

# Döntésmodellezés a közúti közlekedési módválasztásban

Kosztjó Ágnes<sup>1</sup>, Török Ádám<sup>2</sup>

## Absztrakt

Cikkünkben a közúti közlekedési módválasztást, mint racionális döntési folyamatot szeretnénk modellezni, különös tekintettel a gépjárműforgalom károsanyag kibocsátására. Munkánkban elsősorban arra törekedtünk, hogy bemutassuk a klasszikus közgazdasági megközelítés logikáját, a közlekedő választását. Erre különösen alkalmas a diszkrét döntési modellek családja. Cikkünkben csak a neoklasszikus közgazdaságtanból jól ismert hasznosság alapú diszkrét modellekkel foglalkozunk, mert a közlekedési módválasztás és környezetterhelés problematikáját ez tárja fel megfelelően. A modellben a lehetőségekhez egyértelműen hasznosságokat rendelünk, és azt feltételezzük, hogy a döntéshozó mindig a számára legnagyobb hasznosságú döntést hozza meg. A hasznosság függvénybe szinte bármilyen paraméter implementálható, ám gyakorlati alkalmazhatóság szempontjából az eljutási időt, az utazási költséget és a környezetterhelést vettük alapul.

## 1. Bevezetés

A közúti közlekedési igények vizsgálata egyre fontosabbá vált az elmúlt 25 évben. A modell, amely a valóság egyszerűsített leírása, segítségével a komplex valóságos rendszerek könnyebben érthetőek meg. A cikk célja, hogy az emberi viselkedést modellezze a közlekedési módválasztás szempontjából. A rendszer összetettsége miatt egyszerűsítésekre van szükség, melyek elengedhetetlenek, hogy a modellünk működjön. Különböző problémák megoldásához a valóság modellben történő ábrázolására van szükség. A modell a valóság leegyszerűsített képe, a tények komplex összefüggését csak úgy tudjuk áttekinteni és megérteni, ha megfelelő módon leegyszerűsítjük azokat. A fizikai modell a valóság olyan részletének leegyszerűsített, konkrét ábrázolása amely a vizsgálat számára lényeges szempontokat a valóságnak megfelelően tartalmazza. [2] Egy adott modell számos feltételezést tartalmaz, melyekkel pontosan tisztában kell lennünk, amikor előrejelzést, szabályozást vagy optimalizálást

---

<sup>1</sup> Kosztjó Ágnes, tanársegéd; Budapesti Műszaki és gazdaságtudományi Egyetem, Közlekedésgazdasági tanszék, [akosztjo@kgazd.bme.hu](mailto:akosztjo@kgazd.bme.hu)

<sup>2</sup> Török Ádám, PhD hallgató; Budapesti Műszaki és gazdaságtudományi Egyetem, Közlekedésgazdasági tanszék, [atorok@kgazd.bme.hu](mailto:atorok@kgazd.bme.hu)

végzünk a modellen. Ahhoz, hogy megfigyelhessük, hogy egyének miként hoznak döntéseket néhány speciális feltételezéssel kell élnünk:

1. döntéshozó: a döntést hozó egyén, vagy valamilyen közös tulajdonság alapján vett csoportosulás (ilyenkor a csoport más tulajdonságait figyelmen kívül hagyjuk);
2. a lehetőségek: azon feltételezések, amelyek a döntéshozó számára elérhető választási lehetőségek definiálják;
3. jellemzők: azon feltételezések, melyek meghatározzák minden választási lehetőségre a döntést befolyásoló tényezőket és melyeket döntéshozó figyelembe vesz a döntésénél;
4. döntési szabály: azon feltételezések, melyek leírják a döntési mechanizmus karakterisztikáit.

Egy döntés modellezésénél vizsgálnunk kell, hogy milyen választási lehetőséget választott a döntéshozó és azt is vizsgálni kell, hogy melyiket nem választotta. Cikkben, a közlekedési módválasztásból adódóan, a közlekedési módválasztási modellek közül a diszkrét választási modelleket vizsgáljuk meg.

## **2. Diszkrét döntési modellek**

Diszkrét döntési modellnél felírható a választási lehetőségek véges sokasága. Következő lépésben fel kell tárni a választási lehetőségek körét. A lehetőségek két csoportra bonthatóak: általános választási lehetőségekre és a redukált lehetőségek tárára. Az általános lehetőségek csoportja az összes lehetséges választást tartalmazza, amíg a redukált lehetőségek csak a döntéshozó számára elérhető lehetőségeket tartalmazza. Itt kell megjegyezni, hogy egyes közlekedési módválasztási esetekben külön megfigyelést tenne indokoltta az, hogy egyes közlekedési alágazatok miatt nem kerülnek bele a redukált lehetőségek halmazába (pl.: nincs gépjárművezetői engedélye és ezért nem szerepel a közlekedési módok között az egyéni gépjárműközlekedés, vagy információ hiány miatt nem használja a közösségi közlekedést). A redukált döntési lehetőségek részhalmaza igen gyakran valódi részhalmaza az általános döntési lehetőségeknek.

A vizsgálatkor azonosítani kell azon jellemzőket, melyek befolyásolják a döntéshozót döntése meghozásában. Minden választási lehetőséget értékelünk kell a jellemzők alapján. Ezek lehetnek közlekedés esetén az utazási vagy az eljutási idő, a kényelem és az egyéni költségek. A vizsgálat alapját adó jellemzők egyaránt lehetnek kvantitatívak és kvalitatívak. Jellemző, hogy nem csak megfigyelhető direkt ismerv lehet, hanem annak valamilyen függvénykapcsolata (pl.: az utazási idő helyett annak logaritmus vagy az egyéni költségek helyett az egyéni jövedelem és költség hányadosa szerepelhet) [4].

Miután megvizsgáltuk a döntési jellemzőket és a választási lehetőségeket vizsgáljuk meg a döntési mechanizmust leíró karakterisztikákat is. A módváltásokat leíró karakterisztikákat csoportokra szokták bontani a közös matematikai modell alapján. Cikkünkben, a továbbiakban csak a neoklasszikus közgazdaságtanból jól ismert hasznosság alapú diszkrét modellel foglalkozunk, mert a közlekedési módváltást ez írja le megfelelően. A modellben a lehetőségekhez egyértelműen hasznosságokat rendelünk, és azt feltételezzük, hogy a döntéshozó mindig a számára legnagyobb hasznosságú döntést hozza meg. Ez a feltételezésünk korlátozza a modell gyakorlati használhatóságát, habár az emberi elme és viselkedés összetettsége indokolná a bizonytalanság vagy hiba kezelését, a szigorúan csak hasznosság alapú modell mégsem foglalkozik ezzel. A döntéshozót a hasznosságmaximalizáson túl számos elem: a szokások, a kultúra és társadalmi intézmények mellett, egyéni kognitív képességei motivációi is befolyásolják. [1] Más hasznosság alapú, de bővített modellekben a bizonytalanságot hibataggal vagy súlyozó tényezőkkel próbálják korrigálni.

$$(1) \quad U_i = \Omega_i + \varepsilon_i$$

,ahol  $U_i$  : az i. közlekedési mód hasznossága

$\Omega_i$  : az i. közlekedési mód megfigyelhető hasznossága

$\varepsilon_i$  : az i. közlekedési mód nem megfigyelhető hasznossága vagy hibatag

$$(2) \quad U_i = \sum_{j=1}^n (w_j f_j)$$

,ahol  $w_j$  : a j. döntési jellemző súlya

$f_j$  : a j. döntési jellemző

### 3. Nested Logit diszkrét döntési modell közlekedési alkalmazása

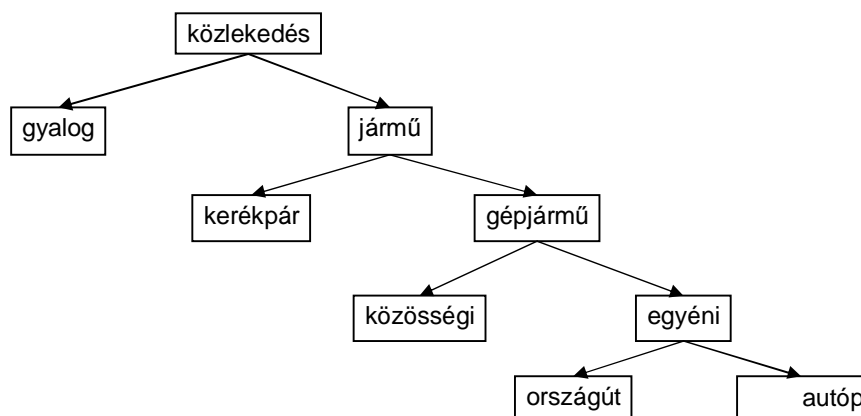
A modell alapvetően a hasznosság alapú modellek családjába tartozik. Alapvetése, hogy a döntéshozó a számára legkedvezőbb, legnagyobb hasznosságú közlekedési módot választja. A modell alapján annak valószínűsége, hogy a döntéshozó  $i$ . lehetőséget választja  $J$  lehetőség közül az alábbi módon írható le:

$$(3) \quad P_i = \frac{e^{U_i}}{\sum_{j \in J} e^{U_j}}$$

Ebben az értelemben a hasznosság a módváltás teljes költségét próbálja jelenteni, ami persze a kettő közötti fordított arányosságon alapul. Az alább bemutatott eljárás csak a hasznosság kifejtésében tér el az eddig ismertetettől, mert olyan elemet is tartalmaz, amelynek költségcsökkentése eddig csak nehézkesen volt megoldható.

### 4. Bináris Nested Logit Döntési Modell alkalmazása közlekedési módváltásra [3]

A közlekedési módváltásnál a Nested Logit modell tovább egyszerűsíthető, hiszen halmazképzéssel a Bináris Nested Logit modell képezhető belőle (1. ábra).



1. ábra: Bináris döntési fa a közlekedési módváltáshoz

Ekkor az összefüggés 2 tagúvá egyszerűsödik:

$$(4) \quad P_1 = \frac{e^{U_1}}{e^{U_1+U_2}}; P_2=1-P_1$$

## 5. A hasznosság meghatározása

A modellben igen nagy szerepe van a hasznosságnak, ezért meghatározását az alábbiakban mutatjuk be. A hasznosság függvényébe szinte bármilyen paraméter figyelembe vehető, ám gyakorlati alkalmazhatóság szempontjából az eljutási időt, az utazási költséget és a környezetterhelést vettük alapul.

(5)

$$U_i = w_j \frac{1}{C_i} + w_k \frac{1}{T_i} + w_l \frac{1}{L_i}$$

Formázott: Kiemelt

, ahol  $U_i$  : az i. közlekedési mód hasznossága

$w_x$  : a súlytényező

$C_i$  : az i. közlekedési mód utazási költsége

$T_i$  : az i. közlekedési mód utazási ideje

$L_i$  : az i. közlekedési mód légszennyezése

Bizonyos esetekben az emberek hasznosságuk elvesztése ellenére is ragaszkodnak döntésükhöz, régi jól bevált szokásukhoz. Ennek modellezésére vezessük be a közlekedési módok specifikus konstansát (ASC). Ekkor a hasznosság felírható:

(6)

$$U_i = w_j \frac{1}{C_i} + w_k \frac{1}{T_i} + w_l \frac{1}{L_i} + ASC_i$$

Formázott: Kiemelt

, ahol  $ASC_i$  : az i. közlekedési mód specifikus konstansa

A fent leírtak csak lineáris hasznosságra vonatkoznak, természetesen elképzelhetők más döntési mechanizmust leíró karakterisztikák (hatvány, logaritmus stb.). A hasznosság alkotó elemeiből talán különösebb magyarázatot csak a légszennyezés meghatározása igényel.

A járműáramlatot csoportokra lehet bontani. A csoportosítás alapja a törvényi előírás<sup>3</sup>. A járműáramlat károsanyag kibocsátási szintjének meghatározása során vegyük a  $G$  mátrixot, amely a gépjárműállomány darabszámát reprezentálja az alábbi ismért-csoportok alapján:

$$(7) \quad \underline{\underline{G}} = \begin{pmatrix} g_{11} & g_{1j} & g_{1m} \\ g_{i1} & g_{ij} & g_{im} \\ g_{n1} & g_{nj} & g_{nm} \end{pmatrix}$$

ahol:  $g_{ij}$  a képzett csoportokba tartozó gépjárművek elemszáma

$$(8) \quad \sum_{i=1}^n g_{ij} = a_j \quad j=1, \dots, m \text{ az EURO}^4 \text{ j szabványú járművek által okozott károsanyag kibocsátás}$$

$$(9) \quad \sum_{j=1}^m g_{ij} = b_i \quad i=1, \dots, n \begin{cases} M_i & | i: 1..3 \\ N_{i-3} & | i: 4..6 \end{cases} \text{ osztályú járművek csoportja}$$

$$(10) \quad \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m g_{ij} = \sum_{j=1}^m a_j = \sum_{i=1}^n b_j \text{ azaz az összes jármű.}$$

A járművek károsanyag kibocsátásának becsléséhez kibocsátási faktort használható, amely a jelenlegi nemzetközi kutatásokkal is összhangban van. Megvizsgáltuk a hazánkban alkalmazott környezetvédelmi felülvizsgálati technológia esetleges adaptációjának lehetőségét, de a járműspecifikus adatok komplexitása az átvételt nem teszi lehetővé. A kibocsátási faktor alapja az EURO környezetvédelmi szabvány károsanyag kibocsátási határértékei, melyek az idők folyamán szigorodtak és finomodtak, részletesebbé váltak.

## 6. Összefoglalás

A közlekedési igények vizsgálata egyre fontosabbá vált az elmúlt 25 évben. Munkánkban elsősorban arra törekedtünk, hogy modellezzük a közlekedési módválasztást, mint racionális döntési folyamatot, különös tekintettel a gépjárműforgalom károsanyag kibocsátására. A cikkben, a közlekedési módválasztásból

<sup>3</sup> 5/1990. (IV. 12.) KöHÉM rendelet

<sup>4</sup> 6/1990 (IV.2.) KöHÉM rendelet 5. mellékletének 2 táblázata alapján definiált EURO előírások

adódóan, a közlekedési módválasztási modellek közül a diszkrét választási modelleket vizsgáljuk meg. Erre különösen alkalmas a diszkrét döntési modellek családja. A cikk célja, hogy az emberi viselkedést modellezze a közlekedési módválasztás szempontjából.

Diszkrét döntési modellnél felírható a választási lehetőségek véges sokasága. A vizsgálatkor azonosítani kell azon jellemzőket, melyek befolyásolják a döntéshozót döntése meghozásában. Minden választási lehetőséget értékelnünk kell a jellemzők alapján. Ezek lehetnek közlekedés esetén az utazási vagy az eljutási idő, a kényelem és az egyéni költségek, esetleg a környezetterhelés. A vizsgálat alapját adó jellemzők egyaránt lehetnek kvantitatívak és kvalitatívak.

Az általunk módosított modell alapvetően a hasznosság alapú modellek családjába tartozik. Alapvetése, hogy a döntéshozó a számára legkedvezőbb, legnagyobb hasznosságú közlekedési módot választja. A hasznosság függvényébe szinte bármilyen paraméter figyelembe vehető, ám gyakorlati alkalmazhatóság szempontjából az eljutási időt, az utazási költséget és a környezetterhelést vettük alapul. Így a környezetterhelés értékelése a közlekedési módválasztási döntéseknél megfigyelhetővé válik.

## Hivatkozás

- [1] Sipos László – Tóth Arnold A közgazdasági értelemben irracionálisnak tekintett döntések kognitív okai, Marketing & Management 2006/01. p22-30
- [2] Dr. Gilicze Éva, Molnár László, Tarnai Júlia, Fekete András – Matematikai Módszerek és modelleke a közlekedésben II. Tankönyvkiadó, Budapest 1971
- [3] Dr. Gilicze Éva – Személyközlekedési Üzemtan, Egyetemi Jegyzet,
- [4] Kővári Botond – A városi közlekedési folyamatok komplex befolyásoló intézkedései, Loginfo, 2005/07-08, p18-19