

LXVII. ÉVFOLYAM 2. SZÁM  
2017. ÁPRILIS

# KÖZLEKEDÉSTUDOMÁNYI SZEMLE



A KÖZLEKEDÉSTUDOMÁNYI EGYESÜLET SZAKLAPJA  
ALAPÍTVÁ 1951-BEN



# EPA

epa.oszk.hu

Elektronikus Electronic  
Periodika Periodicals  
Archívum és Archive and  
Adatbázis Database

E-újságok és digitális folyóiratok online könyvtára

a magyar online sajtó teljes nyilvántartása

A VISSZAFORDULÓ MŪVELŐDÉS ÉS  
KOZLEMÉNYEI  
1960

Orvosi  
Egyesület  
1. kötet

MENCSIRY VIKTORUS  
MUNKÁI

KORALL

MAGYAR  
KÖNYV-  
SZEMLE

KÖNYV-  
ÉS SAJTSZÖRÖGÉSEI  
FOLYÓIRAT  
REVUE  
DES LITTÉRATURES  
ET DE LA LITTÉRATURE

cikkszintű feltárás

ERDÉSZETI LAPOK

AQUILA

ItK

kurrens lapok, folyóiratok

sajtótörténetünk kincsei

PESTI HIRLAP

NAPTÁRA-1941

ÖRÖKSÉGÜNK

ORSZEM JANKÓ

Pényszórá

MAGYAR  
IPARMŰVESZET

SZERKESZTI Györgyi Kálmán

# EPA

## **ELEKTRONIKUS PERIODIKA ARCHÍVUM ÉS ADATBÁZIS E-újságok és digitális folyóiratok online könyvtára**

*Az EPA feladata a magyar, és magyar vonatkozású elektronikus időszaki sajtó nyilvántartása, illetve szolgáltatása. Gyűjtőkörébe tartoznak a hagyományos lapok, folyóiratok digitalizált és online változatai, valamint a kifejezetten elektronikus formában élő kiadványok is. Az EPA adatbázisán keresztül megtalálhatók az interneten elérhető jelentős tudományos és kulturális szakfolyóirataink, a határon túli magyar lapok, napi- és hetilapok, de a szórakoztató, szakmai és diáklapok, közérdekű blogok, sőt, muzeális értékű sajtótermékeink digitalizált változatait is fellelhetjük. Az EPA szolgáltatás tartalmi bővítéséhez hozzájárulhat bárki – magánszemély vagy intézmény –, amennyiben időszaki kiadvány jellegű tartalmat tesz közzé online vagy ilyen tartalom elérhetőségét ismeri.*

*Az EPA katalógus számára továbbá bárki ajánlhat az interneten online elérhető, vagy CD/DVD-n kiadott, illetve nyilvánosan semmilyen formában nem publikált, de digitális formában elérhető (offline) időszakos forrást, időszakos kiadványt.*

### **További információ:**

<http://epa.oszk.hu>

<http://www.epa.hu>

<http://efolyoirat.oszk.hu>

Országos Széchenyi Könyvtár

E-könyvtári Szolgáltatások Osztálya

1827 Budapest, Budavári Palota „F” épület

tel.: (36)-1-487-8627

e-mail: [epa-info@mek.oszk.hu](mailto:epa-info@mek.oszk.hu)

## Közlekedéstudományi Szemle Megrendelőlap

Alulírott.....

megrendelem a Közlekedéstudományi Szemlét a következő hónaptól az alábbiak szerint:

A megrendelő neve:

**Előfizetés 1 évre:**

Nyomatott változat 8280.- Ft

Címe (ahová a lapot kéri):.....

példány

Telefonszám: .....

Egyéni KTE tagoknak nyomtatott változat 4140.- Ft

Fax: .....

példány

E-mail: .....

Az előfizetési díjról számlát kérek:

**Az előfizetési díjat az alábbiak szerint fizetheti be\*:**

Igen

Nem

Banki átutalással (név és cím feltüntetésével) az alábbi bankszámlaszámra: 10200823-22212474

Számlázási név:

.....

Számlázási cím:

.....

.....

KTE tagoknak a tagnyilvántartó rendszeren keresztül bankkártyával (csak nyomtatott változat esetén)

Az első lapszám kézbesítésére az előfizetési díj befizetését követően kerül sor. Az egyéves előfizetés 6 lapszámot tartalmaz.

\* A megfelelőt kérjük beikszelni!

.....

dátum

alíírás

*Kérjük, hogy a megrendelő lapot e-mailben a [szemle@ktenet.hu](mailto:szemle@ktenet.hu) e-mail címre, faxon a 06-1-353-2005 számra, vagy a 1066 Budapest Teréz krt. 38. II. em. 235. postacímre szíveskedjen elküldeni!*

**Digitális változat:** a hozzáférés, a fizetés és a számlázás is a Dimag.hu oldalán megadottak szerint.

- **NEM KTE tagok** a [http://www.dimag.hu/magazin/Kozlekedestudomanyi\\_Szemle](http://www.dimag.hu/magazin/Kozlekedestudomanyi_Szemle) oldalon rendelhetnek 6.000 Ft/év áron.
- **Egyéni KTE tagoknak** a megrendeléshez az alábbi részt kell kitölteni és megküldeni a szemle@ktenet.hu címre. Ezt követően **kuponkódot** küldünk, amivel a [http://www.dimag.hu/magazin/Kozlekedestudomanyi\\_Szemle](http://www.dimag.hu/magazin/Kozlekedestudomanyi_Szemle) oldalon 4.140 Ft/év áron rendelheti meg a lapot.

Megrendelő neve: ..... E-mail címe: .....

.....

dátum

.....

név

## KÖZLEKEDÉSTUDOMÁNYI SZEMLE

A közlekedési szakterület tudományos lapja  
VERKEHRSWISSENSCHAFTLICHE RUNDSCHAU  
Zeitschrift des Ungarischen Verein  
für Verkehrswissenschaft  
REVUE DE LA SCIENCE DES TRANSPORTS  
Revue de la Société Scientifique Hongroise des Transports  
SCIENTIFIC REVIEW OF TRANSPORT  
Publication of the Hungarian Society  
for Transport Sciences

Megjelenik kéthavonta  
www.ktenet.hu

ALAPÍTOTTA:  
a Közlekedéstudományi Egyesület

SZERKESZTŐBIZOTTSÁG:  
Kövesné Dr. Gilicze Éva elnök  
Dr. Katona András főszerkesztő

Dr. Békési István  
Berta Tamás  
Bretz Gyula  
György Tibor  
Horváth Lajos  
Mészáros Tibor

Dr. Prileszky István  
Szűcs Lajos

Dr. Tánzos Lászlóné  
Dr. Tóth János  
Dr. Tóth László  
Zsolnay Tamás

SZERKESZTŐSÉGI TITKÁR:

Ráczné dr. Kovács Ágnes  
Tel./Fax: 353-2005, 353-0562  
E-mail: szemle@ktenet.hu

DOI szerkesztő: dr. Török Ádám

SZERKESZTŐSÉG:  
1066 Budapest, Teréz krt. 38. II. 235.

FELELŐS KIADÓ:  
Dr. Tóth János,  
a Közlekedéstudományi Egyesület főtítkára

KIADJA:  
Közlekedéstudományi Egyesület  
1066 Budapest, Teréz krt. 38. II. 235.  
www.ktenet.hu

MEGBÍZOTT KIADÓ:  
Press GT Kft.  
1139 Budapest, Úteg u. 49.  
Tel.: 349-6135

E-mail: info@pressgt.hu

NYOMDAI KIVITELEZÉS:  
Informax Millenium kft.  
Felelős nyomdavezető: Bocskay Endre

TERJESZTŐ:  
Magyar Posta Zrt. Központi Hírlap Iroda  
Előfizethető a Közlekedéstudományi Egyesületnél  
Egy szám ára: 1380 Ft, Éves előfizetés: 8280 Ft  
Egyéni KTE tagnak tagdíjjal: 5140 Ft  
Nyugdíjas és diák KTE tagnak tagdíjjal 4640 Ft

ISSN 0023 4362

A Közlekedéstudományi Szemlét vagy annak részleteit a Szerkesztőbizottság írásos engedélye nélkül bármilyen formában reprodukálni és közölni tilos.

A cikkek tartalma nem minden esetben egyezik a szerkesztőség véleményével.  
Kéziratot nem örzünk meg.

# TARTALOM

**Dr. Tóth János**

Ajánlás 6

**Kövesné dr. Gilicze Éva**

A közlekedéstudomány helye, szerepe a hazai tudományos rendszerben 7

**Dr. Katona András**

Mérhető-e a tudományos teljesítmény? 8

**Bilicsi Erika**

Online megjelenő folyóiratcikkek azonosítása és elérésének biztosítása DOI segítségével 10

**Dr. habil. Monigl János**

Útvonalkereső és forgalom-ráterhelési eljárás közlekedési hálózatokban 13

**Lukács Norbert – Dr. Tésits Róbert –**

**Dr. Alpek B. Levente**

A Paks-Kalocsa híd várható, az erőmű bővítéséhez kapcsolódó munkaerőpiaci és mobilitási hatásai 22

**Beneda Károly – Kisszögyémi István**

Automatikus működtető rendszer számítógéppel segített tervezése kísérleti sugárhajtómű változtható geometriájú fúvócsövéhez 37

**Balogh Imre**

A X/B páneurópai vasúti közlekedési folyosó-szárny 53

**Nekrológ**

**Emlékeztető** 66

*Melléklet*

*Közlekedésbiztonság- Közlekedési környezetvédelem*

**Henési Diána Sarolta – Dr. Horváth Balázs – Dr. Szegedi Anikó**

Idősek közlekedésbiztonsága 71

**Tisztelt Olvasó!**

A Közlekedéstudományi Szemle nem csak nyomtatott, hanem digitális változatban is olvasható. A [www.dimag.hu](http://www.dimag.hu) portálon kiválasztható az az eszköz – Pc, tablet, „okos telefon” – amire a lapot le szeretné tölteni, előfizetésre pedig bankkártyás fizetéssel van lehetőség. A digitális változat előfizetési díja 8280 Ft helyett csak 6000 Ft évente, KTE egyéni tagnak 4140 Ft. Az előfizetőknek a portál automatikusan jelzi az új lapszám megjelenését. Valamennyi letöltött lapszám tartalma a továbbiakban egy helyen, az Ön által használt elektronikus eszközre optimalizálva lesz elérhető. Reméljük, hogy hamarosan üdvözölhetjük a digitális előfizetőink között.

# Tisztelt Olvasó!

A Közlekedéstudományi Egyesület a nevéből adódóan mindig fontosnak tartotta és most is kiemelt feladata a szakmai, tudományos publikálás lehetőségének biztosítása. Korábban három folyóiratot adtunk ki (Közlekedés- és Mélyépítési Szemle, Városi Közlekedés és Közlekedéstudományi Szemle), amelyekben megjelent cikkek a tudományos előmenetel során is figyelembe vehetők voltak. A Magyar Tudományos Akadémia által elvárt lektorálás és referálás feltételeit teljesítették a lapok. Jelenleg a Közlekedéstudományi Szemle az egyetlen KTE kiadású szaklap, amely továbbra is biztosítja a hazai, magyar nyelvű tudományos publikálás lehetőségét. Az újraindított Városi Közlekedés célja a szakmai ismeretterjesztés, nem feltétlenül tudományos igényességgel. Idegen nyelvű cikkek megjelentetésére a hazai egyetemek szakosodtak, ezek között van olyan, amely nemzetközi tudományos mércével is rangosnak tekinthető, úgynevezett impakt faktorral rendelkezik.

A Közlekedéstudományi Szemle a rendszeres publikálás lehetőségét kívánja megadni a kutatás-fejlesztés területén eredményeket elért kollégák számára, ezzel is segítve a tudományos fokozat megszerzését. A szerzők számára a megjelenésen túl az is előnyt jelent, ha cikkeikre mások hivatkoznak, amit az Akadémia szintén nyilvántart és beszámít a különböző publikációs pontszámításoknál. Ezen hivatkozásokat segíti a DOI szám, ami egyértelműen meghatároz egy cikket az összes paraméterével, így a hivatkozások is lényegesen egyszerűbbé válnak. Bízunk abban, hogy a szerzők számára ezzel a lehetőséggel is vonzóbbá tesszük a lapot.

**Dr. Tóth János**  
*KTE főtitkár*



KTE

## A KÖZLEKEDÉSTUDOMÁNY HELYE, SZEREPE A HAZAI TUDOMÁNYOS RENDSZERBEN

A közlekedéstudomány olyan alkalmazott tudományág, amelynek feladata a közlekedés és környezetének elemzése, kölcsönhatásaiak feltárása a közlekedési-szállítási igénymeghatározás, az emberi környezetet figyelembevevő biztonságos forgalomlebonyolódás, az erőforrásokkal való takarékoskodás, a káros hatások kiküszöbölése, azaz a teljes közlekedési rendszer – a közlekedési folyamatok, létesítmények és eszközök – komplex módon történő, logisztikai szemléleten alapuló tervezése és társadalmilag hatékony működtetése céljából. Egyfelől a közlekedési rendszer biztosítja az emberek, áruk, szolgáltatások szabad áramlásának feltételeit, másfelől a közlekedési balesetek, az energiafogyasztás, a lég- és zajszennyezés, valamint a területfoglalás következtében a környezetet károsítja. Az igényalakításra épülő közlekedés fejlesztésének hozzá kell járulnia az életminőség javításához és a környezettel összhangban álló fenntartható fejlődéshez. A közlekedéstudomány által feltárt mai, de még inkább a jövőbeni közlekedési problémák megoldása egy integrált közlekedéspolitikát jelent, amely nem a részrendszerek optimális működését, hanem a teljes közlekedési rendszert célozza. Különböző intézkedéseket és megvalósítási eszközöket jelent, amelyek hatásmechanizmusa az ok - okozati összefüggérendszerrel kapcsolódik a különböző térbeli és felelőségi szintekhez, az időhorizonthoz. A tudomány által támogatott, felgyorsult technikai, technológiai és informatikai fejlődés segíti az integrált közlekedési rendszerek működését, amely rövid távon problémakezelést, középtávon probléma megoldást, hosszú távon a probléma megelőzését jelentheti. A feladatokat a közlekedéstudomány önállóan, de nem egymagában képes megoldani, és magába foglal más tudományágakba is sorolható diszciplínákat.

A közlekedéstudományt az Magyar Tudományos Akadémia az 1950-es évektől önálló tudományterületnek, 2000. évtől pedig a műszaki tudományterületen belüli tudományágnak tekinti. Így a tudományterülethez kapcsolt tudományos fokozatok között szerepelt a közlekedéstudomány kandidátusa (CSc) és a közlekedéstudomány doktora (DSc) fokozat. A 169/2000. kormányrendelet nyolc tudományterületet határozott meg összesen 55 tudományággal. A tudományterületekhez tartoznak a tudományos osztályok és az ezek által működtetett tudományos bizottságok. A tudomány doktora fokozatot felváltotta 2000. évtől az MTA doktora fokozat, amelyet a tudományos bizottságok, majd az illetékes tudományos osztály javaslata alapján az MTA Doktori Tanácsa ítél oda. A nagyszámú doktori téma és az egyes tudományágak fejlődése 2016-ban háromszintű besorolást igényelt a tudományterület, a rész tudomány terület és a tudományág vonatkozásában. Ez a közlekedés számára a bizottsági és a tudományági megnevezésben a közlekedés és járműtudomány elnevezést jelentette, ezzel is hangsúlyozva a forgalomlebonyolódás során a jármű meghatározó szerepét.

A kandidátusi fokozatot felváltotta az európai felsőoktatási gyakorlat alapján az egyetemek tudományos fokozat kiadási jogának biztosítása az egyetemi képzés szerves részeként. A PhD fokozat megszerzése a képzés harmadik szintjét jelenti, és csak azon egyetemeken lehetséges, ahol doktori iskola működik.

A tudományágak és mesterszakok rendszerét a doktori iskolák létesítéséhez a MAB 2012/7/III/9. és a 2014/7/VI/1. határozata adja meg. Ez a közlekedés számára a műszaki tudományterületet, a közlekedés- és járműtudomány tudományágot, valamint három mesterszakot (közlekedésmérnöki, logisztikai mérnöki, járműmérnöki) jelent. A doktori iskolák akkreditációja, beleértve a törzstagok és témavezetők iránti tudományos elvárásokat, szigorú követelményrendszerre épül.

A közlekedéstudomány művelése jelenleg akadémiai vagy ágazati kutatóhelyeken, egyetemi tanszékeken és tudásközpontokban történik állami vagy pályázati finanszírozási keretből, szolgálva a közlekedésfejlesztést, a tananyagfejlesztést, valamint az egyéni fokozatszerző tevékenységet. Az eredmények közzététele magyar vagy idegen nyelven akadémiai, intézeti, egyetemi tudományos lapokban, illetve széles körben elérhető lektorált, referált, független tudományos szakfolyóiratokban történik. A hazai tudományos minősítés és a tudományos életben való előrehaladás feltétele a tudományos folyóiratokban való megjelenés, majd az ezt követő tudományos hivatkozások száma és helye.

**Kövesné dr. Gilicze Éva**  
*a közlekedéstudomány doktora*

## MÉRHETŐ-E A TUDOMÁNYOS TELJESÍTMÉNY?

A Közlekedéstudományi Szemle (KTSZ) hosszú – 1951 az első évfolyam – történetében számos fontos fejezet volt, amelyek részben az éppen regnáló hatalom függvényében, a tudományos irányzatok és trendek működésétől függően változtak. Egy vonal azonban lehet mondani, hogy töretlen volt, ez pedig a közlekedés, a közlekedéstudomány szolgálata. Azt, hogy ezt a szolgálatot miként és milyen hatékonysággal látta el a KTSZ, az már lehet vita tárgya, ami tartalmazhat számos objektív és szubjektív részt, tényezőt. Magam is tisztában vagyok azzal, hogy a tudományos teljesítmény, a tudományos eredményesség mérésével számos külföldi és hazai szakcikk, tanulmány, sőt folyóirat is foglalkozik, amelyek átfogó ismeretével sajnos nem rendelkezem, de több publikáció alapján, mentén megkísérlem gondolataimat összegezni, bízva abban is hátha a közlekedéstudomány területéről akad néhány kolléga, aki veszi a fáradságot, és saját gondolatait közreadja a KTSZ-ben, segítve ezzel a tudományos közgondolkodást, és talán még a hiányolt „Vélemény” rovat is tartalmat kapna. Hogy miért pont most jutottam el arra az elhatározásra, hogy ez irányú észrevételeimet kifejtssem, arra talán magyarázatot ad, hogy jelen számtól kezdve (2017. április) bevezetjük a Digital Object Identifier (DOI) rendszert, ami a digitális környezetben fellelhető tartalmak azonosítására szolgál, amelyek lehetővé teszik a keresett információk megtalálását a világhálón. (Bővebben és szakszerűbben a Bilicsi Erika által jegyzett kitűnő írásban olvashatnak a lapszám 10-11. oldalán)

Mindezek után érdemes áttekinteni, hogy a témával részletesen foglalkozók miként kísérelik meg a tudományos eredmények mérését rendszerezni úgy, hogy esetleg szélesebb körű egyetértésre is találjanak: „(1) a tudományos teljesítmény (továbbiakban: teljesítmény) eléggé nehezen megfogható fogalom, ami nagyjából a tudományos kutatómunka mennyiségét, minőségét, értékét, jelentőségét foglalja magában (időegységre vonatkoztatva); (2) a teljesítmény mérésére vagy legalábbis hozzávetőleges értékelésére minden szinten szükség van; (3) mivel az értékelés komoly egzisztenciális, illetve anyagi érdekeket is érint, azt lehetőleg objektív adatok alapján, a szubjektív elemek kizárásával kell végezni; (4) a rendelkezésre álló egyszerű objektív adatok között nincs egy olyan sem, amelyre alapozva az értékelés könnyen, gyorsan, egyszerűen és ezzel együtt megbízhatóan elvégezhető lenne, ezért az értékelésnek több adatra ki kell terjednie, és ezeket az adatokat komplex, beleérző módon, az eseti specialitásokra is figyelemmel kell értékelni. A sok adatra kiterjedő, komplex értékelés technikailag is nehéz, munka- és időigényes.”<sup>1</sup>

Arra azonban, hogy az előző négy rendezővel tudományos igényességgel elemezzem, nem vállalkoznék, csupán arra teszek kísérletet, hogy felvázoljak néhány olyan, akár „praktikusnak” is nevezhető problémát, amelyek gondolatokat vethetnek fel a T. Olvasóban.

Ilyen lehet például a kérdés számszerűsítése. Hány cikket jelentetett meg a szerző? Milyen terjedelműek az írások? Társszerzőkkel együtt vagy önállóan készültek a tanulmányok? Írásos anyag jelent-e meg, vagy előadást tartottak a témában?

A kérdések megválaszolása, esetleg az értékek számszerűsítése elvezethetne az objektív mérési módszerhez, amire azonban – úgy gondolom – talán senki sem merne vál-

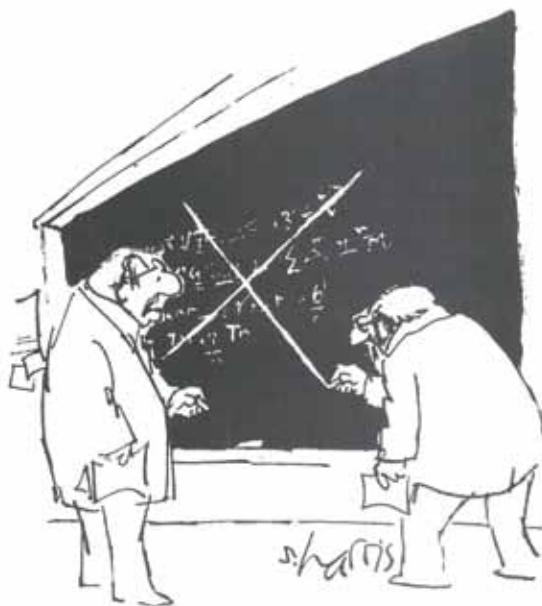
<sup>1</sup> Papp Zoltán: *A tudományos teljesítmény mérésének problémájáról*, Magyar Tudomány, 2004. 2. 232.o.

lalkozni. Maradnak a szubjektív elemek, amiket azonban meg kell kísérlni „letisztítani” a személyes részekről – ismerem-e a szerzőt, olvastam már jó tanulmányait stb. –, és megtalálni néhány fontos konkrétumot, mint a téma aktualitása, újszerűsége, a feldolgozottság igényessége, a javaslatok hasznosíthatósága stb. Amennyiben ilyen irányban megtaláljuk az értékeket, akár „mérhetővé” is tehetjük a tudományt. Ilyen jellegű belső minősítési rendszerrel végzik szaklektoraink az értékelést, aminek felhasználásával dönt a KTSZ szerkesztősége a publikálásról, ha tetszik, mérjük a tudományt.

További mérési lehetőség az ún. IF (impact faktor), ami a folyóiratok jellemzője, és amihez nagyon sok pénzért, különböző kritériumrendszerek teljesítése után lehet hozzájutni! (A KTSZ egyelőre a megszerzésben nem gondolkodhat, de a nagy előrelépés a tudományos lap elismertségét növelő folyamatban ez lehetne!) A különbségek óriásiak, a folyóiratok IF-jei 0-50-ig változnak, de már a 10-nél nagyobb érték is ritka. A teljesség okán azt is meg kell jegyezni, hogy a témával részletesen foglalkozók közül többen és egyre növekvő számban kétségbe vonják az IF-ok alkalmasságát a tudományos teljesítménymérésre. Helyette a hivatkozások számának nagyságát vélik a tudományos érték kifejezésére alkalmasnak.

A címben felvetett kérdésre sajnos sem én, sem a nálam e téren képzettebb tudósok nem találták meg még a választ, de úgy ítélem meg, hogy egy olyan tudományos szaklap, mint a KTSZ időnként jó, ha foglalkozik a saját területének elvi tudományos kérdéseivel, ami egyben talán inspirálhatja a téma iránt érdeklődőket az írásra.

**Dr. Katona András**  
főszerkesztő



*Nem érdekelnek a részletek! Azt mondja meg, a felfedezésből mennyi bevételre számíthatunk!*

# Online megjelenő folyóiratcikkek azonosítása és elérésének biztosítása DOI segítségével

Az MTA Könyvtár és Információs Központ 2014 óta tagja a DataCite és a CrossRef DOI regisztrációs ügynökségeknek. Az elmúlt 3 év során a szolgáltatást igénybe vevő partnerek száma megötszöröződött, egyre több hazai folyóiratban láthatunk DOI azonosítókat. Az alábbiakban röviden áttekintjük az azonosító használatának előnyeit és a benne rejlő felhasználási lehetőségeket.

## Bilicsi Erika

MTA Könyvtár és Információs Központ Szakinformatikai Osztály  
e-mail: bilicsi.erika@konyvtar.mta.hu

A tudományos kommunikáció hagyományos formája évszázadok óta a szakfolyóiratokban való publikálás. Az internet elterjedésével egyre több online folyóirat jelent meg a piacon, hiszen a hagyományos, nyomtatott folyóirat-kiadáshoz képest sokkal olcsóbb az online folyóirat-kiadás. Ez mind a lapok számának növekedésével, mind a megjelenő cikkek számának növekedésével járt. A jelenség új problémákat is felvetett: egyrészt az online megjelenő cikkek elérhetősége nem stabil, másrészt egyértelmű azonosításuk sem megoldott, mivel az online megjelenő közlemények nem mindig írhatóak le a megszokott adatokkal (pl. számos folyóirat hagyta el az oldalszámozást).

Ezekre a problémákra nyújt megoldást a DOI (Digital Object Identifier), az online tartalmak (ún. digitális objektumok) azonosítására szolgáló egyedi azonosító. 1997-ben alakult meg az International DOI Foundation, ami mind a mai napig működteti a DOI regisztráció szolgáltatást, immár 10 ügynökség segítségével [1], melyek különböző dokumentumtípusokra, ill. eltérő ügyfélkör kiszolgálására specializáltak. Az első DOI-k regisztrálására 2010-ben volt lehetőség a CrossRef ügynökségnél, de retrospektív azonosításra is lehetőséget nyújt a rendszer.

A DOI permanens, egyedi azonosító, melynek segítségével akkor is megtalálható az online tartalom teljes szövege, ha annak URL-je megváltozik. A rendszer úgy működik, hogy a DOI-t, az azonosítani kívánt tartalom bibliográfiai adatait és az online elérhetőséget (URL) egy adatbázisban rögzítik.

Így amikor a DOI-t az olvasó használja, a rendszer kikeresi a regisztrált URL-t és továbbítja a megadott weboldalra az olvasót. A rendszer működésének feltétele, hogy amennyiben az URL változik, azt le kell cserélni a központi nyilvántartásban.

A DOI-t a kiadók állítják össze, mely két részből áll:

- a prefixből, mely mindig "10." karakterekkel kezdődik, második részében pedig számjegyek azonosítják a kiadót/folyóiratot;
- és a suffixből, mely magát a dokumentumot azonosítja. Alkalmazható karakterek: "0-9", "a-z", "A\_Z", "- . \_ /"

Az így összeállított azonosítót a "https://doi.org/" után a böngésző címsorába beírva juthat el az olvasó a teljes szöveghez<sup>1</sup>. A regisztrált DOI nem módosítható vagy törölhető – csak a hozzá kapcsolt adatok módosítása lehetséges –, ami szintén a hosszú távú elérhetőség biztosításának záloga.

Számos hazai kiadó, szerkesztőség, bár felismerte a DOI rendszer előnyeit, mégsem tudott csatlakozni az adminisztrációs terhek és a finanszírozási nehézségek miatt. Az MTA Könyvtár és Információs Központ (MTA KIK) ezt felismerve alakította ki 2014-ben DOI regisztráció szolgáltatását: csatlakoztunk a CrossRef ügynökséghez, így az éves tagsági díjat a könyvtár finanszírozza, a kiadónak csak a DOI regisztráció költségét kell megfizetni [2], a szolgáltatásnak egyéb díja nincsen<sup>2</sup>. Ezt a szolgáltatást veszi igénybe a Közlekedéstudományi Szemle is, a 2017. évi 2. számtól már DOI-val azonosítottan jelennek meg a cikkek.

<sup>1</sup> A megadott URL-n nem feltétlenül nyílt hozzáféréssel érhető el a teljes szöveg, a kiadó kötheti előfizetési díjhoz a hozzáférést.

<sup>2</sup> Az MTA KIK a DOI regisztráció bevezetésének támogatására elkülönített összeggel támogatja egyes folyóiratok megjelenítését

Mivel a CrossRef ügynökség kifejezetten a tudományos közlemények azonosítására specializálódott, a csatlakozó kiadóknak előírja, hogy úgy jelentessék meg cikkeiket, hogy az irodalomjegyzékben szereplő tételek mellett kattintható linkként jelenítsék meg a DOI azonosítókat [3]. Ez több előnnyel is jár: egyrészt az olvasónak csak erre a linkre kell kattintania, ha valamelyik hivatkozott irodalom érdeklí, így várható, hogy még több hivatkozás érkezik a szóban forgó közleményre, másrészt a hivatkozások száma automatizált módon összegyűjthető, amennyiben a kiadó igénybe veszi az ún. Cited-by szolgáltatást is [4]. Tulajdonképpen egy kibővített DOI regisztrációról van szó, melynek során nem csak a cikkek adatait, URL-ét és DOI azonosítóját regisztráljuk a központi rendszerben, hanem a hivatkozott irodalmat is. Mivel a DOI egyértelműen azonosítja a hivatkozott tételeket, a rendszerből lekérdezhető, hogy adott DOI mely közlemények hivatkozási listájában szerepel. Emellett számos más szolgáltatást is kínál ez az ügynökség a kiadóknak, melyek célja a tudományos közleményekkel kapcsolatban felmerülő problémák megoldása, mint például az egyértelmű szponzor azonosítás [5], plágiumkeresés [6], verziókövetés [7]. Akár a kiadó veszi igénybe közvetlenül az ügynökségtől a későbbiekben az ilyen szolgáltatásokat, akár az MTA KIK bővíti majd ilyen irányban az igénybe vehető lehetőségeket, a DOI regisztráció az első lépés a lap olvasottságának növelése és az automatizált feldolgozhatóság felé<sup>3</sup>.

A DOI regisztrációs rendszerben számos egyéb lehetőség is rejlik, melyek a folyóirat-kiadásban is használhatóak, hiszen nem cikkek vagy tudományos közlemények azonosítására jött létre a rendszer, hanem digitális objektumok kezelésére. Azaz regisztrálható DOI a lapban megjelenő ábrák, képek, táblázatok, mellékletek stb. számára is, a lehetőségek száma szinte végtelen. Akkor célszerű ezeket DOI-val azonosítani, ha olyan unikális eredményeket tartalmaznak, amit érdemes hivatkozhatóvá tenni. Így nem csak közleményekre lehet hivatkozni, hanem egészen pontosan a közlemény egy adott részletére is. Sőt, a DOI rendszer lehetővé teszi, hogy kutatási adatokra vagy adatsomagokra is egy-

értelműen hivatkozhatunk [8]. Ami lehetővé ad arra, hogy a közleményben szereplő eredményeket adatokkal támassza alá a szerző, akár anélkül, hogy azok megjelenjenek a lapban, azaz a kutatási adatok lehetnek pl. repozitóriumban. De arra is lehetőséget nyújt, hogy olyan online közölt kutatási adatok legyenek hivatkozhatóak, amik nem egy cikk mellékleteként kerültek az internetre. Mindez lehetővé teszi a kutatási adatok többszöri<sup>4</sup>, több szempontú, akár eltérő célú, költséghatékony<sup>5</sup> felhasználását és biztosítja a közölt eredmények ellenőrizhetőségét.

Az MTA KIK ezen a területen is nyújt szolgáltatásokat. A kutatási adatok azonosítására specializálódott DataCite DOI ügynökségnek is partnere. Kutatási adatokat gyűjtő repozitóriumot jelenleg sajnos még nem üzemeltet, de kialakítása folyamatban van. Az igen változatos dokumentumok leírása kihívást jelent a tervezésben, hiszen valamennyi tudományterület számára használható gyűjtemény kialakítása a cél. A Magyar Tudományos Művek Tárában (MTMT) lehetőség van a publikus kutatási adatok rögzítésére és az ezekre adott hivatkozások gyűjtésére.

## FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] DOI Registration Agencies: [http://www.doi.org/registration\\_agencies.html](http://www.doi.org/registration_agencies.html)
- [2] Registration fees: [https://www.crossref.org/fees/#content\\_registration\\_fees](https://www.crossref.org/fees/#content_registration_fees)
- [3] Reference linking: <https://www.crossref.org/services/reference-linking/>
- [4] Cited-by: <https://www.crossref.org/services/cited-by/>
- [5] Funder registry: <https://www.crossref.org/services/funder-registry/>
- [6] Similarity check: <https://www.crossref.org/services/similarity-check/>
- [7] CrossMark: <https://www.crossref.org/services/crossmark/>
- [8] A kutatási adatok menedzsmentjéről ld. Holla.: Kutatási adatok kezelésének nemzetközitrendjei. In.: Tudományosság Műszaki Tájékoztatás, 62. évf. (2015) 5 sz. p. 177-180. <http://real.mtak.hu/24531/>

<sup>3</sup> A DOI-hoz kapcsolt adatok más rendszerekbe – pl. az MTMT-be – átvehetőek.

<sup>4</sup> Az adatok akár évtizedekkel később is felhasználhatóak, de olyan adatokról is szó lehet, melyek nem reprodukálhatóak, így idősoros kutatások csak a keletkező adatok megőrzésének biztosításával lehetségesek.

<sup>5</sup> Az adatok előállításának költségét csak egyszer kell finanszírozni, de számos kutatásban felhasználhatóak.



# Útvonalkereső és forgalom-ráterhelési eljárás közlekedési hálózatokban

A közlekedési modellszámítások fontos lépései, az útvonalkeresés és a forgalom-ráterhelés „alapeljárási”. Ezek alkalmasak a szoftverek működési elveinek vázlatos megértésére és adott esetben a gyakorlati megvalósítására. A gyári szoftvercsomagok ma már különböző stratégiáknak megfelelő eljárásokat tartalmaznak, de ezek általában a használók felé, mint „fekete doboz” működnek. A tanulmány a különböző eljárások típusainak vázlatos osztályozása mellett mind a szoftvereket alkalmazó „modell-futtatóknak”, mind az eredményeket használó „társ-szaktervezőknak” egy útvonalkereső és a hozzá kapcsolódó ráterhelési eljárás példáján a technikai alapok fő vonásait írja le, és ugyanakkor az érdeklődőket a programozási folyamat szintjéig nyúló fogásokkal is megismerteti.

DOI 10.24228/KTSZ.2017.2.1

**Dr. habil. Monigl János**

FŐMTERV Zrt.

e-mail: monigl@fomterv.hu

## 1. BEVEZETÉS

A közlekedés személyek és javak valamely induló pontból – meghatározott indokból – valamely más célpontba való mozgását jelenti a közlekedési hálózatokon. Ezek a mozgások, vagyis egyes utak, az emberek, ill. a járművek vezetői által a kiindulási ponttól a célpontig választott, szakaszokon és csomópontokon áthaladó útvonalak mentén jönnek létre.

Az útvonalválasztás döntően a racionális emberi értékrendnek megfelelően, az út megtételéhez, leküzdéséhez szükséges ráfordítások (pl. idő, költség, stb.) minimálásával történik, aminek eredménye egy-egy kiinduló pont és célpont viszonylatában „legrövidebb útvonalnak” tekinthető.

Tekintettel arra, hogy az emberek nem képesek a hálózatot és a forgalmi körülményeket

teljességgel áttekinteni, illetve az egyes hálózati elemeken (szakaszokon, csomópontokon) való áthaladás „ellenállását” pontosan felmérni, továbbá a vezetőket útközben lokális behatások is érhetik, ezért egy-egy viszonylatban többféle útvonal is kialakulhat, amely mozgások összességükben a hálózat és elemei forgalmi terheléseit eredményezik.

A közlekedéstervezés egyik alapvető feladata a közlekedési igények jövőbeli alakulása függvényében a hálózati kapcsolatok és a létesítmények megfelelő tervezése és kialakítása, amihez a várható hálózati terhelések ismerete elengedhetetlen. Ezeket ma már célszerűen közlekedési modellek alkalmazásával lehet meghatározni. A közlekedési igénymodellekhez (forgalomkeltési, szétosztási, megosztási modellekhez) csatlakozó forgalmi modellek – megfelelő „útvonalkereső eljárás” alkalmazásával – teszik lehetővé az utazási igények

(áramlási mátrixelemek) ráterhelését a hálózatra. Ehhez a közlekedési hálózat az utazási igények keletkezési helyeihez (települések, körzetek) kapcsolódóan modellszerűen leképezésre kerül, aminek következtében a hálózat egyes elemei, a szakaszok és csomópontok összefüggő „gráfot” képeznek. A hálózati elemeket megfelelő geometriai és forgalmi jellemzőkkel írják le (pl. szakaszhossz, sávszám, sebesség, szabályozási mód, stb.). Ebben a vonatkozásban a közlekedési hálózaton belül különbség adódik a közúti és a közösségi közlekedési hálózat leképezésében és az alkalmazható eljárások sajátosságaiban.

## 2. AZ ÚTVONALKERESŐ ELJÁRÁSOK TÍPUSAI ÉS LÉNYEGI VONÁSAI

A hálózati számítások során – a közlekedési jelenségek térbelisége miatt – alapvető feladat tehát a közlekedési hálózat minden pontjából minden pontjába a (legrövidebb) útvonalak meghatározása, azaz az útvonalak ellenállása mértékének (ellenállásvektor ( $W$ )) meghatározása, valamint az útvonalak menetének, azaz a szakasz–csomópont sorozatok rögzítése (útvonalvektor ( $R$ )).

Ez többféleképpen is történhet, azaz több különböző típusú útvonalkereső eljárás létezik, amelyek legfontosabb különbségismérvei a következők:

- a **munkamódszert** tekintve léteznek „mátrix-eljárások”, amelyek valamennyi pont közötti útvonalakat egyszerre, szimultán módon, fokozatos javításokkal, hosszadalmasabban határozzák meg, valamint „vektoreljárások”, amikor egyszerre csak egy „gyökérponthoz” tartozó útvonalfát és ágait határozzák meg,
- az **útvonalak számát** tekintve léteznek csak az 1. legrövidebb utat és több (2., 3. ...k-dik legrövidebb) utat számító eljárások,
- a **keresés technikáját** tekintve léteznek „próbálgatásos” (*trial and error*) lassúbb, heurisztikus eljárások, valamint „célirányos” (*once through*) gyorsabb, direkt eljárások,
- az **ellenállások alapját** tekintve léteznek távolságalapú (pl. km, m), időalapú (pl. perc, mp), költségalapú (pl. Ft) eljárások, vagy ezen mértékek kombinációit használó eljárások,

- az **ellenállások meghatározottsága** szerint beszélhetünk „determinisztikus” eljárásokról, amelyek a hálózati elemek ellenállásainak fix értékeit veszik alapul, valamint „sztochasztikus” eljárásokról, amelyek az ellenállásértékek „tökéletlen ismeretéből” kiindulón az értékek eloszlása alapján, több értékészlet alapján számolnak, ami eleve több útvonalat eredményez.

A különböző típusú eljárásokat részletesebben tárgyaló művek közül kiemelhető Sheffi rendszerezést is adó kötete [1], továbbá az alapokat tekintve Ortuzar és Willumsen modellezési könyve [2]. A magyar nyelvű irodalomból a Széchenyi István Egyetem könyv formájában is megjelent jegyzete [3] adhat áttekintést a különböző típusú módszerekről.

Az útvonalkeresési és a ráterhelési eljárások számítógépes programszintű megoldása során lényeges, hogy gyors eljárások álljanak rendelkezésre, hisz ezek a lépések a közlekedési modellezés legidőigényesebb lépései, amelyek egy-egy feladat során, a hálózat méretétől és a változatok számától függően, jelentős számítási időt kívánhatnak.

A következőkben egy „rámenős, az első legrövidebb útvonalat, fix szakszellenállásokkal számító gyors fa-eljárás” lényegét és a gyakorlati, programozási megvalósításának logikáját ismertetem egy egyszerű példa alapján. Ennek alapjául Loubal [4] algoritmusát szolgál, amit Scherr [5] gyorsító továbbfejlesztésével később a TRANSMAN is alkalmazott a BKV Forgalmi modellben, ill. TRANSURS modell rendszerben [6].

Mindez azért tűnik fontosnak, mert ma már a közlekedési modellezés döntően gyári szoftvercsomagok (pl. VISUM [7], EMME2 [8], ...) alkalmazásával történik, és az egyes részmodellek – főleg a hálózati számítások magját jelentő útvonalkereső eljárások – sokak számára, mint „fekete doboz” működnek, holott az azokba beépült forgalomtechnikai összefüggések ismerete és szempontunkból azok működési logikája nélkülözhetetlen mind a szoftvereket alkalmazó „modell-futtatóknak”, mind az eredményeket használó „társ-szaktervezőknek”. Ugyanis bármely „futtatási modellparaméter” változta-

tása vagy valamely hálózati elem módosítása a modelleredmények változását vonja maga után. Ezért célszerű az útvonalkereső eljárásoknak és a hozzájuk kapcsolódó ráterhelési eljárásoknak a technikai és gyakorlati alapjait is ismerni, amihez a következő összeállítás igyekszik vázlatosan, de ugyanakkor a programozási folyamat szintjéig nyúló fogásokkal hozzájárulni.

## 3. AZ ÚTVONALKERESŐ ÉS RÁTERHELÉSI ELJÁRÁSOK LÉNYEGE

### 3.1. Közlekedési hálózati modell és igény-mátrix – Példa

Az útvonalkereső és ráterhelési eljárás elveinek ismertetéséhez vegyük a 7 csomópontból álló kis példahálózatot és a hozzá tartozó mátrixot (ill. annak csupán az 1. csomóponthoz tartozó 1. sorát), amely a többi pontba (körzetbe) menő utazások számát ( $F_{ij}$ ) tartalmazza (1. ábra).

A példában szereplő ellenállások „rögzített értékek”, míg a valóságban azok „változó értékek”, amelyek függenek a hálózati elemeken megjelenő mindenkori közúti forgalom nagyságától, a geometriai kialakítás (pl. sávszám), a szabályozás módja, stb. által befolyásolt sebességtől vagy a közösségi közlekedésben a pályajellemzőktől és eszközöktől függő sebességtől, a menetrendi gyakoriságtól, a menet- és átszállási időktől, stb.

### 3.2. Útvonalfa-építés – a gyökérponttól előrefelé

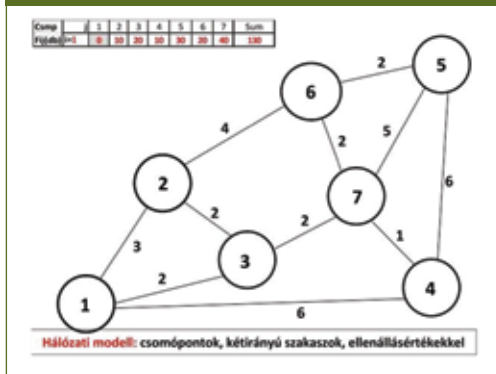
Az útvonalkereséshez, amely mindig egy adott gyökérpontból előrefelé „tapogatózva” a többi csomópont felé történik, ismerni kell még a hálózatban a „szomszédsági kapcsolatokat” ( $S(j,k)$ ) és a szomszéd csomópontokig ( $k$ ) menő szakaszok „ellenállás értékeit” pl. percen ( $D(j,k)$ ), célszerűen az óra járásával meg egyező irányban megadva (1. táblázat).

1. táblázat: Csomóponti szomszédsági kapcsolatok és szakasz-ellenállások

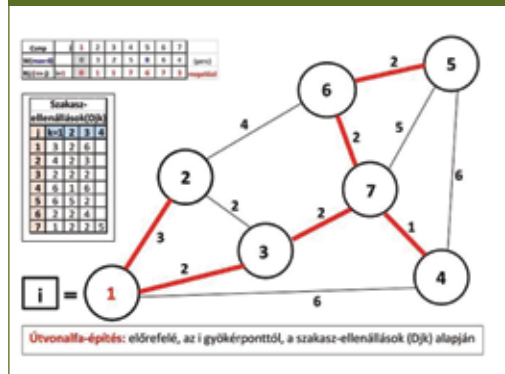
Szomszéd csmp-ok sorszáma (Sjk)				
j	k=1	2	3	4
1	2	3	4	
2	6	3	1	
3	1	2	7	
4	1	7	5	
5	4	7	6	
6	5	7	2	
7	4	3	6	5

Szakasz-ellenállások (Djk)				
j	k=1	2	3	4
1	3	2	6	
2	4	2	3	
3	2	2	2	
4	6	1	6	
5	6	5	2	
6	2	2	4	
7	1	2	2	5

1. ábra: Hálózati modell és az utazási igény-mátrix (egy sora)



2. ábra: Az útvonalfa-építés eredménye adott gyökérpontból



A 2. ábra hálózati modelljének 7 csomópontja közül az  $i=1$ . csomópont, mint „gyökérpont-ra” vonatkozóan határozzuk meg az útvonalát, azaz az egyes csomópontok ( $j=1, 2, \dots, 7$ ) elérési ellenállását  $W(1j)$  és az odavezető legrövidebb útvonalat  $R(1j)$  eredményező vektorokkal.

A számítástechnikai megvalósításhoz, a közbülső keresési műveletekhez munkavektorokat (MW, MR) célszerű alkalmazni, amelyek hosszát a hálózat legtávolabbi pontjainak ellenállásértéke ( $d_{max}$ ) határozza meg (gyakorlati, tár-takarékosági okokból ennél rövidebb „vektorméret” is meghatározható, ahol az értékek „revolvertárszerűen” cserélődnek).

Az útvonalkeresési eljárás során egy adott közbülső pontban ( $j$ ) elért „ideiglenes” ellenállásértékhez ( $d(j)$ ) a szomszédos csomópontok ellenállását ( $D(jk)$ ) hozzáadva nyerjük a következő, a már elért ponthoz legközelebbi pont vizsgálandó ellenállásértékét.

Az eljárás során a gyökérpontból nézve valamely csomópont elérési ellenállását ( $W$ ) akkor mondhatjuk „véglegesnek”, ha egy adott csomópontot ( $j$ ) már minden szomszédja ( $k$ ) felől megközelítettük és a legkisebb ellenállásértéket megállapítottuk (ld. ehhez a 2. táblázatot és az algoritmus folyamatábráját (3. ábra)).

Az MW és MR munkavektorok elemeit minden új fa megkezdésekor nulla értékűre ( $MW=0$ ) ill. ( $MR=0$ ) állítják be.

*(Meg kell jegyezni, hogy a példában – a jobb szemléltethetőség érdekében – minden következő elért csomópont esetében külön MW és MR vektorokat vettünk fel, ahova „görgetve” fokozatosan beírtuk (megfelelő színekkel) a már megtalált csomópontokhoz tartozó adatokat is, hogy jobban kitűnjön, mi történik; a gyakorlatban egy-egy gyökérponthoz tartozóan csak egy-egy munkavektor létezik).*

Ha a fában minden csomópontot „ledolgoztunk” – azaz a legrövidebb úton elértünk, – akkor a munkavektorokból kivesszük a „megfelelő értékeket” és eltelesszük a végleges vektorokba ( $W$ ;  $R$ ); ez a gyakorlatban a példa 5. (legutoljára elért) csomópontja utáni állapotú MW-, ill MR-

értékekből történik, amelyek az adott munkavektorok fokozatos „feltöltésével” nyerhetők.

### 3.3. A forgalmi áramok ráterhelése – a legtávolabbi pontból a gyökérpont felé

A hálózati ráterhelés a közlekedési mátrix viszonylati elemeinek ( $F_{ij}$ ) a ráhelyezését jelenti az „ $i$ ” gyökérpont, tartozó útvonalra érintett szakaszaira.

Ehhez az ellenállás ( $W$ )- és útvonal ( $R$ )-vektorok mellett, – előnyös technikai fogásként – még ugyanabban a számítási menetben az „elérési sorrendvektor” ( $T$ ) is meghatározzuk és fokozatosan feltöltjük. Ez a legtávolabbi csomópontból (5.) nézve, visszafelé, a  $W$ -értékek alapján a következő leghosszabb útvonalhoz tartozó végpont (6.) megadását jelenti, majd tovább a 4., a 7., aztán a másik ágon a 2. (az 1. gyökérpontig) és végül a 3. csomópont következik, amelyből már szintén elérjük az 1. gyökérpontot.

Az ily módon meghatározott  $T$ -vektor elemei biztosítják a forgalmi áramok „visszafelé”, a gyökérpont felé való ráterhelésénél azt, hogy áramok ne maradjanak ki, ill. a már ráterhelt „áram-kötegekhez” az ellenállások szerinti csökkenő sorrendben még hátralévő csomópontok áramait hozzávéve, a gyökérponti szakaszok teljes terhelését megkapjuk.

## 4. AZ ÚTVONALKERESŐ ELJÁRÁS GYAKORLATI MEGVALÓSÍTÁSÁNAK LOGIKAI FOLYAMATA

Az útvonalkereső eljárás gyakorlati megvalósítása a kereső fa algoritmus számítógépes programba írását jelenti, amelynek logikai vázát ismertetjük (ld. folyamatábrát (3. ábra) is):

### 4.1. Kezdeti értékek beállítása

A hálózat elemeiből ( $i, j=1, 2, \dots, n$ ) az első,  $i=1$  csomópont kiválasztása és a vektorok kezdeti értékeinek beállítása:

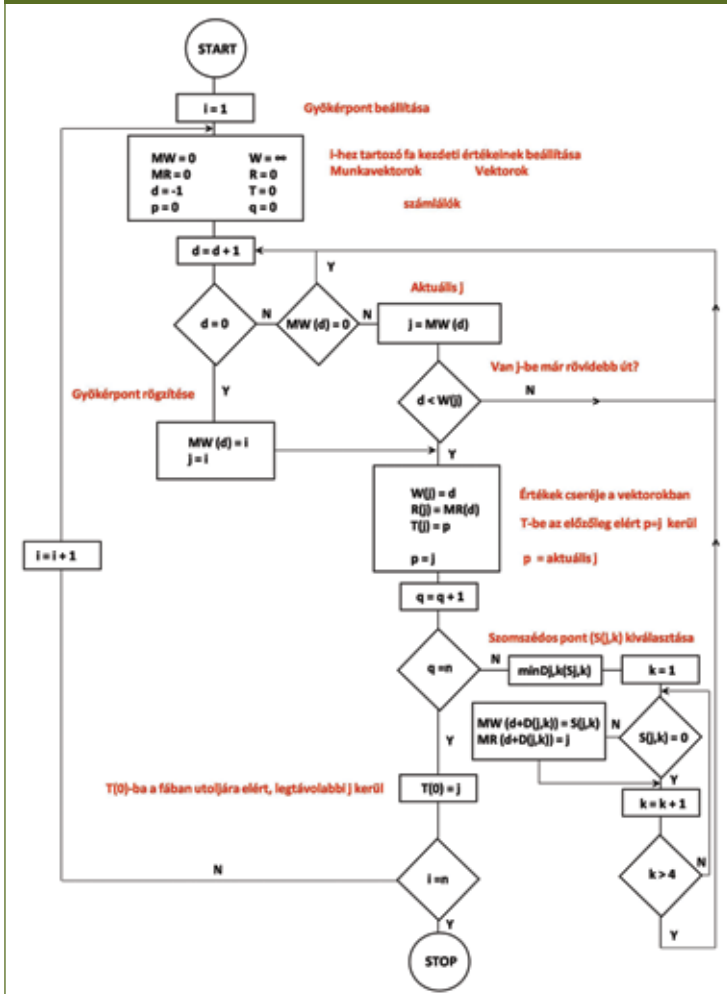
–  $d = (-1, 0, 1, 2, \dots, d_{max})$  a gyökérponttól távolodóan, egységnyivel növekvő ellenállásértékek skálája (pl. percben), amelynek hosszúsága ( $L(d)$ ) célszerűen nagyobb, mint

- $d_{max}$ , a hálózat bármely két szélső pontja közti legnagyobb érték ( $L(d) > d_{max}$ ),
- $MW(d) = 0$ ; munkavektor a célcsomópontok ( $j$ ) ellenállásai ( $W_{ij}$ ) időleges tárolására; ennek elemei mindaddig változnak, amíg  $MW(d)$  nem lesz  $j$ -re nézve minimális; (ha a fakesés végén a vektor valamely eleme  $MW(d) = 0$ , akkor az azt jelenti, hogy adott gyökérpontból nézve nem létezik olyan csomópont ( $j$ ), amely  $i$ -től  $d$  távolságra van),
- $MR(d) = 0$ ; munkavektor a célcsomópontokig menő útvonalak ( $R_{ij}$ ) időleges tárolására,

- $W(j) = 999$  (végtelen); ellenállásvektor a célcsomópontokig ( $j$ ) menő legrövidebb útvonalak ellenállásértékeinek ( $W_{ij}$ ) „végleges” rögzítésére; az az érték, ahol  $MW(d) = d_{min}(j)$ ; (ha a fakesés végén a vektor valamely eleme  $W(j) = 999$ , akkor az azt jelenti, hogy adott gyökérpontból nézve nem létezik  $j$ -be útvonal, azaz szakadás van a hálózatban),
- $R(j) = 0$ ; útvonalvektor a célcsomópontokig menő legrövidebb útvonalak ( $R_{ij}$ ) „végleges” tárolására; a vektorelemek útvonalcímkék, amelyek a legrövidebb útvonalfaban a megelőző csomópontok sorszámaikat jelentik,

- $T(j) = 0$ ; követő vektor, amelynek egy-egy eleme a legrövidebb útvonalfa mentén a csomópontok gyökérponttól való távolság szerinti csökkenő sorrendjét adja meg, a legtávolabbi ponttól (a  $T(0)$ -ban rögzítve) visszafelé a gyökérpontig, amely ismeretnek a „fáösszehúzó” ráterhelési eljárásnál van fontos szerepe,
- $p = 0$ ; tároló elem, amely a legrövidebb útvonalfa mentén az éppen elért csomópont sorszámaát őrzi meg ( $p = j$ ), amíg a szomszédos csomópontok ( $k$ ) közül a következő vizsgált csomópont a legrövidebb útvonalfaban nem kerül megerősítésre; így ez a  $p = j$  a gyökérponthoz legközelebbi következő csomópont megelőzőjévé válik, és amely érték a követő vektor ( $T(j)$ ) elemét adja,
- $q = 0$ ; számláló elem, a hálózatban található csomópontok db-száma (vonatkozóan,  $q = 1, 2, \dots, n$ ;  $n = q_{max}$ ).

3. ábra: Az útvonalkereső eljárás programozási folyamat-vázlata



## 4.2. Előrefelé tapogatózó, direkt útvonalkeresési megoldás

Érdekes előjáróban megjegyezni, hogy az útvonalkereső eljárás során mind a  $d$ -skálafüggő munkavektorok ( $MW(d)$ ;  $MR(d)$ ), mind a csomópont-azonosítóhoz kapcsolódó „végleges” vektorok ( $W(j)$ ,  $R(j)$ , ill.  $T(j)$ ) párhuzamosan használatban vannak, és elemértékeik folyamatosan bővíthetnek, módosulhatnak, amíg a hálózat minden pontja nem érhető el a leg-rövidebb úton ( $\min W(j)$ ), ill. az ezekhez az értékekhez tartozó útvonal- ( $R(j)$ ) és követő vektort ( $T(j)$ ) nem határozzuk meg.

### 4.2.1. A gyökérpont kezelése

A legkisebb sorszámú gyökérpont ( $i=1$ ) választása után:

- indításként az  $MW(d=0)$  elembe beírjuk az  $i=j=1$  értéket, és az  $MR(d=0)$  helyre is „0” érték kerül, hisz a gyökérpontnak nincs a fában megelőző csomópontja; ugyanezek az értékek a végleges ellenállásvektorokba  $W(j=1)=0$  és az útvonal (rout-)vektorba  $R(j=1)=0$  és a követő vektorba  $T(j=1)=0$  is beírásra kerülnek, ill. a kezdeti értékek maradnak,
- ugyancsak az  $i=1$  gyökérponthoz kapcsolódóan beírjuk a szomszédos csomópontok ( $S_{1k}$ : 2; 3; 4) szakaszhosszai ( $D_{jk}$ ) alapján a vonatkozó értékeket: az ellenállás-munkavektorba sorrendben az  $MW(0+D(1,2)=3)$ -nál a 2-es, az  $MW(0+D(1,3)=2)$  alapján a 3-as és az  $MW(0+D(1,6)=6)$ -nál a 4-es csomópont sorszámát írjuk be, ill. a routemunkavektornál mindhárom esetben  $MR=1$  kerül, hisz mindhárom szomszédos csomópontot az 1-es csomópontból értük el és a  $T(j=1)=0$  értéket kap, ami azt jelenti, hogy ezek után már csak a gyökérpont van.

### 4.2.2. További pontok vizsgálata

A gyökérpont szinte mechanikus elintézése után:

- a szomszédos csomópontok ( $S_{jk}$ ) közül a szakaszhosszak alapján a legközelebbi

( $\min D_{jk}=(D_{1,3}=2)$ ) az  $S_{1,3}=3$ -as csomópontot, mint következő vizsgálandót választjuk ki,

- sorszama (3) már szerepel a munkavektor  $d=2$  hosszának megfelelő elemében ( $MW(2)=3$ ), továbbá az ellenállásvektor  $j=3$ -hoz tartozó elemében  $W(j=3)=2$ ; ily módon, mivel a gyökérhez a 3-as csomópont van legközelebb ( $d=D(1,3)=2$  perc), biztos, hogy a legrövidebb úton van és  $W(3)=2$ , továbbá  $R(3)=1$ , mint megelőző pont és  $T(3)=1$  (magyarázata majd később),
- ugyancsak beírjuk a 3-as csomópont szomszédjainak ( $S_{3,k}$ : 1; 2; 7) megfelelő értékeit a munkavektorokba, így az  $MW(d=4)$  célába a  $j=(1; 2; 7)$  értékek, hiszen ezek mind 2 távolságegységre vannak a 3-as ponttól és  $d=D(1,3)+2=4$ , ezeket időleges értékeknek tekintjük mindaddig, amíg meg nem bizonyosodtunk arról, hogy van-e hozzájuk rövidebb út is,
- így az 1-es pontra vonatkozóan az  $MW(d)=4$  érték biztos, hogy kiesik hisz az 1-es pont távolsága a gyökértől 0!; (az eljárás a gyökérponthoz való visszautat is figyelembe veszi időlegesen, hisz „térkép-szerűen” nem ismert számára, hogy merre tapogatózik és a hosszabbnak bizonyuló kapcsolatot aztán később törli és figyelmen kívül hagyja),
- a 2-es pont  $MW(d)=4$  értéke is törlődik, mivel a következő lépésben, mikor a 2-es csomópont szomszédjait ( $S_{2,k}$ : 1; 3; 6) vizsgáljuk, kiderül, hogy a korábban, az 1-es pont szomszédjaként ( $D_{1,2}=3$ ) már beírtuk  $MW(d=3)=2$  és  $W(j=2)=3$  kapcsolat kedvezőbb, mint a 3-as csomóponton keresztül való  $MW(d=4)=2$  ill.  $W(j=2)=4$ , ami azt erősíti meg, hogy  $W(j=2)=3$ , továbbá  $R(j=2)=1$ . Vagyis csak akkor találtunk legrövidebb utat, ha  $d < W(j)$ , azaz a gyökérponttól való ellenállás ( $W$ ) az a legkisebb „ $d$ ” érték, amelynél adott csomópont a legkorábban szerepel.

2. táblázat: A munkavektorok és az eredményvektorok párhuzamos, javításos használata

## Eredményvektorok

## (fokozatos javítással való feltöltés)

## Munkavektorok

j=1.csp		A gyökérpont közvetlen, szomszédos kapcsolatai													A lehetséges útvonalak hossza d [perc]													
d	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14													
MW	0	1	2	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0													
MR	0	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0													
Az 1. gyökérhez a 3. csmg van legközelebbi(d=0), a 2. gyökérhez a 3. csmg van legközelebbi(d=1), a 3. gyökérhez a 3. csmg van legközelebbi(d=2) percig, így biztos, hogy a legrövidebb úton van.																												
j=3.csp																A gyökérhez a legközelebbi csomópont kapcsolatai												
d	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14													
MW	0	1	2	0	2	1,2,7	0	4	0	0	0	0	0	0	0													
MR	0	0	1	1	3,3,3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0													
A 3. csmg-ra már az előző lépésben kimonodhatuk, hogy a legrövidebb útvonalon helyezkedik el																												
j=2.csp																A gyökérponthoz a következő legközelebbi csomópont kapcsolatai												
d	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14													
MW	0	1	0	2	1,2,7	3	4,1	6	0	0	0	0	0	0	0													
MR	0	0	1	1	3,3,3	2	1,2	2	0	0	0	0	0	0	0													
Mivel a 2. csmg minden kapcsolatot megvizsgáltuk, mondhatjuk, hogy a legrövidebb úton van																												
j=7.csp																A gyökérponthoz a következő legközelebbi csomópont kapcsolatai												
d	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14													
MW	0,3	0	1	1	3,3,3	2,7	1,2,7,7	2	0	7	0	0	0	0	0													
MR	0	0	1	1	3,3,3	2,7	1,2,7,7	2	0	7	0	0	0	0	0													
Mivel a 7. csmg-ba a legrövidebb úton Jékvő 3.-on át jutottunk, az is a legrövidebb útvonalra része																												
j=4.csp																A gyökérponthoz a következő legközelebbi csomópont kapcsolatai												
d	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14													
MW	0	0	1	1	3,3,3	2,7	1,2,7,7	2,4	0	5	0	1	5	0	0													
MR	0	0	1	1	3,3,3	2,7	1,2,7,7	2,4	0	7	0	0	4	4	0													
Mivel a 4. csmg-ba a legrövidebb úton Jékvő 7.-en át jutottunk, az is a legrövidebb útvonalra része																												
j=6.csp																A gyökérponthoz a következő legközelebbi csomópont kapcsolatai												
d	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14													
MW	0	0	1	2	1,2	3,4	4,1,3,6	6,7	0	5	0	1	5	0	0													
MR	0	0	1	1	3,3,3	2,7	1,2,7,7	2,4	0	7	0	0	4	4	0													
Mivel a 6. csmg-ba a legrövidebb úton Jékvő 7.-en át jutottunk, az is a legrövidebb útvonalra része																												
j=5.csp																A gyökérponthoz a következő legközelebbi csomópont kapcsolatai, j=1-7- ha igen > végleges vektorok												
d	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14													
MW	0	0	1	2	1,2	3,4	4,1,3,6	6,7	7,5	5	2	1	5	7	4													
MR	0	0	1	1	3,3,3	2,7	1,2,7,7	2,4	6,6	7	6	4	4	5	5													
Mivel a 5. csmg-ba a legrövidebb úton Jékvő 6.-on át jutottunk, az is a legrövidebb útvonalra része																												

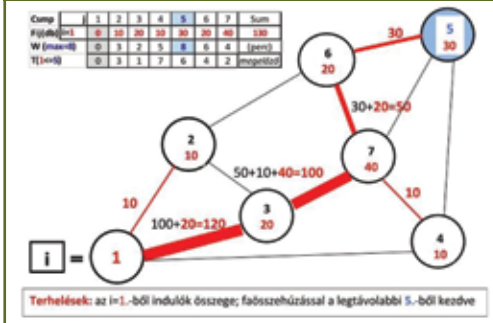
Magyarozat:  csomópont legközelebbi helye a d-skálán  megelőző csomópont sorszáma \* (R)  csomópont  ellenállás (W)  visszakövető címke (T)

j		Kérd.ért.													Eredményvektorok													
999»	0	3	2	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0													
0»	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0													
Az 1. gyökérhez a 3. csmg van legközelebbi(d=0), a 2. gyökérhez a 3. csmg van legközelebbi(d=1), a 3. gyökérhez a 3. csmg van legközelebbi(d=2) percig, így biztos, hogy a legrövidebb úton van.																												
j=3.csp																A gyökérhez a legközelebbi csomópont kapcsolatai												
d	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14													
MW	0	1	0	2	1,2,7	3	4,1	6	0	0	0	0	0	0	0													
MR	0	0	1	1	3,3,3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0													
A 3. csmg-ra már az előző lépésben kimonodhatuk, hogy a legrövidebb útvonalon helyezkedik el																												
j=2.csp																A gyökérponthoz a következő legközelebbi csomópont kapcsolatai												
d	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14													
MW	0	1	0	2	1,2,7	3	4,1	6	0	0	0	0	0	0	0													
MR	0	0	1	1	3,3,3	2	1,2	2	0	0	0	0	0	0	0													
Mivel a 2. csmg minden kapcsolatot megvizsgáltuk, mondhatjuk, hogy a legrövidebb úton van																												
j=7.csp																A gyökérponthoz a következő legközelebbi csomópont kapcsolatai												
d	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14													
MW	0,3	0	1	1	3,3,3	2,7	1,2,7,7	2	0	7	0	0	0	0	0													
MR	0	0	1	1	3,3,3	2,7	1,2,7,7	2	0	7	0	0	0	0	0													
Mivel a 7. csmg-ba a legrövidebb úton Jékvő 3.-on át jutottunk, az is a legrövidebb útvonalra része																												
j=4.csp																A gyökérponthoz a következő legközelebbi csomópont kapcsolatai												
d	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14													
MW	0	0	1	1	3,3,3	2,7	1,2,7,7	2,4	0	5	0	1	5	0	0													
MR	0	0	1	1	3,3,3	2,7	1,2,7,7	2,4	0	7	0	0	4	4	0													
Mivel a 4. csmg-ba a legrövidebb úton Jékvő 7.-en át jutottunk, az is a legrövidebb útvonalra része																												
j=6.csp																A gyökérponthoz a következő legközelebbi csomópont kapcsolatai												
d	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14													
MW	0	0	1	2	1,2	3,4	4,1,3,6	6,7	7,5	5	2	1	5	7	4													
MR	0	0	1	1	3,3,3	2,7	1,2,7,7	2,4	6,6	7	6	4	4	5	5													
Mivel a 6. csmg-ba a legrövidebb úton Jékvő 7.-en át jutottunk, az is a legrövidebb útvonalra része																												
j=5.csp																A gyökérponthoz a következő legközelebbi csomópont kapcsolatai, j=1-7- ha igen > végleges vektorok												
d	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14													
MW	0	0	1	2	1,2	3,4	4,1,3,6	6,7	7,5	5	2	1	5	7	4													
MR	0	0	1	1	3,3,3	2,7	1,2,7,7	2,4	6,6	7	6	4	4	5	5													
Mivel a 5. csmg-ba a legrövidebb úton Jékvő 6.-on át jutottunk, az is a legrövidebb útvonalra része																												

## 5. RÁTERHELÉS – A FORGALMI ÁRAMOKNAK A GYÖKÉRPONT FELÉ VALÓ ÖSSZEHÚZÁSÁVAL

A 4. ábra az 1. gyökérponthoz tartozó utazási áramelemek (F<sub>ij</sub>) ráterhelését szemlélteti „fösszehúzásos” technikával. Itt most a teljes mátrix-értékek ráterhelése, a „minden vagy semmi”-elv alapján kerül bemutatásra.

4. ábra: A munkavetektorok és az eredményvektorok párhuzamos, javítási vizsgálata



Ebben a műveletben, a ráterhelésnél a „T” vektor nagy hasznunkra van, ugyanis segítségével nem kell minden F<sub>ij</sub> értéket külön-külön végig terhelni a saját legrövidebb útvonala mentén lévő szakaszokra, ami nagyhálózatok esetén nehezen elképzelhető, hanem ezt egy menetben, a fogalmi áramok „összehúzásával” lehet megoldani, és a legtávolabbi facsúctól (5.) jöve, az aktuális áramnak, a már elintézett „mögöttes” mátrixelemek „kötegéhez” való hozzáadásával elég csupán egyszer végig menni a fa ágai mentén, a T-vektor által megadott sorrendben; így a példában:

- az 5.-6. szakaszra rákerül az F(1,5) forgalmi áram értéke (30 utazás),
- a 6.-7. szakaszra rákerül az F(1,5) + F(1,6)-értékek összege (30+20=50 utazás),
- a 4.-7. szakaszra rákerül az F(1,4)-érték (10 utazás),
- a 7.-3. szakaszra rákerül az F(1,5) + F(1,6) és az F(1,4) összege (50+10), valamint az F(1,7)-érték (40), összesen 60+40=100 utazás,
- a 2.-1. szakaszra rákerül az F(1,2)-áram (10 utazás),
- a 3.-1. szakaszra rákerül az F(1,5) + F(1,6) + F(1,4) + F(1,7) -értékek összege (100), valamint a F(1,3) utazások (20) összesen 100+20=120 utazás.

Ily módon az i=1. fa terhelése rendelkezésre áll. Ezt a műveletsort valamennyi csomópont, mint gyökérpont, elvégezve megkaphatjuk a teljes hálózat terhelését és ábráját.

Ez persze csak az első legrövidebb utas, egy lépéses „minden, vagy semmi” elvű ráterhelésnél történik így, amikor akár a közúti, akár a közösségi közlekedési hálózatok a forgalmi terhelések „előzetes” értékeire vagyunk kíváncsiak.

A közösségi közlekedésnél, ahol menetrend szerint, egy-egy szakaszon több viszonylat is haladhat és a viszonylatok közti utasmegosztást is meg kívánjuk határozni, akkor az áramonkénti ráterhelés jöhet szóba, megfelelő megosztási módszer alkalmazásával, akár csak a többútvonalas eljárásoknál.

A közúti ráterheléseknél, ha a forgalmi körülmények, ill. kapacitáskihasználtság ellenállás-befolyásoló hatását is figyelembe vesszük, akár „%-os részletekben” való, – túlterheléseket is kockázatos –, akár „egyensúlyi állapotra törekvő” eljárás kívánunk alkalmazni, akkor többlépéses – közben az ellenállások változását figyelembe vevő – ráterhelési eljárásra van szükség [1, 2, 6, 7, 8].

## 6. ZÁRÓ GONDOLATOK

Ma a gyári szoftvercsomagok (pl. VISUM [7], EMM2 [8], ...) már különböző útvonalválasztási és ráterhelési stratégiáknak megfelelő eljárásokat tartalmaznak. Az eljárások legtöbbje, mint „fekete doboz” működik, amelyek mindegyikének valamilyen legrövidebb útvonalas eljárás az alapja, és ezért került sor egy ilyen „alapeljárás”, részletes, a gyakorlati megvalósítást is lehetővé tevő, ismertetésére. Továbbá azért is, mert létezhetnek olyan, közlekedési hálózatokon lejátszódó jelenségekkel kapcsolatos optimalizálási feladatok, amelyek nem teszik lehetővé valamely gyári szoftvercsomag útvonalkereső eljárásának közvetlen alkalmazását, hanem egyedi megoldást kívánhatnak, mely esetekben az útvonalkereső algoritmus feladathoz illeszkedő programozására lehet szükség.

Akit részletesebben érdekel az útvonalkereső eljárások fejlődése és alkalmazása, az Schrijver átfogó tanulmányából [9] megtudhatja, hogy az eljárások (pl. Shimbell, Ford, Moore, Dijkstra, Lee, ... ismertebb nevekhez köthe-

tő néhány) először a telefon- és ideghálózati kapcsolatok vizsgálata kapcsán merültek fel és csak később a közlekedési hálózatoknál.

Megállapítható, hogy több tízezer szakaszt és csomópontot tartalmazó nagyhálózatokra alkalmas, gyakorlati használatba is került hazai közlekedési vonatkozású eljárás és program korábban nem sok készült, ezért méltányos megemlíteni a működő ill. működött programok kapcsán Scherr Károly (KTI), Nagy Károly (UVATERV), Marton László (SzTAKI-SzE) fejlesztési munkásságát.

## FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] Sheffi, Y.: Urban Transportation Networks (Prentice Hall, Englewood Cliffs N.J., 1985)
- [2] Ortuzar, J.de D. – Willumsen, L.G.: Modellierung Transport (John Wiley & Sons, 1990)
- [3] Horváth B. – Koren Cs. – Prileszky I. – Tóth-Szabó Zs.: Közlekedéstervezés (Jegyzet - Széchenyi István Egyetem, Győr)
- [4] Loubal, P.: A Network Evaluation Procedure (Highway Research Record 205, 1967)
- [5] Scherr K.: Ráterhelési modell (Városi Közlekedés 1977/ 4.-5. szám)
- [6] Monigl J. – Koren T. – Nagy E. – Ujhegyi Z. – Berki Zs.,...: Budapest és környéke közlekedésének tér-idő-költség-elvű modellezése és hatásai átfogó értékelése (TRANSURS modellrendszer) (TRANSMAN-tanulmány, 1998)
- [7] VISUM – <http://vision-traffic.ptvgroup.com/en-us/products/ptv-visum/>
- [8] EMME2 – <https://www.inrosoftware.com/en/products/emme/>
- [9] Schrijver, A. (2012): On the History of the Shortest Path Problem Documenta Mathematica · p155–167



### Routing and traffic assignment methods in transport networks

The "basic procedures" of routing and traffic assignment are important steps of transport modelling. The described methods are suitable for the schematic understanding of the operating principles of softwares, and, if applicable, for their practical implementation. The genuine software packages include appropriate procedures for different strategies, but from the point of view of users they are functioning as a "black box".

The study classifies the types of various procedures. Besides this, it describes the main features of the technical bases for the "model users" who apply the software, and for the "professional co-planners", based on the example of a routing and the related assignment procedure. At the same time the article attempts to relate information and knowledge to the interested persons for the coding procedure.



### Routensuch- und Verkehrsumlegungsverfahren in Verkehrsnetzen

Die "Grundverfahren" der Routensuche und der Verkehrsumlegung sind wichtige Schritte der Verkehrsmodellierung. Die beschriebene Verfahren eignen sich für das skizzenhafte Verstehen der Funktionsgrundsätze der Software und ggf. für ihre praktische Umsetzung. Die standard Software-Pakete enthalten schon entsprechende Verfahren für verschiedene Strategien, aber sie funktionieren in der Regel für die Benutzer als "Black Box". In der Studie wird eine schematische Klassifizierung der verschiedenen Verfahrenstypen gegeben, und es werden dabei die Hauptmerkmale der technischen Grundlagen für die "Modellbenutzer", die die Software anwenden, und für die "professionellen Co-Planer", durch das Beispiel einer Routensuche und dem zugehörigen Umlegungsverfahren beschrieben. Gleichzeitig werden den Interessenten Informationen und Kenntnisse für die Programmierung der Verfahren vermittelt.

# A Paks-Kalocsa híd várható, az erőmű bővítéséhez kapcsolódó munkaerőpiaci és mobilitási hatásai

A Paksi Atomerőmű bővítését, illetve a Paks–Kalocsa híd építését érdemes párhuzamosan értékelni. A tanulmány megvizsgálja, hogy milyen várható hatással lesz az infrastrukturális beruházás az érintett járások munkaerőpiacára és mobilitására.

DOI 10.24228/KTSZ.2017.2.2

**Lukács Norbert – Dr. Tésits Róbert – Dr. Alpek B. Levente**

Pécsi Tudományegyetem, Földrajzi Intézet

e-mail: lukacsnorbi91@gmail.com tesits.robert@gmail.com, alpeklevante@gmail.com

## 1. BEVEZETÉS

A tanulmány aktualitása nagy részben a Paks-i Atomerőmű tervezett bővítéséhez köthető. Egy olyan nagy volumenű beruházáshoz, amely megvalósulása során és azt követően is a társadalmi-gazdasági élet számos területén éreztetni majd hatását. Az építkezéshez kapcsolódó munkaerő és (kezdetben) építőanyag szállítását megfelelő minőségű infrastruktúra nélkül nem vagy csak nehezen lehet biztosítani. A címben szereplő, a tervezőasztalon már létező híd a szállítási célokat szolgálja majd, hiszen a legközelebbi átjárási lehetőség jelenleg Szekszárdnál vagy Dunaföldvárnál található.

A tervezett híd két olyan különböző tervezési régió által érintett térséget kapcsol össze, ahol jelentősen eltérőek a gazdasági, illetve ezzel összefüggésben a munkaerőpiaci feltételek, ezen differenciák mind nagytérégi, mind települési szinten kézzelfoghatók. A jelen írás relevanciáját adja, hogy a Paks–Kalocsa híd e gazdaságilag különböző mértékben fejlett járások adottságai hatékonyabb kihasználása tekintetében hozhat kiegyenlítődet. Érdemes a hidat és az atomerőmű bővítését közös beruházásként kezelni, mert az energetikai szolgáltató nélkül a híd sem épülne meg. A nukleáris

létesítményhez szükséges infrastrukturális fejlesztések pedig szükségszerűen viszonyulnak a híd meglétéhez.

Az ország dunai hídhalozatának egyik ismérve, hogy minél inkább közelítünk Budapesthez, annál gyakrabban találkozunk átkelést lehetővé tevő építménnyel. Az alföldi hidak tervezésénél fontos szempont volt, hogy olyan helyen létesítsék azokat, ahol képesek lesznek kiszolgálni az 1971-es településhálózat-fejlesztési koncepció célkitűzéseit (kettős gyűrű létrehozása Budapest körül). Míg a belső gyűrű a dunaföldvári hidat, a külső Baját érinti. A két település távolsága mintegy száz kilométer, amely közel egyórás közúti menetidőnek felel meg. Az említett két híd között az ezredfordulót követően újabb átkelő épült Szekszárdnál. A további igények hatékonyabb kiszolgálása érdekében 2001-ben egy ÉNy-DK és DNy-ÉK irányú tranzitvonal létrehozásának szükségességét állapították meg, amelynek metaszélpontja Dunaújváros körül volt. A helyszínválasztást támasztja alá [3] legrövidebb távolságok elvére épülő modellje is.

A közgazdasági-közigazgatási és a területfejlesztési szakirodalmak ma már egyre inkább összekapcsolják a piac és az infrastruktúra-fejlesztés fogalmát. A területfejlesztési gyakor-

latban – mivel minden település, régió eltérő tulajdonságokkal, adottságokkal rendelkezik – nem lehet „azonos módon” fejleszteni. A körültekintő tervezés ezért legalább olyan fontos a közlekedési infrastruktúra-fejlesztés során, mint az építés vagy az üzemeltetés. Elfogadva azt a tézist, hogy a hatékony piactudás fontos pillére a korszerű infrastruktúra, érdemes megemlíteni, hogy melyek azok a feltételek, amelyeknek egy beruházásnak meg kell felelni. Ilyen többek között a verseny kiszolgálása, a piac szereplőinek informálása (döntéseiket ezen információk függvényében hozzák meg), az erőforrások átcsoportosításának lehetősége, intenzív kapcsolatok létrejöttének igénye, valamint hogy a piaci „tranzakciók” kapcsolatok lehetőleg a legkisebb költség- és időigény mellett valósuljanak meg [2]. E tekintetben azonban a tervezett híd a pentelelnél vélhetően célirányosabban képes kiszolgálni a vizsgált térség keleti területeinek, illetve Paks településnek az összeköttetését, lehetővé tenni a folyamatos munkaerőpiaci célú ingázást.

Habár a jól megtervezett és kiépített infrastruktúra gazdasági és társadalmi fejlődést indikáló potenciálja jelentős, de az ilyen irányú fejlesztéseknek nem feltétlenül csak pozitív hatásai léteznek. A probléma pedig a terület lehatárolásában rejlik. Ha a vonalas intézményeket makroszinten vizsgáljuk, akkor a sok pozitívum mellett szinte elhanyagolhatók a negatív hatások. Azonban települési szinten gyakorta fordítva jelentkeznek ezek az impulzusok. Minél kisebb területegységet vizsgálunk, annál inkább úgy tűnik, hogy az egyensúlyteremtő-képesség alig valósul meg. Probléma forrása lehet továbbá, hogy, ha egy hely megközelíthetősége javul, akkor a javak nem csak könnyebben jutnak ki a piacra, de a beérkező, esetleg jobb, olcsóbb, termékek kiszoríthatják a helyi termelőket. A munkaerőpiacra gyakorolt hatás sem elhanyagolható, hiszen a munkavállalók mobilitásának növekedésével, nagyobb eséllyel hagyják el a térséget [2]. Már csak azért is, mert a mobilitás egyre inkább a munkavállalók rugalmasságához hozzátartozó alapfeltétel kell, hogy legyen, különben kiszorulnak a munkaerőpiacról. A nagyobb vállalatok, gazdasági súlyuknak és anyagi forrásaiknak köszönhetően, a munkavállalókat képesek távoli településekről is magukhoz vonzani. Ez azonban csak akkor va-

lósulhat meg, ha a munkaképes állomány partner ebben a folyamatban. A munkavállalóknak ilyenkor két dolgot kell mérlegelniük: vagy elköltöznek egy, az új munkahelyükhöz közelebbi településre, vagy vállalják a napi szintű ingázást. A második lehetőség esetén számolni kell az utazási idővel és az erre fordított költségekkel is [6].

A legfontosabb célunk, hogy megvizsgáljuk a Paks–Kalocsa híd várható munkaerőpiaci hatásait. E célkitűzés az alábbi részcelokon keresztül valósul meg. A keresleti oldal értékelő elemzése azért kiemelt fontosságú, mert ennek segítségével mérhető fel az egyes járáások, illetve a leginkább érintett települések mobilitást befolyásoló hatása. A tanulmány feltárja azokat a faktorokat, amelyek jelenleg befolyásolják a települések munkaerőpiaci különbségeit, majd ezekre a tényezőkre építve értékeli a lehetséges változásokat. Természetesen a kínálati oldal elemzése is fontos, így indokoltá vált a társadalmi mobilitás szubjektív és objektív tényezőinek értékelése. A feltárt mobilitási tényezők függvényében egy hipotetikus modell segít a híd várható mobilitási-munkaerőpiaci hatásait ábrázolni. Teszi ezt – elsősorban geo-informatikai és statisztikai módszerek segítségével – részben az utazási idők, részben pedig az álláskereső mutatók feltételezhető változásainak feltárásával.

## 2. KUTATÁSI MÓDSZEREK

A tanulmány elkészítéséhez a közgazdasági és geográfiai szakirodalmak mellett szekunder forrásként szolgáltak a vonatkozó terület- és településfejlesztési dokumentumok, amelyek segítségével a szerzők betekintést nyerhettek abba, hogy a különböző területi szintű közigazgatási egységek hogyan viszonyulnak a beruházáshoz. Ennek szükségességét támasztja alá az a tény, hogy a közlekedési infrastruktúrális fejlesztések legtöbbször – akár a jelen vizsgálat tárgyát képező hídberuházás is – több évtizedre befolyásolhatja a térségek gazdasági helyzetét. A települések munkanélküliségét a [munka.hu](http://munka.hu) honlap statisztikáinak elemzésével végeztük. A 2015-ös foglalkoztatási adatok havi bontásban történő elemzésénél azok átlagolása vált szükségessé, mivel az érintett települések munkavállalóinak jelentősebb része a számottevő szezonális hatással jellemezhető

mezőgazdasági, illetve építőipari szektorban foglalkoztatott. Az egyéb indikátorok (pl. oktatási statisztikák) forrása a Központi Statisztikai Hivatal 2011-es adattára ([www.ksh.hu](http://www.ksh.hu)).

Az adatok térbeli megjelenítéshez az ArcGIS 10.2.2-es szoftvert használtuk. Az Open Street Map 2016.07.01-es állapota szerint a létrehozott poligonokat megfeleltettük a települések azon részeinek, amelyeken feltehetően munkavállalók/álláskereső laknak. A szilárd burkolattal ellátott utakat térinformatikai szoftverrel szintén feldolgozhatóvá tettük. A területek elérését minden esetben a települések mértani közepétől számítottuk, így kiküszöbölve azt a problémát, hogy egyes helyeken a nagyobb népsűrűség miatt több munkavállaló élhet. Fontosnak tartottuk, hogy az időbeli elérhetőség kapcsolódó értékei a modellben pontosan<sup>1</sup> szerepeljenek, így az utakat lebegőpontos „float” adattípusban rögzítettük. A „minutes” attribútum létrehozásához az ArcCatalog programot használtunk. A fenti adatok létrehozása és kiszámítása után egy Network Dataset-et hoztunk létre, amely tartalmazza az atomerőmű helyszínét, az utakat, valamint a településeket. Mivel a Paks–Kálcsa híd még nem épült meg, így a pontos koordináták hiányában a fellelhető legjobb felbontású tervdokumentum alapján határoztuk meg a helyszínt a térinformatikai rendszerben.

A mobilitási fok meghatározására több módszert alkalmaztunk. Ezek az eljárások egymást kiegészítve adnak komplex képet a várható térbeli hatásokról. Az első az adott járáshoz tartozó foglalkoztatási központ munkaerőpiaci „szívóerejét” mutatja. A második módszer a mobilitáshoz szükséges közlekedési eszközöket vizsgálja, amely két összetevőből áll. A településen élő munkavállalók száma és az itt regisztrált személygépkocsik hányadosa által összehasonlíthatók a települések. Ugyanakkor a közösségi közlekedés elemzése is fontos információkkal szolgál, amelynek statisztikai alapját a Volán Zrt. által üzemeltetett [menetrendek.hu](http://menetrendek.hu) adta. Fontos megemlíteni, hogy az eljárás csak a foglalkoztatási központok és a vonzott települések kapcsolatát vizsgálja.

A harmadik módszer a mobilitási fokok átlagára épül (a továbbiakban MFÁ [1],[7]), egy

olyan többváltozós modellre, amelynek a segítségével a megfelelő pontossággal lehet ábrázolni, hogy az egyes településen élőknek milyen mobilitási lehetőségei vannak. Több paraméter szükséges a precíz eredmények eléréséhez, viszont az így kapott számok által települési szinten válik értékelhetővé a munkavállalói mobilitási készség, illetve képesség mértéke. Az input adatok empirikus vizsgálatainkban is használt primer források mellett a [menetrendek.hu](http://menetrendek.hu) és az [utvonaltervezo.hu](http://utvonaltervezo.hu) oldalakról származnak. A hipotetikus modell többek között az MFÁ-módszer alapján számolja ki a települések mobilitási lehetőségeit, amelyben az atomerőmű helyszíne szolgált foglalkoztatási központként. Jelenleg még nincs pontos információ arról, hogy milyen közösségi közlekedési útvonalakat hoznak létre a tervezett híd megvalósítását követően, ezért ezt a hiányt pótolni kellett, mégpedig az atomerőmű jelenleg használt menetrendje alapján.

Az empirikus vizsgálatot online és személyes kérdőívek segítették. Ezek célcsoportjai az érintett járáások polgármesterei, akik a településfejlesztéssel kapcsolatos attitűdről, úthálózatáról, a beruházásban való részvételi lehetőségeiről, annak munkaerőpiaci hatásairól mondtak véleményt. A 134 lakossági online kérdőív hasonló strukturális felépítést követett. Az MFÁ-hoz szükséges adatok alapját a két járás összes településéről 5–5 (a járási székhelyeken 10–10), összesen 180 munkavállaló által adott válaszok adták. A kérdőív főbb kérdéscsoportjai vizsgálták a közlekedési eszközök rendelkezésre állását és a munkavállalók ingázási hajlandóságának szubjektív tényezőit is.

## 3. EREDMÉNYEK

### 3.1. A híd tervezett helyszíne és hatótávolsága

A Dunán átívelő szerkezet telepítési helyét még nem határozták meg pontosan, ahogy azt sem, hogy a bekötőutak hol csatlakoznak az első- és másodrendű utakhoz. A műszaki specifikációk ezzel párhuzamosan még előkészületi fázisban vannak, konkrétumokat e tekintetben nem lehet meghatározni. Tervek azonban már vannak, ahogy ezzel kapcsolatos

<sup>1</sup> Az utak digitalizálása 1:7500-as méretarány mellett történt

szakmai egyeztető fórumok is. A tervezők három lehetséges nyomvonalat mutattak be (Géderlak és Ordas, Foktó és Dunaszentgyörgy, valamint Gerjen és Bátya között), és ehhez öt különböző hídtípus vázlatos ábráit prezentálták. A részletes konzultáció során megvitatták, hogy – különböző szempontok alapján – melyik az optimális párosítás. Az előnyöket és hátrányokat figyelembe véve a szakmai bizottság úgy döntött, hogy az ideális választás a Foktó és Dunaszentgyörgy közötti útvonal lenne, amely a Duna jobb partján Dunaszentgyörgytől délre csatlakozna a 6-os számú főúthoz, ezzel kapcsolatot teremtvé Pakssal. A Paksi Atomerőmű Építészeti Osztályán megismert mérnöki szempontok alapján, már a geográfia aspektusából is vizsgálhatóvá vált a hid.

Az első számú nyomvonal Paks északi részén csatlakozik az országos közúthálózathoz. Nagy előnye, hogy Pakshoz ez lenne a legközelebb, viszont hátránya, hogy az atomerőműtől északra található, így az építés során több kockázati tényező is felmerülhet. Alacsony vízállásnál a Duna nem képes kielégítően hűteni a reaktorokat, és az építkezés során előfordulhat, hogy úgy befolyásolja a folyó vízhozamát, hogy az már veszélyes lehet az üzemelő erőműre. A Pakson élők számára – kizárólag személyközlekedési szempontból – ez a legjobb választás.

A második számú nyomvonal ideális távolságban van a két járási központtól, valamint az atomerőműtől is délre helyezkedik el, tehát a két építkezés térben sem akadályozná egymást. Hátránya, hogy a hídfőkhöz képest messze található a már kiépített közutak, így ebben a verzióban lenne szükség a legtöbb új út építésére. Az építés szempontjából a mérnökök egy része ezt az útvonalat tartja a optimálisan kivitelezhetőnek, így e nyomvonal megvalósulása a legvalószínűbb.

A harmadik verzió legnagyobb hátránya, hogy távol esik mindkét járási székhelytől.

Térinformatikai vizsgálatainkat arra alapoztuk, hogy a hid Dunaszentgyörgy és Foktó között helyezkedik majd el. A lakossági, valamint a polgármesterek által kitöltött kérdőívek alapján is ez az ideális helyszínválasztás. Mivel az atomerőmű bővítése és a hid megépíté-

se között ok-okozati összefüggés áll fenn, így a következők főleg azt vizsgálják, hogy az az erőművet mennyivel „hozza közelebb” a munkavállalók lakóhelyéhez.

A Kalocsai járásban található 51-es számú út, valamint a környező településeket érintő négy számjegyű utak (5106, 5308, 5312) rossz állapotúak, a közlekedés sem komfort, sem idő szempontjából nem nevezhető ideálisnak. A Magyar Közút Nonprofit Zrt. „Komplex útfelújítási program”-ja alapján az említett szakaszokon bizonytalan ideig nem várható javulás. Ennél lényegesen jobb állapotúak a Tolna megyei utak, (különösen a 6-os számú főút). A munkavállalók elsősorban ezt preferálják, még úgy is, hogy a nagyobb távolságok miatt az utazási költségek is magasabbak.

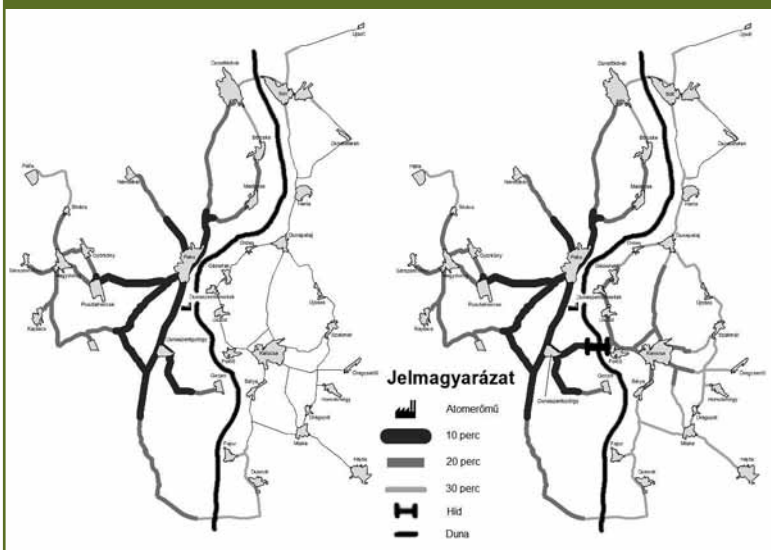
Mivel a leendő híd a Paksi járás munkavállalóinak életét napi szinten nem befolyásolja, így a vizsgálatok elsősorban a Kalocsai járás településeit érintik. Az atomerőmű bővítése több ezer munkavállalóra lesz hatással. A napi ingázás szinte elkerülhetetlenné teszi a híd használatát. A továbbiakban tehát hipotetikus állapotról beszélünk, hiszen a beruházás még nem kezdődött el.

A jelen állapotok szerint a Kalocsai járásban élők, akár északról, akár délről közelítik meg a bővítés helyszínét, az több mint fél órát jelent. Az utak rossz minősége ezt az időt tovább növeli. E tekintetben Újsolt és Hajós települések vannak a legrosszabb helyzetben, ugyanis e községek található a legmesszebb az erőműtől. Mindössze néhány olyan település található a járásban, amely a 30 perces zónán belül fekszik. Solt relatíve kedvező helyzete a dunaföldvári híddal való közvetlen kapcsolattal magyarázható.

A 1. ábra jobb oldalán a híd hatása digitalizált formában már látható, várható hatása szembetűnő, mivel a Kalocsai járás településeinek lakói rövidebb idő alatt jutnak el az atomerőműhöz. Kalocsa települése a helyszíntől függően a 10 és 20 perc közötti intervallumba kerül, ez megegyezik Paks elérhetőségével, a munkavállalók lényegesen jobb feltételek mellett érhetik el a nagyberuházás által lét-

rejövő munkahelyeket. További települések is részesülnek e pozitív hatásból, szinte mindegyik a 30 perces útidővel elérhető intervallumhatárérték alá kerül. Belátható, hogy az új híd vonzáshatára valahol Solttól délre található. Az itt lakók eldönthetik, hogy melyik útvonalon szeretnének átjutni a Dunán. A Kalocsai járásban élők a hídnek a város életére gyakorolt hatásával szemben, inkább az alsóbbrendű és helyi utak felújítását, valamint egy komple-

1. ábra: A híd hatása az atomerőműtől számított időbeli távolságokra

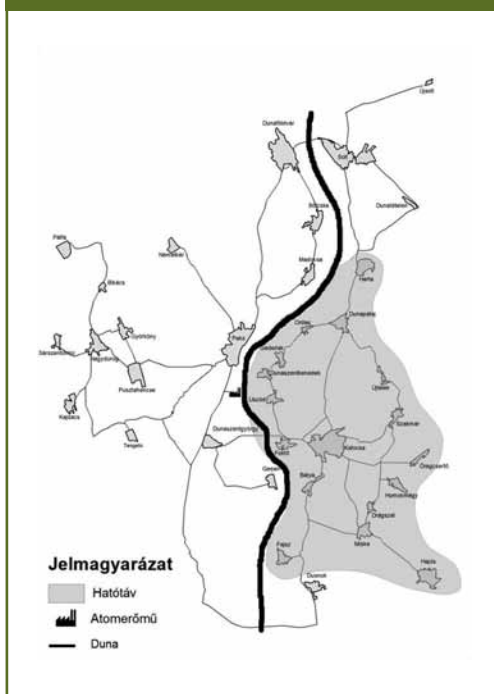


kötő megépítését szorgalmazzák. A híd reális hatótávolságát Dusnok mellett állapítottuk meg, amely megközelítőleg 27 percnyi közúti elérhetőségnek felel meg (2. ábra). A Kalocsai járásban tehát – földrajzi adottságaik okán – három kivételével (Dunatétlen, Solt, Újsolt) a települések munkavállalóinak/álláskeresőinek jelentős része profitálhat a tervezett beruházásból abban az esetben, ha leendő munkahelyük a Paksi járásban lenne.

### 3.2. A híd környezetében élők mobilitása

A mobilitás vizsgálata előre jelezheti, hogy a munkavállalók milyen mértékben és intenzitással fogják használni a hidat. Amennyiben a helyi munkavállalóknak jelenleg sincs nagy affinitásuk arra, hogy a lakhelyüktől távol dolgozzanak, úgy a híd valószínűsíthetően kevésbé lehet kihasznált. A járásokban található foglalkoztatási központok [5] és az általuk vonzott települések kapcsolatát számos megközelítés szerint lehet értékelni. Egy adott járás gazdasági vonzereje több összetevőből adódik. Az egyik, hogy hány aktív korúnak képes munkát adni. A magasabb bérek, a jobb infrastruktúra és a kedvezőbb ingázási lehetőségek a távolabbi településeken élőket is képesek vonzani. Amennyiben a járási foglal-

2. ábra: A híd várható reális hatótávolsága



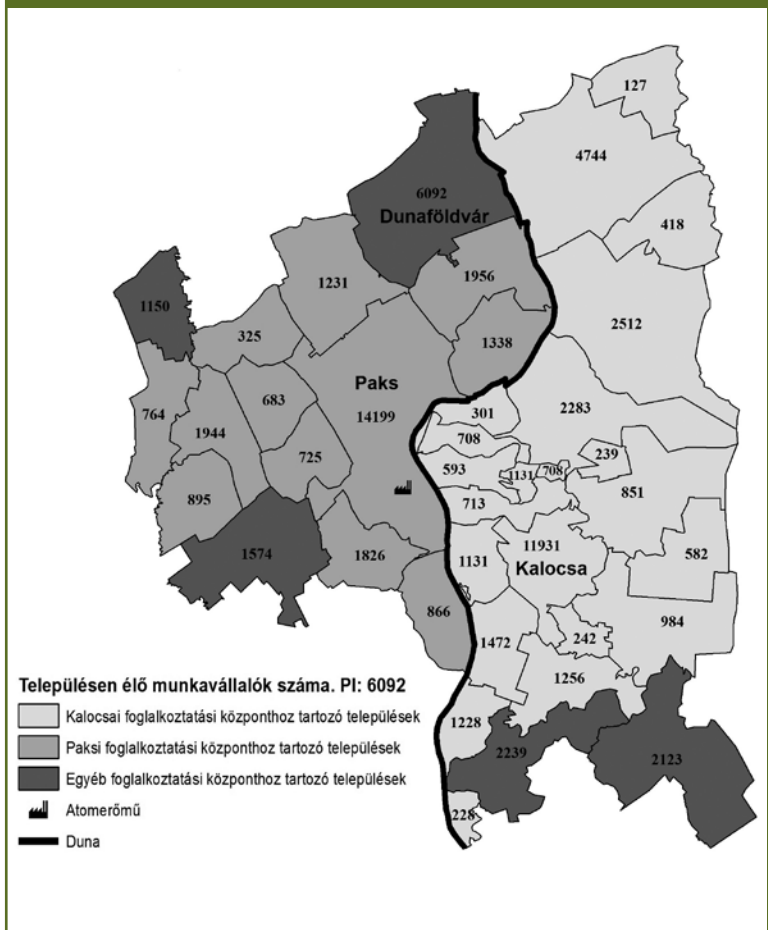
koztatási központ a térség munkavállalóinak a legfőbb munkahelyet jelenti, az információból több következtetés is levonható. Az első, hogy a foglalkoztatási központ jó lehetőségeket biztosít mindenki számára, és feltételezhetően a városban megfelelő az infrastruktúra fejlettségi szintje. Ebben az esetben a gazdasági növekedéshez a feltételek adottak, ezért távolabbról is megéri ingázni. A szomszédos járásokban élők számára új lehetőségek nyílnak, amelyeket ki is használnak, ha ez pénzben és időben megéri nekik.

A második következtetés, hogy a foglalkoztatási központ gazdaságilag gyenge, viszont így is képes a járásban élőket munkával ellátni, mivel a helyieknek nincs lehetőségük elköltözni vagy ingázni. Az utóbb felvázolt forgatókönyvben magasabbak a munkanélküliségi ráták. Amennyiben a foglalkoztatási központ gyenge, és kevés munkahelyet képes csak biztosítani, az álláskeresők feltételezhetően új alternatíva után néznek, másik foglalkoztatási központba kényszerülhetnek ingázni. A vizsgált két járásban található négy foglalkoztatási központ közül kettő jelentős, kettő csak egy-egy települést képes vonzani (Paks: 12 település, Kalocsa: 15 település, Harta és Solt: 2-2 település). A két járásközpont gazdasági ereje országos viszonylatban átlagos. A munkavállalási körök járásonkénti száma megközelítőleg 35-35 ezer fő. Mobilitási indexük (a járáson belül élő munkavállalók és a járáson belül dol-

gozó munkavállalók hányadosa) azonban már eltérő, míg a kalocsai oldalon ez a szám 0,88, addig a paksi részen már csak 0,75 (3. ábra).

A 0,13-os különbségnek a Dunaföldváron élő 6092 fő „elvesztése” az oka. Dunaföldvár földrajzilag Paks és Dunaújváros között helyezkedik el, majdnem a két foglalkoztatási központ között félúton. A városban élőknek tehát a távolságokat nem kell mérlegelni, ezért más szempontok kerülnek előtérbe a munkahelyválasztáskor. A járási mobilitási index alapján a Kalocsai járás sokkal előnyösebb helyzetben van, mert nem „veszít” nagy lélekszámú településeket. Ugyanakkor, a legdélebbi falvak Baja munkaerővonzó

3. ábra: Járási mobilitási index (Adatok forrása: ksh.hu)



körzetéhez tartoznak [5]. Sükösd időben és távolságban is közelebb van ehhez a városhoz, így a Kalocsai járás munkavállalói racionális döntést hoznak, amennyiben az idő az elsődleges választási szempont. Hajós esetében viszont nem a távolság jelenti a fő befolyásoló tényezőt, hanem a közösségi közlekedés, mert kétszer annyi időbe telik eljutni Bajára, mint Kalocsára, személygépjármű esetében pedig húsz helyett harminc perc a menetidő. Ez az anomália betudható annak, hogy Baja munkahely-kínálati és bérezési spektruma lényegesen szélesebb körű lehetőségeket nyújt az embereknek, akik a napi ingázást „forintosítva” vállalják az utazást. A paksi oldalon megfigyelhető, hogy azok a munkavállalók lépik át a járástárat, akik az atomerőműtől távol laknak. Dunaföldvár, Pálfa és Tengelic szintén a legtávolabbi települések. A felsoroltak közül az utóbbi két község rendelkezik alacsony színvonalú közösségi közlekedési kapcsolattal az erőmű irányába (4. ábra).

A közösségi közlekedés költsége, 1–2 fős használat esetén, kisebb, mint a személygépjárműé. Dunaföldvár példáján keresztül jól látszik, hogy miért is van Dunaújváros kedvezőbb helyzetben, mint Paks (4. ábra). Az autóbusz adta (mert vonatközlekedés nincs) lehetőségeket az emberek jobban ki tudják használni, ez költség-ráfordítás szempontjából szintén előnyösebb. Leggyakrabban e két település között jár a távolsági autóbusz, napi 64 alkalommal, amely önmagában véve is kiemelkedően magas értéket képvisel. A tizenöt percenkénti indulási idő megkönnyíti azoknak a munkába járását, akik váltott munkarendben dolgoznak. Dunaújvárosban több üzem is található, ahol lehetőség van éjszakai műszakban dolgozni. Ezek a gyárak sokak számára nyújtanak elhelyezkedési lehetőséget (gumi-, acél-, papíripar, textilüzem), ezért a két város között az autóbuszjáratok nagy száma hangsúlyossá teszi a 6-os számú főtut a Dunaújváros–Dunaföldvár–Paks–Dunaszentgyörgy útvonalon. Tolna megyében ezen az útszakaszon közösségi közlekedési eszköz jár a leggyakrabban, ami indikátora a naponta ingázók számának. A Kalocsai járásban szintén megfigyelhető ez a trend, a sűrűn közlekedő autóbuszjáratok az észak-dél irányú útvonalakra

koncentrálódnak. Ennek oka, hogy a Kalocsától keletre, illetve nyugatra található települések alacsonyabb lélekszámúak, valamint a falvak elhelyezkedése miatt nem alakult ki ezzel párhuzamos úthálózat.

A személygépjármű-állomány és a munkavállalási korúak összetételéből több dologra lehet következtetni. A két járás közötti fő különbség, hogy a paksi oldalon alacsonyabb az autók munkaképes korú lakossághoz viszonyított aránya. A magas személygépkocsi-állományral rendelkező települések közül Dunaföldvár, Győrköny és Paks városa emelhető ki. A járásban továbbá ezek rendelkeznek a legalacsonyabb álláskeresési rátával (10. ábra), így összefüggés fedezhető fel a két tulajdonság között. Az átlagos álláskeresési mutató 4%-nál alacsonyabb, ezért jó okunk van feltételezni, hogy ezen három településen a kiemelkedő mobilitási lehetőségek szerepet játszanak a munkaerőpiac stabilizálásában. Sokkal homogenebb képet kapunk a Duna bal partján.

A Kalocsai járásban jellemzően több háztartásban található személygépjármű, amely hiánypótló a térség kedvezőtlen közlekedési adottságainak ellensúlyozásában. A hátrányos elhelyezkedést tovább csökkenti, hogy a távolsági járatok is gyakoribbak, mint a paksi oldalon. A mobilitás e szintjén a Kalocsai járás ismét kedvezőbb értékeket mutat, ennek ellenére magasabbak a munkanélküliségi ráták. Az itt élők napi ingázására adottak a lehetőségek, azonban az eddigi módszerek csak statisztikai alapon vizsgálták ezt a kérdést, a lakossági attitűd szubjektív elemeit a 3. és 4. ábra nem mutatja.

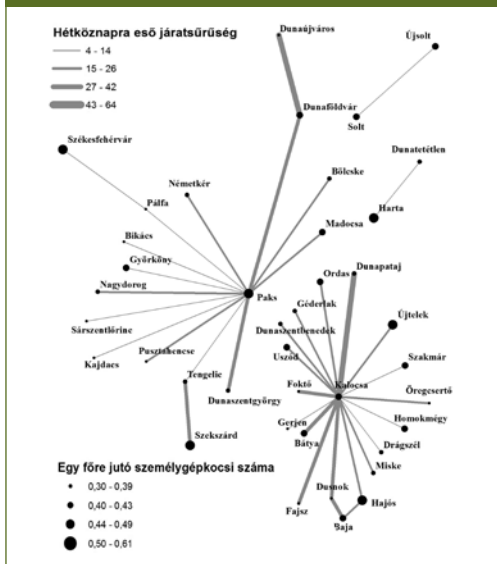
A lakosság hozzáállása több összetevőre bontható. Tétélezzük fel, hogy egy adott községben élők munkát vállalnának, de nincsen hova, vagy mivel eljutni. Ez fordítva is igaz lehet, jó adottságokkal rendelkezik egy település, azonban a környezetében élők nem szívesen vállalják az ingázással járó idővesztéséget vagy költségeket. A probléma értékelésében segít a korrigált mobilitás index<sup>2</sup> [7] (5. ábra). A rendszerben megjelenik a mobilitási hajlandóság, mint a lakossági felmérésekből származó ösz-

<sup>2</sup> A Mobilitási Fokok Átlaga modell, MFÁ-modell megmutatja, hogy – feltételezve a vizsgált ingázási relációban az értékelt közlekedési eszköz teljes körű rendelkezésre állását (azaz, hogy mindenki számára elérhető) – mennyire kedvező az adott (vonzott település) község/város utazási idők és költségek tekintetében vett elérhetősége. A nagyobb értékek jobb mobilitási lehetőségekre utalnak.

szetevő. A fentebb bemutatott mobilitási ábrákkal párhuzamba lehet állítani a 9. ábrát. Az atomerőműtől való ingázási távolság komoly befolyásoló tényező. A kalocsai „gyűrű”-ben kirajzolódnak a térség munkavállalóinak lehetőségei; a város képes arra, hogy a közeli falvakból vonzza a munkavállalókat.

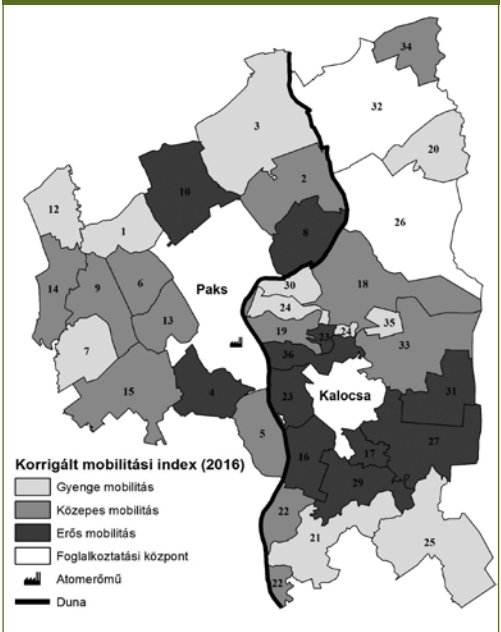
Összességében megállapítható, hogy a két járásban nem található olyan szubjektív tényező, amely meggátolná, hogy az emberek munkahelyüket megváltoztatva napi szinten ingázhassanak. Belátható, hogy a térséget jellemző magasabb munkanélküliség okai nem a munkavállalói attitűd vagy közlekedési lehetőségek hiánya.

**4. ábra: Közlekedési kapcsolatrendszerek a foglalkoztatási központok és az általuk vonzott települések között (Adatok forrása: menetrendek.hu, ksh.hu)**



A mobilitásvizsgálat eddigi eredményei a 2015-ös év állapotát mutatták. A két járásban található foglalkoztatási központok és a vonzott települések viszonya megmutatta, hogy milyen alapvető különbségek találhatók a Duna két partján. Az eltérő gazdasági viszonyok differenciáló hatása megkérdőjelezhetetlen. Bár több szempontból is összehasonlítható a két járás, viszont a fent említett különbségek miatt nem kapunk homogén környezetet, azonos feltételekkel. Azok a foglalkoztatási köz-

**5. ábra: A Paksi és Kalocsai járásban élők mobilitási hajlandósága**



1: Bikács, 2: Bölcske, 3: Dunaföldvár, 4: Dunaszentgyörgy, 5: Gerjen, 6: Györköny, 7: Kajdacs, 8: Madocsa, 9: Nagydorog, 10: Némethér, 11: Paks, 12: Pálfa, 13: Pusztahencse, 14: Sárszentlőrinc, 15: Tengelic, 16: Bátya, 17: Drágszél, 18: Dunapataj, 19: Dunaszentbenedek, 20: Dunatetőtlen, 21: Dúsnok, 22: Fajszt, 23: Foktő, 24: Géderlak, 25: Hajós, 26: Harta, 27: Homokmégy, 28: Kalocsa, 29: Miske, 30: Ordas, 31: Öregcsertő, 32: Solt, 33: Szakmár, 34: Újsolt, 35: Újtelek, 36: Úszód

pontok, amelyek csak egy települést képesek vonzani, nem rendelkeznek ugyanakkora gazdasági súllyal, mint egy, több ezer munkahelyet teremtő város.

A 6. ábra megmutatja, hogy milyen a mobilitási helyzet abban az esetben, amennyiben központként az atomerőművet jelöljük meg. Itt ismét megjelennek azok a hatások, amelyek a munkaerőpiac álláskeresési statisztikáit is alakították. A Duna egyfajta falként zárja el a Kalocsai járás munkavállalóit az atomerőműtől, a folyón történő átkelés korlátozott, ezért e településeken élők mobilitási foka nullához közeli értéket vesz fel. Mivel a napi ingázás időbeli és pénzületi költségei – a korábbiakban vizsgált helyzethez képest – ugrásszerűen megnöttek, így szinte kivétel nélkül kiesnek az erőmű von-

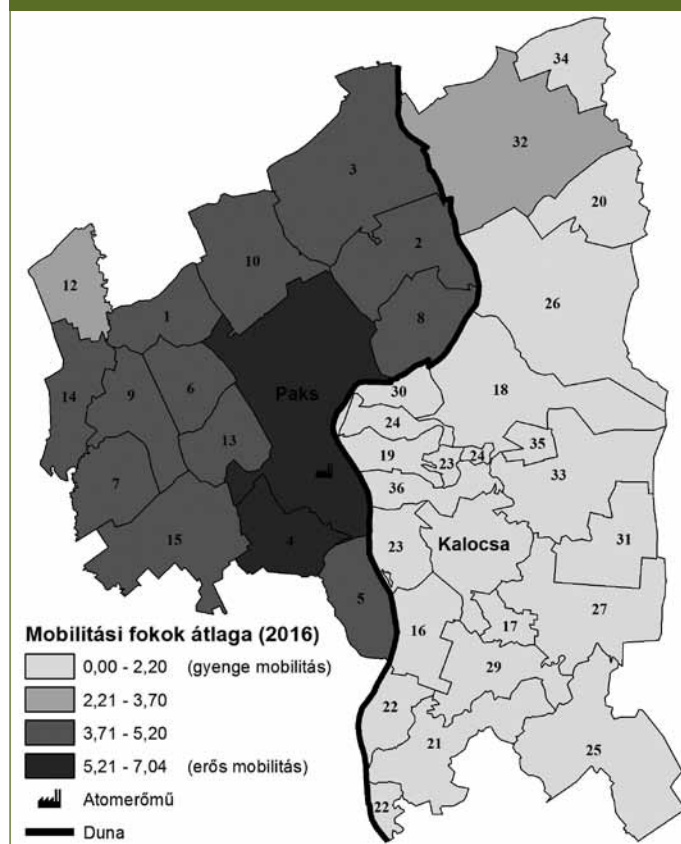
zaskörzetéből. Egyedül a dunaföldvári hídhoz közel eső Solt települése ér el közepes mobilitási szintet, amelyhez hasonlóval a Pakstól legtávolabbra eső Pálfa község rendelkezik. A Paksi járás többi települése a kedvező közlekedési lehetőségeknek köszönhetően erős mobilitással bír.

### 3.3. A híd feltételezhető hatásai a térinformatikai modell alapján

A járásközpontok mobilitási helyzetének vizsgálati eredményei, az értékelt faktorok és feltárt összefüggések fényében a következőkben egy hipotetikus modell érzékelteti a várható munkaerőpiaci változásokat. A híd nélküli erőműbővítés a mobilitási viszonyokat nem módosítaná jelentősen: a Kalocsai járás továbbra is elszigetelt lenne, a Paksi járásra

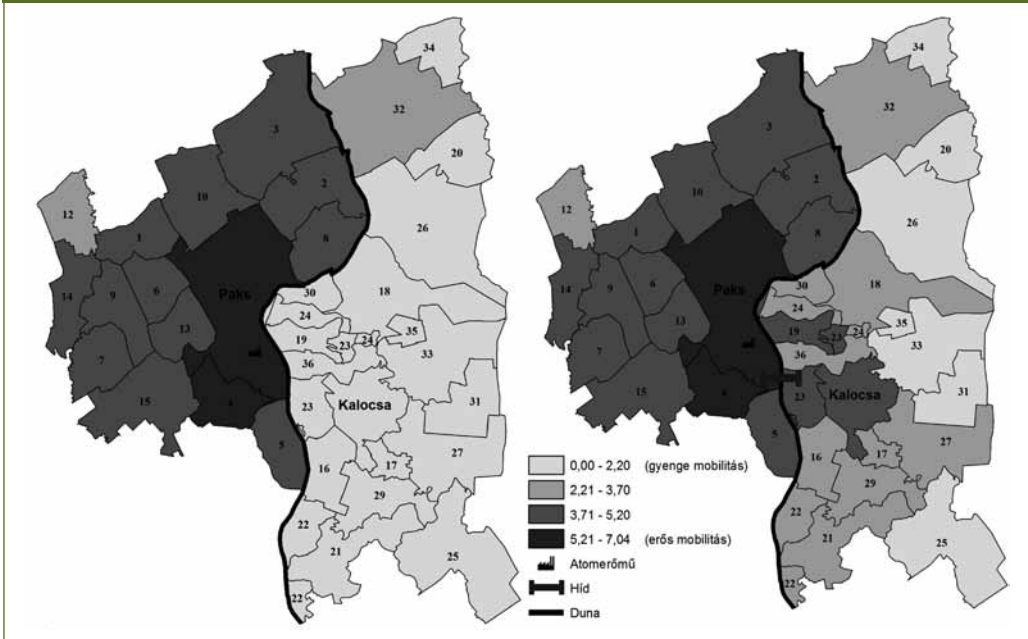
gyakorolt hatása mérsékelt. Ugyanakkor az atomerőmű bővítése nélkül valószínűleg nem épülne meg a híd. Mivel a beruházásnak elsősorban az út-idő távolságokra lesz befolyása, ezért ilyen irányban célszerű vizsgálni a feltételezhető hatásokat. Azáltal, hogy a Duna izoláló jellege megszűnik, a kelet-nyugat irányú útvonalak száma bővülne, a bal parti települések számára új lehetőségek nyílnának. A munkanélküliséget korábban befolyásoló faktorok közül a folyó hatása minimalizálódik, kiegyenlítettebb térszerkezetet eredményezve, ahol az atomerőműtől való távolság válik a legfontosabb tényezővé. Az így kialakuló kedvezőbb közlekedési helyzet miatt további, a piaci szférában realizálódó beruházások potenciálja is megnőhet. A híd így multiplikátor-hatást képes kifejteni a térségre, egyfajta katalizátorként funkcionálhat.

6. ábra: A mobilitási fokok egyenlőtlenségei a híd nélküli (2016)



Az elemzett mobilitási fok a híd révén a bal parti településekben jelentősen nő (7. ábra). A pozitív változás alapja, hogy a helyi munkavállalók alapvetően rugalmasan kezelik az ingázás kérdését, így annak szubjektív feltételrendszere többé-kevésbé adott. A korrigált mobilitási index alapján azok a települések profitálhatnak leginkább a hídból, amelyeknek Kalocsa városa jelentette az elsődleges foglalkoztatási központot. Természetesen nem elhanyagolható a járási központ helyzetének változása sem, hiszen az itt élő több ezer munkavállaló számára szintén elérhető távolságba kerül az atomerőmű. A modell alapján megállapítható, hogy az áramszolgáltatótól legtávolabbi eső települések mobilitási szintje továbbra is alacsony maradhat. Ez összhangban áll a híd reális hatótávolságával, amely a modell következtetéséig is utal. Habár a két járás „közelebb került” egymáshoz, még így sem jellemezhetők kiegyenlített mobilitási fokokkal.

7. ábra: A híd várható, mobilitásra gyakorolt hatásai (mobilitási fokok átlaga 2015–2020)

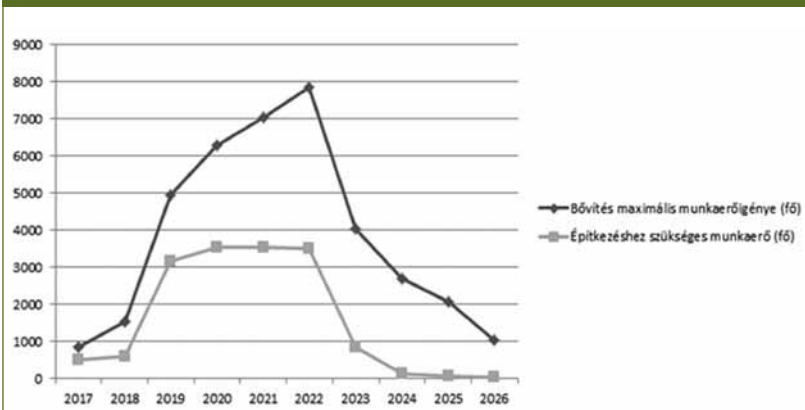


Ennek legfőbb oka, hogy az 51-es és az 53-as számú utak állapota rossz, illetve a Kalocsai járás kedvezőtlen településszerkezeti adottságai sem változnak. Bár a vizsgált térség keleti fekvésű településeit, közlekedésgéograpi helyzetük miatt, a híd csak kis mértékben érinti, számukra még így is kiugrási lehetőségnek tekinthető a beruházás. Az 1505/2016.

IX.21. Kormányhatározat alapján a miniszterelnökség hazai forrásokból kívánja előteremteni a híd anyagi megvalósításának feltételeit. A tervek szerint az építkezés 2018. I. negyedév és 2020. II. negyedév között valósul meg.

Az atomerőmű bővítésének munkaerőigénye iskolai végzettségtől függetlenül a munkaerő-

8. ábra: Az atomerőmű bővítésének várható munkaerőigénye 2015–2026 becslések alapján (Forrás: Paks II.)



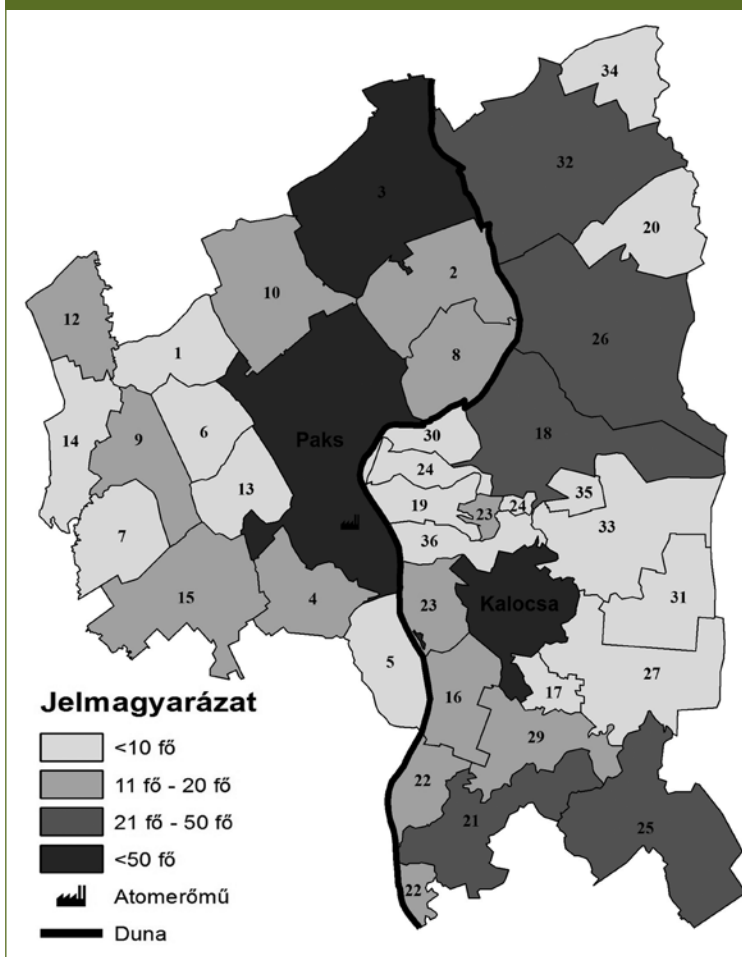
állomány legtöbb csoportját érinti. Az államközi szerződés alapján a magyar félnek a bővítés humán erőforrás-igényét elsősorban a kivitelezési folyamatokból érdemes kiharítani. Ez az egyszerű földmunkálatokat is magában foglalja, amely feladatkörhöz nem szükséges magasan képzett állomány. Így az új

közlekedési kapcsolat minden bizonnyal lehetőséget kínál azok egy része számára is, akik eddig tartósan kiszorultak a munkaerőpiacról. Paks II. beruházás elkezdésétől a hálózatra kapcsolásig több ezer embert foglalkoztat majd. Az építkezés várhatóan 2017-ben kezdődik és optimális esetben 2026-ig tart. A hasonló volumenű beruházásokból kiindulva a foglalkoztatás csúcspontja a 2021–2022. évre prognosztizálható (8. ábra), amikor is a tervezett két új erőművi blokk munkálatai párhuzamosan zajlanak [4]. A 9. ábra érzékelteti, hogy hány álláskeresőnek kellene részt vennie a beruházások kivitelezésében ahhoz, hogy a település munkanélküliségi mutatója legalább egy százalékponttal csökkenjen.

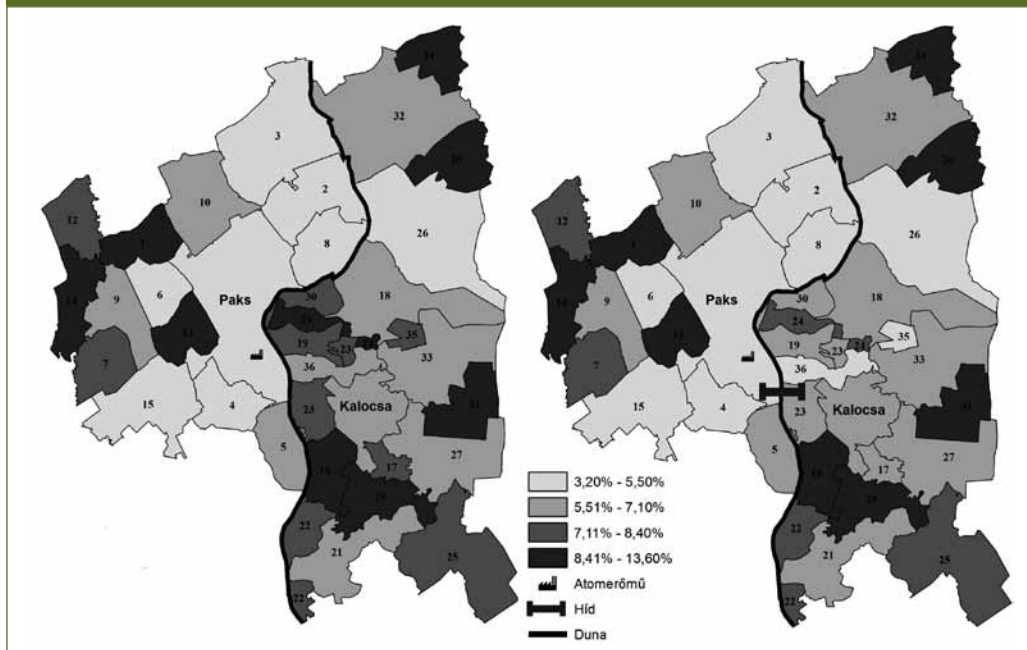
A kis lélekszámú települések – ebből a szempontból – természetesen jobb helyzetben vannak, mivel alacsonyabb a munkavállalási korú népesség aránya, a jelölt érték eléréséhez kevesebb álláskeresőnek kell munkába állnia, a változás is látványosabb. A Kalocsai járás legnyugatabbra fekvő településeinek demográfiai, gazdasági statisztikai alapján az egy százalékpontos csökkenés reálisnak tűnik. Érdeemes ezt a térséget azért is kiemelni, mert valószínűleg innen kerülnek ki azok a községek, amelyek mobilitási foka a legnagyobb mértékben változhat. Feltételezve, hogy ezeken a településeken élő munkavállalók kihasználják a híd által kínált lehetőséget, egyes Duna parti települések zsákfalujellegéből adódó hátrányok jelentősen csökkenhetnek. A 4.

ábrán látható volt, hogy ez a térség a járási átlaghoz képest magasabb álláskeresési mutatóval rendelkezik. Valószínűsíthető azonban, hogy az érintett települések képesek legalább tíz fő álláskereső munkaerőpiaci integrációjára. Ez a szám minimálisnak tűnik az erőmű építéséhez szükséges munkaerőigényhez viszonyítva. Érdeemes külön kiemelni az Ordas–Foktő-tengely településeit, mivel itt a munkanélküliség optimális esetben akár 10–15%-ot is csökkenhet. Amennyiben a fent említett községek képesek profitálni a beruházásokból, a Kalocsai járás munkaerőpiaca sokkal homogénebb térszerkezeti képet mutathat majd (10. ábra).

**9. ábra: A munkanélküliség minimálisan egy százalékpontos csökkenéséhez szükséges munkaerő**



10. ábra: A munkanélküliség várható alakulása a híd megépülése után (álláskeresési mutató 2016–2020)



A modell alapján a Kalocsai járásból legalább 100–120 ember fog majd közvetlenül munkát vállalni a bővítéssel összefüggésben. Ez nagyjából megfelel a Foktón található Glencore növényiolaj-előállító üzem 2013-as bővítésének munkahelyteremtő értékével. A svájci cég 40 milliárd forintot szánt a magyar telephely bővítésére ([napi.hu](http://napi.hu)). Ezzel szemben a tervezett híd költségei alacsonyabbak. Bár a pontos költségvetés a vizsgálat időpontjában még nem ismert, a közelmúltban épített hidak összehasonlítási alapot nyújthatnak (M3 Polgár–Füzesabony: 69,5 Mrd Ft; Tisza-híd 14,7 Mrd Ft; M9 autótűt 22,3 Mrd, ebből a híd költsége 9,3 Mrd, [mno.hu](http://mno.hu)). Érdeemes hozzátenni, hogy az összehasonlítási alap nem lehet minden szempontból etalon, hiszen egy állami beruházásról és egy cég magánberuházásáról beszélünk.

A fent értékelt, várhatóan kedvező hatásokat a térségben élők véleménye is alátámasztja. A jelenlegi tervek szerint az atomerőmű építésének tervezett záró dátuma 2026, eddig a híd a beruházás közvetlen kiszolgálására szolgál. Az építés feltehetőleg 4–5 éves periódusában a kihasz-

náltság egyértelmű, de a beruházás megtérülése a környező települések jövőképe szempontjából még nem látható. A térségben élők többsége már most arra számít, hogy a járássok helyzetét pozitívan érinti majd a híd. Nem meglepő, hogy a Duna jobb partján élők kisebb érdeklődést mutatnak a híddal kapcsolatos fejlesztésekre, ugyanakkor a Kalocsa környékén élők sokkal több potenciált látnak benne. A munkavállalók, lakóhelyüktől függetlenül, a járásközponttól a legkisebb településen élőkig, számítanak a híd által kínált jövőbeli lehetőségekre. Jellemzően a diplomával és a szakmunkás-bizonyítvánnyal rendelkezők érdeklődnek az ilyen irányú munkavállalás iránt. Ráadásul ők azok, akik leginkább illenek a Paks II. projekt építési és üzemeltetési profiljába.

#### 4. KÖVETKEZTETÉSEK

A tanulmány rámutatott, hogy a két beruházás (az atomerőmű bővítése és a Paks–Kalocsa híd megépítése) az érintett járássok esetében nagy valószínűséggel előmozdíthatja a társadalmi-gazdasági fejlődést. Az ilyen nagyszabású

fejlesztések több évre meghatározhatják a települések gazdasági és társadalmi viszonyait, így már az építkezés előtt érdemes megvizsgálni a várható hatásokat, hogy a beruházások optimálisan valósuljanak meg. Annál is inkább, mivel a híd a tervdokumentumok közül Bács-Kiskun megye területfejlesztési koncepcióiban jelenik meg hangsúlyosan, azonban a stratégia nem részletezi, hogy a lehetőséget milyen módon próbálják majd kihasználni. A paksi városfejlesztési koncepció elsősorban a térség munkaerővonzó képességének erősödésére hívja fel a figyelmet, azáltal, hogy a Duna által elválasztott terek közelebb kerülnek egymáshoz, tartós megélhetési lehetőséget biztosítva a Kalocsai járásban élők egy részének is.

A két járás munkaerőpiacát meghatározó faktorok összefüggésben vannak a természetföldrajzi adottságokkal, valamint a településstruktúrával. A Kalocsai járásban a Duna jelenléte a leginkább meghatározó befolyásoló tényező. A folyó elszigeteli a járást az atomerőműtől, és a kelet-nyugat irányú útvonalak kiépülését is meggátolja. Ezért a Duna partján lévő települések kedvezőtlen közlekedési adottságai miatt itt alakult ki a járás leghátrányosabb gazdasági helyzetű körzete; a munkanélküliség is ezen a területen a legnagyobb. Ezzel szemben, a Paksi járásban az atomerőmű távolsága jelenti a helyi munkaerőpiacot legnagyobb mértékben befolyásoló faktort. Az energetikai vállalat több ezer embernek ad munkát, és azok a települések tudnak leginkább profitálni az áramszolgáltató közelségéből, amelyek időben és térben is közel találhatók hozzá. A paksi ipari park további munkahelyeket képes biztosítani, így nagytérsegi összetetésben is iparosodott járásról beszélhetünk. A Kalocsai járásban főleg a mezőgazdaságra épülő iparágak fejlődtek, és ezek a vállalatok jelentik jelenleg is a legnagyobb üzemeket. Az itt dolgozó munkavállalók száma és a gyárak gazdasági súlya azonban nagyságrendben kisebb, mint az atomerőmű és beszállítói köre, valamint a paksi ipari park súlya.

A híd megvalósítására három lehetséges helyszínt határoztak meg. A tanulmány ismerteti a mérnöki és a lakossági véleményekkel is alátámasztott, optimális nyomvonalat. A térinformatikai modellt és az erre épülő ered-

ményeket ennek függvényében ábrázoltuk. A híd ilyen feltételek mellett – további kalkulációkra alkalmas állapotban – jelentős mértékben változtathatja meg a két járás közötti közlekedési kapcsolatokat. A vizsgálat időpontjában Tolna megye és Bács-Kiskun megye között két híd található, ezért a Duna két oldalán fekvő települések között nincs jelentős ingázás. A híd a két járási központ közötti utazási időt legalább a felére képes csökkenteni. A Kalocsai járásban élő munkavállalók számára azonban sokkal fontosabb, hogy az atomerőmű elérhető távolságba kerül. A híd azonban még így sem lesz hatással minden településre. Az alkalmazott modell értelmében az új közlekedési kapcsolatot teremtő építmény reális hatóválsága 27 perc (közúti) utazási időnek felel meg.

A települések mobilitásának meghatározását az atomerőmű bővítéséhez érdemes kötni. Bár a Kalocsai járásban élők (szubjektív) mobilitási hajlandósága kedvező, a mobilitási fok (objektív+szubjektív) a rossz közlekedési viszonyoknak köszönhetően kifejezetten gyenge. Az itt élőknek ezzel szemben lenne affinitásuk, hogy a lakhelyüktől távolabb dolgozzanak. A Paksi járásban élő munkavállalók ingázási szokásait a híd nem befolyásolja. A modell alapján láthatóvá vált, hogy az építmény jelentős mértékben változtathatja meg a mobilitási viszonyokat. Az infrastrukturális beruházás eredményeképp a két járás sokkal kiegyenlítettebb térszerkezeti képet mutathat, és a Duna izoláló hatása is megszűnik. Ezáltal a munkaerő-kínálat az energiaszolgáltató-üzem közötti távolsága határozza majd meg.

Az atomerőmű bővítése során, munkahelyteremtő hatásának köszönhetően, a tervek szerint több ezer ember foglalkoztatása várható a térségben. A Paks II.-höz készített tervdokumentumokban szereplő becslésekből megállapítható, hogy hasonló volumenű atomenergetikai beruházások építési ideje – a komplex beruházás –2017 és 2022 között valósul meg. A kivitelezési folyamatok, elsősorban a földmunkálatok több ezer embernek adhatnak munkát. Tehát, iskolai végzettségtől függetlenül szükség lesz munkaerőre,

amely lehetőséget kínál majd a képzetlenebb csoportok tagjai számára is. A 2015-ös álláskeresési statisztikákhoz képest több település érhet el akár 10–15%-os munkanélküliség-csökkenést. A leginkább érintett települések éppen azok, amelyek a Duna izoláló hatása miatt korábban kedvezőtlen helyzetben voltak, tehát elsősorban Kalocsa és környéke profitálhat a beruházásból. A lakossági attitűd alapján az érintettek támogatják a fejlesztést, és kiugrási lehetőségként tekintenek a hídra. Hozzá kell tenni, hogy a híd további hatásának optimalizálása érdekében útfelújítások szükségesek. A jelenlegi közútfejlesztési tervek között nem szerepel ezen szakaszok felújítása, így az utak állapotának javítására más forrást kell keresni. A tanulmány egyik fontos konklúziója, hogy a híd feltételezhetően képes mobilizálni a Kalocsai járásban élőket. Érdemes kiemelni a szakmával nem rendelkező munkavállalókat. A híd ezen hatása megegyezik egy nagyobb méretű ipari beruházással, alacsonyabb költségek mellett. Így belátható, hogy a munkahelyteremtés nem kizárólagos alternatíva a munkanélküliség csökkentését illetően. A Paksi és Kalocsai járás a híd megépülése után gazdaságilag homogénebb képet mutat majd, valamint az álláskeresési statisztikák is kedvezőbbek lehetnek a 2015-ös adatokhoz képest.

Egyelőre a híd helyszíne még bizonytalan, ezért ennek változása esetén a modell újralibrálása szükséges. Azonban a korábban feltárt fő befolyásoló tényezők így is érvényesek. Újra szükséges kiemelni, hogy a korábban felvázolt hipotetikus modell csak a legvalószínűbb forgatókönyv alapján készült el. Az idő múlásával egyre több információ áll a közlekedésfejlesztés iránt érdeklődők számára rendelkezésre, így a modell kisebb módosításával pontosabban prognosztizálhatók az eredmények. Amennyiben az atomerőmű megépítése mégsem valósulna meg, úgy a híd létjogosultsága továbbra is fennáll, hiszen a Paksi járás gazdasági fejlettsége több szempontból felülmúlja Kalocsa térségét. A Duna bal partján élők számára még így is pozitív hatást gyakorolna a híd, amely egyúttal képes lenne aktivizálni a rendelkezésre álló, szabad munkaerőt, elsősorban azokat, akiknek jelenleg nincs

lehetőségük a lakhelyükhöz közel, tartósan munkahelyet találni. A híd létjogosultsága, jelentősége tehát (ha hosszú távú megtérülése még nem is látható) ebből a szempontból – az energetikai beruházástól függetlenül – megkérdőjelezhetetlen. A jelen vizsgálatban alkalmazott módszerek egy része a jövőben más, hasonló fejlesztések kapcsán is használható. Ilyenek lehetnek például a Széchenyi 2020-as Terület- és Településfejlesztés Operatív Programjához kapcsolódó infrastrukturális beruházások, amelyek a gazdaságfejlesztést és a munkaerő-mobilitás ösztönzését szolgáló közlekedésfejlesztésre épülnek. Ugyanakkor a jelenleginél realisabb képet akkor kapunk, ha még szélesebb gazdasági és társadalmi, valamint közlekedési viszonylatba helyezzük el a beruházás és a híd jövőbeli együttes szerepét. A közeljövő vizsgálatainak további irányai tehát ebbe az irányba mutatnak.

## FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] Alpek B. L., Tésits R. 2014: Egy többváltozós modell definiálása az álláskeresők mobilitási fokának vizsgálatához. Szakképzési Szemle 30 (2): 4–21.
- [2] Ehleiter J. 2002: Településirányítás és infrastruktúragazdaság. BKÁÉ Államigazgatási Kar, Budapest, 10–19.
- [3] Fleischer T. 1994: Az infrastruktúra-hálózatok fejlesztésének egyes kérdéseiről. (Kandidátusi értekezés), Budapest, 144 p.
- [4] Lukács N. 2015: A Paksi atomerőmű bővítésének lehetséges hatásai a térség demográfiai és településfejlesztési folyamataira. PTE TTK FI, Pécs.
- [5] Pénzes J., Molnár E., Pálóczi G. 2014: Helyi munkaerő-piaci vonzáskörzetek az ezredforduló utáni Magyarországon. Területi Statisztika 54 (5): 474–490.
- [6] Sebők M. 2016: Munkaerő-piaci mobilitás Magyarországon. Edge 2000 Kiadó, Budapest. 18–20.
- [7] Tésits R., Alpek B. L. 2013: A leghátrányosabb helyzetű álláskeresők mobilitás-vizsgálatának új módszerei. Humán Innovációs Szemle 4 (1–2): 46–64.
- [8] Vámosi T. 2013: Munkaerő-piaci ismeretek (e-learning tananyag) PTE FEEK, Pécs, 2013, 239 p.

## EGYÉB FORRÁSOK:

[http://mno.hu/migr\\_1834/nem-kesik-az-autopalyak-epitese-828037](http://mno.hu/migr_1834/nem-kesik-az-autopalyak-epitese-828037)

[http://www.napi.hu/magyar\\_vallalatok/a\\_glencore\\_40\\_milliardert\\_fejlesztett\\_fokton.564900.html](http://www.napi.hu/magyar_vallalatok/a_glencore_40_milliardert_fejlesztett_fokton.564900.html)  
[http://net.jogtar.hu/jr/gen/hjegy\\_doc.cgi?docid=A16H1505.KOR&timeshift=ffffff4&txtrefer=00000001.TXT](http://net.jogtar.hu/jr/gen/hjegy_doc.cgi?docid=A16H1505.KOR&timeshift=ffffff4&txtrefer=00000001.TXT)

<http://www.hidak.hu/konyvek/Duna%20hidjaink.pdf>

<http://www.vki.hu/~tfleisch/PDF/pdf93/APOKO930912.pdf>



### The anticipated influence of the bridge between Paks and Kalocsa planned in connection to the extension of the power plant on the labor market and mobility

The expansion of Paks Nuclear Power Plant and construction of the Paks–Kalocsa bridge should be evaluated in parallel. The study examines the likely impact of infrastructure investment on labor market and mobility in the affected districts. Determining mobility, the study uses a number of methods, the most complex of which is the Average Degrees of Mobility (ADM), These calculations make the settlements comparable to each other on the basis of their objective and subjective characteristics. With the help of the GIS application the research models the way-time distances modified by the bridge between the NPP and the settlements of Kalocsa district. The authors also used a test survey for the ADM and GIS. One of the main conclusions of the study is that these investments can make the socio-economic picture of the examined districts more homogeneous. The bridge to be built eliminates the isolation effect of the River Danube, thus the expansion of the nuclear power plant can be an alternative for workers living in the Kalocsa district. Based on the empirical research, the renovation of roads in the region can help to maximize the potential of the bridge.



### Die erwarteten Auswirkungen auf die Arbeitsmarkt und die Mobilität der Donau-Brücke zwischen Paks und Kalocsa, die wegen der Kraftwerkerweiterung geplant wird

Es liegt an der Hand, die Erweiterung des Atomkraftwerks ins Paks und den Bau der brücke zwischen Paks und Kalocsa parallel zu bewerten. In dem Bericht es wird untersucht, welche Auswirkungen die-ser infrastrukturellen Investitionen auf den Arbeitsmarkt und auf Mobilität der betreffenden Kreisen ausgeübt werden. In dieser Untersuchungen es werden für die Ermittlung der Mobilität mehrere Me-thoden verwendet, von denen die am komplexeste der Durchschnitt der Mobilitätsgrade (MFÄ) ist. Auf Grund der Berechnungen es kann ein Vergleich der Ortschaften hinsichtlich ihrer objektiven und subjektiven Charakter durchgeführt werden. Durch Anwendung von geoinformatischen Methoden die Forschung kann die durch die Brücke modifizierten Zeit- und Wegentfernungen zwischen dem Kraftwerk und den Siedlungen im Kreis Kalocsa modellieren. Für den MFÄ und für die Aufladung des geoinformatischen Systems es wird in der Untersuchung eine Vermessung mit Hilfe von Fragebo-gen verwendet. Eine der wichtigsten Forderungen ist es, dass durch die Investitionen die gesellschaft-liche wirtschaftliche Situation der beiden Kreise viel homogener wird. Die geplante Brücke elimi-niert di isolierende Wirkung des Flusses, so bietet die Brücke eine Alternative für die Arbeitnehmer, die im Kreis Kalocsa leben. Empirische Forschungen zeigen, dass die Sanierung der Strassen in der Region die Ausnutzung des Potentials der neuen Brücke maximieren kann.

# Automatikus működtető rendszer számítógéppel segített tervezése kísérleti sugárhajtómű változtatható geometriájú fúvócsövéhez

A kísérleti gázturbinának kiemelt szerepe van mind az oktatásban, mind a hallgatók és oktatók tudományos munkájában. Segít megérteni a hajtóműben lejátszódó termikus folyamatokat, illetve ami ennél is fontosabb, ismereteket és gyakorlati alkalmazási lehetőségeket nyújt a manapság elterjedt FADEC rendszerek működésének bemutatására.

DOI 10.24228/KTSZ.2017.2.3

## Beneda Károly<sup>1</sup> – Kisszögyémi István<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Adjunktus, BME Vasúti Járművek, Repülőgépek és Hajók Tanszék

<sup>2</sup> Repülőgépész MSc. hallgató, BME VRHT

e-mail: kbeneda@vrht.bme.hu, istvankisszol@gmail.com

### 1. BEVEZETÉS

A BME Vasúti Járművek, Repülőgépek és Hajók Tanszéken (VRHT) az elmúlt években sokféle repülőműszaki kutatás, ill. fejlesztés látott napvilágot. Széles körű repülésmechanikai [17], légiforgalmi irányítást támogató [18], valamint hajtóműveket érintő munkák gyakran nemzetközi kooperációban [10], projektekben való részvétel eredményeképpen születnek. Egyik ilyen fejlesztés az immár tizedik éve folyamatban lévő és állandó újdonságokkal szolgáló TKT-1 sugárhajtómű [15], amit a BSc, MSc és PhD képzésekben oktatási, valamint kutatási célokra hasznosítanak.

A gázturbinás sugárhajtóművek precíz, biztonságos működtetéséhez mára már elengedhetetlenek az automatikus vezérlési formák. Ez alatt nem csak maga a hajtómű, mint szabályozandó egység értendő, hanem annak egyes részegységei is, mint esetünkben a változtatható geometriájú fúvócső. Ilyen típusú fúvócsövekről a hős-

kor szuperszonikus utasszállítóitól eltekintve kizárólag nagysebességű, harcászati feladatokat ellátó vadászgépek esetén beszélhetünk, mivel hangsebesség alatti, illetve feletti tartományokon az optimális üzemmód eléréséhez más-más kritériumoknak kell megfelelni.

Ezek egyik célja a hajtóműből kiáramló levegő kinetikai energiájának növelése, minden repülési üzemmódon kellő hatásfokkal [5]. Ezt kétféle módon, a fúvócső hossz tengelyére merőleges keresztmetszetek módosításával érhetjük el. Az egyik megoldás, amikor a gázkiáramlás sebességfokozó redőnyzetet (GSF) mozgatjuk karok segítségével, a másik, mint azt a Junkers Jumo 004-es esetben is láthatjuk [11], a központi kúp hossz tengelyirányú mozgatása. Manapság döntően az előbbit alkalmazzák, mivel azzal több üzemmódban tudjuk biztosítani a legjobb fúvócső hatásfokot; illetve a turbina utáni hőmérséklet, valamint az utánégetés már nem teszi lehetővé a fúvócső belsejében elhelyezett mozgó mechanizmust.

Ilyen típusú megoldással találkozhatunk a VRHT tulajdonában lévő TKT-1 egyáramú, gázturbinás sugárhajtóművön is, ami kezdeti fejlesztése során (2008-ban) egészült ki GSF-el, amivel a kétparaméteres szabályozást és a hajtómű viselkedését lehet szélesebb határok között vizsgálni. Ennek mozgatása eddig manuális módon történt, ami a gázturbinán folyó méréseket körülményesebbé tette. Jelen cikk célja, hogy átfogó képet adjon az automatikus mozgatás megvalósításának mérőföldköveiről, illetve annak további fejlesztési lehetőségeiről, amelyről a közelmúltban egy BSc szakdolgozat is készült [13].

## 2. A TKT-1 GÁZTURBINÁS SUGÁRHAJTÓMŰ RÖVID ISMERTETÉSE

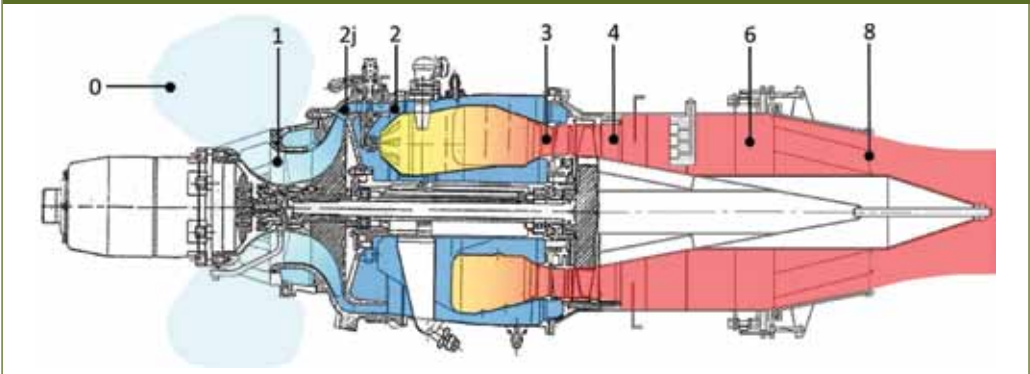
A TKT-1 típusú egyáramú, egytengelyes, gázturbinás sugárhajtóműhöz készült a mozgató berendezés, ezért annak geometriai méreteinek, szabályozási törvényszerűségeinek ismertetése elengedhetetlen. A TKT-1 a TSz-21 típusú, MiG-23-as vadászpilóta nélküli repülőgépeken rendszeresített indító gázturbinából alakították ki (1. ábra), amelynek főbb lépéseit a [15] tartalmazza.

A TSz-21 egy egyáramú, munkaturbinás (szabad tengelyes) repülőgép-fedélzeti indító gázturbinára. Beömlőnyílása körgyűrű alakú, előtte helyezkedik el a SzT-3PT villamos indítómotor. Gázgenerátora egy fokozatú centrifugális kompresszorból és egy fokozatú

tú axiális turbinából áll. Égésteret gyűrűs, négy tüzelőanyag-fűvókával. Az égésgázok egy terelő lapátsor nélküli munkaturbina járókeréken átáramolva hajtanak egy bolygó-műves áttételt, amely a hajtóműindításhoz szükséges nyomatókat viszi át a repülőgép sugárhajtóművének nagynyomású forgórésére. Az expanzió végeztével a munkaközeg oldalt, egy téglalap alakú nyíláson keresztül távozik az atmoszférába. A gázturbinára mindössze a hajtómű megindítására szolgál, nem használatos kiegészítő energiaforrásként (APU) [9].

A TKT-1 sugárhajtómű az évek során számos átalakításon esett keresztül. Az eredeti vezérlő rendszer még a kompresszor utáni nyomást vezérlő nyomásként felhasználva oldotta meg a szabályozást. A legnagyobb volumenű fejlesztés a szabályozó rendszert érintette. Ennek célja egy teljes hatáskörű, duplikált, digitális, elektronikus szabályozórendszer (Full Authority Digital Electronic Control, FADEC) [7] kiépítése volt, amelynek folyamatos fejlesztése során a legegyszerűbb elektronikus szabályozótól eljutottunk a hajtómű nyomásviszony (Engine Pressure Ratio, EPR) szerinti szabályozásig [4]. A hajtómű a mérésekhez igazodva DIN5221 szerinti mérőperemes szívócsővel rendelkezik, ezen felül felszerelték egy gázsebesség fokozó redőnyzettel is. A hajtómű így már tengelyteljesítményt leadó gázturbinából tolóerőt szolgáltató sugárhajtóművé lépett elő.

1. ábra: A TKT-1 hosszmetzeti rajza a jellegzetes keresztmetszetek jelölésével [15]



A tolóerő további növelése érdekében nagyobb központi kúpot kapott, amellyel tolóereje a jelenleg használt biztonságos maximumnál, a névleges fordulatszám 90%-ánál eléri a 300N-t. A hajtómű feladata mérések lebonyolítása laboratóriumi környezetben oktatási és kutatási célokból.

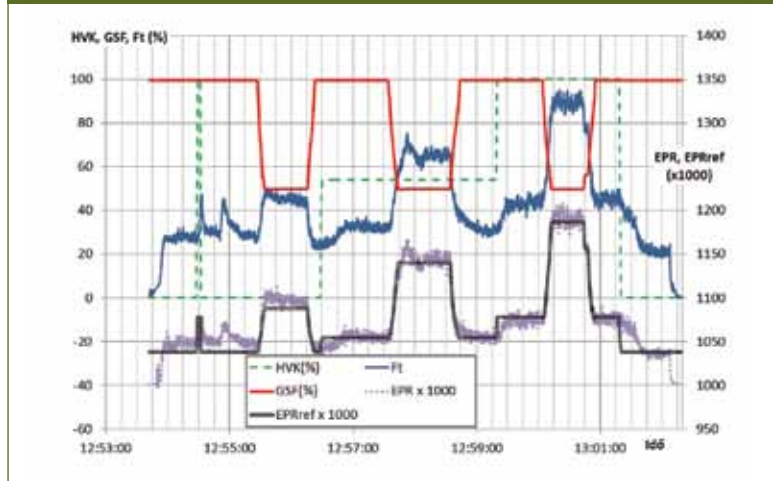
A jelenlegi szabályozórendszer teljes hatáskörű, digitális, elektronikus elven valósítja meg feladatát, azaz a napjainkban már egyeduralkodó kétcsatornás, ún. duál FADEC csoportjába tartozik. A szabályozást megvalósító berendezés moduláris, a főbb feladatokért felelős áramkörök különálló kártyákon kaptak elhelyezést. Ez nemcsak a fejlesztés, de az oktatás szempontjából is jelentős, hiszen a hallgatók már tanulmányaik során megismerkedhetnek a napjainkban elterjedt tervezési filozófiákkal. A FADEC rendszerről bővebben a [15] és [4] cikkek számolnak be.

A szabályozás egyik fontos pontja a szabályozott paraméter kérdése. A sugárhajtóművek esetében a tolóerő állandó, a pilóta által diktált értéken tartása lenne a kívánatos, de ez a jellemző üzem közben nem mérhető, így mindenféleképpen közvetett módon kell megoldani a szabályozást, amelyre leggyakrabban a tolóerővel arányos fordulatszám, hajtómű nyomásviszony (Engine Pressure Ratio, EPR) vagy hajtómű teljesítményviszony (Turbofan Power Ratio, TPR) szolgálnak. A TKT-1 esetében az EPR-t alkalmazzuk, amelynek definícióját az (1) egyenlet mutatja, az 1. ábra keresztmetszet jelöléseivel összhangban. Bizonyítható (lásd [19]), hogy ez a jellemző adott repülési feltételek mellett arányos a tolóerővel, így a szabályozás megvalósítására alkalmas. A

TKT-1-en 2013 óta működik ez a fajta megoldás. A 2. ábra mérési adatai alapján egyértelmű a tolóerő és az EPR közötti összefüggés, ahol a tolóerő a névlegeshez (300 N) képesti százalékban került ábrázolásra.

$$EPR = \frac{P_4^*}{P_1^*} \quad (1)$$

2. ábra: Mérési eredmények az EPR szerinti szabályozásból ([6] nyomán)



## 3. A MOZGATÓ MECHANIZMUS SZÁMÍTÓGÉPPLEL SEGÍTETT TERVEZÉSE

### 3.1. A mechanizmus működési vázlata

A fúvócső sematikus ábrája és méretei a 3. ábrán találhatóak. A tervezés szempontjából további fontos lépés a GSF-hez épített tolórudak tanulmányozása, mivel ezeken keresztül kapcsolódik a mozgató szervomotor a fúvócsőhöz, valamint elég erős áttételt is biztosít, aminek köszönhetően csökken a szervomotort erő terhelés nagysága. Működés szempontjából a szerkezet leírása a 4. ábrán követhető.

GSF-et 24 redőny alkotja, amelyek közül a 12 felső redőny csatlakozik az első rudakhoz (I). Ezeket a rudakat összekötötték 12 kis, a hajtóműhöz képest radiális tengelyen elfordu-

ló hibával (II). A hímbszárainak mérete nem egyezik, tehát ott erőmódosítás lép fel. A kis hibák aztán egy gyűrűhöz (III) kapcsolódnak, ahol a redőnyöktől származó erők összegződnek. A gyűrű végén található fül ismét erőmódosítást valósít meg. A gömbcsuklós végű rúd (IV) adja az összeköttetést a következő hibával (V). Ezek után egy hosszú rúd vezet egészen a kézi mozgó karig. A mechanizmus szempontjából utolsó eleme az (V)-ös számmal ellátott, mert az csatlakozik a megvalósítandó mozgó mechanizmushoz, a (VI)-os számú tolórúd csupán referenciaként szerepel.

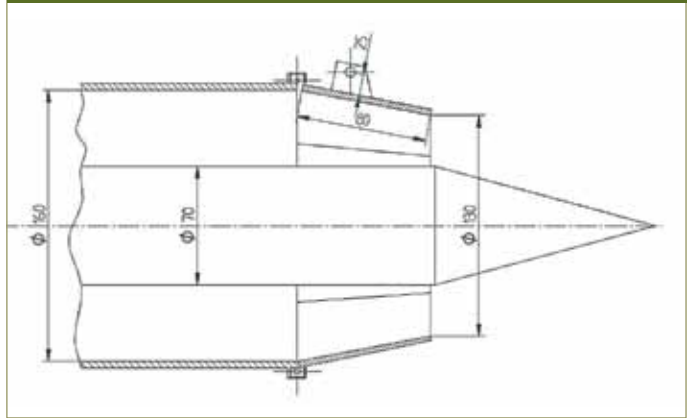
Fontos megjegyezni, hogy az egyes szögemelők, hibák mind önmagukban is áttételként viselkednek, erőkarrjuk, ezáltal az általuk közölt erő is különbözik. A teljes rendszer módosítása a geometria felmérését követően 1:4,93-ra adódott.

Továbbá fontos tudni az (V)-ös hímbszármozgásviszonyait is. A (VI) mozgó rúd vízszintes elmozdulása 50 mm (x). Ismerve a hímbszárhosszát (145 mm), trigonometrikus egyenletek segítségével kiszámolható a hímbszárfélfordulása, ami 20 fokra adódott. Mivel a hímbszárkörpályán mozog, a függőleges kitérés (y) is fontos, ami 3,2 mm.

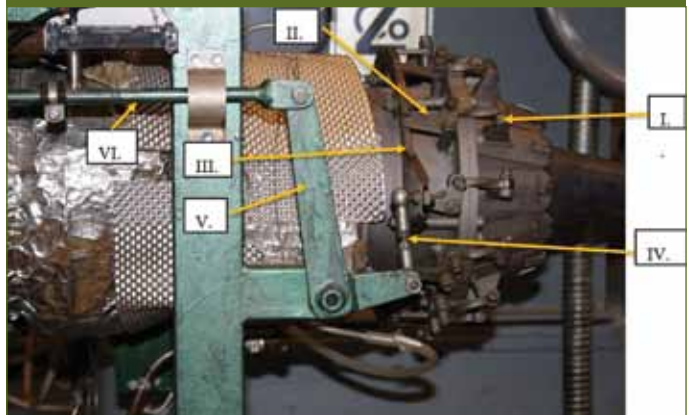
### 3.2. Előzetes számítások

A szerkezetet érő terhelések megállapítása elsőként elméleti számítással történt, ami az alapadatok felvételével kezdődött. Ezek voltak a kompresszor és turbína izentrópus határfokai, amelyeket a [8] forrás tartalmaz. A fűvócső izentrópus határfoka a [19]-ben közölt tartományon belül vettük fel. Mivel a legnagyobb

3. ábra: A TKT-1 GSF főbb geometriai méretei



4. ábra: A mozgó elemek elhelyezkedése

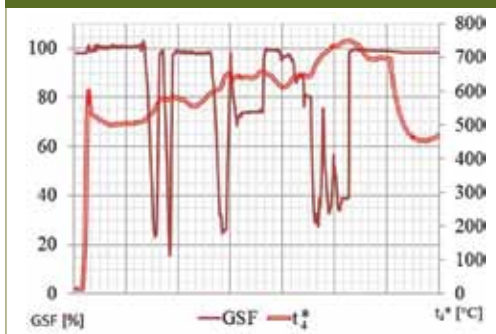


terhelések a névleges teljesítményen adódnak, ezért a számítást erre az esetre végeztük el. Maga a kalkuláció változó fájhóvel történt, így pontosabb eredményre vezet. A belépő levegő állapotjelzőit a laborra jellemző 27°C-ra, és a NEL szerinti alap légköri nyomás alapján vettük fel. A szívócsatorna össznyomás-visszanyerési tényezőjét [19] alapján 0,97-re vettük. Miután az alapadatok kiválasztása megtörtént, a kompresszor által végzett valós teljesítmény meghatározása következett. A turbínából kilépő sebességet a [19] szerinti gyakorlati adatokból határoztuk meg, mert a kilépő sebesség jelen körülmények között nem mérhető.

### 3.3. Mérési eredmények

A számítások mellett valós körülmények között is kipróbáltuk a rudazaton ébredő erőviszonyokat. A mérést egy, a manuális mozgókarhoz rögzített erőmérő cella segítségével végeztük. Az erőkar ebben az esetben 18:5-höz, tehát 3,6-szer kisebb értéket ad a mechanizmusra ható valós erőhöz képest. A mérés során három paramétert jegyeztünk fel, hogy az eredmények összevethetők legyenek a számításokkal, ezek voltak a kifejtett erő  $F$  (N), a kompresszor utáni torlóponyi nyomás  $p_2^*$  (bar) és a torlóponyi turbina utáni hőmérséklet ( $^{\circ}\text{C}$ ). A méréseket teljesen nyitott és zárt GSF állapotban végeztük. A mérési eredmények az 1. táblázatban találhatóak, a mérés során a gázhőmérséklet és a GSF pozíciójának lefutása pedig az 5. ábrán figyelhető meg.

5. ábra: A  $t_4^*$  és a GSF paraméterek alakulása



Következtetés: A mérési eredmények alapján a terhelések, az első kivételével, kisebbek a számítotttnál. Ennek oka lehet a redőnyzet belső sűrűdése, illetve, hogy a hajtómű a vártnál kisebb fúvócső nyomásviszonnyal dolgozik, ezáltal a kilépő közeg sebessége, következésképpen a dinamikus erőhatások mérsékeltebbek.

### 3.4. A mozgó mechanizmus

A konstrukcióval szemben támasztott legfontosabb követelmények az olcsóság, a kis helyszükséglet, eredményezzen viszonylag könnyű, de erős szerkezetet, a gépi mozgatás mellett legyen lehetőség kézi vezérlésre is és a könnyű szerelhetőségre, valamint egyszerű és könnyű javíthatóságra.

A tervezés megkezdése előtt már rendelkezésre állt egy VIGOR VSD-11AYMB típusú csőrőlő szervomotor, amelynek terhelhetősége 50 kg/cm. További kiindulási alap volt a GSF-et összekötő rudazat, amely jó áttételi és csatlakoztatási viszonyai miatt ideális a mozgó szerkezettel való integrálásra. Már a projekt elkezdésekor eldöntöttük, hogy a két szerkezetet az V-ös himbánál oldjuk meg, mivel így lesz az erő/nyomaték módosítás maximális, továbbá könnyen lehet rögzíteni a TKT-1 tartószerkezetéhez a mozgó modulot. A kialakítás során tehát a következő kinematikai modellű erőátviteli változatok lehetségesek:

- forgó-forgó erőátvitel,
- alternáló-alternáló erőátvitel,
- forgó-alternáló erőátvitel.

1. táblázat: Mérési eredmények

alaprát	$p_2^*$ [bar]	$F$ [N]	$T$ [K]	$F_{\text{mechanizmus}}$ (mért) [N]	$F_{\text{mechanizmus}}$ (számított) [N]
Nyitott	1.8	13.734	786.5	49.44	30.9
Zárt		15.696	825	56.5	38
<b>Közepes</b>					
Nyitott	2.5	13.734	865.6	49.44	100
Zárt		17.658	910	63.56	110
<b>Maximum</b>					
Nyitott	3.5	1.5	984	52.974	175
Zárt		2	917	70.63	183

Az első változat egy láncos, esetleg fogas szíjas vagy egy elég nagy áttételi viszonyú fogaskereket igényelne. Ezek mindegyike meglehetősen költséges, ezért nem vettük figyelembe.

A második megoldás lenne a leginkább célra vezető, hiszen nincsen mozgásállapot átalakítás. Ez esetben pl. egy hidraulikus munkahengert lehetne alkalmazni, amelynek élettartama és teherbírása több mint elégséges. Viszont az előzőleg említett ok miatt, nevezetesen a túl drága kialakítás gátat szab ennek az elképzelésnek, ami egyébként egyeduralkodó a valós konstrukciókon. Másik megoldás a csavaros mechanizmus lenne, amihez azonban a szervomotor jelentős átalakítása (mivel az csak 6 fordulat megtételére képes) és nagy gyártókapacitás szükséges. Nagy előnye viszont az álló helyzetben lévő terhelés levétele a szervóról, illetve az áttételi szám növelése. További lehetőség egy szabványos fogaskerék-fogasléccé áttétel, ami könnyen beszerezhető, a szervomotor mozgástartományát kellőképpen lefedi és nincs szükség jelentős átalakításokra.

### 3.5. Fogaskerék-hajtás

A fogaskerék áttétel a szerkezet szempontjából a leglényegesebb rendszer, hiszen itt történik a forgó mozgás átalakítása (fogaskerék) lineáris mozgássá (fogasléc). A szervomotor mellett rendelkezésre állt egy 2-es modulú műanyag fogaskerék (6. ábra), aminek lényeges adatait

a 2. táblázat tartalmazza. A fogaskerék anyaga poli(oxi-metilén), rövidítve POM, amely valójában poliformaldehid. Nagy szilárdság, merevség, valamint jó kopásállóság jellemzi [12].

Mivel a fogaskerék adott volt, a fogaslécet ehhez az elemhez kellett igazítani. Terveink szerint megegyező anyagú fogaslécet szándékoztunk beszerezni, ez azonban nem volt lehetséges, ezért a C45-ös anyagot választottuk. A C45-ös acél terhelhetősége 215 MPa, ami jóval nagyobb a műanyagénál, 35 MPa, ezért a fogasléc jelentősen túlméretezett.

Ebből következően kizárólag a műanyag fogaskereket ellenőriztük fogtő szilárdságra egyszerűsített DIN 3990-es eljárással.

A számítás menete: először a fogaskerekre ható nyomatékot határoztuk meg. Ebben az esetben a szervomotor maximális terhelhetőségét vettük alapul. Következő lépés a fogaskerekre ható tangenciális erő kiszámítása. A tangenciális erőből és a kapcsolószögéből számítható a normál erő. Ezek után már csak a radiális erő számítása volt lényeges. Az erők szemléltetése a 7. ábrán látható.

### 3.6. Fogaskerék és a szervomotor agy

A nyomaték átvitele a szervóról a fogaskerekre egy alumínium aggyal valósul meg. Az agy egyik végén a bordástengellyel ellátott szer-

6. ábra: A fogaskerék és a fogasléc modellje

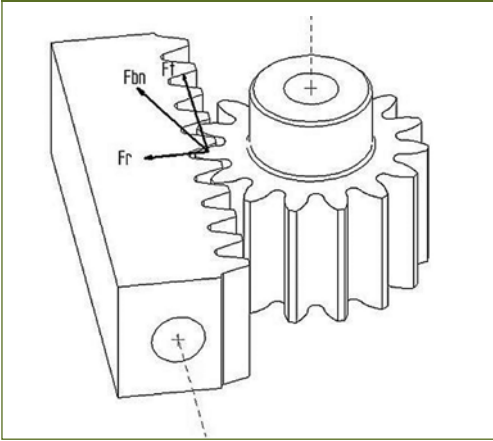


2. táblázat: A fogaskerék adatai

Fogaskerék alapadatok	
Osztókör (d)	30 mm
Szélesség (b)	19 mm
Modul (m)	2
Fogsám (z)	15
Anyag	POM
Megengedhető feszültség	35 MPa

vomotort a tengelyhez, a másik felén a fogaskerékhez ragasztással rögzítik. A tiszta nyíró igénybevétel biztosításához a fogaskereket és az agyat két csavar is összefogja (8. ábra). Szilárdságilag a szervomotor agy már méretezve

7. ábra: A fogaskerékre ható erők



8. ábra: A fogaskerék és a tengely kapcsolata



volt, hiszen az a szervomotor gyári tartozéka. Így tehát csak a ragasztást kell ellenőrizni csavarásra. A számítás az [1] alapján történt, ami során az agy geometriáját egy  $15 \times 15$  mm-es négyzetnek vettük, ami a biztonság felé történő elmozdulást eredményez. Mivel a ragasztó szilárdsága ismeretlen, (a szokásos érték  $30 \text{ MPa}$ )  $15 \text{ MPa}$ -t vettük alapul. A szilárdsági

ellenőrzését az elemi szilárdságtannak megfelelően végeztük el.

## 3.7. A tartószerkezet

A tartószerkezet, amit a 9. ábra mutat, rögzíti a mozgató mechanizmust és a szervomotort, vezeti az erőátvitel elemeit és összeköttetést ad a TKT-1 vázszerkezetével. A szerkezetet három lemezből állítottuk össze, hegesztéssel. A geometriai méreteket úgy választottuk meg, hogy azok a lehető legnagyobb szilárdságot adják. Így kézenfekvő volt a hajtómű-vázszerkezet bal oldali hátsó zártszelvényének körbefogása.

9. ábra: A tartószerkezet CAD modellje



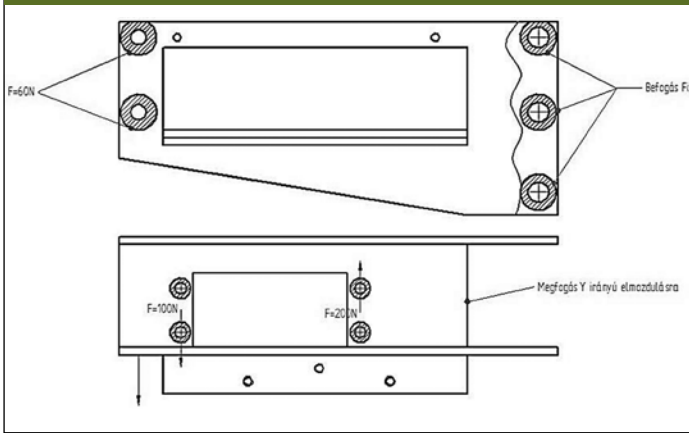
### 3.7.1. A tartószerkezet igénybevételei

Igénybevétel szempontjából a domináns terhelés a szervomotor által leadott nyomaték, ami hajlításként jelentkezik. Ezen felül a fogaslécen keletkező radiális erő a csúszkákon keresztül tovább adódik a szerkezetre. A kapcsolat a TKT-1-es szerkezetével és a szervóval erőzáró módon, súrlódás útján valósul meg.

A szerkezet terheléseinek és elmozdulásának számítását véges elemes programmal végeztük.

Az erők és befogások bevitelle a 10. ábra jelölései szerint történt. A csavarok helyénél egy  $14 \text{ mm}$ -es átmérőjű gyűrű szimulálja a súrlódó

10. ábra: Az erők és megfogások feltétele



felületet. Ez a rész elmozdulásmentes, míg a második befogást az "y" tengely mentén rögzítettük. A nagyobb biztonság érdekében a varratokat a modelltől elhagytuk, és egy anyagból álló alkatrészként vizsgáltuk. Mivel a varrat a sarkoknál növeli a vastagságot, a szerkezet geometriailag merevebb lesz. E nélkül tehát a szerkezet a szimulációban gyengébb, a valóságban viszont erősebb lesz. A vizsgálat során melegen hengerelt AISI 1030-as anyagtulajdonságot adtunk meg.

A hálózást automatikus hálózási paranccsal hajtottuk végre, tetragonális elemekkel. A kapott eredmény megfelelt a várakozásoknak, a maximális igénybevétel a szervomotor környezetében, illetve a bal oldali csúszka a felfogatásánál található, ahol hajlítás formájában jelentkezik a terhelés. A maximális egyenértékű feszültség 54,82MPa (11. ábra), ami jelentősen alulmúlja az acél megengedhető feszültségét. A szerkezetet azonban nem csak maximális feszültségre, hanem deformációra is méretezni kell, hiszen a túl nagy deformáció a lineáris mozgású elemek beraadásával fenyeget. Ebben az esetben a kitérés 0,15 mm a maximum, amit a szerkezet még

tolerál, tehát nincs szükség módosításra.

### 3.8. Lineáris mozgató elemek

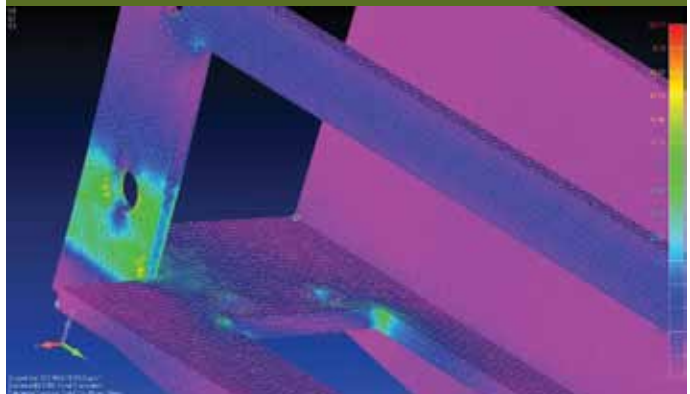
A lineáris mozgató elemek, amelyeket a 12. ábra illusztrál, alakítják át a szervomotor forgó mozgását egyenes vonalúvá. A rendszer fő elemei:

1. Fogasléc
2. Tengely
3. Perselyek
4. Összekötő elemek
5. Rögzítő csavarok
6. Egyenesbevezető lemez

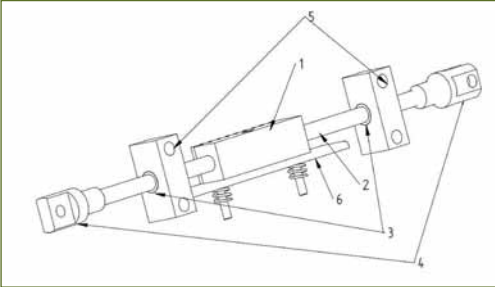
### 3.9. Összeköttetés a himbával

Ez az összeköttetés adja a mechanikai kapcsolatot a GSF mozgató karok és a mechanizmus között. A himba (V) mivel forgó mozgást valósít meg, a 2.1-ben közölt kitérészeket produkálja. A függőleges kitérés miatt egy további köztes elemet is be kell iktatni a rendszerbe, ami kompenzálja a vertikális kitérésből származó különbséget. A megoldást a 13. ábra mutatja. A köztes elemet fejes csapokkal rögzítik a himbához és az összekötő villához. A csapokat az axiális elmozdulás megakadályozására, rögzítő tárcsával szerelik fel.

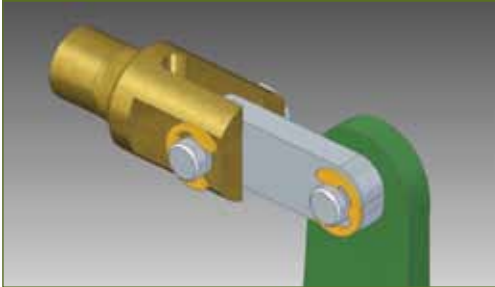
11. ábra: Feszültségeloszlás



12. ábra: A lineáris mozgató elemek



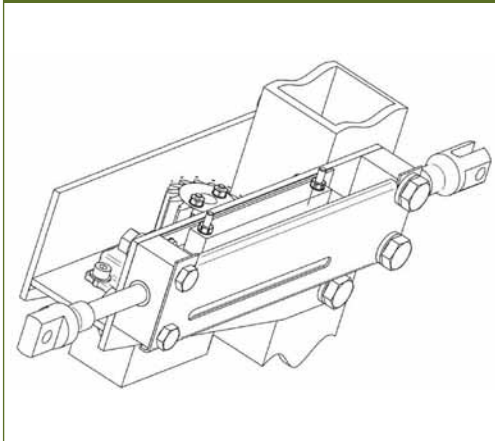
13. ábra: Az összeköttetés



### 3.10. Összeszerelés

A megvalósított konstrukció axonometrikus modellje látható a 14. ábrán.

14. ábra: Megvalósított konstrukció axonometrikus ábrája



## 4. AZ ELEKTRONIKUS RENDSZER

### 4.1. A vezérlő elektronika létrehozása

A vezérlő elektronika kialakítása volt – a mechanizmus mellett – a fejlesztés elsődleges feladata. Programozásának és működésének egyszerű megérthetősége miatt a vezérlő elektronika alapjának az Arduino fejlesztői környezetet és az Arduino Uno nevű platformot választottuk.

#### 4.1.1. Az Arduino Uno ismertetése

Az Arduino egy fejlesztői platform, amely az Atmel AVR mikrokontroller családra épül. Kifejlesztésének oka az egyszerűbb fejlesztési projektek megvalósítása. A fejlesztői platform az úgynevezett IDE-ből (integrált fejlesztői környezet) és az Arduino Board-ból áll. Az IDE-vel lehet programozni az Arduino kártyát. A kommunikáció USB porton keresztül megy végbe [14]. Az Arduino Uno alapja az Atmel mikrochip gyártó cég által kifejlesztett AtMega 328 nevű mikrokontroller. Specifikációit az alábbi, 3. táblázat tartalmazza:

3. táblázat: Az ATMega 328 specifikációi [2]

Lábak száma	28	processzor	8 bit
Max működési órajel	20 MHz	EPROM	1 Kbyte
RAM memória	2 Kbyte	Tápfeszültség	5 V DC
Flash memória	32 Kbyte		

Az Arduino Uno 11 digitális I/O, azaz bemenetnek vagy kimenetnek is felhasználható lábbal és 6 analóg jel beolvasására alkalmas bemenettel rendelkezik. Ezen felül ellátták 2 db 5 V-os és egy 1 darab 3,3 V-os táplálással. Az eszköz megtáplálása történhet USB kábel vagy külön transzformátor segítségével. Feszültség stabilizátor gondoskodik a megfelelő feszültség ellátásról. Két lábat az RS232 szabványú kommunikációra különítettek el: RX a fogadás (receive), TX pedig az adás (transmit).

## 4.1.2. ATtiny45 mikrokontroller

A feladat során az Arduino Uno mellett egy másik mikrokontroller is beépítésre került a szabályozó rendszerbe. Az ATtiny sorozat gyakorlatilag egy gyengébb teljesítményű Atmega328, így programozása hasonló, mint nagyobb társáé, pontosabban annak segítségével történik. A technikai paraméterek a 4. táblázatban találhatók.

4. táblázat: Az ATtiny45-ös specifikációi [3]

Lábak száma	8	processzor	8 bit
Max működési órajel	20 MHz	EPROM	256 Byte
RAM memória	256 Byte	Tápfeszültség	2,7-5,5 V DC
Flash memória	4 Kbyte		

## 4.2. A mikro szervomotorok általános ismertetése

### 4.2.1. A szervomotor működés elmélete

A kisméretű, hobbi célokra használt szervomotor egység négy fő részből áll [21] (15. ábra).

1. Egyenáramú motor
2. Potenciométer
3. Fogaskerék áttétel
4. Működtető áramkör

A szervomotor lényege, hogy valamilyen elektromos jel (input) hatására a villanymotor megfelelő irányba történő elforgatásával gépi mozgatót, esetleg rásegítést valósíthatunk meg. Mivel a legtöbb esetben az egyenáramú villanymotor (1) nyomatéka önmagában nem kielégítő és a fordulatszáma is túl magas, a kimeneti tengelyhez egy nagy áttételű fogaskerék rendszeren (3) keresztül kapcsolódik. Ennek köszönhetően a motor nyomatéka a többszörösére növekszik, fordulatszáma pedig ezzel ellentétes arányban csökken. Ahhoz, hogy a szervomotor pozíciója a működési tartományon belül ismert legyen, általában a kimeneti tengelyt kis potenciométerrel szerelik fel. A működtető áramkör (4) összehasonlítja a bemeneti jel (signal) és a

potenciométertől kapott feszültség értékeket, és ennek megfelelően vezérli a DC motort. A szervomotor legfontosabb paraméterei a terhelhetősége és a forgási sebessége. Az előbbi értéket kg-cm-ben, illetve oz-in-ben (uncia-hüvelyk, 1 oz-in = 0.0734kg-cm) szokták megadni. Ez azt jelenti, hogy a szervomotor az adott erőkaron hány kilogramm terheléssel tud megbirkózni. Minél nagyobb ez az érték, annál nagyobb a szervomotor által kifejezhető nyomaték. A forgási sebességet pedig a 60 fokos elforduláshoz szükséges idővel adják meg (sec/60°).

15. ábra: A szervomotor általános felépítése [16]



A szervomotor egység működéséhez három vezeték szükséges:

- tápvezeték,
- földvezeték,
- jel (signal) vezeték.

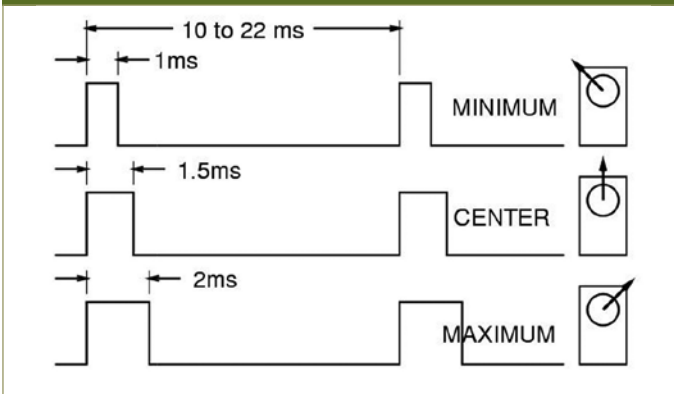
### 4.2.2. PWM vezérlés

A PWM Pulse Width Modulation, magyarul impulzus-szélesség moduláció az egyik legelterjedtebb vezérlési forma a kisméretű szervomotoroknál.

Működésének alapja egy megadott időközönként kibocsátott négyszögjel, amelynek szélessége az adott ismétlési perióduson belül tetszőlegesen változtatható. Ez által változtatható a kimenő feszültség effektív értéke, így a maximális és a nulla feszültségek között bármilyen értéket fel lehet venni. Fontos jellemzője az ún. kitöltési tényező, amely az impulzus és az ismét-

lési periódus hányadosa. Ez azt jelenti, hogy, ha a jel folytonos, a kitöltési tényező értéke 1, míg ha nincs kibocsátott impulzus a kitöltési tényező értéke zérus. E két érték között természetesen az impulzus szélességének megfelelően bármilyen érték felvehető. Az ismétlési periódust a jelet feldolgozó szervomotor tulajdonságainak megfelelően kell megválasztani. Az itt használt szervomotor 50Hz-es jel fogadását képes feldolgozni. A 16. ábrán jól látható a PWM és a szervomotor együttműködése, amelyen a jobb oldali szimbólum a szervomotor vezérelt pozícióját mutatja.

16. ábra: PWM jel hatása a szervomotor pozíciójára [16]



### 4.3. Az elektronikus rendszer felépítése

A tervezésnél szempont volt, hogy a szervomotort lehessen számítógépről LabVIEW környezetből kiadott utasításként vezérelni, és legyen egy tartalék rendszer, amennyiben ez meghibásodna. Előbbit az Arduino Uno, utóbbit pedig az ATtiny45 segítségével valósítottuk meg. A tartalék rendszerben a vezérlő jel kibocsátásához szükséges információt egy potenciométer szolgáltatja. Az elektromos rendszer működése szerint két részre osztható: a feszültségszabályozó és jeladó blokkokra.

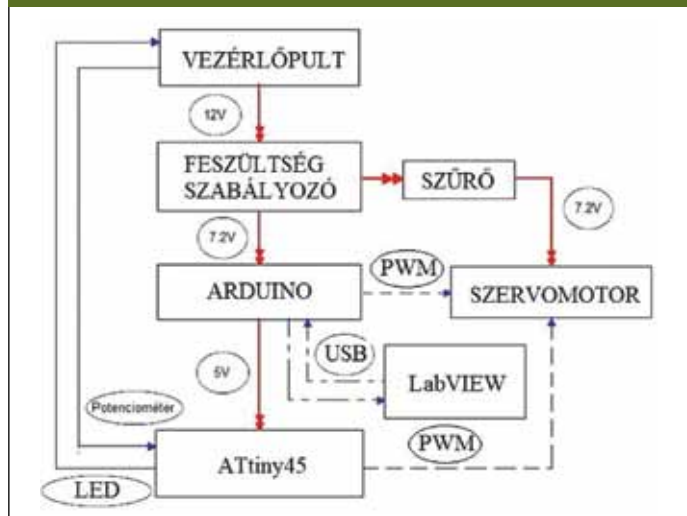
A feszültségszabályozó eszközök feladata a kívánt feszültségérték előállítása és tartása normál üzemi körülmények között. A jeladó berendezések vezérlik a szervót, illetve adják a referencia értékeket a vezérlő moduloknak.

A szabályozó rendszert 7 db blokkra lehet felbontani (17. ábra). A piros vonal a tápáramot jelzi, a kék vonalak a vezérlőjelet szimbolizálják.

### 4.4. A LabVIEW vezérlőprogram

A LabVIEW (Laboratory Visual Engineering Workbench) a National Instruments által fejlesztett vizuális programozási környezet. Ez azt jelenti, hogy a program írása az előre megírt panelek (User Interface-ek) összerakásával valósul meg. Ezzel a programírás leegyszerűsödik, sokkal áttekinthetőbb. A panelek között rengeteg lehetőség van egy mérőeszköz által nyújtott adatok számítógépes kiértékelésére és tárolására, így a mérések is egyszerűbbé válnak. Mivel a TKT-1-es rendelkezik már egy ilyen mérőprogrammal, kézenfekvő, hogy a szabályozó rendszer is ezen a rendszeren

17. ábra: Az elektromos rendszer blokkdiagramja



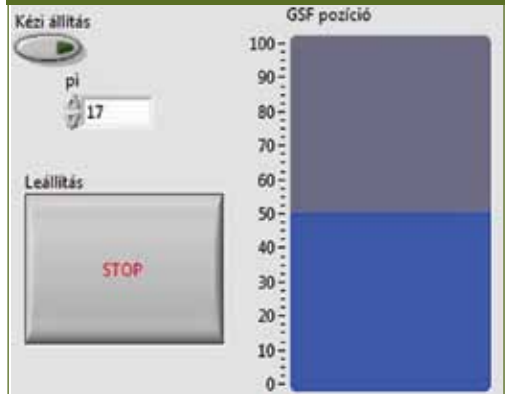
alapuljon. Mivel a főszoftver még fejlesztés alatt áll, a mozgató mechanizmus programja külön íródott és a későbbiek során kerül majd sor egy modulként beépítésre a fő programba.

A LabVIEW az Arduino Interface letöltése után képes kezelni az Arduino Uno-t, azaz arra adatokat küldeni és onnan adatokat fogadni. A kommunikáció USB-porton keresztül zajlik, tehát nem igényel külön csatlakozást a fejlesztő környezethez képest. A kommunikáció folytonos, tehát nem lehet megszakítani a kapcsolatot, ellentétben a sima programozással, ahol a programkódot a mikrokontrollerben tárolják. A program a fentiekben leírt módon, a panelekkel gyorsan összeállítható. Először is be kell lépni a blokkdiagram ablakba és kiválasztani az arduino init interface-t, amivel a program meghatározza a kommunikációs portot, adatsebességet és az eszköz típusát. A beállításokat más számítógépen módosítani kell. A következő lépés, mint az Arduino környezetben is, a szervomotor virtuális csatlakoztatása az eszközhöz. Ez a szervók számának megadásával, – ami most esetünkben egy – majd a szervomotor vezérlő jelének meghatározásával történik. A szervomotor a 9-es lábhoz csatlakozik, tehát ezt a lábat is inicializálni kell. Ezek után, hogy a program folyamatos legyen és ne fejeződjön be idő előtt, egy while ciklust alkalmazunk, ami egészen a stop gomb lenyomásáig működésben marad. A servo write elem oldja meg a megfelelő impulzus kibocsátását, azonban ehhez egy mikroszekundumban értelmezett értéket kell neki megadni. Korábban láthattuk, hogy a normál szervomotorok 600-2400 µs-os impulzus tartományban üzemelnek. Ez a felhasznált eszközre is vonatkozik, de a teljes mozgástartomány nincs kihasználva. Ahhoz, hogy a fogasléc ne ütközzön bele a mechanizmus falába, a szervomotor mozgástartományát kalibrálni kellett. Ezt empirikus úton végeztük: megfigyeltük, hogy mely értékeknél éri el a fogasléc a határt, ezáltal meg tudtuk határozni az impulzus intervallumokat. A kapott értékeket az 5. táblázat foglalja össze: A kalibráció után létre hoz-

tunk egy csúszkát, amivel kézi beállítással, a kurzor segítségével lehet mozgatni a GSF-et. Mivel a csúszka 0 és 100 közötti értékeket ad, be kellett szorozni egy konstans értékkel, hogy a megfelelő impulzust bocsássa ki (18. ábra). Ennek képlete (2):

$$t = 1440 + 1,2 \cdot \text{csúszka} \quad (2)$$

18. ábra: A LabVIEW program képernyőképe



## 4.5. A tartalékrendszer vezérlő programja

Az ATtiny45-re is kell egy szervomotor vezérlő programot írni. Ebben az esetben tehát az Arduino IDE segítségével kódolják a mikrokontrollert. Jelentősen egyszerűsíti a helyzetet, hogy az Arduino környezethez számos kiegészítő segédprogramot („könyvtár”) írtak, amelyek segítségével egyszerűen és gyorsan meg lehet írni a különböző eszközök programját. Mivel az Arduino alapkönyvtára 16-bites számlálóra készült, az ATtiny pedig 8-bites timerrel rendelkezik, külön kellett tölteni egy 8-bites könyvtárat, amit csatolni kellett az alapprogramhoz.

## 5. ÖSSZEFOGLALÁS

### 5.1. Elért eredmények

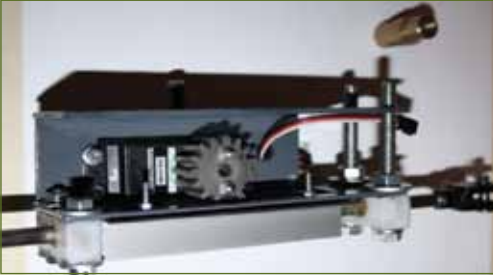
A mozgató mechanizmus lényegében kész, de még nem készült el a takarólemez marása, ez azonban kozmetikai problémának minősíthető, a berendezés működőképességét semmilyen formában nem befolyásolja. A berendezéssel hajtóműpróbákat hajtottunk végre, amelyek során a LabVIEW által vezérelt szervomotor képes volt a tolrúd mozgatására.

5. táblázat: Impulzus szélességek

Minimum érték	1440 µs
Maximum érték	1560 µs
Működési intervallum	120 µs

A 19. ábrán a felszerelés előtti állapotot láthatjuk, amelyen minden lényeges elem összeszerelésre került.

19. ábra: A mechanizmus összeszerelve



A 20. ábra teszt üzemlet mutat, amit a labor helyiségben végeztünk el, a tényleges indítás előtt. Végül a 21. ábra az indítás két jellegzetes állapotát örökíti meg. A bal oldalt látható részen a tüzelőanyag begyulladásának pillanata, amelyet a turbina terheléseinek mérséklése végett mindenképpen nyitott GSF redőnyzettel kell végrehajtani. A jobb oldali részen pedig egy teljesen terhelt állapot figyelhető meg. Érdekes összevetni a két szituációban előálló különbségeket a GSF redőnyzet, valamint a mozgó elemek pozíciójában. Elkészült továbbá az a

20. ábra: a TKT-1-re felszerelt berendezés



21. ábra: Az indítás pillanata (nyitott GSF) és egy terhelt állapot (zárt GSF)



csatlakozó rúd is, amely az eredeti kézi mozgó mechanizmust kapcsolja a most elkészített szerkezethez. Abban az esetben, ha a szervomotor megtáplálását lekapcsoljuk, akkor szükség szerint kézi mozgatásra is át lehet térni.

Mivel a TKT-1 gázturbinás sugárhajtómű elsődleges felhasználási területe az oktatás és kutatás, emiatt ennek a fejlesztésnek kiemelt szerepe van abban, hogy emelje a színvonalát mind a hallgatók által – pl. a légi járművek szakmai blokk tárgyainak keretein belül – elvégzett mérési feladatoknak, mind pedig a Tanszék jelenleg is futó gázturbinás kutatásainak. Az automatikus mozgó berendezés ugyanis nemcsak a kézi vezérlésnek megfelelő nyílt hurkú vezérlésben működhet, hanem program szerinti változtatást is lehetővé tesz, ami pl. katonai hajtóművek szabályozásának jellegzetessége, azaz az új rendszer az ilyen hajtóművek üzemének szimulációját is lehetővé teszi.

Ezen túlmenően lehetőséget biztosít arra, hogy egy előírt ütemben történő terhelésváltoztatást hozzon létre (pl. fél perc alatt juttassa el egyik végállásból a másikba), ami a kézzel való mozgatáshoz képest jelentősen növelné a pontosságot, valamint az egyes mérési pontok ismétlési pontossága is javítható lesz ily módon.

Megemlítendő még a berendezés védelme is: mint oktatásban részt vevő eszköz, kiemelt szerepe van a biztonságnak. Egy mérés során bármi rendellenesség lép fel, jelentősen csökkenthető egy károsodással járó esemény kockázata, ha a GSF automatikus működtetéséért felelős rendszer rendellenességet észlelve képes a fűvócsövet teljesen nyitni, így minimálisan csökkenteni a gázturbina terhelését.

## 5.2. Továbbfejlesztési lehetőségek

Bár a szerkezet elkészült, működőképességéről éles üzemi viszonyok között is meggyőződhetünk, szükséges a takarélemez legyártása, a szennyeződések kivédése érdekében, számos továbbfejlesztési lehetőség is mutatkozik.

### 5.2.1. Csúszóperselyek cseréje teflonra

A teflon rendkívül kedvező súrlódási és kopási tulajdonságokkal rendelkező anyag, ezért a modern gépgyártásban egyre jobban terjed a felhasználása. A sárgaréz perselyek is kiválóan működnek, de kenést igényelnek és súrlódásuk és kopási tulajdonságuk is jobb. A teflon perselyek száraz kenésűek, ezért a szerkezet kevesebb karbantartást igényelne a jelenleginél.

### 5.2.2. A poliamid perselytartók cseréje

Mivel ezeket az alkatrészeket kézzel (kézfűrész, csiszolópapír) alakították ki, méreteik eltérnek a tervezettől. Habár ezt a kellemetlenséget hézagoló lappal sikerült kiküszöbölni, célszerű volna új, gépi készítésű alkatrészekkel történő cseréjük.

### 5.2.3. A meglévő szervomotor vezérlő áramkör áttervezése

Mivel a szervomotor saját mozgástartományához képest kis szögkitéréseket produkál, és a TKT-1 rendelkezik pontos lineáris potenciométerrel, elképzelhető a szervomotor saját potenciométerének és vezérlő áramkörének cseréje egy külső mikrokontrollor vezérelt áramkörre, ami érzékenyebb hangerőre lenne alkalmas, mint az eredeti. Továbbá a mikrokontrollor szabályozhatná az éppen fékező üzemmódban lévő villanymotor nyomatékát. Ezzel sokkal biztosabb helyzet tartást lehetne elérni.

### 5.2.4. Kétparaméteres szabályozás létrehozása

Talán a legperspektivikusabb továbbfejlesztési lehetőség a hajtómű szabályozó rendszerébe

történő integrálás, és ezek nyomán a kétparaméteres szabályozás megvalósítása, amelyben a hajtómű tolóereje sokkal pontosabban tartható, mivel a GSF pozíció egy további beavatkozási lehetőséget teremt a tüzelőanyag-betáplálás mellett. A hagyományos egyparaméteres megoldás során választani kell: vagy a fordulatszám, vagy más jellemző (pl. EPR) szerint végezzük a beavatkozást, de így a megzavarásokat (pl. repülési feltételek megváltozása) nehézkesen lehet figyelembe venni. Amennyiben a tüzelőanyag-betáplálás mellett a fűvócső keresztmetszet is módosítható, a kettővel egyszerre két jellemzőjét lehet a hajtóműnek az aktuális elvárásokhoz adaptálni. Ezáltal a tolóerő állandósága nagyobb pontossággal, szélesebb üzemmód-tartományban biztosítható. A megoldást a fejlett katonai hajtóműveken alkalmazzák. Ezek vizsgálata, modellezése is lehetővé válik az újonnan létrehozott rendszerrel.

## FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] Alfred Böge: Formeln und Tabellen Maschinenbau 3. kiadás, ISBN:978-3-8348-1915-4
- [2] ATmega328 adatlap: <http://www.atmel.com/devices/atmega328.aspx> (megtekintés: 2016-05-17)
- [3] ATTiny45 adatlap: <http://www.atmel.com/devices/ATTINY45.aspx> (megtekintés: 2016-05-17)
- [4] Beneda Károly: Development of a Modular FADEC for Small Scale Turbojet Engine. In: Proceedings of SAMI 2016 – IEEE 14th International Symposium on Applied Machine Intelligence and Informatics, Herl'any; 2016, pp. 51-56, DOI: <https://doi.org/10.1109/SAMI.2016.7422981>
- [5] Beneda Károly: Fűvócsövek. Tanszéki segédlet, BME VRHT (2016)
- [6] Beneda Károly: Hajtómű nyomásviszony (EPR) alapú szabályozás megvalósítása a TKT-1 gázturbinás sugárhajtóművön. Repüléstudományi Közlemények, 26. évf. (2014), 2. szám, pp. 191-210, ISSN 1789-770X, [http://www.repulestudomany.hu/kulonaszamok/2014\\_cikkek/2014-2-17-0154\\_Beneda\\_Karoly\\_](http://www.repulestudomany.hu/kulonaszamok/2014_cikkek/2014-2-17-0154_Beneda_Karoly_)

- Tamas.pdf (megtekintés: 2016-05-17)
- [7] Beneda Károly: A TKT-1 sugárhajtómű fejlesztése és alkalmazása a BME repülőgépes képzésében. Repüléstudományi Konferencia, Szolnok, 2010. HU ISSN 1789-770X. [http://www.repulestudomany.hu/kulonszamok/2010\\_cikkek/Beneda\\_K\\_T\\_1.pdf](http://www.repulestudomany.hu/kulonszamok/2010_cikkek/Beneda_K_T_1.pdf) (megtekintés: 2016-05-17)
- [8] Beneda Károly: Épülő gázturbinás sugárhajtómű üzemi jellemzőinek vizsgálata matematikai modell segítségével. Diplomaterv, BME Repülőgépek és Hajók Tanszék, 2006.
- [9] Beneda Károly: Épülő kisméretű kísérleti sugárhajtómű termikus-áramlástanai számítása és átalakításának problémái. Tudományos diákköri dolgozat, BME Repülőgépek és Hajók Tanszék, 2005.
- [10] Bicsák György, Veress Árpád: Verification of a Cost Efficient Solution to Simulate the Airflow Conditions in an Oil-To-Air Heat Exchanger of a Small Aircraft Applying Porous Material. Repüléstudományi Közlemények, 27 évf. (2015) 2. szám, pp. 253-271. URL: [http://www.repulestudomany.hu/folyoirat/2015\\_2/2015-2-19-0209\\_Bicsak\\_Gyorgy-Veress\\_Arpád.pdf](http://www.repulestudomany.hu/folyoirat/2015_2/2015-2-19-0209_Bicsak_Gyorgy-Veress_Arpád.pdf) (megtekintés: 2016-05-17)
- [11] John Foster: Design Analysis of Messerschmitt Me-262 Jet Fighter. Part II – The Power Plant. In: J. L. McLellan: Me-262. pp. 23-40. [www.enginehistory.org/German/Me-262/Me262\\_Engine\\_2.pdf](http://www.enginehistory.org/German/Me-262/Me262_Engine_2.pdf) (megtekintés: 2016-05-17)
- [12] Dr. habil. Kalácska Gábor: POM rudakról, lemezekről. A műszaki műanyag félkész termék ismertető sorozat (III. RÉSZ) <http://www.quattroplast.hu/pom-rudakrol-lemezekrol-muszaki-muanyag-felkész-termék-ismertető-sorozat-iii-resz> (megtekintés: 2016-05-17)
- [13] Kovács Péter: Automatikus működtető rendszer tervezése változtatható geometriájú fúvócsőhöz. BSc szakdolgozat, BME VRHT, 2016.
- [14] Mikrokontroller programozás: <http://www.lydiard.plus.com>
- [15] Pásztor Endre, Beneda Károly: A TKT-1 kisméretű, oktatási és kutatási célú gázturbinás sugárhajtómű első tíz éve. Repüléstudományi Közlemények, 27. évf. (2015) 3. szám, pp. 117-132. [http://www.repulestudomany.hu/folyoirat/2015\\_3/2015-3-09-0238\\_Pasztor\\_E-Beneda\\_K\\_T.pdf](http://www.repulestudomany.hu/folyoirat/2015_3/2015-3-09-0238_Pasztor_E-Beneda_K_T.pdf) (megtekintés: 2016-05-17)
- [16] PWMábra: <http://projectedneuralactivity.blogspot.hu/2012/12/controlling-servo-using-raspberry-pi.html> (megtekintés: 2016-05-17)
- [17] Rohács Dániel, Rohács József: Impact of Out-Of-The-Box Approach on the Future Air Transportation System. Repüléstudományi Közlemények, 27. évf. (2015) 3. szám, pp. 189-206, [http://www.repulestudomany.hu/folyoirat/2015\\_3/2015-3-14-0243\\_Rohacs\\_D-Rohacs\\_J.pdf](http://www.repulestudomany.hu/folyoirat/2015_3/2015-3-14-0243_Rohacs_D-Rohacs_J.pdf) (megtekintés: 2016-05-17)
- [18] Rohács József, Rohács Dániel, Jankovics István: Conceptual development of an advanced air traffic controller workstation based on objective workload monitoring and augmented reality. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers Part G – Journal of Aerospace Engineering 2016. DOI: <https://doi.org/10.1177/0954410016636154>
- [19] Dr. Sánta Imre: Segédlet gázturbinás repülőgép hajtómű évfolyamtervhez. BME VRHT (2007)
- [20] Szervomotor ábra: [http://www.robotiksystem.com/servo\\_motor\\_types\\_properties.html](http://www.robotiksystem.com/servo_motor_types_properties.html) (megtekintés: 2016-05-17)
- [21] Szervomotor működési elv: <http://www.jameco.com/jameco/workshop/howitworks/how-servomotors-work.html> (megtekintés: 2016-05-17)



## The computer-aided design of an automatic operating system for the variable-geometry nozzle of an experimental jet engine

The experimental gas turbine has a key role in both the education and the scientific work of students and professors. It helps to understand the thermal processes occurring in the engine, and, more importantly, provides knowledge and practical application possibilities to illustrate the operation of the FADEC systems prevalent today. The current development of the gas turbine improves the accuracy of the change in the nozzle outlet cross-section, thereby the quality of the regulation according to the "EPR". The proposed enhancements, i.e. the activation of the mechanism in the regulatory system of the engine, may result in additional measurement and research opportunities.



## Die computergestützte Gestaltung eines automatischen Betriebssystems für ein experimentelles Strahltriebwerk mit variablen Düsengeometrie

Die experimentelle Gasturbine spielt eine Schlüsselrolle sowohl in der Ausbildung als auch in der wissenschaftlichen Arbeit von Studenten und Professoren. Es hilft die im Triebwerk auftretenden thermischen Prozesse zu verstehen, und, was noch wichtiger ist, bietet Wissen und praktische Anwendungsmöglichkeiten, um den Betrieb der heute vorhandenen FADEC-Systeme zu veranschaulichen. Die aktuelle Entwicklung der Gasturbine verbessert die Genauigkeit der Änderung des Düsenaustrittsquerschnitts, wodurch auch die Qualität der Regelung nach dem "EPR" erhöht wird. Die vorgeschlagenen Verbesserungen, wie die Einbeziehung des Mechanismus ins Regulierungssystem des Triebwerks, können zu zusätzlichen Mess- und Forschungsmöglichkeiten führen.

### E számunk lektorai

Dr. Gulyás András

Horváth Lajos

Dr. Katona András

Kövesné Dr. Gilicze Éva

Szűcs Lajos

Dr. Varga Béla

## A X/B páneurópai vasúti közlekedési folyosószárny

A Budapest és Belgrád közötti vasútvonal átépítése az előzetes tervek szerint már 2016-ban elkezdődött volna, azonban még tartanak az egyeztetések, ezért a kezdő és befejezési határidő bizonytalan. A lényeg, hogy a teljes projekt megvalósítása után a Budapest – Belgrád közötti nyolcórás vasúti menetidő két óra negyven percre csökken. E az óriási minőségi javulás mind a közúttal, mind a repüléssel szemben biztosítja a vasút versenyképességét.

DOI 10.24228/KTSZ.2017.2.4

### Balogh Imre

Ny. MÁV mérnök főtanácsos  
e-mail: balogh.imre39@gmail.com

#### 1. BEVEZETŐ

Az integrált vasútfejlesztésnek köszönhetően Budapesten juthat keresztül, mind a Balkán, mind Törökország, mind a Távol-Kelet felől Európába áramló áruk tömege.

Ez hatalmas gazdasági lehetőség és sürgető kényszer is egyszerre, mert rajtunk kívül a régió több országa szeretne Európa vagy a Balkán kapujává válni.

Az elmúlt években megkezdődött egy óvatos közeledés a két ország, Magyarország és Szerbia között, és konkrét lépések is történtek mindkét fél részéről. Ennek egyik eredménye, hogy magyar kulturális intézet nyílik Belgrádban.

A vasútvonal valódi hozadéka nem a turizmusban rejlik. A trianoni békediktátum előtt itt kétvágányú vasúti pálya volt, csak az egyik vágányt felszedették Magyarországgal. A vonal megszenvedte ezt, mert az utóbbi 30 évben az állam túl sokat nem áldozott a vasútvonal karbantartására, fejlesztésére.

A 19. század közepétől fokozatosan kiépülő vasúthálózatok és a nemzeti közúti főúthálózatok kialakításakor a mindenkori rendező elv, az egyes országok belső kapcsolatrendszerének megteremtése, valamint az export – import jelentős részét biztosító tengeri kikötők lehetséges legrövidebb elérése volt.

A nagytérségi nemzetközi kapcsolatok fejlesztésének minden egyéb formája csak esetlegesen jött létre. Ennek köszönhetően még Európa nyugati részében is, az 1980-as évek feladatát jelentette, a kontinentális (pontosabban uniós) léptékű nemzetközi folyosók egységes rendszerének megteremtése. Az 1992. évi első uniós közlekedéspolitika jelmondata ezt az új felfogást tükrözi: „közös hálózatot a közös piachoz”.

A Balkán határa ma elméletben, a Trieszt és a Dnyeper folyótorkolat között húzott egyenes. A vonaltól délre a teljes terület egyetlen félszigetet alkot. Egy szűkebb természetföldrajzi elhatárolás csak a Száva és a Duna medencéjétől délre eső térséget jelöli Balkánként. A politikai besorolás viszont esetenként a román területet is idetartozónak ítéli.

Az idegenforgalmi alkalmazásban újabban gyakran hangoztatott szlogen, hogy „mi Magyarország vagyunk a Balkán kapuja”. A jobb megközelítés az, hogy mi vagyunk a Balkán egyik kapuja. Mindenképpen fontos másik szárazföldi kapuja a térségnek Nyugat-Európa felől Szlovénia. További bejáratok vannak, Ukrajna, Görögország vagy Törökország felől is, nem beszélve a tengeri megközelítés számos lehetőségéről.

A X. folyosó X/B szárnyvonala Budapestről indul, Szerbia határáig. A vasúti szakaszok hossza 156 km, a közúti szakaszoké 171 km.

## 2. ELŐZMÉNYEK

Az EU-ban 1989-ben Strasbourgban a strasbourgi csúcs transz-európai hálózatok alapelveinek elfogadása során foglalkoztak először a közlekedéspolitika és a közlekedésfejlesztés kérdéseivel (TEN Trans-European Network, TEN-T transzeurópai közlekedési hálózat).

Az 1990-es évek elején több páneurópai közlekedési konferenciát tartottak azzal a céllal, hogy azonosítsák és összhangba hozzák Kelet-Európa közlekedési infrastruktúra-fejlesztési szükségleteit, valamint kidolgozzanak egy olyan stratégiát, amely Európa összes közlekedési hálózatának integrálására szolgál.

A Prágában, 1991-ben megrendezett első konferencia eredményeként, a résztvevők megállapodtak, egy közlekedési folyosókon alapuló hálózatot megközelítés kialakításában.

Maasrtrichtben 1992.02.07-én írták alá, a Maasrtrichti Szerződést, másképpen Szerződés az Európai Unióról, amelyben hangsúlyt kapnak, a transzeurópai vasúti hálózatok.

A második, 1994-ben Krétán tartott konferencián kilenc páneurópai közlekedési folyosót jelöltek ki. Ezek a folyosók, Kelet-Európa fő közlekedési tengelyei. Az infrastruktúra fejlesztésére rendelkezésre álló erőforrásokat ezekre kívánták összpontosítani.

A harmadik, az 1997-ben Helsinkiben tartott konferencián, a balkáni államok közbenjárásának köszönhetően, egy új vasúti közlekedési

folyosót is kijelöltek, négy páneurópai közlekedési területtel együtt, amelyek tengeri medencét foglalnak magukba.

### 2.1. Az új X. számú vasúti közlekedési alapfolyosó nyomvonala, SALZBURG – LJUBLJANA – ZÁGRÁB – BELGRÁD – NIS – SZKOPJE – SZALONIKI

#### A négy szárnyvonala

- X/A: Graz – Maribor – Zágráb,
- X/B: Budapest – Újvidék – Belgrád,
- X/C: Niš – Szófia – Plovdiv – Dimitrograd – Isztambul,
- X/D: Veles – Bitola – Florina – Igoumenitsa

A balkáni válság miatt a kilencvenes években előkészített, emelt szintű rekonstrukció a X/B szárnyvonalon elmaradt. A projekt megvalósítására, az EU a körülményekre tekintettel nem adott forrástámogatást.

#### Nemzetközi szerepe

A versenyképes árufuvarozást szolgáló európai vasúti hálózatot alkotó nemzetközi vasúti árufuvarozási folyosókat a transzeurópai közlekedési hálózatok, a TEN-T, valamint az Egységes Európai Vasúti Forgalmirányítási Rendszer (ERTMS) folyosóival összhangban célszerű kialakítani.

Ennek elérésére, a hálózatok fejlesztését – különösen a vasúti árufuvarozás céljára szolgáló nemzetközi folyosóknak, a TEN-T és az ERTMS meglévő folyosóiba való integrálása érdekében – össze kell hangolni. E folyosók létrehozását, a TEN-T, kutatási, valamint a Marco Polo programok és az egyéb uniós szakpolitikák megvalósítására fordítható alapok – mint az Európai Regionális Fejlesztési Alap, vagy a Kohéziós Alap, illetve az Európai Beruházási Bank – keretében anyagilag is támogatni kívánja az EU.

Magyarországot, az ERTMS rendszerhez hasonlóan, szintén érinti az új hálózati struktúra több eleme. A kilenc létrehozandó nemzetközi vasúti árufuvarozási folyosóból kettő hazánkban keresztül vezet.

## Mediterrán folyosó

A 6-os folyosó, vagy Mediterrán folyosó, amely Közép-Európát köti össze Délnyugat-Európa déli kikötőivel, Almeriától – Madridon – Barcelonán keresztül, Marseille – Milánó – Trieszt – Koper kikötők érintésével, Budapestet át Záhonyig. Ebben öt ország vesz részt nyolc taggal. A Mediterrán folyosó ügyvivő testülete 2012 áprilisában alakult meg.

## Orient folyosó

A 7-es folyosó, vagy Orient folyosó észak – déli irányban köti össze Európa hét országát Prága – Bécs – Pozsony – Budapest – Bukarest – Constanta, valamint Szófia – Theszaloniki – Athén útvonalon. Az Orient folyosó irányító és ügyvivő testülete már több mint egy éve megalakult.

Ehhez a folyosóhoz funkciójában jól illeszkedik a X/B folyosó szárny.

## Magyarországi szerepe

Az AGC Egyezmény – Európai Megállapodás Nemzetközi Vasúti Fővonalokról – az ENSZ EGB keretében 1985-ben kidolgozott egyezmény, amelynek célja az egységes vasúti hálózat létrehozása Európában.

Az Egyezmény keretében meghatározták a legnagyobb nemzetközi fontosságú vasútvonalakat és kiépítési paramétereiket, amelyek lényegileg megegyeznek az Országos Vasúti Szabályzatban (OVSZ) rögzített előírásokkal. Magyarország 1996-ban kezdte el, az Európai Unió elvárásainak megfelelő közlekedéspolitikájának harmonizálását.

A főbb feladatok közé tartozik az integrálás elősegítése, a szomszédos országokkal való együttműködés, az egyenletes térségi fejlődés, nem utolsósorban, az emberi élet- és a környezetvédelem, valamint a szabályozott verseny megteremtése.

A nemzetközi utasforgalomban Magyarország és Szerbia között évente mintegy másfél millióan veszik igénybe a vasutak szolgáltatásait, 99%-uk Budapest és Belgrád között utazik.

## Szerbiai szerepe

A szerb gazdaság is kilábalóban van a válságból. Megindult a gazdasági növekedés 2013. év elejétől ugrásszerűen nőtt az ipari termelés.

Az ország gazdasági súlyát, a 2020-ra várt uniós csatlakozása is növeli. A vasútvonal felújításához szükséges EU-források, az előzetes egyeztetések alapján rendelkezésre állnak. A gyorsvasútvonal öt év alatt kiépíthető, és ez által részesei lehetünk annak, ami ezen a folyosószakaszon eredményekben jelentkezik.

A vonalszakaszon 2014. évben 16 ezer tehervonat közlekedett, a teljesítmény pedig 1,1 milliárd bruttótonna (egy tonna jármű és rakomány tömegének mozgása) volt.

## Az Európai Unió bővítése

A bővítés egyedülálló lehetőség a kontinens integrációjának elősegítésére, a stabilitás és a jólét kiterjesztésére. A tagországok EU által tervezett bővítése jelentős hatással bír az uniós közlekedési politikára, de elsősorban a csatlakozó országok általános fejlődésére. Ahhoz, hogy a leendő tagállamok állampolgárai jobban megértsék, mi is a tét, tudatos felkészüléssel kell rendelkezniük az Európai Unióról és annak politikáiról, beleértve a közlekedést, valamint arról, hogy ezek a politikák miként befolyásolják országaik gazdaságát.

A kibővítés minden EU tagállamnak és nem tagállamnak érdeke a vasúti és közúti hálózatok összekapcsolása révén, de ez kihívásokat és lehetőségeket is jelent. Egyben a csatlakozó országoknak a közlekedés terén sokkal több előnyt, mint problémát eredményezhetnek a változások.

Mindenekelőtt, az EU bővítést nem pusztán csak a gazdaság fejlesztése indokolja. A kontinens újraegyesítése politikai elképzelés is. A szándék az, hogy a bővítés valamennyi európai állampolgár hasznára legyen.

A vasúti közlekedési folyosók kibővítését, az EU tagországok és a nem tagországok figyelembevételével, az 1. ábra mutatja.

1. ábra: Az Európai Unió kibővített vasúti hálózata



## 3. HELYZETFELMÉRÉS ÉS VÁLTOZÁSKEZELÉS,

### 3.1. Magyarországi helyzetfelmérés, elemzés

#### 3.1.1. Budapest – Kelebia vasútvonal

A Budapest – Kelebia közötti fővonalat még a hatvanas évek közepén építette át komplett a MÁV. Ezt követően a vonal villamosításakor, az 1970-es és 1980-as évek fordulóján történtek jelentősebb felújítások.

Azóta sokat romlott a pálya műszaki állapota, ami azt eredményezte, hogy a magyar szakaszon Soroksártól Kelebiáig legfeljebb 80 km/h sebességgel haladhatnak még a nemzetközi gyorsvonatok is.

Budapest és Belgrád között vasúton 375 km a távolság. Ezt az utat ma a nemzetközi vona-

tok nyolc óra alatt teszik meg. Ám a hosszú menetidő nem csak a magyar és szerb vasút rossz műszaki állapotából adódik, hanem a menetrendszerkesztésből is. A belgrádi gyors ugyanis Kunszentmiklós–Tass állomástól a határig mindenhol megáll, és az egyik nemzetközi expressz Kecskemét felé kerülve éri el Kelebiát.

A nemzetközi gyorsvonatok ezen a vonalon, a belföldi közszolgáltatási rendszer részeként közlekednek. Ez leginkább abból adódik, hogy nincs kellő mértékű igény a nemzetközi gyorsvonatok önálló és költséghatékony közlekedtetésére. Az „Ivo Adric” nevű gyorsvonat egyik eleme a Budapest és Kelebia közötti ütemes kétórás vonatrendszernek, ezért áll meg a belföldi utasok érdekében Kunszentmiklós–Tass és Kelebia között mindenhol.

#### 3.1.2. Vasúti hidak a Duna magyar szakaszán

A Duna magyar szakaszán jelenleg mindössze négy vasúti híd üzemel:

##### 3.1.2.1. A komáromi vasúti összekötő híd

A Komárom – Érsekújvár vasútvonal 27/33 hm szelvényében, Észak- és Dél-Komárom közötti szakaszán található egyvágányú villamosított vasúti Duna híd.

A híd, a városközpontoktól nyugatra, Kopánymonostor és a Monostori erőd között ível át a Dunán.

A híd szegecselt acélszerkezetének soros korrózióvédelmére 2012. évben került sor.

A hídon áthaladó rövid magyar vasútvonal szakasz jele 1T. A vonal száma Szlovákiában 135. Engedélyezett sebesség 100 km/h.

Magyarországon az 1-es számú fővonalból ágazik ki és teremt kapcsolatot Szlovákiában, a 131-es Pozsony – Komárom és a 136-os számú Komárom – Gúta vasútvonalakkal.

A Komárom – Gúta vasútvonal egyvágányú, nem villamosított vasútvonal Szlovákia déli

részén, a Csallóközben, a Vág mentén. A vasúti forgalom a vonalon jelenleg szünetel.

### 3.1.2.2. Újpesti vasúti híd

A fővárosban az egyik vasúti átkelési pont, a Újpesti vasúti Duna híd, amely az eredetileg mellékvonali kiépítésű esztergomi vonalat szolgálta.

Teljes hosszúsága: 673,4 m. Szélessége: 11,64 m. Engedélyezett sebesség a vasúti pályán 80 km/h.

A vasúti hidat 2008-ban felújították, amely során a Duna főága feletti teljes acélszerkezetet kicserélték, a pilléreket megerősítették.

Az átépítés után a sávok száma: három

- 1 kerékpárút a híd északi oldalán,
- 1 vágányú vasúti pálya középen, nem villamosított,
- 1 gyalogjárda a déli oldalon.

Mai elsőrendű funkciója az intenzív elővárosi vasúti forgalom lebonyolítása Budapest–Nyugati pu. és az Esztergomi–medence agglomerációs települései között, valamint a kerékpáros és gyalogos forgalom kiszolgálása.

Elővárosi szerepköre mellett, a villamosítás befejezése után, a Budapestet a körvasúton át északról elkerülő vasútvonal funkcióját is teljesítheti. Ez volt a fő indoka az állapota miatt halaszthatatlanná vált híd előre sorolt rekonstrukciójának.

Regionális helyzetéből adódóan az Újpesti vasúti Duna hídnak jelentős stratégiai szerepe is van, mert a Déli összekötő vasúti híd meghibásodása esetén a fővárosban nincs másik vasúti összeköttetési lehetőség a két országrész között. A legközelebbi átkelési pont a fővárostól délre, vasúton 210 km-re, Bajánál van.

Elővárosi szerepköre mellett, Budapestet, a körvasúton át északról való elkerülés volt a fő indoka az állapota miatt halaszthatatlanná vált műtárgy rekonstrukciójának, ami 2009-ben fejeződött be.

### 3.1.2.3. Déli vasúti összekötő híd

A fővárosban a másik vasúti átkelési pont, a Déli vasúti összekötő Duna híd. A meglévő Duna hidak közül a fővárosban csak a Déli összekötő vasúti híd rendelkezik fővonal kiépítettségű kétvágányú és villamosított vasúti kapcsolattal.

Nem véletlen, hogy a Déli összekötő vasúti Duna hidat magába foglaló Budapest – Ferencváros – Budapest – Kelenföld állomásköz az ország egyik legterheltebb vasúti vonalszakasza. Ezen a Duna hídon bonyolódik le az ország teljes kelet – nyugat irányú fővonalitranzitiforgalma. A Déli összekötő vasúti Duna híd ezért is, a hálózat egyik legkritikusabb infrastruktúra eleme.

A híd mai állapotában felújításra, rekonstrukcióra szorul, mert felújítási munkát a hídszerkezeten a jobb vágányban 1994-ben, a bal vágányban pedig 2001-ben végeztek, de ez csak a legszükségesebb feladatokra korlátozódott.

Az 1948-ban készült jobb vágányú és az 1953-ban készült bal vágányú hídszerkezet teljes felújítása középtávon elvégzendő feladat, mivel az évente áthaladó 30–35 millió tonna bruttó elegendő terhelés hatására, elsősorban a pályatartók jelentős fásasztó igénybevételnek vannak kitéve.

A meglévő hídszerkezetek átépítésének előkészítésénél egyeztettek az építési munkák vasútiüzemi feltételeit.

Az állomásköz forgalmi terhelése miatt, hídszerkezetenként szükséges egy-egy éves időtartamra az egyik vágány lezárása. Egy kisállomás beépítése olyan forgalmi akadályoztatást jelentene, ami nem vállalható fel. Emiatt merült fel az a megoldás, hogy első ütemben egy új, harmadik hídszerkezet épüljön a rendelkezésre álló hídpilléreken, illeszkedve az állomásköz távlati fejlesztési tervében szereplő Budapest–Ferencváros – Budapest–Kelenföld közötti harmadik vágányhoz. Ezzel a megoldással biztosítható, hogy a műtárgy-építés mindegyik fázisában, az állomásközben a kétvágányú kapcsolat folyamatosan rendelkezésre álljon.

A V8 Budapestet délről elkerülő vasútvonal és a Dunaújváros DUNAFERR kikötőnél javasolt új Duna híd megépítése tehermentesíti majd az állomásközt és az itt lévő hídszerkezeteket, de felújítási programjuk ebben az esetben is elvégzendő. Csak a Budapest–Ferencváros – Budapest–Kelenföld harmadik vágány kiépítése hagyható el a fejlesztési igények közül.

Az előkészítő munka eredményeként a létesítési engedélyhez a szükséges műtárgytervek rendelkezésre állnak.

### 3.1.2.4. Bajai Duna híd

A Duna magyarországi alsó szakaszán Bajánál rendelkezünk közúti-vasúti hidkapcsolattal, az 1480,22 folyamkilométernél. A hídníllás magassága bal oldalon 8,71 méter, jobb oldalon 8,40 méter. A hajózható hídníllás szélessége 60 méter. Egy négyníllású mederhídból és egy háromníllású ártéri hídból áll. A hidat két hullámban (1944.szeptember17-én és szeptember 21-én) lebombázták.

Stratégiai szerepe miatt hamar megkezdték az újjáépítését és 1950-ben újra átadták a forgalomnak. Legutóbb a hidat 1998–1999-ben újjították fel. Ekkor választották ketté a közúti és a vasúti forgalmat.

Teljes hosszúsága 582 m.

Sávok száma:

- 1 középső sáv, egyvágányú nem villamosított vasúti pálya,
- 2x1 közúti sáv a vasúti pálya két oldalán,
- 1 gyalogjárda,
- 1 kerékpárút.

A híd, a hálózat Budapest centrikus volta miatt csak kisforgalmú vonalakat köt össze. A fő tranzitútvonalak elkerülnek, és a két országrész közötti vasúti forgalomban alternatív módon, igen jelentős kerülő útirányként lehet figyelembe venni.

Nagyobb távlatban a híd potenciálisan egy új transzverzális útvonal részét képezheti, a V. Páneurópai vasúti közlekedési folyosó, V/C. szárnyvonalával említett vasúti kapcsolat

megvalósítása esetén. Pozitív, hogy a bajai műtárgy felújítása 2000-ben megtörtént, amely során a közúti forgalmat – két szélső konzol létesítésével – szétválasztották a korábban közös pályán futó vasúti forgalomtól.

**Összességében:** Komáromban, Budapesten és Baján van vasúti átkelési lehetőség, ami a hálózat szempontjából kedvezőtlen hatású, és a két országrész közötti forgalomban kiemelkedő zavarérzékenységet eredményez. Ez pedig potenciálisan a hálózat egészére kiható országos jelentőségű zavart képezhet.

### 3.2. Változáskezelés

A megváltozott áru fuvarozási helyzet kezelése szükséges és elkerülhetetlen, mert már a jelenségek érzékelhetően mutatják, hogy a tőke, az áru- és a munkaerő szabad áramlása, a szereplők körének bővülése, a magánvasút társaságok megjelenése és működése, ügynökségek, szállítványozók, szolgáltató vállalkozások megalakulása, a határok átjárhatósága vasúton és közúton, csak az érintett országok és vállalataik kölcsönös elveken működő rendszer-szemlélete alapján valósítható meg.

A V8 vasútvonal megépítésével, amelynek része egy új vasúti Duna híd Dunaújvárosnál, nem csak az eljutási idő csökkentését, hanem Budapest elkerülését is biztosítani lehet.

## 4. STRATÉGIA

A X/B páneurópai vasúti folyosó szárny, Budapest – Kelebia – Belgrád nyomvonalát tekintve adja ma a legversenyképesebb útirányt Szerbia, a Kelet-Balkán országai és Görögország elérésére, amelynek kialakításával a tengeri kikötők elérhetők.

A válsághelyzet rendeződésével, a magyar és a szerb vasútvonal tranzitforgalma újra megnőtt.

Szerbia deklarált szándéka, hogy az EU országok felé irányuló vasúti forgalma hosszú távon is Budapestén át vezessen. A megélnékült tranzitforgalom megőrzése Magyarország számára döntő fontosságú, aminek előfeltétele a kelebi-

ai vasútvonal előkészítés alatt lévő fejlesztési programjának ütemes, mielőbbi megvalósítása. Az átkelési pontok hiányát a Dunaujváros és Paks átkelési pontok kiépítése oldhatja fel.

## 5. A VASÚTI FORGALOM

### 5.1. Személyforgalom

#### 5.1.1. Belföldi forgalom

A vonatok 2005. december 11-ig Budapest–Józsefváros, valamint Budapest–Keleti pályaudvarra érkeztek és indultak. Az ekkor bezárt Józsefvárosi pályaudvarra érkező vonatok egy részét átterelték, főként a Keleti pályaudvarra, másik részét a 100-as fővonal városszéli forgalmas csomóponti állomására, Kőbánya–Kispestre.

A személyforgalom szervezés következő ütemében, 2006. december 10-től, a vonal is része az ország keleti felében bevezetett integrált ütemes menetrendnek.

A vonalon elővárosi forgalomban, Kőbánya–Kispest és Kunszentmiklós–Tass között, napi 20 pár személyvonat közlekedik, munkanapokon Budapest irányába egy vonattal több, az egyórás ütemes menetrend alapján. Az elővárosi vonalszakaszon összesen 1,2 millió fizető utas volt.

A távolsági vonatok a 2010-es menetrendváltás után ismét a Keleti pályaudvarról indulnak.

A távolsági forgalmat hat személy- és a Belgrád felé tartó "Avala – EuroCity" vonat bonyolítja le.

A 2013/2014-es menetrendben nem közlekedtek már sebesvonatok. 2014-től a személyvonatok S 25-ös viszonylatjelöléssel közlekednek.

A Kunszentmiklós–Tass – Kelebia szakaszon 2016-ban 630 ezren váltottak jegyet.

#### 5.1.2. Nemzetközi forgalom

A nemzetközi távolsági személyszállítás, amely a teljes vasúti személyszállítási volumen 2%-át adja, folyamatosan emelkedő részarányúval, a Páneurópai folyosókon történik.

Közülük mindössze 133 ezren lépték át a határt a kelebiai vasúti átkelőn keresztül.

A X/B folyosó kiépítettségét az utóbbi 10–15 évben fejlesztették, többnyire EU források felhasználásával. Ennek a vonalnak a közúttal és esetenként a repülővel történő összehasonlításban versenyképes eljutási idő és a kulturált, jó minőségű utazási környezet adja a vonzerőt. Ezért a fejlesztés jelenleg is folyamatos. Az emelt sebességű közlekedés lebonyolításának, a megfelelő pálya és kiegészítő létesítmények megléte mellett az ETCS L2 rendszerű biztosítórendszer kiépítése is feltétele. További EU elvárás a repülőterek nagysebességű vasúti kapcsolatának létrehozása.

Főbb kapcsolatok a nemzetközi vasúti közlekedésben: Ausztria, Németország, Szlovákia, Románia, Franciaország, Csehország és Szerbia. Ezen kapcsolatok közül ma is jónak mondhatók az eljutási idők a nyugati irányban, azonban az északi, a déli és a keleti irányok további fejlesztést igényelnek.

A nagytávolságú, nemzetközi közlekedés tendenciái megkövetelik, hogy foglalkozzunk egy lehetséges nagysebességű összeköttetés kiépítésével, amelyben hazánk Nyugat-Európa kapuja, illetve a Balkán felé további nyitást eredményezne. Jelenleg egy ilyen nagysebességű vasútvonal műszaki és szabályozási feltételei nem adóttak, idővel azok kidolgozása szükségszerűvé válik.

A hazai nagyvárosok, a régiók és megyeszékhelyek összeköttetése a fővárossal többé-kevésbé megoldott, de a pálya állapota miatt az utóbbi évek jelentős vonali fejlesztései ellenére nem jelent versenyképes alternatívát az egyéni közúti közlekedéshez képest.

További infrastrukturális hiányként említhető az elektronikus jegyrendszerek, utastájékoztatói rendszerek kiépítésének elmaradása.

### 5.2. Áruforgalom

#### 5.2.1. Belföldi forgalom

A BILK (Budapesti Intermodális Logisztikai Központ) átadása óta számottevően megnőtt

a belső teherforgalom Ferencváros és Soroksár állomás között. 2007-től újból üzembe helyezték, a Délegyháza – Délegyháza–Újbánya szárnyvonalat, amelyen keresztül homokos kavicsot szállítanak, az országon belül különböző helyein folyó vasút- és autópálya építésekhez

A Dunaújvárosban működő ISD DUNAFERR kikötő feladatát a vasúton vagy hajón érkező szén, érc, dolomit, mészkő és fémtömb kirakodása, valamint az acél késztermékek és a kocsz berakodása jelenti. Az anyagok mennyisége, a szerződésektől függően, évi 3–4 millió tonna között változik. A szállítmányok közel fele-fele arányban vasúton, illetve vízi úton érkeznek.

A belföldi értékesítés nagyságrendje 434 ezer tonna. Vasúton hagyja el a gyárat a belföldi megrendelések 10%-a.

A kikötőben 2015-ben, 800 ezer tonna szenet raktak át tehervagonokba. Ez a mennyiség a vasmű kocszoló leányvállalata igényének nagyjából a felét fedezte. A szén amerikai és ausztráliai bányákból érkezik, amit Constantában raknak át folyami szállítóeszközökbe.

2015-ben a kikötői ércrakodás növekedett, 350 ezer tonnát szállítottak a kikötőből a vasműbe. A vasmű ércigényének legnagyobb része egyébként vasúton érkezik az orosz és ukrán bányákból (záhonyi átrakással), de Gyékényes határállomási belépéssel, az adriai kikötők felől is. A kikötői szén és ércfeleségek döntő része is, vasúton érkezik meg a vasműbe. A nagy szintkülönbségek miatt egy, a várost északról megkerülő iparvágány köti össze a két helyszínt.

A kikötő, mint trimodális csomópont, nemcsak nyersanyagok mozgatásában, hanem a vasmű késztermékének kiszállításában is részt vesz. A vasműből 2015-ben összesen 1,7 millió tonna készterméket szállítottak el, ebből a kikötő 310 ezer tonna átrakásában működött közre.

A Dunaújvárosban működő papírgyárak alapanyagának és késztermékeinek vasúti szállításában további lehetőségek jelentkehetnek.

Jelentősebb forgalomnövekedést, a V8 (Szolnok – Kecskemét – Fülöpszállás – Dunaújváros) villamosított vasútvonal üzembe állítása eredményezhet.

## 5.2.2. Nemzetközi forgalom

A vonal teherforgalma jelentősen emelkedett, és számottevő a balkáni nemzetközi és konténeres teherforgalom.

A dunaújvárosi vasműben gyártott készáru értékesítés 300–400 kilométeren belüli és azon túli távolságra történik.

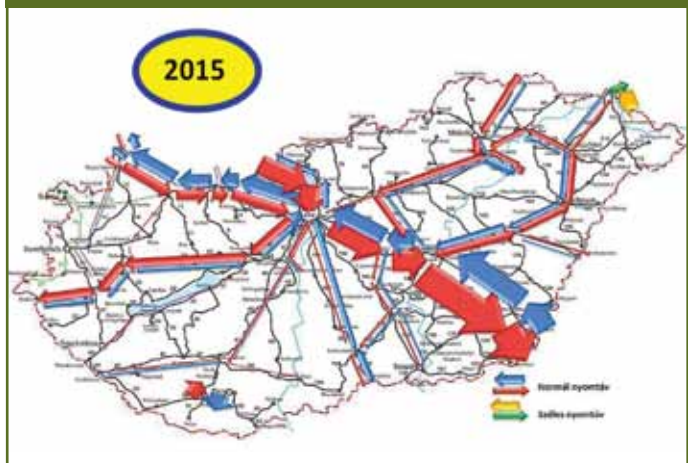
A külföldre szállított mennyiség mintegy 1 millió 100 ezer tonna. Vasúton hagyja el a vasművet a külföldi export 25%-a.

A X/B vonal magyar szakaszának forgalmát, a 2. ábra mutatja.

## 6. ERŐFORRÁSOK

Az Európai Unió tagállamaiban a közúti áru fuvarozásról a vasúti szállításra történő átállás elősegítésére uniós pénzügyi támogatás érhető

2. ábra: Vasúti áru fuvarozási irányok Magyarországon



el vasúti infrastrukturális beruházásokra 2014 és 2020 között is.

## 6.1. Uniós források

A vasúti infrastrukturális projektek két fő uniós finanszírozási forrása igénybevételei lehetőségei:

### 6.1.1. Az ERFA és a Kohéziós Alap

A társfinanszírozott projekteket a Bizottság (a Regionális és Várospolitikai Főigazgatóság) és a tagállamok megosztott irányításával hajtják végre.

A projekteket általában a tagállami irányító hatóságok választják ki, a végrehajtó szervezetek – sok esetben maguk a pályahálózat működtetők – által benyújtott javaslatok alapján. A Bizottság vizsgálja az 50 millió eurót meghaladó nagyprojekteket (a vasúti infrastrukturális projektek általában ebbe a kategóriába tartoznak), valamint értékeli a tagállami hatóságok által benyújtott, a projektek végrehajtásának alapját képező operatív programokat. A társfinanszírozás aránya legfeljebb 85% lehet.

### 6.1.2. A TEN – T Program

Ebben a társfinanszírozott projektek irányítása, valamint pénzügyi és műszaki végrehajtása az Innovációs és Hálózati Projektek Végrehajtó Ügynökség (INEA) felelősségi körébe tartozik, a Mobilitás Politikai és Közlekedési Főigazgatóság felügyelete alatt; a tagállami hatóságok által benyújtott valamennyi egyedi projekt jóváhagyásáért a Bizottság a felelős. A társfinanszírozási arány mértéke változó, kivitelezési munkák esetében legfeljebb 20%, határokon átnyúló projektek esetében legfeljebb 30%, míg tanulmányok esetében legfeljebb 50% lehet.

A 2014-2020 közötti időszakra kb. 28 milliárd eurót különítettek el az uniós költségvetésből a vasúti célokra.

Ebből 23,5 milliárd eurót a kohéziós politika (az Európai Regionális Fejlesztési Alap, ERFA és a Kohéziós Alap) területén, valamint 4,5

milliárd eurót a transzeurópai közlekedési hálózatok (TEN – T) program keretében, amelyek helyébe 2014-ben, az Európai Hálózatfinanszírozási Eszköz (CEF) lépett.

Az Unió által nyújtott pénzügyi támogatás főként új vasútvonalak építésére, a meglévő vonalak felújítására vagy korszerűsítésére összpontosít, amely utóbbi általában a vonalsebesség vagy a tengelyterhelés növelésére, illetve a kölcsönös átjárhatósági előírások teljesítésére irányul.

A nagysebességű személyszállító vonatok közlekedésére használt vasútvonalakat, illetve ritkábban a csak teherforgalomra használt vonalakat érintő projektek kivételével a vasúti infrastrukturális beruházások a személy- és áruszállítás fejlesztését szolgálják.

## 6.2. A kínai hitel

Belgrádban 2016. év végén Kína, valamint 16 közép- és kelet-európai ország kormányfőinek és külügyminisztereinek csúcscrétékezletén a szerb, a magyar, a macedón és a kínai miniszterelnök aláírta a Belgrád és Budapest közötti gyorsvasút építésére vonatkozó előzetes megállapodást.

Az előzetes egyeztetések és a megállapodás értelmében a kínai fél biztosítja a pénzügyi fedezetet a beruházás összértékének várhatóan 85 százaléka vonatkozó hitelajánlattal.

Ennek tartalma a Ferihegyi repülőtérre tervezett gyorsvasút és a Budapestet délről elkerülő vasútvonal (V0), illetve a X/B folyosó fejlesztése lett volna. A kínaiak azonban nem találták eléggé hatékonynak az első két részként tervezett fejlesztést.

Az sem került nyilvánosságra még, hogy magyar vállalatok mennyiben vehetik ki a részüket a fejlesztésből. A konstrukció ugyanis a Paks II. építéséhez hasonlít, a kínaiak adják a pénzt, cserébe azt várják el, hogy a beruházást kínai cégekkel valósítsák meg.

Ezzel kapcsolatban annyi közlemény van, hogy: „a magyar vállalati részarány és a hitel-

kamat szoros összefüggésben vannak”. Tehát minél kisebb a magyar részesedés, annál kisebb kamatot hajlandó fizetni az állam, de ha a hazai cégek is részt vehetnek a fejlesztésben, többre fog kerülni a hitel.

Ezek után, a hitel feltételei attól függenek, hogy milyen mértékű lesz a kínai, illetve ennek megfelelően a magyar és szerb vállalati részvétel a beruházásban.

A tárgyalás alapját képező beruházásban a kétvágányú pályahosszak figyelembevételével 156 km, magyar és 178 km szerb szakasz, összesen 334 km komplex felújítást jelent.

Az egységár előirányzat a teljes vonalhosszat figyelembe véve a 85%, 725 milliárd Ft hitel és a 15% önrész 128 milliárd Ft, összesen 853 milliárd Ft alapján 2,55 milliárd Ft/km. A magyar 156 km hosszú szakasz előirányzata, 397,8 milliárd Ft.

Példaként emelem ki a már hasonló paraméterekkel átépített vonalszakaszokat, nevezetesen a:

– Budapest – Székesfehérvár: 67 km, 134,8 milliárd forint, 2,01 milliárd Ft / km.

– Szajol – Püspökladány: 67 km, 161,8 milliárd forint, 2,41 milliárd Ft / km.

Szerbia úgy nyilatkozott, hogy a dolgok jelenlegi állása szerint nincs akadálya annak, hogy a terv megvalósuljon. A hatástanulmány ugyanis időben elkészült, és a szerb fél orosz hitelből biztosítja a költségek ráeső részét.

Ha minden az előre megbeszélt ütemterv szerint halad, a szerbiai szakasz egy teljesen új nyomvonalon, két hatalmas viadukttal, illetve alagúttal készül el.

A Budapesten tartott magyar–szerb kormányülésen elhangzott, hogy a kínai fél két évet határozott meg a projekt megvalósítására.

A magyar országgyűlés 2016.04. 2-án, 472 milliárd Ft összeggel fogadta el a projekt megvalósítását. Ez 3,03 milliárd Ft/km előirányzatot jelent.

## 7. A PROJEKT LEÍRÁSA

A X. számú vasúti közlekedési folyosó útvonal, SALZBURG – LJUBLJANA – ZÁGRÁB – BELGRÁD – NIS – SZKOPJE – SZALONIKI. Hossza 2360 km.

A X. folyosó X/B szárnya Budapestről indul, Szerbia határáig a vasúti szakasz hossza 156 km.

A X/B szárny két vonalszakaszból tevődik össze:

- Budapest – Kelebia szakasz és a magyar államhatár átmenet,
- magyar államhatár, Szabadka – Újvidék szakasz.

A főbb nemzetközi vasútvonalakról szóló Európai Megállapodással (AGC) összhangban a vasútvonal az „E” vonalak nemzetközi hálózatához tartozik; „A” vonalosztály besorolással, és az E 85 rendszer részeként nemzetközi számmal rendelkezik.

### 7.1. A magyar projekt

#### 7.1.1. A helyszín leírása

A Budapest – Kelebia – országhatár közötti vasúti pálya, a MÁV 150. számú vonala.

Az 1980-as évek közepétől, a vasútvonal általános állapota, korossága, avultsága és a megnövekedett forgalom együttes hatása miatt sebességkorlátozásokat kellett bevezetni. A pálya műszaki állapotának folyamatos romlása következtében további lassújelekre lehet számítani.

A X/B folyosó magyar szakaszát. a 3. ábra mutatja.

A fővonal Ferencváros–Soroksár közötti vonalszakaszának korszerűsítése keretében, a pályát 2000–2001. évben, a földműig elbontva újjáépítették 60 kg/fm sínekkel, rugalmas SKL-14 leerősítéssel, LW jelű vasbetonaljakkal, valamint elkészült a második, leendő bal vágány alépitménye is.

3. ábra: Az X/B vasúti folyosó magyar szakasza



- a vasúti megállóhelyeket és hozzájuk tartozó vágánykapcsolatokat, a szintbeli és felüljárós kereszteződéseket,
- a villamos felsővezeték hálózat és az elektromos ellátás korszerűsítését;
- a jelző- és biztosítóberendezések, ETCS-2 és GSMR rendszer telepítését, távközlési berendezéseket,
- a hidak és a nyílt pályán, valamint a megállóhelyeken található átereszek és vízvezető rendszerek, kisműtárgyak rekonstrukcióját és korszerűsítését, valamint a vízszigetelést.

A Soroksár – Kelebia vonalszakasz teljes hosszán sebességkorlátozás van, az eredeti 100 km/óra sebesség helyett 60 és 80 km/órás sebességgel haladhatnak a vonatok. A vonalon az elmúlt időszakban nagyobb mérvű felújítás vagy karbantartás nem volt.

### 7.1.2. A projekt leírása

Az Országos Vasúti Szabályzat vasútvonal kategóriáinként meghatározott tervezési paraméterei:

- A.1. Nemzetközi törzshálózati fővonal  
160 – 200 km/h
- A.2. Hazai törzshálózati fővonal  
120 – 160 km/h
- B.1. Egyéb fővonal 100 –120 km/h
- B.2. Egyéb vonal – mellékvonalak  
60 – 80 km/h

A vasútvonalak komplex fejlesztésénél az Országos Vasúti Szabályzat A1. kategóriájú vonalakra előírt paraméterei, tervezési sebességei alkalmazandók a X/B vasútvonal szakaszra.

A magyar szakasz rekonstrukciója magában foglalja:

- a Budapest – Kelebia – magyar államhatár vasútvonal 160 km/h sebességű, nyíltvonal kétvágányú pályáját,

A X/B Páneurópai vasúti folyosó szakaszait, a 4. ábra mutatja.

### 7.1.3. A figyelembe vett meghatározó lehetőségek

A magyar nyomvonal alapterveinek és tervváltozatainak meghatározója, hogy a jelenlegi egyvágányú vonal lehető legtöbb elemét megtartsák. Ez érinti a meglévő egyvágányú vonalkialakítást és a műtárgyakat.

A pályailleszkedések adott szakaszain kisebb módosításokkal, nyomvonal korrekcióval, a kétvágányú vasúti pálya kialakítható. E feladat

4. ábra: A páneurópai vasúti folyosó X/B szárnya



teljesítése azonban bizonyos szakaszokon nem lehetséges, így a tervezett megoldások a meglévő illeszkedéstől eltérnek.

## 7.2. A szerb projekt

Szerbia jó közlekedési adottságokkal rendelkezik, mert átjárót (hidat) képez az egyre fontosabb Közel-Kelet és a gazdag, munkakerőt igénylő Nyugat között. Tehát a környező országokkal szemben közlekedési adottságai miatt komparatív földrajzi előnyökkel bír.

Az Újvidék – Szabadka szakaszon tervezett pályakorszerűsítés, a meglévő egy vágányú vasútvonal kilométer számozását követi, tehát 84+000,00 km-től, amely a tervezett kétvágányú vasútvonal bal nyomvonalára.

A Budapest – Belgrád közötti 374 kilométeres vasúti pályából, egy 40 km-es szerb szakaszt már modernizáltak, így 334 km hosszan kell a vasútvonalat kétvágányúvá tenni, villamosítani, hogy alkalmas legyen a 160 km/h végsebességű közlekedésre.

### 7.2.1. A helyszín leírása

A Belgrád – Újvidék – Szabadka – államhatár mentén futó vasútvonal körülbelül 100 km-en egyvágányú, amely az alépitményi szerkezet és a felépitmény geometriai kialakításától és állapotától függően, 20 és 100 km/óra közötti sebességtartományban teszi lehetővé a vasúti forgalmat. A meglévő vasútvonal jellemzően a folyópartra épült, ritkán halad át átvágásokon vagy kisebb műtárgyakon.

A projekt megvalósulásának helyszíne a meglévő vasútvonal. A projektet az építéshez igénybe vett területekre vonatkozó magasabb és alacsonyabb prioritású tervekkel összehangolták.

A vasútvonal mentén számos település található, és – a közlekedési infrastruktúrát tekintve – a vonalat az E-75-ös autópálya metszi, továbbá helyi elágazások a jellemzőek. Tekintettel arra, hogy a projekt a meglévő vasútvonal rekonstrukciója, így a megvalósítása nem ütközik a meglévő vagy tervezett területhasználási célokkal.

Az Újvidék – Szabadka – magyar államhatár vasútvonalának alapvető technikai paraméterei: Újvidék – Szabadka a 84+000,00 km-től a 184+597.73 km-ig (Magyarország államhatára).

### 7.2.2. A projekt leírása

A projekt célkitűzése, a Belgrád – Újvidék – Szabadka – magyar államhatár szakaszon futó vasútvonal rekonstrukciója és korszerűsítése, abból a célból, hogy lehetővé tegye a teljes útszakaszon a 160 km/órás sebességgel történő haladást, valamint az UIC–C előírásának megfelelő úrszelvény kialakítását. Egy második vágány építését a vasút korszerűsítésének végső fázisaként tervezzük.

A Belgrád – Szabadka – magyar államhatár között húzódó vasútvonal szakasz, a X. páneurópai folyosó B ágának része. A főbb nemzetközi vasútvonalakról szóló Európai Megállapodással (AGC) összhangban a vasútvonal az „E” vonalak nemzetközi hálózatához tartozik; „A” vonalosztály besorolással, és az E 85 rendszer részeként nemzetközi számmal rendelkezik.

A szerb szakasz rekonstrukciója tartalmazza:

- az államhatár – Szabadka – Újvidék – Belgrádig tartó vasútvonal 160 km/h sebességű nyíltvonalis kétvágányú pályáját, az állomási vágányokat,
- a vasúti megállóhelyeket és hozzájuk tartozó vágánykapcsolatokat,
- a szintbeli és felüljárós kereszteződéseket,
- a felsővezeték hálózat és az elektromos ellátás korszerűsítését,
- a jelző- és biztosítóberendezések, ETCS – 2 és GSMR rendszer telepítését,
- a távközlési berendezések,
- a hidak felújítását, a nyílt pályán és a megállóhelyeken található átereszek és vízvezető rendszerek rekonstrukcióját és korszerűsítését, valamint a vízszigetelést.

### 7.2.3. A figyelembe vett lehetőségek

A szerb tervváltozatok is, a meglévő nyomvonal lehetőség szerinti legnagyobb részének megtartását helyezik előtérbe. Ez önmagában több

rugalmasságot tesz lehetővé, az egyes munka fázisokban, a folyamatok lépésenkénti bevezetésénél, valamint a meglévő nyomvonalak és vasúti infrastruktúra kapacitásmódosításánál.

Természetesen, a helyszíni viszonyok és a meglévő pályailleszkedések meghatározó elemei közvetlenül kapcsolódnak az előbb említettekhez. Eltérés az előrejelzések szerint, a Stara Pazova és Beška (Ópazova és Béska) települések közötti szakaszon, valamint az Újvidék és Szabadka közötti szakaszon jelentkezik.



## The X/B pan-european rail transport corridor wing

The reconstruction of the railway line between Budapest and Belgrade should have begun according to the preliminary plans in 2016, but the negotiations are still continuing, so the start and completion deadlines are still uncertain. The main point is that after the implementation of the entire project, the eight-hour-long train journey between Budapest and Belgrade will be reduced to two hours and forty minutes. This is a huge improvement in quality, which will ensure the competitiveness of rail transport compared to road as well as air transport.

## 8. ÖSSZEZGÉS

A Budapest és Belgrád közötti vasútvonal átépítése az előzetes tervek szerint már 2016-ban elkezdődött volna, azonban még tartanak az egyeztetések, ezért a kezdő és befejezési határidő bizonytalan. A lényeg, hogy a teljes projekt megvalósítása után a Budapest – Belgrád közötti nyolcórás vasúti menetidő 2 óra 40 percre csökken. Ez az óriási minőségi javulás mind a közúttal, mind a repüléssel szemben biztosítja a vasút versenyképességét.



## Der X/B pan-europäischer Bahntransport korridor-flügel

Mit dem Wiederaufbau der Eisenbahnlinie zwischen Budapest und Belgrad hätte es nach den vorläufigen Planungen im Jahr 2016 begonnen müssen, aber die Verhandlungen laufen immer noch, so dass die Anfangs- und Fertigstellungstermine noch ungewiss sind. Der wichtigste Punkt ist, dass nach der Umsetzung des gesamten Projektes die achtstündige Zugfahrt zwischen Budapest und Belgrad auf zwei Stunden und vierzig Minuten reduziert wird. Dies ist eine enorme Qualitätsverbesserung, die die Wettbewerbsfähigkeit des Schienenverkehrs im Vergleich zum Straßen- und Luftverkehr sicherstellt.

## Kérjük, támogasson minket adója 1%-ával

### A kedvezményezett adószáma:

**19815709-2-42**

A kedvezményezett neve:

**Közlekedéstudományi Egyesület**

### Hogyan lehet az 1 százalékról rendelkezni?

A rendelkező nyilatkozat a bevallási nyomtatvány részét képezi, így az a magánszemély, aki adóbevallást vagy egyszerűsített bevallást ad, a nyomtatvány megfelelő lapjának kitöltésével rendelkezhet.

### Adóbevallási határidők:

A bevallás, — ami egyben tartalmazza az adó 1%-áról szóló rendelkező nyilatkozatot is — beküldésének határideje magánszemélyek esetében 2017. május 20.

**Támogatását előre is köszönjük!**

## Katona Kálmán emlékére (1948-2017)

Vannak emberek, akikre figyelni kell. Akik, ha megjelennek társaságban, ülésen, vagy baráti körben, vonzzák a figyelmet, mert a résztvevők tudják, hogy fontos, amit mondani tud, amit mondani fog. Katona Kálmán ilyen ember volt. Láttam a szabályozó hatóság képviselőjében, kormánytagként, üzletemberként, civil szervezet vezetőjeként.

Emlékszem, hogy amikor megérkezett, azt gondoltam, gondoltuk, hogy most már elkezdhetjük, ha ő itt van, érdemes az eszmecserebe belevágni. Nagyon jó volt vele beszélgetni: szakmáról, társadalomról, családról. Kellemes volt és tanulságos. Volt mondanivalója, és ezt hallatlan higgadsággal és ugyanakkor humorral tudta közvetíteni.

Szerencsére sokan élvezhettük társaságát. Igazi közéleti ember volt. Pályája sokféle ágazott, számos kanyar volt benne – és mégis mintha egyenes vonalban haladt volna, az egyénisége által meghatározott autonóm pályán. Ezt a pályát olyan elvekkel határozta meg, mint a hazaszeretet, a lelkiismeretesség, a tisztesség, a szakértelem. Ezek az elvek megjelentek sokoldalú politikai és szakmai tevékenységében egyaránt. Én ilyennek szerettem volna látni a rendszerváltást és az Európai Unióhoz való csatlakozást irányító értelmiségi réteget, s ezzel nem voltam egyedül. Bárcsak többen lettek volna hasonlóak, s nagyobb hatást tudtak volna gyakorolni!

Kálmán nagyon értette és érezte a rendszerváltás lényegét, s a maga csendes, de határozott módján nagyon sokat is tett nemzetéért, hazájáért, a politikai, gazdasági és szakmai megújulásért. Kulcsterületeken dolgozott, s nagyon konkrét eredményeket mutatott fel. Hiszen mi volt fontosabb a társadalom és a gazdaság modernizálásához a rendszerváltás hajnalán, mint az infrastruktúra, az energetika és a távközlés? Ezekben a területeken Kálmán mind maradandót alkotott – sokkal többet, mint amennyi elismerést kapott érte. Feladatai megoldásában mindig kooperatív volt, élvezet volt vele vitázni is, tudott kompromisszumokat kötni, de úgy, hogy közben mindig megőrizte autonómiáját.

Egyszer talán megírja avatott kéz a történetét. Az ifjúét, aki olyan természetesen dacolt az elnyomó hatalommal, hogy egy szál virág elég volt ahhoz, hogy ezt kifejezze. Aki méltósággal élte túl a méltatlan börtönt, hogy aztán cselekedeteivel bizonyítsa igazságát, soha nem hivatkozva az elszenvedett bántalomra. Aki a legmagasabb társadalmi pozíciókban is mélységesen emberi maradt. Akinek széles gondolkodási és cselekvési horizontján meg tudott jelenni társadalmunk megszámlálhatatlan dimenziója a pártpolitikától a kormányzaton és műszaki tudományokon át a kerékpársportig és az alkotóművészetekig.

Aki gondolkodásába és cselekvéseibe mélyen beágyazva képviselt olyan polgári értékeket, mint a demokrácia, az önkormányzatiság, vagy a fenntarthatóság.

Aki megérteni és integrálni igyekezett a hite szerint együttműködésre hivatott politikai és szakmai felek gondolkodását, cselekedeteit. Aki hitt Európa és a magyarság összetartozásában, aki elkötelezetten képviselte a nemzeti gondolat és a modernizáció ügyének egységbe foglalhatóságát.

Kálmán, ez mind te voltál nekünk. Természetesen tiszteletre és szeretetre méltó családod vesztett a legtöbbit azzal, hogy ily korán el kellett menned. Mi, barátok, munkatársak azzal a reménnyel osztozunk fájdalmukban, hogy példádól erőt és bátorságot merítve képesek leszünk az általad képviselt értékek továbbvitelére, s lesz olyan szerencsés csillagzat, amely alatt ezek jegyében lehet hatást gyakorolni.

Járj békével odaát, tiszteletünk és barátságunk elkísér.

*(A temetésen elhangzott búcsúbeszéd szerkesztett változata)*

**Chikán Attila**

közgazdász, egyetemi tanár

Katona Kálmán 1998-tól volt a Közlekedéstudományi Egyesület tagja. Az Egyesület fennállásának 50. évfordulóján megtartott ünnepi ülésen a közlekedés helyzetéről, jövőképeiről elmondott beszédében megfogalmazottak értékes gondolatokat közvetítettek a jelenlévőknek és a Szemlében megjelent írás után a szélesebb nyilvánosság számára is.

Emlékét megőrizzük

*a Közlekedéstudományi Egyesület és  
a Közlekedéstudományi Szemle Szerkesztősége*

## **Dr. Udvari László (1935-2017)**

Udvari László 1957-ben lépett be Egyesületünkbe, és 2003-ban kapta meg az „Örökös tag” kitüntető címet. Értékes munkát végzett, mint a Közlekedéstudományi Szemle Elnöke 2004-2007 között. Alaposságával és elmélyült szakmai tudásával különböző munkahelyein sokat tett a közlekedés ügyéért. Az Országos Tervhivatal főosztályvezetőjeként, majd államtitkárként a Közlekedési, Hírközlési és Építésügyi Minisztériumban elhivatottsággal képviselte szakmánkat. MÁV elnöki beosztásában nagy segítséget nyújtott a Szemle kiadásához, és sokat tett azért, hogy a közlekedéstudomány a vasútnál is megbecsült terület legyen.

Búcsúzunk, emléked megőrizzük

*a Közlekedéstudományi Egyesület és a  
Közlekedéstudományi Szemle Szerkesztősége*

# Emlékeztető

## A Szerkesztőbizottság 2017. március 6-i üléséről

### Napirend:

1. Elnöki bevezető
2. 2016. évértékelés (irodalmi díjak stb.)
3. 2017. évi tervek:
  - gazdasági (támogatók, hirdetőik)
  - terjesztési
  - tartalmi (különszám)
  - új formátum
  - kiadói-szerzői szerződés-tervezet (csatolva)
4. A lap rovatainak ellátottsága (hajózás, vasút)
5. DOI azonosító bevezetése, EPA archiválás
6. Egyebek

Az előzőekben jelzett napirendet az Elnökasszony felhívására a szerkesztőbizottság tagjai egyhangúlag elfogadták. Ezután került sor az elnöki bevezetőre, amelynek keretében megállapításra került, hogy a szerkesztőbizottság három előre bejelentett távolmaradó kivételével teljes létszámban (11 fő) megjelent.

Az elnöki bevezető keretében elhangzott, hogy a 2016-os év a Szemle szempontjából mind tartalmilag, mind gazdaságilag eredményesen zárult, és együttesen mindent meg kell tenni annak érdekében, hogy a 2017-es év is jól teljesüljön. A közlekedés tudomány művelése és eredményeinek terjesztése változatlanul jelentős feladat, miután egyre több az írott, illetve online kiadvány, amelyek olvasmányos formában, de még a népszerű, tudományos színvonalat sem érik el. Értelemszerűen a Közlekedéstudományi Szemle változatlanul az egyetlen olyan akkreditált, idegen nyelvű fordítással rendelkező és a legjelentősebb gazdasági-társadalmi szereplőkhöz eljutó közlekedési szaklap, amely információkkal látja el a közlekedési szakembereket. Az Elnök megerősítette, hogy a lap megjelentetésére és minél szélesebb körű terjesztésére változatlan igény és szükség van, még akkor is, ha az előzőekben jelzett, de nem tudományos kiadványok köre bővül. Javasolta, hogy a továbbiakban a Főszerkesztő folyamatosan foglalja össze az elért eredményeket, tapasztalatokat és teendőket, és utána összefogottan szóljon a vita valamennyi napirendi pontot érintően.

Főszerkesztő a napirendek sorrendjében rövid áttekintést adott a legfontosabb eseményekről, számadatokról és a teendő, illetve a tervezett intézkedésekről. Megerősítette az Elnök megállapítását, miszerint a Közlekedéstudományi Szemle eredményes gazdasági évet zárt 2016-ban, ami konkrétan azt is jelenti, hogy a lapfenntartáson és -kiadáson túlmenően a Közlekedéstudományi Szemle közvetlenül támogatta az egyesületi munkát. Ez egy jelentős eredmény és egy folyamatnak a része, amelyhez számottevően hozzájárult az NKA pályázati részvétel sikere és a Nemzeti Fejlesztési Minisztérium, valamint a támogató intézmények és szervezetek anyagi hozzájárulása a költségek viseléséhez. A támogatók körét sikerült teljes körűen megtartani, és néhány újabb támogatót is bevonni ebbe a körbe, amelyből külön kiemelés érdemel az OBB-vel kötött szerződés és a NÜSZ által adott hirdetési támogatás.

A terjesztési törekvések eredményeként 2016-ban és 2017-ben is sikerült a 400-hoz közeli példányszámot elhelyezni, amelyből legnagyobb arányban az intézményi és támogatói kör részesül, és csak kismértékű volt és marad az ingyenes ún. tiszteletpéldányok száma. 2016-ban

sem volt elég intenzív az egyéni előfizetők jelentkezése, és ez – minden széles körű kampány ellenére – 2017-ben is várhatóan megmarad. Kérésként hangzott el a szerkesztőbizottsági tagok felé, hogy próbálják meg saját ismeretségi, szakmai köreikben az egyéni előfizetők számának növelését elősegíteni.

Tartalmi vonatkozásokat illetően újabb igények nem merültek fel, de változatlanul szükséges lenne a vasúti és hajózási tárgyú, valamint a környezetvédelmi jellegű cikkek számának növelése. Érvként hangzott el a szerkesztőbizottsági tagok részéről, hogy a vasúti szakterületet illetően túl sok a belterjes szakmai lap, így a Közlekedéstudományi Szemlébe történő közlésre már nem marad mondani való. A hajózást illetően pedig felvetődött a szakma és az egész vízi közlekedési terület elhanyagoltságának, gyenge szakmai színvonalának kérdése. A szerkesztőbizottság tagjai részéről konkrét intézkedésre utaló felvetés nem hangzott el. Egyetértés mutatkozott a vonatkozásban, hogy a Közlekedéstudományi Intézet által kezdeményezett különszám „Módszertani változások és sajátosságok az országos célforgalmi mátrixok kidolgozásában” címmel projektösszefoglalóként jelenjen meg. Amennyiben a GYSEV részéről kezdeményezett különszám igénye megerősítést kap, úgy arra a szerkesztőbizottságnak külön vissza kell térni.

Néhány észrevétel érkezett, hogy a Közlekedéstudományi Szemle jelen formátuma nem ad lehetőséget arra, hogy az ábrák, illetve a térképek nagyobb felbontásban, méretben jelenjenek meg. Ezen igény kielégítésének alapfeltételeként jelentkezett a B5-ös formátum A4-esre történő felváltása. A szerkesztőbizottság vita után úgy döntött, hogy maradjon meg a régi forma, mert ez általánosan elfogadottá vált, és nem megy a felhasználási hatékonyság rovására a kisebb formátum. Külön hangsúlyozták a szerkesztőbizottsági tagok, amit a Főszerkesztő is megerősített, hogy a szerkesztők, illetve a nyomda nem kap olyan képi alapanyagot, ami kizárólag a méretnövelés útján használhatóbbá, jobban láthatóvá tenné a képeket, ábrákat. Kiegészítésként feltétele volt a szerkesztőbizottsági véleménynek, hogy kísérelje meg a szerkesztőség a jobb minőségű alapanyag beszerzését.

Élénk vita alakult ki a kiadói-szerzői szerződéstervezet írásos változatával, illetve annak tartalmával kapcsolatban. A vita eredményeként a szerkesztőbizottság úgy döntött, hogy elfogadja Dr. Békési István szerkesztőbizottsági tag javaslatát, aki a megküldött szerződés átdolgozását vállalta, és annak megismerése után kell visszatérni a szerződés beltartalmára, illetve egyáltalán a szerződés megkötésének indoklására.

Külön kiemelt hangsúlyt kapott a szerkesztőbizottsági ülésen az ún. DOI azonosító bevezetése, amelynek segítségével a lap tudományos értéke, felhasználhatósága növekszik és hivatkozási formájának kiterjesztése egyaránt lehetséges. Jelentős eredmény, hogy sikerült elérni az MTA-nál, hogy a DOI bevezetésével járó költségeket átvállalják.

Az EPA-val (Elektronikus Periodika Archívum és Adatbázis) aláírt szerződés a lapunk hozzáférési lehetőségét jelentősen kibővítette, és hosszú időre biztosította.

Az Elnök megköszönte a szerkesztőbizottsági tagok közreműködését és lektori tevékenységüket, és egyben sok sikert kívánt a lap 2017. évi megjelenéséhez.

k.m.f.  
**Összeállította:**  
Dr. Katona András



A European Platform of Transport Sciences (EPTS) és  
a Közlekedéstudományi Egyesület nevében szeretettel várjuk jelentkezését

## a XV. Európai Közlekedési Kongresszus és a X. Nemzetközi Ütügyi Konferencia c. rendezvényünkre

**Időpont:** 2017. június 8-9.  
**Helyszín:** Budapest, Park Inn by Radisson (1138 Bp., Szekszárdi u. 16-18.)

### Néhány szó a konferenciáról:

A szakmai előadások fő témája az EU-ba 2004 után belépett országok TEN-T úthálózat építésének, üzemeltetésének és karbantartásának 25 éves tapasztalatainak összegzése, valamint a továbbfejlesztésre és a fenntarthatóság javítására tett javaslatok kidolgozása.

### Főbb témakörök:

- hálózatfejlesztés
- úttervezés
- karbantartás és üzemeltetés
- finanszírozás és projektfejlesztés
- biztonsági és környezetvédelmi kérdések
- intelligens közlekedési rendszerek

Bővebb információ a konferenciáról, valamint a jelentkezési feltételekről és részvételi díjakról megtekinthető a rendezvény honlapján (<http://epts2017budapest.eu/hu/>).

Ezúton is szeretnénk felhívni szíves figyelmét arra, hogy programunkat külföldi előadók prezentációi is színesítik, de tolmáctechnikánk segítségével a magyar nyelvre történő fordítás biztosított lesz résztvevőink számára.

### Kiállítási/Hirdetési lehetőség:

A konferencián és az arra készült kiadványban lehetőség van különböző megjelenési lehetőségekre (pl. kiállítási terület bérlése, hirdetés, egyéb szponzoráció). Erre vonatkozó ajánlataink szintén megtalálhatóak a fentiekben megjelölt honlapon, de természetesen részletesebb információ kérése vagy egyéni igények felmerülése esetén a Közlekedéstudományi Egyesület Titkárságán Ősi Andrea ([rendezveny@ktenet.hu](mailto:rendezveny@ktenet.hu), [osi.andrea@ktenet.hu](mailto:osi.andrea@ktenet.hu), +36-1-353-2005) szíves rendelkezésére áll.

*Szeretettel várjuk jelentkezését konferenciánkra!*

**Közlekedésbiztonság - Közlekedési környezetvédelem**

## **Henézi Diána Sarolta – Dr. Horváth Balázs – Dr. Szegedi Anikó**

Széchenyi István Egyetem  
Közlekedési Tanszék  
kdiana@sze.hu

Széchenyi István Egyetem  
Közlekedési Tanszék  
habalazs@sze.hu

Petz Aladár Megyei Oktató Kórház,  
Mozgásszervi Rehabilitációs Osztály  
szegani@yahoo.com

# **Idősek közlekedésbiztonsága**

Az európai és ezzel együtt a hazai népességben is egyre nagyobb részarányt képviselnek az idősebb korosztály tagjai. Korunk társadalmában a mobilitás köré épül. E kettő együttesen vezet oda, hogy növekszik az idősebb korosztályból kikerülő gépjárművezetők aránya az úton. Tekintettel arra, hogy esetükben számottevő a krónikus neurológiai betegségben (stroke, Parkinson betegség, demencia) szenvedő egyének aránya, különös gondot kell fordítani a gépjárművezetési alkalmasság rendszeres ellenőrzésére. Jelenleg hazánkban nincs egységes, kiforrott protokoll e betegségek esetén a gépjárművezetési alkalmasság objektív megítélésére.

*DOI 10.24228/KTSZ.2017.2.3*

## **1. BEVEZETÉS**

A közlekedésbiztonság az Európai Unióban kiemelkedő szerepet kapott mind a politika, mind a végrehajtás-fejlesztés területén. A második Fehér Könyv elvárt teljesítésként írta le, hogy a halálos áldozatok száma 2020-ra 50%-kal csökkenjen a 2010. évihez képest, illetve távlati célként jelölte meg 2050-et, miszerint addigra senki se haljon meg közlekedési balesetben. E célok megvalósítását nehezíti, hogy az EU és hazánk lakossága is előregedőben van, vagyis egyre nagyobb az idősebb korosztály részaránya a közlekedésben. Tekintettel arra, hogy a következő 50 évben a kort elérő emberek között szinte 100%-os a gépjárművezetők száma, az előzőekben említett célok elérése fokozott nehézségekbe ütközik. Mindezek miatt különösen fontos az idősebb korosztály közlekedési szokásait vizsgálni, az ő biztonságos közlekedésüket elősegíteni.

## **2. AZ „IDŐSKOR” MEGHATÁROZÁSÁNAK PROBLÉMÁJA**

Magyarországon a társadalom jellemzően öregedő, hiszen a demográfiai egyenleg negatív. Egyrészt a születések számát meghaladja a halálozások száma, másrészt negatív a jelenleg még aktív korú lakosság migrációs egyenlege.

A népesség idősödése nem csak közlekedésbiztonsági problémákat vet fel, hanem gondolhatunk a kitolt nyugdíjkorhatárra és a mögötte rejlő gazdasági változásokra is. Ez a jelenség nem csak hazánkra igaz, hanem általános érvényűnek mondható világunkban [4].

A közlekedésbiztonság szempontjából, ha a gépjárművezetők csoportját nézzük, az egyik kardinális kérdés az „idős kor kezdet”-ének meghatározása. Példaként tekintsünk egy 80 éves aktív személyt, aki képes lefutni akár a maratont, és aktív életvitele miatt kognitív funkciói kevésbé koptak meg az évek alatt, így reakcióideje alig marad el az átlagosnak tekinthető 1 másodperctől. Az érem másik oldalaként pedig tekinthetünk egy 50 éves állampolgárra, akinek a fizikai és kognitív képességei már leromlottak, így reakcióideje jelentősen elmarad az átlagostól, akár 2-3 másodperc is lehet. A közlekedésbiztonság szempontjából az első személy alacsony, míg a fiatalabb magas kockázatot jelent.

**1 ábra: Születések és halálozások száma Magyarországon**



Mindezek miatt az egyik fő probléma az időskor kezdete, hiszen meghatározott vonalat nem tudunk húzni, hogy ki számít idősnek és ki nem, mivel mindenkinél különböző az öregedési folyamat indulása és lefolyása. Leggyakrabban a nyugdíjazás évét, a 65 éves kort jelölik meg. Hazánkban a gépjárművezetés vezetői engedélyhez kötött, amelynek egyik fő feltétele az orvosi vizsgálaton történő megfelelés. A 13/1992. (VI. 26.) NM rendelet a közúti járművezetők egészségi alkalmasságának megállapításáról c. jogszabály célja, hogy megállapítsa a közúti járművezető egészségügyi alkalmasságát.

A rendelet alapján köteles a házi orvos megállapítani, hogy a közúti járművezetőnek nincs-e olyan betegsége, testi vagy szellemi, illetőleg érzékszervi fogyatéka, amely őt a közúti járművezetésre és így a közforgalomban való biztonságos részvételre egészségi szempontból alkalmatlanná teszi.

Ezen felül a közúti járművezető az előírt időnél korábban, soron kívül egészségi alkalmassági vizsgálatnak köteles magát alávetni, ha:

- eszméletvesztéssel járó roszszulléte vagy sérülése volt,
- látásélességében szemüveggel nem javítható rosszabbodás vagy hallásában a forgalom menetének észlelését zavaró csökkenés állott be,
- súlyos hipoglikémia fordult elő vagy
- egészségi állapotában olyan állapotromlást észlel, amely a közúti járművezetésre átmenetileg vagy véglegesen egészségi szempontból alkalmatlanná teheti, illetve azt befolyásolhatja.

Tehát a gépjárművezető felelősségéhez tartozik az, ha a vizsgálat előtt bármilyen – a fent felsorolt – tünetet észlel magán, jelentkezzen a házi orvosnál felülvizsgálatra. Azonban ha az „orvosnak tudomása van arról, hogy az általa kezelt személy járművezetésre jogosító okmánnyal rendelkezik és nála olyan betegséget, illetőleg állapotot észlel, amely közúti járművezetésre való alkalmasságát kérdésessé teszi, köteles haladéktalanul soron kívüli vizsgálatot kezdeményezni” [5]. Ezen felül akkor köteles az orvos soron kívüli egészségi alkalmassági vizsgát kezdeményezni, ha az általa vizsgált személynél:

- elmebetegséget vagy annak maradványállapotát,
- bármely eredetű tudatzavart,
- epilepsziás tüneteket,

- forgalomban való részvételt befolyásoló látás vagy hallászavart,
  - a mozgásképeség és összerendezettség ismétlődő vagy tartós zavarát,
  - alkoholelvonó kezelést,
  - kábítószerfüggőséget
- állapít meg.

A vizsgálat általános: EKG, vizelet, látásvizsgálat, belgyógyászat (vérnyomás, pajzsmirigy, has, mozgásszervi). Ilyenkor a gépjárművezető-jelölt nem találkozik sem neurológussal, sem pszichológussal, sem egyéb szakorvossal. Az egészségügyi alkalmassági vizsgálat gyakorisága az életkor szerint a következőképpen alakul:

- 50 éves kor alatt: 10 évenként,
- 50 és 60 éves kor között: 5 évenként,
- 60 és 70 éves kor között: 3 évenként,
- 70 éves kor felett: 2 évenként.



### 3.IDŐSEK SAJÁT KÉPESSÉGEINEK MEGÍTÉLÉSE

Az idősek csoportjában megjelenő személyek saját képességeiket szubjektíven ítélik meg, amiben szerepet játszik többek között a megszerzett tapasztalat, vitalitás, életmód, stb. A megítélés módját több csoportba sorolhatjuk:

- saját képességeit alulbecsüli: túl óvatos járművezetés,
- saját képességeit reálisan becsüli meg: megfelelő járművezetés,
- saját képességeit túlbecsüli: kockázatot fel nem ismerő járművezetés.

Az első csoport is rejt magában baleseti kockázatot, hiszen a túl alacsonyan megválasztott sebesség, amely a fokozott óvatosság jele, ugyanakkora rizikót jelenthet, mint a gyorsajtás. Gondoljunk csak az autópályán 60 km/h-val közlekedő autóra vagy a kereszteződésből túlzottan megfontolt kihajtásra. A második csoport esetében beszélhetünk megfelelő járművezetésről vagy arról való lemondásról a saját egészségügyi állapotunkat ismerve.

A legutolsó csoportot nevezhetjük a legveszélyesebbnek. Saját képességeiket (mind a fizikális, mind a kognitív) felülértékelik, és ennek megfelelően kezelik a járműveiket. A sebességmegválasztásnál, elindulásnál, követési távolságnál nem veszik figyelembe, hogy reakcióidejük lelassult (mivel el sem ismerik), így emelve a baleseti kockázat értékét. Ezekben az esetekben nem csak a saját testi épségüket veszélyeztetik, hanem másokét is ugyanúgy.

Az idősekre összességében jellemző, hogy:

- mozgásuk lelassult,
- információfeldolgozási képességük csökken,
- a döntési és a reakcióidő meghosszabbodik,
- figyelemkihagyások fordulhatnak elő,
- közlekedési ismereteik lehetnek hiányosak vagy tévesek.

A képességek romlása mellett, pozitívként lehet megemlíteni azt, hogy ők ritkábban hibásak saját baleseteikben. Azonban a mortalitási rátánál már szembetűnő, hogy a 65 év feletti 78 meghalt/1 millió lakos értéke meghaladja a 26-40 év közötti 58 meghalt/1 millió lakos értékét [2].

A holland közlekedésbiztonsági kutatóintézet (SWOV) által közreadott tanulmányban az idősek a legtöbb balesetet útkeresztvezésben, balra kanyarodásnál okozzák (nagy figyelmet igénylő, összetett mozdulatsor, az elsőbbségi szabályok figyelembevételével), szívesebben vezetnek száraz időben, nappal. Ugyanakkor nagyobb vezetési gyakorlattal rendelkeznek, valamint az életkorral csökken az „izgatottság” szintje, így nyugodtabban képesek közlekedni. Ennek megfelelően az idősek között általában az ittas vezetők és a visszaeső szabálytalankodók aránya is alacsonyabb.

## 4. LEGGYAKORIBB NEUROLÓGIAI BETEGSÉGEK

Számos olyan időskori, neurológiai betegség létezik, amelyek a járművezetést befolyásolják. Ezen leggyakoribb betegségek hazánkban:

- stroke,
- Parkinson-kór,
- demencia.

A járművezetés komplex feladat, amely alapvetően két részből áll, ezek a járműkezelés és a forgalmi helyzet felismerése illetve az arra történő reagálás. Az esetek többségében általában mindkét funkció károsodik.

### 4.1. Stroke

A stroke, azaz az agyi érkatasztrófa nagyon gyakori betegség, hazánkban évente ~50000 új esetet regisztrálnak [6].

A betegség tartós maradványtünete lehet a féloldali bénulás, nem megfelelő egyensúlyérzék, rossz látás és hallás is. A stroke-on átesett betegek 30%-a sajnálatos módon el is butul. A stroke betegek egy részének újra meg kell tanulnia járni és/vagy beszélni. Az állapotból történő felépülés egyénenként teljesen eltérő lehet, amelyben nagy szerepet játszik a rehabilitáció, az élettapasztalat, személyiség és problémamegoldó képesség is. Az 1-es csoportú gépjárművezetői alkalmasság megítéléséhez gyakran kéri neurológus szakorvos véleményét. Amennyiben az orvos úgy ítéli meg, hogy a központi vagy a környéki idegrendszer megbetegedéséből eredő bénulás vagy a mozgásképesség és összerendezettség romlása olyan fokú, ami nem teszi lehetővé a biztonságos gépjárművezetést, akkor a beteget alkalmatlanná minősítik a járművezetésre (29/2010. (V.12.) EüM rendelet a közúti járművezetők egészségi alkalmasságának megállapításáról szóló 13/1992. (VI.26.) NM rendelet módosításáról). Ugyanakkor nincs hatályos, kötelezően alkalmazandó objektív mérési módszertan.

Kutatások alapján az utólagos forgalmi vizsgára küldött betegek több, mint 50%-a alkalmas a gépjárművezetésre [7].

### 4.2. Parkinson-kór

A Parkinson kór egy komplex neurodegeneratív betegség (Magyarországon kb. 20 000–30 000-re tehető a betegek szám). A betegség során az agyi dopaminszint csökken, amelynek fő tünetei:

- a mozgás meglassulása (bradykinesis),
- az izommerevség (rigor),
- remegés (tremor),
- egyensúlyzavar (tartási instabilitás).



A típusos motoros tüneteken túl kialakulhat kognitív zavar/demencia, érzelmi zavar, vizuális érzékelésbeli defektusok. A Parkinson kór kezelésére használt gyógyszerek vérszintjének időbeli változása (pl. on-off jelenség) nagyban befolyásolja a válaszreakciókat, ezáltal a gépjárművezetői képességet.

Egyre több közlemény jelenik meg, amelyek arról számolnak be, hogy a Parkinson-kóros betegek vezetési teljesítménye rosszabb az egészséges vezetőkéhez képest. Ennek ellenére a mai napig nem áll a kezelőorvosok rendelkezésére bizonyítékokon alapuló gyakorlati útmutató a Parkinson-kóros betegek vezetési képességeinek megítéléséhez [1].

### 4.3. Demencia

Magyarországon a demencia több mint 160 000 embert érint, ami azonban nem azonos az öregeddel együtt járó szellemi hanyatlással. A betegség elsősorban a szellemi teljesítőképesség csökkenését jelenti, az emlékezés időtartama rövidül és csökken; romlik a tájékozódási képesség; személységváltozás lép fel, előrehaladott esetekben pedig önálló életvitelre képtelenné válnak a betegek.

A demens járművezetők menedzselése számtalan veszélyt rejt. Itt sincs pontos, evidenciákon alapuló szabályrendszer. Demenciában romlik a térbeli tájékozódás, a távolságbecslés, amelyek szükségesek például a sávtartáshoz és az előzéshez. Figyelem- és memóriazavar jellemző, nem ismerik fel a forgalmi helyzetet, nehezen tudnak sávot váltani, körforgalmat használni. Az ítéletképeség romlása, a betegségbelátás hiánya miatt a betegek a demencia diagnózisa után is tovább vezetnek (bevásárlás, családtagok, barátok látogatása stb.).

Az Amerikai Neurológiai Társaság (AAN) ajánlása felsorolja azokat a rizikótényezőket, amelyek a biztonságos gépjárművezetést befolyásolják demencia esetén:

- korábbi baleset/ek okozása,
- heti 100 km-nél kevesebbet vezet,
- rossz helyzetfelismerő képesség,
- agresszív, impulzív viselkedés,
- Mini Mental State vizsgálat  $\leq 24$  pont/30.

Ezek figyelembevétele segíthet a gépjárművezetői engedély elbírálásánál, ugyanakkor itt is jelentős a szubjektív megítélés szerepe [3].

## 5. DÖNTÉSTÁMOGATÓ MÓDSZEREK

Ahhoz, hogy konkrét, objektív döntést tudjunk hozni a jogosítvány megadása vagy visszavonása között, számos, hazánkban még kevésbé ismert olcsó, egyszerűen kivitelezhető módszer létezik. Ilyen módszer lehet a reakcióidő vagy a sebességbecslés mérése, amely egy letisztult, kevés eszközigényű vizsgálat. A következőkben e két módszert mutatjuk be, habár gyakorlatban léteznek más vizsgálatok is.

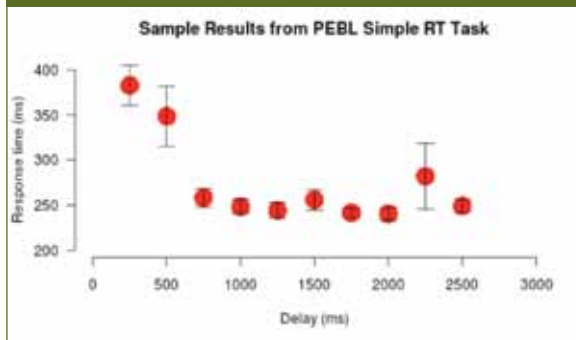
### 5.1. Simple Response Time-egyszerű válaszadási idő

Az eljárás menete: A tesztet végző személynek a számítógép monitorán megjelenő szürke négyzetben felvillanó „X”-re kell kattintania, amilyen gyorsan csak tud. Minél többször sikeresen rákattint, annál jobb reakcióidővel rendelkezik. Az „X” megjelenésének gyakorisága (250-2500 ms) függ az előzőleg adott reakcióidőtől. Az eredményt egy ábrán jeleníthetjük meg [8].

Hasonló jellegű teszt a következő linken elérhető:

[http://www.psychtoolkit.org/lessons/experiment\\_simple\\_choice\\_rts.html](http://www.psychtoolkit.org/lessons/experiment_simple_choice_rts.html)

2. ábra: Minta eredményei egy lefuttatás után



Azt azonban nem szabad elfelejteni, hogy ez egy mesterséges körülmény, ahol a tesztet végző számít arra, hogy neki reagálnia kell a jelenségre (ez akár 0,5 másodpercet is jelenthet).

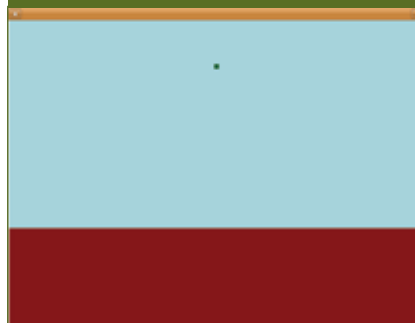
E vizsgálat lehetne egy szempont a jogosítványa megadása vagy visszavonása közötti döntésben. Amennyiben a vizsgálatához jól definiált határértéket tudunk rendelni, az eddigi szubjektív megítélés objektívvá válik, ami a döntésben megjelenő emberi tényező arányát csökkenti.

### 5.2. Timewall- sebesség megbecslése az idő alkalmazásával

A közúti közlekedés során gépjárművezetőként is sokszor kell megbecsülnünk más közlekedők sebességét és távolságát. Legnehezebb megbecsülni a szembe közlekedőét völgyemenetben. A becslés megfelelőségét nagyban javítja, ha kivilágított járművek közlekednek (ilyenkor óvatosabbak vagyunk). Ha a járművezető számítása nem elégséges, és alulértékeli a szembe közlekedő sebességét, illetve a köztük lévő sebességkülönbséget, akkor következnek be a frontális vagy részben frontális balesetek.

Ennek mérésére fejlesztették ki a Timewall nevű alkalmazást, amivel a képernyőn megjelenő tárgy sebességét kell megbecsülni. A vizsgálat során egy mozgó pont eltűnik a képernyőn egy fal mögött, majd a jelöltnek akkor kell reagálnia, ha becslése szerint a mozgó pont elérte a képernyő alját [9]. E vizsgálat is egyszerűen kivitelezhető, és jól objektivizálható.

3. ábra: Timewall feladat a sebesség becslésére





## 6. KONKLÚZIÓ

Az egyre növekvő számú idősebb korosztályhoz tartozó gépjárművezetők között mind nagyobb részarányban fordulnak elő krónikus neurológiai betegségekben szenvedők is. Esetükben a gépjárművezetésre való alkalmasság megítélése a hazai gyakorlatban alapvetően szubjektív folyamat eredménye. Cikkünkben

e problémára hívtuk fel a figyelmet, javaslatot adva néhány könnyen kivitelezhető, objektív módszer bevezetésére is.

## FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] Crizzle, A. M., Classen, S., & Uc, E. Y. (2012). Parkinson disease and driving An evidence-based review. *Neurology*, 79(20), 2067-2074. DOI: <https://doi.org/10.1212/WNL.0b013e3182749e95>
- [2] Lucidi, F., Mallia, L., Lazuras, L., & Violani, C. (2014). Personality and attitudes as predictors of risky driving among older drivers. *Accident Analysis & Prevention*, 72, 318-324. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.aap.2014.07.022>
- [3] Draskowski, J. F., & Sirven, J. I. (2011). Driving and neurologic disorders. *Neurology*, 76(7 Supplement2), S44-S49. DOI: <https://doi.org/10.1212/WNL.0b013e31820c360c>
- [4] [http://hvg.hu/gazdasag/20160331\\_demografia\\_idosek\\_fiatalok](http://hvg.hu/gazdasag/20160331_demografia_idosek_fiatalok), 2017. 02. 10.
- [5] <http://net.jogtar.hu/jr/gen/getdoc2.cgi?docid=99200013.NM>, 2017. 02. 09
- [6] <http://www.webbeteg.hu/cikkek/stroke/19116/nepbetegseg-a-stroke-magyarorszagon>, 2017.02.12.
- [7] [http://www.elitmed.hu/ilam/agykutatas/ki\\_kapjon\\_jogositvanyt\\_stroke\\_utan\\_7291/](http://www.elitmed.hu/ilam/agykutatas/ki_kapjon_jogositvanyt_stroke_utan_7291/), 2017.02.12.
- [8] [http://pebl.sourceforge.net/wiki/index.php/Simple\\_Response\\_Time](http://pebl.sourceforge.net/wiki/index.php/Simple_Response_Time), 2017.02.08.
- [9] <http://pebl.sourceforge.net/wiki/index.php/Timewall>, 2017.02.08.



## TRAFFIC SAFETY FOR OLDER PEOPLE



## DIE SICHERHEIT VON ÄLTEREN PERSONEN IM VERKEHR

# Támogatóink



## KÖZÚTI KÖZLEKÉSBIZTONSÁGI AKCIÓPROGRAM



FÜMTERV



STADLER

Stadler Trains Magyarország Kft.



Nemzeti Fejlesztési  
Minisztérium



HungaroControl

Magyar Légiforgalmi Szolgálat

EUROASZFALT  
ÉPÍTŐ ÉS SZOLGÁLTATÓ KFT.

KÖZLEKEDÉS  
FŐVÁROSI TERVEZŐ IRODA KFT.



NEMZETI  
ÚTDÍJFIZETÉSI  
SZOLGÁLTATÓ ZRT.



