

# ÁGAZATI BERUHÁZÁSI FÜGGVÉNYEK A SZÁMSZERŰSÍTETT ÁLTALÁNOS EGYENSÚLYI MODELLBEN – ELMÉLET ÉS MODELLSZIMULÁCIÓK<sup>1</sup>

RÉVÉSZ TAMÁS  
*Budapesti Corvinus Egyetem*

Már az általános egyensúlyi modellek első, statikus, illetve a hosszú távú egyensúly feltételeit megfogalmazó változataiban is felmerült a „makroökonómiai lezárás”, és ezen belül különösen a beruházások meghatározásának problémája. De a beruházások beruházó ágazatok szerinti meghatározása dinamikus és nem teljesen egyensúlyi pályákat ábrázoló modellekben is szinte áthidalhatatlan elméleti, konzisztencia- és számszerűsítési problémákat jelent, különös tekintettel a modell dinamikus viselkedésének elfogadható keretek között tartásának nehézségeire. A 2. fejezet áttekinti a beruházások elméleti-modellezési alapkérdéseit, a beruházásoknak a szakirodalomban megtalálható különféle motívumait, különösen a számszerűsített általános egyensúlyi (CGE) modellekben ábrázolható profitmaximalizálást, a profitráta megőrzését, a rendelkezésre álló jövedelem befektetését, a kamatlábat, az adókat és támogatásokat. Vizsgálja, hogy e kategóriákat milyen mutatószámok képviselhetik, és ezeket milyen függvényekben és hogyan célszerű szerepeltetni. Bár igen nehéz minden ágazatra egy azonos típusú, a CGE-modellekben alkalmazható általános beruházási függvényt konstruálni, a 3. fejezet az eddig kidolgozott ilyen beruházási függvények közül a rekurzív dinamikus GEM-E3 modell beruházási függvényét mutatja be, és javaslatokat fogalmaz meg ennek továbbfejlesztésére. Az utolsó, 4. fejezet a javasolt és lehetséges beruházási függvények tulajdonságait egy, a szerző által kidolgozott és a magyar gazdaságra kalibrált többidőszakos CGE-modellbe ágyazva mutatja be. Az ezzel a modellel végzett szimulációk feltevéseinek és eredményeinek részletes ismertetése és értékelése a kidolgozott beruházási függvényeknek sok ágazat esetében jelentkező pozitívumai megvilágítása mellett arra is rámutat, hogy ezt a módszert érdemes kombinálni („integrálni”) a GEM-E3 modellben kidolgozott különféle hibakorrektív és simítási módszerekkel.

## 1 Bevezetés

Már az általános egyensúlyi modellek első változataiban, konkrétan Walrasnak a tőkejavakat és a beruházási keresletet is tartalmazó modelljében felmerült a „makroökonómiai lezárás” problémája. Az e problémáról szóló Zalai – Révész (2016) cikk részletesen tárgyalja a közgazdaságelméletben megfogalmazott különféle lezárás típusokat, és ennek kapcsán áttekinti a

<sup>1</sup>Beérkezett 2019. március 19. E-mail: [tamas.revesz@uni-corvinus.hu](mailto:tamas.revesz@uni-corvinus.hu).

beruházási függvény szerepeltetésének feltételeit és lehetőségeit. A tárgyalt (egy- illetve 5-szektoros, zárt illetve nyílt) modellek azonban mind statikusak voltak, vagy Cassel megfogalmazása szerint időtlenek abban az értelemben, hogy a hosszú távú egyensúly feltételeit fogalmazták meg anélkül, hogy megadták volna az ezzel konzisztens ágazati beruházási viselkedési függvényeket.

Mivel a beruházási döntéseket meghatározó körülmények igen eltérőek az egyes ágazatokban, nyilvánvaló, hogy igen nehéz egy általános beruházási függvényt konstruálni. Például a lakásberuházásoknak, mezőgazdasági beruházásoknak, bányászati beruházásoknak, egészségügyi beruházásoknak, honvédelmi beruházásoknak, valamint az infrastrukturális és környezetvédelmi beruházásoknak igen eltérő motivációi vannak. Nemcsak a műszaki feltételeik és a jogszabályi környezetük különbözik alapvetően, hanem a beruházások statisztikai számbavételének (jelesül a nemzeti számlákban való elszámolásának) a módszerei is igen különbözőek.

Azonban az alkalmazott vagy számszerűsített általános egyensúlyi modellek (továbbiakban angol rövidítéssel CGE-modellek) – amelyekről nem várnak el nagyfokú részletezettséget, illetve előrejelzési pontosságot – specifikálásának vannak olyan matematikai módszerei, amelyek e körülményeket megfelelő aggregáltsági szinten viszonylag egyszerű formulákkal képviseltetik. A matematikai képleteknek megvan az a szerencsés sajátossága, hogy mögöttük eltérő közgazdasági összefüggések húzódnak meg, azaz több jelenséget egyszerre képesek ábrázolni. Például az  $y = a \cdot f(K, L)$  típusú termelési függvényekben az  $a$  szorzó kifejezheti a műszaki haladást, a szervezettség szintjét vagy egyszerűen csak az állományal mért tőke és munkaerő munkaidejének hosszát.

A 2. fejezetben áttekintjük a beruházások elméleti-modellezési alapkérdéseit, a beruházási függvénynek a makroökonómiai lezárásban betöltött szerepüktől kezdve. Ezután, de még a javasolt konkrét beruházási függvények bemutatása előtt áttekintjük a beruházásoknak a szakirodalomban megtalálható különféle motívumait, különösen a CGE-modellekben ábrázolható profit maximalizálást, a profitráta megőrzését, a rendelkezésre álló jövedelem befektetését, a kamatlábat, az adókat, de kitérünk egyéb, ritkábban említett, illetve kisebb jelentőségű befolyásoló tényezőkre is.

Mivel a beruházási döntés befektetési (hozam-) alternatívák közötti választás, megvizsgáljuk, hogy e befektetési alternatívák várható hozamait milyen mutatószám képviselheti aggregált, szintetikus módon. Az ágazati beruházási függvényben tehát az ágazati beruházások várható jövedelmezősége mellett e referenciahozamot is szerepeltetjük. Elméleti és gyakorlati szempontokból mérleljük, hogy az átlagos tőkehozamráta, az induló tőkehozamráta, vagy a tőke bérleti díjának valamely formulája a legalkalmasabb e referencia hozamráta szerepének betöltésére.

Másodlagos kérdésként vizsgáljuk, hogy az ágazati beruházási függvényben az ágazati beruházások várható jövedelmezőség és a referenciahozam hányadosát szerepeltetjük magyarázó változóként, vagy ezeket elkülönítve (szeparábilis függvényként) ábrázoljuk. Izoelasztikus beruházási függvény esetén a probléma az egyes magyarázó változók rugalmasságának meghatá-

rozására redukálódik. A szimulációs eredmények nagymértékben függhetnek e rugalmasságok megválasztásától. Azonban – amint ezt érvekkel alátámasztom – e rugalmasságok ésszerű viselkedés esetén, hosszú távon nem nagyon térhetnek el az egységnyitől.

A 3. fejezetben a CGE-modellekben eddig kidolgozott ágazati beruházási függvényeket a GEM-E3 modell (Capros et al. 2013) beruházási függvényének bemutatásával tárgyaljuk. Ennek kapcsán újragondoljuk a rekurzív dinamikus CGE-modellekben a beruházási motívumok és technikai összefüggések megfelelő módon történő szerepeltetésének lehetőségeit. Ennek kapcsán javaslatokat fogalmazok meg a GEM-E3 modell beruházási függvényének módosítására és kiegészítésére további magyarázó változókkal.

Az utolsó, 4. fejezetben a javasolt és lehetséges beruházási függvények tulajdonságait egy többidőszakos CGE-modellbe ágyazva mutatom be. E célra a 2010-re a magyar gazdaságra kalibrált CGE-modellt mutatom be, aminek báziséve meglehetősen frissnek számít a jelenlegi CGE-modellezési gyakorlatban. Ismertetem az ezzel a modellel és kiinduló adatokkal végzett szimulációk feltevéseit és eredményeit. A számos táblázattal részletesen bemutatott eredmények értékelése nemcsak a módszerem sajátos pozitívumait világítja meg, hanem annak szükségességére is rámutat, hogy ezt a módszert érdemes kombinálni („integrálni”) a GEM-E3 modellben kidolgozott különféle hibakorrekciós és simítási módszerekkel.

## 2 A beruházási függvények elméletéről

A jelen tanulmányban vizsgált kérdés az, hogy hogyan lehet ágazatokra bontani és további tényezőkkel kiegészíteni a Zalai – Révész (2016) cikkben az

$$I = I(\pi) \tag{1}$$

általános képlettel megadott aggregált autonóm beruházási függvényt, amelyben  $\pi$  a tőkehozamráta.

A beruházási viselkedés kérdését kétféle módon közelíthetjük meg: közvetlenül vagy közvetve. A közvetlen, avagy mikroökonómiai megközelítés a beruházási viselkedés közvetlen motívumainak és körülményeinek az elemzéséből indul ki, és a makroökonómiai aspektusokat csak később vonja be az elemzésbe. Valóban, vaskos köteteket lehetne írni a beruházási viselkedés inercijáról és szociálpszichológiai tényezőiről, amelyek elméleti kérdéseinek nagy részét Keynes fejtette ki, de sok klasszikus és modern közgazdász is jelentősen hozzájárult az elmélet kidolgozásához. Azonban az ágazatspecifikus, empirikusan megfigyelhető beruházási viselkedésekkel kapcsolatos, átfogó publikációk szinte teljesen hiányoznak. A néhány kivétel között említhetjük azokat, amelyek az energiaszektorok, a mezőgazdaság, illetve a járműgyártás beruházási függvényének számszerűsítését kísérlik meg. Ezekből a szórványos és elméletileg nem teljesen konzisztens tanulmányokból nem lehet a dinamikus CGE-modellek beruházási függvényeinek módszerét kidolgozni.

Ezért közvetett avagy makroökonómiai megközelítéssel az egész gazdaság viselkedésének elemzésével kezdjük, majd – látszólag véletlenül – beleütközünk a beruházási viselkedés kérdésébe. A fent említett cikkünkben ezt az utat követtük, pontosabban azt az utat, amit Walras. Mivel célunk a beruházási viselkedésnek a CGE-modellbe való beépítése, a modelleknek a beruházásokkal kapcsolatos vonatkozásaira koncentrálnak.

Az említett cikk Walrasnak abból a módosított modelljéből indult ki, amelyben szerepel a beruházási javak kereslete ( $y_i^b$ ), még hozzá a  $\sum_j b_{ij} I_j$  képlettel, ahol  $I_j$  a  $j$ -edik ágazat beruházási összkiadásainak volumene,  $b_{ij}$  pedig az ún. beruházási transzformációs együtthatómátrix, amelynek elemei a  $j$ -edik ágazat egységnyi beruházásához szükséges felhasználás az  $i$ -edik jószágból.

Amint a cikk rámutatott, ebben a Walras-féle általános egyensúlyi modellben nem lehet egyszerre megadni a  $\pi_j$  ágazati (nettó) tőkehozamrátákat és az  $I_j$  ágazati beruházási szinteket. Walras a hosszú távú egyensúly követelményének megfelelően a  $\pi_i = \pi$  feltétellel a tőkehozamráták azonosságát írta elő<sup>2</sup>, de emiatt a reziduálisan meghatározott ágazati beruházásokról nem lehet tudni, hogy az általuk biztosított jövőbeni tőkekínálat megfelel-e a jövőbeni tőkekeresletnek. Fordítva pedig, ha a beruházási keresleteket írjuk elő<sup>3</sup>, akkor a tőkehozamráták határozódnak meg reziduálisan, ami természetesen nem garantálja az azonosságukat.

Figyeljük meg, hogy a beruházásokat befolyásoló tőkehozamráta (amit profitrátának is nevezhetünk) a jövőbeni jövedelmezőségre vonatkozik, ugyanakkor viszont ez a jövedelmezőség függ a jelen beruházásoktól. Tehát a probléma csak szimultán (több időszakra együtt) oldható meg, egy naív autonóm beruházási függvény csak ritka véletlen esetben eredményez olyan beruházási szinteket, amelyek mellett a jövőbeni tőkekínálat (leegyszerűsítve a tőkeállomány) éppen megegyezik („harmonizál”) a tőkekereslettel, és ezáltal a profitráta minden ágazatban azonos lesz. Bármely ilyen – lényegében a probléma ún. „stacioner” megoldásának tekinthető – beruházási függvény csak egy tökéletes előrelátással megáldott országos tervhivatal döntési mechanizmusát képviselheti, semmiképpen nem egy piacgazdaság egymással versenyző befektetőiét.

Ez utóbbi esetben tehát el kell fogadnunk, hogy a várt jövedelmezőségtől függő beruházási döntések (az egyes befektetők beruházási függvényei) a gazdasági kategóriák hullámzó (jó esetben az egyensúlyi érték körül „ingadozó”)

<sup>2</sup>Mivel a modelltől Walras feltette, hogy árhomogén (azaz, hogy csak a relatív árak, illetve jövedelmek számítanak a volumenek meghatározásában, az árak és jövedelmek pedig egymástól egyenes arányban függenek), az árszint tekintetében meglévő szabadságfokot egy újabb egyenlettel kell megszüntetni (Walras az egyik jószág, a numeraire árát kötötte meg), a  $\pi$  pótlólagos változó bevezetésével lesz a modell „reguláris”, azaz amelyben a változók száma megegyezik az egyenletek számával. Ez a regularitás ugyan szükséges, de nem feltétlenül elégséges feltétele annak, hogy a modell ne legyen „globálisan” alulhatározott, más szóval, ne legyen „szabadságfoka” (lásd Zalai (2012), 39. oldal).

<sup>3</sup>Ebben az esetben feltehető, hogy a modell egyenletei összefüggőek (a Walras-törvénynek nevezett összefüggés levezethető mind az egyensúlyi feltételekből, mind pedig a fogyasztói keresletre tett feltevésekből), azaz egyikük felesleges, elhagyható (lásd Zalai (2012), 40. oldal).

alakulását, „pályáját” eredményezik<sup>4</sup>. Erre tekintettel a továbbiakban azt vizsgáljuk, hogy milyen beruházási függvények eredményezhetnek plauzibilis gazdaságfejlődési pályákat, más szóval „kielégítő dinamikus jellemzőket”. Vizsgálatunkat a beruházási függvények olyan meghatározó tényezőire (motívumaira) koncentráljuk, amelyeket egy CGE-modellben megfelelően ábrázolni lehet, és nem foglalkozunk olyan „simító” technikákkal, mint például az autoregressziós, osztott késleltetésű, részleges hibakorrekciós függvények alkalmazása.

Ennek megfelelően az alábbi tényezőket és kategóriákat vehetjük figyelembe a beruházási döntések ábrázolásában:

- pótlási szükséglet (az amortizált tőke pótlása)
- jövőbeni tőkekereslet (lásd az ún. akcelerator modelleket)
- profit maximalizálás
- gazdasági növekedés (üteme)
- kapacitás kihasználási szint
- tőkehozamráta
- visszatartott (visszaforgatott) jövedelem
- adók és támogatások (beruházási- és tőkeadók illetve támogatások)
- kamatláb
- külföldi működőtőke befektetés (FDI)
- a beruházási döntések visszafordíthatatlanságából eredő kockázat (...-cserép modellek)

A beruházási döntéseket befolyásoló tényezőkkel kapcsolatos viszonylag új empirikus vizsgálati eredményeket Fedderke (2004) tekinti át.

Néhány tanulmány speciális ágazatok további beruházási motívumait is tárgyalja. Például a lakásberuházási döntés főleg a lakástulajdonlás költségeinek a hasonló lakások bérleti díjával való összehasonlításán alapul. Az energiaszektorban pedig a beruházást az ellátásbiztonság követelményei (ehhez szükséges tartalékkapacitások biztosítása, az energiatermelők összeköttetése és koordinálása, az energiainport diverzifikálása stb.) és járadéknövelési igények (a legolcsóbb energiaforrások megszerzésének igénye) is befolyásolják. Az állami beruházásoknak pedig sokféle célja lehet, amiket aligha lehet figyelembe venni a makroökonomiai modellben. Ezért e modellekben az állami beruházásokat általában exogénként adják meg, amit az is indokol, hogy ezeknél az általában nagyértékű, hosszú átfutási idejű infrastrukturális beruházásoknál nagy a „predetermináció”, a már előrehaladott állapotban levő beruházások általában nem állíthatók le.

Sok modell még a teljes nemzetgazdasági beruházást is exogénként specifikálja, elismerve, hogy a modell még a vállalati beruházásoknak és a modell paramétereinek és változóinak az összefüggését sem képes megbízható módon számszerűsíteni.

<sup>4</sup>Az általunk használt „hullámzó” helyett általában a „ciklikus” jelzőt szokták használni (és ezáltal gazdasági ciklusokról beszélnek), de ez a szó szerint körkörösséget jelentő fogalom túl megszorító és prejudikatív abban az értelemben, hogy feltételezi, hogy a folyamatok időszakonként – magasabb szinten – lényegében megismétlődnek, azaz a rendszer „nem száll el”.

A fenti felsoroláshoz a következő megjegyzéseket érdemes tenni.

## 2.1 A pótlási szükséglet szerepéről

A *pótlási szükséglet* figyelembevétele igen gyakori az elméleti növekedési modellekben, ahol csak a növekedés üteme kérdéses. Válságok idején azonban, és amikor a gazdaságban jelentős (ágazati) szerkezetváltozások történnek, akkor néhány ágazatban a tőkekereslet annyira lecsökkenhet, hogy nemcsak az amortizációt pótló beruházásra nincs szükség, hanem még a meglévő (amortizáció után maradó) tőke egy része is kihasználatlanul marad. Általában a beruházás felosztása „elkötelezett” részre (azaz pótló beruházásra) és nettó beruházásra túl éles és merev megkülönböztetés, amit a modellünkben egy simább formulával fogok helyettesíteni.

## 2.2 A kapacitáskihasználási szint szerepéről

Azokban az általános egyensúlyi modellekben, ahol a kibocsátást ( $X$ ) a tőke ( $K$ ) és a munka ( $L$ ) függvényében az  $X = F(L, K)$  képlettel ábrázolt termelési függvénnyel írhatjuk le, a tőke és a munkaerő korlátozott helyettesíthetőségét tételezzük fel, és a tőkeállományt az adott időszak szempontjából adotttnak tekintjük, a tőke *kapacitáskihasználási szintjét* az alábbi képlettel definiálhatjuk (Zalai – Révész (2013)):

$$\kappa = X/K. \quad (2)$$

Adott tőkeállomány mellett (amit az általános egyensúly feltevése miatt teljesen kihasználnak) a kibocsátás a foglalkoztatás (azaz a felhasznált munka) monoton növekvő függvénye. A hivatkozott tanulmány azt is bemutatja, hogy egy olyan strukturalista lezáráshoz, ahol az árak a haszonkulcsos árképzéssel képződnek, bizonyos leegyszerűsítések mellett (pl. eltekintünk az amortizációtól) a beruházási függvény az

$$I = I(\pi_m, \kappa) \quad (3)$$

alakban írható fel, ahol  $\pi_m$  a haszonkulcs („profit markup”). Az ökonometriai modellek többnyire hasonló típusú beruházási függvényt használnak, ahol a  $\kappa$  az *akcelerátor hatást*,  $\pi_m$  pedig a jövőbeni várható profitot képviseli. Mivel a  $\pi$  profitráta a  $\kappa$  kapacitáskihasználás növekvő függvénye, a beruházási függvény  $\kappa$ -ban monoton növekvő. Ha tehát a kibocsátás (azaz  $\kappa$  is) nő, a beruházási kereslet (azaz az összkereslet) is nő, ez viszont tovább növeli a kapacitáskihasználást. Ezt a pozitív visszacsatolásos (öngerjesztő) folyamatot hívják akcelerátor hatásnak, ellentétben az ún. (keynesi) *multiplikátor hatással*, amely a nagyobb foglalkoztatás miatti nagyobb bértömeg, és ezáltal (pozitív „fogyasztási határhajlandóságot” feltételezve) nagyobb fogyasztási keresleten keresztül okoz hasonló öngerjesztő folyamatot.

Bizonyos korlátozásokkal és kiegészítésekkel a fenti aggregált makroökonómiai beruházási modell átfogalmazható olyan többszektoros általános egyensúlyi modell esetére is, ahol az ágazati tőkeállományok adottak (ahol a tőke nem „homogén”, nem mobil, azaz nem csoportosítható át ágazatok között).

### 2.3 A profitmaximalizálás szerepéről

A *profitmaximalizálási* motívumról Guarda (1994) ad rövid elméletörténeti áttekintést. Az ágazati beruházások neoklasszikus elmélete a Jorgenson (1963), a Hall és Jorgenson (1967), valamint a Jorgenson és Stephenson (1967a,b) művekben kidolgozott „*kívánatos tőkeállomány*” fogalmán alapul. Guarda rámutat, hogy bizonyos feltevések mellett a profitmaximalizálási megközelítés az ágazati tőke kívánatos (optimális) szintjének meghatározására egyszerűsödik le, a beruházást pedig olyan utolérési folyamatként (catch-up process) ábrázolják, amely a tényleges tőkeállományt a kívánatos tőkeállomány szintjére kívánja felhozni. Konkrétan, ha feltételezzük, hogy a tőke „nyújtható” (malleable), azaz az egyes évjáratok nem különböznek (a termelési függvényben betöltött termelékenység, helyettesíthetőség stb. szerepüket tekintve), nincsenek beruházási és hitelfelvételi késések, valamint üzembehelyezési költségek (adjustment costs), akkor a többidőszakos (hosszú távú) optimalizálás lényegében statikus optimalizálási feladattá redukálható, amelyben a vállalatok azonnal elérhetik a tőke kívánt szintjét. A tőke kívánatos szintjét, azaz amely szinten a tőke határterméke és határköltsége megegyezik, az ezt kifejező alábbi összefüggésből lehet kiszámítani:

$$q = p \cdot \frac{\partial F(L, K)}{\partial K}, \quad (4)$$

ahol  $q$  a tőke bérleti díja (felhasználói ára),  $p$  pedig a nettó kibocsátás (hozzáadott érték) ára (feltéve, hogy a folyó termelőfelhasználási (anyag-) ráfordítások a kibocsátással arányosak).

Ezt a felfogást számos bíráló érte, kimutatva a megközelítés fogyatékoságait. Először is, ez a megközelítés olyan, minden ágazatra kiterjedő általános gazdasági növekedést feltételez, amelynél a kívánatos tőkeállomány nagyobb a ténylegesnél (máskülönben a beruházás negatív lenne). A további kritikákat Guarda (1994) foglalja össze. Többek között rámutat az alábbiakra: Feldstein és Flemming (1971) azzal érvelnek, hogy Jorgenson megközelítése figyelmen kívül hagyja a visszatartott jövedelem hatásait, mások pedig a modell dinamikájában rejlő inkohereciát kifogásolják, különösen azt a nettó beruházások becslésére alkalmazott ad hoc módon specifikált osztott késleltetéses függvényt, ami ellentétben áll a tőkefelhalmozási folyamat előretékintő természetével.

### 2.4 A jövedelmezőség szerepéről

Fordítsuk figyelmünket a továbbiakban kevésbé ambiciózus megközelítésekre, amelyek nem kísérik meg kiszámítani a beruházások optimális szintjét, hanem a *profitráta* beruházásokat orientáló „iránytű”-jellegét próbálják leírni.

Ezt a makromodellekbe mint a beruházások exogén („keynesi”) ábrázolásának kiegészítését vezethetjük be. Állandó rugalmasságú („izoelasztikus”) függvény feltételezve ez az alábbi összefüggéssel ábrázolható:

$$I = I_0 \left( \frac{\pi}{\pi_0} \right)^\delta, \quad (5)$$

ahol  $I_0$  és  $\pi_0$  a beruházás és a profitráta indulóértéke,  $\delta$  pedig a beruházásoknak a profitráta-ra vonatkozó rugalmassági együtthatója. A profitráta a  $\pi = q/p^{\text{hm}} - r^{\text{a}}$  képlettel számítható a walrasi tőkeköltség  $q = p^{\text{hm}}(r^{\text{a}} + \pi)$  definíciójából, ahol  $p^{\text{hm}}$  a tőke jelenlegi vételára, az  $r^{\text{a}} + \pi$  összeg (amit a továbbiakban  $q'$ -vel jelölünk) pedig a bruttó tőkehozamráta. Ha viszont az amortizációtól eltekintünk, és a  $p^{\text{hm}} = 1$  előírással határozzuk meg az árszintet, akkor  $\pi$  megegyezik  $q$ -val.

Nagyon fontos annak eldöntése, hogy bruttó vagy nettó tőkehozamrátát szerepeltetünk a beruházási függvényben. Elméleti szempontból lehet amellett érvelni, hogy a nettó tőkehozamráta a beruházók végső döntési kritériuma. De a nettó tőkehozamráta könnyen negatívba fordulhat egy többidőszakos modellben, ami kizárja az (5) típusú izoelasztikus függvényforma alkalmazását a tőkeár hatásának ábrázolására. Emellett az amortizáció figyelmen kívül hagyása teljesen kiiktatja a pótlási szükséglet és a visszatartott jövedelem motívumok megjelenítését a beruházási viselkedésben. Végül, a nettó tőkehozamráta kalibrálása sokkal érzékenyebb a reziduálisan számítandó többletérték (surplus) meghatározásának statisztikai elszámolási módszerére, különösen az amortizáció számítási módszerére. Nem véletlen, hogy a nemzeti számlákból az amortizáció ágazati bontása hiányzik, még olyan országokból is (mint Magyarország), amelyek az ún. PIM – perpetual inventory method – módszerrel ágazatonként is becslik a bruttó és nettó tőkeállományt. Ezen túlmenően statisztikailag néha nehéz a (többletértékbe nem beszámítandó) termelési adókat megkülönböztetni a (többletérték részét képező) tőkeadóktól.

A fenti és egyéb megfontolások alapján a legtöbb gyakorlati célú CGE-modell (a később tárgyalandó GEM-E3 modellt is beleértve) a bruttó tőkehozamrátát szerepelteti a beruházási függvényeiben. Ennek megfelelően az (5) összefüggésben  $\pi$  helyére  $q'$  írható, amely ezáltal az alábbi alakra módosul:

$$I = I_0 \left( \frac{q'}{q_0} \right)^\delta, \quad (6)$$

ahol  $I_0$  és  $q_0$  a beruházások, illetve a bruttó tőkehozamráta indulóértéke,  $\delta$  pedig továbbra is a rugalmassági kitevőt jelenti, de a megváltozott vonatkoztatási alap miatt esetleg módosított értékkel.

A további gondolatmenethez a (6) összefüggést kissé módosítva, mint a beruházási rátát meghatározó összefüggést írjuk fel az alábbi módon:

$$\frac{I}{K} = \frac{I_0}{K_0} \left( \frac{q'}{q_0} \right)^\delta. \quad (7)$$

Nyilván, ha a  $K$  tőkeállomány azonos a tőke  $K_0$  indulóállományával, akkor a (7) összefüggés egyenértékű az (6) összefüggéssel.

## 2.5 A tőkejövedelem szerepéről

A (7) összefüggés viszont rávilágít arra, hogy a rugalmassági kitevő megválasztásánál figyelembe kell venni a tőkejövedelem (a gyakorlatban az adózott



és osztalék formájában ki nem vont *visszatartott jövedelem*) nagyságát is. A (7) mindkét oldalát  $K$ -val beszorozva ugyanis a következőt kapjuk:

$$I = I_0 \frac{K}{K_0} \left( \frac{q'}{q_0} \right)^\delta . \quad (8)$$

Ha tehát ebben az összefüggésben a rugalmassági kitevőt éppen egységnyiinek választjuk, akkor a beruházási függvény egy olyan összefüggésre egyszerűsödik, amelyben a beruházás arányosan változik a tőke reálhozamával (illetve, ha a tőkejövedelem egységes adókulccsal adózik, akkor a visszatartott jövedelemmel), mivel a számlálóban a  $q' \cdot K$  tényleges tőke-reálhozam, a nevezőben pedig a  $q_0 \cdot K_0$  induló tőke-reálhozam jelenik meg.

Ebből következően, ha a  $\delta$  rugalmassági kitevő értéke 1-nél nagyobb, és  $q' > q_0$ , akkor a beruházás a rendelkezésre álló jövedelemnél gyorsabban nő. A kezdeti rendelkezésre álló jövedelem/beruházás aránytól függően ez a hitelből finanszírozott beruházások irreális arányához vezethet. Ez az akkumuláció révén fenntarthatatlanul magas adósság/tőke arányhoz is vezethet.

Másfelől, ha a rugalmassági kitevő 1-nél kisebb, miközben továbbra is  $q' > q_0$ , akkor a beruházás a rendelkezésre álló jövedelemnél lassabban nő. Ez pedig azt a kérdést veti fel, hogy vajon mit csinál az ágazat a saját beruházására el nem költött jövedelmével, különös tekintettel arra, hogy nem minden ágazat válhat lényegében hitelintézetté, illetve holding-társasággá.

Néhány dinamikus általános egyensúlyi modellben a rendelkezésre álló jövedelem explicit módon megjelenik mint az ágazati beruházások kiindulópontja. Például Thiele és Wiebelt (1993) az alábbi ágazati beruházási függvényeket használja:

$$k_{i,t} = shr_{i,t-1} + \mu \cdot shr_{i,t-1} \cdot \frac{SR_{i,t-1} - AR_{t-1}}{AR_{t-1}} \quad (9)$$

ahol

- $k_{i,t}$  az ágazatok részesedése az aggregált beruházási kiadásokból a  $t$ -edik időszakban
- $shr_{i,t-1}$  az ágazatok részesedése az aggregált profitból a  $t-1$ -edik időszakban
- $SR_{i,t-1}$  az ágazati profitráták a  $t-1$ -edik időszakban
- $AR_{t-1}$  az átlagos profitráták a  $t-1$ -edik időszakban
- $\mu$  a befektethető tőkék (pénzek) mobilitásának mértéke (paraméter)

Figyeljük meg, hogy ez az egyszerű, de igen ötletes megközelítés az aggregált beruházási szintet nyitva hagyja, lehetővé téve, hogy ezt a modellt valamilyen makroökonómiai lezárása határozza meg, és csak az egyes ágazatoknak az összberuházásból (mint az aggregált rendelkezésre álló jövedelemből) való részesedési arányát határozza meg.

Mint a fenti összefüggésből látható, a beruházási részesedések az ágazati profitrátának az átlagos profitrátához való viszonyától (arányától) függenek. Az átlagosnál nagyobb profitrátájú ágazatok a rendelkezésre álló jövedelemből

(aggregált profitból) való részarányuknál nagyobb arányban részesülnek a beruházási pénzalapokból.

Ezzel összefüggő kérdés, hogy statisztikailag pontosan hogy is határozható meg az egyes ágazatok visszatartott, illetve rendelkezésre álló jövedelme. A társasági adóbevallásoknak ugyan léteznek ehhez a fogalomhoz közeli kategóriái, de a nemzeti számlákban ezek nem jelennek meg. Mint ismeretes, a nemzeti számlák rendszere (az SNA) ágazati bontásban a jövedelmek elosztását csak a (bruttó) működési eredményig vezeti le (azaz lényegében csak az ún. elsődleges jövedelmek képződéséig), a másodlagos jövedelemelosztást csak jóval aggregáltabb szinten, intézményi szektoronkénti bontásban mutatja ki (amin belül a vállalatokat megkülönbözteti a pénzügyi vállalatoktól, ezen belül pedig a hitelintézeteket és a biztosítókat, de további ágazatoknak megfeleltethető bontást nem ad). Mivel a másodlagos jövedelemelosztás ágazatonkénti becslése még egyetlen országra is szinte lehetetlen feladat, a multi-regionális modellek általában nem kísérik meg a rendelkezésre álló jövedelem ágazatonkénti meghatározását, különösen, ha az ágazatok nem mint szervezeti egységek (vállalatcsoportok), hanem mint (főtermékük szerint besorolt) tevékenységek vannak definiálva. Így értelemszerűen a rendelkezésre álló (pontosabban, ironikus módon, éppen hogy statisztikailag rendelkezésre nem álló) jövedelem e modellek beruházási függvényében sem szerepelhet.

## 2.6 A felhalmozási adók és támogatások szerepéről

Itt kell megemlítenünk a *felhalmozási adók és támogatások* szerepét is. Ezzel például Guarda (1994) foglalkozik részletesen, megkülönböztetve a potenciálisan inflációs adó jellegű értékcsökkenési leírási korlátot, a beruházási adókedvezményt és a nyereségadót (amelynek az alapjából a kamatkiadásokat le lehet vonni). Jelen cikkben nem térhetünk ki a kapcsolódó szakirodalom meglátásaira, de ezekre esetenként utalunk a GEM-E3 modell és a saját (a KIH (2013) 30–60. oldalán bemutatott) modellünk beruházási függvényének a tárgyalásánál.

## 2.7 A kamatláb szerepéről

Ami a *kamatláb*at illeti, azt olyan változónak tekinthetjük, ami a pénzügyi piacok révén egyensúlyba hozza a beruházásokat és a megtakarításokat. A klasszikus felfogás szerint a megtakarítások a kölcsöntőkék kínálatát jelentik, a beruházások pedig ezek keresletét (ebben az ábrázolásban tehát egy ágazat visszatartott jövedelme az tulajdonképpen a kölcsönözhető tőke kínálatához tartozik, aminek egy részét vagy egészét az ágazat igénybe veszi a beruházásaihoz). Ezen megfontolások alapján a kamatláb ( $i$ ) olyan változóként jelenhet meg a makroökonómiai modellekben, amelyektől mind a  $\sigma_w(i)$  munkajövedelemből történő megtakarítási ráta, illetve a  $\sigma_k(i)$  tőkejövedelemből történő megtakarítási ráta monoton növekvő módon függenek, az  $I(i)$  beruházás pedig monoton csökkenő módon függ. Az ilyen modellben a kamatláb (a megtakarításokat és a beruházásokat) egyensúlyozó változóként lehet

ábrázolni (a konkrét képleteket lásd az idézett Zalai-Révész (2016) cikkben).

Ahogy Taylor (1990) kifejtette, ezzel az egyensúlyi kamatlábat szerepeltető lezárással szemben két súlyos kifogás hozható fel, amiket már Keynes is hangsúlyozott. Az első, hogy a kamatlábat (azaz a követelések hozamrátáját) elvileg a pénzügyi instrumentumok (assets) állományának piaca (azaz ezek kereslete és kínálata), és nem pusztán a folyó megtakarítások és beruházások határozzák meg. A második ellenvetés, hogy a kamatlábnak az aggregált beruházásra való hatása különféle intézményi adottságok miatt meglehetősen korlátozott. A kamatláb csak a beruházások egy részét, és a tartós fogyasztási cikkek fogyasztók általi vásárlását befolyásolja. Ezen okokból a kamatláb mechanizmust csak ritkán használják a CGE-modellekben.

## 2.8 A hitelezhető pénzalapok szerepéről

Néhány modellben a kamatláb mechanizmussal kapcsolatos fenti problémát a pénzalapok áramlásának kumulált ábrázolásával igyekeznek kezelni.

A pénzügyi eszközöket tartalmazó modellekben a *hitelezhető pénzalapok* (loanable funds) ábrázolását tovább lehet fejleszteni az ún. reálegyenlegek típusú lezárására. Ehhez figyelembe kell venni a vagyonhaatásokat, a Pigou (1943) hatást csakúgy, mint a pénzügyi eszközök és tartozások állományának az egyensúlyi kamatlábat meghatározó piacát, lényegében a Tobin (1971) által kidolgozott portfólió-modell alapján.

## 2.9 A külföldi működőtőke-befektetések szerepéről

A *külföldi működőtőke-befektetések* (FDI) szerepét a beruházásokban többek között a MIRAGE modell hangsúlyozza<sup>5</sup>. Az ökonometriai modellek azonban nem adtak meggyőző eredményeket az FDI okait illetően. Mindenesetre egy egyszemélyes modellben nehéz a külgazdasági kategóriák alakulását a külföld mint gazdasági szereplő feltételezett viselkedési szabályaiból levezetni, mivel a nemzeti statisztikai elszámolásokban a külföldnek csak egy kis, a velünk kapcsolatba kerülő része jelenik meg.

## 2.10 A beruházási döntések kockázatának szerepéről

A beruházási döntések irreverzibilitásához kapcsolódó *kockázatot* például Fedderke (2004) hangsúlyozza. Tanulmányában több empirikus kutatási eredményt sorol fel, amelyek azt mutatják, hogy a beruházások számos bizonytalansági tényezőtől függenek, amelyek a korábbi beruházási döntések *megbízhatóságát* eredményezhetik. Ez a lehetőség a beruházási döntések *halogatására*, késleltetésére vezethet. Az általunk tárgyalt determinisztikus CGE-modellekben azonban nehéz ezeket a hatásokat megfelelően ábrázolni (a szokásos biztonsági egyenérték, a szórás és a várható érték összesúlyozása, kockázati prémiumok számításán túlmenően).

<sup>5</sup>Lásd [http://www.mirage-model.eu/miragewiki/index.php/Capital\\_and\\_investment\\_dynamics](http://www.mirage-model.eu/miragewiki/index.php/Capital_and_investment_dynamics)

### 3 A GEM-E3 modell ágazati beruházási függvényeiről

A GEM-E3 modell legfrissebb kézikönyve (Capros et al, 2013) a beruházási függvényeket a neoklasszikus megközelítésből kiindulva vezeti be a modellbe. A szokásos neoklasszikus ábrázolásmód szerint a gazdasági szereplők beruházási döntései a tőke bérleti díjától függenek, figyelembe véve a kiigazítási (üzembehelyezési) költségeket (adjustment costs) és az újraszerzési költségeket (replacement costs). A GEM-E3 modellben a szereplők rövidlátó várakozások szerint döntenek, a jövőre vonatkozó elképzeléseik a jelenlegi áraktól függenek. Egyidőszakos átfutási időt feltételezve a  $t$ -edik időszakban eszközölt beruházások a  $t+1$ -edik időszak tőkeállományát növelik. A beruházási függvény specifikációjának elméleti alapjai az akcelerátor modell (AM) és a Tobin-féle  $q$  modell (1969).

Az akcelerátor modell feltételezi, hogy (általában az  $i$ -edik ágazatban és a  $t$ -edik időszakban) a tőke iránti optimális kereslet ( $KAVC_{i,t}$ ) a termelési szint ( $XD_{i,t}$ ) lineáris függvénye,  $KAVC_{i,t} = \mu \cdot XD_{i,t}$ . Az áraknak, béreknek és a kamatlábnak nincs hatása a beruházásra. Ezért, és mivel a modell feltételezi a tőkék azonnali igazodását az optimális szintjükhez, a beruházás is a termelési szint (változásának) közvetlen függvénye:  $INVV_{i,t} = KAVC_{i,t} - KAVC_{i,t-1} = \mu \cdot (XD_{i,t} - XD_{i,t-1})$ . Ennek a megközelítésnek az alternatívája (általánosítása), ami a tőke igazodásnak a tökéletlenségével számol:

$$INVV_{i,t} = \lambda \cdot (XD_{i,t} - XD_{i,t-1}). \quad (10)$$

A Tobin-féle  $q$  megközelítés szerint a nettó beruházás a tőke piaci ára és pótlási költsége viszonyától függ. Az átlagos Tobin-féle  $q$ -t használva Hayashi (1982) modelljében a vállalati beruházások optimális szintje a tőke egyensúlyi árának ( $PK_{i,t}$ ) és pótlási költségének ( $PINV_{i,t} \cdot (rr_t + d_{i,t})$ ) a hányadosától arányosan függ, ahol  $PINV_{i,t}$  a beruházási/tőkeátértékelődési árinдекс,  $rr_t$  a kamatláb,  $d_{i,t}$  pedig az amortizációs ráta. A GEM-E3 modell feltételezi, hogy a vállalatok pótolják az amortizált tőkét. A bruttó beruházásokra így kapott meghatározást az alábbi 5 tényező figyelembevételével bővítik:

- i) üzembehelyezési/átcsoportosítási költségek ( $a0inv$ ),
- ii) a tőke pótlásának árrugalmassága (flexibility to replace capital) ( $sn4$ ),
- iii) az üzembehelyezés/átcsoportosítás gyorsasága ( $a1inv$ , ami megfelel az akcelerátor modellnél bemutatott  $\lambda$  tényezőnek),
- iv) a vállalatok (exogén) várakozása az ágazat növekedési ütemével kapcsolatban ( $stgr$ ),
- v) a tőke termelékenysége.

A modell a kormányzati beruházásokat ( $ginvvezo_{i,t}$  a kormányzat kereslete az egyes ágazati termékekből, mint beruházási javakból) exogénként ábrázolja, és bizonyos ütemű éves növekedését feltételezi. Megjegyzendő, hogy

a modell nem ábrázolja a kormányzati beruházások eredményeként létrejött államháztartási tőkét.

A tőke egységárát az ágazati tőkekinálat és tőkekereslet egyensúlyának követelménye határozza meg.

Összehasonlítva a GEM-E3 modell ezen ábrázolását az előző fejezet elméleti megállapításaiival, az alábbiakat mondhatjuk el:

- Az amortizáció pótlásának feltételezése minden egyes ágazatra irreális feltételezés, főleg rövid távon és recesszió idején. Igaz, tekintve, hogy a modellel 50 évre szoktak előreszámítani (főleg klímaváltozási és klímapolitikai elemzésekre használva), ez kisebb jelentőségű, hiszen feltehető, hogy az adott, meglehetősen aggregált ágazati csoportosításban (a modellel a gazdaságot 18-25 ágazatra bontva ábrázolja) feltehető, hogy 50 éves időszakban a pótlás nagyrészt megtörténik, feltéve, ha az ágazat ilyen időtávon is életképes. Ez utóbbi feltevés persze a globalizálódó világgazdaságban igen aggályos, az egyes országoknak a nemzetközi versenyben alulmaradó, versenyképtelenné váló ágazatai 50 év alatt olyanmilyra leépülhetnek, hogy még a jelenlegi tőkékünknek megfelelő szintet sem tudják fenntartani.
- Az  $stgr_{i,t}$  paraméternek döntő szerepe van a modell fejlődési pályájának meghatározásában. Nyilvánvaló, hogy az árhatás mellett valamiféle szintszabályozó paraméterre is szükség van a beruházási függvényben. Ez a „várható növekedési ütem” azonban meglehetősen szubjektív tényező, aminek ráadásul kevés köze van a beruházók tényleges döntési motívumaihoz, mivel ellentmond a modell azon feltevésének, hogy minden nem-fiskális ágazatban sok (árelfogadó) termelő működik.
- A (ráadásul exogén) kamatláb szerepeltetése a tőke bérleti díjában mind elméleti, mind gyakorlati szempontból aggályos. Guarda (1994) ezt a kérdést elemezve rámutat, hogy az újabb keletű tanulmányok a kamatláb helyett a vállalati részvények átlagos hozamát szerepeltetik, ami jobban kifejezi a cégek átlagos (pénzügyi) forrásköltségét. Hangsúlyozza a beruházási adók és támogatások figyelembevételének szükségességét is a beruházási döntések ábrázolásában. Gyakorlati szempontból pedig az exogén kamatláb a GEM-E3 modellben különféle torzulásokhoz vezethet. Például, ha a termelés hatékonysága (beleértve a TFP „teljes termelékenységi együttthatót”, amit a modellelben a  $tgk$  paraméter képvisel) és ezáltal a profitráta nő, ennek hatással kell lennie a kamatlábra is. Máskülönb a növekvő profitráta/kamatláb arány magasabb beruházási rátához vezetne, ami egy bizonyos ponton túl irreálisnak tekinthető. Mindenesetre, ahogy a saját modellünkben is tesszük (lásd a következő fejezetet), szerencsésebb lenne a kamatláb hatását elkülöníteni a beruházási függvényben.
- Az  $a0inv_{pr,eu,t}$  és  $a1inv_{pr,eu,t}$  paraméterekkel kapcsolatban nemcsak a kalibrálásuk módszere kérdéses (pl. hogy vajon a különböző beruházás-átfutási idejű tőkefajtaiként eltérő módon és milyen osztott késleltetésű

modellel próbálják számszerűsíteni, valamint, hogy a kalibrálásnál szereplő két- vagy többidőszakos késleltetések miért nem jelennek meg a modellben), hanem az is, hogy az akcelerátor-modellen alapuló formula nincs összhangban a tőke és munka közötti helyettesítést feltételező CGE-modellel.

- Végül az állami beruházások szerepének problematikusságát kell megemlítenünk. A fentebb, a *ginvexo* paraméterrel kapcsolatban kifejteteken túlmenően meg kell említenünk, hogy az még csak elfogadható, hogy az államnak a saját intézményei fejlesztésére fordított beruházásai nem jelennek meg a tőkeállományban (hiszen ott elvben nincs piac, ami a termelési döntéseknél a tőkével, illetve annak árával való explicit kalkulációt megkövetelné), de az állam infrastrukturális (sőt környezetvédelmi) beruházásai igenis növelik más ágazatok TFP-jét, amit – különösen a modell hosszú távú szimulációiban – mindenképpen illene figyelembe venni.

## 4 A MicMac magyar rekurzív dinamikus CGE modell beruházási függvényei

A fenti elméleti megfontolásokat és CGE-modellezési tapasztalatokat figyelembe véve a legcélszerűbbnek látszó ágazati, kormányzati és lakás beruházási függvényeket a 2013-ban kifejlesztett MicMac modellbe (aminek formális bemutatását lásd a KIH (2013) kiadvány 30–60. oldalán<sup>6</sup>) beépítve vizsgáltam, hogy az ágazati beruházási függvények ilyen specifikációja és paraméterei mellett hogy alakulnak az ágazati beruházások, valamint a modell más változói. A modellt a 2010. évre mint bázisra kalibrálva számszerűsítettem<sup>7</sup>.

### 4.1 Az alkalmazott beruházási függvények bemutatása

E modellben a beruházások alakulását 3 fő összetevőre bontva írtam le: a háztartások lakásberuházásai, a kormányzati beruházások és a vállalati ún.

<sup>6</sup>Ez a modell adatbázisát és paraméterei számszerűsítésének (kalibrálásának) vázlatát is tartalmazza, ezért és terjedelmi okokból e cikkben csak a beruházásokkal és a háztartásokkal kapcsolatos főbb paraméterek kalibrálásáról lesz szó. Az adatbázisról részletesebb leírás a Révész (2013) tanulmányban található.

<sup>7</sup>Ugyan időközben megjelent a 2015. évi ÁKM, a modell 2015. évi kalibrálásához szükség lett volna sok más (tartalmilag és módszertanilag esetenként jelentősen megváltozott), többek között jónéhány óriási adatállomány (társasági adóbevallások, háztartásstatisztika) beszerzésére és igencsak költség-, idő- és szakértőigényes feldolgozására, amire nem volt lehetőségem, már csak azért sem, mert jónéhány, a KSH szakértőtől kapott kulcsfontosságú, de nem publikus munkatábla (ezek felsorolását is lásd a KIH (2013)-ban) 2015-re nem volt elérhető. Emellett a magyar gazdaságban a 2010–2015 időszakban megfigyelt igen korlátozott strukturális változások alapján okkal feltehető, hogy a modell viselkedését a 2015-ös bázisra való áttérés nem módosítaná lényegesen. Sőt, mivel 2015-ben a beruházások szintje az EU-finanszírozási ciklus tetőzése miatt kiugróan magas volt, amit 2016-ban nagy visszaesés követett, a 2015-ös év a beruházások szempontjából nem lett volna alkalmas a hosszú távú viselkedési paraméterek számszerűsítésére.

„autonóm” beruházások.

A modell a lakásberuházások alakulását az alábbi egyenlettel ábrázolja (a  $G$ -edik háztartáscsoportban és az  $Y$  időszakban):

$$\begin{aligned}
 HINV_{G,Y} &= \\
 &= \left[ \text{inv}0_{G,Y} + m\text{shinv}_{G,Y} \cdot \left( \frac{SH_{G,Y}}{PINV_Y} - \text{sh}0_{G,Y} \right) \right] \cdot (1 - IRCH_Y \cdot 5) + \\
 &\quad + \text{mor}c_{G,Y} \cdot \text{mort}g_{G,Y},
 \end{aligned} \tag{11}$$

ahol:

$HINV_{G,Y}$	Lakásberuházások volumene
$\text{inv}0_{G,Y}$	Háztartások („autonóm”) lakásberuházási kiadásai referencia (induló) volumene
$SH_{G,Y}$	Megtakarítások
$\text{sh}0_{G,Y}$	Megtakarítások referencia (induló) szintje
$PINV_Y$	Átlagos beruházási árindex
$m\text{shinv}_{G,Y}$	Lakásberuházási hányadok marginális értéke
$IRCH_Y$	Általános reálkamatláb változás
$\text{mor}c_{G,Y}$	Lakástámogatások multiplikatóra
$\text{mort}g_{G,Y}$	Lakásberuházási támogatások

A lakásberuházások viselkedési függvényét – figyelembe véve, hogy negatív megtakarítás esetén is van lakásberuházás – tehát egy indulószint és egy (a többlet-megtakarításokkal arányos) többletberuházás összegeként határoztuk meg, ahol a többletmegtakarítások  $m\text{shinv}_{G,Y}$  marginális hatását a pozitív induló megtakarítással rendelkező háztartások átlagos lakásberuházási hányadával becsültük.

Az államháztartás (kormányzat) beruházási kiadásait a modell az alábbi képlettel írja le:

$$INVG_Y = PINV_Y \cdot \sum_J \text{inv}g0_{J,Y} \cdot (1 - IRCH_Y \times 2), \tag{12}$$

ahol  $INVG_{J,Y}$  a nettó államháztartási beruházási kiadás és transzfer (adó levonásával), az  $\text{inv}g0_{G,Y}$  pedig ennek az indulóértéke, (1% reálkamatláb változásra tehát az állami beruházás 2%-kal változik ellentétes irányban).

A modellbeli kormányzati beruházások magukban foglalják a non-profit szektor és a háztartások (szja-s egyéni vállalkozók nem lakásberuházási) beruházásait és a beruházási támogatások és adók (beruházási illetékek és bennragadó áfa) egyenlegét is (ez néhány ágazatban negatív!).

A lakásberuházások és állami beruházások fenti módon meghatározott értékeit is figyelembe véve (beépítve), az ( $J$ -edik) ágazati beruházásokra az

alábbi függvényt dolgoztam ki:

$$\begin{aligned}
 INVS_{J,Y} &= \\
 &= INVADJ \cdot \left[ finvr_{J,Y} \left( \frac{amr_{J,Y} + RS_{J,Y}}{pk0_{J,Y}} \right)^{invel_J} - IRCH_Y \cdot intel_J + \right. \\
 &\quad invdel_J \cdot \left( \frac{(1 + DCPI_Y) WES_{J,Y}}{PINVS_{J,Y} \cdot K_{J,Y}} - \frac{(1 + dcp_i0) wes0_J}{k0_J} \right) \left. \right] \times \\
 &\quad \times \left( K_{J,Y} - HINVS_H_J \cdot \sum_G HOUS_{G,Y} \right) + \frac{INVG_{J,Y}}{PINVS_{J,Y}} + \\
 &\quad + HINVS_H_J \cdot \sum_G HINV_{G,Y},
 \end{aligned} \tag{13}$$

ahol

$INVS_{J,Y}$	Beruházás
$INVADJ$	Az autonóm beruházásokat a rendelkezésre álló megtakarításokhoz, illetve beruházási jószágkínálatához igazító általános szintkorrekciós tényező
$finvr_{J,Y}$	Referencia beruházási ráta
$amr_{J,Y} + RS_{J,Y}$	Bruttó tőkehozam-ráta (amortizációs ráta + nettó tőkehozamráta)
$pk0_{J,Y}$	Bruttó tőkehozam-ráta referenciaértéke (walrasi tőkeár a bázisévben)
$invel_J$	Tőkeár-rugalmasság
$intel_J$	Kamatláb-rugalmasság
$invdel_J$	Eladósodottság-rugalmasság
$DCPI_Y$	Fogyasztói árindex változása a tárgyévben
$WES_{J,Y}$	Nettó pénzügyi vagyon nyitóállománya előző évi áron
$PINVS_{J,Y}$	Beruházási árindex
$K_{J,Y}$	Tőkeállomány
$dcp_i0$	Fogyasztói árindex változása a bázisévben
$wes0_{J,Y}$	Nettó pénzügyi vagyon indulóértéke
$k0_{J,Y}$	Tőkeállomány indulóértéke
$HINVS_H_J$	Dummy az ingatlanszolgáltatás ágazatra
$HOUS_{G,Y}$	Lakásállomány

Az autonóm beruházási rátát tehát 3, a *tőkejövedelmezőségtől* (ami az *invel* rugalmassági kitevő 1 körüli értéke esetén a felhalmozás forrásául szolgáló reálprofit összegét is kifejezi), a *reálkamatláb*tól és az *eladósodottság* szintjétől függő komponens összege határozza meg, ahol az additív ábrázolás azt fejezi ki, hogy az egyes tényezők hatásait az alapvetően becsült paraméterek hatását legszemléletesebb módon kifejezve linearizálva, marginális hatásuként ábrázoljuk.

Az ágazati beruházási függvényben az eladósodottságtól függő komponens szerepeltetése saját fejlesztésem, és eltér a szokásos CGE-modellektől, ahol az adatok hiánya miatt ilyen eladósodottságot eleve csak az államháztartás,



illetve a nemzetgazdaság egészére szerepeltetnek mint a kamatlábat befolyásoló tényezőt. Az én megoldásomban viszont az eladósodottság közvetlenül szerepel, figyelembe véve, hogy a vállalatok hitelfelvételénél nem az a gyakorlat, hogy az eladósodottság növekedésével egyre magasabb kamattal jut csak hitelhez, hanem az, hogy egy kritikus szint felett egyáltalán nem kap beruházási hitelt a vállalat. Az eladósodottságot a tőkeérték arányában fejezzük ki, figyelembe véve, hogy a hitelek jelzálogfedezetűl ez szolgálhat, és a visszafizetés is elsősorban a tőkejövedelemből kell, hogy történjen (a hozzáadott érték adó- illetve munkabér komponense nem jöhet szóba).

Végül az *INVADJ* változó bevezetésére azért került sor, mert a Mic-Mac modellben a GAP-modellből<sup>8</sup> átvéve megjelent a reálárfolyam exogén előírása, ami az újabb változó bevezetése nélkül az egyenletrendszer túlhatározásához vezetett volna. Közgazdaságilag a reálárfolyam előírása azt jelenti, hogy lényegében (bár közvetetten) a külkereskedelmi mérleg, illetve a külföld megtakarítását képviselő fizetési mérleg egyenlege is determinálva van, az *ex post* mindenképpen teljesülő beruházás = megtakarítás azonosság teljesülése a modellben csak így biztosítható. Ugyan elvileg a beruházások és megtakarítások egyensúlyba hozását a kamatláb mechanizmusnak kellene biztosítani, a modellünkben a kamatláb exogén (az eladósodottságtól függő kockázati prémiummal növelt nemzetközi kamatláb által meghatározva, illetve a GAP-modellből átvéve). Ezért rögzített kamatláb és autonóm beruházás mellett a megtakarítás = beruházás egyensúly a reálárfolyam alkalmazkodásával volt biztosítható, ami a fentiek szerint egyúttal a külföld megtakarítását is a beruházások adott szintjéhez igazította.

Természetesen a reálárfolyam megkötése miatt szükségszerűen bevezetett *INVADJ* tényezőt nemcsak a beruházásokra lehet vonatkoztatni (bár a reálárfolyamnak a fenti, a megtakarításokat és beruházásokat egyensúlyba hozó szerepköre ezt sugallja), hanem a felhasználás más területeire is, sőt esetleg az erőforrás-kínálatokra is, bár azzal a közgazdasági kapcsolat kevésbé egyértelmű. Mindenesetre exogén kamatláb mellett az *INVADJ* változót úgy is interpretálhatjuk, hogy az az exogén kamatláb melletti hitel-túlkeresletre adott adagolási („rationing”) mechanizmus. Vagy, fordított esetben, az elégtelen hitelkeresletre válaszul bevezetett beruházásosztónzési eszközök hatása. Így például növekedési hitelprogram kedvezményes kamatokkal, adókedvezményekkel, kéthetes MNB-betét elhelyezési lehetőség megvonása, a hitelezésüket szűkítő bankoktól stb. Mindezen megfontolások mellett, és figyelembe véve, hogy 2017-ig a magyar gazdaságban a beruházási ráta meglehetősen alacsony volt, úgy döntöttem, hogy a reálárfolyam megkötéséből származó kiigazítási tényezőt nemcsak a beruházásban, hanem a háztartások megtakarítási függvényében is szerepeltetem, s ezáltal a kiigazítási hatásokat a kb. háromszor nagyobb fogyasztást is bevonva terítem szét.

---

<sup>8</sup>Ez a modellnek az általános egyensúlyi részmodellhez csatlakozó, DSGE (dynamic stochastic general equilibrium) jellegű makroökonómiai modulja, amelynek részletes leírása szintén a KIH (2013) kiadványban található meg.

Beruházási motívum megnevezése	Szerepel a modellben?	Megjegyzés
Pótlási szükséglet	Igen	Csak áttételesen, a bruttó tőkehozamráta révén hat
Jövőbeni tőkekereslet	Nem	A modell rekurzív dinamikus jellege miatt
Profit maximalizálás	Nem	
Gazdasági növekedés	Nem	Ágazatilag nem jól értelmezhető
Kapacitás kihasználási szint	Nem	Nem harmonizál a modell egyensúlyi szemléletével
Tőkehozamráta	Igen	
Tőkejövődelem	Nem	Csak $invel_J \approx 1$ esetén, és csak közvetve hat
Beruházási és tőkeadók és támogatások	Igen	Összevonva az állami beruházásokkal
Eladósodottság	Igen	A nettó pénzügyi vagyón és a tőke újrabeszerzési költséggel mért értéke hányadosának változása hat
Kamatláb	Igen	Reálkamatláb szerepel
Külföldi működőtőke befektetés (FDI)	Nem	
Beruházási döntésekből eredő kockázat	Nem	
Állami beruházások	Igen	
Lakásberuházások	Igen	

1. táblázat. Az ágazati beruházási függvények összetevői

A fentieket összefoglalandó, az 1. táblázat mutatja, hogy az általunk használt ágazati beruházási függvény a beruházásokat potenciálisan meghatározó tényezőkből melyeket vett figyelembe és melyeket nem.

## 4.2 A beruházási függvények főbb paramétereinek kalibrálása

Ha az adott ágazatban a bázisévben a  $finvr_{J,Y}$  értéke elmaradt még az amortizációs rátától is, ennek jövőbeli értékeit úgy állítottam be, hogy 6 év alatt fokozatosan érje el ezt.

A hosszú távú egyensúly szokásos feltételének megfelelően a  $pk0_{J,Y}$  referencia tőkeárak nettó hozamkomponensére azt feltételeztem, hogy a szimulációs időszak végére, azaz 10 év alatt kiegyenlítődnék, azaz a kezdeti (súlyozott) átlagos értékre állnak be.

Ahogy korábban érveltünk, az  $invel_J$  észszerű értéke nem térhet el jelentősen az 1-től. Ténylegesen 0,8-as értékkel számoltam, kifejezve az óvatos alkalmazkodást a tőkehozamráta változásához (ugyanis ha  $invel_J = 1$ , akkor a képletünkben szereplő  $(PK \cdot K)/(pk0 \cdot k0)$  hányados éppen a rendelkezésre álló jövedelem indexét jelenti, ahol a  $k0$  úgy áll elő, ha a  $finvr$  paramétert kalibrált értékével, az  $invs0/k0$  hányadossal helyettesítjük). Mivel a bázisévben az tőke átlagos felhasználói ára (bérleti díja) 7,7% volt (3,9% amortizáció + 3,8% nettó tőkehozam), ez azt jelenti, hogy ha ez 1 százalékponttal megnő, akkor a beruházás  $(8,7/7,7)^{0.8} - 1$ , azaz 10%-kal csökken.

Erre a nagyságrendre is tekintettel az  $intel_J$  értékét 5-nek választottam, azaz pl. a kamatláb 1%-os változása a beruházást 5%-kal csökkenti.

Az  $invdel_J$  adósság-rugalmasság értékét 1-nek választottam. Ez azt jelenti, hogy ha például egy átlagosan eladósodott, azaz 30%-os adósságrátával rendelkező ágazat adósságrátája 10 százalékpontot növe 40%-ra nő, akkor a beruházása 10%-kal csökken.

Végül meg kell jegyezni, hogy a különféle rugalmassági paramétereket nem differenciáltam meg ágazatonként. Ehhez egyrészt az ágazati sajátosságok alaposabb ismerete lenne szükséges, másrészt – különösen ezek híján – az önkényesség vádját idézné fel. Mindazonáltal az indokoltan differenciált paraméterértékekkel a modellszimulációk eredményei még életszerűbbek lennének<sup>9</sup>. Ez, és általában a rugalmassági paraméterekkel végzendő érzékenységi vizsgálatok, illetve a paraméterek ökonometriai becslésének célszerűsége nemcsak az ágazati beruházási függvényekben fentebb tárgyalt rugalmassági együtthatókra vonatkozik, hanem általában a számszerűsített általános egyensúlyi modellben szereplő különféle (CES-típusú) függvények – szokásosan csak szakértői becsléseken alapuló – rugalmassági együtthatóira is.

## 5 A hosszú távú szimulációk eredményei

A dinamikus rekurzív („léptető”) modellt 11 évre, azaz a 2010-2020 évekre futtattam le (az EU 7-éves költségvetési időszakának záróévéig). A szimuláció forgatókönyvében a beruházási függvény egyes paramétereinek tárgyalt eseteit leszámítva csak egy paraméter esetében módosítottam az indulóértékeket. Konkrétan: a világ GDP-jének és a világkereskedelem várható növekedésének megfelelően az *exportkeresleti függvény skálázóparaméterét* évi 2%-kal növeltem.

A szimulációs eredmények jobb megértéséhez tudni kell, hogy a humántőke kalibrálása szerint a bázisévben a humántőke 2%-kal növekedett a 2,5%-os akkumuláció és a 0,5%-os kivándorlás egyenlegeként. A humántőke növekedési üteme ugyan valamelyest ingadozhat e körül az indulóérték körül, de lényegesen nem tér el tőle a vizsgált időszakban.

Ugyanakkor 2010-ben a beruházás alig haladta meg a (valorizált) amortizáció mértékét, így a tőkeállomány csak 0,1%-kal nőtt. Ezt a kiinduló helyzetet figyelembe véve várható, hogy (a munkaerő kivándorlása ellenére) a tőke relatíve szűkös lesz a szimulációs időszakban, ami a beruházások növekedését kényszeríti ki.

A 2. táblázat az imént tárgyalt néhány kategória bázisértékét tartalmazza. A felső blokkban látható, hogy sok ágazatban a beruházási ráta igencsak eltért az amortizációs rátától. Az alsó blokkban látható, hogy annak ellenére, hogy a háztartási szektor bevételeinek és kiadásainak rétegekre bontása igen

<sup>9</sup>Ugyancsak érdekes lenne a modell ágazati beruházási függvényei felcserélése egy egyszerűbb változattal, de félok, hogy ez a rugalmatlanabb kontroll-modell „elszállna”. Terjedelmi okok miatt a kétféle modell számítási eredményeinek összehasonlítása mindenképpen egy másik cikket igényelne.

bonyolult, eltérő témája és terjedelme miatt egy külön cikket megérdemlő soklépcsős becslési feladat volt (az egyes lépések felsorolása a KIH (2013) kötet 42–44. oldalán is megtalálható)<sup>10</sup>, a kapott megtakarítási hányadok meglehetősen hihetőnek tűnnek: a magasabb jövedelműeknél lényegesen nagyobb a megtakarítási hányad.

A 3. táblázat a főbb makroökonómiai mutatók (szimulált) alakulását foglalja össze. Eszerint a hozzáadott érték (és ezáltal a GDP) évi átlagban 1,56%-kal nő. A beruházások évi 4%-os növekedése ugyanis ebben az időszakban még csak arra elég, hogy a tőke éves növekedési ütemét 0,8%-ra javítsa. A fogyasztás (feltehetőleg a beruházások kiszorító hatása miatt) csak évi 0,66%-kal nő, ami a humántőke 10 év alatti átlagos éves növekedési ütemét is lehúzza 1,64%-ra. A tőke még így is relatíve szűkösebbé válik, ami a nettó tőkehozamráta évi 3,6%-os (3,8%-ról 5,7%-ra való) növekedését idézi elő.

A 4. táblázat az ágazati beruházások alakulását szemlélteti. Ennek megértéséhez az 5–9. táblázatok a beruházások változásának fő tényezőinek és a beruházások eredményeként kialakuló tőkeállomány alakulását mutatják be.

A táblázatok alapján elmondhatjuk, hogy a beruházás érthető módon elsősorban azokban az ágazatokban nőtt, ahol a bázisévben elégtelen (az amortizációnál alacsonyabb) volt. Különösen a kőolajfeldolgozó iparban – az elégtelen kezdeti beruházási szint miatt – a tőke annyira szűkössé válik, hogy igencsak megnő a tőkeár. Ez annyira megnöveli a beruházásokat, hogy az évtized közepétől már annyira bőséges lesz a tőke, hogy a tőkeár ismét lecsökken. Hasonló figyelhető meg a gazdasági szolgáltatásoknál is. Ezzel szemben az oktatásban a magas bázisévi beruházás hosszú távon fenntarthatatlannak bizonyul, és a beruházások visszatérnek a normális szintre.

Noha néhány számítási eredmény nehezen nevezhető plauzibilisnek (még kevésbé tökéletes előrejelzésnek), érthetőek, jól tükrözik a modell logikáját. Például a cammogó szállodaipari beruházásokat az magyarázza, hogy a keresletének zömét adó külföldi turisták költségének paramétere is a bázisévi szinten lett hagyva (ha tetszik, felejtve). Hasonló horgonyok és a túl magas kezdeti beruházási szint magyarázzák az ingatlanszolgáltatások beruházásainak csökkenését.

A pénzügyi mutatószámok szintén meglehetősen ésszerű pályát írnak le. Ez annál kellemesebb meglepetés, mivel a legtöbb modell nem is vállalkozik a pénzügyi állományok és azok változásának megjelenítésére, és még ha megjelennek is, a rájuk vonatkozó eredményeket – feltehetőleg nem véletlenül – csak ritkán közlik. Valóban, a pénzügyi kategóriákra igen nehéz elfogadható pályát

<sup>10</sup>A főbb lépések az alábbiakban vázolhatók: a háztartásstatisztika adataiból társadalmi-gazdasági rétegek képzése, a jövedelem és kiadás adatokból, valamint a turizmus („szatellit számla”) statisztika adataiból a nemzeti számlák kategóriáihoz hasonló tartalmú és bontású (proxy) aggregátumok képzése rétegenként, a nemzeti számlákban szereplő háztartási jövedelmi adatok arányos szétosztása rétegekre, a (COICOP-osztályozás szerinti) fogyasztási kiadási adatok hasonlóan arányos módszerrel történő szétosztása e rétegek és a külföldi turisták között, az így kapott fogyasztási kiadások transzformációja a 2010. évi ÁKM-nek a 64 ágazatára, végül az így kapott, még fogyasztói áras adatokból a kereskedelmi árretek leválasztása a 2008–2010. évi ÁKM-ek és háttértábláik (termékadómátrix, árrekmátrix) alapján. Részletesebb leírás a Révész (2013) tanulmányban található.

számítani az egyenletek specifikációjának és a paramétereknek olyan önkényes beállítása nélkül, ami a pályát elfogadható sávban tartja. Ahogy azonban előrebocsátottam, a mi esetünkben ilyen manipulációról szó sincs. A számítási eredmények kizárólag a gazdasági szereplők tárgyalt motivációin és a bázisúvra kalibrált, illetve a fent megindokolt paraméterértékeken alapulnak. A 8. táblázatban a leglátványosabb az ingatlanügyletek ágazat nettó (folyó) pénzügyi megtakarításainak 4-szeresére növekedése, aminek köszönhetően 2020-ra ez a szektor teszi ki az összes ágazati nettó pénzügyi megtakarítás 80%-át. Ennek oka a szektor beruházásainak (részben az állami és háztartási beruházások rögzítése miatti) stagnálása, illetve csökkenése, miközben a tőkeár majdnem 2,5-szörösére nőtt. A 9. táblázatban látható, hogy az adósságráta csak a bankrendszerben „száll el”, ahol ugyanis negatívvá válik a nettó pénzügyi vagyon. Ez valószínűleg a csökkenő kamatlábak következménye (különösen a vállalati szférában, ahol ezt a konvergenciát elő is írtam) de a bankszektor erős beruházási aktivitásának is köszönhető.

A többi gazdasági szereplő pénzügyi pozíciója is plauzibilis pályát mutat, vagy legalábbis megmagyarázható a paramétereknek a szimulációbeli beállításával. Például a nettó államadósság a 2010-2020. évtizedben tovább nő (bár csökkenő ütemben), mert a szimuláció forgatókönyvében nem feltételeztem semmiféle megszorító csomagot, ami a kezdeti, kb. 3,5%-os GDP-arányos deficitet lényegesen csökkenthetné. Ehhez a helyzetképhez még hozzá kell tenni, hogy ugyan a kormányzat adóbevételei elvben a gazdasági növekedéssel párhuzamosan nőhetnek, de a kormányzati fogyasztási kiadások szimulációbeli évi 1,66%-os növekedése 0,1 százalékponttal meghaladja a GDP növekedését.

## 6 Záró megjegyzések

A tanulmányban áttekintettem a többidőszakos („dinamikus”) CGE modellekben alkalmazható beruházási függvények kérdéseit. Ezután egy saját fejlesztésű modellbe beépítve a legcélszerűbbnek látszó ágazati, kormányzati és lakás beruházási függvényeket, a 2010. évre mint bázisúvra kalibrált modellel alapelőrejelzést (baseline simulation) készítettem a 2010–2020 évtizedre. A szimuláció (és az e tanulmányban tárgyalt további kísérleti szimulációk) sok esetben igazolták a függvény-specifikációkat és a beruházási függvény paramétereinek beállításait, de feltárták néhány összefüggés és paraméter továbbfejlesztésének, illetve módosításának szükségességét.

A szimulációk világossá tették, hogy mik a legfontosabb teendők, hogy a számított ágazati beruházások éppen a megfelelő mértékben reagáljanak az ágazati tőkeár, a kamatláb, illetve az eladósodottsági ráta változására (követve az ágazati tőke *relatív szűkösségére*), ne reagálják azt túl. Ebben az esetben az egyes ágazatokban felhalmozott tőkék ciklikusan az egyensúlyi értékük körül fognak mérsékelten ingadozni, ahogy az a normálisan működő piacgazdaságokra is jellemző.

A túlreagálás veszélye különösen azokban a modellekben áll fenn, ame-

lyekben a tőkét immobilnak, ágazatok között nem átcsoportosíthatónak tételezik fel. Ezen enyhíthet a tőkének a munkával (és egyéb inputokkal) való jelentősebb mértékű helyettesíthetőségének feltételezése, valamint az *ágazatközi tőkeátcsoportosítások* bizonyos korlátok és hatékonyság melletti lehetőségének megengedése. Ez utóbbi viszont még számos elméleti probléma megválaszolását igényli, jelesül, hogy a használt tőkék piaca hogyan integrálható a gazdasági szereplők optimalizálási döntéseibe (például, hogy mi határozza meg az új és a használt tőke iránti keresletet), valamint intertemporális (pl. beruházási) döntéseibe, ahol a beruházások eredménye már nem kötött ágazati jellegű tőke, hanem amely potenciálisan a többi ágazatban is használható, azok felé értékesíthető.

A kormányzati beruházási kiadások kapcsán rámutattam, hogy a megbízhatóbb ábrázoláshoz külön kellene választani a kormányzat saját intézményei, infrastruktúrája fejlesztésére irányuló beruházási kiadásait és a kormányzati támogatások által vezérelt vállalati beruházásokat, ez utóbbiakat természetesen leválasztva a ténylegesen „autonóm” vállalati beruházásokból.

A szimulációk kapcsán rámutattam, hogy a modell gyakorlati, aktuális gazdaságpolitikák hatásainak szimulációjához részletesebben ki kell dolgozni a forgatókönyveknek a paraméterek jövőbeni alakulására vonatkozó részét, illetve az ágazati beruházási függvények egyes – egyelőre egységes értékkel becsült – paramétereit ágazatilag differenciálni kellene. Ez további kutatómunkát és ökonometriai szakértőkkel való együttműködést igényel.

Végezetül fel kell hívni a figyelmet arra, hogy a modell számítási eredményei nem hasonlíthatók össze mechanikusan a magyar gazdaság 2010–2018 közötti pályájával, részben mert az elmúlt évtizedben a magyar gazdaságpolitika igencsak sajátos, nagy horderejű váratlan intézkedésekkel teli („unortodox”), tehát értelemszerűen nem előrejelezhető és egyelőre megfelelően nem is modellezhető utat járt be, részben pedig azért, mert azt olyan külső hatások alapvetően befolyásolták (a „pénzügyi válság” hatásainak kifizása és utána a nyugat-európai konjunktúra beindulása, az EU-támogatások rekordmértékűre való felfutása, az euró kamatláb zérussá válása, a nyugati munkaerőpiacok megnyílása, a világgazdasági energiaárak tartós leesése stb.) amelyek nélkül különféle független, de egybehangzó elemzési eredmények szerint a magyar gazdaság növekedési üteme 2% körüli lett volna<sup>11</sup>.

## Irodalom

1. Capros et al (2013): *GEM-E3 Model Manual* (authors: P. Capros, D. Van Regemorter, L. Paroussos, P. Karkatsoulis, contributing authors: T. Revesz, C. Fragkiadakis, S. Tsani, I. Charalampidis), JRC Technical reports, Luxem-

<sup>11</sup>Lásd például a portfolio.hu 2018. május 5-i cikkének (<https://www.portfolio.hu/gazdasag/20180517/orban-es-matolcsy-raketara-ulteti-a-magyar-gazdasagot-284874>) „a kormány igyekszik a jelenlegi 2-2,5%-os potenciális növekedést 4% közelébe tornászni” idézetét vagy az IMF-prognózisait (<https://g7.hu/adat/20190409/a-vilaggazdasag-lassul-a-magyar-gazdasag-gyorsul-az-imf-szerint>): „hosszú távon egy ország sem térhet el az alapvető termelési tényezők változásából adódó potenciális növekedéstől (munkaerő, tőke, hatékonyság), márpedig ez Magyarország esetében nem sokkal több évi 2 százaléknál.”

- bourg, Publications Office of the European Union, 2013. (JRC83177, EUR 26034 EN, ISBN 978-92-79-31463-6, ISSN 1831-9424)
2. Fedderke, J. (2004): Investment in Fixed Capital Stock: Testing for the Impact of Sectoral and Systemic Uncertainty, *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 66(2) 0305-9049, pp. 165-187.
  3. Feldstein, M.S. - J.S. Flemming (1971): Tax Policy, Corporate Saving and Investment Behaviour in Britain, *Review of Economic Studies*, 38, 415-434.
  4. Guarda, P. (1994): *An Investment Function for Luxembourg: Estimating an Error-Correction Model*, mimeo. Cellule de Recherche en Economie Appliquée, Centre de Recherche Public – Centre Universitaire Luxembourg
  5. Hayashi, F. (1982): Tobin's Marginal q and Average a: A Neoclassical Interpretation. *Econometrica, Economic Society*, 50(1), 213-224.
  6. Hall, R. E. - Jorgenson, D. (1967): Tax policy and investment behavior. *American Economic Review*, 57(3), 394-414.
  7. Jorgenson, D.W. (1963): Capital Theory and Investment Behavior, *American Economic Review*, Papers and Proceedings, 53(2), 247-259.
  8. Jorgenson, D. W. and J. A. Stephenson (1967a): Investment Behavior in US Manufacturing, 1947-1960, *Econometrica*, 35(2), 169-220.
  9. Jorgenson, D. W. and J. A. Stephenson (1967b): The Time Structure of Investment Behavior in United States Manufacturing, 1947-1960, *Review of Economics and Statistics*, 49(1), 16-27.
  10. Jorgenson, D. W. (1984): Econometric Methods for Applied General Equilibrium Analysis. In H. Scarf and J. B. Shoven (eds), *Applied General Equilibrium Analysis*, Cambridge: Cambridge University Press, 139-203.
  11. KIH (2013): A jogszabály előkészítési folyamat racionalizálása c. ÁROP-1.1.10-20011-2011-0001 projekt eredménykommunikációs kiadványa, Közigazgatási és Igazságügyi Hivatal
  12. Pigou, A. C. (1943): The Classical Stationary State. *Economic Journal*, 53 (212), 343-351. doi:10.2307/2226394. JSTOR 2226394.
  13. Révész, T. (2013): Külső sokkok és alternatív gazdaságpolitikák a magyar háztartásokra való várható hatásainak vizsgálatára kifejlesztett számszerűsített általános egyensúlyi modell 2010. évi adatbázisa – Az ÁROP 1.1.10-2011-2011-0001 kutatási projekt keretében készült tanulmány (MultHH2010-záró.doc), Budapesti Corvinus Egyetem, Közzolgáltatások Közgazdasági és Irányítási Kérdéseinek Központja Alapítvány
  14. Taylor, L. (1990): Structuralist CGE models. In: L. Taylor (ed.), *Socially relevant policy analysis*, Cambridge, Mass., U.S.A.: MIT Press.
  15. Thiele, R. – Wiebelt, M. (1993): Modeling deforestation in a computable general equilibrium model, Kiel Working Papers, No. 555 (Leibniz Information Centre for Economics)
  16. Tobin, J. (1969): A general equilibrium approach to monetary theory, *Journal of Money, Credit and Banking*, Vol. 1, 15-29.
  17. Tobin, J. (1971): *Essays in economics: Macroeconomics*. Chicago: Markham Publishing.
  18. Zalai Ernő (2012): *Matematikai közgazdaságtan II. – Többszektoros modellek és makrogazdasági elemzések*, Budapest: Akadémiai Kiadó.

19. Zalai, E. – Révész, T. (2013): Macroclosure in CGE models – Literature review and illustrations. Corvinus University of Budapest, Framework research project paper (Specific Contract No 151629.X2 of the Contract No 151629-2010-A08-GR), September
20. Zalai, E. – Révész, T. (2016): The issue of macroeconomic closure revisited and extended, *Acta Oeconomica*, 66(1), 1–31.



## Táblázatok

### 2. táblázat. Néhány kalibrált paraméterérték

	Ágazat kódja, neve	Nettó tőke- hozam ráta	Beruházási ráta	Amortizációs kulcs
AGRIC	Mező-, erdő- halgazdaság	0	2,4	4,5
FOODI	Élelmiszeripar	3,3	4,3	6,3
REFIN	Kőolajfeldolgozás	28,7	5,8	8,4
ELGAH	Villamosenergia-, gáz-, hőell.	6,0	6,1	5,2
PHARM	Gyógyszergyártás	20,9	8,4	6,4
VEHIC	Járműgyártás	30,2	14,9	11,6
OINDU	Egyéb feldolgozóipar	11,4	7,5	6,2
CONST	Építőipar	2,6	3,4	3,7
HOREC	Szálláshely-vendéglátás	0	4,6	4,6
TRANS	Közlekedés	2,2	5,0	3,6
TELEC	Távközlés	11,7	13,3	14,8
OMATE	Egyéb anyagi szolgáltatások	2,6	5,0	4,6
FINAN	Pénzügyi szolgáltatás	38,2	31,3	10,9
HOUSE	Ingatlanügyletek	2,5	2,8	2,1
ECSER	Egyéb gazdasági szolg.	9,4	4,2	6,1
ADMIN	Közigazgatás és védelem	0,0	2,3	3,1
EDUCA	Oktatás	0,3	6,2	3,9
HEALT	Egészségügyi-szociális ell.	2,3	4,6	4,2
OSERV	Egyéb nem-anyagi szolg.	0,4	3,2	3,5

2a. táblázat. Állóeszközökkel kapcsolatos paraméterek

	Háztartási réteg kódja, megnevezése	Mrd Ft
AUG1	Aktív, képzetlen, gyermekes, alacsony jövedelmű	-67
AUG2	Aktív, képzetlen, gyermekes, közepes jövedelmű	-82
AEG1	Aktív, képzett, gyermekes, alacsony jövedelmű	-71
AEG2	Aktív, képzett, gyermekes, közepes jövedelmű	149
AxG3	Aktív, gyermekes, magas jövedelmű (zömében valószínűleg képzett)	472
Ax01	Aktív, gyermek nélküli, alacsony jövedelmű (zömében valószínűleg képzetlen)	-101
AU02	Aktív, képzetlen, gyermek nélküli, közepes jövedelmű	99
AE02	Aktív, képzett, gyermek nélküli, közepes jövedelmű	-83
Ax03	Aktív, gyermek nélküli, magas jövedelmű (zömében valószínűleg képzett)	1175
Inak1	Inaktív, alacsony jövedelmű	-356
Inak2	Inaktív, közepes jövedelmű	-404
Inak3	Inaktív, magas jövedelmű	-54

2b. táblázat. Háztartási rétegek induló nettó pénzügyi megtakarításai

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2010-2020 éves vált. %
Hozzáadott érték	23428	23739	24053	24409	24802	25230	25689	26183	26694	27222	27769	1,56
Háztartások fogyasztása	10883	10884	10899	10966	11067	11187	11315	11429	11531	11623	11706	0,66
Kormányzati fogyasztás	6165	6314	6448	6574	6695	6813	6931	7051	7167	7281	7391	1,66
Beruházás	4481	4644	4933	5212	5498	5784	6069	6259	6466	6681	6910	4,02
Külföldi turisták fogyasztása	910	910	910	910	910	910	910	910	910	910	910	0,00
Készletfelhalmozás	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97	0,00
Tőkeállomány	112195	112305	112574	113118	113910	114941	116197	117665	119238	120925	122728	0,82
Munkaerőállomány	3639	3712	3783	3853	3922	3992	4063	4135	4208	4281	4355	1,64
Átlagos nettó tőkehozamráta	3,8	4,2	4,5	4,7	4,9	5,0	5,1	5,3	5,4	5,5	5,7	3,58
Átlagos bruttó tőkehozamráta	7,7	8,1	8,4	8,6	8,8	9,0	9,1	9,3	9,4	9,6	9,7	2,09

3. táblázat. Makromutatók (milliárd Ft, %)

Ágazat	2010-2020											éves vált. %
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	
Mező-, erdő- halgazdaság	213	227	242	256	270	283	296	291	288	286	284	2,66
Élelmiszeripar	103	115	129	142	155	166	177	178	179	180	181	5,29
Kőolajfeldolgozás (kocszgyártással)	43	56	65	74	81	87	92	92	96	103	113	9,11
Villamosenergiar-, gáz-, hőell.	247	252	268	285	305	325	345	365	384	402	419	4,93
Gyógyszergyártás	67	70	74	79	85	92	100	110	122	136	153	7,80
Járműgyártás	185	196	206	218	231	245	261	281	304	331	363	6,32
Egyéb feldolgozóipar	557	616	687	757	829	901	973	105	113	121	130	8,01
Építőipar	95	102	123	143	164	185	204	210	217	224	230	8,38
Szálláshely- vendéglátás	41	40	40	41	42	43	44	44	44	44	45	0,74
Közlekedés	476	474	481	487	494	503	512	522	534	546	558	1,45
Távközlés	149	160	177	189	199	206	212	211	212	213	214	3,34
Egyéb anyagi szolgáltatók	416	421	439	456	476	496	517	534	553	570	587	3,18
Pénzügyi szolgáltatók	96	70	96	108	115	122	129	136	145	157	176	5,66
Inggatlanügyletek	824	810	792	775	758	741	724	708	689	666	639	-2,29
Egyéb gazdasági szolg.	232	267	305	343	379	415	448	459	471	485	500	7,23
Közigazgatás és védelem	396	437	482	531	583	637	692	713	735	755	775	6,30
Oktatás	166	157	152	150	149	151	153	156	159	162	165	-0,01
Egészségügyi-szociális ell.	80	81	82	84	86	88	90	92	94	96	98	1,88
Egyéb nem-anyagi szolg.	95	93	93	94	96	98	101	103	104	106	107	1,14
Ágazatok összesen	4481	4644	4933	5212	5498	5784	6069	6259	6466	6681	6910	4,02

4. táblázat. Beruházás (milliárd Ft, %)

Ágazat	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2010-2020 absz. változás
	Mező-, erdő- halgazdaság	0,0	0,2	0,3	0,5	0,6	0,6	0,7	0,8	0,9	0,9	1,0
Élelmiszeripar	3,3	4,2	4,9	5,3	5,5	5,5	5,4	5,2	5,0	4,9	4,7	1,4
Kőolajfeldolgozás	28,7	37,7	42,5	44,9	44,6	42,6	39,7	36,9	35,0	33,1	30,5	1,7
Villamosenergia-, gáz-, hőell.	6,0	5,7	5,6	5,5	5,4	5,3	5,2	5,1	4,8	4,5	4,1	-1,9
Gyógyszergyártás	20,9	20,8	20,3	19,6	18,7	17,8	16,7	15,9	14,8	13,7	12,4	-8,5
Járműgyártás	30,2	29,6	28,0	26,3	24,3	22,1	20,0	18,2	16,3	14,2	12,0	-18,2
Egyéb feldolgozóipar	11,4	11,7	11,4	10,7	9,9	8,9	7,8	6,9	5,9	5,0	4,0	-7,4
Építőipar	2,7	3,1	4,1	5,1	6,0	6,7	7,2	6,8	6,5	6,1	5,7	3,0
Szálláshely-vendéglátás	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,2	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6
Közlekedés	2,2	1,9	1,6	1,3	1,0	0,8	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	-2,0
Távközlés	11,7	14,1	15,5	15,3	14,3	12,9	11,5	10,0	9,1	8,4	7,9	-3,8
Egyéb anyagi szolgáltatások	2,6	2,7	2,7	2,8	2,9	3,0	3,1	3,2	3,2	3,2	3,1	0,6
Pénzügyi szolgáltatás	38,2	40,6	51,0	54,3	54,3	52,7	49,9	46,3	42,1	37,1	31,2	-7,0
Ingatlanügyletek	2,5	2,6	2,7	2,9	3,2	3,7	4,2	4,8	5,6	6,4	7,3	4,8
Egyéb gazdasági szolg.	9,4	10,9	11,9	12,5	12,8	12,7	12,3	11,9	11,4	11,0	10,6	1,2
Közigazgatás és védelem	0,0	0,5	1,1	1,7	2,3	3,0	3,6	4,2	4,8	5,3	5,9	5,9
Oktatás	0,3	0,3	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	0,9	1,1	1,2	1,3	1,0
Egészségügyi-szociális ell.	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9	3,0	3,1	3,1	3,1	0,8
Egyéb nem-anyagi szolg.	0,4	0,5	0,6	0,8	1,0	1,2	1,5	1,7	2,0	2,2	2,3	1,9
Ágazatok összesen	3,8	4,2	4,5	4,7	4,9	5,0	5,1	5,3	5,4	5,5	5,7	1,9

5. táblázat. Nettó tőkehozamráta az alapszimulációban, %

Ágazat	2010-2020										2010-2020 absz. változás	
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019		2020
Mező-, erdő- halgazdaság	4,5	4,7	4,8	5,0	5,1	5,3	5,4	5,5	5,6	5,7	5,8	1,4
Élelmiszeripar	9,6	10,5	11,2	11,7	12,1	12,2	12,1	12,0	11,8	11,7	11,5	1,9
Kőolajfeldolgozás	37,1	46,6	52,3	55,4	55,7	54,0	51,3	48,3	46,4	44,4	41,6	4,5
Villamosenergia-, gáz-, hőell.	11,2	11,0	10,9	11,0	11,0	11,1	11,1	11,0	10,8	10,4	10,1	-1,1
Gyógyszergyártás	27,3	27,4	27,0	26,6	25,9	25,1	24,1	23,2	22,2	21,0	19,7	-7,7
Járműgyártás	41,8	41,1	39,9	38,5	36,8	34,9	33,0	31,2	29,2	27,1	24,8	-17,0
Egyéb feldolgozóipar	17,6	17,9	17,7	17,2	16,4	15,5	14,5	13,6	12,7	11,7	10,7	-6,9
Építőipar	6,4	6,8	8,0	9,1	10,3	11,3	12,1	11,7	11,4	11,0	10,6	4,3
Szálláshely-vendéglátás	4,6	4,5	4,6	4,8	4,9	5,1	5,4	5,5	5,7	5,8	5,9	1,3
Közlekedés	5,8	5,5	5,2	5,0	4,8	4,7	4,6	4,5	4,4	4,3	4,2	-1,6
Távközlés	26,5	29,0	30,7	30,7	29,9	28,7	27,3	25,8	24,9	24,3	23,8	-2,7
Egyéb anyagi szolgáltatások	7,2	7,2	7,4	7,6	7,8	8,1	8,3	8,4	8,5	8,5	8,5	1,3
Pénzügyi szolgáltatás	49,1	51,6	62,6	66,7	67,5	66,6	64,4	60,8	56,5	51,3	45,1	-4,0
Ingatlanügyletek	4,6	4,7	4,9	5,2	5,7	6,3	7,1	7,8	8,7	9,7	10,9	6,3
Egyéb gazdasági szolg.	15,4	17,0	18,2	19,1	19,6	19,8	19,7	19,2	18,8	18,4	18,1	2,6
Közigazgatás és védelem	3,1	3,7	4,3	5,0	5,7	6,5	7,2	7,9	8,6	9,2	9,8	6,7
Oktatás	4,2	4,2	4,3	4,4	4,6	4,8	5,1	5,3	5,5	5,6	5,7	1,5
Egészségügyi-szociális ell.	6,5	6,7	6,8	7,1	7,3	7,6	7,8	8,0	8,1	8,2	8,2	1,7
Egyéb nem-anyagi szolg.	3,9	4,1	4,2	4,5	4,8	5,1	5,5	5,8	6,1	6,3	6,6	2,6
Ágazatok összesen	7,7	8,1	8,4	8,6	8,8	9,0	9,1	9,3	9,4	9,6	9,7	2,0

6. táblázat. Tőkeár (bruttó tőkehozamráta) az alapszimulációban, %

Ágazat	2010-2020										éves változás, %	
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019		2020
Mező-, erdő- halgazdaság	5819	5773	5743	5729	5730	5744	5771	5809	5841	5868	5892	0,11
Élelmiszeripar	2372	2326	2295	2280	2279	2291	2314	2346	2376	2406	2435	0,24
Kőolajfeldolgozás	766	745	738	741	752	770	792	817	841	866	897	1,44
Villamosenergia-, gáz-, hőell.	4233	4258	4287	4331	4390	4466	4557	4664	4785	4919	5063	1,64
Gyógyszergyártás	810	825	842	862	885	914	947	986	1033	1089	1154	3,27
Járműgyártás	1261	1300	1345	1396	1452	1515	1585	1662	1752	1853	1970	4,14
Egyéb feldolgozóipar	7417	7516	7668	7881	8151	8476	8853	9279	9759	10291	10873	3,54
Építőipar	2887	2875	2871	2888	2924	2980	3055	3146	3240	3338	3438	1,60
Szálláshely-vendéglátás	895	895	894	893	894	895	897	899	902	905	908	0,13
Közlekedés	7519	7727	7925	8123	8319	8517	8716	8916	9120	9329	9542	2,19
Távközlés	1135	1116	1110	1123	1145	1174	1206	1239	1266	1291	1312	1,33
Egyéb anyagi szolgáltatások	8443	8472	8505	8554	8619	8700	8798	8912	9038	9177	9327	0,91
Pénzügyi szolgáltatás	932	926	895	894	904	921	943	969	999	1034	1079	1,34
Ingatlanügyletek	34966	35065	35148	35211	35255	35282	35292	35284	35261	35219	35155	0,05
Egyéb gazdasági szolg.	5045	4971	4937	4943	4986	5063	5170	5305	5442	5583	5729	1,16
Közigazgatás és védelem	20230	19993	19804	19666	19581	19552	19578	19657	19756	19872	20005	-0,10
Oktatás	3016	3064	3102	3133	3160	3187	3213	3241	3270	3302	3335	0,92
Egészségügyi-szociális ell.	1590	1603	1617	1631	1646	1663	1681	1700	1721	1743	1766	0,96
Egyéb nem-anyagi szolg.	2859	2854	2847	2840	2835	2832	2831	2833	2837	2842	2849	-0,03
Ágazatok összesen	112195	112305	112574	113118	113910	114941	116197	117665	119238	120925	122728	0,82

7. táblázat. A tőkeállomány alakulása (milliárd Ft, %)

Ágazat	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Mező-, erdő-, halgazdaság	25	18	10	2	-6	-14	-22	-11	-2	6	14
Élelmiszeripar	33	32	29	24	17	10	1	3	3	4	5
Kőolajfeldolgozás	-85	-64	-56	-56	-65	-79	-95	-107	-119	-134	-156
Villamosenergia-, gáz-, hőell.	142	137	128	120	112	103	92	82	69	55	41
Gyógyszergyártás	-25	-4	5	9	11	11	9	6	2	-5	-16
Járműgyártás	-22	-2	5	6	3	-3	-11	-21	-35	-54	-80
Egyéb feldolgozóipar	374	426	450	458	450	427	391	345	287	219	143
Építőipar	183	169	159	151	144	137	128	118	108	98	89
Szálláshely-vendéglátás	53	45	38	33	28	24	21	18	16	14	13
Közlekedés	223	210	193	179	165	153	141	131	121	112	102
Távközlés	22	17	4	-11	-25	-39	-51	-57	-63	-67	-71
Egyéb anyagi szolgáltatások	217	222	221	221	221	221	220	219	217	213	209
Pénzügyi szolgáltatás	-196	-141	-110	-99	-100	-108	-120	-135	-152	-174	-205
Ingatlanügyletek	296	258	236	248	293	368	475	603	757	941	1163
Egyéb gazdasági szolg.	21	-18	-57	-93	-131	-170	-212	-230	-250	-272	-295
Közigazgatás és védelem	0	16	30	47	65	85	105	163	219	275	327
Oktatás	1	13	21	29	36	41	46	51	55	58	60
Egészségügyi-szociális ell.	8	12	15	17	20	22	24	26	28	29	30
Egyéb nem-anyagi szolg.	27	30	32	34	36	38	39	43	46	48	51
Ágazatok összesen	1298	1376	1353	1320	1274	1226	1183	1247	1306	1366	1424
Háztartások összesen	678	678	669	659	648	636	624	611	595	577	556
Államháztartás összesen	-786	-816	-801	-787	-765	-739	-710	-685	-644	-593	-531
Külföld	-1189	-1238	-1221	-1193	-1157	-1123	-1097	-1173	-1257	-1350	-1448

8. táblázat. A nettó pénzügyi megtakarítás alakulása (milliárd Ft)

Ágazat	Adósságráta												
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2020 %	
Mező-, erdő- halgazdaság	-1239	-1251	-1238	-1244	-1259	-1283	-1317	-1360	-1385	-1402	-1411	21	24
Élelmiszeripar	-1170	-1172	-1144	-1130	-1122	-1121	-1129	-1145	-1154	-1163	-1172	49	48
Kőolajfeldolgozás	1357	1313	1254	1214	1174	1126	1065	987	890	781	656	-177	-73
Villamosenergia-, gáz-, hőell.	-3364	-3323	-3198	-3111	-3032	-2965	-2909	-2863	-2810	-2771	-2747	79	54
Gyógyszeripar	455	444	441	452	467	485	503	520	531	539	540	-56	-47
Járműgyártás	709	709	709	724	739	753	762	764	750	723	677	-56	-34
Egyéb feldolgozóipar	-4082	-3830	-3418	-3012	-2594	-2183	-1790	-1427	-1096	-821	-612	55	6
Építőipar	-3456	-3376	-3219	-3102	-2993	-2894	-2802	-2718	-2628	-2549	-2478	120	72
Szálláshely-vendéglátás	-1047	-1026	-984	-959	-939	-925	-915	-909	-900	-893	-889	117	98
Közlekedés	-4898	-4822	-4629	-4496	-4378	-4278	-4192	-4118	-4028	-3950	-3882	65	41
Távközlés	-1353	-1371	-1359	-1373	-1402	-1448	-1510	-1585	-1659	-1740	-1826	119	139
Egyéb anyagi szolgáltatások	-5320	-5263	-5059	-4904	-4748	-4598	-4449	-4300	-4124	-3952	-3782	63	41
Pénzügyi szolgáltatás	687	512	373	267	172	75	-32	-152	-288	-443	-622	-74	58
Ingatlanügyletek	-7305	-7228	-6997	-6852	-6695	-6502	-6236	-5860	-5316	-4617	-3726	21	11
Egyéb gazdasági szolg.	-1451	-1474	-1497	-1573	-1688	-1843	-2043	-2287	-2540	-2818	-3121	29	54
Közgazdátás és védelem	2	2	18	48	95	162	249	358	525	750	1032	0	-5
Oktatás	-27	-27	-14	7	36	72	115	163	216	273	334	1	-10
Egészségügyi-szociális ell.	-144	-141	-129	-116	-101	-82	-61	-38	-12	16	45	9	-3
Egyéb nem-anyagi szolg.	-383	-367	-338	-310	-280	-249	-215	-179	-138	-94	-47	13	2
Ágazatok összesen	-32029	-31692	-30429	-29471	-28547	-27698	-26906	-26149	-25166	-24131	-23029	29	19
Háztartások összesen	16880	18064	18807	19719	20644	21600	22575	23556	24405	25262	26116	negatív adósság	
Államháztartás összesen	-15063	-16301	-17176	-18199	-19231	-20283	-21340	-22388	-23299	-24193	-25052	pozitív pénzügyi	
Külföld	30213	29930	28799	27952	27135	26383	25673	24982	24061	23063	21966	vagyont jelent	

9. táblázat. A nettó pénzügyi vagyon alakulása (milliárd Ft, %) (adósságráta = nettó tartozás/állóeszközök értéke)



## INVESTMENT FUNCTIONS IN COMPUTABLE GENERAL EQUILIBRIUM MODELS – THEORY, PRACTICE AND ILLUSTRATIONS

Already in the first versions of the general equilibrium models, both in terms of static and in terms of long-term equilibrium, arose the problem of the 'macroeconomic closure' and, in particular, the question of how to determine the investments.

In one of our earlier articles, published in *Acta Oeconomica* (Zalai-Revesz [2016]), we have reviewed various options to introduce investment functions into a CGE-model. However, the discussed CGE-models (one and five-sectors models, closed and open economy) were all „static”, or better to say „timeless” (Cassel) in a sense that they described the main criteria of assumed long run equilibrium without specifying the industry-specific investment behaviour consistent with these criteria. But in models of dynamic and incomplete equilibrium pathways the determination of investments by investing sectors presents almost insurmountable problems of theory, consistency and quantification, especially the difficulty of keeping the model's dynamic behaviour within acceptable limits. Obviously, it is hard to construct a general investment function, since the circumstances and the investors' behaviour are rather different in the various branches of production and services. For example, investment into housing, agricultural, mining, health-care, defence sectors or in infrastructure or in environmental protection have characteristically different motives, legal constraints and technical circumstances, nothing to say about their different accounting methods in the national accounts or, in general, in the macrostatistics.

However, in CGE-models – which are not supposed to be highly detailed and accurate or capable to give perfect predictions – there are various mathematical methods, abstractions to group these circumstances and represent them by relatively simple formulas. By doing this they will provide insights into the underlying rationale of investment behaviour and may show the synergies of changes in the investment decision, which influence the factors and the characteristically different effects of different investment 'climates' and policies. Accordingly, in section 2, we review the basic theoretical and modelling issues of investment behaviour, its various motives which could be found in the literature. In particular, I discuss the role of profit maximisation, profitability, demand, retained earning, interest rate, taxes and investment subsidies, which may be incorporated in a dynamic CGE-model, but to a minor extent, I consider the role of other factors too. As the investment decision is a choice between alternatives with different expected returns (yields), I examine what indicator may represent these investment returns in an aggregate, synthetic way, and in which function this indicator can serve as an argument.

I devote especially much attention to the question of the possible use of the interest rate and profitability dependent investment behaviour. In particular, I try to find out, that from theoretical and practical point of view, what reference category can be the best to use in the investment behaviour function. I consider the most straightforward candidates, i.e. the average rate of return on capital, the benchmark profitability of the given branch and various definitions of the rental price/users cost of the capital. A secondary issue related to this is the question whether one should compute ratios (so that the ratio of the profitability to this reference category is computed and used as an explanatory variable) or use a function in which the profitability and the reference category are separated. In the case of an isoelastic investment function, the problem boils down to determine the elasticity of each explanatory variable. The simulation results will of course depend to a large extent on the assumed value of the elasticities. In section 3, I illustrate the sectorial investment functions developed so far in CGE models by presenting the investment function of the recursive dynamic GEM-E3 model. The GEM-E3 model has been developed by the National Technical University of Athens and is widely used by the European Commission to make climate policy simulations. This model

is chosen because it uses the same type of investment function for each sectors but with different parameter values across sectors. After presenting and discussing the main features of this function, various recommendations are given about how to improve the GEM-E3 model's investment functions by modifying the present functional form and by introducing additional explanatory variables. In the last section, I present the properties of the proposed and possible investment functions embedded in a multi-period CGE model calibrated for the Hungarian economy. This dynamic CGE-model was calibrated for 2010 and simulations were carried through up to 2020. I present the assumptions and results of simulations run with this dynamic CGE-model.

The simulation results confirmed that if we find a reasonable investment function, which reacts sufficiently (but does not overreact) to the capital price, the interest rate and the indebtedness, then we can be sure that the trajectory of the capital stock will move cyclically around gravitating to its equilibrium level. The danger of overreacting to changes in the rate of return is especially pronounced when one assumes that capital is immobile across sectors, i.e. assumes branch specific capital stocks, which are inherited from the previous time periods. As a result, the rate of return on capital will, as a rule, fluctuate, especially wildly in the first periods. The model will therefore generate a time path of capital accumulation, which is difficult to justify. However, – as I demonstrated by simulations with my model – by choosing a modest value for the rate of return elasticity and introducing flexible constraints like indebtedness effects into the investment function these too high fluctuations can be prevented and the trajectory of investment becomes plausible.

Finally I pointed out that government investment and government subsidy dependent investment including/and housing investment has to be formulated separately and that differentiating the parameters of the investment behaviour across sectors and countries may be essential (especially in a world model like the GEM-E3) if we wish to provide empirical relevance to our model and its simulation results. In summary, the evaluation of the detailed results, while highlighting the positive effects of the developed investment functions in many sectors, also highlights the value of combining ("integrating") this method/specification with the various error correction and smoothing methods developed in the GEM-E3 model.