

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Közlekedésmérnöki Kar,  
Repülőgépek és Hajók Tanszék

**Simongáti Győző**

**STPI (FENNTARTHATÓSÁGI TELJESÍTMÉNY INDEX) KIDOLGOZÁ-  
SA A BELVÍZI HAJÓZÁS FENNTARTHATÓ FEJLŐDÉSÉNEK ÉRTÉ-  
KELÉSÉHEZ**

**Tézisfüzet**

Témavezető: Dr. habil. Rohács József

Budapest

2009

## 1. A kutatási feladat és célkitűzés

A mai kor emberének talán az egyik legjelentősebb kérdése, mondhatni alapproblémája a fenntartható fejlődés, ti. a saját szükségleteinek oly módon történő kielégítése, amellyel biztosítjuk (nem korlátozzuk) a jövő nemzedékek életlehetőségeit, saját igényeik kielégíthetőségét.

A társadalom és a gazdaság ezer szálon kötődik a közlekedéshez, így az elmúlt évtizedekben tapasztalt társadalmi és gazdasági növekedés a közlekedés volumenének nagyarányú fejlődését is maga után vonta. Mindez magától értetődően hozzájárult a közlekedés káros hatásainak fokozottabb megjelenéséhez. A közlekedés közvetve és közvetlenül is – az ipari termelés mellett – nagymértékben felelős a légszennyezésért, az üvegházhatásért, klímaváltozásért, a Föld meg nem újuló energiaforrásainak kiaknázásáért, a rengeteg hulladékért, zajterhelésért, bizonyos betegségekért. Amennyiben a jelenlegi tendenciák folytatódnak – akár a gazdasági, akár a közlekedési növekedés tekintetében – a világ nem csak az elkövetkező generációk, de a mai kor embere számára is nehezen lesz élhető.

A belvízi hajózás nagyon sok szempontból hozzájárulhat a közlekedés fenntarthatóbbá tételéhez. A belvízi hajózás gyakran olcsóbb, gazdaságosabb, megbízhatóbb, és főleg környezetkímélőbb, és társadalmi szempontokból is kedvezőbb, mint a közúti közlekedés. A közvélemény számára talán kevésbé ismert az, hogy a hajózási szállítási ágazat társadalmi külső költségei – tehát azok, amelyeket a balesetek, lég- és zajszennyezés, klímaváltozás, torlódások, és a környezetre gyakorolt egyéb kedvezőtlen hatások kapcsán kell az államnak, vagyis az adófizető társadalomnak megfizetni – a legkisebbek: részaránya 0.5%, a közúti szállítás több mint 90%-ához képest. Ugyanakkor az európai vízi utakban még óriási áru- és személyszállítási potenciál rejtőzik.

Nem szabad azonban megfelelkezni arról, hogy sok esetben biztosan nem a hajózás, vagy nem egyedül a hajózás kínálja az optimális megoldást. Sokkal célszerűbb szállítási láncban, az egyes szállítási módok kombinációjában, multimodalitásban gondolkodni. A belvízi hajózás „alapból” is multimodális szállításnak tekinthető, és ennek megfelelően az ágazat már régen kidolgozta azokat a struktúrákat, megoldásokat, amelyek segítségével a teljes szállítási tevékenység gazdasági, logisztikai feladatai optimalizálhatóak.

A témaválasztást motiválja, hogy a fenntarthatóságra való törekvés az Európai Unió közlekedéspolitikájának egyik vezérelve. A fenntartható fejlődéssel összhangban levő közlekedésben a belvízi hajózásnak, mint a leginkább környezetbarát áruszállítási módnak, valamint a multimodalitásnak lényegesen nagyobb szerephez kell jutni. A Fehér Könyv félidei revíziója [1] azonban egyértelműen megmutatta, hogy ez a folyamat magától nem megy végbe, a belvízi hajózás bizonyos esetekben jelentkező hátrányai minden esetben elnyomják azokat a környezeti és társadalmi oldalon jelentkező előnyöket, amelyekkel az alágazat rendelkezik. Szükség van tehát olyan módszerekre, amelyekkel ösztönözni lehet a gazdasági szereplőket arra, hogy az össz-társadalmi érdekeket is figyelembe véve hozzák meg a döntése-

ket az egyes fuvarozási alternatívák kiválasztásánál. Ilyen ösztönzők a közlekedésben jelenleg alkalmazott adók reformja után kivetendő, több szempont szerint is differenciált díjak, de ilyen lehet az egyes alternatívák nem csak gazdasági szempontokat figyelembe vevő összehasonlítása, értékelése is.

A fenntarthatóság irányába történő változások mérésére már a közlekedésben is alkalmaznak indikátorokat, de a kutatók a kérdéskört általában csak ágazati szinten vizsgálják, tényleges szállítási feladatok különböző áruszállítási módokkal képzett alternatíváinak a fenntarthatóság fogalmának megfelelő részletes szempontrendszer szerinti kiértékelésére még nincs általánosan használt módszer. A döntéshozatalnál ma még a gazdasági szempontok jobban érvényesülnek a környezeti vagy éppen társadalmi érdekeknél, ezért a jelenlegi döntéshozatali mechanizmus az esetek túlnyomó többségében nem járul hozzá a fenntarthatósághoz.

Értekezésem célja egy olyan döntéstámogató értékelési metodika kidolgozása, amely a jelenleg általánosan használt, a különböző lehetőségek kiválasztására irányuló – pusztán a megbízó gazdasági hasznát maximalizáló – eljárásban képes figyelembe venni az adott szállítási feladat megoldása során a *környezetre* és a *társadalomra* kifejtett hatásokat is.

A módszer alkalmas tisztán közúti, valamint a belvízi hajózást is magában foglaló kombinált szállítási változatok értékelésére és összehasonlítására is.

A metodika kidolgozása során különös hangsúlyt fektetek a belvízi hajózás sajátosságainak figyelembe vételére. A módszer gyakorlati használhatóságát példákön keresztül kívánom bemutatni.

## **2. A kutatás módszere**

A fenti cél érdekében először megvizsgáltam, hogy pontosan mit is jelent a fenntarthatóság. A fenntarthatóság témakörében született számos szakirodalom – a teljesség igénye nélkül néhány: [2], [3], [4], [5], [6], [7], [8] – áttekintésével képet kaptam a probléma szerteágazóságát és megfogalmazását illetően. Folytatva az elemzést megvizsgáltam a közlekedés és a fenntarthatóság kapcsolatát is. A különböző értelmezési és kiterjesztési módokat valamint a fellelhető kritikákat is szem előtt tartva kiválasztottam azt a fenntartható fejlődésre és fenntartható közlekedésre vonatkozó definíciót, amelyet munkámban meghatározónak, és a további kutatásom alapjának tekintek. A 2. fejezet ezt követő részében a megkezdett vonalon tovább haladva a szállítmányozás és a fenntartható közlekedés viszonyát taglaltam, és megállapítottam, hogy ma még csak törekvések vannak a fenntarthatóság elvének szállítmányozói tevékenységekbe (elsősorban most az optimális fuvarozási alternatíva kiválasztásába) integrálására [9], [10]. A fenntartható közlekedés témakörét vizsgálva nem lehetett észrevétlenül elmenni a közlekedés káros hatásainak monetarizálási és internalizálási törekvése mellett. Ugyanakkor meg kellett állapítani, hogy az externáliák definiálásának és számításának célja nem azonos a fenntarthatóság céljával, az externáliák csak részhalmazát képezik a sok szempontnak, amelyet a fenntarthatóságnál figyelembe kell venni, és meghatározásukra számos

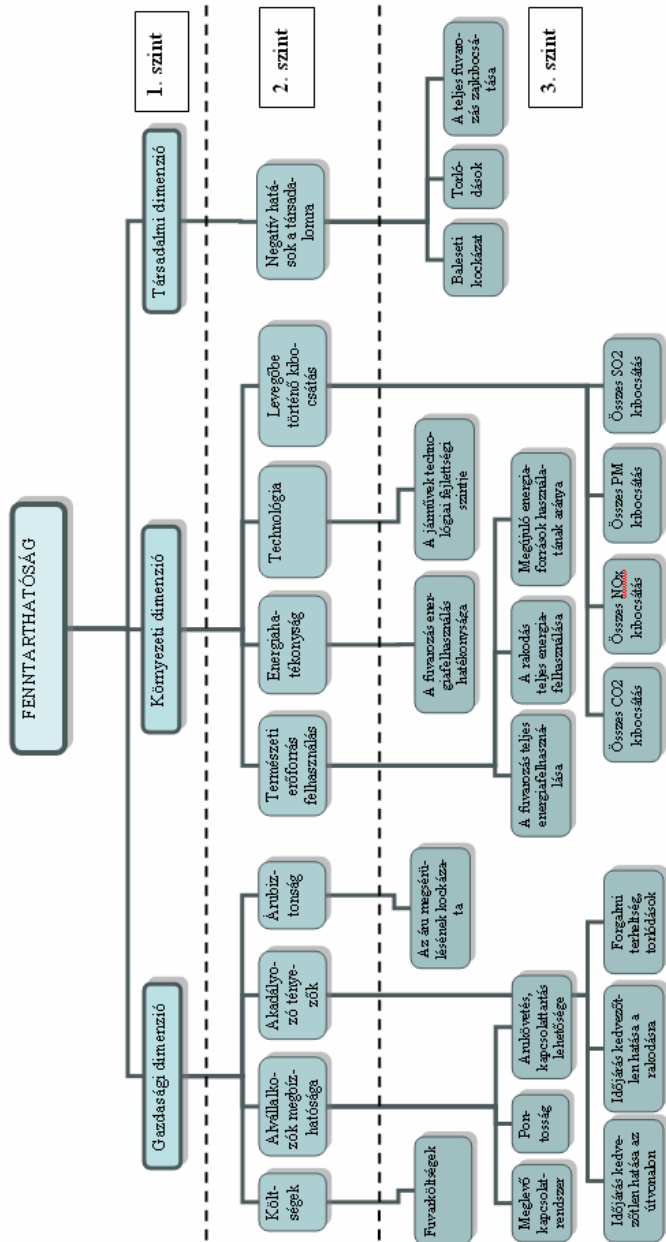
különböző módszer létezik. Fuvarfeladatok alternatíváinak fenntarthatósági összehasonlítására tehát nem célszerű pusztán az externális költségeket alkalmazni.

E felismerés után a 2. fejezet befejezéséként megvizsgáltam, hogy milyen módszereket alkalmaznak a fenntarthatóság mérésére, a közlekedés ágazati szintű fenntarthatósági értékelésre. A kutatásom eredményeképpen megállapítottam, hogy az általánosan használt, indikátor-rendszerekkel történő mérés elvét lehet adaptálni a fuvarfeladatok alternatíváinak összehasonlítására is, de az indikátorok többsége átfoglalmazásra/átalakításra szorul.

A 3. fejezetet az indikátorokra vonatkozó általános és speciális követelmények feltárásával kezdtem. A speciális követelmények alatt az akár egy, akár több szállítási módot is alkalmazó fuvarfeladatok jellegzetességeiből származó, az egyes módok azonos szemléletű meghatározása által diktált elvárásokat értem. Ezután a közlekedés ágazati szintű fenntarthatósági értékelése során felhasznált számos indikátor-rendszer – csak néhányat kiemelve: [11], [12], [13] – több száz indikátorra alapján felállítottam egy a fuvarfeladat-alternatívák összehasonlításának megfelelő indikátor-struktúrát. A fejezet második részében a fellelhető széles körű szakirodalomra támaszkodva megadtam az egyes indikátorok számítási módszerét, a számítható szükséges bemenő adatokat, és azok forrását. Ez az indikátor-rendszer képezi az értékelő modell alapját, annak számítási modulját (1. ábra).

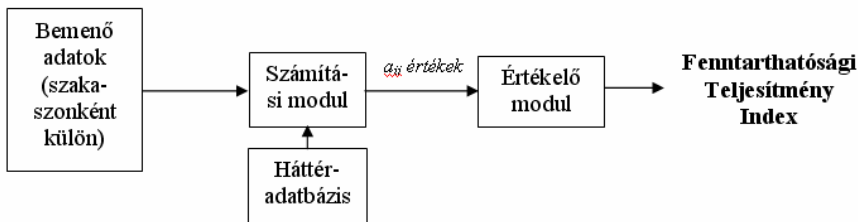
A felállított rendszerben az egyes indikátorok értékei különböző skálán változnak, eltérő mértékegységgel rendelkeznek. A fuvarfeladat-alternatívák fenntarthatóság szempontjai szerinti „jóságának”, vagyis a rangsornak a meghatározásához ezeket a nagyon különböző jellegű értékeket kell súlyuknak megfelelő mértékben aggregálni. Ez tipikusan egy többszemponútú döntési feladat, ezért a 4. fejezet első részében az általánosan elterjedt multikritériumos módszerek jellegzetességeit vizsgáltam.

Ezek megismerése után a fejezet második része azzal foglalkozik, hogy a szállítványozói/fuvarintegratori döntési feladatra (a fenntarthatóság szempontjából optimális alternatíva kiválasztására) mely módszereknek milyen előnyei és hátrányai vannak, melyek milyen feltételek mellett alkalmazhatók. A vizsgálat eredményeképpen megállapítottam, hogy a lineáris additív módszer (SAW, [14]) és az outranking módszerek közé tartozó PROMETHEE [15] egyaránt alkalmasnak tűnik a fuvarintegratori döntési feladatok támogatására. A két módszer összevetése érdekében a modelletem úgy építettem fel, hogy a számítások mindkét módszerrel elvégezhetők, egymással párhuzamosan. Így lényegében kialakult az az értékelési metodika, amely az indikátorok értékeit bemenő adatként használva megadja az egyes alternatívák két módszer szerinti „jósági” indexét, vagyis a Fenntarthatósági Teljesítmény Indexet.



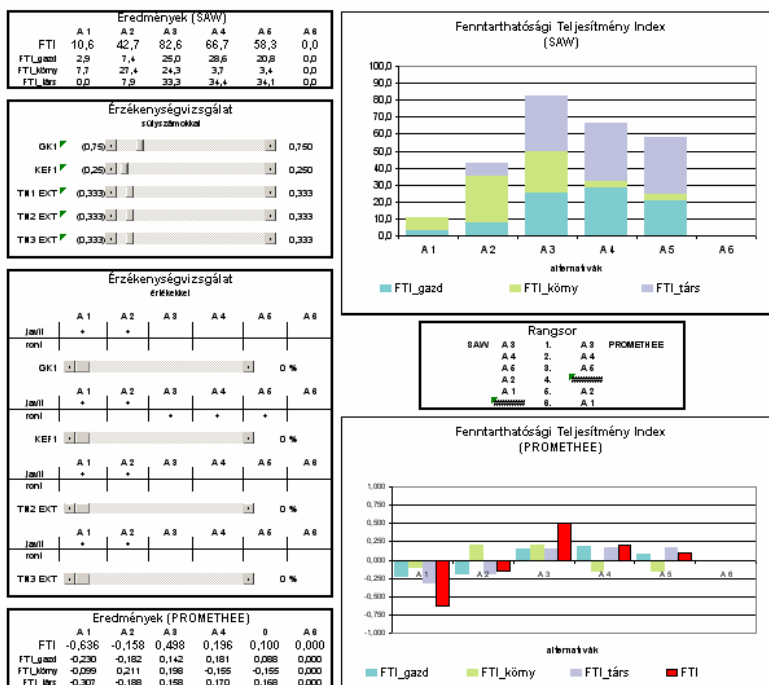
1. ábra – Az indikátorok (szempontok) hierarchikus rendje

Ez alapján a fejezet harmadik részében részletesen ismertettem a fenti metódika alapján megalkotott értékelési modell felépítését, az indikátorokra felvett súlyszámokat, az értékek aggregálásának pontos menetét, a Fenntarthatósági Teljesítmény Index meghatározásának módját és az eredmények megbízhatóságának ellenőrzésére beépített érzékenységvizsgálati módszert.



2. ábra – A modell felépítése

Az 5. fejezetben a kidolgozott modell segítségével elemeztem jellegzetes, belvízi hajózást is magába foglaló multimodális fuvarfeladatokat. A 3. ábra egy ilyen mintafeladat modell által adott eredményét mutatja.



3. ábra – A mintafeladat eredményeinek megjelenése a modellben

### 3. Új tudományos eredmények

Kutatási munkám a következő tézisekben foglalható össze:

1.

Az általánosan elterjedt indikátor-rendszerek felépítésével és kialakításával kapcsolatosan megszerzett tapasztalataim segítségével **megfogalmaztam** a belvízi hajózást is magába foglaló multimodális fuvarozási láncra alkalmazható, a fenntarthatóság szempontjait is figyelembe vevő **indikátorokkal szemben támasztott feladatspecifikus követelményeket (3.1)**. A megfogalmazott követelményekre és a korábban kiszűrt 42 általános ágazati indikátorra támaszkodva **kidolgoztam azt az indikátor-rendszert (3.3)**, amely alkalmas a multimodális fuvarozási alternatívák minden elemének (közúti, vasúti, belvízi) azonos szemléletű értékelésére, és a fenntarthatóság szempontjai szerinti összehasonlítására. Ebben a rendszerben 8 gazdasági, 11 környezeti és 4 társadalmi indikátort adtam meg.

2.

**Feltartam az indikátorok kiszámításához szükséges bemenő adatok körét és részletesen megadtam a számításhoz szükséges módszereket (3.4)** és az egyéb háttér adatok forrásait is.

Az értékelési modell megalkotásához áttanulmányoztam a gyakorlatban is alkalmazott többszempontú döntés-előkészítő módszereket és **részletes elemzés és indoklás után kiválasztottam** a fuvarfeladatok alternatíváinak fenntarthatósági értékeléséhez is **használható súlyozási (4.2.2.2) és aggregálási eljárásokat (4.2.2.3)**. Az elemzés eredményeképpen **megállapítottam, hogy az additív és PROMETHEE módszerek** a szállítmányozói/fuvarintegrátori prioritásokat szem előtt tartva **nem mutatnak lényegi különbséget (4.2.2.5)**.

3.

Ezen tapasztalataim alapján **létrehoztam** a célkitűzésben szereplő **értékelési modellt (4.3)**. A fenntarthatóság fogalmából kiindulva **definiáltam** az indikátorok **súlyszámaira vonatkozó korlátozó feltételeket és javaslatot tettem az egyes mutatók súlyszám-értékeire (4.3.3.1)**. A fentiek alapján **két összegző módszert is alkalmaztam** az összehasonlíthatóság és a nagyobb megbízhatóság érdekében. A modellben a „**Fenntarthatósági Teljesítmény Index**” segítségével mind a szállítmányozó/fuvarintegrátor, mind a megbízó számára **jól értelmezhetően kvantifikáltam az egyes alternatívák fenntarthatóság szempontjából vett „jószágát” (4.3.3.2 és 3)**.

A modellben **olyan** értékek bizonytalanságára vonatkozó **stabilitásvizsgálati módszert alkalmaztam (4.3.3.4)**, amely képes az egyes szempontok közötti valószínűségi relációk figyelembevételére.

4.

Végül adaptáltam a modellt tipikus multimodális fuvarfeladatokra (5.1 és 2). A súlyszámokra vonatkozó érzékenységvizsgálatok segítségével **megállapítottam,**

hogy a valóságos bemenő adatok és a fenntarthatóság 3 fő területének súlyára vonatkozó korlátozás mellett a vizsgált feladatokban **az egyes levélszempontok súlyának reális tartományon belüli változtatásával az alternatívák egymáshoz képesti rangsora nem változik.**

Az alternatívaértékekkel végzett érzékenységvizsgálatok azt mutatták, hogy az alternatívák rangsora érzékenyebb az értékek, mint a súlyszámok esetleges bizonytalanságára.

A két elemzett feladatban a **SAW és PROMETHEE elven végzett kiértékelések** sem a rangsor, sem a súly- és alternatíva-értékek érzékenységvizsgálata tekintetében **nem mutatott gyakorlati szempontból figyelembe vehető eltérést.**

5.

A valós és fiktív alternatívákon végzett szimulációk alapján (5.1 és 2) a következő megállapításokat teszem:

A vizsgált fuvarfeladatoknál az alternatívák összehasonlítása alapján elmondható, hogy az **adott belvízi hajózást vagy vasúti szakaszt is magukban foglaló multimodális alternatívák** a fenntarthatóság három fő területének egyenlő mértékű figyelembevételére esetén **általában jobbak a tisztán közúti fuvarozási alternatíváknál.**

Az elemzés ugyanakkor kimutatta azt is, hogy:

- **ez az előny elsősorban a társadalmi téren** nyújtott minden körülmények közötti **jó teljesítményből származik;**
- **elképzelhetők olyan esetek,** amikor pl. az energiafelhasználás értékeinek kismértékű bizonytalansága miatt **már bekövetkezik a rangsorfordulás.**

Bár az 5. tételben adott állítások olyan feladatokra vonatkoznak, amelyek akár tipikus multimodális feladatnak is elfogadhatók, a kijelentések általánosítása további vizsgálatokat igényel.

#### **4. Az új eredményeinek gyakorlati alkalmazhatósága**

A tudományos eredmények gyakorlati alkalmazhatóságát alapvetően két szinten látom: mikro-, azaz vállalati szinten és makro- vagy kormányzati oldalon.

Az általam létrehozott modell és az így megvalósítható modellezés gyakorlati alkalmazási szempontból legfontosabb jellemzői az ésszerű határokig nyújtott kellő részletesség, a rugalmas variálhatóság. Adatbázis kezeléssel és egy a modellre írt programmal kiegészítve egy könnyen használható, szemléletes, a fenntarthatósági szemléletű döntések meghozatalához hatékony segítséget nyújtó informatikai alkalmazást lehet létrehozni, amely kifejezetten azon szállítványozók számára hasznos, akik fuvarintegrátorra szeretnének válni.

Ugyanakkor a modell a közlekedés fenntartható fejlődésében érdekelt résztvevők (ide értve a szabályozásra hivatott kormányzatot is) számára is hatékony segítséget nyújthat a fuvarozás hagyományos (csak költséghatékonysági) és a fenntart-



hatósági elveket is szem előtt tartó megközelítésének hatékony kommunikálásában. A modell továbbá kiválóan alkalmazható oktatási célokra is. A szállítmányozással, logisztikával foglalkozó szakemberek képzésében olyan segédeszköz lehet, amelylyel a fiatal szakembereket már pályájuk kezdetén meg lehet ismertetni a gazdasági érdekek mellett jelenlevő, azokkal azonos fontosságú társadalmi és környezeti vonatkozásokkal. Mindezek nélkül nagyon nehezen képzelhető el az a gondolkodásmódban szükséges változás, amely a fenntartható fejlődés nélkülözhetetlen eleme.

A modell alkalmazásával a fuvarozási alternatívák összehasonlítása olyan szinten és mélységig válik lehetővé, amely ma még példa nélküli a szállítmányozók körében.

A modell a bemutatotthoz hasonlóan konkrét fuvarfeladatok vizsgálatán túl lehetőséget nyújt számos, akár lényegesen általánosabb fuvarozással kapcsolatos kutatás elvégzésére is. Csak néhány példa:

- az intermodális megoldásoknál a cserefelépítmények, konténerek, közúti járművek önsúlyának, mint hordképesség-veszteségnek a hatása az FTI-re;
- az egymódú és a multimodális megoldások általános összehasonlítása – a bemenő paraméterek (pl. szállítási távolság) szisztematikus változtatásának hatása az FTI-re;
- megvalósítható és jelenleg még nem kivitelezhető (fiktív) alternatívák összehasonlításával olyan elemzések, kísérletek végezhetők, amelyek a vállalat fenntarthatóság elvét is figyelembe vevő stratégiai fejlesztéseinek alapjául szolgálhat (pl. menetrend szerinti konténerszállító hajó indítása olyan relációkon, ahol nagy mennyiségű áru áramlik);
- a modellezés segítségével megállapíthatók az egyes kedvezőtlen alternatívák gyenge láncszemei, és így a kitörési pontok.

A modell továbbfejlesztési irányait illetően érdemes megemlíteni a további (pl. költségek számítására használt) modulok beépítését.

A közlekedés káros hatásaival (pl., zajterhelés) kapcsolatos egyes még nem, vagy csak közelítő módon számított indikátorok (pontosabb) meghatározásához szükséges háttér adatok elérhetővé válásával a modell még árnyaltabb, részletesebb összehasonlításokat biztosít majd. Itt elsősorban a föld-, és vízszennyezést, hulladékképzést, mint még nem számított mutatókat kell megemlíteni, valamint azt, hogy a részletes, Európa jelentősen terhelt részeire vonatkozó zajterképek segítségével a modell megfelelő részei területileg még jobban differenciált számításokat tesznek lehetővé.

## 5. A témakörhöz legszorosabban kapcsolódó idegen publikációk

1. AZ EURÓPAI KÖZÖSSÉGEK BIZOTTSÁGA: *Tartsuk mozgásban Európát! - Fenntartható mobilitás kontinensünk számára.* Az Európai Bizottság 2001. évi közlekedéspolitikai fehér könyvének félidei felülvizsgálata
2. Centre for Sustainable Transportation: *Sustainable Transportation Performance Indicators (STPI) Project*, Report on Phase 3. 2002
3. Herman Daly: *Steady-State Economics*, Island Press, Washington DC, 1991
4. Organisation for Economic Cooperation and Development (OECD) és az Austrian Federal Ministry for Environment, Forestry, Environment and Water Management (BLFUW): *est! Futures, Strategies, and Best Practices*. OECD International Conference, Bécs, Október 4-6., 2000  
<http://www.oecd.org/dataoecd/15/29/2388785.pdf>, elérhető: 2004 márc. 30
5. Gudmundsson, Henrik – Höjer, Mattias: *Sustainable development principles and their implications for transport*. Ecological Economics Vol. 19, pp.269-282. (1996)
6. Pearce, A. R., and Vanegas, J. A.: *Defining sustainability for built environment systems*. Int. J. Environ. Technol. Manage., 2002, 2(1), 94–113.
7. Transport Canada. Transport Canada Annual Reports 1996-2002. [http://www.tc.gc.ca/pol/en/anre/transportation\\_annual\\_report.htm](http://www.tc.gc.ca/pol/en/anre/transportation_annual_report.htm)
8. World Commission on Environment and Development (Brundtland Commission). *Our Common Future*. Oxford University Press, Oxford, England, 1987.
9. 5 konzorciumi résztvevő a ZLU – Zentrum für Logistik und Unternehmensplanung GmbH vezetésével: *Study on Freight Integrators To the Commission of the European Communities, Final Report*, 2003.
10. Dr. Bokor Z.: *Az intermodális logisztikai szolgáltatások helyzete, fejlesztési lehetőségei*, Logisztika, BME-OMIKK, 2005 p. 22-64
11. Working group on the state of the environment: *Indicators for the integration of environmental concerns into transport policies*.
12. Sustainable Mobility, policy Measures and Assessment *Operationalising Sustainable Transport and Mobility: The System Diagram and Indicators*, Deliverable D3, Workpackage 2
13. *TERM report 2002*. Copenhagen.
14. Churchman, C.W., Ackoff, R.L., Arnoff, E.L.: *Introduction to Operations Research*, Wiley, New York., 1957
15. Brans, J.P. and Vincke, Ph.: *A preference ranking organization method*, Management Science, 31, 647-656., 1985

## 6. Az értekezés témaköréhez kapcsolódó főbb publikációk

Dr. Rohács, J.- Hadházi, D.- **Simongáti, Gy.**- Hargitai, L.Cs.: Methods for Evaluation of Sustainable Transport Performance Index (STPI), European Inland Waterway Navigation Conference 2005, Szeged, 2005 június

**Simongáti, Gy.**- Dr. Rohács, J.: The Role of Inland Waterway Navigation in a Sustainable Transport System, Transport Magazin, Kaunas, Lithuania, Vol. XXII, No. 3, 2007.

Rigo, N., Hekkenberg, R., Ndiaye, A. B., Hargitai, L. Cs.- Hadházi, D.- **Simongáti, Gy.**: Performance assessment of intermodal chains, European Journal of Transport and Infrastructure Research, 2007. április

Dr. Rohács, J.- Hadházi, D.- **Simongáti, Gy.**- Hargitai, L.Cs.: Sustainable Transport Performance Index (STPI) of the Inland Water Navigation, International Conference of Transport Means, Kaunas, Lithuania, 2005 okt.

**Simongáti, Gy.**- Dr. Rohács, J.: Komplex közlekedési mutatószám (STPI) kidolgozása a belvízi hajózásra, Közlekedéstudományi Szemle, 2007, július.

Dr. Rohács, J.- Hadházi, D.- **Simongáti, Gy.**- Hargitai, L.Cs.: The Feasibility Study of the Budapest-Constanta Container Service, CREATING Project, 2005

Dr. Rohács, J.- Hadházi, D.- **Simongáti, Gy.**- Hargitai, L.Cs.- Bogár, Gy.: Prospects and possibilities to RoRo shipping in the frame of a European intermodal transport concept, CREATING Project, 2005

**Simongáti, Gy.**: Többkritériumos döntéstámogató modell a fuvarfeladatok alternatívák fenntarthatóság szerinti értékeléséhez, Közlekedéstudományi Szemle, 2009, június. (megjelenés alatt)

**Simongáti, Gy.**: Multi-criteria decision making support tool for freight-integrators - for selecting the most sustainable alternative, Transport Magazin, Kaunas, Lithuania, 2009, (megjelenés alatt)

