

# Egyensúlyi modellek evolúciója – általános egyensúlyi modellek a közlekedésben

Kevés magyar nyelvű irodalom létezik a témakörben, ezért fontos az eddigi eredmények összegzése. A számítható általános egyensúlyi modellek egyre népszerűbb módszer a közlekedés gazdasági hatásainak felmérésére, ideértve a közvetlen és a szélesebb körű gazdasági hatásokat is. Segítségükkel meghatározható a gazdaság minden piacának és szereplőjének a viselkedése.

DOI 10.24228/KTSZ.2020.3.3

---

## Boldizsár Adrienn – Mészáros Ferenc– Tánczos Lászlóné

PhD hallgató

egyetemi docens

emerita professzor

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem

Közlekedésmérnöki és Járműmérnöki Kar

Közlekedésüzemi és Közlekedésgazdasági Tanszék

e-mail cím: boldizsar.adrienn@mail.bme.hu, fmeszaros@mail.bme.hu, ktanczos@mail.bme.hu

---

### 1. BEVEZETÉS

A közlekedéstervezési folyamatban a döntéshozóknak megbízható és informatív értékelésekre van szükségük a különböző lehetőségek összehasonlításának megkönnyítéséhez és annak meghatározásához, hogy érdemes-e egy javaslatot a társadalom vagy éppen a politikai döntéshozók számára eljuttatni. Emellett nem hagyhatják figyelmen kívül a pénzügyi korlátokat sem, amelyek vizsgálata elengedhetetlen a racionális döntés meghozatalában. A cikk első felében azon döntéshozatali eszközök áttekintése következik, amelyek szerves alapját képezték az egyensúlyi modellek létrejöttének, valamint magának az egyensúlyi modelleknek a bemutatására kerül sor. A második szakaszban a közlekedési modellek jelenlegi értékelési módszereit vettük sorra és hasonlítottuk össze egy általunk meghatározott keretrendszer szerint.

#### 1.1. Költség-haszon elemzés, mint az egyensúlyi modellek alapja

A költség-haszon elemzés (Cost-Benefit Analysis, CBA) az értékelés leggyakoribb formája, ahol a monetarizált előnyöket elsősorban a fogyasztói többlet változása alapján mérik a közlekedési piacon [7]. A projekteknel vizsgálják az adott projekt gazdasági, társadalmi és környezeti hatását pénzben kimutatva, ezáltal lehetővé téve a projektek vagy projektváltozatok értékelését és rangsorolását, mind a jelenbeli, mind a jövőbeli pénzeszközök reálértéken való figyelembevétele mellett. Ez az elemzési forma a jövőbeli hatások pénzürtékét jelenértékre diszkontálja, ezáltal téve összemérhetővé a különböző időpontokban felmerülő költségeket és hasznokat. A CBA leggyakrabban használt mutatószámai:

- a nettó jelenérték (Net Present Value - NPV)
- a haszon-költség arány (Benefit Cost Ratio - BCR)
- a belső megtérülési ráta (Internal Rate of Return - IRR) és esetenként
- az első üzemelési év megtérülési hányada (First Year Rate of Return - FYRR)

A mutatók az alábbi összefüggések alapján számíthatók:

- *Nettó jelenérték (1):*

$$(1) NPV = \sum[(1+i)^{-t} * B] - \sum[(1+i)^{-t} * C]$$

ahol:

- t: évek sorszáma,
- i: kamatláb szerepű ártértékelési tényező,
- B: adott projektváltozat várható tiszta haszna a t. évben,
- C: adott projektváltozat építési, fenntartási és üzemeltetési költsége a t. évben,

A nettó jelenérték elvárt értéke pozitív, vagyis  $NPV > 0$ ; alternatív projektek összehasonlítása esetén a legnagyobb pozitív NPV értékű változat a legkedvezőbb.

- *Haszon-költség arány (2):*

$$(2) BCR = \frac{\sum_{t=0}^m [(1+i)^{-t} * B]}{\sum_{t=0}^m [(1+i)^{-t} * C]}$$

- A haszon-költség arány mutató elvárt értéke, hogy 1-nél minél nagyobb, lehetőleg annak többszöröse legyen, vagyis  $BCR \gg 1$ .
- *Belső megtérülési ráta (az a kamatláb, amelyenél  $NPV=0$ ).*

$$(3) \frac{NPV = \sum[(1+i)^{-t} * B] - \sum[(1+i)^{-t} * C]}{\sum[(1+IRR)^{-t} * B] - \sum[(1+IRR)^{-t} * C]} = 0$$

ahol:

IRR: *belső megtérülési ráta.*

A belső megtérülési ráta elvárt értéke akkor kedvező, ha az eléri/minél jobban meghaladja a szakterületre vonatkozó minimális rátát (4):

$$(4) IRR = (c_t \cdot c_0^{-1})^{t-1} - 1$$

ahol:

- $c_t$ : bevétel,
- $c_0$ : szükséges induló ráfordítás.

A legtöbb esetben a fenti három mutató segítségével határozzák meg, hogy az egyes projekteket hosszú távon érdemes-e finanszírozni [4]. A közúti infrastruktúra-fejlesztő projektek értékelésénél azonban fontos szerepet tölthet be egy további kiegészítő mutató, az első üzemelési év megtérülési hányada.

- Az első üzemelési év megtérülési hányada az alábbi összefüggéssel számítható (5):

$$(5) FYRR = [(VC_N - VC_V) - (FC_N - FC_V)] / PrC = [\Delta VC - \Delta FC] / PrC$$

ahol:

- $VC_N$ : a fejlesztés elmaradásának feltételezésével („nélküle”) számított, a forgalommal arányos közlekedési költségek az első üzemeltetési évben,
- $VC_V$ : „vele” esetben számított, a forgalommal arányos közlekedési költségek az első üzemeltetési évben,
- $FC_N$ : „nélküle” esetben számított üzemeltetési és fenntartási költségek az első üzemelési évben,
- $FC_V$ : az x változat megvalósításának feltételezésén alapuló „vele” esetben számított üzemeltetési és fenntartási költségek az első üzemeltetési évben,
- PrC: a projekt közvetlen bekerülési költsége.

A FYRR mutató az elvárthoz képest tapasztalt kedvezőtlen értéke esetén ugyanis indokolt a közutat igénybe vevő kezdeti járműforgalom növeléséhez ún. „ráségitő” intézkedések meghozatala. Az előző mutatók azonban csak akkor tükrözik a maximális társadalmi jólétet, ha feltételezzük, hogy a piacok tökéletesen versenyképesek és súrlódásmentesen, piaci hiányosságok nélkül működnek. A közlekedési projektek tekintetében a figyelembe vett hatások igen sokrétűek, magukba foglalják a felhasználók (pl. utazási idő, megbízhatóság, kényelem, biztonság stb.), a szolgáltatók (pl. tőke, működési költség stb.), valamint a társadalom (pl. levegő- és zajszennyezés, balesetek

stb.) prioritásait is. A közlekedési költség-hason elemzésekben a közlekedés felhasználói jólétet közvetetten a „fogyasztói többlet” változásaként mérik; a fogyasztói többlet az a különbség, amit a felhasználók hajlandók fizetni a szállítási szolgáltatásért és amit ténylegesen megfizetnek.

Számos kritika is megfogalmazódott az elemzést illetően. Az általánosságban alkalmazott CBA igen korlátos, a gazdasági elméletek premissái ugyanis nem teljes körűen érvényesülnek a gyakorlatban, például a korábbiakban is említett tökéletes verseny rendszerint torzul. Emiatt az empirikus megközelítések módszertani szempontból kevésbé megalapozottak. Hátrányként említhető, hogy a módszertan feltételezi, az összes haszon mérhető, és további hiányosság az is, hogy az eljárás nem írja le az előnyök megoszlását a gazdasági szereplők között [5].

A CBA modellel szemben megfogalmazott kritikáknak köszönhetően a módszer folyamatos fejlesztése során az analízis részeként épültek be az úgynevezett „szélesebb gazdasági hatások” (Wider Economic Impacts – WEIs). A számítható általános egyensúlyi modell (CGE) az egyik olyan speciális modelltípus, amely képes egységesíteni a szélesebb gazdasági hatások becslését. A számítható egyensúlyi modell az egész gazdaságot szimulálja azáltal, hogy minden piaci résztvevő kínálatát és keresletét is figyelembe veszi. A számítható egyensúlyi modell megoldása során olyan ár-halmazt kell keresni, amely egyidejűleg eredményez egyensúlyt minden piacon, azaz általános egyensúlyt teremt. Ezen túlmenően a közlekedésben alkalmazott számítható egyensúlyi modell egyazon modellben képes keretet, lehetőséget biztosítani a közvetlen és a szélesebb gazdasági hatások értékeléséhez.

Az értékelés során leggyakrabban elismert szélesebb gazdasági hatások az agglomerációs externáliák, a munkaerő-piaci hatások és a nem tökéletes versenyű piacok hatásai [17]. A GDP, az árak a modellekből kinyerhetők, mivel a modellek az alapvető mikrogazdasági magatartásra épülnek. Mindez lehetővé teszi a döntéshozók számára a prioritások megha-

tározását a közlekedési projektek között, és megkönnyíti az összehasonlítást más ágazatok kormányzati kiadásaira vonatkozólag.

## 1.2. Gazdasági modellek a közlekedésben

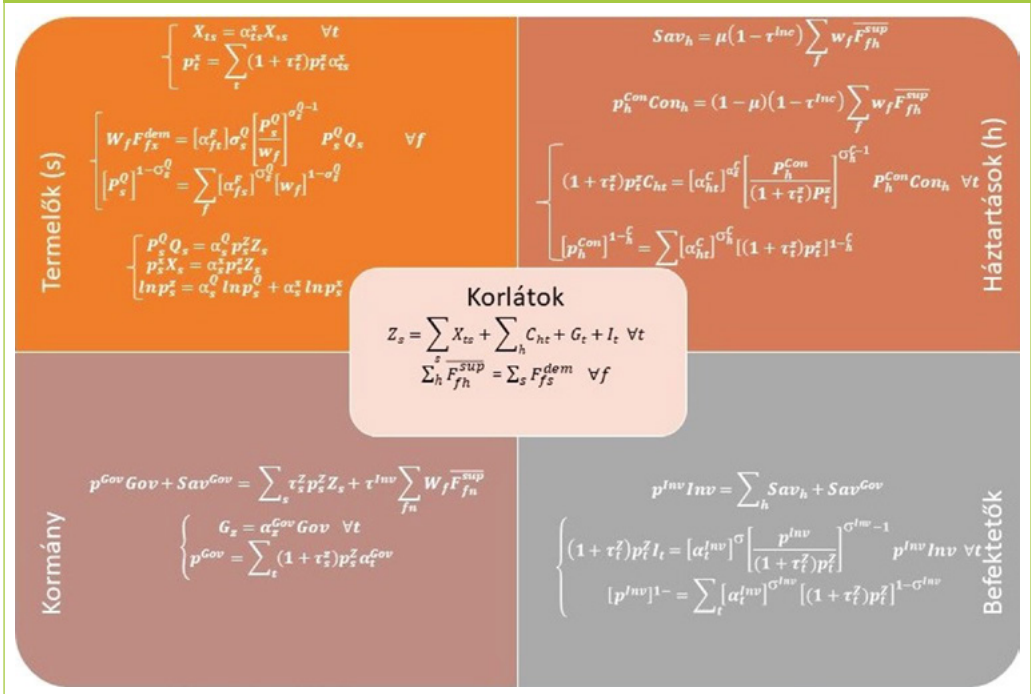
A modellezés legalapvetőbb szintje a cégek felmérése a közlekedés iránti attitűdjeikről és az egyes projektekre adott valószínű reakcióiról [11]. A termelési függvénymodellek a föld, a munkaerő, a tőke és a közlekedés bizonyos mértékének tényezőit veszik alapul az aggregált termelési függvényhez a regionális gazdasági aktivitás becsléséhez [14]. A korai verziók az infrastruktúra-készleteket használták a közlekedés ábrázolására, de nem voltak képesek megkülönböztetni a produktív és az improduktív infrastruktúrát. A későbbi modellek inkább a gazdasági potenciál mutatóit alkalmazták, ám az ok-okozati összefüggések megállapításának nehézségei továbbra is fennálltak [18]. A legújabb termelési függvény modellek a méretgazdaságosság figyelembevétele mellett, lehetővé teszik a kereslet és a szállítási költségek változása hatásainak modellezését a kínálat változásainak figyelembevételeivel [3]. A legtöbb modell korlátozott mértékben képes kielégíteni azokat a döntéshozókat, akik egyre inkább a háztartásokra, a vállalkozásokra és a gazdaság egészére gyakorolt hatások elemzésében érdekeltek.

## 2. SZÁMÍTHATÓ EGYENSÚLYI MODELLEK ALAPJAI

A számítható egyensúlyi modellek egységes keretet biztosíthatnak a közlekedés és a gazdaság közötti kölcsönhatások elemzéséhez. A ma is ismert, modern egyensúlyi modellezés két különálló gazdasági iskolából alakult ki, az IO, vagyis (input) termelési tényezők és (output) termék vagy szolgáltatás közötti kapcsolatot feltáró modellekből, valamint az általános egyensúly (GE) elméletből. Az IO-ágazat modelljei a „számítható általános egyensúlyi” (CGE) vagy Johansen típusú modellek, míg a GE elméletéből származó modelleket „alkalmazott általános egyensúly” (AGE) vagy Arrow – Debreu modelleknek szokás nevezni. A CGE modellek működése sok esetben egy „fekete doboznak” is tűnhet, ahol a modell

1. ábra: Egyszerű CGE modell

[saját szerkesztés „A Handbook of Transport Economics” alapján]



mechanikája rejtett vagy nehezen érthető. Eddig csak Hollandia rendelkezik iránymutatókkal, amelyek részletezik a CGE modellek használatát a szélesebb gazdasági hatások értékelésében [17]. Az alábbiakban egy egyszerű CGE modell látható, amely egy zárt, tökéletes versenyű, súrlódásmentes gazdasági környezetben került felállításra. Az 1. ábrán egy ilyen modell látható.

A CGE modell egyensúlyi egyenletekből áll, amelyek a gazdaság árupiacait reprezentálják. Az egyes piacokon a kereslet és a kínálat a gazdaság minden részének a függvénye, nem csak a saját piacon érvényes, kihat a többi piacra is. A modell egy olyan adatmátrixra épül, amely a bázisidőszakban a gazdaság összes tranzakcióját tartalmazza. Feltételezzük, hogy tökéletes verseny érvényesül egy zárt, súrlódásmentes gazdasági rendszerben. Az alapmodell ezután kibővül, alkalmazza a méretgazdaságos technológiák növekvő skáláhozadékanak elméletét és a vállalkozások

közötti versenynek a fennmaradását, majd kibővül a multinacionális / régiós kereskedelemmel kapcsolatos modellekkel.

A modelleket úgy lehet megoldani, hogy olyan ár- és kimenet-halmazt képez, amely minden piacon egyensúlyt eredményez. Az összes CGE modell a fogyasztók viselkedését és a gyártási folyamatot a háztartásokon, illetve a cégeken keresztül szimulálja. A háztartások elsődleges tényezők (például munkaerő és tőke), amelyeket jövedelem céljából eladnak a vállalkozásoknak. A cégek ezt követően ezeket a tényezőket, inputokat, esetleg más cégek közbenső bemeneteivel árukká alakítják át. A háztartások és a vállalatok megvásárolják ezeket az árucikkeket, hogy maguknak jólétet biztosítsanak, és további termékeket vagy szolgáltatásokat termelnek. Feltételezzük, hogy a háztartások viselkedését a jólét-maximalizálás írja le, a cégek pedig profitot maximalizálnak. A jólét- és a profitmaximalizálás problémáinak analitikus megoldása termelési

és keresleti függvényeket eredményez, amelyeket azután az egyensúlyi egyenletek összeállításához használnak.

### 3. CGE MODELL VIZSGÁLATA A KÖZLEKEDÉSI SEKTORBAN

Eddig a városi, a regionális és a környezet-gazdaságtanban a közlekedésre CGE modelleket fejlesztettek ki. Mindegyik terület a saját elméletét, feltételezéseit és gyakorlatait alkalmazta a közlekedés és a gazdaság közötti, a terület szempontjából releváns kapcsolatok ábrázolására [6]. A közlekedés szerepe gazdasági szempontból annak lehetővé tétele, hogy az egymástól elválasztott egységek költségei is fizikailag kölcsönhatásba lépjenek egymással. A közlekedési kapcsolat ezért a térbeli modellek szerves részét képezi.

#### 3.1. Városi számítható egyensúlyi modellek

A városi CGE modelleket a városi gazdaság területén fejlesztették ki a városi területek gazdasági kérdéseinek tanulmányozására. Ezen CGE keretein belül kidolgozták a földhasználat modelljeit [2], a munkaerő-igény modellt [13], az agglomerációt és a decentralizált foglalkoztatást leíró modellt [12]. Később összekapcsolták a városi CGE modellezést a közlekedési modellezéssel, hogy megvizsgálják a torlódások városra gyakorolt hatásait. A közelmúltban ezeket a modelleket adaptálták a széndioxid-díjak [15], a közforgalmú közösségi közlekedési támogatások [16] és a sebességkorlátozások gazdasági hatásának elemzésére [10].

#### 3.2. Térbeli számítható egyensúlyi modellek

A nemzetgazdaságok első CGE modelljeinek nem volt térbeli dimenziója. A gazdasági szereplők és az áruk elhelyezkedésük alapján is azonosíthatók, így a modellek térbeli dimenziót kaptak. Ezeket - a területtől függően - térbeli, multiregionális vagy régióközi CGE modelleknek nevezik. A korábbi modelleknél bemutatott hiányosságoknak is köszönhetően az utóbbi években mindjobban előtérbe kerültek a térbeli általános egyensúlyi modellek, amelyeket jelenleg is folyamatos fejlődés jellemez.

## 4. A KÖZLEKEDÉSBEN ALKALMAZOTT TÉRBELI MODELLEK ÁTTEKINTÉSE A GAZDASÁGI FEJLŐDÉS TÜKRÉBEN

A közlekedésben alkalmazott térbeli modellek leginkább a közlekedés gazdasági fejlődéshez történő hozzájárulását vizsgálják. A térbeli kifejezés arra utal, hogy az elemzésben fontos szerepet játszik a térbeliség. A következőkben a gazdasági fejlődés térbeli modelljeinek rövid bemutatása és összehasonlítása következik.

### 4.1. Multiregionális gazdasági modellek

A közlekedés és a gazdasági fejlődés közötti kapcsolat igen összetett. A modellekben szereplő döntési változók egyaránt épülnek műszaki, gazdasági és társadalmi adatokra is [14]. A területgazdaságtan egyik alapelve a közlekedési infrastruktúra és a szolgáltatás minőségének a regionális fejlődésben betöltött fontos szerepe. A legegyszerűbb formában ez azt jelenti, hogy azok a régiók, amelyek jobban hozzáférnek az alapanyagokhoz és a piacokhoz, termelékenyebbek, versenyképesebbek és ennél fogva sikeresebbek lesznek, mint a távoli és elszigeteltebb régiók.

A multiregionális gazdasági modelleknek három típusát különböztetjük meg: a regionális termelési modelleket, a multiregionális IO modelleket és a térbeli számítható általános egyensúlyi modelleket. Az 1. táblázatban a különböző modellek összefoglalója látható.

A három modelltípusban, a regionális termelési modellekben, a multiregionális be- és kiemeneti, valamint a térbeli számítható általános egyensúlyi modellekben sok közös vonás van. Az itt tárgyalt modellekben nincs olyan neoklasszikus modell, amely feltételezné a tökéletes tényezőmobilitást, mivel a modelleknek szerves része a térbeli ellenállás, a szállítási költségek. Ugyanakkor fontos megjegyezni, hogy ezt eltérő részletességgel teszik. Az összehasonlítás a 2. táblázatban látható.

**1. táblázat: A multiregionális gazdasági modellek**  
[saját szerkesztés „A Handbook of Transport Economics” alapján]

	Hol fejlesztették ki?	Célja
<b>REGIONÁLIS TERMELÉSI MODELLEK</b>		
<b>SASI</b>	Bécsi Műszaki Egyetem & Dortmundi Egyetem	Európai régiók társadalmi-gazdasági fejlődésének rekurzív szimulációs modellje, az Unió egészének gazdasági és demográfiai fejlődésével kapcsolatos exogén feltételezésektől függően a modell előrejelzi a közlekedési infrastruktúra-beruházások és a közlekedési rendszerek fejlesztésének hatásait.
<b>ASTRA</b>	Karlsruhei Műszaki Egyetem (Németország)	Rendszerdinamikai típusú rekurzív-dinamikus modell, amelyet arra fejlesztettek ki, hogy felmérje a közlekedéspolitikai regionális gazdaságra és környezetre gyakorolt hatásait.
<b>MASST</b>	Politecnico di Milano (Olaszország)	Célja az európai területfejlesztés hosszú távú forgatókönyveinek értékelése. A nemzeti és regionális GDP-növekedést, a népességet és a migrációt a makrogazdasági tendenciákra és a politikai feltételezésekre alapozott alternatív feltevések alapján modellezi.
<b>MULTIREGIONÁLIS IO MODELLEK</b>		
<b>MEPLAN</b>	Marcil Echenique - Cambridge-i Egyetem	A regionális gazdasági fejlődést és a közlekedési folyamatokat modellezi a nemzeti be- és kimeneti táblázatok alapján, különféle típusú háztartások által, mint áruk és szolgáltatások fogyasztói, (valamint a munkaerő termelői). A régiók közötti kereskedelem az import és export árutípus, termelési ár és szállítási költség alapján vannak előrejelvezve a regionális kereslet-kínálat függvényében.
<b>TRANUS</b>	Tomas de la Barra (Venezuela)	Régiók szintjén mutatja be a termékek és a fogyasztás helyét, a termelési árak és a szállítási költségek függvényében. Ily módon olyan áruk és szolgáltatások áramlását generalja, amelyeket azután teher- és személyszállításokká alakítanak át.
<b>PECAS</b>	Calgary Egyetem (Kanada)	Csere és fogyasztóelosztási rendszer. MEPLAN szerkezete kibővítve a 'készlet' és 'használat' mátrix-szal, amely ábrázolja a termelést, fogyasztást, a termékek és szolgáltatások tranzakcióit a beszállítótól a vevőig használva az 'exchanges as submarkets'-t az endogén árakkal és rugalmas export és import funkciókkal.
<b>DELTA</b>	David Simmonds és kollégái	Térülethasználati modellezési csomag, amely két térszinten működik. A magasabb térbeli szint egyesül a térbeli be- és kimeneti modellel, amelyben a kereskedelem áramlását a beruházási és a migrációs modellhez kapcsolódó szállítási költségek befolyásolják.
<b>RUBMRIO</b>	Texasi Egyetem (USA)	A 254 texasi megyének a beágyazott logit modellek felhasználásával a bemenetekhez és a szállítási mód kiválasztásához készített modell.
<b>TÉRBELI ÁLTALÁNOS EGYENSÜLYI MODELLEK (SCGE)</b>		
<b>CGEurope</b>	Kiel Egyetem (Németország)	Multiregionális térbeli kiszámítható általános egyensúlyi modell, amelyben a szállítási költségek a vállalkozások szállítási és üzleti utazási költségei. Az árak és a mennyiségek a szállítási idő és -költség változásaira reagálnak, amely így az egyes régiók jövedelmének és jólétének változását eredményezik.
<b>RAEM</b>	Groningeni Egyetem & TNO Delft (Hollandia)	A regionális tőkebefektetéseknek, valamint a háztartások és vállalatok készlet - és áramlási kapcsolatainak az SCGE modellje.
<b>REMI PI+</b>	Massachusettsi Egyetem (USA)	A legújabb verziója a PI+ (Policy Insight) egy új gazdasági földrajzi kiterjesztése az eredeti REMI szerkezetnek, endogén ingatlan árakkal, munkaerő mobilitással és iparágak közötti vásárlással. A modellben az agglomerációs erők a fogyasztók és a termelők árai és munkabérei, a centrifugális erő pedig a korlátozott földterület. Az evolúciós egyensúlyt az alrendszerek beállítási sebességének figyelembevételével határozza meg.

**2. táblázat: A multiregionális gazdasági modellek összehasonlítása**  
*[saját szerkesztés „A Handbook of Transport Economics” alapján]*

Modell	Kereskedelmi áramlatok	Tökéletlen verseny	Hálózatok	Demográfia	Migráció	Dinamika
SASI	nem	implicit	igen	igen	igen	igen
ASTRA	termék vagy szolgáltatás	implicit	nem	igen	igen	igen
NASST	nem	implicit	nem	igen	igen	igen
MEPLAN	igen	nem	igen	nem	nem	nem
TRANUS	igen	nem	igen	nem	nem	nem
PECAS		nem	igen	nem	nem	részben
DELTA	igen	implicit	externál	nem	igen	részben
RUBMRIO	igen	nem	externál	nem	igen	részben
CGEurope	igen	igen	externál	nem	nem	nem
RAEM	igen	igen	externál	nem	igen	igen
REMI PI+	igen	igen	nem	igen	igen	igen

Lényeges különbség a modellek között a dinamika kezelése. A multiregionális be- és kimeneti, valamint a térbeli általános egyensúlyi (Spatial Computable General Equilibrium, SCGE) modellek feltételezik, hogy a piacok a kezdő és a célévben (CGEurope) egyensúlyban vannak. Minden egyes időszak végén (MEPLAN, TRANUS, PECAS, DELTA, RUBMRIO, RAEM) vagy több periódus/időszak után (REMI, PI+, részben dinamikus összetevőkkel, mint például befektetésekkel vagy migrációval kombinálva) kerülnek egyensúlyba. A termelési függvény alapú modellek azonban rekurzívan dinamikusak a különböző típusú beállítási késleltetésekkel. Különösen az utóbbi, az egyensúly és a dinamika közötti különbség tűnik úgy, hogy befolyásolja a modellek érzékenységét a szállítási költségek változásaiban.

## 4.2. Régió belüli modellek

Az ipari területek elhelyezése a városi területeken belül politikai, gazdasági, várostervezési és közlekedésfejlesztési döntésektől függ. Ebben az esetben más tulajdonságok, mint például az ügyfelekhez és szállítókhoz való rövid távolságú elérés, területhasználat és környezeti korlá-

tok, a terület rendelkezésre állása és ára vagy bérleti díja válnak fontossá. A régió belüli ismertebb modellek a 3. táblázatban láthatók.

A bemutatott modellek mindegyike tartalmazza a jelenkori közlekedéspolitikára való reagáláshoz szükséges változókat, a közlekedési infrastruktúra-beruházástól az utazási igények kezeléséig, az adózás, az úthasználati díjak, illetve a tömegközlekedés díját egyaránt. A 4. táblázatban a modellek összehasonlítása látható a legfontosabb tényezők szempontjából.

A táblázatból kitűnik, hogy a modellek közötti különbségek nem túl jelentősek, azonban mégis megemlíthetünk három fontosabbat. Az első a helyek modellezéséből fakad, mégpedig, hogy be- és kimeneti keretrendszerrel vagy anélkül veszik figyelembe a helyeket a modellben. A másik különbség az áruszállítás kérdésköre, mégpedig, hogy azt teljes körűen integrálják-e vagy sem. A harmadik tényező, hogy a modellek kifejezetten modellezik-e a demográfiai adatok, a háztartások alakulását, a munkaerőpiacot, és a munkanélküliséget.

**3. táblázat: A régió belül alkalmazott modellek**  
[saját szerkesztés „A Handbook of Transport Economics” alapján]

	Hol fejlesztették ki?	Célja
<b>TERÜLETI INTERAKCIÓ HELYMEGHATÁROZÓ MODELLEK</b>		
<b>ITLUP (Integrated Transport and Land Use Package)</b>	Putman	Integrált Szállítási és Terület Használati Csomag modell magába foglal egy lakóhely modellt (DRAM) összekapcsolva egy foglalkoztatás helymeghatározó modellel (EMPAL).
<b>MEPLAN</b>	Marcil Echenique - Cambridge-i Egyetem	A régió belüli alkalmazások különböznek/eltérnek a multiregionális alkalmazásoktól, abban, hogy a terület rendelkezésre állását és a terület árát, mint tényezőket is tartalmazták.
<b>TRANUS</b>	Tomas de la Barra (Venezuela)	Régió belüli alkalmazásokhoz a térbeli be- és kimeneti szerkezet/keretrendszer rugalmas keresleti függvényeket ad hozzá, logit választással és egyensúlyi árakkal kombinálva. Ez lehetővé teszi az ingatlanpiacok ábrázolását, beleértve a különböző típusú alapterületeket és földterületeket.
<b>PECAS</b>	Calgary Egyetem (Kanada)	Kiterjeszti a multiregionális be- és kimeneti modellek keretszerkezetét a termékek és szolgáltatások tranzakcióival cserén keresztül alpiacokként.
<b>BID-RENTLOCATION MODELL</b>		
<b>MUSSA</b>	Chilei Egyetem	Ötlépcsős földhasználati modell. A MUSSA legújabb verziója a városi ingatlanpiacot olyan aukcióként (árverésként) reprezentálja, amelyen a kínálat (földtulajdonosok és fejlesztők) és a kereslet (háztartások és cégek) kölcsönhatásba lépnek. A háztartások és vállalatok földtulajdon kereslete valamint a földtulajdonosok és fejlesztők kínálatja egyensúlyban van. A korlátozó feltételek figyelembe veszik a környeti rendelkezéseket és előírásokat, adózási szabályokat vagy segélyeket (támogatásokat).
<b>RURBAN</b>	SendaiTohoku Egyetem (Japán)	A modell egy integrált városi modell, amely véletlenszerű hasznos elméleten és bérleti díj (rent-bidding) elemzésen alapszik. A modell feltételezi, hogy a földpiac általános egyensúlyát azzal a feltétellel érik el, hogy a terület iránti kereslet véletlenszerű elméletből származik és a bérleti díj elemzéséből származó földkínálat egyenlő.
<b>HASZNOSSÁGON ALAPULÓ HELYMEGHATÁROZÓ MODELLEK</b>		
<b>IRPUD</b>	Dortmundi Egyetem	Földhasználati közlekedési modell a nagyvárosi térségben a régió belüli helymeghatározási és mobilitási döntések szimulációs modellezésére. A foglalkoztatást az üres ipari vagy kereskedelmi épületek kapacitásának és vonzerejének függvényében helyezik el vagy helyezik át, a földhasználat típusa, a környék jellemzői és az ár szempontjából.
<b>UrbanSim</b>	Washingtoni Egyetem	A háztartások és a vállalkozások helymegválasztásának mikroökonómiai modellje. A foglalkoztatás helymeghatározási modellben az egyéni munkahelyeket a rendelkezésre álló üres épületek közül véletlenszerűen osztják ki, figyelembe véve az ingatlanok tulajdonságainak vonzerejét, a környék tulajdonságait és a regionális elérhetőség/hozzáférhetőséget.
<b>DELTA</b>	David Simmonds	A korábban kidolgozott gazdasági modellezési csomag alacsonyabb szintje, amely regionális vagy városi léptékben előre jelzi a területfejlesztést. Ahol a DELTA felső szintű komponensét megvalósítják (lásd fent), annak gazdasági előrejelzései az alacsonyabb szintet mozgatják, amely a foglalkoztatást előre jelzi.
<b>MARS</b>	Leeds Egyetem & Bécsi Műszaki Egyetem	A modell egy stratégiai földhasználati közlekedési modell, amely a rendszerek dinamikájának elvein alapul.
<b>TIGRIS XL</b>	Hollandia	Egy integrált terület használati közlekedési modell, amely öt modulból áll, az egyes piacokat, a földpiacot (landmarket), a lakáspiacot, kereskedelmi ingatlanpiacot, valamint a munkaerőpiacot reprezentálják, ezenkívül tartalmaz egy hatodik demográfiai modult is.

4. táblázat: A régió belüli alkalmazott modellek összehasonlítása  
[saját szerkesztés „A Handbook of Transport Economics” alapján]

Modell	IO	Munkaerő-piac	Hálózatok	Áruszállítás	Dinamika	Mikro-szimuláció
ITLUP	nem	nem	igen	nem	nem	nem
MEPLAN	igen	nem	igen	igen	nem	nem
TRANUS	igen	nem	igen	igen	nem	nem
PECAS	igen	igen	igen	igen	nem	részleges
MUSSA	nem	igen	externál	nem	nem	nem
RURBAN	nem	nem	igen	nem	nem	nem
IRPUD	nem	igen	igen	nem	igen	részleges
UrbanSim	nem	igen	externál	nem	igen	igen
DELTA	igen	igen	externál	igen	igen	nem
MARS	nem	nem	nem	nem	igen	nem
Tigris XL	nem	igen	externál	nem	igen	nem

Mint ahogy azt már a korábbiakban is említettük, a regionális különbségek vagy éppen hasonlóságok vizsgálata nem csak a közlekedési szektorban dolgozó kutatók fő kutatási területe. Az 1990-es években Philippe Martin igen alaposan és mélyre hatólag tanulmányozta a regionális konkurencia kérdését, számos kutatásnak manapság is alapot adva az eredményeivel [9]. Tudományos munkásságának a fő eredményei a gazdasági földrajz területéről származtathatók, többek között megvizsgálta és modellezte a közlekedési infrastruktúra gazdaságra, innovációra és jólétre gyakorolt hatásait.

## 5. ÖSSZEFOGLALÁS

Az elmúlt 20 évben a kiszámítható általános egyensúly (CGE) modellek a kvantitatív politikai értékelés standard eszközeivé váltak. Ezek a modellek a gazdaság minden piacát, a fogyasztóktól kezdve, a termelőkön át, valamint más gazdasági szereplők figyelembevételével szimulálják az adott piaci helyzetet. A mikroökómia alapelveire építve lehetséges a gazdasági termékek vagy szolgáltatások kinyerése és a közlekedés és a gazdaság közötti kapcsolatok ábrázolása, amelyeket bármely

más modellnél igen nehéz lenne létrehozni. A modellek még sokak számára ismeretlenek a közlekedéstervezés területén, valamint a CGE-modellek még sok esetben nem kerültek teljes áttekintésre közlekedés-tervezési perspektívából. Ezért a cikk célja egy rövid, de mégis átfogó áttekintés készítése volt, valamint az egyensúlyi modellek lehetséges alkalmazásának megvitatása az értékelési folyamatban. Ismertettük a közlekedéstervezésben rendelkezésre álló döntéshozatali eszközöket az egyensúlyi modellek szempontjából a költség-haszon elemzéstől egészen a térbeli egyensúlyi modellekig.

## FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] Andre de Palma, Robin Lindsey, Emile Quinet, Roger Vickerman (2011) A Handbook of Transport Economics, ISBN 978 1 84720 2031
- [2] Arnott, R.J., MacKinnon, J.G. (1977) The effects of the property tax: a general equilibrium simulation. J. Urban Econ. 4, 389–407. DOI: <http://doi.org/cbqdsj>
- [3] Bachmann, C., Kennedy, C., Roorda, M.J. (2014) Applications of random-utility-based multi-region input-out-

- put models of transport and the spatial economy. *Transp. Rev.* 34, 418–440. DOI: <http://doi.org/dvgb>
- [4] Boardman, A.E., Greenberg, D.H., Vining, A.R., Weimer, D.L. (2006) *Cost-Benefit Analysis: Concepts and Practice*, 3rd ed., Pearson international ed. ed. Pearson Prentice Hall, Upper Saddle River, N.J.
- [5] Bröcker, J., Korzhenevych, A., Schürmann, C. (2010) Assessing spatial equity and efficiency impacts of transport infrastructure projects. *Transport. Res. Part B: Methodol.* 44, 795–811. DOI: <http://doi.org/dvv27f>
- [6] Juhász, M. (2018) *Városi közlekedési infrastruktúra beavatkozások hatásainak becslése és értékelő vizsgálata*, Doktori tézisek, Széchenyi István Egyetem Multi-diszciplináris Műszaki Tudományi Doktori Iskola, Győr
- [7] Tánczos, L., Koren, Cs., Timár, A. (2010) A közúti kiadások finanszírozásának jelenlegi magyar és nemzetközi gyakorlata, *Közlekedésépítési szemle*, 60. évf. 12. sz. /2010, pp. 1–8.
- [8] Mackie, P., Graham, D., Laird, J. (2011) The direct and wider impacts of transport projects: a review. In: A. de Palma - R. Lindsay - E. Quinet - R. Vickerman (ed.): *A Handbook of Transport Economics*; Edward Elgar Publishing – UK/USA, 2011, pp. 501–526)
- [9] Martin, P. (1998) Public Policies, Regional Inequalities, and Growth, *Journal of Public Economics* 73(1):85–105, DOI: <http://doi.org/d8rwwv>
- [10] Nitzsche, E., Tscharaktschiew, S. (2013) Efficiency of speed limits in cities: a spatial computable general equilibrium assessment. *Transport. Res. A: Pol. Pract.* 56, 23–48. DOI: <http://doi.org/f5hm3h>
- [11] Oosterhaven, J., Knaap, T. (2003) *Spatial Economic Impacts of Transport Infrastructure Investments*. In: Pearman, A., Mackie, P., Nellthorp, J. (Eds.), *Transport Projects, Programmes and Policies: Evaluation Needs and Capabilities*. Ashgate, Aldershot, pp. 87.
- [12] Sullivan, A.M. (1986) A general equilibrium model with agglomerative economies and decentralized employment. *J. Urban Econ.* 20, 55–74. DOI: <http://doi.org/bkrzhc>
- [13] Sullivan, A. M. (1983) A general equilibrium model with external scale economies in production. *J. Urban Econ.* 13, 235–255. DOI: <http://doi.org/cdhqk3>
- [14] Török Árpád, Bokor Zoltán (2009) Általános egyensúlyi modellek alkalmazása a városi közlekedéstervezésben. In: Péter, Tamás; Nádai, László (szerk.) *Innováció és fenntartható felszíni közlekedés 2009: IFFK 2009 Budapest, Magyarország: BME Közlekedésmérnöki Kar, Paper: 2-szekcio/001*, 4 p.
- [15] Tscharaktschiew, S., Hirte, G. (2010) The drawbacks and opportunities of carbon charges in metropolitan areas—a spatial general equilibrium approach. *Ecol. Econ.* 70, 339–357. DOI: <http://doi.org/d6p5n4>
- [16] Tscharaktschiew, S., Hirte, G. (2012) Should subsidies to urban passenger transport be increased? A spatial CGE analysis for a German metropolitan area. *Transport. Res. Part A: Pol. Pract.* 46, 285–309. DOI: <http://doi.org/dsz3sq>
- [17] Wangsness, P.B., Rødseth, K.L., Hansen, W. (2016) A review of guidelines for including wider economic impacts in transport appraisal. *Transp. Rev.* 37, 94–155. DOI: <http://doi.org/dvvgd>
- [18] Wegener, M. (2011) Transport in spatial models of economic development. In: de Palma, A., Lindsey, R., Quinet, E., Vickerman, R. (Eds.), *A Handbook of Transport Economics*. Edward Elgar Publishing.



## The evolution of equilibrium models - general equilibrium models in transport

There is little literature in Hungarian on this topic, so it is important to summarize the results that have been obtained so far. Computable general equilibrium models are an increasingly popular method for assessing the economic impacts of transport, including direct and wider economic impacts. They can be used to determine the behaviour of all markets and actors in the economy. The applied or computable general equilibrium models (AGE or CGE) are based on the modelling of the behaviour of microeconomic actors (households, companies, etc.). General Equilibrium (GE) typically describes a state of stable equilibrium between individual decisions. Then the signals influencing individual choice coincide with the signals issued by the markets, so no one is pushing for a change in the equilibrium situation. The article reviews the range of CGE models used in transport issues and discusses their role in transport assessment.



## Evolution von Gleichgewichtsmodellen - allgemeine Gleichgewichtsmodelle im Transportwesen

Es gibt wenig ungarische Literatur zu diesem Thema, daher ist es wichtig, die bisherigen Ergebnisse zusammenzufassen. Berechenbare allgemeine Gleichgewichtsmodelle sind eine zunehmend beliebte Methode zur Bewertung der sowohl der direkten als auch der breiteren wirtschaftlichen Auswirkungen des Verkehrs. Sie können verwendet werden, um das Verhalten aller Märkte und Akteure in der Wirtschaft zu bestimmen. Die angewandten (AGE) oder berechneten (CGE) allgemeinen Gleichgewichtsmodelle basieren auf der Modellierung des Verhaltens mikroökonomischer Akteure (Haushalte, Unternehmen usw.). Das allgemeine Gleichgewicht (GE) beschreibt typischerweise den Zustand eines stabilen Gleichgewichts zwischen den einzelnen Entscheidungen. Dann stimmen die Signale, die die individuelle Wahl beeinflussen, mit den von den Märkten ausgegebenen Signalen überein, sodass niemand auf eine Änderung der Gleichgewichtssituation drängt. Der Artikel gibt einen Überblick über die verschiedenen CGE-Modelle, die in Verkehrsfragen verwendet werden, und erörtert deren Rolle bei der Bewertung des Verkehrs.

1951

70 év

2020