segédlet szabadidős létesítmények tartószerkezeti tervezéséhez
60. DR. BEJÓ László Szénlábnyom-elemzés készítése a faiparban
61. JANCsó Béla, NÉMETH Gábor, SZIMANDEL Dezső Szakmai útmutató vízellátási-művelési tervezők számára a 2020 január 1-én hatályba lépett „VIZEK keretrendszer” használatához
62. FELLEGI Zsóka, KARAFÁ Balázs, KOCH Edina, KOVÁCS Gábor, MURINKÓ Gergő, TÓTH Gergely József Munkagödörök és földművek víztelenítése
63. HOLÉCZY Ernő, OLÁH Róbert, DR. SIKI Zoltán, DR. TAKÁCS Bence, DR. TÓTH Zoltán, VARGA Tibor Módszertani útmutató az elavult ingatlan-nyilvántartási térképek korszerű technológiákkal végzett felújításához
64. DR. GÁBORI László, DR. MOLNÁR Bálint, NÓGRÁDI Gábor, RÁTKAY Tamás Az Informatikai Tervező tervezési segédlete
65. NÁDASDY Tamás, TOMASCHEK Tamás, PALÁSTY István, SZECSŐ Dániel Géza Dinamikus forgalomirányítás tervezői segédlete gyorsforgalmi úthálózat esetén
66. LENGYEL István Szakmai útmutató szolgalmi jogok alapításához (mérnöki segédlet)
67. NÉMETH Balázs, SZLOVÁK Krisztián, VÍGH Gellért Épületgépészeti tervezéshez praktikus, gyakorlati adatbázis
68. FÜRJES Andor Tamás, BORSINÉ Arató Éva, NAGY Attila Balázs, ILLYÉS László, BORSI Gergely Teremakusztikai méretezés gyakran előforduló szituációkban (példatár)
69. DR. BORBÁS Lajos, GONDA Zoltán Optikai feszültségvizsgálat – Kísérleti eljárás a konstrukció fejlesztésére, szerkezetek anyagfelhasználásának és teherviselésének optimalizálására

## 2021.

70. BLAZSOVSZKY László A gázipar és a kéményseprő-ipar határterületeinek szabályozási anomáliái a szakmagyakorlók és a felhasználók szemszögéből
71. FORGÁCS Lajos Dr., NAGY Gábor, RÉV Zoltán Kórháztervezés új szempontjai a 21. században - Korszerű kórházak infrastrukturális egységei
72. HOLÉCZY Ernő, KISS Albert Miklós, KOVÁCS István, Dr. TAKÁCS Bence Géza, Dr. TÓTH Zoltán M.2.-2021. Mérnökgeodéziai tervezési segédlet
73. Dr. BEJÓ László Az ipar 4.0 alkalmazási lehetőségei a faipar területén

- |     |   |   |
|-----|---|---|
| 74. | BORBÉLY Dániel, HUDACSEK Péter, KARNER Balázs, KOVÁCS László, SÁNDOR Csaba  | Monitoring, a geotechnikai kockázatkezelés eszköze  |
| 75. | FELFÖLDI Krisztina, JÁMBOR András, TÓTH Sándor, BÜKI Gábor, GÓDOR Balázs  | Emelőgépek időszakos vizsgálatának eljárásrendje  |
| 76. | GYURKOVICS Zoltán, RÉBAY Lajos, NAGY Bernát   | Szakmai útmutató az épületgépész felelős műszaki vezetők és műszaki ellenőrök számára   |
| 77. | Dr. ZSEBIK Albin, NOVÁK Dániel, PAPP Ábrahám  | Hulladék hő hasznosítás - hűtés és fűtés összekapcsolása<br>Segédlet az elemzéshez és gyakorlati példák bemutatása  |
| 78. | CZINE Ferenc, HIRKÓ György  | Elektromos meghajtású mikromobilitási eszközök -<br>Jellemző paraméterek  |
| 79. | KALMÁR Tamás, dr. LÁNYI Péter, HÓZ Erzsébet   | Kerékpárút hálózatok vizsgálata a fejlesztések és<br>úthasználók tapasztalatai alapján  |
| 80. | VARGA Tamás, FARKAS Péter János, Dr. TOKODY Dániel, ZSARNOVSZKI Attila, MÉSZÁROS Tamás, VERESS Árpád  | Építmény villamossági tervezés robbanásveszélyes<br>környezetben  |
| 81. | Dr. VONA Márton, Dr. BALATONYI László, TÉCSŐY István  | Dombvidéki víz visszatartás, kisvízfolyások szabályozása<br>természet közeli megoldásokkal<br>Kisléptékű víz visszatartás, kistelepülés-léptékű<br>vízmegtartó megoldások |
| 82. | ZANATHY Valéria, BUZÁS Györgyi, TÓTH László   | Acélszerkezetek korrózió elleni védelme –<br>Acélszerkezetek korrózió elleni védelmére vonatkozó<br>szabványok, előírások, szakmai tapasztalatok<br>összefoglalása        |
| 83. | JÓZSA Bálint, DOHÁNY Máté   | DDI avagy a fordított gyémánt csomópontok vizsgálata és<br>magyarországi alkalmazhatósága   |
| 84. | SZÉPSZÓ Gabriella, ALLAGA-ZSEBEHÁZI Gabriella, LAKATOS Mónika, SZENTES Olivér, TAKSZ Lilla, SELMECZI János Pál, Dr. CZIRA Tamás, CSÓKA Gergely, BAKA György | Éghajlatvédelmi vizsgálatok módszertana és az azt<br>megalapozó adatbázisok alkalmazása   |
| 85. | ZSIGMONDI András, MARIÁN Gábor, WÉBER László  | A műszaki egyenértékűség és helyettesítő termék<br>egyenértékűségének megállapítási módjai  |
| 86. | NAGY János, HORVÁTH Rita, KAPITOR György, MERTLI Ferenc, PAPP Ábrahám, SITKU György, Dr. ZSEBIK Albin   | Világítástechnika - segédlet az EKR dokumentáció<br>készítéséhez – Alapismeretek és mintapéldák   |
| 87. | CSENDES János, VELLER Tamás   | Épületautomatika – Összefüggésben az<br>Energiahatékonysági Kötelezettségi Rendszerrel  |